

Për vitin II

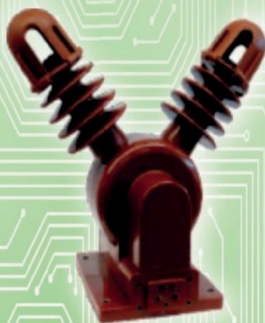
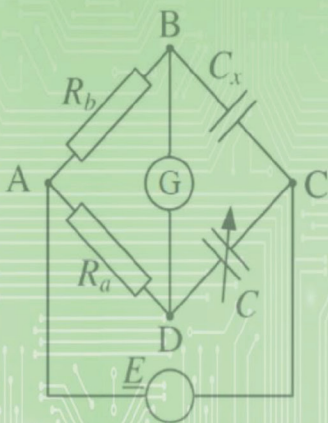
Drejtimi i elektroteknikës / sektori i elektroteknikës

Profili/kualifikimi arsimor

Elektroteknik për elektronikë dhe telekomunikacione

Elektroteknik për teknikë kompjuterike dhe automatikë

Elektroteknik i energjetikës



MATJET ELEKTRIKE

për vitin II (e dytë)

profilet/kualifikimet arsimore

**Elektroteknik për elektronikë dhe
telekomunikacione**

**Elektroteknik për teknikë kompjuterike dhe
automatikë**

Elektroteknik i energjetikës

**Drejtimi i elektroteknikës/
Sektori Elektroteknikë**

MATJET ELEKTRIKE për vitin II (e dytë)
profili/kualifikimi arsimor Elektroteknik për elektronikë dhe telekomunikacione,
Elektroteknik për teknologjinë kompjuterike dhe automatikë, Elektroteknik i energjetikës

Autore:

Natasha Bozhinovska
Sofia Temkova

Recensentë:

Mare Sërbinovska
Poliksena Miteva
Toni Panov

Titulli original:

ЕЛЕКТРИЧНИ МЕРЕЊА за II (втора) година
образовен профил/квалификација Електротехничар за електроника и
телекомуникации, Електротехничар за компјутерска техника и автоматика,
Електротехничар енергетичар Електротехничка струка/ сектор Електротехника
Наташа Божиновска
Софија Темкова

Përpunimi i kopertinës: Jovan Molkoski

Redaktor: Refail Sulejmani

Përkthyer nga gjuha maqedonase: Riza Etemi

Redaktor profesional në gjuhën shqipe: Riza Etemi

Lektor: Refail Sulejmani

Botues: Ministria e Arsimit dhe Shkencës e Republikës së Maqedonisë së Veriut
rr. “Shën Kirili dhe Metodi” nr. 54 1 000 Shkup.

Rregullimi grafik dhe teknik: Vlladimir Mlladenovski – ARS STUDIO

Vendi dhe viti i botimit: Shkup, 2024

Me vendimin për miratimin e librit shkollor për lëndën Matjet elektrike për vitin e II-të
DREJTIMI/ SEKTORI: I ELEKTROTEKNIKËS/ELEKTROTEKNIKË
Profilet arsimore/kualifikimet: Elektroteknik për elektronikë dhe telekomunikacione,
Elektroteknik-energjetikë, Elektroteknik për teknologji kompjuterike dhe automatikë,
arsimi i mesëm profesional katërvjeçar, nr. 26-572/1 të dt. 08.04.2024 vit, i sjellë nga
Komisioni nacional për librat shkollorë.

PARATHËNIE

Libri **MATJET ELEKTRIKE** për vitin e dytë është rezultat i ndryshimeve në programet mësimore në kuadër të modernizimit të arsimit teknik. Përmbajtja e librit është përshtatur me programin mësimor për lëndën **MATJET ELEKTRIKE** për vitin e dytë të shkollave të mesme profesionale, të drejtimit elektroteknikë / sektori Elektroteknikë, për profilet/kualifikimet arsimore **Elektroteknik për teknologjinë kompjuterike dhe automatikën, Elektroteknik për elektronikë dhe telekomunikacione, Elektroteknik i energjetikës** nga viti 2019. Gjatë përgatitjes së tekstit shkollor është përdorur doracaku “**Koncepti për përpunimin e teksteve shkollore**” botuar nga Byroja për zhvillimin e arsimit dhe “**Koncepti për modernizimin e arsimit teknik**”.

Për të përvetësuar me sukses përmbajtjet mësimore të këtij libri, kërkohet njohuri paraprake nga lënda e fizikës, matematikës, elektroteknikës dhe materialeve elektroteknike. Për nga përmbajtja, teksti është konceptuar në dy tërësi, pjesa teorike me shembuj dhe detyra dhe pjesa praktike-ushtime.

Sipas programit mësimor, pjesa teorike e librit është e ndarë në **6 njësi modulare**.

1. Konceptet e përgjithshme për matjet elektrike. Në këtë modul shpjegohen konceptet e përgjithshme për matjet, njësitë matëse dhe etalonet e madhësive elektrike, si dhe pajisjet matëse.

2. Konstruksioni dhe karakteristikat teknike të instrumenteve matëse elektrike. Në fillim përshkruhet konstruksioni i instrumenteve matëse elektrike, më pas shpjegohet paraqitja e rezultateve për matjet, tensioni i testimit dhe treguesit e instrumenteve matëse; shpjegohet ndjeshmëria, konstanta dhe korrektësia e instrumenteve matëse, pasiguria e matjes, gabimet dhe saktësia e instrumenteve matëse.

3. Instrumentet matëse elektronike. Në këtë modul shpjegohet ndarja e instrumenteve matëse elektronike, përdorimi i amplifikatorëve në teknikën matëse, shndërrimi i madhësive analoge në digjitale, mekanizmi matës me bobinë rrotulluese si sistem matës në instrumentet analoge elektronike. Përshkruhen instrumentet matëse elektronike analoge dhe digjitale dhe procedurat e matjes, parimi i funksionimit dhe matja me osciloskop.

4. Transformatorët matës. Shpjegohet ndërtimi, llojet, simbolet, karakteristikat teknike dhe lidhja e transformatorëve matës të tensionit dhe rrymës, si dhe kontrolli i shënimit të pikave të lidhjes së tyre.

5. Metodmat matëse për matjen e madhësive elektrike dhe joelektrike. Ky modul përshkruan procedurat për matjen e rezistencës dhe fuqisë duke përdorur metodën U-I, urat matëse dhe kompensatorët për rrymën njëkahëshe dhe alternative dhe aplikimin e tyre, si dhe konvertuesit matës të madhësive joelektrike në elektrike: sensorët digjitalë, potenciometrik, tenzometrik, induktiv, me kondensator, piezoelektrik, termoelektrik, termorezistiv.

6. Pajisjet matëse për testimin e instalimeve elektrike dhe të komunikimit. Në këtë modul përmenden dhe sqarohen pajisjet matëse që përdoren për kontrollin e instalimeve elektrike dhe të komunikimit, procedurat për kontrollin e korrektësisë dhe matjen e karakteristikave të instalimeve elektrike dhe të komunikimit, si dhe aplikimin e standardeve të MKS për vlerësimin e instalimeve elektrike.

Rezultatet nga mësimi arrihen duke zhvilluar përmbajtjet përkatëse të cilat janë të përshtatura në moshën e nxënësve dhe aftësitë e tyre psikofizike. Në secilin modul ka përmbledhje që nxjerrin në pah elementet më të rëndësishme të materialit të më paraqitur më parë, kurse në fund jepen pyetje të llojeve të ndryshme për verifikimin tematik të së njëjtës. Disa nga modulet, për shkak të sintezës së bazave teorike, përmbajnë shembuj me detyra të zgjidhura, por edhe detyra për nxënësin në fund të modulit, varësisht nga materiali që zhvillohet në to.

Në paraqitjen e përmbajtjeve përdoren operacione të thjeshtuara matematikore dhe një numër i madh i figurave dhe skemave elektrike, të cilat duhet të mundësojnë përvetësim më të lehtë të materialit. Është marrë parasysh futja graduale e definicioneve të reja, pyetjeve për kontrollimin e njohurive dhe detyra, me çka plotësohen udhëzimet e nevojshme didaktike.

Ushtrimet mundësojnë realizimin praktik dhe testimin e skemave dhe matjeve reale të parametrave dhe karakteristikave nga përmbajtjet e moduleve.

Autorët shpresojnë se libri do t'u përgjigjet nevojave të mësimdhënësve të mësimi të lëndor, si dhe nevojave të nxënësve për përvetësimin dhe verifikimin e materialit.

Autorët i shprehin mirënjohje të madhe kryetarit dhe anëtarëve të komisionit recensues për përmirësimin e cilësisë së tekstit shkollor.

Çdo njësi modulare fillon me nocionet themelore dhe rezultatet nga mësimi

Duke mësuar përmbajtjet e kësaj njësie modulare nxënësi do të mësojë:

- të dallojë instrumente matëse analoge dhe digjitale;

Për vetë evaluim
është dhënë testi
“Verifikimi tematik”

Matjet elektrike për vitin e dytë



1. Sensorët piezoelektrik janë pajisje për matjen e ndryshimeve të:
- A) presionit
 - B) temperaturës

В) отпорност

MBANI MEND ...

Në fund të çdo njësie modulare janë dhënë pyetje për verifikimin e njohurive

Metje për verifikimin e njohurive

Njësia modulare 4

Për çfarë shërbejnë transformatorët matës?

Shpjegoni se si janë të lidhur transformatorët matës të rrymës dhe tensionit

USHTRIME

Ushtrimet mundësojnë
verifikimin dhe
realizimin praktik
të përmbajtjeve
të njësive modulare

Nocionet e përgjithshme
për matjet elektrike



1

2



Ndërtimi dhe
karakteristikat
teknike të
instrumenteve
matëse elektrike

Instrumentet matëse
elektronike



3

4



Transformatorët
matës

Metodat matëse për
matjen e madhësive
elektrike dhe
joelektrike



5

6



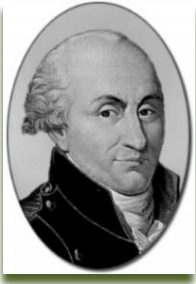
Pajisjet matëse
për testimin
e instalimeve
elektrike dhe të
komunikimit



1. NOCIONET E PËRGJITHSHME PËR MATJET ELEKTRIKE

**Duke mësuar përmbajtjet e kësaj njësie
modulare nxënësi do të mësojë:**

- të shënojë saktë rezultatin e matjeve;
 - të tregojë dallimin mes vlerës numerike në rezultatin e matjes nga numrit në matematikë;
 - të sqarojë strukturën e sistemit si;
 - të theksojë madhësi dhe njësi themelore dhe të nxjerra të sistemit SI;
 - të definojë nocionin etalon;
 - të numërojë elementet e pajisjes matëse;
 - të sqarojë përdorimin e pajisjes matëse.
- 



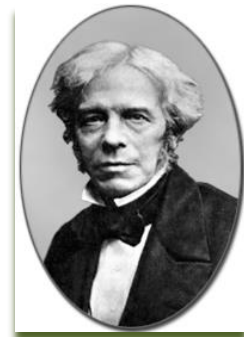
Kuloni (Charles-Augustin de Coulomb) në vitin 1784-1785 me matje erdhi deri te rezultatet, me ndihmën e të cilëve formuloi Ligjin për veprimin e dyanshëm të trupave të elektrizuar.



Ersted (Hans Christian Ørsted) në vitin 1820 përcaktoi se gjilpëra magnetike rrotullohet nga pozita e sajë normale nëse ndodhet në përçues nëpër të cilin rrjedh rrymë elektrike.



Amperi (André-Marie Ampère) në vitin 1820 me matje formuloi Ligjin për veprim e forcës magnetike mes dy përçuesve nëpër të cilët rrjedh rrymë elektrike.



Faradei (Michael Faraday) në vitin 1831 me matje zbuloi induksionin elektromagnetik.



Om (Georg Ohm) në vitin 1827 me matjet e tij vërtetoi se ekziston relacion i vetëm ndërmjet rezistencës, rrymës dhe tensionit.



1.1. NOCIONET E PËRGJITHSHME PËR MATJEN

Meteorologjia (nga greqishtja: μετρον – masë, λογος – shkencë) është shkenca e matjes, gjegjësisht shkenca për metodat dhe mjetet me të cilat sigurohet uniteti dhe saktësia e metodave për matjen.

Meteorologjia përfshin:

- teorinë e përgjithshme për matjet;
- njësitë për madhësitë fizike;
- metodat për përcaktimin e saktësisë së matjes;
- metodat për matjen e madhësive fizike;
- realizimin dhe mirëmbajtjen e etaloneve;
- zhvillimin dhe prodhimin e pajisjeve matëse;
- përpunimin dhe analizën e rezultateve për matjet;
- siguron unikalitetin e matjeve.

Matjet elektrike janë pjesë e meteorologjisë, e cila merret me çështjet e përgjithshme teorike të meteorologjisë, zbatimin praktik të tyre për matjen e madhësive elektrike, si dhe zbatimin praktik gjatë matjes së madhësive të ndryshme fizike joelektrike duke përdorur metoda dhe pajisje elektrike. Me matjet elektrike mundësohet që madhësitë elektrike dhe magnetike, të cilat nuk mund të merren përmes shqisave natyrore të njeriut, të zbulohen dhe vlerësohen në mënyrë objektive.

Ç'është matja?

Matja është grup procedurash eksperimentale që synojnë përcaktimin e vlerës së një madhësie të caktuar fizike. Karakteristikat themelore të një madhësie janë natyra e sajë (kualiteti) dhe sasia e sajë (kuantiteti). Prandaj, rezultati i matjes së një madhësie shprehet me një **vlerë numerike** (na jep sasinë) dhe me një simbol për njësinë matëse përkatëse (që na e tregon natyrën e saj):

$$A = a \cdot A$$

A – madhësia e matur

a – vlera numerike e madhësisë së matur

A – njësia matëse (1.1)

[1] Cvetan Gavrovski “Bazat e teknikës matëse”, FEIT

Me matjen praktikisht përcaktohet raporti midis vlerave të madhësisë së matur dhe masës njësi të miratuar. Masa njësi është madhësi e caktuar, e miratuar me marrëveshje, për shprehjen sasiore të madhësive të njëjta. **Nuk ka asnjë masë njësi e riprodhuar me saktësi absolute.**

1.1.1. MATJET DHE PROCEDURAT BAZË PËR MATJEN

Matja paraqet procedurë ose proces të caktuar qëllimi i të cilit është gjetja e vlerës e madhësisë fizike përmes rrugës eksperimentale me ndihmën e pajisjeve teknike speciale të ndryshme. Rezultati i një Një njësi matëse është madhësi e caktuar, e miratuar me marrëveshje, për shprehjen sasiore të sasive uniforme. Nuk ka asnjë njësi matëse të riprodhuar plotësisht.

Sistemi matës është tërësi, i cili ka për qëllim të përcaktojë madhësinë matëse. Ai realizohet me: konvertimin e matjes (me ndihmën e një konvertues matës), krahasimin e madhësisë së matur me një madhësi referente uniforme (duke përdorur një krahasues) dhe fitimin e madhësisë me një vlerë të caktuar (duke përdorur një etalon). Rezultati paraqet informacionin e matjes.

Ekzekutimi i saktë i një procesi matës bëhet përmes një sistemi matës përkatës.

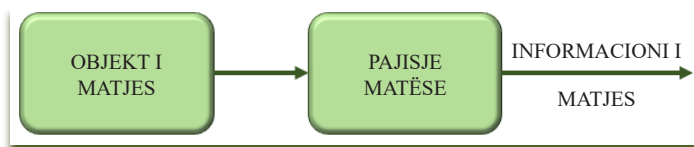


Fig. 1.1: Bllok diagrami i procesit të përgjithshëm matës

Sipas mënyrës së marrjes së rezultatit për madhësinë e matur dhe gabimeve për matjen, dallojmë dy procedura bazë për matjen: **direkte dhe indirekte.**

I vogël është numri i madhësive që mund të maten drejtpërdrejt. Nga numri i madh i madhësive elektrike vetëm intensiteti i rrymës elektrike, tensioni dhe fuqia mund të maten drejtpërdrejt. Kjo vlen edhe për matjen e intervaleve kohore. Me matjen e këtyre katër madhësive maten edhe të gjitha madhësitë e tjera elektrike.



Për arsye më praktike, matja e shumë madhësive joelektrike bëhet nëpërmjet rrugëve elektrike. Për këtë qëllim, madhësitë joelektrike me konvertues përkatës shndërrohen në madhësi elektrike dhe më pas me matjen e sinjalit elektrik në dalje të konvertorit, fitohet një rezultat, i cili është në përpjesëtim të drejtë me madhësinë e matur (fig. 1.2).

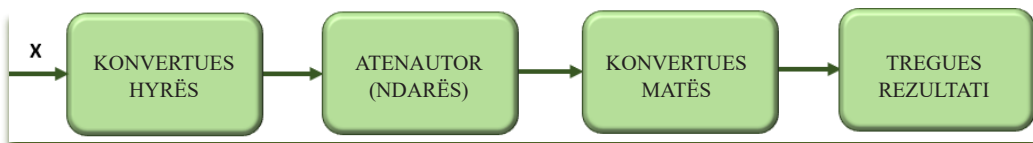


Fig. 1.2. Bllok diagrami i instrumentit matës analog

1.2. NJËSITË MATËSE TË MADHËSIVE ELEKTRIKE

Sistemi ndërkombëtar i njësive SI (*Le Système International d'Unités*) zbatohet dhe është në fuqi edhe në vendin tonë. Sistemi SI përbëhet nga:

- njësitë matëse bazë;
- njësi matëse të nxjerra.

Përdorimi i këtyre njësive matëse është i detyrueshëm, kurse përdorimi i njësive të tjera matëse paraqet përjashtim dhe është rregulluar me Ligjin për njësitë matëse dhe masat. Forma bashkëkohore e sistemit metrik bazohet në shtatë madhësi dhe njësi fizike bazë dhe dy shtesë.

Sistemi SI nuk është i përhershëm, ai është i ndryshueshëm komplet nga standardet, në të cilin krijohen njësi dhe ndryshojnë përkufizimet me marrëveshje ndërkombëtare, sipas përparimit të teknologjisë së matjeve.

Në vitin 1875 në Paris, me qëllim futjen e një sistemi të vetëm të njësive matëse është sjellë e ashtuquajtura Konventa e njehsorëve, të cilën e nënshkruan 17 vende. Vendet nënshkruese themeluan Byronë Ndërkombëtare të Peshave dhe Masave BIMP (*Bureau International des Poids et Mesures*), si një organ i specializuar i përhershëm me seli në Paris.

Byroja ndërkombëtare e peshave dhe masave punon nën mbikëqyrjen dhe menaxhimin e Komitetit ndërkombëtar për peshat dhe masat CIMP (*Comité International des Poids et Mesures*), kurse organ më i lartë i Konventës së matësve është Konferenca e përgjithshme për peshat dhe masat CGPM (*Conference Generale des Poids et Mesures*).

Në tabelën 1.1 janë dhënë njësitet matëse themelore.

Tabela 1.1: Njësitet matëse bazë

Madhësia themelore	Emri i njësisë bazë	Simboli njësi
gjatësia	metri	m
masa	kilogrami	kg
koha	sekonda	s
intensiteti i rrymës elektrike	amperi	A
temperatura termodinamike	kelvini	K
intensiteti i dritës	kandela	cd
sasia e materies	moli	mol

Njësitet bazë për matjen përcaktohen si më poshtë:

- **Metri (m)** është gjatësia e shtegut të përshkuar nga drita në vakum gjatë $1/299,792,458$ -ta pjesë e sekondës.
- **Kilogrami (kg)** është masë e barabartë me masën e prototipit ndërkombëtar – etalonit për masën.
- **Sekonda (s)** është kohë e barabartë me $9,192,631,770$ periudha të rrezatimit që korrespondon me kalimin ndërmjet dy niveleve hiperfine të gjendjes bazë të atomit të ^{133}Cs (cesium 133).
- **Amperi (A)** është forca e një rryme elektrike konstante e cila, kur mbahet në dy përçues paralelë të barabartë me gjatësi të pakufizuar dhe prerje tërthore rrethore të papërfillshme dhe të vendosura në vakum në një distancë prej një metër nga njëri-tjetri, prodhon një forcë ndërmjet atyre përcjellësve prej $2 \cdot 10^{-7}$ N (Njutona) për m (metër të gjatësisë së tyre).
- **Kelvini (K)** është temperatura termodinamike e cila është e barabartë me $1/273.16$ të temperaturës termodinamike të pikës së trefishtë të ujit. (kushtet e sakta të shtypjes dhe temperaturës në të cilat uji ekziston në tri fazat e tij në ekuilibër – lëngu, akulli dhe avulli – paraqiten në temperatura saktësisht



prej 273,16 K, pra 0,01°C dhe shtypje të pjesëshme të avullit prej 611,656 Pa, gjegjësisht 0,00603659 at).

- **Moli (mol)** është sasia e lëndës së një sistemi që përmban aq njësi elementare sa ka atome në 0,012 kg $_{12}\text{C}$ (karboni 12).
- **Kandela (cd)** është intensiteti i ndriçimit i një burimi, i cili në një drejtim të caktuar emiton rrezatim monokromatik me frekuencë $540 \cdot 10^{12}$ Hz (herz) dhe intensiteti i energjisë në atë drejtim është 1/683 W/sr (vat për steradian).

Vërejtje: Përkufizimet e mësipërme të kilogramit, amperit, kelvinit dhe molit konsiderohen të vjetruara dhe janë dhënë për krahasim me përkufizimet e reja të sotme. Njësitë për kilogramin, amperin, kelvinin dhe molin janë ripërcaktuar zyrtarisht në sistemin SI që nga viti 2019, kurse ndryshimi u miratua për të rritur saktësinë e rezultateve për matjen për një gamë më të gjerë vlerash. Përkufizimet e reja i lidhin drejtpërdrejt këto njësi matëse me vlerat e konstantave natyrore:

- Kilogrami (kg) me konstantën e Plankut $h = 6,62607015 \cdot 10^{-34}$ J/s;
- Amperi (A) me sasinë elementare të elektricitetit $e = 1,602176634 \cdot 10^{-19}$ C;
- Kelvini (K) me konstantën Boltzmanit $k = 1,380649 \cdot 10^{-23}$ J/K; dhe
- Moli (mol) me numrin e Avogadros $N_A = 6.02214076 \cdot 10^{23}$ mol $^{-1}$.

Njësi e nxjerra në sistemin ndërkombëtar të njësive janë: njësia e këndit të rrafshët – **radiani (rad)** dhe njësia e këndit të gjerë – **steradian (sr)**. Me njësitë të matëse themelore krijohen njësitë matëse të nxjerra, të dhëna në tabelën 1.2. Për njësitë elektromagnetike janë të nevojshme njësitë themelore: m, kg, s, A; për madhësitë e nxehtësisë: m, kg, s, K; për madhësinë e ndriçimit: m, kg, s, cd dhe për madhësitë në kiminë fizike dhe fizikën molekulare: m, kg, s, mol.

Tabela 1.2. Njësitë matëse të nxjerra

Madhësia	Emri i njësisë	Simboli
frekuenca	herc	Hz
forca	njuton	N
shtypja	paskal	Pa
energji, puna dhe sasia e nxehtësisë	xhuli	J
fuqia, fluksi i energjisë dhe fluksi termik	vati	W

sasia e elektricitetit	kuloni	C
tensioni elektrik, forca elektromotore dhe potenciali elektrik	volti	V
kapaciteti elektrik	faradi	F
rezistenca elektrike	ohmi	Ω
përçueshmëria elektrike	simens	S
fluksi magnetik	veber	Wb
induksioni magnetik	tesla	T
induktiviteti	henri	H
fluksi i dritës	lumen	lm
ndriçimi	luks	lx
radioaktiviteti	bekerel	Bq
sasia e rrezatimit jonizues	grej	Gy

Prefikset për njësitë matëse më të mëdha dhe më të vogla janë dhënë në tabelën 1.3 dhe 1.4, përkatësisht.

Tabela 1.3: Prefikset për njësi matëse më të mëdha

eksa	E	10^{18}
peta	P	10^{15}
tera	T	10^{12}
giga	G	10^9
mega	M	10^6
kilo	k	10^3
hekto	h	10^2
deka	da	10^1

Tabela 1.4: Prefikset për njësi matëse më të vogla

deci	d	10^{-1}
centi	c	10^{-2}
mili	m	10^{-3}
mikro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
piko	p	10^{-12}
femto	f	10^{-15}
ato	a	10^{-18}



1.3. ETALONET PËR MADHËSITË ELEKTRIKE

Etalonet janë mjete matëse për verifikimin e njësive matëse. Për të matur një madhësi, është e nevojshme të krahasohet ajo me një njësi matëse të miratuar për atë madhësi. Matjet janë më të sakta nëse me saktësi më të madhe verifikohet, gjegjësisht njësia matëse e definuar. Njësitë duhet të jenë të përcaktuara sa më saktë që të jetë e mundur dhe të pandryshueshme me kalimin e kohës. Karakteristika themelore e një etaloni është të jetë në gjendje të përsërisë njësinë e madhësisë së dhënë, të jetë në gjendje të transferohet në instrumente të tjera matëse, të cilat karakterizohen si dytësore ose etalone për punë.

Etalonet primare shërbejnë për të riprodhuar një njësi matëse specifike me vetitë më të larta meteorologjike në fushën e caktuar shkencore. Ato nuk përdoren në matje të drejtpërdrejta, por vetëm për krahasim me etalonet dytësore.

Etalonet sekondare krahasohen me ato primar, kurse më pas shërbejnë për të kontrolluar etalonet e punës (verifikim ose kalibrim).

Etalonet e punës janë të destinuara për verifikimin dhe inspektimin e instrumenteve matëse.

Etalonet për madhësitë elektrike janë të nevojshëm matje të sakta laboratorike, për kalibrimin e instrumenteve laboratorike etj. Ekzistojnë **etalone për tensionin, rezistencën, kapacitetin dhe induktivitetin**.

1.3.1. ETALONET E TENSIONIT

Qeliza etalon e Vestonit përdoret si etalon i tensionit njëkahësh për disa dekada. Celulat të përpunuara me shumë të saktës, të cilat rruhen në një temperaturë konstante prej $20 \pm 0,001$ °C, përdoren në institutet metodologjike të mëdha si etalone primare, me një devijim më të vogël se $\pm 0,0002$ %. Prodhimet më të lira me një devijim më të vogël se $\pm 0,01$ % përdoren si etalone standarde dhe pune në matjet laboratorike.



Fig. 1.3 Celula etalon e Vestonit

Elementi Veston është i ndërtuar nga një enë qelqi në formën e shkronjës H, ku elektroda pozitive përbëhet nga merkuri dhe sulfati i merkurit, ndërsa elektroda negative është amalgam i kadmiumit, mbi të cilin ka kristale të sulfatit të kadmiumit. Elektroliti është përzierje e sulfatit të kadmiumit. Elektrodat janë gjysmë të lëngshme dhe për këtë arsye mbyllen me pllaka të zbrazëta që parandalojnë tejmbushjen kur elementi zhvendoset. Në anën e sipërme, celula mbyllet me kapak, por përsëri, është i bashkuar, kurse në anën e poshtme janë ngjitur telat e platinit si elektroda lidhëse.

Etaloni i tensionit me diodë Zener është më i ri dhe elementi më i rëndësishëm i saj është dioda Zener (e silicit), e cila në drejtimin e përçueshmërisë ka vetitë e një diode të zakonshme. E veçanta e sajë është në drejtimin e kundërt (jopërçues), në të cilin në fillim rryma rritet shumë ngadalë me rritjen e tensionit, deri në një vlerë të caktuar të saj, e më pas rritet ndjeshëm. Ky tension i caktuar negativ quhet tension Zener (sipas shkencëtarit që zbuloi këtë fenomen). Ky fenomen është reversibil (i kthyeshëm).



Fig. 1.4: Etaloni i tensionit njëkahësh (FLUKE)



1.3.2. ETALONET E REZISTENCËS ELEKTRIKE

Etalonet për rezistencën omike elektrike duhet të kenë qëndrueshmëri të lartë kohore, që është e mundur duke pasur koeficient temperature më të vogël të tensionit dhe tension të ulët termoelektrik ndaj bakrit.

Për matje laboratorike më të sakta përdoren rezistorë etalon të bërë nga tela ose fletë mangani, por sot përdoren edhe disa legura të tjera.

Në vitin 1864 njësia e rezistencës elektrike u materializua për herë të parë nga Maksveli. Ai ishte një rezistencë teli, vlera e të cilit përcaktohej në bazë të sistemit mekanik të njësive.

Problemet kryesore në realizimin e këtij standardi ishin:

- ndikimi i temperaturës,
- paqëndrueshmëria mekanike e rezistorit,
- vështirësi gjatë transportit mes laboratorëve.

Për shkak të këtyre problemeve janë kërkuar zgjidhje të tjera, siç janë: etalon për rezistencën me shtyllë merkurit me përmasa të sakta etj.

Në vitin 1956 nga ana e Lampard nga Laboratori meteorologjik Australian për materializimin e standardit të rezistencës u propozua që ai të realizohet përmes njësisë së kapacitetit, pra të realizohej përmes një etaloni për kapacitet. Ky standard u realizua në vitin 1968 nga ana e Tomsonit dhe njihet si standardi Tomson-Lampardit.

Sot përdoren etalone për rezistencë si në figurën 1.5.



Fig. 1.5 Etaloni për rezistencën

1.3.3. ETALONET PËR RRYMËN ELEKTRIKE

Nga pikëpamja meteorologjike, konsiderohet se amperi nuk është zgjidhja më e mirë për një njësinë bazë, edhe atë për disa arsye:

- përkufizimi i amperit është thjesht teorik,
- vlera e rrymës prej një amperi mund të riprodhohet vetëm eksperimentalisht dhe
- një etalon i tillë është stacionar, nuk mund të zhvendoset.

Prandaj është e nevojshme të materializohen edhe dy njësitë e tjera elektrike, të cilat janë të pavarura nga njësia e rrymës elektrike: **volti dhe omi**.

Vlera e një **volti** definohet si diferenca mes potencialit elektrik midis dy pikave në një përçues, kur nëpër të rrjedh një rrymë elektrike prej një amperi dhe shpërndan një fuqi prej një vati midis atyre pikave.

Vlera e një **omi** definohet si rezistenca elektrike midis dy pikave në një përçues, kur një ndryshim potencial i vazhdueshëm prej një volti në përçues shkakton rrymë elektrike prej një amperi.

1.3.4. ETALONET PËR KAPACITETE



Fig. 1.6. Etaloni për kapacitet

figurën 1.6. është paraqitur pamja e një etaloni për kapacitet.

Si etalone për kapacitete përdoren kondensatorë me konstruksione të ndryshme dhe dielektrikë të ndryshëm. Për kapacitete më të vogla, deri në 1000 pF, përdoren kondensatorë të ndryshueshëm të prodhuar me saktësi me ajër ose vaj si dielektrik. Kurse për kapacitete më të mëdha, deri në 50000 pF, përdoren kondensatorë dielektrikë të ngurtë. Në

Kondensatorët për tensionet më të larta si dielektrik kanë një kanë një gaz, zakonisht azot, nën presion të lartë (rreth 15 at). Kapaciteti i këtyre kondensatorëve është 100 pF.



1.3.5. ETALONET PËR INDUKTIVITET

Etalonet për induktivitet zakonisht përpunohen nga një kornizë porcelani në të cilën është mbështjellë një bobinë me induktivitet të përcaktuar saktë. Etalone të tilla prodhohen në shkallë dekadë prej 0,0001 H deri në 1 H me një konstante kohore vjetore prej $\pm 0,0001$ % deri në $\pm 0,0005$ %.

Si etalone për induktivitet reciprok përdoren bobina, të cilat janë përpunuara ashtu që dy tela mbështillen paralelisht në dy bobina plotësisht të barabarta, të cilat shtrihen njëra në tjetrën. Përdoren për kalibrimin e fluksometrave dhe galvanometrave balistikë.

Etalonet për induktivitet me induktivitet të ndryshueshëm përpunohen nga dy bobina të lidhura në seri, pozita e ndërsjellë e të cilave mund të ndryshohet.



Fig. 1.7. Etaloni për induktivitet

1.3.6. ETALONET PËR KONTROLLIN E INSTRUMENTEVE MATËSE

Etaloni për kontrollin (kalibrimin) e instrumenteve matëse për matjen e madhësive elektrike është paraqitur në figurën 1.8. Me të mund të kryhet kontrolli i instrumenteve matëse për madhësitë elektrike të mëposhtme: tensioni njëkahësh (VDC), tensioni alternativ (VAC), rryma njëkahëshe (DC), rryma alternative (AC), fuqia (FUQIA), rezistenca (RESISTANCE), kapaciteti (CAPACITANCE), frekuenca (FREQUENCY).



Fig. 1.8 Etalon-kalibratori për instrumentet matëse (FLUKE)

Me ndihmën e këtij etaloni-kalibratori kalibrohen instrumentet matëse, dhe çdo instrument i kontrolluar që plotëson kriteret e kërkuara sipas standardeve të aktuale merr një vulë, me të cilën garantohehet saktësia e tij fig. 1.9. Natyrisht, edhe ky etalon-kalibruer i nënshtrohet kalibrimit periodik me etalon ndërkombëtar.

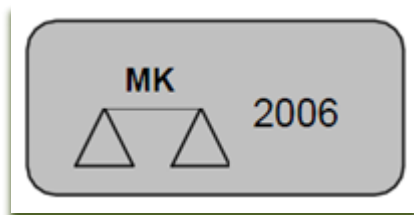


Fig. 1.9: Vula e një instrumenti matës të kontrolluar

1.4. PAJISJET MATËSE

Pajisjet matëse janë pajisje teknike me të cilat kryhet procesi i matjes. Ato duhet të kenë karakteristika meteorologjike të standardizuara. Në varësi të qëllimit, ato mund të jenë elementare ose komplekse.

Pajisjet matëse elementare janë të destinuara për kryerjen e një operacioni matës të veçantë. Këto janë: konvertuesit matës, pajisjet krahasuese dhe etalonet.



Pajisjet matëse komplekse shërbejnë për të mbuluar procedurat e plota matëse. Këto janë: instrumentet matëse dhe sistemet matëse.

Instrumentet matëse janë pajisje teknike të destinuara për formësimin e sinjalit, i cili është bartësi i informacionit për matjen, në një formë të disponueshme për marrjen e drejtpërdrejtë nga ana e përdoruesit.

Instrumentet matëse, treguesit e të cilëve janë funksion i vazhdueshëm i madhësisë së matur, janë **analog**. Këto janë instrumente matëse në të cilat pjesa treguese është me një mekanizëm të lëvizshëm, për shembull, një mekanizëm matës me një shigjetë. Instrumentet që punojnë duke shndërruar sasinë analoge në një sinjal diskret dhe rezultati i matjes shfaqet në ekran në formën e një numri, janë **digjital**. Karakteristikë e tyre është se nuk kanë pjesë të lëvizshme dhe se japin informacione matëse, që mund të përpunohen drejtpërdrejt nga kompjuteri.

Sistemet matëse janë tërësi funksionale të pajisjeve matëse për matjen e më tepër madhësive fizike. Zakonisht ato përmbajnë edhe qarqe edhe për përpunimin matematikor të informacionit, për të marrë një sinjal të përshtatshëm për kontrollin dhe menaxhimin e objektit të hulumtuar.

Konvertuesit matës janë pajisje matëse që konvertojnë një madhësi fizike në një tjetër me një saktësi të caktuar, figura 1.10. Konvertuesit matës nuk e rruajnë, ose riprodhojnë njësinë e matur. Konvertuesit matës janë elemente matës që në dalje japin një madhësi me një raport të caktuar me madhësinë e hyrjes.

Sipas **thelbit fizik** të madhësisë hyrëse dhe dalëse ekzistojnë konvertues që konvertojnë:

- madhësinë elektrike në elektrike (figura 1.11);
- madhësinë magnetike në elektrike;
- madhësinë elektrike në magnetike;
- madhësinë joelektrike në elektrike dhe
- madhësinë elektrike në joelektrike.

Sipas **natyrës së konvertimit**, dallohen:

- konvertues analog-analog (A/A);
- konvertuesit analog-digjital (A/D) (figura 1.12);
- konvertuesit digjital-analog (D/A).

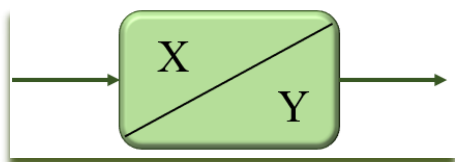


Fig. 1.10: Konvertuesi matës i përgjithshëm

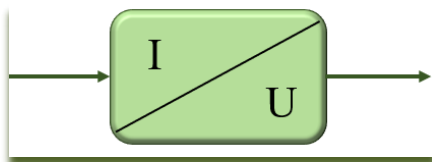


Fig. 1.11: Konvertuesi nga madhësia elektrike në elektrike

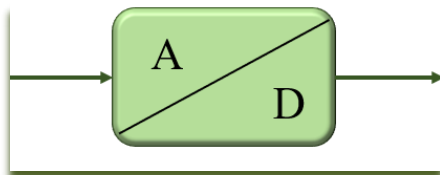


Fig. 1.12. Konvertuesi nga madhësia analoge në digjitale

Pajisjet për krahasim janë qarqe aktive matëse. Në varësi të llojit të sinjaleve hyrëse ato mund të jenë **analog** ose **digjital**. Ata njihen gjithashtu si **detektorë të pabarazisë**. Kur pabarazia është diferenca midis dy madhësive identike (tensionit ose rrymës), detektori quhet **krahasues (komparator)**.

Si rezultat i krahasimit të madhësisë hyrëse X me krahasimin X_K , në daljen e krahasuesit fitohet një sinjal aktiv Y (fig. 1.13).

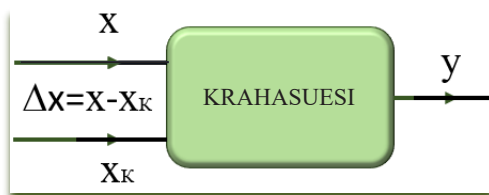


Fig. 1.13: Bllok diagrami i krahasuesit

Krahasuesit janë qarqe elektronike të realizuar me komponentë diskrete ose në teknikën e integruar. Ato përbëhen nga përforcues dhe një qark përforcues (trigger), i cili në mënyrë vibruese e ndryshon gjendjen e daljes. Zakonisht ndërtohen për tensionet njëkahëshe (DC), kurse shumë më rrallë për rryma njëkahëshe. Për qëllime matëse, krahasuesit duhet të dallohen nga karakteristikat meteorologjike, domethënë me saktësi dhe shpejtësi të lartë të funksionimit.



Mëso më tepër***

Meteorologjia ligjore

* Pjesa e meteorologjisë që i referohet njësive matëse, metodave për matjen dhe instrumenteve matëse, sa i përket kërkesave teknike dhe rregulloreve ligjore, njihet si meteorologjia ligjore.

* Meteorologjia ligjore synon të sigurojë një garanci publike sa i përket besueshmërisë dhe saktësisë së duhur për matjet.

* Në çdo shtet modern meteorologjia ligjore menaxhohet nga një organ shtetëror – shërbimi kombëtar për meteorologjinë ligjore. Me qëllim që të arrihet kompatibiliteti në prodhim, shkencë, tregti, ekonomi, edhe atë si në nivel kombëtar, ashtu edhe në atë botëror, është e nevojshme të kemi unifikimin e matjeve.

* Në fushën e meteorologjisë ligjore, në rrafshin ndërkombëtar, rëndësi të veçantë kanë: Organizata ndërkombëtare për pesha dhe masa dhe Organizata ndërkombëtare për Metrologji ligjore, përmes të cilave arrihet unifikimi në teknikën matëse.

* Që nga tetori i vitit 1994, vendi ynë është anëtar i Organizatës ndërkombëtare për meteorologjinë ligjore OIML.



- Matja është grup i procedurave eksperimentesh që synojnë përcaktimin e vlerës së një madhësie të caktuar fizike.
- Rezultati i matjes së një madhësie është i shprehur me një vlerë numerike dhe me njësi matëse.
- Sipas mënyrës së marrjes së rezultatit për madhësinë e matur dhe gabimet e matjes, dallojmë dy procedura bazë për matjen: direkte dhe indirekte.
- Njësitë bazë për matjen janë metri, kilogrami, sekonda, amperi, kelvini, moli dhe kandela.
- Për kilogramin, amperin, kelvinin dhe molin përdoren përkufizime të reja nga viti 2019.

- Njësitë matëse plotësuese janë njësia e këndit në rrafsh dhe njësia e këndit hapësinor.
- Njësitë matëse plotësuese formohen nga ato bazë.
- Etalonet e madhësive elektrike përdoren matje të sakta laboratorike, për kalibrimin e instrumenteve laboratorike etj. Ekzistojnë etalone të tensionit, rezistencës, kapacitetit dhe induktivitetit.
- Pajisjet matëse janë pajisje teknike me të cilat kryhet procesi i matjes.
- Konvertuesit matës janë pajisje matëse me një saktësi të caktuar kryejnë shndërrimin e një madhësie fizike në një tjetër.
- Instrumentet matëse janë pajisje teknike të destinuara për formësimin e sinjalit. Ekzistojnë instrumente matëse analoge dhe digjitale.
- Sistemet matëse janë tërësi funksionale të pajisjeve matëse për matje të më shumë madhësive fizike.

Pyetje për verifikimin e njohurive nga Njësia modulare 1



1. Ç'është matja?
2. Cilat janë karakteristikat themelore të secilës madhësi?
3. Ç'është njësia matëse?
4. Cila është detyra e pajisjes matëse?
5. Cilat janë dy procedurat bazë për matjen?
6. Tregoni njësitë bazë për matjen.
7. Cilat janë njësitë matëse plotësuese?
8. Cilat janë njësitë matëse të nxjerra?
9. Pse nevojiten etalone të madhësive elektrike?
10. Cili element përdoret si etalon i tensionit?
11. Cilat elemente përdoren si etalone të kapacitetit?
12. Ç'është pajisje matëse?
13. Si ndahen konvertuesit për nga forma fizike e madhësive hyrëse dhe dalëse?
14. Si quhen ndryshe pajisjet për krahasim?



VERIFIKIMI TEMATIK

I Pyetje me rrethim (Rretho përgjigjet e sakta)



1. Rezultati i matjes quhet:
 - A) sistem i matjes
 - B) informacion i matjes
 - C) pajisje matëse

2. Për matjen e tensionit elektrik përdoret:
 - A) procedura direkte
 - B) procedura indirekte

3. Amperi është:
 - A) njësi matëse bazë
 - B) njësi matëse plotësuese

4. Elementi i Vitstonit është etalon për:
 - A) induktivitetin
 - B) rrymën
 - C) tensionin

5. Instrumentet ku rezultati i matjes shfaqet në ekran në formën e një numri janë:
 - A) analoge
 - B) digjitale

II Pyetje me plotësim

1. Rezultati i matjes së një madhësie shprehet me _____ dhe me _____.
2. Njësia matëse është madhësi, e miratuar me marrëveshje, për _____ shprehjen e madhësive _____.
3. Sistemi i matjes është _____, i cili ka për qëllim të përcaktojë madhësinë _____.
4. Madhësitë jo elektrike me _____ përkatës shndërrohen madhësi elektrike.
5. Etalonet për induktivitet zakonisht përpunohen nga një kornizë porcelani mbi të cilën mbështillet _____ me një induktivitet të përcaktuar saktësisht.
6. Mjetet matëse, leximet e të cilave janë funksion i vazhdueshëm i madhësisë së matur, janë _____.
7. Pajisjet që zbulojnë pabarazinë ndërmjet dy madhësive identike hyrëse quhen _____.



DETYRA

1. Vlerën 3,5 kg shprehe në gram.
2. Sa është e mijta pjesë e 1 s?
3. Vlera e rrymës është 5 mA. Shndërroje në amper.



2. KONSTRUKSIONI DHE KARAKTERISTIKAT TEKNIKE TË INSTRUMENTEVE MATËSE ELEKTRIKE

**Duke mësuar përmbajtjet e kësaj njësie
modulare nxënësi do të mësojë:**

- ❖ të dallojë pjesët përbërëse të instrumenteve matëse dhe funksionin e tyre
 - ❖ të dallojë llojet e instrumenteve matëse sipas mënyrës së paraqitjes së rezultatit nga matja
 - ❖ të dallojë lloje të instrumenteve sipas madhësisë së matur
 - ❖ të sqarojë ndjeshmërinë, konstantën dhe amortizimin e instrumenteve matëse elektrike
 - ❖ të analizojë gabime dhe saktësi të instrumentit matës
- 





2.1. PJESËT PËRBËRËSE TË INSTRUMENTEVE MATËSE ELEKTRIKE

Për matjen e madhësive elektrike – tensionit, rrymës, rezistencës, kapacitetit, induktivitetit, frekuencës etj. janë të nevojshëm **instrumente matëse elektrike**. Puna e tyre bazohet në dukuri të ndryshme në elektroteknikë, d.m.th. fizikë.

Instrumentet elektrike analoge e shndërrojnë energjinë që buron nga forca elektrike ose magnetike në veprim mekanik ose termik. Më së shpeshti zbatohet efekti elektromekanik në rrymën elektrike, gjatë së cilës rryma elektrike dhe fusha magnetike krijojnë një forcë mekanike. Në të gjitha instrumentet matëse, përveç atyre vibruese, përdoret një forcë mekanike në *trupin rrotullues* për të devijuar *shigjetën* – treguesin për një kënd të caktuar, i cili është masë për vlerat e madhësisë së matur.

Me nocionin instrument matës analog nënkuptohet instrument që ka një **tregues me shigjetë**. Shigjeta është përforcuar në pjesën rrotulluese të mekanizmit të instrumentit. Leximi i rezultatit bëhet sipas pozitës së shigjetës në **shkallën** e shkallëzuar.

Instrumentet matëse analoge përbëhen nga një pjesë e jashtme dhe një pjesë e brendshme. Pjesa e jashtme përbëhet nga kutia dhe përforcuesit, kurse pjesa e brendshme përmban mekanizmin për zhvendosje dhe shkallën matëse. Mekanizmi për zhvendosje përbëhet nga një pjesë lëvizëse (bobina e lidhur me një shigjetë) dhe një pjesë e pa lëvizshme (magnet ose elektromagnet).



Fig. 2.1 Pjesët përbërëse të instrumentit matës analog

Mekanizmat matës magnetike-elektrike të instrumenteve matëse analoge në kombinim me **konvertues** përkatës të madhësive **elektrike në elektrike** mund të matin më shumë madhësi elektrike – tension, rrymë, rezistencë, etj.

Nëse bëhet fjalë për një instrument për matjen e madhësive joelektrike, konvertuesi i hyrjes ndryshon llojin e madhësisë hyrëse në madhësi elektrike.

2.1.1. SHKALLA E INSTRUMENTIT MATËS

Shkalla në instrument është e shënuar ose vizatuar me një numërues. Përbëhet nga **shkallëzimi** dhe **numërimi** përkatës. Shkallëzimin e përbëjnë linjat në numëruesin e instrumentit dhe mundësojnë përcaktimin e pozicionit të trupit lëvizës të instrumentit matës. Distanca midis dy linjave fqinje të shkallëzimit quhet një **njësi e ndarjes** së shkallës.

Zona e treguesit është gjatësia e shkallës në të cilën vërehet devijimi i shigjetës. Shprehet në njësi të e shkallës të madhësisë së matur të shënuar.

Zona matëse është vetëm ajo pjesë e zonës së treguesit në të cilën mund të matet me saktësinë e kërkuar. Kufizohet nga **kufijtë e poshtëm dhe të sipërm**, të cilët shënohen me pika të shkallëzimit, ose në një formë tjetër, por vetëm nëse zona matëse ndryshon nga zona e treguesit, figura 2.2.

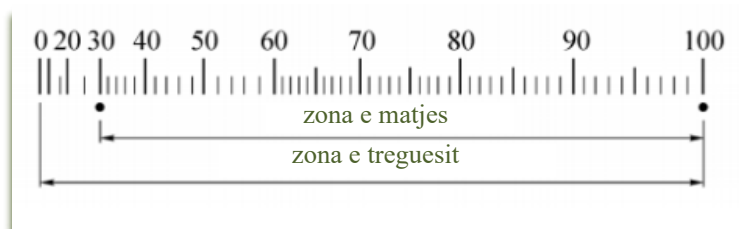


Fig. 2.2 Shkalla, zona e treguesit dhe matjes



Vlera maksimale e zonës së matjes është vlera e madhësisë së matur, e cila merret si bazë për përcaktimin e saktësisë së instrumenteve matëse. Vlera maksimale përcaktohet në mënyrat e mëposhtme:

- Nëse zeroja është në njërin nga skajet e shkallës, vlera maksimale është kufiri i sipërm i zonës matëse;
- Nëse zeroja ndodhet mes dy skajeve të shkallës, për shembull, në mes (fig. 2.3), atëherë vlera maksimale është e barabartë me shumën e vlerave absolute që u korrespondojnë të dy kufijve të zonës së matjes;
- Nëse zeroja është jashtë shkallës, vlera maksimale është e barabartë me ndryshimin nga vlerat që korrespondojnë në kufirin e sipërm dhe të poshtëm;
- Vlera maksimale e cosφ-matësit është 90° .



Fig. 2.3 Shkalla me zero në mes

Lloje të formave të shkallës

Zmadhimi i madhësisë që matet shkakton një rritje në momentin aktiv të instrument. Kjo rritje mund të jetë në formën e një vije të drejtë ose, në të kundërtën, e një vijë të lakuar. Kjo varet nga përpunimi i instrumentit dhe mënyra e funksionimit të tij.

Momenti i kundër në instrument, varësisht nga fortësia e sustave, rritet në mënyrë të pjerrët më pak ose më shumë me rritjen e momentit aktiv.

Shkalla lineare ka një instrument, momenti aktiv i të cilit rritet në mënyrë lineare (pa marrë parasysh fortësinë e sustës) me rritjen e madhësisë që matet, fig. 2.4. Këtu distanca mes vijave është e njëjtë gjithkund.

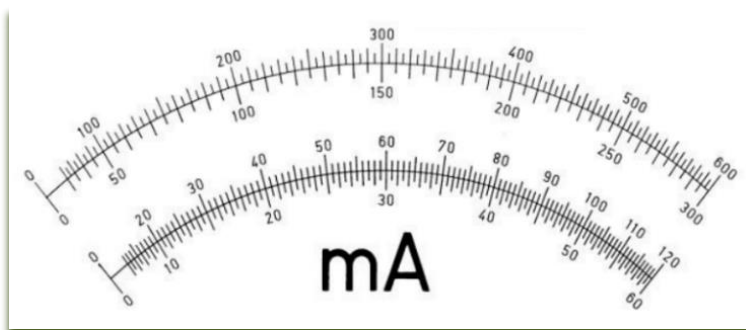


Fig. 2.4 Shkalla lineare me më tepër zona matëse

Shkalla katrore ka një instrument, momenti aktiv i të cilit rritet në mënyrë kuadratisht me rritjen e madhësisë që matet. Ajo është më e dendur (largësia ndërmjet vijave është e vogël) në fillim, kurse më rrallë (largësia ndërmjet vijave është më e madhe) në drejtim të fundit, fig. 2.5.



Fig. 2.5 Shkalla katrore

2.1.2. SHIGJETAT E INSTRUMENTEVE MATËSE ELEKTRIKE

Ekzistojnë dy grupe bazë në shigjetave të instrumenteve matëse elektrike:

- shigjeta fizike,
- shigjeta me dritë.



Shigjeta fizike

Instrumentet precize përdorin shigjeta fizike, të cilat më së shpeshti kanë formën e një thike (shigjeta në formë thike).

Shigjeta është e vendosur vertikalisht në shkallë dhe trashësia maksimale e saj është sa trashësinë e një vije (linje) të shkallës.

Për të parandaluar gabimet në lexim (gabimet për shkak të zhvendosjes), në shkallë nën shigjetë vendoset një pasqyrë. Leximi i vlerës së madhësisë që matet është i saktë vetëm kur shigjeta dhe imazhi i saj në pasqyrë përputhen.

Shigjeta fizike prej teli është tel i hollë metalik ose mëndafshi në të cilin ka një strehë të vogël të bardhë për reflektim më të mirë të pasqyrës.

Instrumentet me disqe (instrumentet për montim në pllakën e terminalit) zakonisht kanë shigjeta në formën e shtizave, fig. 2.6. Leximi i tyre nuk është aq i saktë sa i shigjetave në formë thike, por, për këtë arsye leximi mund të bëhet edhe nga distanca të mëdha. Në instrumentet me shkallë katrore përdoren shigjeta në formën e një shkopi.



Fig. 2.6 Shkalla dhe shigjeta në instrumentin në formë disku

Shigjeta me dritë

Shigjeta me dritë është rreze drite, të cilën pasqyra e trupit rrotullues e reflekton në shkallën që është e vendosur në një distancë të caktuar, fig. 2.7.

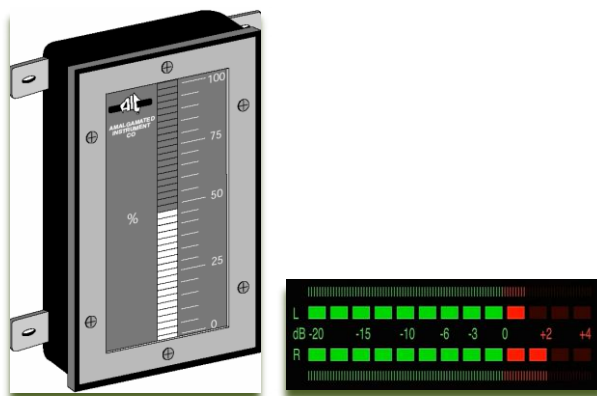


Fig. 2.7 Gjatësia e shiritit drejtvizor ndriçues në një shkallë të shkallëzuar

Përparësitë e shigjetës me dritë në krahasim me atë fizike janë:

- Nuk ka masë dhe nuk e rëndon trupin rrotullues;
- Gjatësia mund të jetë më e madhe;
- Ndjeshmëri më të madhe të instrumentit.

Prandaj, shigjetat me dritë përdoren në galvanometra dhe instrumente të tjerë me ndjeshmëri shumë të madhe.



- ❖ Instrument matës analog është instrument i cili ka një tregues me shigjetë.
- ❖ Të gjitha instrumentet matëse, përveç instrumenteve me vibrim, përmbajnë trup rrotullues, një shigjetë dhe mekanizëm matës magneto-elektrik.
- ❖ Zona e treguesit është gjatësia e shkallës në të cilën vëzhgohet devijimi i shigjetës.
- ❖ Zona matëse është pjesa e zonës së treguesit në të cilën mund të matet me saktësinë e kërkuar.
- ❖ Shkalla në instrumenteve matëse analoge mund të jetë lineare dhe katrore.
- ❖ Ekzistojnë dy grupe bazë të shigjetave tek instrumentet matëse elektrike – fizike dhe me dritë



2.2. PARIMI I PUNËS SË INSTRUMENTEVE MATËSE

Që të rrotullohet shigjeta në instrumentin matës, nevojitet një moment **rrotullues** ose aktiv. Madhësia elektrike që matet duhet të ndikojë në trupin lëvizës. Por kjo nuk është e mjaftueshme për madhësitë momentale.

Gjapër matjet në mekanikë, zgjatja e sustës korrespondon me forcën me të cilën ajo zgjatet, por vetëm derisa ajo forcë nuk barazohet me forcën me të cilën susta kundërshton zgjatjen, domethënë kur këto të dy forcat janë në **ekuilibër**.

Në përputhje me rrethanat, në instrumentet matëse elektrike, nevojitet një forcë mekanike që do të kundërshtojë forcën elektrike dhe do të ndalojë shigjetën në një pozicion specifik. Kjo forcë quhet forcë drejtuese, kurse momentin që e krijon

quhet kundërmoment. Për këtë arsye në trupin e lëvizshëm ngjitet një sustë në formë spirale, e cila gjatë rrotullimit të trupit të lëvizshëm zgjatet, gjë që rezulton në ngritjen e tij me një kënd të caktuar, i cili korrespondon me madhësinë që matet, fig. 2.8. Shigjeta devijohet deri në pozicionin ku dy forcat, pra dy momentet janë të në ekuilibër.

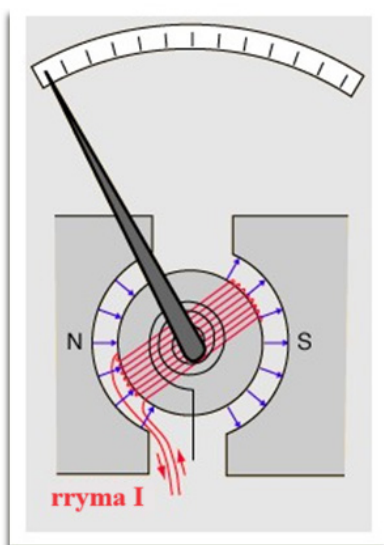


Fig. 2.8 Ngritja e shigjetave nën veprimin e momentit aktiv dhe kundërmomentit

Devijimi i shigjetës rritet proporcionalisht me rritjen e forcës elektrike. Në rastin kur susta është më e fortë, devijimi i shigjetës është më i vogël për të njëjtën vlerë të madhësisë së matur. Dhe anasjelltas, kur susta spirale është e hollë dhe delikate, devijimi është më i madh, kështu që në atë rast instrumenti është më i ndjeshëm.

Susta spirale që krijon kundërmomentin shërben edhe për kthimin e shigjetës në pozicionin e saj fillestar, kur instrumenti është i fikur.



2.3. LLOJET E INSTRUMENTEVE MATËSE ELEKTRIKE

Për matjen e madhësive të ndryshme elektrike përdoren instrumente të ndryshme matëse elektrike. Ekzistojnë më tepër ndarje të instrumenteve matëse elektrike:

1. Ndarja e instrumenteve sipas **parimit të funksionimit**:
 - Instrument me bobinë rrotulluese;
 - Instrument me magnet rrotullues;
 - Instrument elektrodinamik;
 - Instrument elektrostatik;
 - Instrument me induksion etj.
2. Sipas **madhësisë që matet**, instrumentet ndahen në:
 - Ampermetra (figura 2.9);
 - Voltmetra (figura 2.10);
 - Ommetra;
 - Vatmetra;
 - Frekuencmetra;
 - Matës elektrik.
3. Sipas **llojit të rrymës** që rrjedh nëpër instrument, ekzistojnë:
 - Instrumente për rrymë të vazhdueshme;
 - Instrumente për rrymë alternative;
 - Instrumente universale.
4. Sipas **saktësisë së matjes** dallojmë:
 - Instrumente laboratorike (precize);
 - Instrumente reparti.
5. Në varësi të **paraqitjes së rezultatit për matjen** dallojmë:
 - Instrumente analoge (me shkallë dhe shigjetë), figura 2.11;
 - Instrumente digjitale (me ekran alfanumerik shumë segmentesh), figura 2.12.



Fig. 2.9 Ampermetri analog për rrymën njëkahëshe



Fig. 2.10 Voltmetri digjital për tensionin njëkahësh dhe alternativ



Fig. 2.11 Instrumenti universal analog



Fig. 2.12 Instrumenti universal digjital

2.4. TENSIONI I TESTIMIT I INSTRUMENTIT MATËS

Instrumentet matëse lidhen me qarqe të ndryshme elektrike për të matur tensionet, të cilat mund të jenë shumë të mëdha dhe madje të rrezikshme. Prandaj, sipas standardeve për prodhimin e instrumenteve, ato duhet të testohen. Kjo do të thotë që siguria në punë me instrumentin matës duhet të garantohet për një zonë specifike për matjen së tensionit, d.m.th. instrumenti nuk do të dëmtohet gjatë funksionimit dhe mes skajeve kontaktuese dhe shtëpizës – kutisë së instrumentit nuk do të ketë shpim të izolimit të tij.

Tensioni i testuar është e dhënë që tregojnë se instrumenti matës është kontrolluar për qëndrueshmëri ndaj shpim të izolimit midis skajeve të tij lidhëse dhe shtëpizës. Për shkak të rëndësisë së tensionit i testuar, kjo e dhënë tregohet në shkallën e instrumentit. Përdoret një shenjë e standardizuar – **pesëcepëshi**, tabela 2.3.

Nëse në pesëcepësh është shkruar një numër, atëherë ai numër tregon tensionin i testuar të instrumentit në kV. Nëse në pesëcepësh nuk është shkruar numër, atëherë nënkuptohet tensioni i testuar prej 500 V.

Për instrumentet që nuk duhet të testohen për tensionin e shpimit, shënimi, gjithashtu është me pesëcepësh, por në të shkruhet numri 0.

2.5. SHENJAT NË INSTRUMENTET MATËSE

Shenjat në instrumentet matëse janë simbole që japin informacion për destinimin e instrumentit, madhësinë që do të maten, pozicionin në të cilën bëhet matja me instrumentin, klasën e saktësisë dhe parimin e funksionimit.

Shenjat janë të standardizuar në nivel botëror dhe e lehtësojnë përdorimin e instrumentit. Detyrimisht ndodhen në shkallën e instrumentit. Në fakt, shenjat janë udhëzime të shkurtra për përdorimin e drejtë të instrumentit matës.

Sipas standardit, këto shenja detyrimisht të gjenden në shkallën e instrumenteve matëse elektrike. Shënohen vetëm shenjat më të rëndësishme, me shkronja sa më të vogla, kurse të tjerat duhet të theksohen në dokumentacionin teknik i cili është pjesë përbërëse e çdo instrumenti.

2.5.1. SHENJAT NË INSTRUMENTET ANALOGE

Në tabelat e mëposhtme janë dhënë shenjat/simbolet për njësitë matëse (tab. 2.1), llojin e rrymave (tab. 2.2), tensionin e testuar (tab. 2.3), aplikimin e instrumentit (tab. 2.4) dhe klasa e saktësisë (tab. 2.5).



Tabela 2.1 Simbole për njësitë matëse të instrumentit					
Numri	Emri	Simboli	Numri	Emri	Simboli
A-1	kiloamper	kA	A-12	megavar	Mvar
A-2	amper	A	A-13	kilovar	kvar
A-3	miliamper	mA	A-14	var	var
A-4	mikroamper	μ A	A-15	megaherc	MHz
A-5	kilovolt	kV	A-16	kiloherc	kHz
A-6	volt	V	A-17	herc	Hz
A-7	milivolt	mV	A-18	megaom	M Ω
A-8	mikrovolt	μ V	A-19	kiloom	k Ω
A-9	megavat	MW	A-20	om	Ω
A-10	kilovat	kW	A-21	tesla	T
A-11	vat	W	A-22	militesla	mT

Tabela 2.2 Simbolet për llojin e rrymës që e mat instrumenti		
B-1	Njëkahëshe	—
B-2	Alternative	~
B-3	Njëkahëshe dhe alternative	~
B-4	Rrymë trefazore (pamja e përgjithshme)	≡
B-5	Qark trefazor me ngarkesë asimetrike	≡

Tabela 2.3 Simbolet për tensionin e testimit		
C-1	Tension i testuar prej 500V	☆
C-2	Tension i testuar mbi 500V (për shembull, 2kV)	☆ ₂
C-3	Nuk testohet	☆ ₀

Tabela 2.4 Simbolet për pozicionin e instrumentit		
D-1	Pozicion vertikal	⊥
D-2	Pozicion horizontal	┌
D-3	Nën një kënd (për shembull, 30°)	∠30°

Tabela 2.5 Simbolet për klasën e saktësisë		
E-1	Gabimi në % nga zona e matjes	1,5
E-2	Gabimi në % nga gjatësia e shkallës	1,5
E-3	Gabimet në përqindje nga vlera e saktë	①.5



- ❖ Shigjeta devijohet deri në pozicionin në të cilin dy forcat, gjegjësisht të dy momentet janë në ekuilibër.
- ❖ Susta e spirales që e krijon kundërmomentin shërben gjithashtu për ta rikthyer shigjetën në pozicionin e fillimit.
- ❖ Ekzistojnë më tepër lloje të ndarjeve të instrumenteve matëse elektrike: sipas llojit të rrymës, madhësisë që matet, parimit të funksionimit, klasës së saktësisë dhe paraqitjes së rezultateve.
- ❖ Tensioni i testuar është e dhënë se instrumenti matës është i verifikuar në qëndrueshmërinë ndaj shpimit të izolimit mes skajeve të tij të kontaktit dhe shtëpizës.
- ❖ Shenjat në instrumentet matëse janë simbole që japin informacion për qëllimin e instrumentit, madhësinë e matur, pozitën e instrumentit, klasën e saktësisë dhe parimin e funksionimit.

2.6. NDJESHMËRIA E INSTRUMENTIT MATËS

Ndjeshmëria e instrumentit matës përcaktohet nga madhësia e këndit $\Delta\alpha$ për të cilin shigjeta devijohet kur madhësia e matur ka ndryshuar me ΔX :

$$S = \frac{\Delta\alpha}{\Delta X} \dots\dots\dots(2.1)$$

Ndjeshmëria nuk është gjithmonë e njëjtë për të gjithë zonën matëse të instrumentit. Në rastin e një instrumenti matës me shkallë lineare, ndjeshmëria është e njëjtë në të gjithë shkallën. Por, kur shkalla është katrore, ndjeshmëria është më e ulët në pjesën fillestare të shkallës dhe më e madhe drejt fundit të shkallës.

Ndjeshmëria e instrumentit matës ndryshon me **fortësinë e materialit** të sustave të spirales. Ndjeshmëria parashikohet nga këndi, për të cilën duhet të devijohet shigjeta. Në këtë mënyrë fitohen instrumente me sipërfaqe të



shtrirë rreth vlerës së madhësive të matura, për të cilat kërkohet ndjeshmëria më e madhe.

Për shembull, nëse kërkohet një ndjeshmëri e madhe rreth tensionit nominal prej 220 V, zgjidhet një instrument me një pjesë fillestare të dendur të shkallës, kurse të shtrirë rreth tensionit të kërkuar. Ose, në instrumentet për sinkronizim, ndjeshmëria duhet të jetë rreth pozicionit zero të shkallës e instrumentit.

Ndjeshmëria e instrumentit matës varet edhe nga **energjia elektrike e konsumuar**. Ajo varet nga rryma elektrike në bobinë dhe rënia e tensionit në skajet e saj. Dhe kjo nuk është rast vetëm te instrumentet elektrostاتيke.

Instrumentet me një numër të madh mbështjelljesh dhe një rezistencë të madhe të brendshme kanë një ndjeshmëri të madhe ndaj rrymës dhe një ndjeshmëri të tensionit të ulët. Këto instrumente janë të përshtatshme për matjen e rrymave të vogla.

Dhe anasjelltas, instrumentet me një numër të vogël mbështjelljesh dhe me një rezistencë të vogël të brendshme kanë një ndjeshmëri të madhe ndaj tensionit. Këto janë të përshtatshëm për matjen e tensioneve të ulëta, për shembull, tensionet e termoelementeve.

Pra, duke ndryshuar numrin e mbështjelljeve, ndjeshmëria e rrymës dhe e tensionit mund të ndryshohet, domethënë zona e matjes së rrymës dhe tensionit.

Rritja e njërës ndjeshmëri çon në një ulje të tjetrës, por vetëm brenda kufijve të harxhimit të energjisë së instrumentit.

Një gabim i zakonshëm është zëvendësimi i termit ndjeshmëri me saktësi – një instrument matës mund të jetë shumë i ndjeshëm, por shumë pak i saktë, ose anasjelltas.

2.7. KONSTANTA E INSTRUMENTIT MATËS

Në një numër të madh rastesh, shkalla e instrumentit matës shënohet me njësitë matëse të madhësisë së matur. Këto instrumente janë të dizajnuara për një zonë matëse specifike.

Në instrumentet portativ dhe laboratorik, shkalla nuk shënohet, por ndahet në një numër të caktuar në njësi, domethënë **ndarje**. Zona matëse ndryshohet me ndihmën e rezistorëve, transformatorëve matës etj. Kjo do të thotë që instrumenti matës në një rast mund të përdoret për të matur rrymat, për shembull, deri në 5 A, kurse në një rast tjetër, për shembull, deri në 50 A. Më pas llogaritet se sa njësi i përgjigjen numrit të lexuar të ndarjeve të shkallës.

Konstanta e instrumentit është vlera reciproke e ndjeshmërisë së instrumentit matës dhe përcaktohet ashtu që zona matëse ndahet me numrin e ndarjeve në shkallën e instrumentit (2.2).

$$K = \frac{\text{zona e matjes}}{\text{numri total i ndarjeve}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Shembulli 1: Një ampermetër me një zonë matëse prej 45A ka 150 ndarje. Konstanta e saj është:

$$K = \frac{45}{150} = 0,3 \text{ A/ndarje}$$

Pastaj, numri i lexuar i ndarjeve shumëzohet me konstanten e instrumentit dhe fitohet vlera e madhësisë së matur.

Nëse shigjeta devijohet për 10 ndarje, madhësia e matur është:

$$0,3 \frac{\text{A}}{\text{ndarje}} \cdot 10 \text{ ndarje} = 3 \text{ A}$$

Kuptohet, kjo vlen edhe për instrumentet për pajisje të madhësive tjera elektrike.



2.8. STABILIZIMI I INSTRUMENTIT MATËS

Duke e lidhur instrumentin me madhësinë që matet, shigjeta e tij devijohet. Nëse ndryshohet vlera e madhësisë, ndryshohen edhe madhësia e devijimit të shigjetës. Sidoqoftë, për shkak të inercisë së trupit rrotullues, shigjeta nuk mund të arrijë menjëherë një pozicion të ri, i cili korrespondon me madhësinë e matura. Ajo në fillim vibron përreth pozicionit të ri, prandaj edhe vlera nuk mund të lexohet menjëherë.

Prandaj është e rëndësishme që gjatë konstruksionit të instrumentit që vibrimi të jetë sa më i vogël dhe të **stabilizohet** në një kohë të shkurtër.

Ekzistojnë tre lloje të qetësimit:

1. Stabilizimi elektromagnetik;
2. Stabilizimi me ajër (pneumatik);
3. Stabilizimi me lëng.

1. **Amortizimi elektromagnetik.** Përdor krijimin e një momenti në drejtim të kundërt nga momenti aktiv i instrumentit matës. Arrihet duke vendosur një bobinë me lidhje të shkurtër, një pllakë metalike ose një copë metali në fushën e një magneti permanent. Kjo procedurë zbatohet për një numër të madh instrumentesh matëse për të stabilizuar dridhjen e trupave rrotullues.

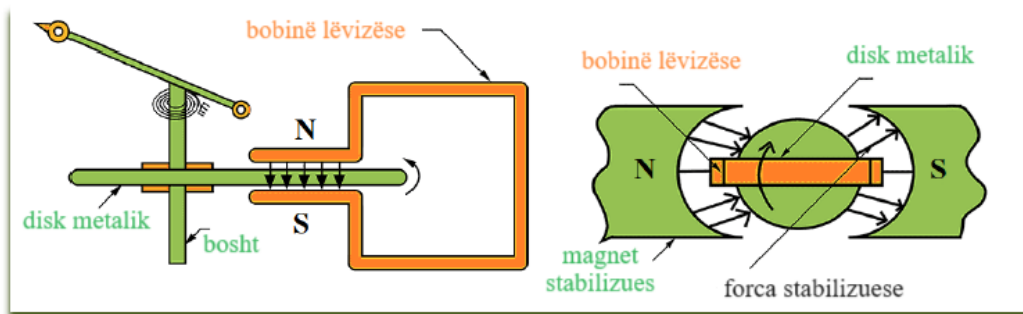


Fig. 2.13 Stabilizimi elektromagnetike

2. **Stabilizimi me ajër (pneumatik).** Përdor një lopatës të bërë nga fletët e aluminit e cila lëviz në një tub të mbyllur me një seksion drejtkëndor ose të rrumbullakët. Lëvizja e shigjetave lëviz edhe lopatën. Ajri nuk mund të lëvizë menjëherë nga njëra anë e lopatës në tjetrën, kështu që do të jetë më i dendur nga njëra anë për një kohë. Kjo e ndalon dridhjen e shigjetës rreth pozicionit të ri.

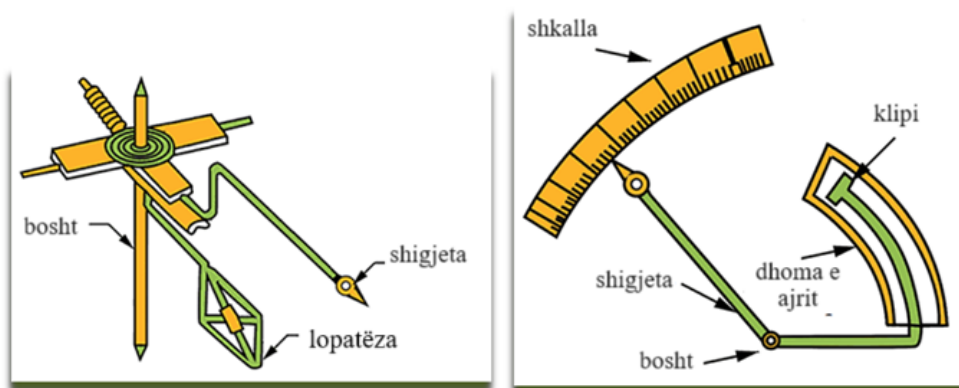


Fig. 2.14 Stabilizimi me ajër

3. **Stabilizimi me lëng.** Është e ngjashme me stabilizimin me ajër, vetëm në vend të ajrit këtu përdoret vaji ose glicerina si mjet stabilizues. Ky lloj stabilizimi përdoret vetëm në raste të rralla (për shembull, në oscilografët me dritë).

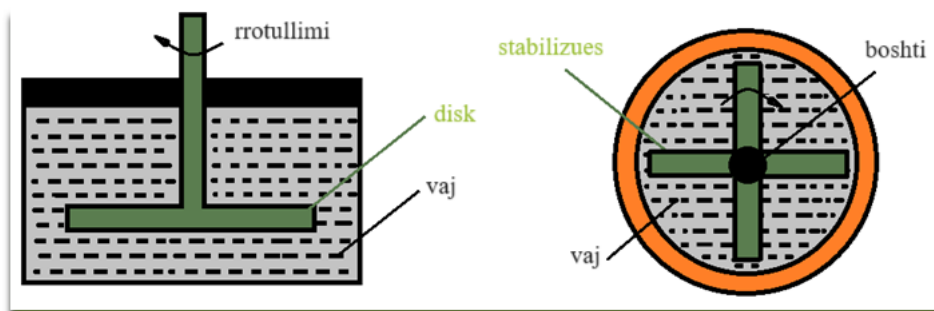


Fig. 2.15 Stabilizimi me lëng

Vërejtje: Stabilizimi me lëng është përdorur shpesh në të kaluarën, por sot përdoret shumë rrallë.



2.9. SAKTËSIA E MATJES

Saktësia e matjes varet nga **saktësia** e instrumenteve dhe pajisjeve matëse të përdorura, metodës së matjes, përvoja e personit që mat, e të ngjashme. Megjithatë, gjatë çdo matjeje ka gabime që nuk mund të shmangen dhe që shfaqen për shkak të natyrës fizike të performancës së instrumenteve. Kuptohet, cilësia e materialit të përdorur në prodhim përcakton edhe çmimin e instrumentit. Megjithatë, matja duhet të jetë sa më e saktë që të jetë e mundur.

Gabimet gjatë çdo matjeje e zvogëlojnë saktësinë e matjes. Ato nuk mund të shmangen, por mund të reduktohet ose të paktën të merret parasysh gjatë përpunimit të rezultateve.

Gabimet gjatë matjes ndahen në dy grupe:

- a) gabime sistematike,
- b) gabime të rastit.

Gabimet sistematike gjatë matjes ndodhin për shkak të gabimeve në instrumentet matëse, metodës së matjes të zgjedhur në mënyrë jo të duhur ose natyrës subjektive. Ato mund të jenë: kalibrim i pasaktë i instrumentit, shkallë e shënuar gabimisht, shigjeta nuk ndodhet në pikën zero, përdorimi i instrumentit jashtë zonës nominale të përdorimit, etj.

Karakteristikë është se ato kanë vlerë dhe parashenjë konstante, pra përsëriten prandaj, për këtë arsye mund të merren parasysh gjatë përpunimit të rezultatit.

Gabimet e rastësishme varen nga ndryshimet në instrumente dhe aparatura dhe nga mjedisi. Arsytet e shfaqjes së tyre janë të ndryshme dhe nuk përsëriten. Ata nuk kanë vlerë dhe parashenjë konstante. Ndikimi i tyre mund të zvogëlohet vetëm nëse matja përsëritet disa herë, kurse si rezultat të merret vlera mesatare aritmetike. Kjo do të ishte vlera më e mundshme e madhësisë që matet.



2.9.1. GABIMET DHE SAKTËSIA E INSTRUMENTEVE MATËSE

Asnjë madhësi fizike nuk mund të matet me saktësi absolute. Matja mund të kryhet me saktësi më të vogël ose më të madhe, pra afërsisht ose më saktë, në varësi të **gabimeve gjatë matjes**.

Gabimi i instrumentit matës është **pasojë e karakteristikave të tij të brendshme**. Ndikimet që shkaktojnë gabime e zvogëlojnë saktësinë e instrumentit matës. Varet nga materiali i përdorur dhe procesi i prodhimit dhe nuk mund të eliminohet plotësisht.

Gabimi i instrumentit për matjen varet nga:

- Saktësia e shkallëzimit të shkallës;
- Fërkimi i kushinetave;
- Cilësia e kushinetave dhe boshtit;
- Cilësia e sustave spirale;
- Balancimi i trupit rrotullues;
- Vetitë magnetike të pjesëve ferromagnetike;
- Cilësia dhe gabimet e rezistorëve të integruar;
- Cilësia e elementeve për kompensimin e temperaturës etj.

Një pjesë e faktorëve të përmendur mund të merren parasysh gjatë leximit dhe të zvogëlohet ndikimi i gabimeve gjatë matjes.

Pjesa më e madhe e ndikimit të këtyre faktorëve nuk mund të përcaktohet dhe eliminohet. Prandaj çdo instrument matës ka një gabim.

Kur bëhet fjalë për gabimin e instrumentit matës, në fakt, mund të bëhet fjalë për njërin nga llojet e mëposhtme:

1. Gabim absolut,
2. Gabim relativ,
3. Gabim në përqindje.



Gabimi absolut (Δ) është diferenca algebrike ndërmjet vlerës së matur të madhësisë dhe vlerës së saktë të saj. Paraqitet në njësinë matëse të madhësive të matura ose në ndarjet e shkallës. Ky gabim mund të ketë një parashenjë pozitive ose negative.

$$\Delta = \text{vlëra e matur} - \text{vlëra e saktë} \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\Delta X = X_i - X_t \quad \dots\dots\dots(2.4)$$

Ose, mund të thuhet se vlëra e saktë është:

$$\text{Vlëra e saktë} = \text{vlëra e matur} \pm \Delta \quad \dots\dots\dots(2.5)$$

$$X_t = X_i \pm \Delta X \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

Në vetvete, gabimi absolut nuk paraqet madhësinë e gabimeve.

Gabimi relativ është raporti ndërmjet gabimit absolut dhe vlerës së saktë të madhësisë së matur. Paraqitet si një numër i pacaktuar.

$$\delta = \frac{\text{gabimi absolut}}{\text{gabimi absolut}} \quad \dots\dots\dots(2.7)$$

Zakonisht gabimi relativ shprehet në përqindje, prandaj quhet edhe **gabimi relativ në përqindje**.

$$\delta = \frac{\Delta X}{X_t} \cdot 100 \% \quad \dots\dots\dots(2.8)$$

Gabimi në përqindje tregon më qartë saktësinë e instrumentit matës.

Klasa e saktësisë është karakteristikë meteorologjike. Karakteristikat meteorologjike për të gjitha instrumentet matëse janë të standardizuara dhe vlejnë në të ashtuquajturat kushte normale të punës, pra me faktorë ndikues të përcaktuar saktë – temperatura e ambientit, shtypja atmosferike, lagështia, etj. Instrumentet matëse elektrike janë të standardizuara sipas klasës së saktësisë.

Ekzistojnë **8 klasa saktësie** për instrumentet matëse, tabela 2.6:

Tabela 2.6 klasa të saktësisë të instrumenteve matëse								
Gabimi kufitar në përqindje	±0,05%	±0,1%	±0,2%	±0,5%	±1,0%	±1,5%	±2,5%	±5,0%
Klasa e saktësisë	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0	1,5	2,5	5,0

Klasa e saktësisë ndikon drejtpërdrejt në rezultatin dhe gabimet që ndodhin gjatë matjes. Ajo e tregon kufirin e gabimeve që bën instrumenti përkatës e shprehur në përqindje (tabela 2.6). Tregohet në shkallën e instrumentit matës në një nga tri mënyrat e mëposhtme:

1. vetëm numër;
2. numri i shkruar në rreth;
3. numri i shkruar mbi shenjën √.

Për të përcaktuar klasën e saktësisë, e cila për një instrument të caktuar shkruhet vetëm me një numër, duhet fillimisht të përcaktohet gabimi absolut.

$$\text{klasa e saktësisë} = \frac{\text{gabimi absolut}}{\text{zona e matjes}} \cdot 100 \% \quad \dots\dots\dots(2.10)$$

Te instrumentet shkalla e klasës së saktësisë së të cilëve shkruhet me një numër në rreth, klasa përcaktohet në mënyrën e mëposhtme:

$$\text{klasa e saktësisë} = \frac{\text{gabimi absolut}}{\text{vlera e saktë}} \cdot 100 \% \quad \dots\dots\dots(2.11)$$

Kurse te instrumentet klasa e saktësisë së të cilave është shkruar mbi shenjën √ (që më rrallë haset në praktikë), përcaktohet në këtë mënyrë:

$$\text{klasa e saktësisë} = \frac{\text{gabimi absolut}}{\text{gjatësia e shkallës}} \cdot 100 \% \quad \dots\dots\dots(2.12)$$



2.10. PASIGURIA E MATJES

Asnjë matje nuk mund të jetë absolutisht e saktë. Një vlerë numerike në matematikë përfaqëson një vlerë të përcaktuar saktësisht. Megjithatë, në teknikat e matjes, rezultati i matjes duhet të kuptohet si një numër në një interval të caktuar. Matjet e përsëritura japin rezultate që janë brenda një intervali të caktuar. Ky interval njihet si **intervali i pasigurisë së matjes** (measurement uncertainty).

Intervali i pasigurisë së matjes, domethënë cilësia e matjes varet nga disa faktorë:

- metoda ose procedura e matjes;
- saktësia e instrumentit;
- rëndësia e operatorit në matje etj.

Me përsëritjen e matjeve, në kushte të njëjta (operator, metodë matjeje, instrument, kushte të jashtme), fitohen rezultate të ndryshme. Këto devijime janë rezultat i proceseve të rastësishme që shkaktojnë pasiguri në matje. Nuk ka asnjë mënyrë për të shmangur këtë dukuri gjapër matjet. Mund të reduktohet vetëm duke përsëritur matjet.

Pasiguria e matjes është parametër sasior që shoqërohet me rezultatin e matjes dhe pasqyron "dispersionin", domethënë shpërndarjen e vlerave individuale për matjen rreth rezultatit të saktë për matjen. Të gjithë faktorët që ndikojnë në rezultatin e matjes janë shkaqe të mundshme për pasiguri në matje. Me identifikimin e këtyre faktorëve dhe vlerësimin e vlerave të tyre, do të mundësohet përmirësimi i procedurës së matjes, kurse në këtë mënyrë zvogëlimi i pasigurisë së matjes që nuk mund të paraqitet nga një model matematikor i dukurisë.

Dy karakteristika të rëndësishme për matjen janë preciziteti dhe saktësia. Ilustrim i dy termave është dhënë në figurën 2.16. Në fotografia tregohet caku në të cilin gjuajnë katër gjuetarë. Qitësi i katërt gjuan me precizitet, por në mënyrë të pasaktë (djathtas-poshtë), që korrespondon me një matje me një pasiguri matjeje relativisht të vogël (shpërndarje e lehtë e matjeve të përsëritura rreth rezultateve për matjen), në të cilën vlerësimi i vlerës mesatare nuk është i saktë dhe ka një devijim konstant.

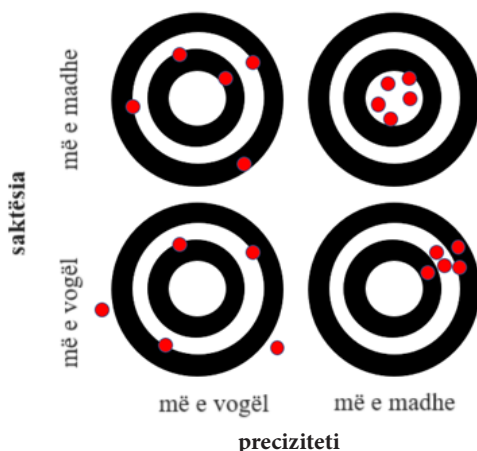


Figura 2.16 Krahasimi i precizitetit dhe saktësisë

Ndryshe nga ky shembull, caku i dytë (djathtas lart) është matja precize dhe e saktë, e cila është situata më e dëshiruar në të cilën pasiguria e matjes është relativisht e vogël (nuk ka devijime të mëdha nga vlera e saktë) dhe vlerësimi i vlerës së saktë (vlera mesatare) është relativisht e mirë.



Figura 2.17 Shpërndarja Gausiane

Kur matni disa herë, vlerat e matura grumbullohen rreth vlerës mesatare të madhësive të matura. Nëse akumulimi është simetrik, në formën e një zile, atëherë shpërndarja e vlerave të matura quhet shpërndarje normale ose Gausiane. Në figurën 2.17 tregohet funksioni i Gausit (shpërndarja) i densitetit të probabilitetit që caku të goditet në qendër. Me vlerë referente nënkuptohet vlera e saktë e madhësisë që matet që i korrespondon qendrës të rrathëve koncentrikë nga figura 1.16.

Matja e pasigurisë e përcakton gjerësinë e intervalit në të cilin vlera e matur mund të gjendet me një probabilitet të caktuar.

Kalibrimi përkufizohet si një operacion, i cili në kushte të caktuara, në hapin e parë, përcakton marrëdhënien midis vlerës së matur dhe pasigurisë duke zbatuar standardet e duhura për matje dhe indikacione, kurse në hapin e dytë, informacioni nga hapi i parë është përdoret për të përcaktuar rezultatin e matjes, domethënë për korrigjimin e tij.



- ❖ Ndjeshmëria e instrumentit matës definohet nga madhësia e këndit $\Delta\alpha$ për të cilin shigjeta shmanget kur madhësia e matur ka ndryshuar me ΔX .
- ❖ Konstanta e instrumentit matës është vlera reciproke e ndjeshmërisë së instrumentit matës.
- ❖ Ekzistojnë tre lloje të stabilizimit: elektromagnetik, me ajër dhe stabilizim me lëng.
- ❖ Pasiguria e matjes është parametër sasior i cili shoqëron rezultatin e matjes dhe pasqyron shpërndarjen e vlerave nga matjet rreth rezultatit të saktë.
- ❖ Gabimet në matje ndahen në dy grupe: sistematike dhe të rastësishme.
- ❖ Gabimi i instrumentit matës mund të jetë – absolute, relative dhe në përqindje.

Pyetje për verifikimin e njohurive nga Njësia modulare 2



1. Ç'është instrumenti matës analog?
2. Nga cilat pjesë përbëhet një instrument matës analog?
3. Cili është funksioni i sustës në instrument?
4. Pse duhet të ketë një kundërmoment në instrument?
5. Numëroji llojet e shigjetave në instrumentin matës analog.
6. Çfarë forme kanë shigjetat në instrumentet e repartit?
7. Çfarë lloje të shkallëve ekzistojnë?
8. Si mund të jetë stabilizimi në instrumentet matëse analoge?
9. Cila është raporti mes konstantës dhe ndjeshmërisë së instrumentit matës?
10. Ç'është pasiguria e matjes?
11. Nga se varet saktësia e matjes?
12. Sa klasa saktësie ka?
13. Ç'është tensioni i testuar dhe si shënohet?
14. Ç'janë shenjat në instrument?
15. Ç'është gabimi gjatë matjes?
16. Numëroji llojet e gabimeve gjatë matjes.
17. Cili është ndryshimi midis gabimit relativ dhe atij në përqindje?

VERIFIKIMI TEMATIK

I Pyetje me rrethim (Rretho përgjigjet e sakta)



1. Instrumentet matëse analoge kanë:
 - A) tregues me numra
 - B) tregues me shigjetë
 - C) ekran
2. Shkalla e instrumentit matës përbëhet nga:
 - A) numërimi
 - B) shkallëzimi
 - C) shkallëzimi dhe numërimi
3. Në shkallën lineare distanca ndërmjet vijave është:
 - A) gjithkund e barabartë
 - B) më e vogël në fillim
 - C) më e madhe në fund
4. Instrumentet precize kanë shigjeta në trajtë:
 - A) shtize
 - B) shiriti
 - C) thike
5. Shigjeta me dritë:
 - A) nuk ka masë
 - B) ka masë më të madhe nga shigjeta fizike
 - C) ka masë më të vogël nga shigjeta fizike
6. Ndjeshmëria e instrumentit matës me shkallë katrore është:
 - A) më e madhe në pjesën fillestare të shkallës.
 - B) më e vogël në pjesën fillestare të shkallës
 - C) e barabartë me të gjithë gjatësinë e saj
7. Balanca ndodh kur momenti aktiv i sustës është:
 - A) i barabartë me kundërmomentin
 - B) më i vogël se kundërmomenti
 - C) më i madh se kundërmomenti



8. Gabimet sistematike janë:
- A) të rastësishme
 - B) me vlerë konstante, por me parashenjë të ndryshueshme
 - C) përsëriten
9. Ndarja në instrumente matëse analoge dhe digjitale bëhet sipas:
- A) llojit të rrymës
 - B) paraqitjes së rezultatit
 - C) madhësisë së matur
10. Shenja ☆ në instrumentin matës përdoret për:
- A) tensionin e testuar
 - B) rrymën e njëkahëshe
 - C) konstantën e instrumentit
11. Diferenca algjebrike ndërmjet vlerës së matur dhe vlerës së saj të saktë quhet:
- A) gabim relativ
 - B) gabim në përqindje
 - C) gabim absolut
12. Klasa e saktësisë së instrumentit matës ndikon në rezultatit dhe gabimet:
- A) direkt
 - B) indirekt
 - C) nuk ndikon

II Pyetje me plotësim

1. Për matjen e madhësive elektrike janë të nevojshme instrumentet matëse _____.
2. Nëse instrumenti përdoret për të matur madhësitë joelektrike, konvertuesi në hyrje e ndryshon _____ e madhësisë hyrëse në madhësi elektrike.
3. Zmadhimi i madhësisë që matet e shkakton _____ e momentin aktiv të instrumentit.

4. Distanca ndërmjet vijave në shkallën lineare është _____.
5. Shigjeta devijohet deri në pozicionin në të cilin të dy momentet janë në _____.
6. Instrumentet e repartit zakonisht kanë shigjeta në formën e _____.
7. Tensioni i testuar tregohet në _____ të instrumentit.
8. Ndjeshmëria e instrumentit matës ndryshon me _____ e materialit të bobinës.
9. Konstanta e instrumentit matës është vlerë _____ e ndjeshmërisë së instrumentit.
10. Pasiguria e matjes është parametër sasior i cili e shoqëron _____ nga matja.
11. Gabimet gjatë çdo matjeje _____ saktësinë e matjes.
12. Gabimet e rastit varen nga ndryshimet në _____ dhe _____.
13. Gabimi i instrumentit matës është pasojë e _____.
14. Klasa e saktësisë _____ ndikon në rezultatin dhe gabimet që ndodhin gjatë matjes.



III Detyra 1. Voltmetri me zonë matëse prej 10 V ka 20 ndarje. Sa është madhësia e matur nëse shigjeta devijohet për 6 ndarje?

2. Për instrumentin matës është kyçur një bateri e plotë 5 V, kurse në shkalën e instrumentit matës lexohet një tension prej 4,97 V. Llogarit:
A) gabimin absolut
B) gabimin relativ
C) gabimin në përqindje
3. Janë bërë më tepër matje për të njëjtën madhësi dhe për shkak të ekzistimit të një gabimi të rastit janë marrë këto rezultate: 8 A; 7,98 A; 8,03 A; 8,01 A; 7,97 A. Sa është rezultati i matjes?



3. INSTRUMENTET MATËSE ELEKTRONIKE

Duke mësuar përmbajtjet e kësaj njësie modulare nxënësi do të mësojë:

- të dallojë instrumente matëse analoge dhe digjitale;
 - të shpjegoj parimin e punës së instrumentit me bobinë rrotulluese;
 - shpjegoj parimin e punës, të lidh dhe të masë madhësi elektrike me instrumente elektronike analoge dhe digjitale – voltmetër, ampermetër, ommetër, multimetër, vatmetër dhe njehsor digjital për energjinë elektrike;
 - të shpjegojë parimin e punës së osciloskopit;
 - të masë amplitudën, periodën dhe frekuencën me osciloskop
- 





3.1. Hyrje

Të rikujtojmë, instrumentet matëse elektrike bazohen në efektin mekanik të madhësisë elektrike të matur mbi pjesën lëvizëse të instrumentit. Pjesa qendrore e tyre është elementi D'Arsonval, i cili nuk mund të ndërtohet me një ndjeshmëri më të madhe se $50 \mu\text{A}$ në tërë shkallën e instrumentit. Lëvizja D'Arsonval është fenomeni i lëvizjes së një bobine rrotulluese të vendosur midis poleve të një magneti permanent dhe e ngjitur në susta spirale. Rryma njëkahëshe që rrjedh përmes bobinës rrotulluese prodhon një moment rrotullues (torque) në gjilpërën e shkallës.

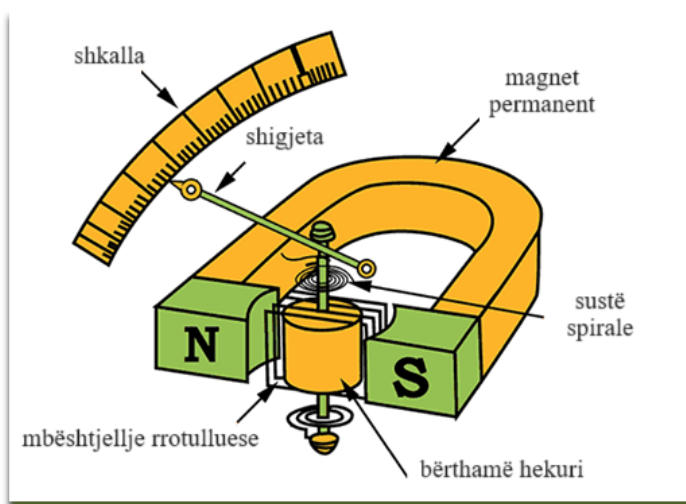


Fig. 3.1 Instrumenti matës elektrik

Për matjen e rrymave më të vogla se $50 \mu\text{A}$ në gjithë shkallën e instrumentit duhet të përdoret një **përforcues – amplifikator**.

Në gjashtëdhjetë vitet e fundit, është bërë punë intensive në zhvillimin e **instrumenteve matëse elektronike** komplekse që përmbajnë qarqe amplifikatorësh aktivë. *Një instrument elektrik analog duke përdorur një përforcues aktiv shndërrohet në një instrument matës elektronik me ndjeshmëri të lartë.* E vetmja pengesë e këtyre instrumenteve është integrimi i një burimi shtesë të energjisë dhe, në shumicën e rasteve, lidhja me rrjetin elektrik.

Instrumentet matëse elektronike kanë karakteristikat e mëposhtme:

- **Impedancë të madhe hyrëse**, e cila është e njëjtë për të gjitha brez e matjes së tensionit;
- **Ndjeshmëri jashtëzakonisht të lartë** në një brez të gjerë frekuencash;
- Gabim **shumë të vogël** gjatë matjes (përdoren edhe si etalone të madhësive elektrike);
- Ekzistencë e **sinjalit dalës** me informacionin e matur në **formë digjitale**, i cili është i përshtatshëm për përpunim kompjuterik dhe aplikim në automatikë.

3.1.1. NDARJA E INSTRUMENTEVE MATËSE ELEKTRONIKE

Ndarja kryesore e instrumenteve matëse elektronike është në **analog dhe digjital**.

Instrumentet matëse analoge karakterizohen nga një tregues ose sinjal dalës, i cili është funksion i vazhdueshëm i madhësisë së matur. Tek treguesit analog, ky funksion realizohet me shkallë dhe një shigjetë, kështu që devijimi i shigjetës është në përpjesëtim me madhësinë e matur. Madhësia e matur lexohet nga numri i ndarjeve të shkallës.

Instrumentet matëse analoge elektronike karakterizohen nga një konsumim vetanak shumë i vogël. Përbëhen nga një **mekanizëm matës magneto-elektrik** që shërben si tregues i vlerës së matur në kombinim me një **përforcues elektronik**. Rezistenca hyrëse e këtij kombinimi është shumë e madhe, më tepër se 10 MΩ. Këto instrumente matin tensionin elektrik, kurse për të matur rrymën elektrike ose njësi të tjera elektrike, përdoren konvertuesit e madhësisë së matur në tension elektrik.

Instrumentet matëse digjitale datojnë nga vitin 1953 dhe karakterizohen nga një sinjal dalës digjital ose tregues numerik (numerik) i vlerës së madhësisë së matur.



Meqenëse madhësitë e matura janë zakonisht të llojit analog, instrumentet matëse digjitale së pari duhet të kryejnë konvertimin e tyre, domethënë t'i shndërrojnë ato nga forma **analoge në digjitale**.

Instrumentet matëse elektronike përbëhen nga katër qarqe bazë:

- Qarku i hyrjes
- Qarku i përpunimit analog të sinjalit
- Treguesi matës
- Burimi i energjisë për komponentët elektronikë

Në figurën 3.2 dhe 3.3 tregohen të gjithë elementet e instrumenteve matëse elektronike analoge dhe digjitale.

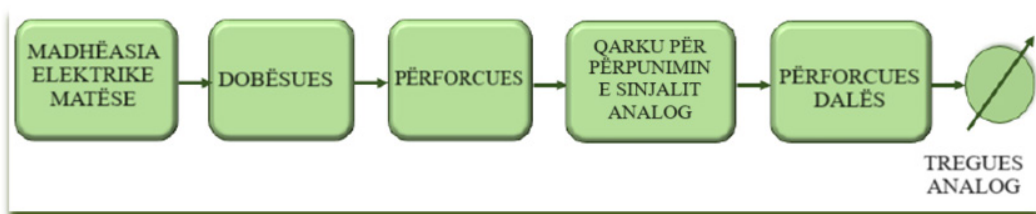


Fig. 3.2 Bllok diagrami i instrumentit matës elektronik analog

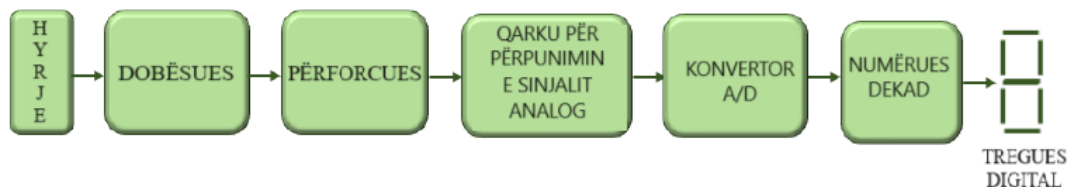


Fig. 3.3. Bllok diagrami i instrumentit matës digjital

Dobësuesi (atenuatori) siguron që të mos vij tension i tepërt (tension me vlerë të palejuar) në hyrjen e amplifikatorit, gjegjësisht mundëson që instrumenti të funksionoj me më shumë zona matëse.



Përparësitë e instrumenteve matëse elektronike në krahasim me instrumentet matëse elektrike janë:

- **Leximi i thjeshtë i treguesit:** leximi unikal nënkupton që çdo përdorues i rezultatit për matjen do të marrë të njëjtin rezultat matjeje.
- **Saktësia:** multimetrat digjitalë të klasit më të ulët janë më të saktë se instrumentet matëse universale analoge, me të njëjtin çmim, rreth 10 herë, pra gabimet e matjes janë të rendit 0,1%, në vend të rendit 1%. Megjithatë, saktësia e instrumentit varet edhe nga kalibrimi i tij.
- **Zbërthimi:** kalimi nga $5 \frac{1}{2}$ në $8 \frac{1}{2}$ shifra në multimetrat digjitalë do të thotë që gjatë matjes së tensionit të vazhduar zbërthimi – dekompozimi bie nga 1mV në 10nV.
- **Shpejtësia e leximit:** është shpejtësia e ndryshimit të rezultatit për matjen në ekran dhe shprehet si numri i leximeve për sekondë. Shpejtësia varet nga numri i shifrave, kështu që zvogëlimi i dekompozimit rrit shpejtësinë e leximit.
- **Numri i shifrave dhe tejkalimi i brezit:** Multimetrat digjitalë shpesh klasifikohen sipas numrit maksimal të shifrave që mund të shfaqen në tregues – ekran.
- **Stabiliteti i instrumenteve digjitale:** gjapër matjet digjitale, e dhëna e matjes përfshihet në frekuencën e impulseve matëse, në intervalin kohor ose në numrin binar.
- **Kompatibiliteti (përshtatshmëria) me kompjuterin** është karakteristikë e instrumenteve digjitale, gjë që u siguron vendin atyre në të gjitha detyrat komplekse matëse edhe gjatë realizimit të etaloneve të madhësive elektrike.

Disavantazhet e ish instrumenteve matëse elektronike në raport me instrumentet matëse elektrike, siç janë: mospërputhja gjatë monitorimit të njëkohshëm të një numri më të madh instrumentesh digjitale, kostoja e lartë, mospërputhja e leximit, mirëmbajtja dhe riparimi kompleks, nuk kanë të bëjnë me teknologjinë e sotme.



3.1.2. AMLIFIKATORËT MATËS

Karakteristikat e instrumenteve matëse elektrike mund të përmirësohen nëse madhësia elektrike që matet përforcohet duke përdorur një **përforcues – amplifikator**, figura 3.4. Në këtë mënyrë madhësia hyrëse me një fuqi të ulët mund të përdoret për të drejtuar elemente me energji shumë më të madhe.

Roli kryesor i përforcuesve matës është që të përforcojnë madhësinë e matur në nivelin e kërkuar për të kryer një matje cilësore. Përforcuesit matës gjithashtu kryejnë përshtatjen e impedancave të qarkut matës dhe të instrumentit matës.

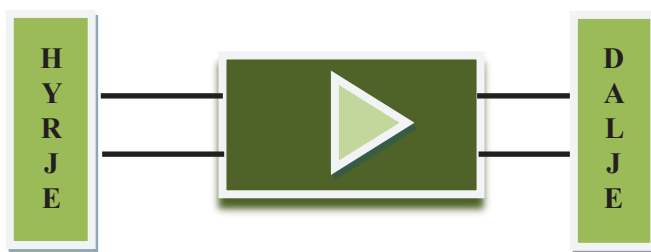


Fig. 3.4 Përforcuesi matës

Rezistenca e brendshme e instrumentit matës, pra konsumi vetanak i tij, nuk duhet të ndikojë në madhësinë e matur. Përforcuesit matës, përveç funksionit të përforcimit, mund të kryejnë edhe disa operacione të tjera matematikore.

Përforcuesit matës janë elemente bazë në përbërjen e instrumenteve matëse elektronike, por mund të përdoren edhe si njësi të pavarura, pra si stade të ndërmjetme në qarqet matëse.

Kur përdoren përforcues matës, duhet t'i kushtohet vëmendje jo vetëm përforcimit të sistemit, por edhe ndikimit të përforcuesit mbi fazën (këndin) e sinjalit të matur. Gjatë matjes së energjisë elektrike, është shumë e rëndësishme të ruhet këndi fazor i saktë ndërmjet madhësive të matura tensionit dhe rrymës, që të mos vij deri te gabimi shtesë.

Parametri bazë i përforcuesit matës është **koeficienti i përforcimit** dhe përcaktohet si raporti i tensioneve të daljes dhe hyrjes:

$$A = \frac{U_h}{U_d} \quad \begin{array}{l} U_h - \text{tensioni i hyrjes} \\ U_d - \text{tensioni i daljes} \end{array} \dots\dots\dots (3.1)$$

Shprehja mund të paraqitet edhe si nivel:

$$A[dB] = 20 \log_{10} A \dots\dots\dots (3.2)$$

gjegjësisht

$$U_d = A \cdot U_h \dots\dots\dots (3.3)$$

Mbi karakteristikat e një përforcuesi matës real ndjeshëm ndikojnë ndryshimet e tensionit të furnizimit me energji elektrike, ndryshimi i temperaturës së ambientit dhe, natyrisht, amortizimi i komponentëve.

Mënyrë bazë për të reduktuar këto ndikime në përforcuesit matës dhe për të siguruar një përforcim të qëndrueshëm është përdorimi i lidhjes së kundërt negative në përforcues. Në figurën 3.5 është paraqitur bllok diagrami e përforcuesit me lidhje të kundërt negative.

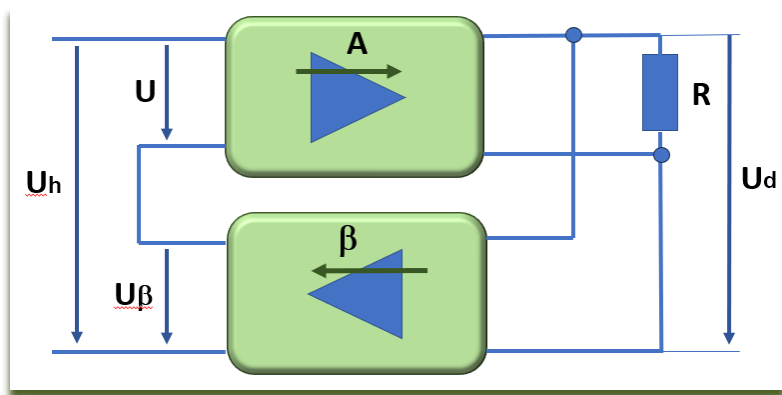


Fig. 3.5 Bllok diagrami i përforcuesi me lidhje të kundërt negativ

Në përforcuesit elektronikë me lidhje të kundërt negative një pjesë e tensionit të daljes përmes ndarësit të tensionit të qarkut për lidhje të kundërt përsëri kthehet në hyrjen e përforcuesit, me shenjë të kundërt nga tensioni i hyrjes. Përforcimi i përforcuesit me lidhje të kundërt negative përcaktohet si më poshtë:



$$A_F = \frac{U_d}{U_h} \dots\dots\dots(3.4)$$

gjegjësisht, tensioni i daljes i përforcuesit përcaktohet nga shprehja:

$$U_d = A_F \cdot U_h = \frac{A}{1 + \beta \cdot A} U_h \dots\dots\dots(3.5)$$

ku β është koeficienti i lidhjes së kundërt negative:

$$\beta = \frac{U_\beta}{U_d} \dots\dots\dots(3.6)$$

Shprehja $1 + \beta \cdot A$ në emëruesin e shprehjes 3.5 e paraqet forcën e lidhjes së kundërt negative dhe vlera e saj tregon për sa herë zvogëlohet koeficienti i përforcimit.

Përforcimi i përforcuesit për matjen me lidhje të kundërt negative varet vetëm nga vlerat e rezistencave në ndarësin në dalje të përforcuesit. Stabiliteti i tij varet nga qëndrueshmëria e koeficienti të lidhjes së kundërt β .

*Disavantazhi kryesor i këtyre përforcuesve është **zvogëlimi i përforcimit**, por, për këtë arsye fitohet stabiliteti i tij, pa të cilin përdorimi i tij në qarqet matëse nuk do të ishte i mundur.*

3.1.3. KONVERTIMI NGA MADHËSITË ANALOGE NË DIGJITALE

Meqenëse me instrumentet matëse digjitale rezultati shfaqet si një vlerë numerike, madhësia e matur analoge duhet të shndërrohet në digjitale, pra të **digjitalizohet**.



Madhësia analoge në një interval mund të ketë pafundësisht shumë vlera, me ç'rast një numër i madh nga vlerat fqinje në atë interval janë me madhësi shumë të ngjashme (d.m.th., ndryshojnë shumë pak).

Madhësitë në paraqitjen digjitale në të njëjtin interval mund të kenë vetëm një **numër të kufizuar vlerash**, ku diferenca midis çdo dy vlerave fqinje është e barabartë. Kjo do të thotë se rritja është me vlerë konstante dhe quhet **kuant**. Është e qartë se në paraqitjen digjitale të ndonjë madhësie ka një numër të kufizuar kuantesh.

Për shembull, nëse një kuant korrespondon me 0.1 V, atëherë tensioni prej 2 V do të përmbajë 20 kuante.

Numërimi i kuantëve bën të mundur fitimin e vlerës diskrete të një madhësie, kurse procedura quhet **kuantizim**.

$$U_{dis} = N \cdot \Delta U$$

U_{dis} – vlera diskrete e tensionit të matur

N – numri i kuantëve

ΔU – madhësia e një kuanti (3.7)

Kuptohet se vlera reale e U dhe vlera diskrete U_{dis} nuk përputhen, domethënë ka një **gabim absolut**, i cili duhet të kufizohet me një vlerë maksimale $\pm \Delta U$. Për këtë arsye **gabimi relativ** është:

$$\delta_{dis} = \pm \frac{1}{N}$$

.....(3.8)

nga ku është e qartë se me rritjen e numrit të kuantëve N , gjegjësisht zvogëlimin e e madhësisë së kuantit ΔU , gabimi relativ do të jetë më i vogël.

Natyrisht, përveç gabimit në procedurën e kuantizimit, ka edhe gabime nga komponentët e tjerë në instrumentin matës, të cilat ndikojnë në gabimin total:

- Gabim me një vlerë konstante, pavarësisht nga zona matëse e instrumentit,
- Gabimi që është proporcional me vlerën e paraqitur në instrument.



Prandaj, **gabimi total absolut** shprehet si:

$$\Delta = \pm(A\%pv + Bdig)$$

$A\%pv$ – gabimi në përqindje nga vlera e paraqitur e instrumentit

$Bdig$ – shuma e gabimit nga digjitalizimi dhe gabimi me vlerë konstante, pavarësisht nga zona e matjes(3/9)

Vlerat **A** dhe **B** për çdo instrument jepen nga prodhuesi.

Shndërrimi i madhësisë analoge në digjitale arrihet me një shndërrues analog/digjital – **konvertues A/D**. Konvertuesit sot prodhohen në teknologji të integruar. Në hyrje të konvertuesit vjen madhësi analoge e cila matet dhe në dalje fitohet një madhësi digjitale, e cila shprehet me numrin e kuantëve. Pra, numërimi i kuantëve jep të dhënë për ekuivalentin numerik **N**.

Instrumentet matëse digjitale zakonisht përdorin konvertues, me të cilët madhësia e matur (tensioni) shndërrohet në interval kohor ose frekuencë, kështu që në dalje të konvertuesit A/D fitohet tension në formë impulsesh drejtkëndore. Këto impulse drejtkëndëshe numërohen nga një **numërues impulsesh**, kurse kjo është, në fakt, madhësia e tensionit njëkahësh të matur.

Ekzistojnë metoda të ndryshme konvertimi, por janë dy lloje kryesore: me **konvertim direkt dhe me balancim**.



Fig. 3.6 Bllok diagrami i instrumentit matës digjital me shndërrim të drejtpërdrejtë

Në shndërrimin e drejtpërdrejtë (figura 3.6) në bllokun 1 realizohet **shndërrimi nga forma joelektrike në atë elektrike**, i cili më pas digjitalizohet në bllokun 2, **konvertuesi A/D**, në të cilin bëhet edhe numërimi i kuantëve **N** me një **numërues elektronik**. Nëse madhësia e matur është e formës elektrike,

blloku i parë nuk është i nevojshëm. Blloku 3, **tregues digjital** (display), e tregon rezultatin e matjes me numra të sistemit numerik i dekad.

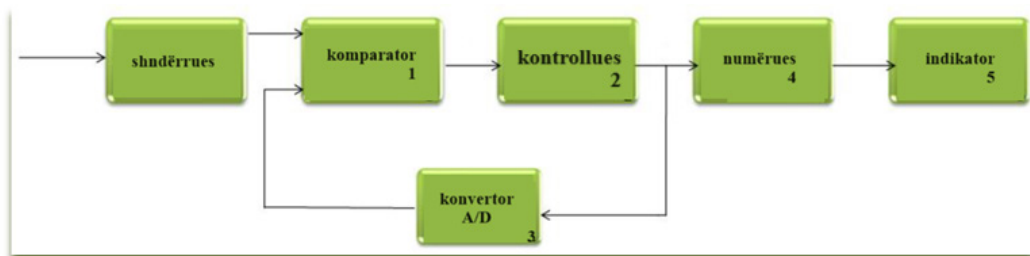


Fig. 3.7 Bllok diagrami i një instrumenti matës digjital me balancim

Në *konvertuesit me balancim* (figura 3.7), blloku 1 është **qark për krahasim** (komparator), i cili krahason madhësinë analoge të matur dhe madhësinë referente në daljen e bllokut 3, i cili është **konvertues A/D**. Blloku 2 është **qark kontrollues**, në të cilin, në varësi të tensionit të hyrjes, formohet numri digjital N, i cili, i cili i kthyer në formë analoge, shërben si vlerë referente për krahasuesin. Kjo vlerë ndryshon, në varësi të N, derisa të arrihet barazimi i vlerave të dy hyrjeve të krahasuesit. Kjo paraqet një balancë dhe në atë moment blloku 5, **treguesi digjital**, shfaq numrin N. Saktësia e matjes në të dy llojet e konvertimeve varet nga gabimet në komponentët e tyre.



- ❖ Instrumenti elektrik analog me përdorimin e një përforcuesi aktiv shndërrohet në një instrument matës elektronik me ndjeshmëri të lartë.
- ❖ Instrumentet matëse elektronike kanë impedancë të lartë hyrëse, ndjeshmëri të lartë, gabim të vogël gjatë matjes, sinjal dalës në formë digjitale.



- ❖ Instrumentet matëse analoge elektronike përbëhen nga një mekanizëm matës magneto-elektrik që shërben si tregues i vlerës së matur.
- ❖ Instrumentet matëse elektronike kanë katër stadi bazë: qarku i hyrjes, qarku për përpunimin analog të sinjalit, treguesin e matjes, burimi i energjisë për komponentët elektronike.
- ❖ Roli themelor i amplifikatorëve matës është të përforcojnë madhësinë e matur deri në nivelin e kërkuar, e nevojshme për matje cilësore.
- ❖ Shndërrimi i madhësisë analoge në digjitale realizohet me shndërruesin analog/digjital – konvertuesin A/D.
- ❖ Instrumentet matëse digjitale përdorin konvertues A/D, të cilët e shndërrojnë madhësinë e matur në tension në formën e impulseve drejtkëndore.

3.2. INSTRUMENTI MATËS ME BOBINË RROTULLUESE

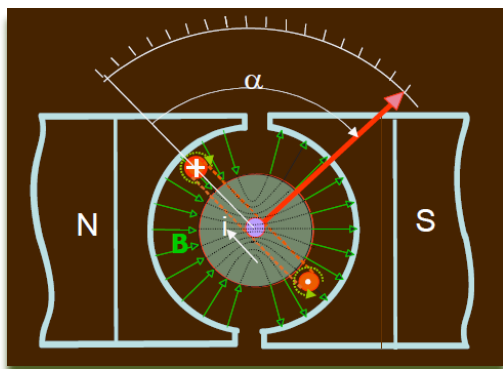


Fig. 3.8. Instrumenti me bobinë rrotulluese

Instrumenti me bobinë rrotulluese zakonisht përdoret në praktikën e matjes për shkak të shkallës lineare, ndjeshmërisë dhe rezolucionit të lartë. Ekzistojnë versione bazë dhe më komplekse të instrumentit me bobinë rrotulluese. Versioni bazë përdoret për matjen e rrymave dhe tensioneve njëkrahëshe, kurse ai më kompleksi për matjen e tensioneve dhe rrymave alternative, rezistencës dhe madhësive të tjera. Në

këtë rast ai funksionon si një instrument universal.

Instrumenti me mbështjellje rrotulluese i kombinuar me një përforcues matës paraqet **instrument analog elektronik** dhe ka një zbatim më të gjerë. Ai ka karakteristika të përmirësuara, por edhe një konstruksion më kompleks.

Shenja e këtij instrumenti është .

3.2.1. PJESËT PËRBËRËSE

Në instrumentin me bobinë rrotulluese, fusha magnetike homogjene merret nga një **magnet permanent**. Mes poleve N dhe S vendosen **zgjatime të poleve dhe një cilindër prej hekuri të butë**. Hapësira ajrore ndërmjet cilindrit dhe zgjatimeve të poleve duhet të jetë e ngushtë, nga 1 deri në 2 mm. Kjo siguron një induksion magnetik mjaftueshëm të madh dhe një fushë magnetike radiale homogjene që është gjithmonë normale me bobinën. Magneti permanent me zgjatimet e poleve dhe cilindrin janë pjesë të palëvizshme të instrumentit.

Bobina vendoset në hapësirën ajrore midis zgjatimeve të poleve dhe cilindrit. Ajo është e përpunuar nga një përçues i hollë bakri që është i mbështjellë në një kornizë alumini dhe mund të rrotullohet rreth një boshtit.

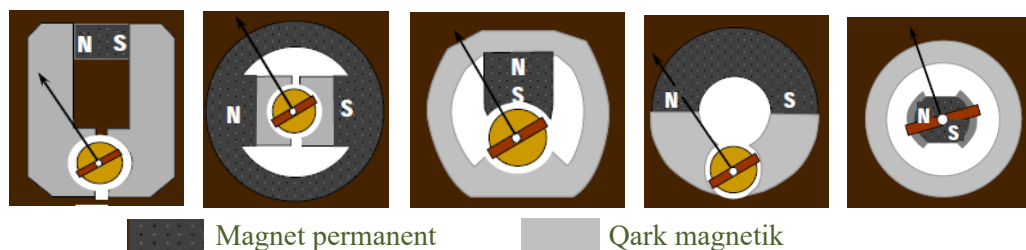


Fig. 3.9 Llojet e konstruksioneve të sistemeve rrotulluese dhe qarqeve magnetike në një instrument me bobinë rrotulluese

3.2.2. PARIMI I PUNËS

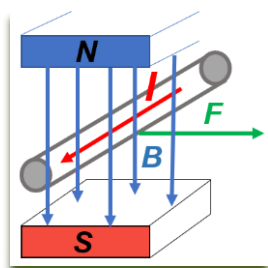


Fig. 3.10 Përçuesi në fushën magnetike

Parimi i funksionimit të instrumentit me bobinë rrotulluese përdor dukurinë e forcës elektromagnetike. Nëse nëpër një përçues rrjedh një rrymë njëkahëshe dhe ndodhet në një fushë magnetike homogjene, mbi të do të veprojë një forcë që do ta lëvizë atë (fig. 3.10). Forca që shkakton lëvizjen e përçuesit quhet **forcë elektromagnetike F** (fig. 3.11).

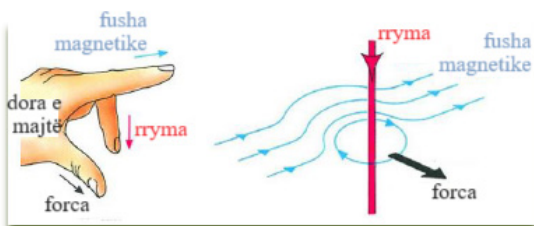
$$F = B \cdot I \cdot l \text{ [N]}$$

.....(3.10)



Ajo varet nga induksioni magnetik B i magnetit permanent, gjatësia aktive e përçuesit l dhe intensiteti i rrymës I .

Përçuesi në fushën magnetike lëviz në drejtimin në të cilin fusha magnetike është më e dobët.



Drejtimi i forcës elektromagnetike përcaktohet nga *rregulli i dorës së majtë të Lencit*.

Fig. 3.11 Rregulla e dorës së majtë

Në figurën 3.12 tregohet fusha magnetike rezultante nga fusha magnetike homogjene e krijuar nga magneti permanent (1) dhe fusha magnetike nga përçuesi nëpër të cilin rrjedh rryma njëkahëshe (2).

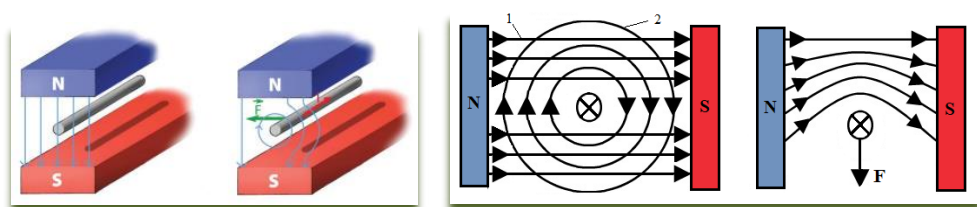


Fig. 3.12 Fusha magnetike e një përçuesi të drejtë nëpër të cilin rrjedh rryma

Nëse, në vend të përçuesit, në fushën magnetike vendoset një **mbështjellje-konturë përçuese**, përmes së cilës rrjedh rryma, do të shfaqen dy forca elektromagnetike, në të dy anët e mbështjelljes, të cilat janë pingul me vijat e forcës (1 dhe 2) në fushën magnetike (figura 3.13).

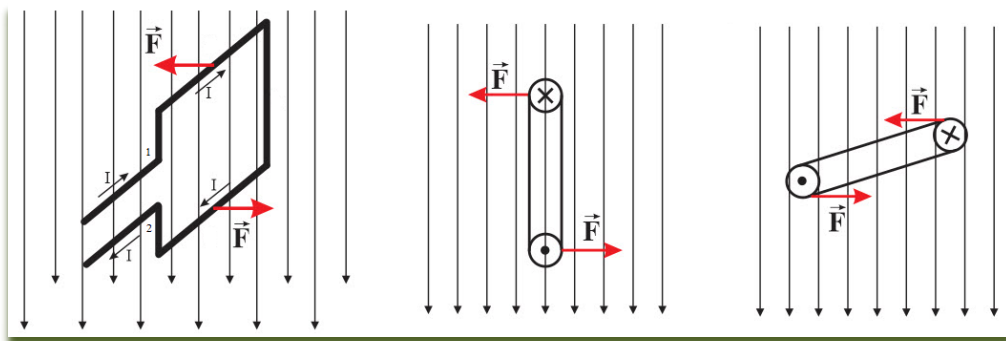


Fig. 3.13 Mbështjellja në fushën magnetike nëpër të cilën rrjedh rryma

Forca që vepron në secilën anë të mbështjelljes llogaritet sipas formulës 3.10. Kjo forcë është e barabartë, por e kundërt në drejtim në secilën nga anët 1 dhe 2. Prandaj forca rezultante shkakton **kthim të mbështjelljes**.

Me qëllim që të fitohet një forcë më e madhe në fushën magnetike, **vendoset bobinë me N mbështjellje**. Prandaj, forca llogaritet sipas formulës:

$$F = B \cdot I \cdot l \cdot N \text{ [N]} \dots\dots\dots(3.11)$$

Rryma **I** që rrjedh nëpër bobinë krijon një moment aktiv të kthimit:

$$M_a = F \cdot b = N \cdot b \cdot I \cdot l \cdot B \quad b\text{-gjerësia e spirales} \dots\dots\dots(3.12)$$

Meqenëse të gjithë elementet në shprehje, përveç rrymës **I**, janë konstante dhe janë karakteristika konstruktive të instrumentit, shprehja mund të shkruhet në mënyrën e mëposhtme:

$$M_a = k \cdot I \dots\dots\dots(3.13)$$

Kjo do të thotë që momenti aktiv **Ma** është proporcionale me rrymën **I**.

Që të mundet bobina të rrotullohet për një këndi α , duhet të ketë një kundërmoment **M_p**. Ai realizohet me ndihmën e dy sustave spirale që ngjiten në bosht. Kështu, gjatë rrotullimit të bobinës, rrotullohet edhe boshti, kështu që vjen deri te shtrëngimi i sustave spirale. Momenti mekanik i sustave spirale rritet në proporcionalisht me këndin e devijimit α , që do të thotë proporcionalisht me intensitetin e rrymës **I**.

Pra, kundërmomenti **M_p** do të jetë:

$$M_p = D \cdot \alpha \dots\dots\dots(3.14)$$

ku **D** është konstantë proporcionaliteti dhe varet nga karakteristikat mekanike të sustave.



Nëse nisemi nga kushti $M_\alpha = M_p$ dhe zëvendësojmë shprehjet përkatëse (3.13) dhe (3.14), fitohet:

$$k \cdot I = D \cdot \alpha \quad \text{gjegjësisht} \quad \alpha = \frac{k}{D} \cdot I = \text{const} \cdot I \quad \dots\dots\dots(3.15)$$

që do të thotë se këndi i rrotullimit të bobinës është në përpjesëtim të drejtë me rrymën që rrjedh nëpër bobinë.

Pra, varësia e devijimit nga rryma është lineare dhe shkalla e instrumentit është, gjithashtu lineare.

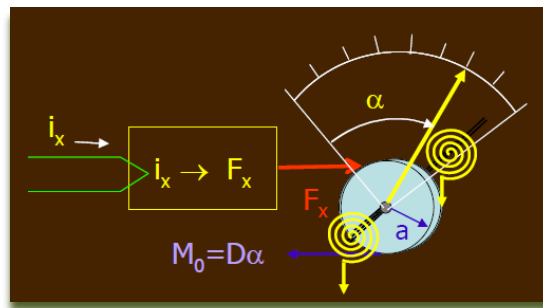


Fig. 3.14 Sistemi i lëvizshëm rrotullues

Stabilizimi në instrument me bobinë rrotulluese është magneto-induktiv dhe arrihet me një kornizë alumini, mbi të cilën mbështillet bobina rrotulluese.

3.2.3. KOMPENSIMI I TEMPERATURËS

Rezistenca e përçuesve ndryshon me ndryshimin e temperaturës së ambientit. Natyrisht, madhësia e ndryshimit të rezistencës varet nga **koeficienti i temperaturës** së materialit nga i cili është përpunuar përçuesi. Koeficienti i temperaturës është tregues i ndryshimit të rezistencës së secilit përçues kur temperatura ndryshon me 1 °C.

Gjatë ndryshimit të temperaturës së mjedisit në të cilin ndodhet instrumenti matës, ndryshon rezistenca e bobinës rrotulluese, që do të thotë se ndryshon edhe devijimi i instrumentit. Sipas kësaj, devijimi i shkallës së instrumentit matës varet jo vetëm nga madhësia që matet, por edhe nga temperatura e ambientit.

Bobina rrotulluese përpunohet nga një përçues prej bakri që ka një koeficient të temperaturës $\alpha = 0,0039 / 1 ^\circ\text{K}$. Që do të thotë, për një ndryshim në temperaturën e ambientit prej $1 ^\circ\text{K}$, rezistenca e bobinës rrotulluese ndryshon për 0,0039 herë.

Që të eliminohet ndikimi i temperaturës mbi leximin e instrumentit matës, është e nevojshme të kryhet kompensimi i temperaturës. Për këtë qëllim, sustat spirale që krijojnë kundërmomentin dhe shërbejnë për kthimin e shigjetës në pozicionin fillestar, lidhen në seri me skajet e bobinës rrotulluese. Përpunohen prej bronzit të fosforit, i cili ka një koeficient negativ të temperaturës. Kjo paraqet kompensim të pjesshëm të temperaturës, pasi bakri dhe bronzi i fosforit nuk janë identikë në vlerë absolute, edhe pse kanë parashenjën e kundërt.

Kompensimi i plotë i temperaturës arrihet me lidhjen serike të bobinës dhe një rezistencës me një koeficient negativ të temperaturës vlera e së cilës është e barabartë me koeficientin e temperaturës së bakrit.

Natyrisht, rezistenca e rezistencës dhe rezistenca e bobinës duhet të jenë të barabarta.

Në praktikë, më shpesh, shtohet një rezistencë në seri me bobinën rrotulluese, me një koeficient të temperaturës $\alpha = 0$, por me një vlerë disa herë më të lartë se rezistenca e bobinës. Kuptohet, në këtë rast madhësia e rezistencës së rezistencës varet nga rezistenca e bobinës dhe nga zona e temperaturës në të cilin instrumenti matës nuk duhet tejkalojë gabimin, i cili përcaktohet nga klasa e tij e saktësisë.

Rezistorët që përdoren për kompensimin e temperaturës në instrumentet matëse janë prej mangani.

3.2.4. ZGJERIMI I ZONËS SË MATJES SË RRYMËS

Instrumenti me bobinë rrotulluese mund të masë rryma më të vogla ose të barabarta me rrymën, për të cilën ai shfaq devijim maksimal (të plotë). Rryma për të cilën instrumenti ka devijimin maksimal është **zona bazë matëse** dhe, kuptohet, madhësia e saj varet nga tiparet e projektimit të instrumentit matës, por zakonisht



është i vogël (i rendit nga μA deri në disa mA). Pikërisht për këtë është e nevojshme të **zgjerohet zona matëse e instrumentit matës**. Kjo bëhet me lidhjen paralele të instrumentit me një rezistencë precize (figura 3.15).

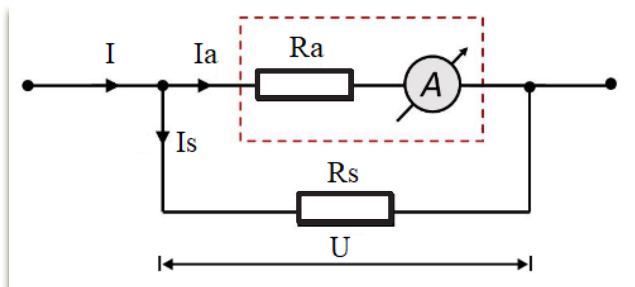


Fig. 3.15: Shunti prej mangani për zgjerimin e zonës bazë për matjen së rrymës

Rryma **I** është rryma që duhet të matet (rryma e zonës së re matëse), kurse **I_a** është rryma e zonës matëse bazë. Rënia e tensionit në rezistencën **R_a** është e barabartë me rënien e tensionit në rezistencën **R_s**, kështu që për to vlen ekuacioni:

$$R_a \cdot I_a = R_s \cdot (I - I_a) \quad \dots\dots\dots(3.16)$$

Nga këtu fitohet:

$$R_s = \frac{R_a \cdot I_a}{I - I_a} \quad \dots\dots\dots(3.17),$$

gjegjësisht

$$I_a = \frac{R_s \cdot I}{R_a + R_s} \quad \dots\dots\dots(3.18)$$

Raporti $n = I/I_a$ paraqet **koeficientin e shuntit** dhe tregon se sa herë duhet të zgjerohet zona bazë e matjes.

Shprehja 3.17 përcakton vlerën e rezistencës precize të nevojshme për të zgjeruar zonën bazë për matjen së rrymës. Ajo quhet **shunt**, kurse procedura për zgjerimin e zonës matëse është **shunti**.

Me këtë procedurë, pjesa më e madhe e rrymës **I** kalon nëpër shunt. Në atë rast, saktësia e matjes varet nga klasa e saktësisë së instrumentit matës dhe saktësia e shuntit. Prandaj, për të siguruar karakteristika të qëndrueshme të ndryshimit të temperaturës, shunti është bërë nga mangani. Natyrisht, shuntet klasifikohen gjithashtu në klasat e saktësisë. **Klasa e saktësisë së shuntit duhet të jetë më e mirë se klasa e saktësisë së instrumentit matës.**

Për zonën e matjes deri në 10 A, shuntet janë të vendosura në kutinë e instrumentit matës. Për rrymat më të mëdha, ngrohja është e pashmangshme, kështu që shuntet janë të lidhur nga jashtë.

Për çdo shunt të lidhur, tregohen parametrat e tij: rryma nominale, rënia nominale e tensionit në skajet e tij dhe klasa e saktësisë. Vlerat standarde për rënie e tensionit janë: 45, 60, 100, 150 dhe 300 mV, por në praktikë, zakonisht përdoren shunte me një rënie nominale të tensionit prej 60 mV.

Në rast se ampermetri (instrumenti me bobinë rrotulluese) duhet të ketë më **tepër zona matëse** (që është dukuri shumë e zakonshme në praktikë), zgjerimi realizohet sipas skemës elektrike të mëposhtme (figura 3.16):

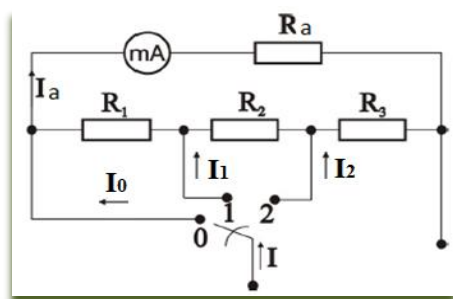


Fig. 3.16 Zgjerimi i zonës së matjes së rrymës

Ky është ampermetër **me tri zona matëse**. Zona matëse më e vogël arrihet kur çelësi është në **pozicionin 0**. Paralelisht me instrumentin matës lidhet një shunt, i cili përbëhet nga tre rezistorë R_1 , R_2 dhe R_3 .



Vlerat e tre rezistorëve dhe koeficientët përkatës të shuntimit përcaktohen si më poshtë:

$\Rightarrow$ Për çelësin në pozicionin $P \rightarrow 0$

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \quad \dots\dots\dots(3.19)$$

$$R \cdot (I_0 - I_a) = R_a \cdot I_a \rightarrow R = \frac{R_a \cdot I_a}{I_0 - I_a} = \frac{R_a}{n_0 - 1}, \quad n_0 = \frac{I_0}{I_a} \quad \dots\dots\dots(3.20)$$

$\Rightarrow$ Për çelësin në pozicionin $P \rightarrow 1$

$$I_a(R_a + R_1) = (I_1 - I_a)(R_2 + R_3) \quad \dots\dots\dots(3.21)$$

$$R_2 + R_3 = R - R_1 = \frac{I_a \cdot (R_a + R_1)}{I_1 - I_a} = \frac{R_a \cdot (n_0 - 1) + R_1}{n_0 \cdot n_1 - 1} \quad \dots\dots\dots(3.22)$$

$$R_1 = \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) \cdot R, \quad n_1 = \frac{I_1}{I_0} \quad \dots\dots\dots(3.23)$$

$\Rightarrow$ Për çelësin në pozicionin $P \rightarrow 2$

$$I_a \cdot (R_a + R_1 + R_2) = (I_2 - I_a) \cdot R_3 \quad \dots\dots\dots(3.24)$$

$$R_2 = \left(\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2}\right) \cdot R \quad R_3 = \frac{R}{n_2} \quad n_2 = \frac{I_2}{I_0} \quad \dots\dots\dots(3.25)$$

Kuptohet, është e qartë se rrymat në lidhjet individuale llogariten si në mënyrën e mëposhtme:

$$I_0 = n_0 \cdot I_a, \quad I_1 = n_1 \cdot I_0, \quad I_2 = n_2 \cdot I_0 \quad \dots\dots\dots(3.26)$$

3.2.5. ZGJERIMI I ZONËS SË MATJES SË TENSIONIT

Kur instrumenti është i lidhur me një qark matës, një rrymë rrjedh përmes tij e cila krijon një rënie të caktuar të tensionit. Meqenëse rezistenca e tij është konstante, madhësia e rënies së tensionit të instrumentit varet vetëm nga intensiteti i rrymës. Sipas figurës 3.17, është e qartë se kur instrumenti lidhet me tensionin U_0 , ai tregon devijim maksimal (të plotë). Kjo do të thotë, instrumenti me bobinë rrotulluese përdoret si voltmetër për matjen e tensionet me vlerë më të vogël ose të barabartë me U_0 . Sigurisht, ky tension përfaqëson **zonën bazë matëse** të instrumentit.

Për të mundësuar matjen e tensioneve më të larta, është e nevojshme të **zgjerohet zona bazë matëse**. Kjo realizohet duke lidhur një rezistencë precize në seri me instrumentin. Kjo rezistencë kufizon rrymën përmes bobinës rrotulluese në një vlerë prej I_0 .

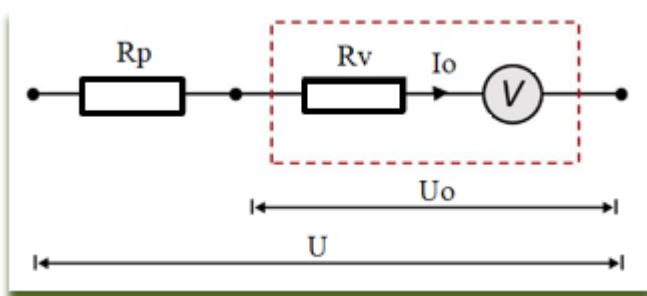


Fig. 3.17 Zgjerimi i zonës së matjes së tensionit

Nga skema elektrik në figurën 3.17 rrjedh se:

$$U = (R_p + R_v) \cdot I_0 \quad \dots\dots\dots(3.27)$$

Duke rregulluar shprehjen (3.27) mund të merret vlera e rezistencës **R_r**:

$$R_p = R_{vo} \cdot (U - U_o) \quad \dots\dots\dots(3.28)$$



Marrëdhënia $\frac{R_V}{U_0} = R_{v0}$ paraqet **rezistencën karakteristike** të voltmetrit, shprehet në Ω/V dhe përcakton madhësinë e rezistorit i cili duhet të lidhet në seri me instrumentin për të zgjeruar brezin bazë për matjen me 1 V.

Saktësia e matjes varet nga klasa e saktësisë së instrumentit dhe saktësia e rezistencës. Pikërisht për këto arsye, rezistenca duhet të jetë e qëndrueshme ndaj temperaturës dhe zakonisht përpunohet nga mangani.

Ashtu si te rezistorët që përdoren për zgjerimin e brezit për matjen së rrymës, edhe këtu klasa e saktësisë së rezistencës duhet të jetë më e mirë se klasa e saktësisë së instrumentit. Rezistorët zakonisht integrohen në kutinë e instrumentit.

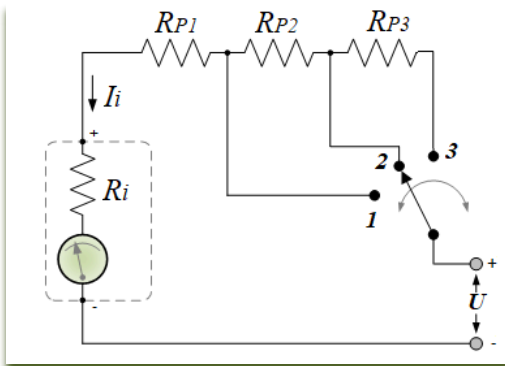


Fig. 3.18 Zgjerimi i zonës së matjes së tensionit

Nëse instrumenti matës duhet të ketë më **tepër zona matëse të tensionit**, kjo arrihet duke përdorur një **rezistor ndarës**. Realizimi i një voltmetri me zona matëse të shumta është dhënë nga skemën elektrik në figurën 3.18.

Përcaktimi i vlerave të rezistorëve nga fig. 3.18, të cilat janë të nevojshme për realizimin e zonave matëse, kryhet me procedurën e mëposhtme:

⇒ Për çelësin në pozicionin **P→1**

$$U_1 = (R_i + R_{p1}) \cdot I_i \rightarrow R_{p1} = \frac{U_1}{I_i} - R_i$$

.....(3.29)

⇒ Për çelësin në pozicionin **P→2**

$$U_2 = (R_i + R_{p1} + R_{p2}) \cdot I_i \rightarrow R_{p2} = \frac{U_2}{I_i} - R_i - R_{p1}$$

.....(3.30)

⇒ Për çelësin në pozicionin **P→3**

$$U_3 = (R_i + R_{p1} + R_{p2} + R_{p3}) \cdot I_i \rightarrow R_{p3} = \frac{U_3}{I_i} - R_i - R_{p1} - R_{p2} \quad (3.31)$$

3.2.6. MATJA E MADHËSIVE ALTERNATIVE

Sipas mënyrës së funksionimit, instrumenti me bobinë rrotulluese mat vetëm rrymat dhe tensionet njëkahëshe. Prandaj edhe kontaktet e tij janë të shënuar me + dhe -.

Gjithmonë duhet t'i kushtoni vëmendje lidhjes së saktë, sepse kur lidhet gabimisht, pjesa lëvizëse e instrumentit kthehet në drejtim të kundërt, kështu që shigjeta godet kufizuesin mekanik dhe ndodh deformimi i tij.

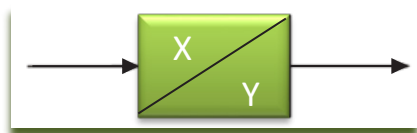


Fig. 3.19 Bllok diagrami i konvertuesit matës

Te rrymat alternative drejtimi i rrymës ndryshon vazhdimisht, domethënë gjysmën e periodës ajo është pozitive, kurse në gjysmën tjetër të periodës rryma është negative (figura 3.20). Prandaj, për madhësitë sinusoidale alternative të rëndësishme janë **vlera e tyre efektive dhe maksimale**.

Për matjen e njësive alternative, tensionet dhe rrymat, me instrument me bobinë rrotullues, është e nevojshme që ato të shndërrohen në të njëkahëshe. Kjo realizohet me **konvertues** (figura 3.19), i cili është i vendosur në kutinë e instrumentit.

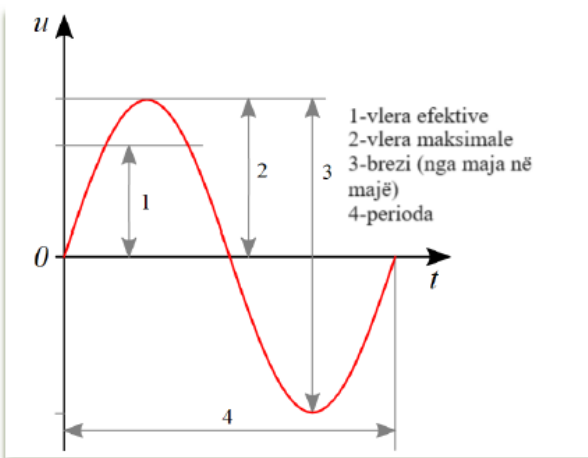


Fig. 3.20 Tensioni alternativ me formë sinusoidale



Konvertuesit nga madhësitë alternative në atë njëkahëshe për qëllime matëse përdoren në brezin e frekuencave të frekuencave industriale deri në disa qindra kHz, kurse në disa raste deri në disa MHz. Ata njihen gjithashtu si **drejtues**. Zakonisht grupohen si drejtues të verës së mesme, maksimale dhe vlerës efektive. Zakonisht përdoren instrumente matëse për sasi të alternuara që tregojnë vlerën efektive. Prandaj, konvertorët duhet të jenë me dalje që është proporcionale ose e barabartë me vlerën efektive të madhësisë së matur.

Element bazë në konvertorët e tillë është dioda gjysmëpërçuese, prandaj edhe njihen edhe si **drejtues me diodë**.

Një diodë është element jolinear rezistenca e të cilës varet nga drejtimi i tensionit me të cilin është lidhur. Në diodë ka rezistencë në drejtimin përçues (gjatë polarizimit të saj direkt) dhe rezistencë në drejtimin jopërçues (gjatë polarizimit invers). Rezistenca e diodës në polarizimin direkt është relativisht e vogël, ndryshe nga rezistenca në invers, e cila është një nga 1000 deri në 10000 herë më e madhe se rezistenca në polarizimin direkt.

Instrumenti matës me konvertor dhe madhësi njëkahëshe të fituar në daljen e tij, e cila është proporcionale me vlerën efektive, janë paraqitur në figurën 3.21 dhe figurën 3.22. Ky qark është **drejtues i njëanshëm**.

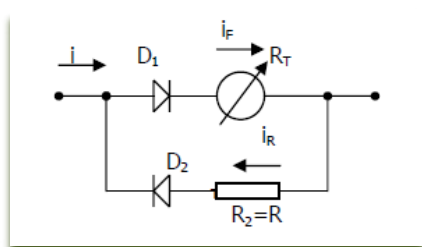


Fig. 3.21 Instrumenti matës me konvertues për drejtimin e njëanshëm

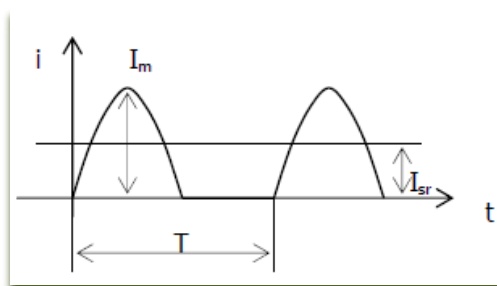


Fig. 3.22 Forma valore e madhësisë së daljes

Më së shpeshti maten madhësi me frekuencë 50 Hz, sepse për frekuencat më të larta del në pah inercioni i pjesës së lëvizshme të instrumentit dhe shigjeta nuk mund t'i ndjekë ato ndryshime.

Vlera mesatare e rrymës shprehet përmes vlerës së saj maksimale:

$$I_{mes} = \frac{I_m}{\pi} = 0,31 \cdot I_m \quad \dots\dots\dots(3.32)$$

Kurse vlera efektive e madhësisë alternative me formë sinusoidale shprehet si:

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \quad \dots\dots\dots(3.33)$$

Kjo do të thotë se vlera efektive e rrymës është

$$I = \frac{I_{mes}}{0,318 \cdot \sqrt{2}} = 2,22 \cdot I_{mes} \quad \dots\dots\dots(3.34)$$

Kjo do të thotë, vlera efektive është 2.22 herë më e madhe se vlera që tregon instrumenti. Pra, **instrumentet për madhësitë alternative duhet të kenë një shkallë të numërimit të veçantë.**

Një disavantazh i skemës elektrike të figurës 3.21 është se nuk mund të shfrytëzohen të dy gjysmë periodat e rrymës alternative. Prandaj, përdoret një **konvertues i dyanshëm** si në figurën 3.23 dhe figurën 3.24

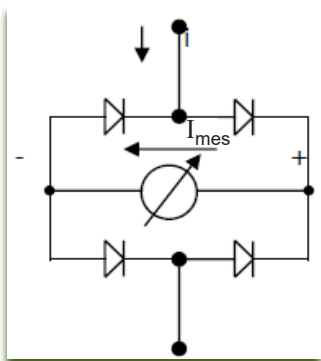


Fig. 3.23 Instrumenti matës me konvertor për drejtim dyansh

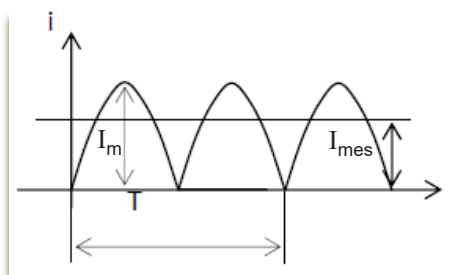


Fig. 3.24. Forma valore e madhësisë dalëse



Në këtë drejtues përdoren katër dioda në një lidhje të njohur si **lidhja e Grecit ose drejtuesi i Grecit**. Këtu përdoren dy gjysmë periodat e rrymës alternative. Prandaj, vlera mesatare e instrumentit është:

$$I_{mes} = \frac{2 \cdot I_m}{\pi} = 0,636 \dots\dots\dots(3.35)$$

Është e qartë se vlera e saj është dy herë më e madhe se vlera e rrymës në qarkun e mëparshëm. Kjo do të thotë se i njëjti instrument do të ketë dyfishin e devijimit nëse lidhet me një drejtues dyanësor. Imponohet përfundimi se instrumenti në këtë rast ka ndjeshmëri dy herë më të madhe. Prandaj, numërimi i shkallës në një instrument me drejtues të dyanshëm ka një koeficient numërimi prej 1.11, për dallim nga koeficienti i instrumentit me drejtues të njëanshëm, te i cili është 2.22.

Sidoqoftë, e gjithë kjo është vetëm për format e madhësive alternative me formë valore sinusoidale. Në praktikë, zakonisht ka nevojë për **matje të madhësive alternative që nuk kanë formë valore sinusoidale** (sinjale të rastësishme) dhe në atë rast matja me një instrument të tillë nuk është e mundur. Prandaj përdoren konvertuesit, vlera e të cilëve është e barabartë me vlerën efektive të madhësisë hyrëse alternative. Këta konvertues kanë një varësi katrore mes madhësive hyrëse dhe dalëse.



❖ Versioni bazë i një instrumenti me bobinë rrotulluese shërben për matjen e rrymave dhe tensioneve njëkahëshe, kurse ai më kompleks për matjen e tensioneve dhe rrymave alternative, rezistencës dhe madhësive të tjera.

- ❖ Shkalla e instrumentit me bobinë rrotulluese është lineare, stabilizimi është magnetoinduktiv.
- ❖ Kompensimi i plotë i temperaturës në një instrument me bobinë rrotulluese arrihet me lidhjen serike të bobinës dhe një rezistence me koeficient negativ të temperaturës vlera e të cilit është e barabartë me koeficientin e temperaturës së bakrit.
- ❖ Rezistori i saktë që është i nevojshëm për zgjerimin e zonës matëse bazë të rrymës në instrumentin me bobinë rrotulluese quhet shunt, kurse procedura për zgjerimin e zonës matëse është shuntim.

- ❖ Për një instrument me bobinë rrotullues për më tepër zona matëse të tensionit përdoret një ndarës rezistence.
- ❖ Për matjen e madhësive alternative me një instrument me bobinë rrotulluese ato duhet të konvertohen në njëkahësh dhe kjo arrihet me një konvertues.
- ❖ Element bazë tek konvertuesit nga madhësia alternative në atë të vazhduar është dioda gjysmëpërçuese, kështu që ato njihen edhe si drejtues me dioda.

3.3. VOLTMETRI ELEKTRONIK

Matja e tensionit njëkahësh me një instrument matës analog është shembulli më i vjetër i meteorologjisë së madhësive elektrike. Instrumenti i parë matës elektronik analog është i ashtuquajtur Voltmetri me tub për tensionin njëkahësh, kurse sot përdoren voltmetrat digjital dhe me $8 \frac{1}{2}$ digits (shifra).



Fig. 3.25 Voltmetrat elektronikë për qëllime të ndryshme

Voltmetrat elektronikë për tension njëkahësh ndahen në:

- analog,
- digjital,
- voltmetra diferencialë.



Fig. 3.26 Voltmetrat elektronikë laboratorik

Karakteristikat e voltmetrave elektronikë analogë për tension njëkahësh janë: **rezistencë e lartë në hyrje dhe ndjeshmëri shumë e lartë.**

Rezistenca e lartë e hyrjes është karakteristikë bazë e voltmetrit dhe është veçanërisht e rëndësishme në qarqet elektronike që kanë nevojë për stabilitet më të madh të kushteve të funksionimit (sillet nga 10 deri në 30 MΩ).

Ndjeshmëri e madhe kërkohet nga voltmetrat që përdoren si detektorë-zero në metodat e matjes urë ose kompensimit, ose si mikrovoltmetra të ndjeshëm për matjen e vlerave jashtëzakonisht të vogla të tensionit njëkahësh.

Problem kryesor të voltmetrave elektronikë analogë për tensionin njëkahësh është dukuria e **rrëshqitjes në pozicionin zero e gjilpërës** së instrumentit. Ky fenomen ndodh si pasojë e ekuilibrit të prishur të urës, e cila përdoret në voltmetër dhe shfaqet si devijim i shigjetës së instrumentit, pra sikur është lidhur ndonjë tension i ndryshueshëm, edhe në rastin kur në hyrje nuk ka një tension hyrje.

Ky tension ekuivalent quhet **tension rrëshqitës ose drift**. Ky gabim është i natyrës absolute, është i padëshirueshëm gjatë matjes së vlerave më të ulëta të tensionit, prandaj duhet të merret parasysh, veçanërisht të *voltmetrat me ndjeshmëri të madhe*.

Në "rreshqitjen" në zero (pozicionin zero) ndjeshëm ndikojnë:

- ndryshimi i temperaturës (i shprehur në $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)
- amortizimi i pjesëve përbërëse (e shprehur në $\mu\text{V}/\text{ditë}$), dhe
- ndryshimi i tensionit të furnizimit (i cili është i papërfillshëm, për shkak të qarqeve të sotme të furnizimit me energji shumë stabile).

Pikërisht për këtë para çdo matjeje është e nevojshme të kontrollohet dhe të rregullohet pozicioni zero i shigjetës së instrumentit matës. Natyrisht, për këtë ekziston një potenciometër i duhur (buton në instrument).

Tensioni i rreshqitjes është arsyeja që këto instrumente nuk prodhohen për të matur tensione më të ulëta se 100 mV. Instrumentet për tensione njëkahëshe të ulëta (mikrovoltmetra) përpunohen në një mënyrë krejtësisht të ndryshme, me zgjidhje shumë më komplekse.

Voltmetrat analogë elektronikë për tensione alternative përpunohen me të njëjtat komponentë, por në dy zgjidhjet e mëposhtme:

- me shndërrimi të mëparshëm të tensionit të hyrjes nga alternativ në njëkahësh (AC/DC), kurse më pas përforcimi i tij dhe janë të njohur si voltmetra elektronikë të llojit **drejtues-përforcues**, figura 3.27;
- me përforcim paraprak të tensioni të hyrjes dhe më pas shndërrimi nga alternativ në njëkahësh (AC/DC) dhe njihen si voltmetra elektronikë të llojit **përforcues-drejtues**, figura 3.28.

Këto dy zgjidhje janë paraqitur në dy bllok diagramet e mëposhtme:



Fig. 3.27 Bllok diagrami i voltmetrit me drejtues-përforcues



Fig. 3.28 Bllok diagrami i voltmetrit me përforcues-drejtues

Konvertorët prodhohen me dioda gjysmëpërçuese, kurse indikatorit është instrument me bobinë rrotulluese. Devijimi i instrumentit është proporcional me tensionin e matur njëkahësh në dalje të drejtuesit, kështu që shkalla është e **kalibruar për vlerat efektive të tensionit alternativ**.

Këto instrumente janë të destinuara për matjen e formave valore sinusoidale alternative, kurse për format tjera bëjnë gabime të mëdha gjatë matjet. Prandaj për matjen e tyre përdoren zgjidhje krejtësisht të ndryshme dhe shumë më komplekse.

Voltmetrat e llojit drejtues-përforcues janë më të thjeshtë, por për shkak të tensionit të rrëshqitjes dhe funksionimit të drejtuesit të hyrjes nuk përdoren për zona matëse më të ulëta se 300 mV.

Voltmetrat e llojit përforcues-drejtues kanë realizime më komplekse dhe përdorin përforcues të tensionit alternativ për zonë të gjerë frekuencash (nga 20 Hz deri në 1 GHz). Ato përdoren për të matur tensionet alternative nga disa μV deri në disa mijëra volt.

3.3.1. MATJA E TENSIONIT

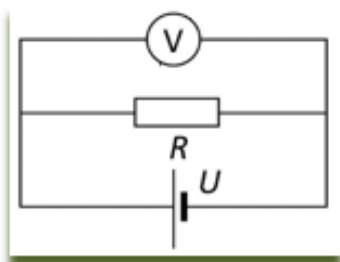


Fig. 3.29 Lidhja e voltmetrit

Voltmetri gjithmonë lidhet paralelisht me komponentin e qarkut elektrik në të cilin kryhet matja e tensionit, figura 3.29 Lejohet lidhja e voltmetrit edhe pa harxhues (rezistencë shtesë) në qark, sepse voltmetri ka një rezistencë të brendshme shumë të madhe.

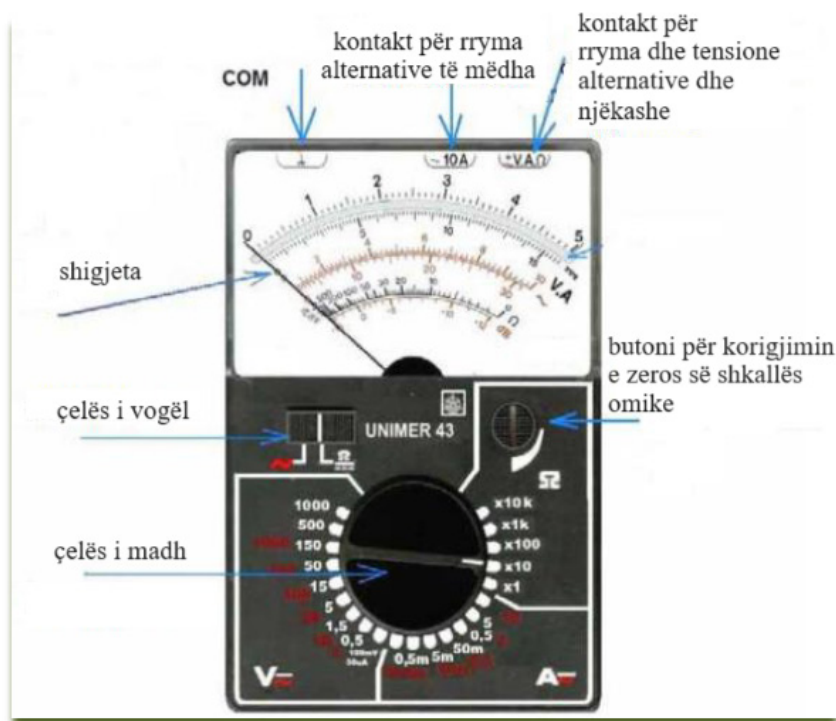


Fig. 3.30 Elementet e instrumenti elektronik analog

Procedura e matjes së tensionit kryhet në hapat e mëposhtëm të njëpasnjëshëm:

1. Instrumenti përshtatet të funksionojë si voltmetër nëse çelësi rrotullor është vendosur në zonën e shënuar me "V" (DC ose AC). Nëse nuk kemi informacion orientues për vlerën që matet, fillojmë nga zona më e madhe matëse. Në këtë mënyrë instrumenti mbrohet nga mbingarkesa dhe shkatërrimi.
2. Nëse devijimi i shigjetës është shumë i vogël, gradualisht zvogëlohet zona matëse, derisa devijimi i shigjetës nuk është mjaftueshëm në gjendje që të mund të lexohet vlera e matur (rekomandohet që devijimi të jetë në gjysmën e dytë të zonës treguese).
3. Më pas zgjidhet shkalla në të cilën do të kryhet matja, lexohet numri i ndarjeve në devijim dhe llogaritet konstanta e instrumentit, me të cilën mund të llogaritet vlera e matur.

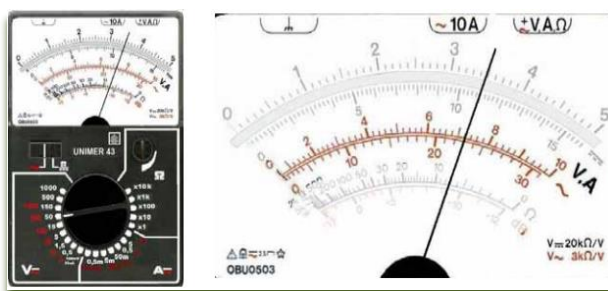


Shembulli 1. Matja e tensionit njëkahësh



- Zona matëse 50 V
- Është zgjedhur shkallë me 5 ndarje
- Llogaritet konstanta: $K = 50/5 = 10 \text{ V/ndar}$
- Ndarjet e lexuara: 1,25
- Vlera e matur është: $U_a = K \cdot \alpha = 10 \cdot 1,25 = 12,5 \text{ V}$

Shembulli 2. Matja e tensionit alternativ nga rrjeti i qytetit (230 V)



- Zona matëse 300 V
- Është zgjedhur shkallë (e kuqe) për tension alternativ me 10 ndarje
- Llogaritet konstanta: $K = 300/10 = 30 \text{ V/ndar}$
- Ndarjet e lexuara: 7,2
- Vlera e matur është: $U_a = K \cdot \alpha = 30 \cdot 7,2 = 216 \text{ V}$
- Tensioni në prizë (rrjeti i qytetit): 230 V

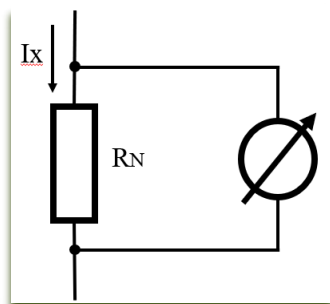
3.4. AMPERMETRI ELEKTRONIK

Matja e rrymave njëkahëshe mund të bëhet drejtpërdrejt me një instrument me bobinë rrotulluese, kurse matja e rrymave alternative bëhet me të njëjtin instrument në kombinim me një drejtues.



Fig. 3.31 Ampermetrat elektronikë për qëllime të ndryshme

Matja e rrymës elektrike, në fakt, bazohet në matjen e rënies së tensionit që bën rryma në një rezistencë të njohur. Pra, ampermetrat elektronikë realizohen si voltmetra elektronikë me një konvertues të përshtatshëm nga rryma në tension. Kuptohet, kalibrimi i shkallës është në njësinë matëse të kërkuar – amper.



Rezistenca R_N është rezistencë etalon, e përbërë nga më tepër rezistorë me vlera të ndryshme (për më tepër zona matëse), kurse rryma I_X është rryma e matur.

Fig. 3.32 Matja e rrymës me voltmetër elektronik

Gjatë matjes së rrymave të vogla, rezistenca etalon duhet të ketë një rezistencë shumë të lartë, kurse për matjen e rrymave të mëdha, vlera e saj duhet të jetë shumë e vogël. Në këtë mënyrë instrumenti përdoret për të matur një brez të madh të vlerave.

Vlera e rezistencës etalon është shumë më e vogël se rezistenca hyrëse e instrumentit dhe për shkak të lidhjes paralele ndërmjet tyre (figura 3.32) kjo vlerë nuk shkakton gabime shtesë.

Në rastin kur vlera e rezistencës etalon do të ishte e rendit të njëjtë me rezistencën hyrëse të instrumentit, ndjeshmëria e instrumentit rritet, por rezistenca totale do të zvogëlohej dhe do të shkaktonte humbjen e karakteristikës bazë të instrumenteve matëse elektronike, e ajo është rezistenca shumë e lartë e hyrjes.



Për të shmangur këtë mangësi dhe **për të matur rrymat e vogla**, të rendit μA , përdoret një konvertues matës aktiv për të konvertuar rrymën në tension, i dhënë në figurën 3.33.

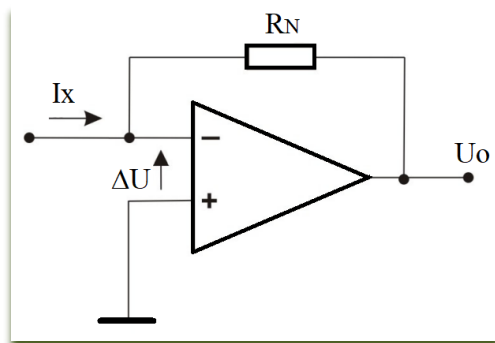


Fig. 3.33 Konvertuesi aktiv matës i rrymës në tension

Në hyrjen e konvertuesit është rryma I_X e cila matet, kurse në dalje është i lidhur një voltmetër elektronik. Konvertuesi është përforcues matës me rezistencë hyrëse të madhe dhe përforcim të madh.

Në daljen e këtij konvertuesi fitohet një tension, i cili është proporcional me rrymën e matur:

$$U_0 = I_X \cdot R_N \quad \dots\dots\dots(3.36)$$

3.4.1. MATJA E RRYMËS

Ampermetri lidhet në seri në degën, të cilën matet intensiteti i rrymës, figura 3.34. Ampermetri nuk duhet të lidhet asnjëherë drejtpërdrejt me burimin e rrymës, pasi ai do të digjej ose do të dëmtohej rëndë.

Ngjashëm si gjatë matjes së tensionit, gjatë matjes së rrymës, çelësi rrethor vendoset në zonën matëse më të madhe dhe më pas zvogëlohet që të fitohet një devijim i mirë i shigjetës. Gjatë

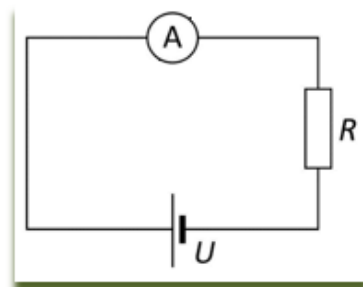


Fig. 3.34 Lidhja e ampermetrit

ndryshimit të zonës matëse, qarku duhet të ndërpritet, të ndryshohet zona dhe më pas përsëri të lidhet qarku.

Në praktikë, shumë më rrallë instrumenti lidhet si një ampermetër, pikërisht për shkak të nevojës për të ndërprerë qarkun elektrik. Zakonisht, një matje e tillë bëhet duke matur tensionin në skajet e harxhuesit, kurse më pas duke përdorur ligjin e Omit llogaritet rryma.

3.5. OMMETRI ELEKTRONIK

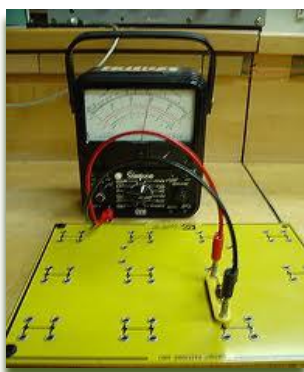
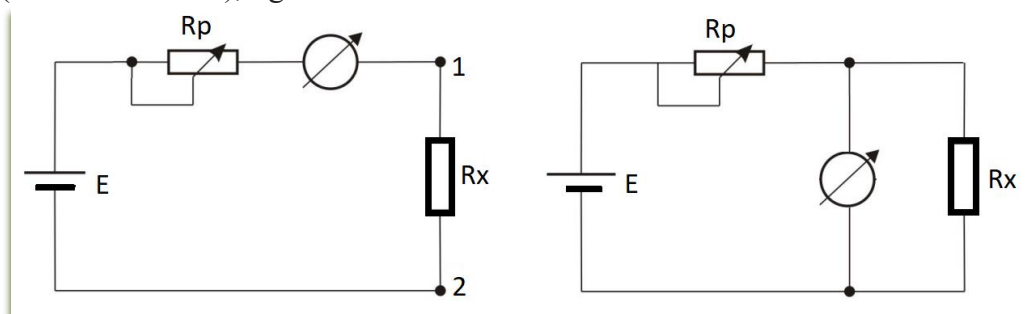


Fig. 3.35 Ommetrat elektronikë

a) ommetri shkollor

b) ommetri me tub me vakum

Ommetrat janë instrumente matëse për matjen e rezistencës. Matja e rezistencës mund të bëhet me **instrument me bobinë rrotulluese**, të përdorur si ampermetër, në një qark me një burim energjie E dhe një potenciometër R_p (rezistencë etalon), figura 3.36a.



a)

b)

Fig. 3.36 Skema elektrike e ommetrit



Përpara se të kryhet matje në këtë qark, është e nevojshme që skajet **1 dhe 2** të lidhen shkurt, kurse potenciometri të rregullohet në devijimin e plotë të shigjetës së instrumentit. Pastaj rezistenca R_X , vlera e të cilës matet, vendoset mes skajeve të njëjta (1 dhe 2). Devijimi i treguesit është në përpjesëtim të zhdrejtë me rezistencën që matet, kështu që shkalla është në zero në anën e djathtë, kurse vlerë të pafundme në anën e majtë, domethënë shkalla është e pabarabartë.

Për matjen e rezistencave më të vogla, deri në disa dhjetëra om, përdoret skema elektrik nga figura 3.36 b. Tash matja reduktohet në një instrument me një bobinë rrotulluese që përdoret si voltmetër. Shkalla e këtij lloji të ommetrit është **jolineare** dhe fillon me zero në anën e majtë, kurse një vlerë të pafundme në anën e fundit (djathtas).

Për realizimin e ommetrave elektronikë analogë me **shkallë lineare**, përdoren zgjidhjet e matjes së rezistencës duke përdorur një konvertues të rezistencës në tension, figura 3.37.

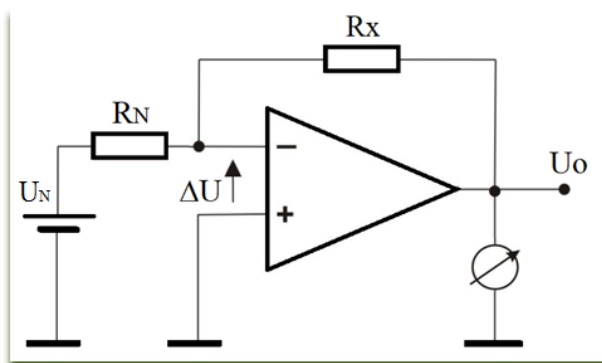


Fig. 3,37 Ommetri elektronik analog me konvertor të rezistencës në tension

Përforcuesi ka rezistencë hyrëse të madhe dhe përforcim të madh. Tensioni i matur është sasi për rezistencën e panjohur (të matur), gjegjësisht tensioni i daljes është në varësi lineare nga rezistenca e panjohur.

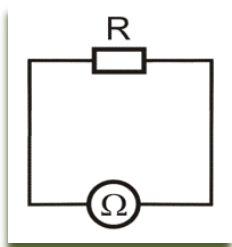
$$U_o = -U_N \cdot \frac{R_X}{R_N} \dots\dots\dots(3.37)$$

Pra, shkalla e këtij lloji të ommetrit është lineare.



Fig. 3.38 Llojet më vjetra të ommetrave elektronikë

3.5.1. MATJA E REZISTENCËS



Ommetri gjithmonë lidhet në qarkun elektrik kur nuk kalon rrymë përmes tij (figura 3.39), domethënë kur pajisja që po testojmë është e fikur. Përndryshe, rryma e qarkut mund të rrjedhë nëpër instrument dhe ta dëmtojë atë.

Fig. 3.39 Lidhja e ommetrit

Ndërprerësi rrethor vendoset në zonën e matjes së rezistencës. Gjatë matjes së rezistencës, vetë instrumenti gjeneron rrymë, prandaj, me rezistencë më të ulët devijimi i shigjetës është më i madh. Shkalla është e vendosur nga e djathta në të majtë, invers me shkallën e matjes së tensionit dhe rrymës. Shkalla është katrore.

Rezistenca matet me lidhjen paralele të ommetrit me rezistencën e dhënë. Para matjes me një ommetër analog kryhet një kontroll zero. Sondat e provës preken njëra me tjetrën, kështu që në shkallë duhet të tregohet një rezistencë prej 0 Ω . Nëse ka një devijim nga kjo vlerë, është e nevojshme të kryhet rregullimi në zero. Në instrument ka një çelës të vogël, i cili përdoret për ta rregulluar atë.

Vlera e rezistencës së matur llogaritet si produkt i numrit të ndarjeve të treguara nga shigjeta dhe numrit të shkruar në çelësin rrethor në pjesën e matjes së rezistencës.



Në figurën 3.40 tregohet një shembull i matjes së të njëjtës rezistencë në zona të ndryshme matëse.

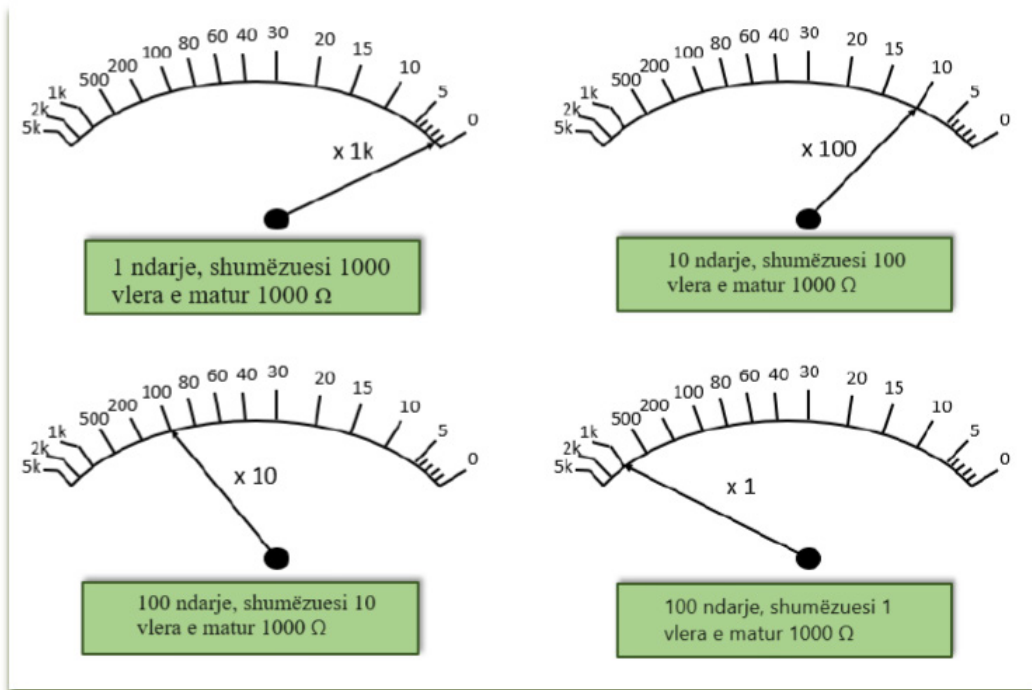


Fig. 3.40 Matja e rezistencës elektrike në zona të ndryshme matëse

3.6. MULTIMETRI ELEKTRONIK



Fig. 3.41 Multimetri elektronik për terren

Multimetri elektronik analog ose instrumenti universal nënkupton një pajisje matëse që mundëson matjen e tensioneve dhe rrymave njëkahëshe dhe alternative, rezistencës, por edhe madhësive të tjera elektrike dhe joelektrike. Instrumentet matëse universale njihen edhe si "unimetra" ose "AVO-metra". Janë të destinuar për matje në teren (figura 3.41), servisim të pajisjeve elektrike dhe elektronike, etj.

Prodhome më të thjeshta realizohen me **instrument me bobinë rrotulluese**, në kombinim me **atenautor** të përshtatshëm për **më tepër zona për matjen së tensionit**, me **rezistorë për më tepër zona matëse të rrymës** dhe një **konvertor** të rrymës alternative në rrymë njëkahëshe.

Instrumentet universale më të sofistikuara kanë edhe një **përforcues matës**, figura 3.42.

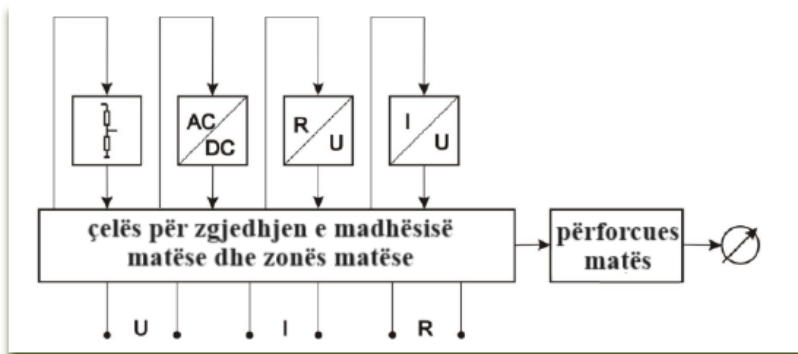


Fig. 3.42 Bllok skema e multimetrit analog elektronik

Multimetri elektronik është instrumenti matës më i përdorur, për shkak të mundësisë për të matur disa madhësi të ndryshme me një pajisje.



Fig. 3.43 Multimetri elektronik

a) Multimetër ushtarak (SHBA)

b) Multimetër laboratorik (Philips)



- ❖ Voltmetrat elektronikë analogë për tension njëkahësh janë me rezistencë hyrëse të madhe dhe ndjeshmëri shumë të lartë.
- ❖ Voltmetri elektronik analog përbëhet nga atenuatori, përforcuesi dhe indikator.
- ❖ Voltmetri gjithmonë lidhet paralel me komponentin e qarkut elektrik në të cilin matet tensioni.
- ❖ Matja e rrymës elektrike, në fakt, është matja e rënies së tensioni që krijon rryma në një rezistencë të njohur.
- ❖ Ampermetri lidhet në seri në degën intensiteti i rrymës të së cilës matet.
- ❖ Ommetri gjithmonë lidhet në qarkun elektrik kur në të nuk rrjedh rrymë elektrike.
- ❖ Instrumenti universal është pajisje matës që mundëson matjen e tensioneve alternative dhe njëkahëshe, rrymave, rezistencës dhe madhësive të tjera elektrike dhe jo elektrike.

3.7. INSTRUMENTET MATËSE DIGJITALE

Instrumentet matëse digjitale e kanë marrë emrin nga fjala angleze *digit* (shifër). Ato i shfaqin rezultatet në formën e vlerës numerike, të shfaqur direkt në ekran, d.m.th., ekran alfanumerik. Kjo është shumë më e thjeshtë për t'u lexuar, veçanërisht kur kërkohet matje dhe lexim më i saktë.

Instrumentet matëse digjitale kanë një sërë përparësish ndaj atyre analoge: kanë saktësi më të lartë (me kufirin më të vogël të gabimit prej 0,001%, për dallim nga ata analogë ku është 0,05%) janë më të besueshme, matja është më e shpejtë, nuk kanë pjesë të lëvizshme, nuk ka fërkim, inercion të mekanizmit matës, as gabim subjektiv gjatë matjes. Gjithashtu, të dhënat e matjes mund të futen drejtpërdrejt në një kompjuter për përpunim dhe analizë të mëtejme. Në këtë mënyrë realizohet edhe kontrolli i të gjithë proceseve të prodhimit.

Sigurisht, instrumentet digjitale kanë edhe disavantazhe të caktuara, ato janë më komplekse për t'u mirëmbajtur dhe riparuar dhe më vështirë ndiqen ndryshimet në rezultatet e matjeve.

Instrumentet digjitale, si ato analoge, mund të përdoren për të matur madhësi të ndryshme elektrike dhe joelektrike, por me përdorimin e konvertuesve të përshtatshëm në tension.

3.7.1. VOLTMETRI DIGJITAL

Voltmetri digjital është instrument matës elektronik me një paraqitje numerike të rezultatit dhe ka një aplikim të gjerë. Tensioni që do të matet fillimisht duhet të konvertohet me një konvertues të përshtatshëm A/D. Realizimi i instrumentit matës digjital varet nga metoda që përdoret.



Fig. 3.44 Llojet e ndryshme voltmetrash digjital

Për format alternative të tensionit sinusoidal, përdoren voltmetra për tensionin njëkahësh, të cilët gjithashtu përmbajnë një konvertues të tensionit të tensionit alternativ në analog, në të njëjtën mënyrë si edhe në instrumentet matëse analoge.

Matja e tensioneve alternative mund të realizohet edhe me digjitalizim të drejtpërdrejtë të sinjalit alternativ, pa drejtim paraprak të tij. Në këtë rast bëhet digjitalizimi si në amplitudë, ashtu edhe në kohë. Kjo mënyrë mundëson matje më të sakta, por është më e shtrenjtë dhe komplekse, prandaj përdoret vetëm për matje të sakta laboratorike të formave të tensionit alternativ jo sinusoidal.



Konvertuesit në voltmetrat digjital e shndërrojnë tensionin në intervalin kohor ose në frekuencë. **Konvertuesit A/D** janë qarqe të integruara që në dalje japin një tension në formën e impulseve drejtkëndore. **Numëruesi** numëron impulset dhe rezultati që jep në daljen e tij është i barabartë me tensionin njëkahësh të hyrjes që matet.

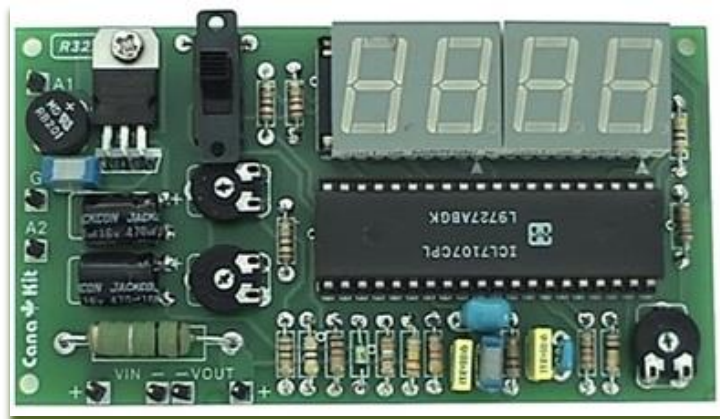


Fig. 3.45 Elementet e voltmetrit digjital (pamje reale)

Për voltmetrin digjital me më tepër zona matëse të tensionit, ashtu si edhe te ai analog, është i nevojshëm një **atenautor** (figura 3.46). Pastaj sinjali formësohet me anë të një **përforcuesi matës** (nëse është e nevojshme, kurse një drejtuesi të përshtatshëm për tensione alternative). Në bllokun tjetër kryhet konvertimi i sinjalit të tensionit me **konvertor A/D**. Në të njëjtin bllok, **numëruesi** kryen numërimin e impulseve drejtkëndore në daljen e konvertorit. Natyrisht, rezultati i numërimit (N) shfaqet në **treguesin digjital**.

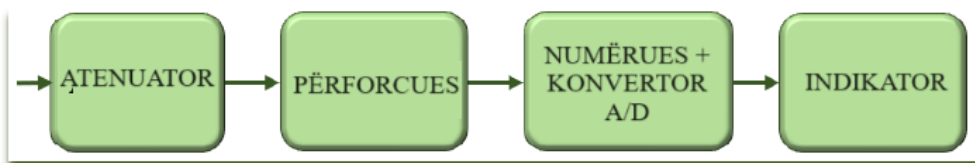


Fig. 3.46 Bllok diagrami i voltmetrit digjital

Në figurën 3.47 tregohet voltmetri digjital me konvertim të drejtpërdrejtë. Saktësia e tij varet, para së gjithash, nga saktësia e konvertorit A/D.



Fig. 3,47 Voltmetri digjital portativ

3.7.2. AMPERMETRI DIGJITAL

Matja e rrymës elektrike mund të bëhet në më tepër mënyra, por mënyra më e thjeshtë është duke matur rënien e tensionit në një rezistencë etalon. Kjo do të thotë se vlera e tij është e njohur dhe është e lidhur me qarkun në të cilin matet rryma. Me voltmetrin digjital matet rënia e tensionit në rezistencën etalon, por meqenëse është kalibruar në njësi për matje të rrymës, rezultati paraqitet drejtpërdrejt në ekranin digjital.



Figura 3.48 Ampermetri digjital



Për të matur rrymat më të mëdha, rezistenca nxehet dhe ndryshon rezistencën e saj. Kjo është arsyeja pse gabimi gjatë matjes me një ampermetër digjital është më i madh se gabimi i një voltmetri digjital.

Fig. 3.49 Ampermetrat e ndryshëm digjital



3.7.3. OMMETRI DIGJITAL

Ommetrat digjital zakonisht janë të integruar me **multimetrat** që përdoren për matje të ndryshme elektrike. Si edhe për matjen e rrymës, ashtu për matjen e rezistencës digjitale ka më tepër metoda. Megjithatë, në praktikë zakonisht përdoret matja e rezistencës së ndërmjetme, përmes matjes së tensionit.



Fig. 3.50 Llojet e ndryshme ommetrash digjital

Matja e rezistencës zakonisht kryhet duke matur rënien e tensionit në një **tensionit** me vlerë të njohur dhe të lidhur në seri me një burim energjie të tensionit të njohur. Sa më e madhe të jetë rezistenca e rezistencës së panjohur, aq më e vogël është rryma përmes qarkut dhe aq më e ulët është rënia e tensionit në të gjithë rezistencën, e cila është e integruar në instrument. Prandaj, përdoret një konvertues i rezistencës në tension. Në fakt, **ommetri digjital kthehet në voltmetër digjital me një konvertues** (figura 3.51), me ç'rast instrumenti është i kalibruar në njësitë përkatëse për rezistencë elektrike.

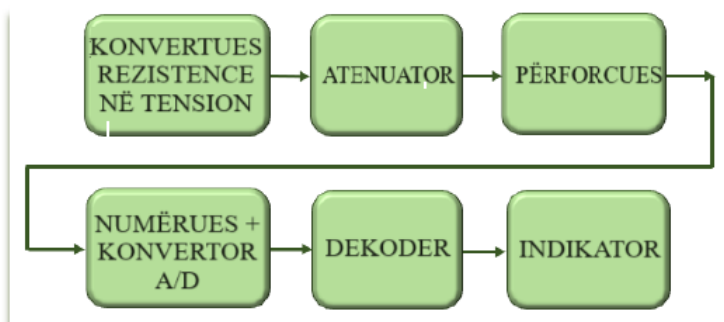


Fig. 3.51 Bllok diagrami i ommetri digjital

3.7.4. MULTIMETRI DIGJITAL

Instrumentet universale digjitale – multimetrat janë instrumente matëse për matjen e disa madhësive të ndryshme elektrike, më së shpeshti për matjen e tensioneve dhe rrymave alternative dhe njëkahëshe, rezistencës dhe përforcimin të transistorit, për kontrollimin e korrektësisë së diodave. Në kombinim me konvertuesit e duhur, ato mund të përdoren gjithashtu për të matur edhe madhësi joelektrike, për shembull, temperaturën.

Në figurën e mëposhtme (3.52) është dhënë bllok diagrami i një multimetri digjital.

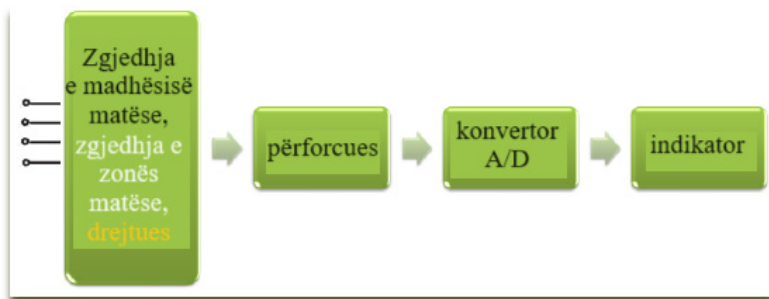
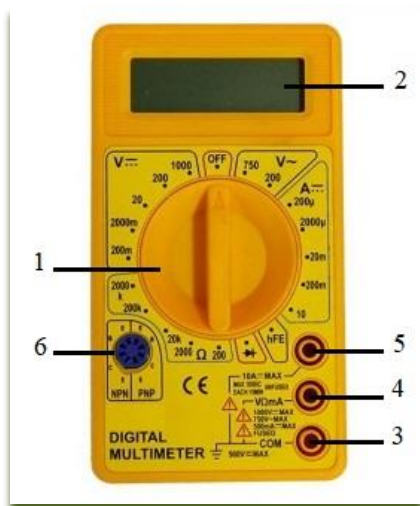


Figura 3.52 Bllok skema e multimetrit digjital

Me bllokun e parë zgjidhet madhësia e matur, zgjidhet zona matëse dhe kryhet drejtimi, në rastin e matjes së madhësive alternative. Blloku i dytë është përforcues matës me një rezistencë hyrëse mbi 10 MΩ. Në konvertuesin A/D, konvertohen madhësia analoge në digjitale dhe treguesi zakonisht është ekran alfanumerik.

Matja me multimetër digjital është shumë e thjeshtë, duke e lidhur madhësinë e matur me terminale ose prizat **përkatëse** (figura 3.53) të instrumentit dhe duke zgjedhur zonën e duhur matëse për sasinë e matur në **çelësin** e instrumentit. Në shumicën e multimetrave ka tre (si në figurë) ose katër terminale të veçantë për sondat matëse. Nëse ka katër terminale, ato janë, për shembull, e shënuar me COM, VO_{hm}, mA, 10A (për disa instrumente). Terminalet COM dhe VO_{hm} përdoren për të matur rezistencën dhe tensionin, COM dhe mA përdoren për të matur rrymën, ndërsa terminalet e shënuar 10 A dhe COM përdoren për rryma më të mëdha.



- 1 – çelësi
- 2 – ekrani
- 3 – terminali për tokëzim (masa)
- 4 – terminali për matjen e tensionit, rezistencës dhe rrymës deri në 200 mA
- 5 – terminali për matjen e rryma njëkahëshe të mëdha deri në 10 A
- 6 – baza për testimin e përforcimit të transistorit hfe

Fig. 3.53 Përshkrimi i multimetri digjital

Me multimetrat mund të maten madhësitë e lartpërmendura në një interval frekuenca deri në 10 kHz për modelet më të thjeshtat dhe deri në 1 MHz për modelet më të sofistikuar. Zakonisht janë për përdorim me 3 ½ shifra.

Kanë zona të standardizuara për matjen, për shembull:

- tensionet njëkahëshe maten në disa zona matëse nga 200 mV deri në 1000 V;
- tensionet alternative maten në zona nga 200 mV deri në 750 V për frekuenca deri në 50 Hz;
- rrymat alternative maten në zona nga 200 μ A deri në 20 A për frekuenca deri në 20 kHz;
- rrymat njëkahëshe maten në zona nga 200 μ A deri në 20 A;
- rezistenca matet në më tepër zona matëse nga 200 Ω deri në 20 M Ω .

Multimetri digjital ka një rezistencë shumë të madhe hyrëse, që do të thotë se gjatë matjes nuk e ngarkon qarkun matës.

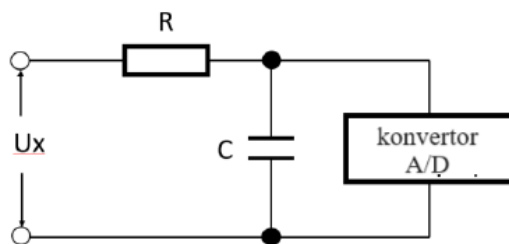


Figura 3.54 Qarku matës bazë i multimetrit digjital

Pjesë përbërëse të qarkut matës të multimetrit digjital janë: rezistenca **R**, kondensatori **C** dhe **konvertori A/D** (figura 3.54). Rezistenca dhe kondensatori shërbejnë si mbrojtje. Rezistenca parandalon që një tension më i madh se 200 mV të vijë në hyrje, kurse kondensatori eliminon përbërësit alternativ, pasi që në hyrjen e qarkut hyrës është i lejuar të shfaqet tension njëkahësh nga 0 deri në 200 mV.

Multimetri digjital, në fakt, funksionon si një voltmetër i cili për matje të madhësive të ndryshme përdor konvertor adekuat.

Edhe pse është instrument universal, teknologjia e sotme mundëson fabrikimin me një saktësi të lartë për matjet e të gjitha madhësive elektrike.

Saktësia, si edhe te llojet e mëparshme të instrumenteve, përcaktohet përmes gabimit absolut dhe relativ. Multimetrat digjital sa i përket saktësisë së tyre ndahen në tre grupe:

- Multimetra digjital me 3 ½ shifra (me burim furnizimi – bateri);
- Multimetra digjital industrialë me 4 ½ shifra dhe 5 ½ shifra (furnizohen nga rrjeti elektrik, kurse më rrallë nga një bateri);
- Multimetra digjital specialë laboratorikë me 6 ½ e më shumë shifra, saktësia e të cilëve është më e madhe se 0,01% dhe përdoren si etalone sekondare për kalibrimin e multimetrave të dy grupeve të para.

Në multimetrat me një ekran 3½ shifra, çdo shifër përbëhet nga shtatë segmente. Duke aktivizuar segmentet përkatëse mund të paraqitet çdo shifër nga zeroja në nëntë, përveç shifrës më domethënëse (e para në të majtë), e cila mund të jetë vetëm 0 ose 1. Vlera e një shifre përcakton rezolucionin e instrumentit përkatës.



Në tabelën e mëposhtme (3.1) tregohet vlera e shifrës në ekranet me numër të ndryshëm shifrash për zonën matëse prej 10 V:

Tabela 3.1 Voltmetrat digjital me numër të ndryshëm shifrash

Lloji i voltmetrit digjital	Ekrani	Vlera e shifrës-digit
3 ½	10.00	10 mV (0,01 V)
4 ½	10.000	1 mV
5 ½	10.0000	100 μV
6 ½	10.00000	10 μV
7 ½	10.000000	1 μV

Shembulli i përcaktimit të gabimit në një instrument digjital:

Voltmetri digjital me 3 ½ shifra ka një gabim total prej $\Delta U = \pm(0.2pv + 3dig)$; $A = 0.2$ dhe $B = 3$. Përcaktoni gabimin absolut dhe relativ të instrumentit, nëse për një zonë matëse prej 10 V është matur tension prej 9 V.

Gabimi total absolut i instrumenteve matëse digjitale më parë është dhënë nga shprehja 3.9:

$$\Delta = \pm(A\%pv + Bdig)$$

Zgjidhje:

Gabimi absolut:

$$\Delta U = \pm \left(0,2 \cdot \frac{1}{100} \cdot 9V + 3 \cdot 10mV \right) = \pm(0,018V + 0,03V) = \pm 0,048 V$$

Gabimi relativ:

$$\delta\% = \pm \frac{\Delta U}{U} \cdot 100 = \pm 0,0053\%$$

3.7.5. MATJA ME MULTIMETËR DIGJITAL

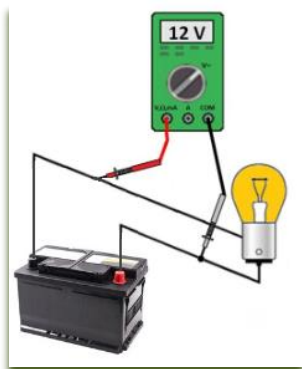


Figura 3.55 Matja e tensionit njëkahësh me multimetër digjital

Matja e tensionit njëkahësh – Së pari zgjidhet zona e matjes DC dhe lidhen kabllo me kontaktet e duhura në instrument. Më pas, skajet e kabllove (sondave) lidhen me pikat ku duhet të kryhet matja e tensionit. Gjatë kësaj, duhet kushtuar vëmendje ngjyrës së sondave matëse, sonda me **ngjyrë të kuqe** është për pikën pozitive (+), kurse sonda me **ngjyrë të zezë** është për negativën (-). Në rast se sondat janë lidhur gabimisht, një shenjë minus (-) shfaqet në ekranin e multimetrit përpara numrit, që do të thotë se ato duhet të lidhen në të kundërtën.

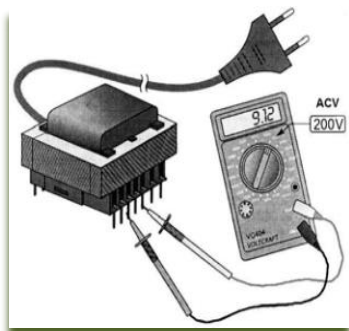


Figura 3.56 Matja e tensionit alternativ me multimetër digjital

Matja e tensionit alternativ – Zgjidhet zona matëse AC dhe lidhen sondat me pikat ku matet tensioni. Vlera e matur shfaqet në ekran. Nëse vlera e matur është plotësisht e panjohur, gjithmonë fillohet me zonën matëse më të madhe.

Matja e rrymës njëkahëshe – Gjatë matjes së rrymave njëkahëshe, sonda e kuqe lidhet me terminalin e shënuar 10 A (nëse maten rryma më të mëdha se 200 mA) ose me terminalin e shënuar me mA (për rryma më të vogla se 200 mA), si në figurën 3.57. Sonda e zezë futet në terminalin e shënuar me COM.



Figura 3.57 Termialet e instrumenti digjital për matjen e rrymës elektrike

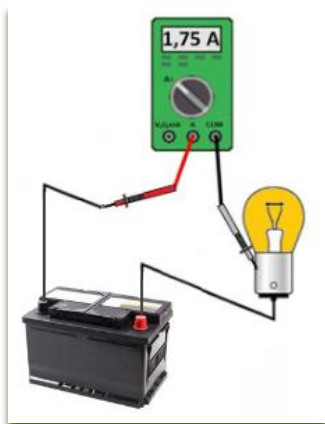


Figura 3.58 Matja e rrymës njëkahëshe me multimetër digjital

Pastaj zgjidhet zona e matjes, duke filluar nga zona më e madhe. Nëse bëhet një përzgjedhje e gabuar e zonës matëse, aktivizohet siguresa mbrojtëse. Me rastin e matjes së rrymës elektrike, instrumenti lidhet në seri me degën në të cilën kryhet matja, figura 3.58. Nëse shenja (-) shfaqet në ekranin e instrumentit përpara vlerës numerike të treguar, kjo do të thotë se sonda e kuqe dhe e zezë janë të lidhura në mënyrë të kundërt. Nëse rryma e matur është më e madhe se 10 A (ose 200 mA për terminalin tjetër), aktivizohet siguresa mbrojtëse.



Matja e rezistencës – Matja e rezistencës me multimetër digjital fillon me zgjedhjen e duke zgjedhur zonë matëse të shënuar me Ω . Sondat e instrumentit lidhen si në figurë:

Figura 3.59 Terminalët e instrumentit digjital për matjen e rezistencës

Për kontrollimin e sondave të instrumentit kryhet prekja e majave të tyre me njëra-tjetrën dhe gjatë kësaj në ekran duhet të shfaqet një rezistencë prej rreth $0,5 \Omega$. E njëjta gjë arrihet edhe me një sinjal zanor të lëshuar nga instrumenti.



Rezistenca e rezistorit matet vetëm kur **ai është i shkëputur nga qarku elektrik**, kurse sondat lidhen paralelisht me rezistorin, rezistenca e të cilit matet, figura 3.60. Për stabilizimin e vlerës në ekran duhet një kohë e caktuar, e cila është më e gjatë në rastin e rezistencave më të mëdha (për shembull, për rezistorët megom deri në disa sekonda).

Figura 3.60 Matja e rezistencës me një multimetër digjital të rrymës

Në rast se në ekran shfaqet 1 ose OL, kjo do të thotë që nuk është zgjedhur zona e duhur matëse ose qarku matës është ndërprerë, gjegjësisht njëra nga sondat nuk prek daljen e rezistencës. Gjatë matjes së rezistencës pikat matëse duhet të jenë të pastra, pa pluhur, yndyrë, të mos lyhen me llak, përndryshe, rezultatet e matjes do të jenë të pasakta.

3.7.6. VATMETRI DIGJITAL



Figura 3.61 Vatmetri digjital

Vatmetrat elektronikë janë instrumente matëse digjitale për matjen e fuqisë. Përparësitë e tyre në krahasim me instrumentet elektrodinamike janë:

- matja e fuqisë në një zonë të gjerë frekuencash (nga frekuencat e ulëta industriale deri në dhjetëra MHz);
- mungesa e mekanizmit lëvizës;
- konsumi vetanak më i vogël;
- saktësia më e madhe.

Puna e tyre reduktohet në parimin e **shumëzimit të vlerave momentale** të tensionit të **harxhuesit dhe rrymës përmes harxhuesit**. Nëse tensioni dhe rryma janë me forma valore sinusoidale mes të cilave ka një kënd fazor φ , relacionet e tyre shkruhen si më poshtë:

$$u = U \cdot \sin \omega t; \quad i = I \cdot \sin(\omega t + \varphi) \quad \dots\dots\dots(3.38)$$

Nga këtu rrjedh se vlera momentale e fuqisë është:

$$p = u \cdot i = U \cdot I \cdot \sin \omega t \cdot \sin(\omega t + \varphi) \quad \dots\dots\dots(3.39)$$

që mund të shkruhet edhe si:

$$p = u \cdot i = \frac{U \cdot I}{2} \cos \varphi - \frac{U \cdot I}{2} \cos(2\omega t + \varphi) \quad \dots\dots\dots(3.40)$$



Është e qartë se shprehja 3.40 për fuqinë momentale përbëhet **nga dy pjesë**: njëra është e pavarur nga koha (nuk ndryshon me t) dhe paraqet vlerën mesatare të fuqisë, kurse pjesa tjetër është e varur nga koha dhe ka frekuencë dyfish më të lartë.

Pra, vatmetri elektronik mund të realizohet si një qark elektronik për shumëzimin e tensionit të harxhuesit dhe rrymës përmes harxhuesit. Në daljen e shumëzuesit fitohen dy komponentë – një është masë për vlerën mesatare të fuqisë, kurse e dyta nuk është e nevojshme. Ajo është me frekuencë dyfish të lartë dhe largohet me një filtër të frekuencave të ulëta (NF), figura 3.62.



Fig. 3.62 Diagrami bllok i një vatmetri digjital

Stad kryesor në bllok skemën e vatmetrit digjital është **qarku për shumëzim**, në dy hyrjet e të cilit sillet një tension, i cili është proporcional me tensionin e harxhuesit (U) dhe një tension, i cili është proporcional me rrymën në harxhues (I). Për këtë qëllim, përdoren transformatorë matës plotësues të tensionit dhe rrymës (të cilët do të shtjellohen në njësinë modulare të ardhshme dhe që nuk janë paraqitur në këtë rast).

Qarku për shumëzim ka rolin më të madh në madhësinë e **gabimit** të vatmetrit digjital. Sinjali i tensionit në daljen e qarkut për shumëzim është produkt i dy tenseoneve hyrëse dhe është proporcional me fuqinë momentale. Ai përforcohet në **përforcues**, i cili ka një faktor përforcimi adekuat për të marrë një tension daljeje me një vlerë proporcionale me rrymën nëpër harxhues. Më pas, tensioni i daljes filtrohet me një filtër të **frekuencave të ulëta** dhe fitohet një tension njëkahësh, i cili është në përpjesëtim të drejtë me fuqinë mesatare. Ky tension **digjitalizohet** dhe matet me një **voltmetër digjital**, i cili është kalibruar në njësi përkatëse për fuqi.

Llojet e tjera të vatmetrave digjital modernë përdorin një modulator impulsi në gjerësi si qark për shumëzim. Ky stad ka saktësi të lartë dhe gabim i cili është më i ulët $\pm 0,01$ % për brezin e frekuencave deri në 200 kHz. Prandaj edhe përdoret për matjen e fuqisë në brezin e frekuencës më të përdorur, për frekuencën industriale prej 50 Hz.

3.7.7. NJEHSORI DIGJITAL PËR ENERGJINË ELEKTRIKE

Njehsori – matësi elektronik digjital është pajisje matëse me të cilën matet dhe regjistrohet energjia elektrike që ka marrë konsumatori nga sistemi i energjisë elektrike. Përdoret vetëm për rrymë alternative. Ka disa avantazhe ndaj njehsorëve klasikë (me induksion):

- nuk ka mekanizëm lëvizës,
- gabimet e matjes janë në kufij më të ngushtë,
- rezultati i matjes mund të transmetohet në distancë,
- ka një kalibrim më të thjeshtë.

Energjia elektrike **W** të cilën konsumatori e harxhon llogaritet si produkt i fuqisë dhe kohës:

$$W = P \cdot t \quad \dots\dots\dots (3.41)$$

dhe përfaqëson fuqinë e harxhuar për një kohë të caktuar. Shprehet në **kWh**.



Fig. 3.63 Njehsori digjital trefazor



Në daljen e njehsorit fitohet tension elektrik, i cili është proporcional me energjinë e konsumuar për një kohë të caktuar.

Njehsori përmban qark për shumëzim, identik me atë të vatmetrit digjital. Në modulin logjik kryhet shumëzimi i tensionit dhe rrymës, kurse me shumëzimin me kohën e kaluar fitohet sasia e energjisë elektrike të marrë, e cila shënohet në ekranin me kristale të lëngshme (LCD).

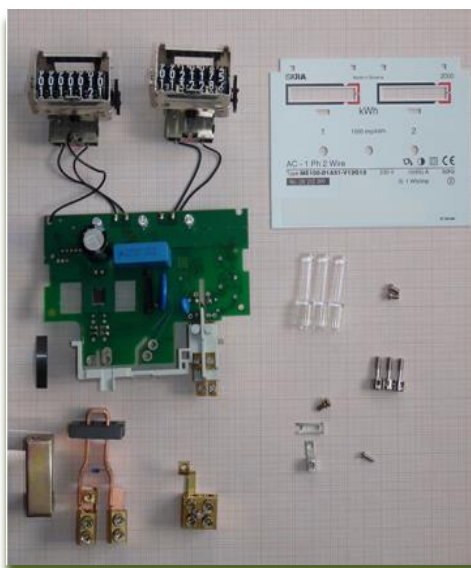


Fig. 3.64 Pjesët përbërëse të njehsorit digjital

Në varësi të llojit të lidhjeve elektrike, njehsorët mund të jenë njëfazor dhe trefazor. Njehsorët digjital trefazorë përmbajnë tre blloqe për shumëzim, pra nga një qark shumëzimi për secilën fazë. Daljet e tre qarqeve të shumëzuesit mbledhen në qarkun për mbledhje.



Fig. 3.65 Njehsori digjital njëfazor dhe trefazor

Njehsorët modern përmbajnë mikroprocesorë për përpunimin e menjëhershëm të të dhënave të arritura për tensionin, rrymën dhe kohën e kaluar, figura 3.66.

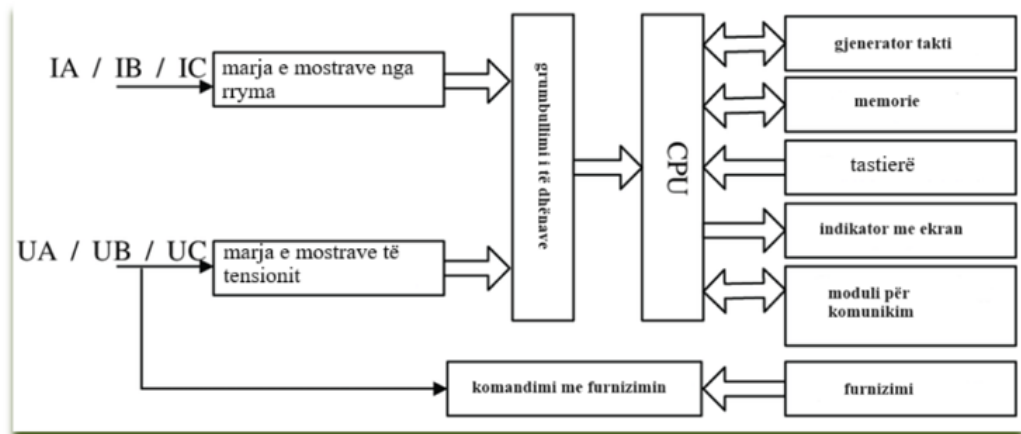


Fig. 3.66 Bllok diagrami i njehsorit digjital

Njehsorët digjitalë memorizojnë (blloku i memories) të dhënat e regjistruara, të cilat mund të transmetohen edhe në distanca (blloku i modulit për komunikim) dhe të përpunohen në një kompjuter.



Fig. 3,67 Njehsori digjital trefazor me transmetim pa tela (wireless) të të dhënave të regjistruara

Njehsorët kanë aftësinë për të matur energjinë aktive dhe reaktive dhe për të përcaktuar fuqinë maksimale në më tepër tarifa. Njehsorët dytariforë dhe me më shumë tarifa mund të regjistrojnë veçmas konsumin në periodat e përcaktuara nga sistemi tarifor. Ata e ndërrojnë tarifën në mënyrë të pavarur



përmes orës së tyre dhe kohës së memoruar për ndërrimin e tarifës. Njehsorët e tillë, përveç orës së integruar, mund të kenë edhe një marrës të integruar për menaxhimin e tonit të rrjetit, i cili merr komandat nga rrjeti dhe në bazë të tyre ndërron tarifat, ndryshon oraret e caktuara të ndërrimit ose sinkronizon orën e njehsorit.



- ❖ Instrumentet digjitale i tregojnë rezultatet me vlerë numerike në një ekran alfanumerik.
- ❖ Përparësitë e instrumenteve matëse digjitale janë saktësia më e madhe, siguria më e madhe, matin shpejtë, nuk kanë pjesë lëvizëse, fërkim, inercion të mekanizmit matës dhe gabim subjektiv gjatë matjes.
- ❖ Saktësia e voltmetrit digjital varet nga saktësia e konvertuesit A/D.
- ❖ Matja e rrymës elektrike me ampermetër digjital, në fakt është matja e rënies së tensionit në rezistencën etalon.
- ❖ Zakonisht në praktikë përdoret matja e rezistencës së ndërmjetme, nëpërmjet matjes së tensionit.
- ❖ Multimetrat digjital janë instrumente matës për matjen e më tepër madhësive të ndryshme elektrike.
- ❖ Gjatë matjes së rrymës elektrike, multimetri lidhet në seri me degën në të cilën kryhet matja.
- ❖ Rezistenca e një rezistori matet vetëm kur ai është i shkyçur nga qarku elektrik.
- ❖ Vatmetrat elektronikë janë instrumente matëse digjitale të matjen e fuqisë.
- ❖ Vatmetri elektronik realizohet si qark elektronik për shumëzimin e tensionit të harxhuesit dhe rrymës nëpër harxhues.
- ❖ Njehsori elektronik digjital është pajisje matëse me të cilin matet dhe regjistrohet energjia elektrike e harxhuar.
- ❖ Në daljen e njehsorit digjital fitohet një tension elektrik, i cili është proporcional me energjinë e harxhuar për një kohë të caktuar.

3.8. OSCILOSKOPI

Osciloskopi paraqet instrument elektronik që mundëson paraqitjen vizuale të formave valore periodike, jo periodike dhe të rastësishme të sinjaleve elektrike në formë grafike, zakonisht si funksion analitik në varësi të kohës.

Madhësia e hyrjes në osciloskop është tension elektrik, por mund të maten edhe madhësi të tjera fizike që mund të shndërrohen në tension. Në ekranin e tij në regjimin bazë të punës fitohet oscilogramt. Ai është fotografi në formë valore e madhësisë elektrike hyrëse. Për një imazh të saktë në ekran, është e nevojshme që tensioni i sinjalit gjatë kohës së ndryshimeve të tij periodike të mos ketë ndryshime, ose, të paktën ndryshimet të jenë të ngadalta.

Krahas monitorimit vizual të formave valore të sinjalit elektrik, me osciloskop mund të maten:

- amplituda, perioda, frekuenca, ndryshimi fazor i sinjalit;
- shtrembërimet jolineare;
- koha e vendosjes së sinjaleve impulsive dhe kërcimeve të tensionit;
- rryma njëkahëshe dhe alternative në mënyrë indirekte.

Osciloskopët mund të kenë një ose dy rreze elektronesh. Me osciloskop me rreze të dyfishtë mund të përcaktohet raporti relativ midis dy sinjaleve që mes tyre ka një marrëdhënie.

Osciloskopi përdoret në kërkime shkencore, në mjekësi, në prodhimin industrial, në telekomunikacione dhe për qëllime edukative. Në industrinë e automobilave gjen përdorim si instrument për qëllim të veçantë, siç është kontrolli i sistemit të ndezjes ose në mjekësi për kontrollin e funksioneve të zemrës (EKG – elektrokardiografi).

Ekzistojnë lloje të ndryshme të osciloskopëve, sipas parimit të përpunimit të sinjalit, ato mund të jenë:

- Analog (me tub katodik me një ose dy rreze);
- Digjital (me panel LCD ose LED).



3.8.1. PARIMI I FUNKSIONIMIT TË OSCILOSKOPIT ME TUB KATODIK

Osciloskopi përbëhet nga katër seksione bazë: *indikatori (tub katodik)*, *devijimit vertikal*, *devijimit horizontal* dhe *seksionit startues*.

Bloq diagrami i osciloskopit me katodë është paraqitur në figurën 3.68.

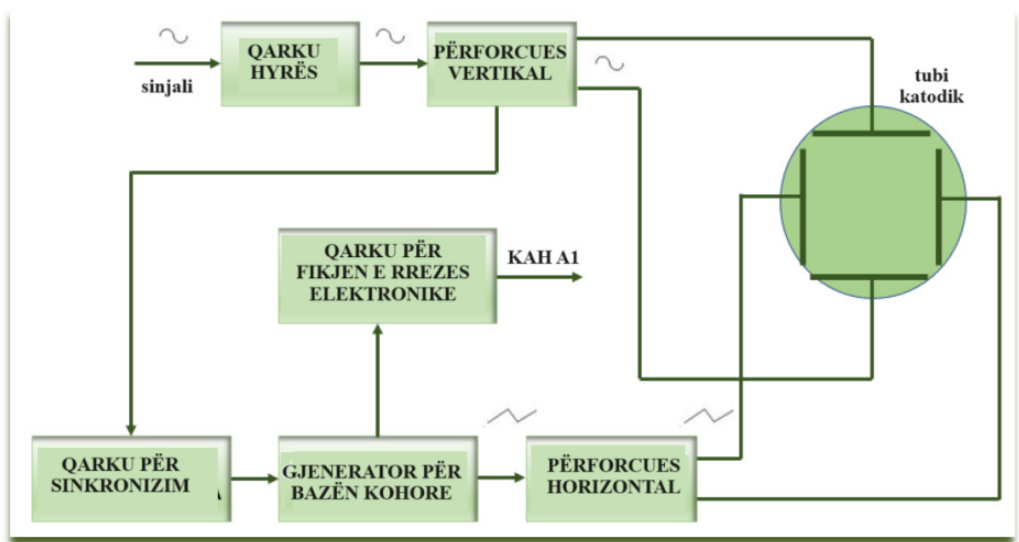


Figura 3.68 Bllok diagrami osciloskopit katodik

Si *indikator (ekran)* përdoret **tubi katodik**, paneli LCD ose LED me një rrjet vijash horizontale dhe vertikale. Tubi katodik (figura 3.69) është tub elektronik në të cilin një rreze elektronesh, e fokusuar në një pikë në pjesën e përparme të tubit, formohet fotografia në ekran. Ai përbëhet nga një **top elektronike** që emiton elektrone, një **sistem për fokusimin** e rrezeve elektronike dhe orientimin e tyre drejt ekranit, një **sistem për devijimin vertikal dhe horizontal** të rrezeve elektronike, kurse **ekran** të veshur me material prej fosfori. Ekranit ka një formë drejtkëndëshe me një diagonale prej 12 deri në 16 cm.

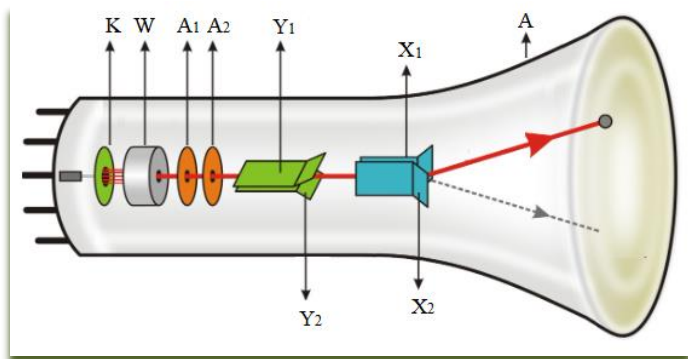


Figura 3.69 Pjesët përbërëse të tubit katodit

Topi elektronike përbëhet nga një **katoda K** me një spirale për ngrohje, nga e cila lëshohen elektrone, elektroda në formën e një rrjeti, e njohur si **cilindri i Veneltit W**, përmes së cilës kalojnë elektronet nën ndikimin e një fushe të fortë elektrike të krijuar nga një burim i jashtëm furnizimit, kurse anodat **A₁** dhe **A₂** dhe **A**. Cilindri i Veneltit është në tension negativ në raport me katodën (-20 V deri -40 V). Me ndryshimin e tensionit të cilindrit të Veneltit, rregullohet numri i elektroneve në rrezen e elektroneve, dhe në këtë mënyrë edhe intensiteti i dritës në pikën e ndritshme në ekran.

Sistemi për fokusimin dhe përsheptimin e rrezes përbëhet nga anoda **A₁**, **A₂** dhe **A**. Me anodën **A₁** fokusohet rrezja e elektronit në një rreze të hollë dhe është në një potencial pozitiv prej 300 deri në 500 V. Me anodën **A₂** përsheptohet rrezja. Taa ndodhet në një potencial prej 700 deri në 800 V. Këto potenciale konsiderohen në lidhje me katodën. Anoda **A** është bërë nga plast grafiti i aplikuar në pjesën e brendshme konike të tubit katodik në afërsi të ekranit. Ajo është e lidhur me një tension të lartë prej 2 deri në 5 kV.

Pjesa e përparme e tubit katodik – **ekrani** nga brenda është i veshur me fosfor që ka vetinë e fluoreshcencës – kur elektronet me energji të lartë kinetike godasin sipërfaqen e tij, fosfori emiton dritë. Ekranit ka vetinë të mbajë dritën për një kohë të caktuar edhe pas përfundimit të veprimit të rrezeve të elektronit, me çka mundësohet monitorimi i ndryshimeve të shpejta të sinjalit. Me veprimin e sistemit të devijimit, pika e ndritshme lëviz nëpër ekran dhe në këtë mënyrë fitohet forma valore e sinjalit të matur.



3.8.1.1. SISTEMI I DEVIJIMIT

Sistemi i devijimit përbëhet nga dy pllaka për devijimin vertikal dhe dy për devijimin horizontal të rrezeve. Me **pllakat e devijimit vertikal Y_1 dhe Y_2** , të cilat vendosen horizontalisht, rrezja e elektroneve devijohet vertikalisht, ndërsa me **pllakat e devijimit horizontal X_1 dhe X_2** , të cilat vendosen vertikalisht, rrezja elektronike devijohet horizontalisht. Dy çiftet e pllakave të devijimit janë të vendosura në mënyrë simetrike ndaj boshtit të osciloskopit dhe secila palë përfaqëson individualisht një kondensator pllakash me një kapacitet prej rreth 10 pF. Në pllakat vertikale të devijimit lidhet tensioni i sinjalit, kurse me ato horizontale tensioni i bazës kohore, i krijuar nga brenda ose i sjellë nga një burim i jashtëm për të përcaktuar kohën për të cilën rrezja e kalon shtegun përgjatë horizontales. Nëse në pllakat e devijimit nuk është lidhur tension, rrezja elektronike krijon një pikë të ndritshme në mes të ekranit.

Sinjali që do të matet sillet në pllakat vertikale ose devijuese-Y. Për shkak të ndjeshmërisë së ulët të tensionit të tubit katodik, për të fituar devijimin e duhur vertikal sinjalet hyrëse të vogla duhet të përforcohen. Për përforcimin e tensionit të sinjaleve kërkohen përforcues matës të përshtatshëm të tensionit. Për matjen e sinjalit në një brez më të gjerë matës nga më i vogli tek më i madhi, përpara **përforcuesit-Y** është vendosur një stad **ndarës i tensionit – atenuator**. Me këtë bllok mundësohet kalimi i sinjaleve me amplitudë të vogël në përforcues, kurse ato me amplitudë të madhe të dobësohen. Brezi i matjes sillet nga 1 mV deri në 20 V.

Gjatë operacionit për matjen, osciloskopi nuk duhet të mbingarkojë qarkun e matjes. Për shkak të kësaj, kurse në të njëjtën kohë të mundësohet matja e sinjaleve me një brez të gjerë frekuencash, impedanca hyrëse e përforcuesit duhet të jetë shumë e lartë, karakteristika e frekuencës mjaftueshëm e gjerë, kurse vetë përforcuesi duhet të ketë linearitet të mirë dhe të mos fut shtrembërime.

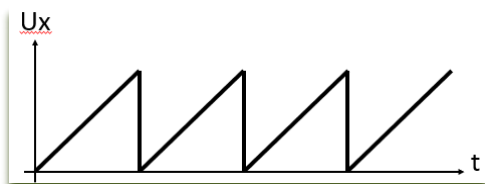


Figura 3.70 Tensioni dhëmbë-sharrë – tensioni i pllakave për devijimin horizontal

Për zhvendosjen horizontale të rrezes elektronike nëpër ekran me shpejtësi konstante dhe kthimin e tij, në pllakat për devijimin horizontal duhet të sillet tension me varshmëri lineare nga koha. Një karakteristikë të tillë ka tensioni sharrë (figura 3.70).



Tensioni sharrë ka për detyrë të devijojë rrezen elektronike horizontalisht. Në këtë mënyrë, fitohet një bazë kohore ose **bazë kohore**, e cila na lejon të monitorojmë vizualisht sinjalin në rrafshin X-Y të ekranit. Ai, gjithashtu duhet të përforcohet dhe kjo realizohet me **përforcuesin-X**. Ai duhet të ketë karakteristika të ngjashme si edhe përforcuesi-Y dhe të kalojë përmes ndarësit të tensionit për të barazuar sinjalet e vogla dhe të mëdha të bazës kohore të. Brezi i matjes sillet nga 50 ns (nanosekonda) deri në 500 ms (milisekonda).

Tensioni për bazën kohore fitohet nga një gjenerator i integruar në osciloskop (baza e brendshme kohore) ose nga një burim i jashtëm (baza e jashtme kohore).

3.8.1.2. SEKSIONI I STARTIMIT

Me seksionin e startimit përcaktohet momenti në të cilin fillon shfaqja e grafikut, gjegjësisht fillimi i grafikut të sinjalit. Startimi mund të kryhet automatikisht – të filloj gjithmonë pas paraqitjes së përfunduar të një pjese të caktuar të sinjalit, ose me një sinjal të brendshëm duke rregulluar elektronikën e vet, ose me një sinjal të jashtëm për bazën kohore.

Për ndjekjen dhe matjen e sinjaleve të tensionit me forma valore periodike kohëshkurtra është e nevojshme një bazë kohore për impuls startues (Triger), i cili kyçet vetëm kur ka sinjal në hyrjen-Y.

Në osciloskop ka të integruar bllok sinkronizimi me të cilin sinkronizohet fillimi i tensionit që matet me tensionin e bazës kohore. Në këtë mënyrë fitohet një figurë stabile. Sinkronizimi bëhet në tri mënyra:

- ** me impulse nga blloku i brendshëm për sinkronizim (INT);
- ** me tension të jashtëm për sinkronizim (EXT);
- ** me tensionin e rrjetit (50Hz).

Për lidhjen e sinjaleve të jashtme për bazën kohore dhe për startim vendoset një terminal koaksial i shënuar me TRIG/EXT.



Osciloskopi mund të funksionojë edhe në të ashtuquajturin modalitet X – Y, në të cilin shkyçet baza kohore, kurse për devijim horizontal sillet tension i jashtëm. Ky regjim përdoret për të regjistruar karakteristikat e varësisë së tensionit të hyrjes-Y nga tensioni i daljes-X (gjatë regjistrimit të karakteristikave të diodave ose të lakoreve të ciklit të histerezës së materialeve magnetike).

3.8.2. OSILOSKOPI DIGJITAL

Zhvillimi i shpejtë i teknologjisë, si dhe rritja e mundësive të komponentëve digjital dhe ulja e çmimit të tyre, çuan në depërtimin e teknologjisë digjitale në të gjitha fushat e elektronikës, duke përfshirë edhe fushën e matjeve elektrike. Zhvillimi i osciloskopëve digjital u zhvendos në dy drejtime. Njëri shpie në zhvillimin e **analizuesve logjikë** të destinuar për monitorimin e sinjalit në sistemet komplekse digjitale. Te analizuesit logjikë njohja e saktë e vlerës momentale të sinjalit nuk është e rëndësishme, e mjaftueshme është të dihet vlera logjike e sinjalit. Me rëndësi të madhe është mundësia e vëzhgimit të një numër të madh sinjalesh të pavarura (natyrisht, më shumë se dy kanalet e siguruar nga osciloskopët analogë standardë), si dhe aftësia për të monitoruar sinjalin për një periudhë më të gjatë kohore. Drejtimi tjetër në zhvillim janë **osciloskopët digjital** modernë, të cilët sipas komandave ndryshojnë minimalisht nga osciloskopët analogë dhe përfaqësojnë zbatimin e tyre digjital.

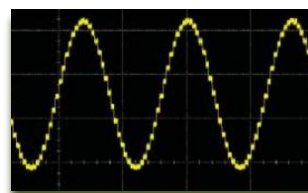
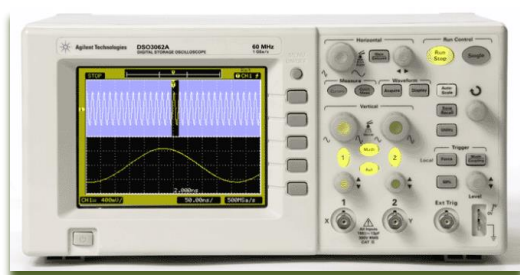


Figura 3.71 Paraqitja dhe pamja e ekranit të osciloskopit digjital

Mundësitë shtesë që ofrojnë osciloskopët digjital janë, para së gjithash, mundësia e memorizimit të rezultateve për matjen, si dhe një sërë matjesh të automatizuara të bazuara në përpunimin digjital të sinjaleve. Me osciloskopët

digjital matet vlera mesatare e sinjalit të vëzhguar, vlerën efektive, amplituda, vlerën minimale dhe maksimale, perioda dhe kohëzgjatjen e skajeve në rritje dhe në rënie të impulseve digjitale. Këto osciloskopë kanë një brez të lartë frekuencash, mundësinë e përpunimit digjital të sinjaleve në kohë reale dhe mundësinë e memorizimit të të dhënave të marra. Osciloskopi digjital mundëson monitorimin e sinjaleve me frekuenca të ulëta, gjë që nuk është e mundur me osciloskopët analogë. Me osciloskop me memorie, është e mundur që imazhi të mbahet në ekran për një periudhë më të gjatë kohore. Ai jep mundësinë për krahasimin e sinjaleve që nuk ndodhin në të njëjtën kohë.

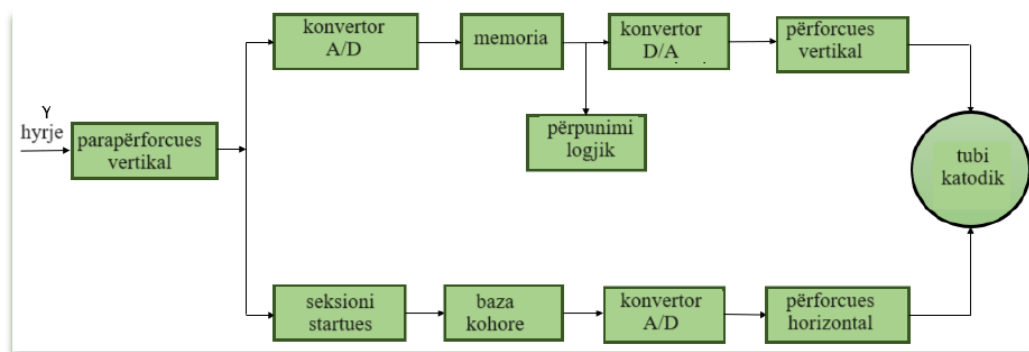


Figura 3.72 Bllok diagrami i osciloskopit digjital

Në figurën 3.72 tregohet bllok diagrami i një osciloskopi digjital. Sinjali i sjellë në hyrjen-Y, i përforcuar nga parapërforcuesi, shndërrohet në formë digjitale nga konvertuesi A/D. Sinjali digjital i fituar memorizohet dhe më pas me konvertuesin D/A horizontal dhe vertikal shndërrohet në sinjal analog që nevojitet për sistemet e devijimit. Sinjali digjital nga memoria mund të shfaqet disa herë në ekran. Disavantazhi i ekranit në frekuenca të ulëta është se sinjalet me perioda kohore të mëdha e humbin impulsin e mëparshëm para se të shfaqet impulsi tjetër. Me memorien mundësohet përsëritja e impulsit të mëparshëm njëkohësisht me impulsin vijues.

3.8.3. MATJA ME OSCIOSKOP

Për matjen e sinjalit përdoret një sondë matës, e cila mund të lidhet me çdo pikë matjeje. Për sinjalet me amplituda të mëdha në sondë është integruar atenuator, atenuator rezistent me të cilin përshtatet intensiteti i sinjalit të hyrjes me hyrjen-Y të seksionit vertikal të osciloskopit. Për këtë qëllim, në sondë është vendosur ndërprerës me pozicione të shënuara "x1" për lidhjen e drejtpërdrejtë të sinjalit pa dobësim ose "x10" me çka dobësohet sinjali dhjetë herë para se të sillet në seksionin vertikal.

Sinjali i cili matet lidhet me terminalin hyrës të seksionit vertikal (hyrja-Y). Ai është terminal koaksial me përçues qëndror dhe një mburojë të jashtme e cila lidhet me shasinë e osciloskopit. Në osciloskopin për përdorim të përgjithshëm, impedanca e hyrjes është $1\text{ M}\Omega$ me një kapacitet ekuivalent prej 20 pF të lidhur paralelisht. Në këtë terminal sillen tensione të njëkahëshe, alternative dhe të kombinuara. Tensioni i hyrjes përmes përforcuesit vertikal bartet në pllakat e devijimit vertikal dhe e devijon rrezen elektronike vertikalisht.

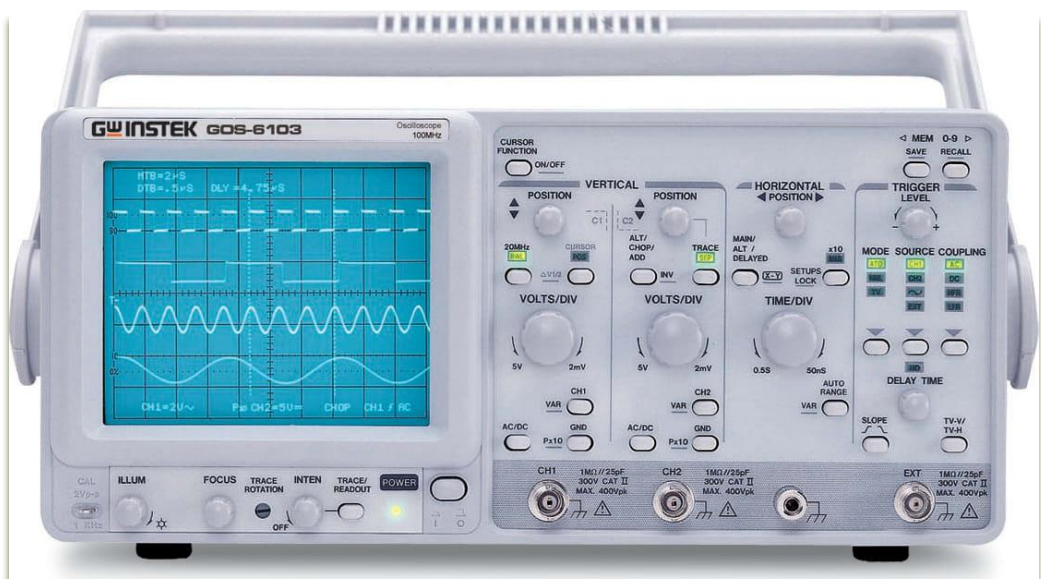


Figura 3.73 Paneli i përparmë i osciloskopit analog GW Instek GOS-6103

Në hyrjen e terminalit-Y është vendosur një çelës për llojin e sinjalit me tre pozicione: alternative (AC), tokëzim (GND) dhe njëkahëshe (DC). Për matjen e sinjaleve alternative dhe sinjalet e kombinuara me komponentë alternative dhe njëkahëshe, çelësi duhet të jetë në pozicionin AC, për ato njëkahëshe në pozicionin DC, kurse pozicioni GND shërben për të sjellë rrezen ndriçuese horizontale në pozicionin fillestar, d.m.th. në vendin e mesit të vijës horizontale të rrjetit të ekranit. Kjo bëhet para fillimit për matjen. Për zhvendosjen e tij vertikale shërben potenciometri i shënuar me V Pos.

3.8.3.1. MATJA E TENSIONIT ME OSCIOSKOP

Kur matet tension njëkahësh, çelësi duhet të jetë në pozicionin DC. Në atë pozicion, vija horizontale lëviz lart mbi vijën zero kur tensioni i matur është pozitiv, kurse poshtë nën vijën zero kur ai është negativ.

Në shtegun e sinjalit është vendosur një dobësues-atenuator me konstruksion ndarës i shumëfishtë i tensionit. Shenja e tij është V/div, kurse secila nga pozicionet e saj përcakton vlerën e tensionit të një ndarjeje vertikale të rrjetit të ekranit.

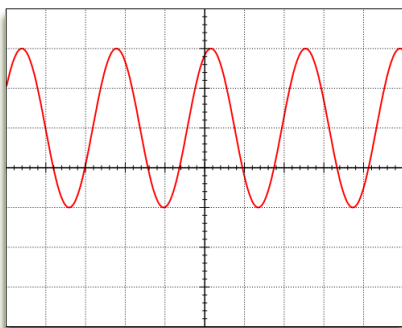
Kështu, për shembull, kur grafiku ka një amplitudë prej 5 ndarjesh dhe çelësi është në pozicionin 10 mV/div (10 milivolt për ndarje), tensioni i matur është:

$$10 \text{ mV/div} \times 5 \text{ div} = 50 \text{ mV}.$$

Në seksionin e devijimit horizontal me bazën kohore përcaktohet perioda e sinjalit të matur që shfaqet në ekran. Koha vetanake e bazës kohore të osciloskopit zgjidhet me çelësin, e shënuar me TIME/div. Kështu, nëse çelësi qëndron në pozicionin 5 msec/div, çdo ndarje horizontale (katror) e rrjetit ka vlerë prej 5 msec.

Kështu, për shembull, kur grafiku ka një periodë prej 5 ndarjesh dhe çelësi është në pozicionin 5 msec/div (5 milisekonda për ndarje), perioda e matur është:

$$T = 5 \text{ msec/div} \times 5 \text{ div} = 25 \text{ msec}.$$



Në shembullin nga grafiku të marrë me matjen e tensionit alternativ, të paraqitur në figurën 3.74, çelësi i hyrjes-Y është vendosur në pozicionin 5 V/div, çelësi i bazës kohore (zgjedhësi X) qëndron në pozicionin 5 msec/div.

Figura 3.74 Grafiku i tensionit alternativ në ekranin e osciloskopit

Përpara fillimit për matjen, çelësi i hyrjes-Y vendoset në pozicionin GND dhe me potenciometrin V POS rregullojmë vijën horizontale që të përkojë me vijën qendrore të rrjetit të ekranit.

Nga grafiku i fituar përcaktohen vlerat e mëposhtme:

- amplituda e dyfishtë e tensionit U_{pp} (nga kulmi në kulm) është:
 $U_{pp} = 4 \text{ div} \times 5 \text{ V/div} = 20 \text{ V}$
- për vlerën maksimale të tensionit fitohet:
 $U_{max} = U_{pp}/2 = 10 \text{ V}$
- vlera efektive e tensionit është:
 $U = U_{max}/\sqrt{2} = 10/\sqrt{2} = 7,1 \text{ V}$
- rënia e tensionit është:
 $T = 4 \text{ div} \times 5 \text{ msec/div} = 20 \text{ msec}$
- frekuenca është:
 $f = 1/T = 1/20 \text{ msec} = 50 \text{ Hz}$.

Zhvendosja horizontale e grafikut bëhet me potenciometër, të shënuar me H-pos, me të cilin mund të përshtatet fillimi i periodës.

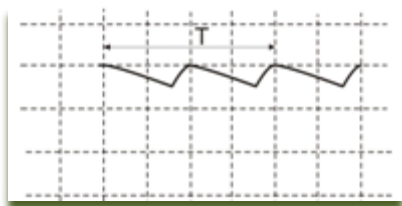


Figura 3.75 Grafiku i tensionit të kombinuar në ekranin e osciloskopit

Një shembull tjetër është matja e tensionit të kombinuar, i cili krahas komponentit njëkahëshe përmban edhe komponentë alternative. Grafiku i paraqitur nga ky shembull fitohet në një qark për drejtimin e tensionit të rrjetit, kurse matja bëhet në kondensatorin për filtrim (figura 3.75).

Çelësi i sondës matëse vendoset në pozicionin 10:1. Që të matet tensioni njëkahësh, çelësi i hyrjes-Y fillimisht vendoset në pozicionin GND dhe me potenciometrin V POS përshtatet linja horizontale në linjën më të poshtme të rrjetit të ekranit. Pastaj zgjidhet pozicioni i duhur i çelësit të hyrjes-Y, ashtu që grafiku të jetë brenda kufijve të rrjetit të ekranit. Vlera njëkahëshe e tensionit përcaktohet, siç u tregua më parë, si produkt i numrit të ndarjeve me vlerën e pozicionit të përzgjedhësit.

Kështu, për shembull, nëse zgjidhet 2 V/div, kurse në grafik numërohen 3 ndarje, vlera e tensionit njëkahësh do të jetë:

$$U = 2 \text{ V/div} \times 3 \text{ div} = 6 \text{ V, kurse për shkak të dobësimit të sondës } 6 \text{ V} \times 10 = 60 \text{ V.}$$

Nëse vlera njëkahëshe e tensionit është shumë më e lartë se ajo alternative, ndryshohen pozicionet që të jenë si për matjen e sinjaleve alternative. Pozicioni i çelësit të sondës ndryshohet në gjendjen 1:1, çelësi i hyrjes vendoset në pozicionin GND për të barazohet vija horizontale me vijën qendrore të rrjetit, çelësi i hyrjes vendoset në pozicionin 2 mV/div dhe baza kohore nuk ndryshohet.

Nga grafiku mund të fitohen vlerat e mëposhtme:

- amplituda e tensionit 1 mV
- perioda e tensionit 20 msec.

3.8.3.2. MATJA E NDRYSHIMIT NË FAZË ME OSCIOSKOP

Për matjen e ndryshimit në fazë përdoret osciloskop me dy kanale. Ajo përcaktohet sipas relacionit:

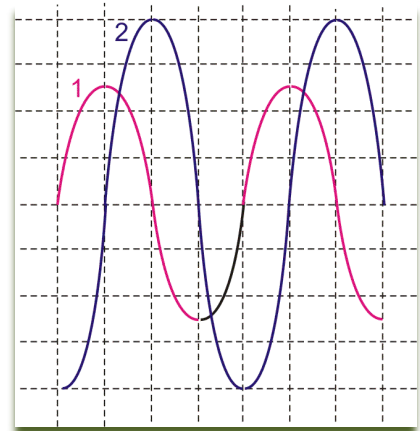
$$\varphi = 360^\circ \cdot \frac{(\text{distanca me dy grafiqeve})}{(\text{perioda})} \dots\dots\dots(3.42)$$



Vonesa në fazë e sinjalit nga kanali i dytë në raport me sinjalin nga kanali i parë, për grafikët e paraqitur në figurën 3.76, llogaritet si:

$$\varphi = 360^\circ \cdot \frac{1}{4} = 90^\circ \quad \dots\dots\dots(3.43)$$

Figura 3.76 Matja me vonesë në fazë



3.8.3.3 MATJA E RRYMËS ME OSCIOSKOP

Për të matur rrymën është e nevojshme që ajo të paraqitet si tension. Kjo bëhet thjesht duke vendosur një rezistencë me vlerë saktësisht të njohur në degën e qarkut ku duhet të matet rryma (figura 3.77). Në praktikë kjo rezistencë duhet të ketë vlerë të vogël për të reduktuar gabimin e futur gjatë matjes. Sonda e osciloskopit për hyrjen-Y lidhet me skajet rezistencës, kurse grafiku paraqet rënien e tensionit në skajet e tij dhe ai në të njëjtën kohë paraqet grafikun e rrymës. Intensiteti i rrymës përcaktohet sipas ligjit të Omit ($I = U/R$), kurse kur rryma është alternative, frekuenca e saj përcaktohet në mënyrë të njëjtë si edhe tensioni alternativ.

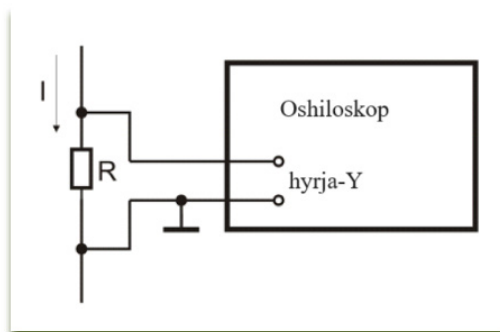


Figura 3.77 Matja e rrymës me osciloskop



- ❖ Osciloskopi është instrument elektronik për paraqitjen dhe matjen grafike të sinjaleve elektrike.
- ❖ Me osciloskopin me dy rreze mund të përcaktohet raporti mes dy sinjaleve.
- ❖ Osciloskopi përbëhet nga katër seksione bazë: indikatorit, devijimit vertikal, devijimit horizontal dhe seksioni i startimit.
- ❖ Sistemi i devijimit të osciloskopit përbëhet nga dy pllaka për devijim vertikal dhe dy për devijimin horizontal të rrezes elektronike.
- ❖ Sinjali që matet sillet në pllakat e devijimit vertikal-Y.
- ❖ Për të matur tensionin, çelësi i terminalit-Y vendoset në njërën nga tre pozicionet: alternative (AC), tokëzimi (GND) dhe njëkahëshe (DC).
- ❖ Për matjen e ndryshimit fazor përdoret osciloskopi me dy kanale.
- ❖ Gjatë matjes së rrymës me osciloskop ajo paraqitet si tension i rezistorit me një vlerë saktësisht të njohur në degën në të cilën matet.



Pyetje për verifikimin e njohurive nga Njësia modulare 3



1. Cili është dallimi mes një instrumenti matës elektrik dhe atij elektronik?
2. Cilat janë impedanca hyrëse, ndjeshmëria dhe gabimi tek instrumentet elektronike?
3. Tregoni përparësitë e instrumenteve elektronike ndaj atyre elektrike.
4. Ç'është shpejtësia e leximit?
5. Theksoni disavantazhet e instrumenteve elektronike në krahasim me ato elektrike.
6. Cila është detyra e përforcuesit matës?
7. Si definohet koeficienti i përforcimit në përforcuesin matës?
8. Çfarë paraqet procedura e kuantizimit?
9. Nga se varet gabimi total absolut të instrumentet digjitale?
10. Ç'është konvertuesi A/D?
11. Në cilën dukuri bazohet funksionimi i instrumentit me bobina rrotulluese?
12. Çfarë e lëviz bobinën lëvizëse në një instrument me bobinë rrotulluese?
13. Sipas cilit rregull përcaktohet drejtimi i forcës magnetike në një instrument me bobina rrotulluese?
14. Nxirrni ekuacionin për këndin e devijimit α në një instrument me bobinë rrotullues.
15. Sa është rryma në zonën bazë të një instrumenti me bobinë rrotulluese?
16. Si quhet procedura për zgjerimin e zonës matëse të rrymës?
17. Ç'është shunti?
18. Nxirrni ekuacionin për rezistencën e shuntit gjatë zgjerimit të zonës së matjes së rrymës.
19. Nga cilat elemente është i përbërë një instrumenti elektrik analog?
20. Nga se përbëhet mekanizmi lëvizës i instrumenteve elektronike analoge?
Si përcaktohet ndjeshmëria të instrumentet matëse analoge?
21. Sipas cilit relacion llogaritet rezultati i matjes të instrumentet matëse analoge?
22. Si lidhet një ommetër në qarkun për matjen e rezistencës?



23. Me çfarë zone matëse fillon çdo matje?
24. Shpjegoni procedurën e matjes së tensionit njëkahësh.
25. Shpjegoni procedurën e matjes së tensionit alternativ nga rrjeti i qytetit.
26. Në cilën zonë duhet përshtatur unimetri për të matur tensionin nga rrjeti i qytetit?
27. Si lidhet unimetri në qarkun elektrik për të matur tensionin?
28. Si lidhet unimetri në qarkun elektrik për matjen e rrymës?
29. Si lidhet unimetri në qarkun elektrik për të matur rezistencën?
30. Në cilën mënyrë shmanget përdorimi i instrumentit si ampermetri gjatë matjes së rrymës?
31. Pse gjatë matjes së rezistencës shkalla vendoset nga e djathta në të majtë (e kthyer mbrapsht)?
32. Si fitohet rezultati gjatë matjes së rezistencës me unimetër analog?
33. Çka do të thotë fjala digit?
34. Cilat janë përparësitë e instrumenteve digjitale?
35. Cilat janë disavantazhet e instrumenteve matëse digjitale?
36. Cilat madhësi mund të maten me një multimetër digjital?
37. Vizatoni qarkun matës bazë të multimetri digjital.
38. Për çka shërbejnë rezistenca dhe kondensatori në hyrje të qarkut matës bazë (OMC) në një multimetër digjital?
39. Për çka shërben konvertuesi A/D në multimetrin digjital?
40. Shpjegoni procedurën e përshtatjes së instrumentit dhe mënyrën e matjes së tensionit DC me unimetër digjital.
41. Shpjegoni procedurën e përshtatjes së instrumentit dhe mënyrën e matjes së tensionit AC me unimetër digjital.
42. Shpjegoni procedurën e përshtatjes së instrumentit dhe mënyrën e matjes së rrymës DC me unimetër digjital.
43. Shpjegoni procedurën e përshtatjes së instrumentit dhe mënyrën e matjes së rezistencës me unimetër digjital.
44. Cili osciloskop përdoret për krahasimin e dy sinjaleve?
45. Cila pjesë (seksion) e osciloskopit shfaq sinjalin në ekran?
46. Për çfarë lloj matjesh përdoret osciloskopi?



VERIFIKIMI TEMATIK

I Pyetje me rrethim



1. Instrumentet matëse elektronike kanë:
A) ndjeshmëri të lartë
B) impedancë të ulët në hyrje
C) gabim të madh
2. Instrumenti elektronik është instrument elektrik me:
A) konvertues të rezistencës në tension
B) konvertues A/D
C) përforcues matës
3. Në treguesit analog devijimi i shigjetës është:
A) në përpjesëtim të zhdrejtë me madhësinë e matur
B) në përpjesëtim të drejtë me madhësinë e matur.
C) i barabartë me madhësinë e matur
4. Mekanizmi në instrumentet matëse analoge elektronike është:
A) mekanik
B) elektromekanik
C) magneto-elektrik
5. Për matjen e rrymën ose rezistencës instrumentet elektronike analoge përdorin një konvertues të madhësisë së matur në:
A) tension
B) rrymë
C) rezistencë
6. Rritja e numrit të kuantëve N në procedurën e digjitalizimit:
A) rrit gabimin relativ.
B) zvogëlon gabimin relativ
C) nuk ndikon në gabimin relativ
7. Forca që shkakton lëvizjen në përçues në një fushë magnetike homogjene quhet:
A) forcë elektrike
B) forcë magnetike
C) forcë elektromagnetike



8. Bobina rrotulluese është prej:
- A) mangani
 - B) bakri
 - C) alumini
9. Për zgjerimin e zonës matëse të rrymës në instrumentin me bobinë rrotulluese, përdoret:
- A) rezistencë me koeficient të temperaturës negativ
 - B) pararezistenca
 - C) shunti
10. Klasa e saktësisë së shuntit duhet të jetë:
- A) më e lartë se klasa e instrumentit
 - B) më e ulët se klasa e instrumentit
 - C) e barabartë me klasën e instrumentit.
11. Për zgjerimin e zonës matëse të tensionit në një instrumenti me bobinë rrotulluese, përdoret:
- A) rezistencë me koeficient pozitiv të temperaturës
 - B) rezistencë
 - C) shunt
12. Pararezistenca në instrumentin me bobinë rrotulluese përbëhet nga:
- A) bakri
 - B) mangani
 - C) bronzi
13. Për një instrument me më tepër zona matëse përdoret:
- A) ndarës kapaciteti
 - B) ndarës induktiviteti
 - C) ndarës rezistence
14. Instrumenti me bobinë rrotulluese mat:
- A) vetëm rrymat dhe tensionet njëkahëshe
 - B) vetëm rrymat dhe tensionet alternative
 - C) rryma dhe tensione njëkahëshe dhe alternative



15. Elementi bazë i konvertuesit të madhësive alternative në njëkahëshe është:
- A) kondensatori
 - B) transistori
 - C) dioda
16. Në instrumentet analoge për tension alternativ, shkalla është e kalibruar për të treguar:
- A) vlerën mesatare
 - B) vlerën maksimale
 - C) vlerën efektive
17. Saktësia e voltmetrit digjital varet më së shumti nga saktësia e:
- A) përforcuesit
 - B) numëruesit
 - C) konvertorit A/D
18. Ampermetri digjital përdoret për të matur:
- A) rezistencën
 - B) fuqinë
 - C) rrymën
19. Vatmetrat elektronikë përdoren për të matur:
- A) tensionin
 - B) fuqinë
 - C) rezistencën
20. Njehsori digjital mat:
- A) fuqinë elektrike
 - B) energjinë elektrike
 - C) rrymën elektrike
21. Osciloskopi është instrument elektronik i cili madhësinë e matur e shfaq:
- A) në formë grafike
 - B) në formë numerike
 - C) në formë teksti



II Pyetje me plotësim

1. Instrumenti elektrik analog duke përdorur _____ shndërrohet në një instrument matës elektronik me ndjeshmëri të lartë.
2. Roli themelor i përforcuesve matës është të përforcojë madhësinë e matur deri në nivelin e kërkuar për të kryer matje të _____.
3. Parametri bazë i përforcuesit matës është _____.
4. Shndërrimi i madhësive analoge në digjitale realizohet me _____.
5. Drejtimi i forcës elektromagnetike përcaktohet sipas Rregullës së dorës së _____.
6. Këndi i rrotullimit të bobinës është në përpjesëtim të _____ me rrymën që kalon nëpër bobinë.
7. Rryma për të cilën instrumenti ka devijimin maksimal është zona matëse _____.
8. Procedura për zgjerimin e zonës së matjes së rrymës është _____.
9. Nëse instrumenti matës duhet të ketë disa zona matëse të tensionit, kjo realizohet duke përdorur _____.
10. Madhësia e matur në instrumentin analog lexohet me numrin e _____ në shkallë.
11. Karakteristika të voltmetrave elektronikë analogë për tension njëkahësh janë _____ dhe _____.
12. Voltmetri është gjithmonë i lidhur me komponentin _____ e qarkut elektrik në të cilin kryhet matja e tensionit.
13. Matja e rrymës elektrike është matje e _____ që rryma e shkakton nëpër një rezistencë të njohur.
14. Ampermetri lidhet _____ me degën në të cilën matet intensiteti i rrymës.
15. Ommetri gjithmonë lidhet në qarkun elektrik kur nëpër të _____ rryma elektrike.
16. Rezistenca matet me lidhjen _____ të ommetrit me rezistencë të dhënë.



17. Instrumentet matëse universale njihen edhe si _____.
18. Vatmetrat elektronikë janë instrumente matëse digjitale për matjen e _____.
19. Njehsori digjital përdoret vetëm për rryma _____.
20. Njehsorët me dytarifor dhe me më shumë tarifa mundet _____ vetëm ta regjistrojnë konsumin në periodat e përcaktuara nga sistemi tarifor.
21. Osciloskopi është i përbërë nga katër seksione bazë: _____, _____ dhe _____.
22. Sinjali që të matet sillet në pllakat devijuese _____.
23. Për matjen e ndryshimit fazor përdoret osciloskop _____.



III Detyra

Shembuj:

1. Të dimensionohet një shunt për instrument me bobina rrotulluese me rezistencë $R_i = 100 \Omega$ dhe rrymë të zonës bazë matëse $I_i = 10 \text{ mA}$. Instrumenti duhet të ketë zonë matëse prej 100 A .

Zgjidhje:

$$n = I/I_i = 100/0,01 = 10000$$

$$R_s = R_i/n - 1 = 100/10000 - 1 = 0,010001 \Omega$$

2. Le të jepet një multimetër digjital gabimi i të cilit është $\Delta = \pm (0.3\% + 1 \text{ dig})$. Nëse instrumenti është me $3 \frac{1}{2}$ shifra kurse zona e matjes është 20 V , llogaritni gabimin absolut të instrumentit gjatë matjes në këtë zonë matëse.

Zgjidhje:

$$\Delta = \pm \left(\frac{0,3 \cdot U_{MP}}{100} + 10 \text{ mV} \right) = \pm \left(\frac{0,3 \cdot 20 \text{ V}}{100} + 10 \text{ mV} \right)$$

$$\Delta = \pm (0,06 \text{ V} + 10 \text{ mV}) = \pm 70 \text{ mV}$$

Zgjidh detyrat e mëposhtme:

3. Të dimensionohet një shunt për një instrument me bobinë rrotulluese me rezistencë $R_i = 50 \, \Omega$ dhe rrymë të zonës bazë matëse $I_i = 20 \text{ mA}$. Instrumenti duhet të ketë një brez matës prej 90 A .
4. Çfarë zone do të fitohet në një instrument me bobinë rrotulluese që ka një rezistencë të brendshme prej $100 \, \Omega$ dhe një rrymë në zonën matëse bazë prej 20 mA nëse përdoret një shunt me rezistencë prej $1 \, \Omega$?
5. Instrumenti me bobinë rrotulluese me rezistencë $R_i = 100 \, \Omega$ dhe rrymë në devijim të plotë prej $I_i = 10 \text{ mA}$ duhet të përdoret si voltmetër me zonë matëse $U = 50 \text{ V}$. Të dimensionohet vlera e pararezistorit.
6. Zgjidh detyrën 2 nga shembujt për një zonë matëse prej 200 V .
7. Voltmetri digjital me $4 \frac{1}{2}$ shifra ka një gabim total prej $\Delta U = \pm(0.4\%pv + 2 \text{ dig})$. Të përcaktohet gabimi absolut dhe relativ i instrumentit nëse në zonën e matjes prej 10 V është matur një tension prej 6 V .
8. Për sa ndarje do të lëvizë gjilpëra e voltmetrit nëse tensioni i matur është 220 V , zona e matjes është 500 V , kurse shkalla është me 100 ndarje?
9. Sa është vlera e një ndarje nga detyra 8?



4. TRANSFORMATORËT MATËS

**Duke mësuar përmbajtjet e kësaj njësie
modulare nxënësi do të mësojë:**

- **të përdorë transformator matës të rrymës dhe tensionit**
 - **të përshkruajë konstruksionin dhe shenjat e transformatorëve matës të rrymës dhe tensionit**
 - **të lidhë dhe të kontrollojë shënimin e skajeve të terminaleve të transformatorëve matës të rrymës dhe tensionit.**
- 





4. TRANSFORMATORËT MATËS

Gjatë matjes së vlerave relativisht të vogla të tensionit, rrymës dhe fuqisë, përdoren instrumente matëse standarde (voltmetra, ampermetra dhe vatmetra), të cilët aty për aty kyçen në qarkun e rrymës matëse. Megjithatë, për të matur vlerat më të mëdha të madhësive elektrike, instrumentet matëse duhet të kenë një konstruksion special – që do të thotë përmasa të mëdha, të cilët nuk janë praktik për t'u përdorur. Prandaj, në kushtet e tensionit të lartë dhe rrymave të mëdha, zona matëse e instrumenteve zgjerohet me **transformatorë matës**, roli i të cilëve është të transformojnë rrymën dhe tensionin e reparteve në madhësi që mundësojnë matjen e tyre me instrumente standarde.



Fig. 4.1: Transformatori matës

Duke zbatuar transformatorët matës:

- instrumentet dhe pajisjet matëse izolojnë nga tensioni i lartë në qarkun matës, me çka thjeshtohet konstruksioni i tyre, kurse përdorimi i tyre është më i sigurt;
- rrymat dhe tensionet e matura me vlera të ndryshme gjithmonë transformohen në të njëjtat vlera nominale (rryma prej 1 A, 2 A dhe 5 A dhe tensione prej 100 V, 200 V, $100/\sqrt{3}$ V dhe $200/\sqrt{3}$ V), me çka ulet numri i instrumenteve matëse të nevojshme dhe mundësohet prodhimi serik i tyre;
- instrumente dhe pajisje matëse me realizime të veçanta të transformatorëve matës janë të mbrojtur nga ndikimet termike dhe dinamike të rrymës së qarkut të lidhur shkurt;
- mundësia e largimit të instrumenteve dhe pajisjeve matëse me qëllim mbrojtjen e tyre nga fushat e forta elektrike dhe magnetike, me çka rritet saktësia e matjes.

Transformatorët matës përbëhen nga një bërthamë e prodhuar nga materiali magnetik dhe një mbështjellje parësore dhe dytësore të cilat mes veti janë të ndara dhe të izoluar, në varësi të madhësisë së tensionit në qarkun matës. Mbështjelljet primare lidhen me qarkun matës, ndërsa në mbështjelljet dytësore lidhen instrumentet matëse. Transformatorët matës janë një lloj i veçantë i transformatorëve, si për nga ndërtimi, ashtu edhe për nga qëllimi i tyre. Në varësi të qëllimit, performancës dhe mënyrës së lidhjes në qarkun matës, transformatorët matës mund të jenë:

- **transformatorë matës të tensionit dhe**
- **transformatorë matës të rrymës.**

4.1. TRANSFORMATORËT MATËS TË TENSIONIT



Fig. 4.2: Transformatori matës i tensionit

Transformatorët e tensionit (fig. 4.2) shërbejnë për transformimin e vlerave të të larta të tensionit që do të mundësojnë përdorimin e instrumenteve matëse standarde. Me këtë sigurohet edhe punë më e sigurt për njerëzit që punojnë me instrumentet. Transformatorët e tensionit janë të dizajnuar ashtu që me saktësi e zvogëlojnë tensionin në një vlerë të standardizuar prej 100 V dhe paraqesin një ngarkesë të papërfillshme të tensionit që matet. Përdoren për matjen e tensioneve elektrike nga 500 V deri në 500 kV.

4.1.1. LIDHJA E TRANSFORMATORËVE MATËS TË TENSIONIT

Mbështjelljet e transformatorëve matës të tensionit zakonisht janë bërë nga përçuesi i bakrit. Përçuesit e bakrit kanë prerje tërthore rrethore dhe janë të izoluar me llak.



Mbështjellja primare e transformatorit matës të tensionit, përmes siguresave, lidhet në paralel me qarkun matës (fig. 4.3), ndërsa instrumentet matëse lidhen paralelisht me mbështjelljen sekondare, me ç'rast tensioni sekondar duhet të jetë në fazë me primarin. Mbështjellja sekondare lidhet përmes një sigurese

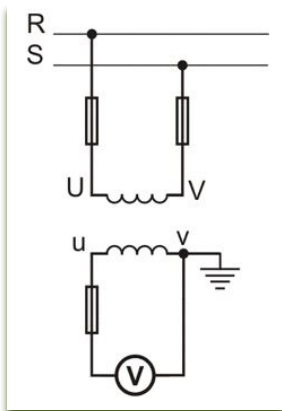


Fig. 4.3: Skema e lidhjes së transformatorit matës të tensionit

me instrumentin matës, me përjashtim të terminaleve që janë të tokëzuara. Nëpër mbështjelljen sekondare të transformatorit matës të tensionit do të rrjedhin rryma shumë të vogla nga arsyeja se instrumentet matëse të lidhura – voltmetri, mbështjellja e tensionit të vatmetrit, njehsorët dhe pajisjet për mbrojtjen e tensionit kanë rezistencë të lartë hyrëse. Për këto arsye transformatori matës i tensionit projektohet dhe dimensionohet të funksionojë në **regjimin e punës pa ngarkesë – boshe** për tension primar të dhënë. Ndryshe nga transformatorët e rrymës, mbështjellja e sekondarit e transformatorëve matës të tensionit nuk duhet të jetë në qark të shkurtër.

Sipas llojit të izolimit të përdorur midis mbështjelljeve, dallojmë disa lloje të transformatorëve:

- me izolim të thatë (për tensione më të ulëta);
- me izolim vaji (për tensione më të larta);
- me gaz SF₆ (heksafluorid squfuri).

Sipas konstruksionit, dallojmë dy lloje bazë të transformatorëve matës të tensionit:

- transformatorë matës i tensionit të izoluar dypolar dhe
- transformatorë matës i tensionit të izoluar njëpolar.



Dallimi midis këtyre dy transformatorëve matës të tensionit është se transformatori i izoluar dypolar ka dy terminale të tensionit të lartë që janë të izoluar nga shtëpiza e transformatorit, kurse transformatori i tensionit i izoluar njëpolar (fig. 4.4) ka një terminal të tensionit të lartë, ndërsa skaji tjetër është i tokëzuar.

Fig. 4.4: Transformatori i tensionit i izoluar me një pol

Në sistemet trefazore, transformatori matës i tensionit lidhet mes fazës dhe tokëzimit. Ky tension paraqet tensionin nominal të transformatorit. Ai shprehet si $U/\sqrt{3}$, ku me U shënohet tensioni ndërfazor. Në fig. 4.5 është treguar skema e lidhjes së tre transformatorëve matës të tensionit të izoluar njëpolar në lidhjen në yll.

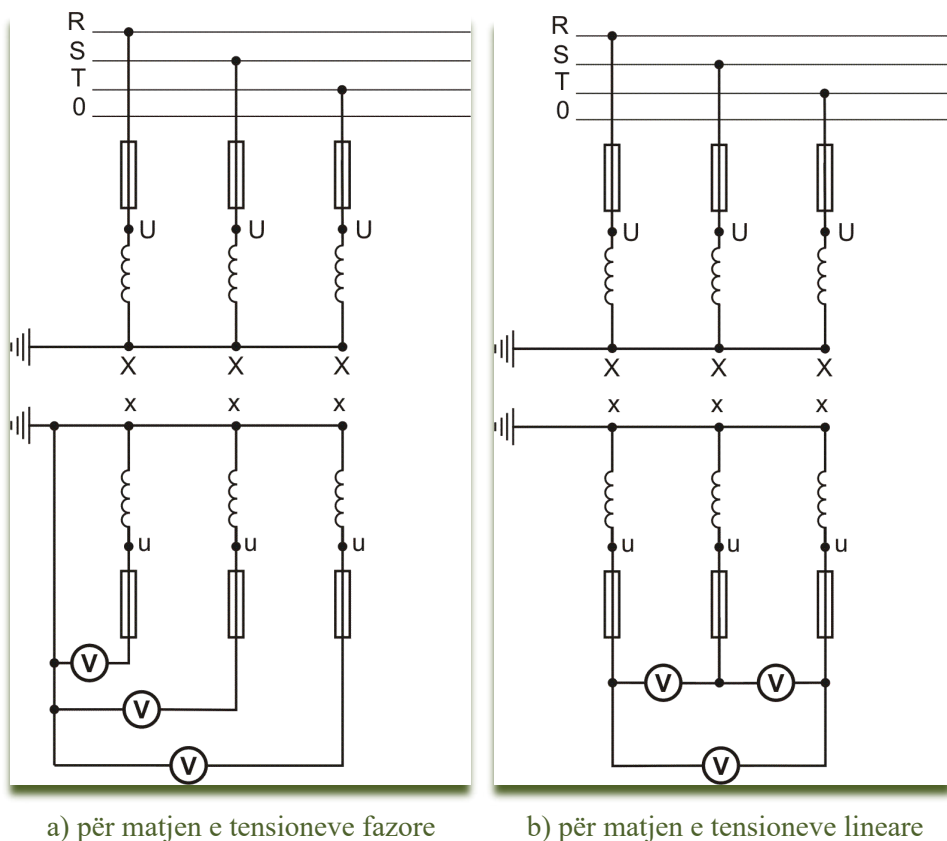


Fig. 4.5: Diagrami i lidhjes së tre transformatorëve matës të tensionit të izoluar njëpolar

Ylli (X) tokëzohet. Me ndihmën e një lidhjeje të tillë mund të maten të tre tensionet e linjave (ndërfazore) U_{ST} , U_{RS} , U_{RT} (fig. 4.5 b), si dhe tensionet individuale fazore U_R , U_S , U_T (fig. 4.5 a). Mes terminaleve sekondare u dhe yllit x lidhet voltmetër, rele për sinjalizimin e kontaktit me tokën, vatmetër tresistemor ose njehsor tresistemor.



4.1.2. SHËNIMI I TRANSFORMATORËVE MATËS TË TENSIONIT

Terminalet e anës parësore të transformatorit të izoluar dypolësh (sipas shenjave VDE-Verband Deutscher Elektrotechniker) **shënohen** me shkronjat e mëdha **U** dhe **V**, ndërsa në anën dytësore me shkronjat e vogla **u** dhe **v** përkatësisht. Në transformatorët e reparteve, terminali v zakonisht është i tokëzuar. Në transformatorin e tensionit të izoluar njëpolësh, terminalalet në anën parësore shënohen me shkronjat e mëdha **U** dhe **X**, ndërsa në anën dytësore me shkronjat e vogla **u** dhe **x**, përkatësisht, ku terminalalet **X** dhe **x** janë të tokëzuara. Përveç terminaleve **u** dhe **x**, transformatori i tensionit të izoluar njëpolësh mund të ketë edhe mbështjellje ndihmëse për sinjalizimin e kontaktit me tokën me shenjat **e** dhe **n**.

Në tabelën 4.1. tregohen mënyra të ndryshme të shënimit të transformatorëve matës të tensionit.

Tabela 4.1: Shënimi i transformatorëve matës të tensionit

Transformatorët matës të tensionit	Shënimi sipas shenjave VDE (gjermane)	Shënimi sipas shenjave IEC (Komiteti ndërkombëtar për elektroteknikë)	Raporti i transmetimit të tensionit
E pa tokëzuar – dypolëshe 1 mbështjellje sekondare			10 000/100 V
E pa tokëzuar – mbështjellja primare dypolëshe me dy pjesë 1 mbështjellje sekondare			2x35000/100 V

E pa tokëzuar – dypolëshe 1 mbështjellje sekondare me terminale			5 000 – 10 000/100 V
I tokëzuar- njëpolësh 1 mbështjellje matëse 1 mbështjellje ndihmëse			$10\,000/\sqrt{3}$ $100/\sqrt{3}$ $100/3$ V

Mbështjelljet primare dhe sekondare lidhen përmes siguresave të tensionit të lartë. Krahas transformatorëve matës të izoluar njëpolësh dhe dypolësh, ekzistojnë edhe *transformatorë matës trefazorë të tensionit*, të cilët në anën primare shënohen me shkronjat e mëdha **U, V, W** dhe **X**, kurse në anën sekondare, përkatësisht me shkronjat e vogla **u, v, w** dhe **x**. Për shkak të saktësisë së vogël, këta transformatorë përdoren shumë rrallë në praktikë.

4.1.3. KARAKTERISTIKAT TEKNIKE TË TRANSFORMATORËVE MATËS TË TENSIONIT

Karakteristikat teknike të transformatorit matës të tensionit i jep prodhuesi. Njohja e tyre është e nevojshme për zgjedhjen e drejtë sipas kërkesave të definuara të cilat duhet ti plotësojë transformatori matës i tensionit. Në karakteristikat teknike përfshihen:

- tensioni primar nominal;
- tensioni sekondar nominal;
- raporti nominal i transmetimit;
- tensioni primar;
- tensioni sekondar;
- klasa e saktësisë;
- ngarkesa nominale.



Tensioni primar nominal U_{1n} është tensioni primar për të cilin është prodhuar transformatori matës i tensionit. Zakonisht, tensione primare nominale janë vlera të unifikuara prej: 1; 3; 10; 20; 35; 60; 110; 220 dhe 30 kV.

Tensioni sekondar nominal U_{2n} është tensioni i transformuar në mbështjelljen sekondare, kur në mbështjelljen primare është lidhur tensioni primar nominal. Zakonisht transformatorët matës të tensionit standardizohen për një tension sekondar nominal prej 100 V.

Raporti nominal i transmetimit k_n i transformatorit matës të tensionit është saktësisht i njohur dhe ka vlerë konstante. Përcaktohet si raporti i tensionit primar nominal U_{1n} dhe tensionit sekondar nominal U_{2n} :

$$k_n = \frac{U_{1n}}{U_{2n}} \dots\dots\dots(4.1)$$

Tensioni nominal primar i transformatorëve matës është i barabartë me tensionin nominal të rrjetave elektrike. Në një transformator matës të tensionit të izoluar dypolësh, tensioni primar nominal është i barabartë me tensionin primar mesfazave (i linjave) të rrjetit (p.sh. 35 kV), ndërsa në transformatorin matës të tensionit të izoluar njëfazor është i barabartë me tensionin e fazës së rrjetit (p.sh., $35/\sqrt{3}$ kV). Në rastin e parë tensionet sekondare nominale standarde janë 100 V, kurse në rastin e dytë në transformatorët matës të tensionit të izoluar njëpolësh $100/\sqrt{3}$ V. Raporti i transmetimit të transformatorit matës shprehet si $10\,000/\sqrt{3}/100/\sqrt{3}$ V, për një sistem njëfazor, ndërsa, nga ana tjetër, për sistemin dyfazor me $10\,000$ V/100 V.

Tensioni primar U_1 është tensioni që është objekt i matjes, domethënë tensioni që është i lidhur me mbështjelljen primare. Ndryshimet e lejuara në vlerën e tensionit primar, për të njëjtën klasë saktësie, janë nga 0.8 deri në $1.2U_{1n}$.

Tensioni sekondar U_2 është tensioni që induktohet në mbështjelljen sekondare të transformatorit, i cili, në fakt përfaqëson tensionin që matet. Nga raporti nominal i transmetimit k_n , raporti i tensionit primar U_1 dhe tensionit dytësor U_2 :

$$k_n = \frac{U_1}{U_2} \dots\dots\dots(4.2)$$

llogaritet vlera e tensionit primar të matur U_1 :

$$U_1 = k_n \cdot U_2 \dots\dots\dots(4.3)$$

Transformatorët matës të tensionit prodhohen në pesë **klasa të saktësisë**, në varësi të madhësisë së gabimit relativ. Në tabelën 4.2. janë theksuar madhësitë e lejuara të tensionit dhe gabimit fazor për klasat përkatëse të saktësisë.

Tabela 4.2: Gabimet e lejuara të tensionit dhe fazës për klasat përkatëse të saktësisë

Klasa e saktësisë	Zona e tensionit	Gabimi i tensionit	Gabimi në fazë	
			minuta	centiradian
0,1	0,8...1,2 Un	±0,1%	±5	±0,15
0,2	0,8...1,2 Un	±0,2%	±10	±0,3
0,5	0,8...1,2 Un	±0,5%	±20	±0,6
1,0	0,8...1,2 Un	±1,0%	±40	±1,2
3,0	0,8...1,2 Un	±3,0%	Nuk është përcaktuar	Nuk është përcaktuar

Për matje precize laboratorike përdoren transformatorët matës të tensionit të klasës 0.1 dhe 0.2, për matje kontrolli në reparte klasa 0.5, klasa 1 për matje në reparte ku nuk kërkohet saktësi e lartë dhe për reletë klasa 3.

Gabimi i tensionit ΔU [%] përcaktohet si:

$$\Delta U [\%] = \frac{k_n \cdot U_2 - U_1}{U_1} \cdot 100 \dots\dots\dots(4.4)$$

Gabimi fazor δ_u është pasojë e ndryshimit fazore δ ndërmjet tensioni sekondar dhe primar të transformatorit matës dhe shprehet në minuta ose



centiradian. Gabimi fazor është pozitiv në rastin kur vektori i tensionit sekondar paraprin në raport me vektorin e tensionit primar.

Ngarkesa nominale është ngarkesa në mbështjelljen sekondare që nuk duhet të tejkalohet. Zakonisht transformatorët matës të tensionit prodhohen për ngarkesa nominale prej 5; 15; 30 dhe 60 VA.

4.2. TRANSFORMATORËT MATËS TË RRYMËS



Fig. 4.6
Transformatori
matës i rrymës

Transformatorët e rrymës përdoren për të transformuar vlera të mëdha të rrymës alternative gjatë tensioneve të ulëta, në vlera që lejojnë përdorimin e releve dhe instrumenteve matëse standarde. Përdoren edhe në qarqet me tension të lartë për matjen e rrymave pavarësisht nga intensiteti i tyre. Në një figurën 4.6 është treguar pamja reale e një transformatori matës të rrymës.

4.2.1. LIDHJA E TRANSFORMATORËVE MATËS TË RRYMËS

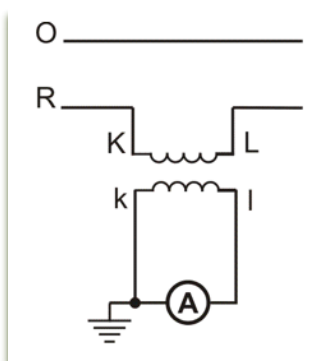


Fig. 4.7 Skema e lidhjes
së transformatorit matës të
rrymës

Janë të përbërë nga mbështjellja primare dhe sekondare, qarku magnetik dhe izolimi. Mbështjellja primare përbëhet nga një ose disa mbështjellje me prerje tërthore relativisht të madhe, ndërsa mbështjellja sekondare përbëhet nga një numër më i madh mbështjellash me prerje tërthore relativisht të vogël. Mbështjellja primare e transformatorit të rrymës lidhet në seri në qarkun matës (figura 4.7), ndërsa rryma sekondare duhet të jetë në fazë me primaren. Instrumentet matëse, si ampermetrat, bobinat serike të vatmetrave, njehsorët dhe pajisjet

për mbrojtje nga rryma lidhen në seri me mbështjelljen sekondare. Për shkak të ngarkesës së vogël të mbështjelljes sekondare, regjimi i punës i transformatorit të rrymës praktikisht është **regjim i lidhjes së shkurtër**.

Transformatorët e rrymës prodhohen me bërthamë të hapur (të prerë) ose të mbyllur. Në pjesën e prerë të bërthamës integrohet në sondë induktive. Bërthama e prerë mund të hapet, kurse në këtë mënyrë thjeshtohet montimi i tyre në një instalim ekzistues. Do të thotë, ato vendosen rreth linjave ekzistuese pa i ndërprerë ato. Ky konstruksion i transformatorit matës të rrymës njihet si **darë të rrymës** (fig. 4.8). Duke lëshuar dorezat e darës së rrymës mbyllet bërthama magnetike rreth përcjellësit të mbuluar që përfaqëson mbështjelljen parësore. Në skajet e mbështjelljes sekondare, e cila ndodhet në pjesën e palëvizshme të bërthamës magnetike, është i lidhur një ampermetër i përshtatshëm me shkallë në të cilën lexohet direkt vlera e matur.



Fig. 4.8: Llojet e ndryshme të darëve të rrymës

Në qarqet sekondare të transformatorëve të rrymës nuk duhet të instalohet siguresë. ***Mbështjellja sekondare patjetër të jetë e tokëzuar!*** Për të shmangur ngrohjen e tepërt të transformatorit të rrymës, qarku sekondar nuk duhet të jetë i hapur ose të hapet gjatë kohës së funksionimit. Përndryshe, transformatori kalon në regjimin pa ngarkesë. Atëherë tensioni sekondar arrin vlerat deri në disa mijëra volt, gjë që paraqet një rrezik të madh për operatorin që operon me transformatorin. Pra, nga sa u theksua shihet se sa e rëndësishme është kërkesa për ***lidhje të shkurtër të mbështjelljes sekondare të transformatorit të rrymës direkt ose të mbyllur përmes instrumenteve matëse.***



Vlera nominale e rrymës sekondare ka një vlerë të unifikuar prej 5 A, për transformatorët matës të rrymës, kurse 1 A, për transformatorët e rrymës për mbrojtjen rele. Vlera nominale e rrymës primare varet nga zbatimi i transformatorit të rrymës dhe mund të ketë vlerë nga 10 A e deri në disa mijëra amper. Dallojmë transformatorë të rrymës për tensione të ulëta dhe për nivele me më shumë tensione. Transformatorët matës të rrymës për tensione të ulëta realizohen me izolim nga rrëshira epokside me të cilën mbushet qarku magnetik dhe mbështjellja sekondare. Këta transformatorë janë të destinuar për instalime të brendshëm. Në rrjetet me tensione më të larta se 38 kV, transformatorët matës të rrymës prodhohen me izolimin e vajit të transformatorit, midis dy mbështjelljeve, si dhe mes mbështjelljeve dhe qarkut magnetik. Këta transformatorë janë të destinuar për instalim të jashtëm.

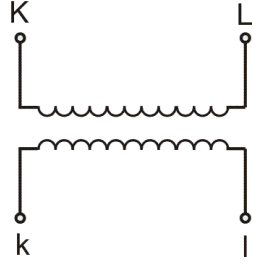
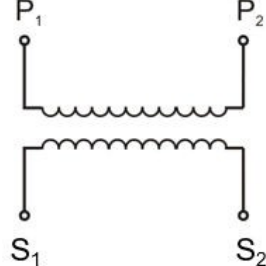
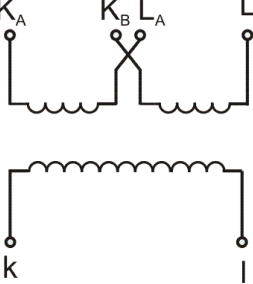
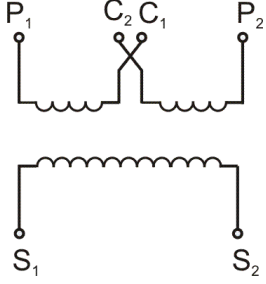
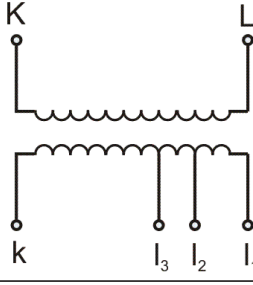
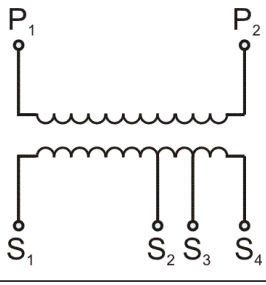
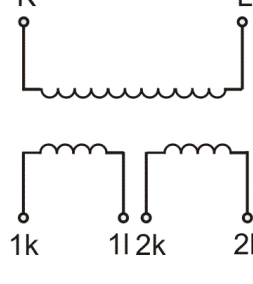
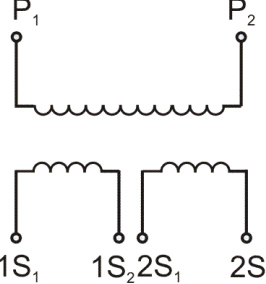
4.2.2. SHËNIMI I TRANSFORMATORËVE MATËS TË RRYMËS

*Termialet në anën primare të transformatorit matës të rrymës (sipas shënimeve VDE) **shënohen** me shkronja të mëdha **K** dhe **L**, kurse në anën sekondare me shkronja të vogla **k** dhe **l**, përkatësisht. zakonisht, terminali k tokëzohet.*

Mbështjellja sekondare e transformatorit matës të rrymës mund të përbëhet nga një numër më i madh mbështjellash dhe bërthama magnetike të veçanta me karakteristika të njëjta ose të ndryshme. Në atë mënyrë, transformatorët e rrymës mund të jenë me dy bërthama matëse (mbështjellje sekondare) me klasa të ndryshme saktësie ose me bërthamë matëse dhe mbrojtëse. Në mbështjelljen e parë lidhen instrumentet matëse, që është edhe arsyeja që të prodhohet me një klasë më të lartë saktësie. Ndërsa në mbështjelljen mbrojtëse lidhen qarqet e rrymave të pajisjeve për mbrojtje dhe prodhohet me klasë më të ulët saktësie. Ky lloj i transformatorit matës të rrymës përdoret në rrjete ku krahas matjes së rrymës është i nevojshëm edhe furnizimi i i pajisjeve mbrojtëse.

Në tabelën 4.3 janë treguar mënyra të ndryshme të shënimit të realizimeve të ndryshme të transformatorëve matës të rrymës.

Tabela 4.3: Shënimi i transformatorëve matës të rrymës

Transformatorët matës të rrymës	Shënimi sipas shenjave VDE (gjermane)	Shënimi sipas shenjave IEC (Komiteti ndërkombëtar për elektroteknikë)	Raporti i transmetimit
1 mbështjellje primare 1 bërthamë 1 mbështjellje sekondare			100/1 A
mbështjellja primare me dy pjesë 1 bërthamë 1 mbështjellje sekondare			2x100/1 A
1 mbështjellja primare 1 bërthamë 1 mbështjellje sekondare me terminale			1000/1 A 500/1 A 200/1 A
1 mbështjellja primare 2 bërthama 2 mbështjellja sekondare			100/1/1 A



4.2.3. KARAKTERISTIKAT TEKNIKE TË TRANSFORMATORËVE MATËS TË RRYMËS

Karakteristikat teknike të transformatorit matës të rrymës i jep prodhuesi. Njohja e tyre është e nevojshme për një zgjedhje të saktë sipas kërkesave të definuara që duhet të plotësojë transformatori matës i rrymës. Në karakteristikat teknike përfshihen:

- rryma nominale primare;
- rryma nominale sekondare;
- raporti nominal i transmetimit;
- rryma primare;
- rryma sekondare;
- klasa e saktësisë;
- ngarkesa nominale;
- rryma termike;
- rrymë dinamike;
- faktori i sigurisë.

Rryma nominale primare I_{1n} është intensiteti i rrymës për të cilën është dimensionuar transformatori matës i rrymës dhe i ka vlerat e mëposhtme të unifikuara: 5; 15; 20; 30; 40; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 750; 1000; 1500; 2000; 3000; 4000; 5000 dhe 7500 A. Rryma nominale primare mund të ketë vlera edhe më të vogla se 1 A: 0,25 A; 0,5 A; 0,75 A; 1 A dhe 2,5 A.

Rryma nominale sekondare I_{2n} është rryma sekondare dhe ka një vlerë të unifikuar prej 5 A ose 1 A.

Raporti nominal i transmetimit k_n i transformatorit matës të rrymës përcaktohet si raporti i rrymës nominale primare I_{1n} dhe rrymës nominale dytësore I_{2n} :

$$k_n = \frac{I_{1n}}{I_{2n}} \dots\dots\dots(4.5)$$

Rryma primare I_1 është rryma që është objekt i matjes, d.m.th. rryma që rrjedh nëpër mbështjelljen primare. Ndryshimet e lejuara të vlerës së rrymës primare, për të njëjtën klasë saktësie, janë deri në 1.2 I_{1n} .

Rryma dytësore I_2 është rryma që rrjedh nëpër mbështjelljen sekondare të transformatorit, pra rryma që matet me instrumentin matës. Nga raporti nominal i transmetimit k_n , gjegjësisht nga raporti i rrymës primare I_1 dhe rrymës sekondare I_2 :

$$k_n = \frac{I_1}{I_2} \dots\dots\dots(4.6)$$

llogaritet vlera e rrymës primare të matur I_1 :

$$I_1 = k_n \cdot I_2 \dots\dots\dots(4.7)$$

Transformatorët matës të rrymës prodhohen në gjashtë klasa të saktësisë: 0.1; 0.2; 0.5; 1; 3 dhe 5. Në tabelën 4.4 janë paraqitur madhësitë e gabimeve të lejuara të rrymës dhe fazës për klasat përkatëse të saktësisë.

Tabela 4.4: Gabimet e lejuara të rrymës dhe fazës për klasat përkatëse të saktësisë

Klasa e saktësisë	$\pm$ gabimi i rrymës $\Delta I\%$					$\pm$ gabimi në fazë δi							
	0,1 I_n	0,2 I_n	0,5 I_n	1,0 I_n	1,2 I_n	në minuta				në centiradian			
						0,1 I_n	0,2 I_n	1,0 I_n	1,2 I_n	0,1 I_n	0,2 I_n	1,0 I_n	1,2 I_n
0,1	0,25	0,10	/	0,1	0,1	10	8	5	5	0,3	0,24	0,15	0,15
0,2	0,50	0,35	/	0,2	0,2	20	15	10	10	0,6	0,45	0,30	0,30
0,5	1,00	0,75	/	0,5	0,5	60	45	30	30	1,8	1,35	0,90	0,90
1	2,00	1,50	/	1,0	1,0	120	90	60	60	3,6	2,70	1,80	1,80
3	/	/	3	/	3	/	/	/	/	/	/	/	/
5	/	/	5	/	5	/	/	/	/	/	/	/	/

Për matje të sakta laboratorike përdoren transformatorë matës të rrymës me klasa 0.1 dhe 0.2; për matjet e fuqisë në reparte me klasën 0.5; ndërsa me klasat 1, 3 dhe 5 përdoren reletë për komandim.

Gabimi i rrymës ΔI [%] definohet si:

$$\Delta I [\%] = \frac{k_n \cdot I_2 - I_1}{I_1} \cdot 100 \dots\dots\dots(4.8)$$



Gabimi në fazë δ_i është pasojë e ndryshimit fazor ndërmjet rrymës sekondare dhe primare të transformatorit matës dhe shprehet në minuta ose centiradian. Gabimi në fazë nuk ka ndikim në saktësinë e matjes, përveç në rastin kur në sekondar kyçet mbështjellja me rrymë e vatmetrit ose njehsorit.

Ngarkesa nominale shprehet përmes fuqisë së dukshme të lidhur me mbështjelljet sekondare të transformatorëve të rrymës dhe ka këto vlera të unifikuara: 5; 10; 15; 30; 45; 60 dhe 90 VA.

Rryma termike I_{term} [kA] përfaqëson vlerën efektive të rrymës përmes mbështjelljes primare kur mbështjellja sekondare është në qark të shkurtër, ndërsa temperatura e ngrohjes së transformatorit është ekuivalente me vlerën e komponentit njëkahëshe të rrymës dhe ka vlerën rreth $100 I_{1n}$.

Rryma dinamike I_{din} [kA] përfaqëson vlerën maksimale të rrymës primare kur mbështjellja sekondare është në qark të shkurtër, kurse gjatë kësaj të mos vij deri te dëmtimi mekanik i transformatorit.

Faktori i sigurtisë F_s tregon se sa është e lejuar rritja e rrymës primare mbi vlerën e saj nominale, ndërkohë gabimi nuk duhet të jetë më i madh se 10%.

4.3. KONTROLLI I SHENJIMIT TË SKAJEVE TË TERMINALEVE TË TRANSFORMATORËVE MATËS

Shënimi i skajeve të terminaleve në vendin tonë është sipas shenjave të VDE. Nëse shenjat nuk ofrohen, duhet të kryhet një kontroll shenjave. Vëmendje e veçantë duhet t'i kushtohet lidhjes së transformatorëve matës gjatë matjes së fuqisë, faktorit të fuqisë dhe energjisë.

Me qarkun e paraqitur në fig. 4.5, shënimi i skajeve të terminalit të transformatorëve matës mund të kontrollohet lehtësisht dhe shpejt. Në anën primare të transformatorit matës nëpërmjet një çelësi është i lidhur një burim i tensionit njëkahësh, kurse në anën sekondare instrument për matjen e tensionit njëkahësh – voltmetër.

Nëse në qarkun e figurës 4.9 lidhja në anën primare të transformatorit

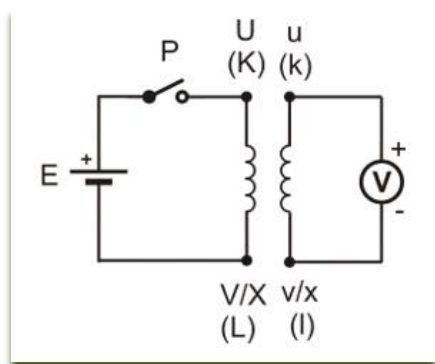


Fig. 4.9: Qarku për të kontrollin e shënimit të skajeve të terminalit të transformatorëve matës

U (K) është i lidhur me polin pozitiv të burimit njëkahësh E, edhe pas mbylljes së çelësit P, në voltmetër fitohet një devijim pozitiv, atëherë në anën sekondare plusi i instrumentit është i lidhur me terminalin u. (k). E njëjta gjë vlen edhe për lidhjen tjetër të transformatorit matës. Në atë rast, nëse në bobinën primare rrjedh rrymë prej U (K) drejt terminalit V/X (L), në anën sekondare rryma do të rrjedhë në drejtim nga u (k) përmes instrumentit drejt terminalit v/x (l).



➤ Për të matur vlera më të mëdha të madhësive elektrike, zona matëse e instrumenteve zgjerohet me transformorë matës.

- Transformatorët matës mund të jenë transformorë matës të tensionit dhe transformorë matës të rrymës.
- Transformatorët e tensionit shërbejnë për transformimin e vlerat e larta të tensioneve të cilat do të mundësojnë përdorimin e instrumenteve matëse standarde.
- Mbështjellja sekondare e transformorëve matës të tensionit nuk duhet të jetë në qark të shkurtër.
- Raporti nominal i transmetimit të transformatorit matës të rrymës definohet si raport i rrymës nominale primare dhe rrymës nominale sekondare.
- Mbështjellja sekondare e transformorëve të rrymës duhet të jetë e tokëzuar.



**Pyetje për verifikimin e njohurive
nga Njësia modulare 4**



1. Për çfarë shërbejnë transformatorët matës?
2. Shpjegoni se si janë të lidhur transformatorët matës të rrymës dhe tensionit në qarkun matës.
3. Si zgjerohet zona matëse e instrumenteve në kushte të tensionit të lartë dhe intensitetit të lartë të rrymave?
4. Shpjegoni ndërtimin e transformatorëve matës.
5. Në cilat mbështjellje të transformatorëve matës lidhen instrumentet matëse?
6. Çfarë lloj izolimi përdoret gjatë ndërtimit të transformatorëve matës?
7. Si realizohen transformatorët matës të tensionit?
8. Vizato skema të lidhjes së tre transformatorëve matës të tensionit të izoluar njëpolësh.
9. Si shënohen terminalet e anës primare të transformatorit të izoluar dypolësh?
10. Si shënohen terminalet e anës sekondare të transformatorit të izoluar njëpolësh?
11. Si lidhet mbështjellja primare e transformatorit të rrymës në qarkun matës?
12. Me çfarë bërthamash prodhohen transformatorët e rrymës?
13. Shpjegoni parimin e matjes me darët e rrymës.
14. Pse duhet të jetë e tokëzuar mbështjellja sekondare e transformatorit matës të rrymës?
15. Si shënohen terminalet e transformatorëve matës të rrymës?
16. Definoni nocionet rrymë nominale primare dhe sekondare.
17. Çka paraqet raporti nominal i transmetimit?
18. Me cilat klasa të saktësisë prodhohen transformatorët matës të rrymave?
19. Si përcaktohet një gabim i rrymës?
20. Si realizohet kontrolli i shënimit të skajeve të terminaleve të transformatorëve matës?

VERIFIKIMI TEMATIK

I Pyetje me rrethim (Rretho përgjigjet e sakta)



1. Cila mbështjellje e transformatorëve të rrymës duhet të jetë e tokëzuar?
A) primarja
B) sekondarja
2. Cila mbështjellje e transformatorëve matës të tensionit nuk duhet të jetë në qark të shkurtër?
A) primarja
B) sekondarja
3. Terminalet e anës primare dhe sekondare e transformatorit të izoluar dypolësh, sipas shenjave VDE, shënohen me shkronja (përkatësisht):
A) K, L (primare) dhe k, l (sekondare)
B) U, V (primare) dhe u, v (sekondare)
C) U, X (primare) dhe u, x (sekondare)

II Pyetje me plotësim

1. Nëpërmjet mbështjelljes sekondare të transformatorit matës të tensionit do të rrjedhin rryma _____ për arsye se instrumentet matëse të lidhura kanë një rezistencë të lartë në hyrje.
2. Me raport të rrymës nominale primare dhe rrymës nominale sekondare definohet _____ e transformatorit matës të rrymës.
3. Transformatorët e rrymës të realizuar me bërthamë të prerë, në të cilët integrohet një sondë induktive, quhen _____.
4. Transformatorët matës të rrymës prodhohen në _____ klasa të saktësisë.



5. METODAT E MATJEVE PËR MATJEN E MADHËSIVE ELEKTRIKE DHE JOELEKTRIKE

**Duke mësuar përmbajtjet e kësaj njësie
modulare nxënësi do të mësojë:**

- të kryejë matje me aplikimin e metodës u-i
 - të shfrytëzojë ura matëse dhe kompensator për matjen e madhësive elektrike
 - të sqarojë funksionet e shndërruesve-konvertuesve matës potenciomëtrik, tenzomëtrik, induktiv, kapacitiv, piezoelektrik, termoelektrik, termorezistiv dhe digjital.
- 





5. METODAT E MATJEVE

Ekzistojnë më tepër metoda matëse për matjen e madhësive bazë elektrike. Matjet ndahen në të drejtpërdrejta (direkte) dhe të tërthorta (indirekte).

Me **matjet e drejtpërdrejta** nënkuptojnë përcaktimin e vlerës numerike të madhësisë së matur të shprehur me njësinë e saj matëse, domethënë duke përdorur një instrument elektrik të përshtatshëm.

Matjet indirekte përdoren për të përcaktuar vlerat numerike të madhësive që përfshihen në një dukuri të caktuar fizik dhe janë në lidhje me madhësinë që matim, sipas një ligji të caktuar fizik. Më pas, duke përdorur një relacion të caktuar me anë të llogaritjes, fitohet vlera numerike e madhësisë së matur. Kjo do të thotë që matjet indirekte kryhen duke përdorur metoda të ndërmjetme për matjen. Metodatat bazë të ndërmjetme janë: metoda nul, metoda diferenciale, metoda e zëvendësimit dhe metoda e krahasimit të drejtpërdrejtë.

- Gjatë **metodës nul**, madhësia e matur krahasohet me një vlerë saktësisht të njohur të një madhësie me karakter të barabartë. Në momentin e balancimit, shigjeta e instrumentit matës tregon zero, prej nga vjen edhe emri i metodës. Saktësia e matjes varet nga ndjeshmëria e instrumentit të përdorur. Një shembull tipik i përdorimit të metodës nul është matja e rezistencës, induktivitetit dhe kapacitetit me ndihmën e **urave** ose matja e rrymës dhe tensionit duke përdorur metodën e **kompensimit**.
- Në **metodën diferenciale**, matja konsiston në krahasimin e vlerës së madhësisë së matur me një vlerë referente të së njëjtës madhësi, kurse diferenca e fituar regjistrohet në mënyrë të duhur.
- **Metoda e zëvendësimit** konsiston në zëvendësimin e madhësisë së matur me një vlerë saktësisht të njohur – etalon në të njëjtin devijim të instrumentit tregues. Kjo metodë përdoret në matje të sakta të rezistencës, induktivitetit dhe kapacitetit.
- **Metoda e krahasimit të drejtpërdrejtë** përdoret për të testuar saktësinë e një instrumenti matës duke e krahasuar atë me një instrument etalon. Për shembull, testimi i saktësisë së njehsorit të energjisë elektrike me një matës – etalon.

Në praktikë, si më e thjeshta, më së shumti përdoret metoda e drejtpërdrejtë, por për matje laboratorike më të sakta përdoren metodatat krahasuese.

5.1. MATJA E REZISTENCËS ME MATJE TË TENSIONIT DHE RRYMËS (METODA U-I)

Metodat më shpesh të përdorura për matjen e vlerave të madhësive elektrike pasive (rezistencës, kapacitetit, induktivitetit) janë metodat U-I. Këto metoda bazohen në përdorimin e voltmetrit dhe ampermetrit për të matur, përkatësisht tensionin dhe rrymën. Madhësia e vlerës së panjohur matet në mënyrë indirekte dhe vlerësohet në bazë të raportit përkatës të madhësive elektrike të matura.

Duke matur intensitetin e rrymës njëkohëshe I që rrjedh nëpër rezistencën me rezistencë të panjohur R , duke matur rënien e tensionit në atë rezistencë U dhe bazuar në ligjin e Omit, vlera e rezistencës mund të llogaritet nga relacioni:

$$R = \frac{U}{I} \dots\dots\dots(5.1)$$

Sipas mënyrës së lidhjes së ampermetrit dhe voltmetrit, përdoren dy skema, e tensionit (figura 5.1 a)) dhe rrymës (figura 5.1 b)). Në **skemën e tensionit** ampermetri lidhet në seri me burimin e furnizimit U , ndërsa në skemën e rrymës voltmetri lidhet paralelisht me burimin e furnizimit. Skema e tensionit përdoret për të matur "rezistenca të vogla", rezistenca që janë shumë më të vogla se rezistenca e brendshme e voltmetrit. **Qarku i rrymës** përdoret për të matur "rezistenca të mëdha", rezistenca që janë shumë më të mëdha se rezistenca e brendshme e ampermetrit.

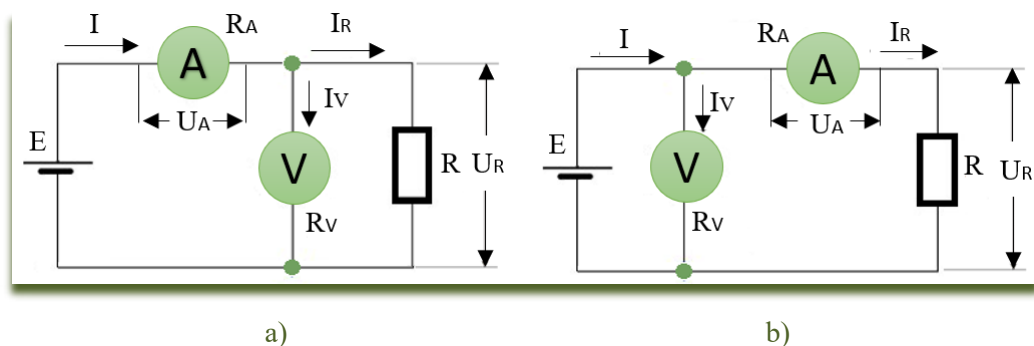


Fig. 5.1: Matja e rezistencës me ampermetër dhe voltmetër



Në skemën e lidhjes nga figura 5.1 a) rryma I matet me ampermetër, ndërsa tensioni në skajet e harxhuesit U_R matet me voltmetër. Madhësia e rezistencës së panjohur R llogaritet sipas relacionit:

$$R = \frac{U_R}{I_R} = \frac{U_R}{I - I_V} = \frac{U_R}{I - \frac{U_R}{R_V}}$$

R_V – rezistenca e brendshme e voltmetrit

I_V – rryma përmes voltmetrit

I_R – rrymë përmes harxhuesit R

U – tension në skajet e harxhuesit..... (5.2)

Meqenëse rezistenca e brendshme e voltmetrit R_V është shumë e madhe, rrjedh se $I_V \ll I$, përafërsisht mund të merret se rezistenca e panjohur R është e barabartë me raportin e tensionit të matur U_R dhe rrymës së matur I .

Në skemën e lidhjes nga figura 5.1 b) rryma përmes harxhuesit I_R matet me ampermetër, kurse me voltmetër tensioni i tensionit të lidhur njëkohësisht U . Rezistenca e panjohur R llogaritet sipas relacionit:

$$R = \frac{U_R}{I_R} = \frac{U - U_A}{I_R} = \frac{U - I_R \cdot R_A}{I_R}$$

R_A – rezistenca e brendshme e ampermetrit

U_A – tension në skajet e ampermetrit

..... (5.3)

Meqenëse rezistenca e brendshme e ampermetrit R_A është shumë e vogël, përsëri mund të merret përafërsisht se rezistenca e panjohur R e barabartë me raportin e tensionit të matur U me rrymën e matur I_R .

Mund të konkludohet se zgjedhja e ampermetrit, dmth. rezistenca e brendshme e ampermetrit nuk ndikon në saktësinë e matjes kur përdoret skema e tensionit dhe se zgjedhja e rezistencës së brendshme të voltmetrit nuk ndikon në saktësinë e matjes kur përdoret skema e rrymës.

Në rast se nuk plotësohen kushtet për zbatimin e lidhjes së tensionit dhe rrymës, mund të bëhet korrigjim, për të shmangur gabimet sistematike, duke zbatuar shprehjet për rezistencën e panjohur (5.2) dhe (5.3) në të cilët përfshihen rezistencat e brendshme të instrumenteve.

Matja e rezistencës së një rezistori të panjohur me metodën U - I është **metodë indirekte** e cila është e thjeshtë për realizim, por në praktikë përdoren matje më të sakta. Gabimet që ndodhin janë pasojë e se ampermetrat dhe voltmetrat nuk janë ideal.

5.2. MATJA E FUQISË ME MATJE TË TENSIONIT DHE RRYMËS (METODA U-I)



Fuqia elektrike matet drejtpërdrejt me instrumente speciale të quajtura vatmetra. *Për rrymat njëkahëshe dhe ato alternative njëfazore me një ngarkesë thjesht omike, fuqia mund të matet me ampermetër dhe voltmetër.* Fuqia P e cila harxhohet në harxhues mund të shprehet si produkt i tensionit në skajet e harxhuesit U , kurse rrymës I që rrjedh nëpër të, kështu që me matjen e tensionit elektrik dhe rrymës

elektrike, fitohet fuqia elektrike e harxhuesit:

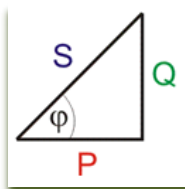
$$P = U \cdot I \quad [W] \quad \dots\dots\dots(5.4)$$

Kjo metodë e matjes së fuqisë elektrike, duke matur tensionin dhe rrymën elektrike, është **metodë indirekte** ose **metoda U-I**.

Në qarqet elektrike me rrymë alternative njëfazore, **fuqia aktive**:

$$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi \quad [W] \quad \dots\dots\dots(5.5)$$

matet drejtpërdrejt, me një vatmetër. Megjithatë, në ngarkesë të pastër omike ($\cos\varphi = 1$), kur fuqia aktive është e barabartë me fuqinë e dukshme, përdoret metoda indirekte. Në ngarkesën reaktive, për matjen e fuqisë aktive shfrytëzohet metoda direkte me vatmetër dhe metodat indirekte me tre ampermetra ose tre voltmetra. Për matjen e fuqisë aktive gjatë rrymave alternative shumëfazore shfrytëzohen vatmetra.



Fuqia reaktive:

$$Q = U \cdot I \cdot \sin\varphi \quad [Var] \quad \dots\dots\dots(5.6)$$



matet drejtpërdrejt me vatmetër induktiv ose elektrodinamik në një bashkim special.

Fuqia e dukshme përcaktohet sipas relacionit 5.7:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad [VA]$$

$$S = U \cdot I \quad [VA]$$

.....(5.7)

5.2.1. MATJA E FUQISË ELEKTRIKE NË QARQET ME RRYMË NJËKAHËSHE

Për rrymën njëkahëshe, fuqia elektrike matet në mënyrë *indirekte*, me ndihmën e ampermetrit dhe voltmetrit, **metodën U-I**. Gjatë kësaj matjeje janë të mundshme dy lidhje: duke e lidhur voltmetrin paralel me harxhuesin dhe ampermetrin në seri me burimin e tensionit njëkahësh (figura 5.2 a) dhe anasjelltas (figura 5.2 b), ngjashëm si në figurë. 5.1.

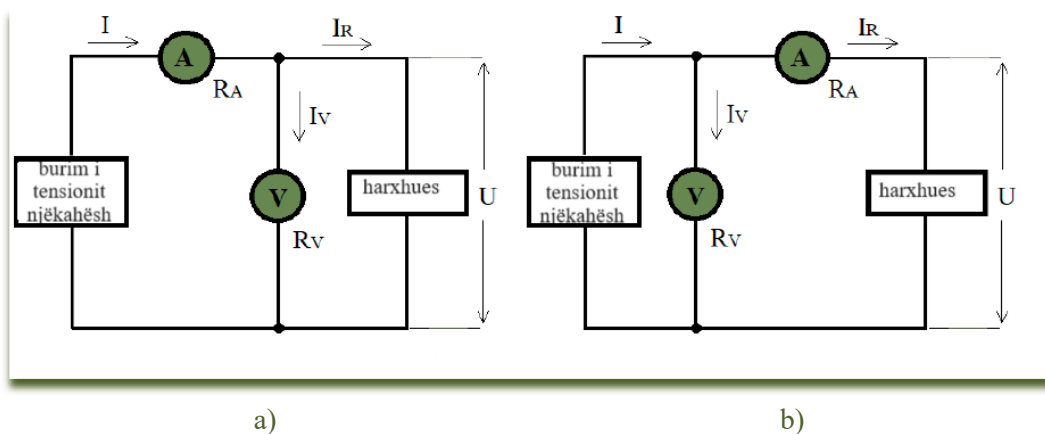


Fig. 5.2: Skemat elektrike për matjen e fuqisë me voltmetër dhe ampermetër për harxhuesin e lidhur me tensionin njëkahësh

Për fuqinë e harxhuesit nga skema elektrike në figurën 5.2 a), fitohet:

$$P_R = U \cdot I_R = U \cdot (I - I_V) = U \cdot \left(I - \frac{U}{R_V} \right) = U \cdot I - \frac{U^2}{R_V}$$

.....(5.8)

Për të reduktuar konsumin e voltmetrit, duhet që rezistenca e brendshme e tij R_V të jetë sa më e madhe që të jetë e mundur, kurse rryma elektrike I_V përmes tij sa më e vogël. Në atë rast, për fuqinë elektrike të harxhuesit, marrim:

$$P_R = U \cdot I \quad \dots\dots\dots(5.9)$$

ku U është tensioni elektrik i matur me voltmetër, kurse I është rryma elektrike e matur me ampermetër.

Fuqia elektrike e burimit P_E përcaktohet ashtu që fuqisë së harxhuesit i shtohet harxhimi i ampermetrit:

$$P_E = U \cdot I - \frac{U^2}{R_V} + I^2 \cdot R_A \quad \dots\dots\dots(5.10)$$

Për skemën elektrik të dhënë në fig. 5.2 b), fuqia e harxhuesit përcaktohet sipas relacionit:

$$P_R = U \cdot I_R = (U_V - U_A) \cdot I_R = (U_V - R_A \cdot I_R) \cdot I_R = U_V \cdot I_R - R_A \cdot I_R^2 \quad \dots(5.11)$$

Që të zvogëlohet harxhimi i ampermetrit, duhet që rezistenca e tij e brendshme R_A të jetë sa më e vogël. Në atë rast, për fuqinë e harxhuesit fitohet:

$$P_R = U_V \cdot I_R \quad \dots\dots\dots(5.12)$$

ku U_V është tensioni elektrik i matur me voltmetër, kurse I_R është rryma elektrike e matur me ampermetër.

Ndikimi i harxhimit të ampermetrit dhe voltmetrit duhet të merret parasysh vetëm gjatë matjes së fuqive të vogla. Gjatë matjes së fuqive të mëdha, të dy lidhjet japin rezultate identike.

Korrigjime gjatë matjes bëhen kur maten fuqi shumë të vogla, sepse harxhimi i instrumentit mund të ketë ndikim të dukshëm në rezultatin e matjes. Zakonisht, instrumentet lidhen sipas figurës 5.2 a), ku kërkohet korrigjimi U^2/R_V . Në një tension të njëkahësh të burimit, termi i korrigjimit është i njëjtë për të gjitha matjet. Në përgjithësi, kur rezistenca e ngarkesës është dukshëm më e madhe se



rezistenca e ampermetrit, e zgjedhim sipas figurës 5.2 b). Në rastin kur rezistenca e ngarkesës është e papërfillshme në raport me rezistencën e voltmetrit, përdoret lidhja sipas figurës 5.2 a). Kur nuk është e mundur të shmanget korrigjimi, është më mirë të zgjedhim lidhjen në të cilën korrigjimi është i nevojshëm për shkak të harxhimit të voltmetrit, sepse rezistenca e voltmetrit njihet rregullisht dhe nuk varet nga temperatura. Saktësia e matjes së fuqisë varet nga saktësia e ampermetrit dhe voltmetrit të përdorur.

Nëse tensioni ndryshon gjatë kohës së matjes, është e nevojshme që fuqia të matet me vatmetër.

5.3. URAT MATËSE DHE KOMPENSATORËT

Urat matëse dhe kompensatorët bien në procedurat matëse indirekte. Matjet me ura matëse dhe kompensatorë realizohen duke krahasuar madhësinë e matur me një masë tjetër uniforme të njohur. Këto procedura matjeje kanë një zbatim të gjerë në praktikë.

Urat matëse shpesh përdoren për të matur me saktësi rezistencën. Saktësia e matjes varet drejtpërdrejt nga saktësia e komponentëve që përbëjnë urën. Në urat matëse krahasohet vlera e rezistencës së panjohur me një rezistencë saktësisht të njohur (etalon). Leximi bazohet në treguesin nul të instrumentit matës të ndjeshëm – galvanometër, miliampermetër, me ndihmën e të cilëve përcaktohet ekuilibri në urë. Ekuilibri arrihet atëherë kur rryma përmes galvanometrit është zero.

Konfigurimi bazë i urës matëse përbëhet nga katër impedanca të lidhura mes kulmeve të një katrori, një tregues nuk të lidhur në njërin diagonale të katrorit, ndërsa në diagonalen tjetër lidhet një burim furnizimi, njëkahësh ose alternativ.

5.3.1. URAT PËR RRYMA NJËKAHËSHE

Për të matur rezistencë aktive përdoren urat për rrymë njëkahëshe. Me ndihmën e tyre, realizohen matje me saktësi të lartë në një brez të gjerë nga $10^{-8} \Omega$, deri në $10^{16} \Omega$.

➤ Ura Vitstonit

Në figurën 5.3 është dhënë skema parimore e versionit bazë të urës matëse, e njohur si ura e Vitstonit (*Wheatstone*).

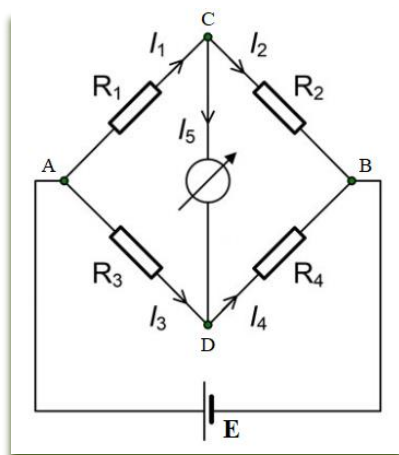


Fig. 5.3 Ura matëse e Vitstonit

Në diagonalen AB është kyçur një burim energjie Ekurse në diagonalen CD instrument matës i ndjeshëm – indikator, me ndihmën e të cilit përcaktohet ekuilibri i urës. Ura përbëhet nga katër degë të përbëra nga rezistorë. Në njërën nga degët lidhet një rezistencë, rezistenca e së cilës matet, kurse degët janë të përbëra nga rezistorë të saktë me një vlerë të rregullueshme. Ura është në ekuilibër kur rryma $I_5 = 0$ A, gjatë së cilës tensioni $U_{CD} = 0$ V.

$$I_1 \cdot R_1 = I_3 \cdot R_3 \quad \dots\dots\dots(5.13)$$

$$I_2 \cdot R_2 = I_4 \cdot R_4 \quad \dots\dots\dots(5.14)$$

Gjatë ekuilibrit rryma përmes indikatorit I_5 në degën CD është e barabartë me zero.

$$I_5 = 0 \Rightarrow \begin{bmatrix} I_1 = I_2 \\ I_3 = I_4 \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots(5.15)$$

Nëse ndahen barazimet 5.13 dhe 5.14 dhe marrim parasysh barazimin (5.15), fitohet relacioni:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \quad \dots\dots\dots(5.16)$$



Nëse rezistori, rezistencën e të cilit e masim lidhet në degën e parë ($R_1 = R_X$), rezistenca e tij llogaritet sipas shprehjes:

$$R_X = R_2 \cdot \frac{R_3}{R_4} \dots\dots\dots(5.17)$$

Urat matëse të Vitstonit realizohen për matjen e rezistencave aktive në zonën prej 10 Ω , deri në 10 M Ω .

Realizohen performanca të tilla si:

- Ura të Vitstonit me rezistenca dekadë (10, 100, 1 000, 10 000 Ω)
- Ura të Vitstonit me tela matës.

Kjo urë mund të përdoret edhe për matjen e madhësive jo elektrike me konvertor të rezistencës. Për shembull, nëse në vend të rezistorit R_1 vendoset një rezistencë-termistor i varur nga temperatura, kurse shkalla e instrumentit në diagonalen matëse është e graduuar në njësi për matjen e temperaturës, fitohet pajisje matëse për matjen e temperaturës.

Sensorë të tjerë me rezistor të cilët përdoren në urën Vitstonit janë: sensorët fotorezistues (**LDR-Light Dependent Resistor**), sensorët potenciometrik (potenciometrat), sensorët piezorezistues (matje të presionit) etj.

➤ Ura e Tomsonit

Ura e Vitstonit nuk është e përshtatshme për matjen e rezistencave shumë të vogla (më të vogla se 1 Ω), sepse ndikimi i rezistencës së terminaleve, përmes të cilave lidhet rezistenca e panjohur, nuk është i papërfillshëm. Madhësia e kësaj rezistence varet nga madhësia dhe pastërtia e sipërfaqes së kontaktit, presionit si dhe parametrave të tjerë gjeometrikë dhe fizikë të bashkimit të kontaktit dhe realizimit të mirë të lidhjeve. Krahës rezistencës së terminaleve, në sistem paraqiten edhe rezistenca parazitare të telave të furnizimit, të cilat, gjithashtu nuk mund të eliminohen plotësisht. Të gjitha këto rezistenca të vogla të padëshiruara i shtohen rezistencës së panjohur të matur dhe maten së bashku, duke çuar në një gabim të madh gjatë matjes së . Kështu, matja me urën e Vitstonit bëhet më e pabesueshme kur maten rezistenca shumë të vogla.

Për matjen e rezistencave shumë të vogla përdoren metoda speciale në të cilat nuk kanë ndikim rezistencat parazitare. Një nga këto metoda është ura Tomsonit.

Në figurën 5.4 është treguar një skemë parimore e urës së Tomsonit, e cila është variant i urës së Vitstonit. Për të matur vlera shumë të vogla të rezistencave nëpër rezistencën R_X dhe nëpër rezistencën krahasuese R_N , duhet të lëshohet një rrymë e konsiderueshme që të fitohen rënie të caktuara të tensionit në skajet e tyre. Me R_K është paraqitur rezistenca e kontakteve e cila nuk ndikon në vendosjen e ekuilibrit të urës.

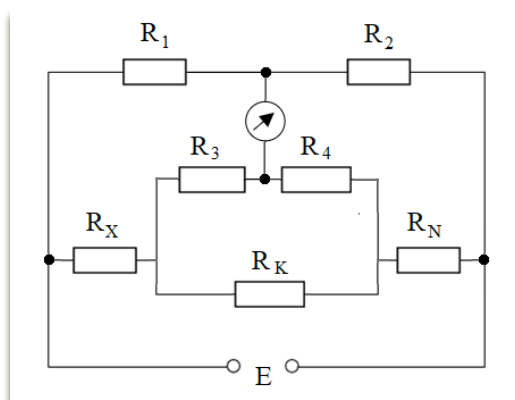


Fig. 5.4: Ura matëse e Tomsonit

Nëse supozojmë se ekuacioni (5.16) është i vlefshëm, atëherë vlera e rezistencës së panjohur, kur ura është në ekuilibër, përcaktohet sipas ekuacionit (5.18):

$$R_X = R_N \cdot \frac{R_1}{R_2} \dots\dots\dots(5.18)$$

Ura e Tomsonit ka ndjeshmëri më të vogël në krahasim me urën e Vitstonit, por është i pazëvendësueshëm për matje të sakta të vlerave shumë të vogla të rezistencës. Për të shmangur gabimet sistematike zakonisht kryhen matje të shumëfishta dhe si rezultat merret vlera mesatare e matjeve të kryera.



5.3.2. URAT PËR RRYMA ALTERNATIVE

Urat për rryma alternative lejojnë krahasimin e ndërsjellë të impedancave komplekse të cilat mund të përmbajnë elemente kapacitive dhe induktive, në krahasim me rezistencën e pastër në urat njëkahëshe. Furnizohen me tension alternativ me një frekuencë të njohur. Me ndihmën e tyre maten parametrat e elementeve në qarqet me rryma alternative: kapaciteti dhe induktiviteti, frekuenca, faktori i humbjes – shpërndarjes së kondensatorëve, faktori i cilësisë së induktivitetit dhe induktiviteti i ndërsjellë.

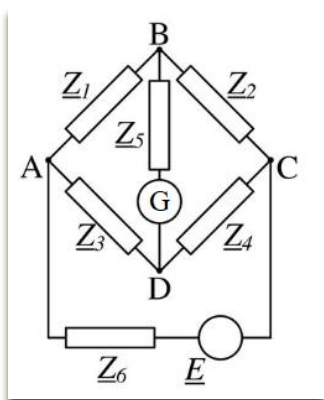


Fig. 5.5: Skema e përgjithshme e urës matëse për rrymë alternative

Shembull i përgjithshëm i urës së Vitstonit alternative është dhënë në figurën 5.5. Rezistencat R në degët e urës së Vitstonit për rrymë njëkahëshe zëvendësohen me impedancat $\underline{Z} = R + jX$, ku j është njësi imagjinare. Në diagonalen BD të urës lidhet një indikator i ndjeshëm i sinjalit alternativ, instrumenti me të cilin detektohet edhe amplituda edhe faza e tensionit të sinjalit alternativ. Me $\underline{Z}_5$ është paraqitur impedanca e galvanometrit, ndërsa me $\underline{Z}_6$ impedanca e burimit të tensionit alternativ $\underline{E}$. Saktësia e matjes nuk varet nga këto impedanca, si dhe nga burimi i furnizimit.

Ekuilibri i urës arrihet në $\underline{U}_{BD} = 0$. Shprehja për ekuilibrin e urës merret si edhe te urat për rryma njëkahëshe (5.16):

$$\underline{Z}_1 \cdot \underline{Z}_4 = \underline{Z}_2 \cdot \underline{Z}_3 \quad \dots\dots\dots(5.19)$$

Me zëvendësimin e shprehjes komplekse për impedancën, $\underline{Z} = R + jX$, në shprehjen (5.19) dhe kushtin për ekuilibër të urës së rrymës njëkahëshe, kurse operacioneve matematikore për shprehjet komplekse, fitohet:

$$X_1 \cdot X_4 = X_2 \cdot X_3$$

$$\varphi_1 + \varphi_4 = \varphi_2 + \varphi_3$$

X – rezistenca reaktive

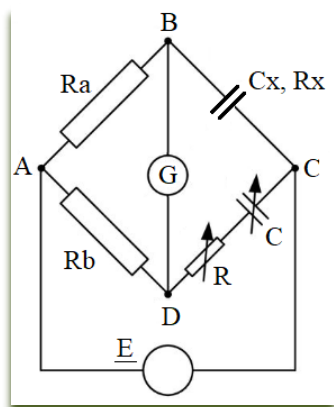
φ – ndryshimi fazor mes tensionit dhe rrymës

$$\dots\dots\dots(5.20)$$

5.3.3. ZBATIMI I URAVE PËR RRYMË ALTERNATIVE

* Urat matëse për matjen e kapacitetit

Ura e Vinit për matjen e kapacitetit të panjohur të një kondensatori përdoret kur humbjet në kondensator (R_X) nuk mund të neglizhohen. Nga kushti i ekuilibrit të urës fitohen shprehjet për llogaritjen e kapacitetit të panjohur C_X , rezistenca aktive R_X dhe faktori i disipacionit-shpërndarjes δ të kondensatorit të matur C_X .



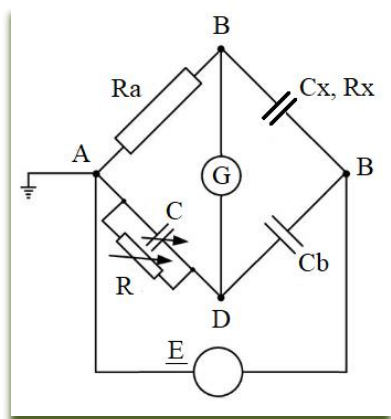
$$R_a \cdot \left(R + \frac{1}{j\omega C}\right) = R_b \cdot \left(R_X + \frac{1}{j\omega C_X}\right)$$

$$R_X = R \cdot \frac{R_a}{R_b}$$

$$C_X = C \cdot \frac{R_a}{R_b}$$

$$\operatorname{tg} \delta = \omega \cdot R_X \cdot C_X = \omega \cdot R \cdot C$$

Me zbatimin e lidhjes paralele të rezistencës së ndryshueshme R dhe kapacitetit të ndryshueshëm C , fitohet një ura e Sheringut për matjen e kapacitetit të panjohur C_X .



$$R_a \cdot \frac{1}{j\omega C_b} = \left(R_X + \frac{1}{j\omega C_X}\right) \cdot \frac{1}{\frac{1}{R} + j\omega C}$$

$$R_X = R_a \cdot \frac{C}{C_b}$$

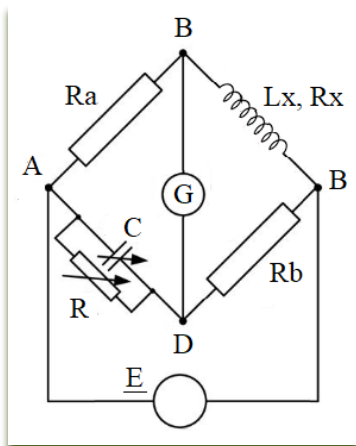
$$C_X = C_b \cdot \frac{R}{R_a}$$

$$\operatorname{tg} \delta = \omega \cdot R \cdot C$$



* Urat matëse për matjen e induktivitetit

Me **Urën e Maksvell-Vinit** vlera e induktivitetit të panjohur matet duke e krahasuar atë me vlerën e një kondensatori standard të ndryshueshëm. Në kushtet e ekuilibrit për parametrat e bobinës: induktiviteti L_X , rezistenca aktive R_X dhe faktori i mirësisë Q , vlen:



$$R_a \cdot R_b = (R_X + j\omega L_X) \cdot \frac{1}{\frac{1}{R} + j\omega C}$$

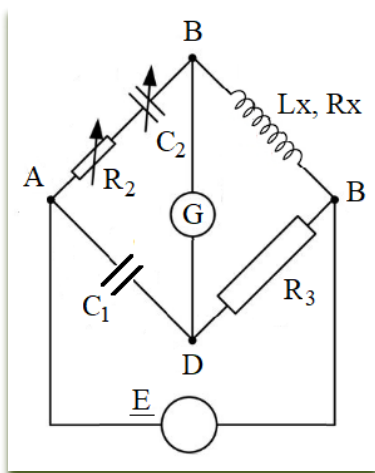
$$R_X = R_a \cdot \frac{R_b}{R}$$

$$L_X = R_a \cdot R_b \cdot C$$

$$Q = \omega \cdot \frac{L_X}{R_X} = \omega \cdot R \cdot C$$

Ura e Maksvell-Vinit nuk është zgjedhje e mirë kur bëhet fjalë për matjen e induktivitetit me një faktor të vogël të mirësisë.

Realizim tjetër i një ure matëse për matjen e parametrave të bobinës është **Ura Owenit**, e cila përdoret për matjen e induktivitetit me një faktor të vogël mirësisë.



$$(R_2 + \frac{1}{j\omega C_2}) \cdot R_3 = (R_X + j\omega L_X) \cdot \frac{1}{j\omega C_1}$$

$$R_X = R_3 \cdot \frac{C_1}{C_2}$$

$$L_X = R_2 \cdot R_3 \cdot C_1$$

5.3.4. KOMPENSATORËT PËR RRYMË NJËKAHËSHE

Kompensatorët përdoren për matje shumë të sakta të tensionit njëkahësh, si dhe rrymës elektrike, rezistencës dhe fuqisë. Mund të përdoret për të vendosur me saktësi një vlerë të njohur të tensionit njëkahësh në një brez të gjerë nga 1 mV deri në 1000 V. Një tensioni i përfutur në këtë mënyrë krahasohet lehtësisht me tensionin e panjohur dhe ekuilibri i tyre përcaktohet duke përdorur një indikator nul, i cili paraqet në fakt metodën kompensuese për matjen. Matja e rrymës, rezistencës ose cilësdo madhësi tjetër elektrike duke përdorur metodën e kompensuesit është e realizueshme nëse madhësia e matur fillimisht është konvertuar në tension proporcional njëkahësh. Në vlerat e tensionit të matur të barabarta me ato krahasuese, indikatorin nul nuk tregon një devijim të shigjetës. Gjatë leximit të rezultatit për matjen nëpër indikatorin nul nuk rrjedh rrymë. Kjo do të thotë që rezultati i matjes nuk varet as nga rezistenca e indikatorit nul, dhe as nga rezistenca e brendshme e burimit të matur.

Në figurën 5.6 është dhënë skema elektrike e një kompensatori të tensionit njëkahësh.

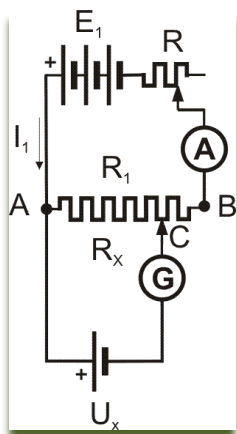


Fig. 5.6: Skema elektrike e matjes së tensionit me kompensator

Kompensatori është i përbërë prej dy qarqeve elektrike. Në njërin, me bateri E_1 dhe një rezistencë R_1 , i përpunuar si tel matës, rrjedh rryma I_1 e cila shkakton një rënie të tensionit midis shtrënguesve (clamps) në pikat A dhe B të rezistencës R_1 . Në qarkun tjetër të rrymës, ndërmjet pikave të telit matës A dhe C është i lidhur burimi i tensionit të panjohur U_x , i cili është objekt i matjes, nëpërmjet një galvanometri në shtrënguesen e lëvizshme C. Duke lëvizur shtrënguesen e lëvizshme, ndryshon devijimi i galvanometri. Leximi i galvanometrit është rregulluar që të jetë në mes (zero). Kjo do të thotë që në qarkun e dytë nuk rrjedh rrymë, kështu që burimi i tensionit që po matim nuk është i ngarkuar. Tensioni U_x është i barabartë me rënien e tensionit mes pikave A dhe C:

$$U_x = R_x \cdot I_1$$

$$\dots\dots\dots(5.21)$$

Me matjen e rrymës elektrike I_1 me ampermetër llogaritet vlera e tensionit elektrik U_x .



Me ndihmën e kompensatorëve mund të maten edhe madhësi të tjera elektrike si rryma dhe rezistenca. Rryma matet përmes matjes së rënies së tensionit U_X në skajet e një rezistence të njohur R_N (figura 5.7 a)).

$$I_X = \frac{U_X}{R_N} \quad \dots\dots\dots(5.22)$$

Rezistenca matet duke lidhur në seri rezistencën e cila matet me një rezistencë të njohur (figura 5.7 b)).

$$R_X = R_N \cdot \frac{U_X}{U_N} \quad \begin{array}{l} U_X - \text{tensioni në skajet e rezistencës që matet} \\ U_N - \text{tensioni në skajet e rezistencës } R_N \dots\dots\dots \end{array} (5.23)$$

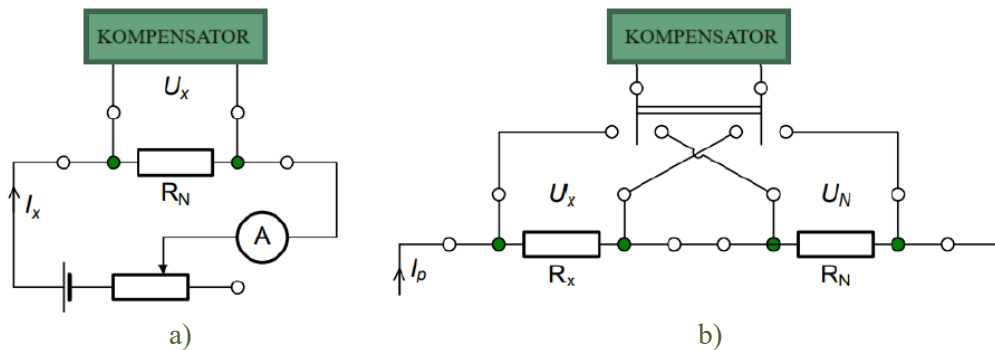


Fig. 5.7: Skema parimore e kompensatorit për matjen e a) rrymës dhe b) rezistencës

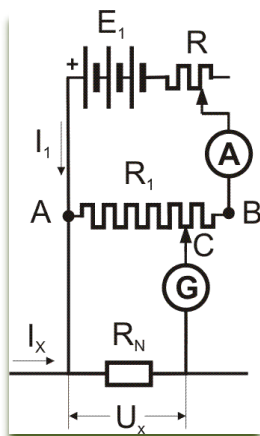


Fig. 5.8: Skema elektrike e kompensatorit për matjen e rrymës

Matja e intensitetit të rrymës elektrike me **kompensator** paraqet **matje indirekte**. Skema elektrike e kompensatorit për matjen e rrymës është dhënë në figurën 5.8. Rezistenca etalon R_N përmes së cilës rrjedh rryma I_X që matim, lidhet ndërmjet pikave A dhe C të rezistorit R_1 . Kjo rrymë e rezistencës etalon shkaktën një rënie të tensionit U_X të cilën e masim me kompensator, në momentin kur galvanometri G nuk do të ketë devijim, sipas metodës së përshkruar më parë për matjen e tensionit me kompensator.

5.3.5. KOMPENSATORËT PËR RRYMË ALTERNATIVE

Kompensatorët për rrymë alternative në thelb punojnë në të njëjtin parim si kompensatorët për rrymë njëkahëshe. Nga ata ndryshojnë, para së gjithash, në atë që në shumicën e rasteve lejojnë edhe matjen e zhvendosjes në fazës të tensionit. Me kompensatorët për rrymë alternative, që të kompensohet tensioni i matur me tensionin e kompensimit, të dy tensionet duhet të barazohen në vlerë, ndryshim fazor dhe frekuencë. Kompensatorët e tillë janë të njohur si kompleks. Saktësia e matjes së tensioneve alternative varet nga etaloni i përdorur i tensionit alternativ. Zakonisht, kur nuk përdoret etalon i tensionit, saktësia me kompensator arrihet vetëm duke përcaktuar raportin e tensionit të matura dhe kompensues dhe zhvendosjen fazore të tyre të ndërsjellë. Në figurën 5.9 është dhënë skema elektrike e kompensatorit kompleks me induktivitet të ndryshueshëm.

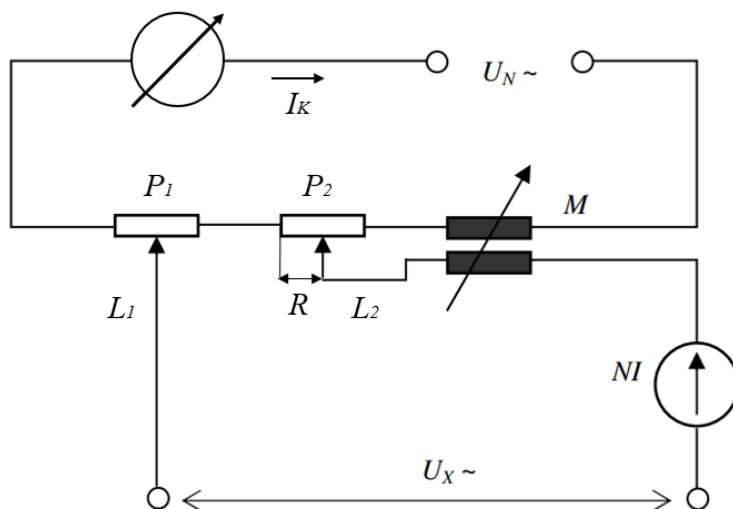


Fig. 5.9: Skema elektrike e kompensatorit për rrymë alternative

Tensioni i kompensimit përbëhet nga dy komponentë U_a dhe U_b , me një kënd mes tyre prej 90° . Dy komponentët mund të ndryshohen sipas madhësisë. Tensioni U_a ekziston në rezistencën aktive R të përcaktuar nga pozicioni i rrëshqitësve L_1 dhe L_2 të potenciometrave P_1 dhe P_2 . Ky tension është në fazë me rrymën në qarkun ndihmës I_K ($U_a = I_K \cdot R$). Rryma I_K , gjithashtu rrjedh edhe përmes mbështjelljes primare të transformatorit me induktivitet të ndryshueshëm M . Si pasojë e kësaj në mbështjelljen sekondare do të induktohet tensioni $\underline{U}_b = j\omega M \cdot I_K$ i cili është i zhvendosur në fazë për 90° në raport me $\underline{U}_a$.



Tensioni $\underline{U}_x$ i cili është lëndë i matjes kompensohet nga tensionet $\underline{U}_a$ dhe $\underline{U}_b$. Kompensimi arrihet kur përmes indikatorit nul nuk do të rrjedh rrymë. Atëherë vlen:

$$U_x = \sqrt{U_a^2 + U_b^2} = I_K \sqrt{R^2 + \omega^2 \cdot M^2} \quad \dots\dots\dots(5.24)$$

Zhvendosja fazore përcaktohet me relacionin:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{U_b}{U_a} = \frac{\omega \cdot M}{R} \quad \dots\dots\dots(5.25)$$

Figura 5.10 tregon shembullin e zbatimit të kompensatorit të rrymës alternative për testimin e transformatorit të rrymës.

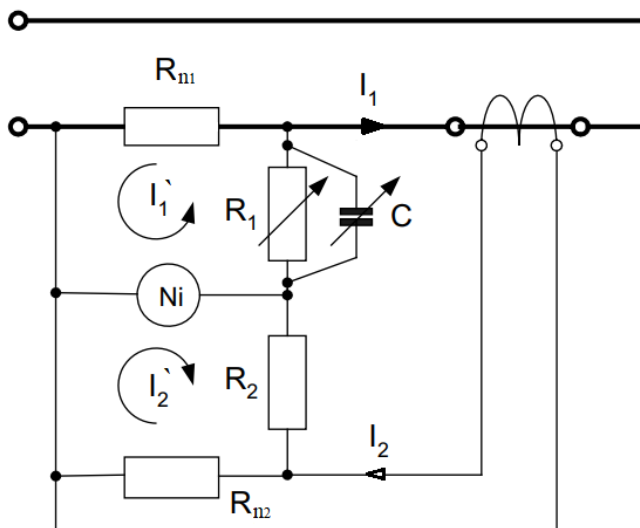


Fig. 5.10: Zbatimi i kompensatorit të rrymës alternative si pajisje për testim të transformatorit

Rryma primare I_1 dhe rryma sekondare I_2 krahasohen me rënien e tensionit nëpër rezistorët nominalë R_{n1} dhe R_{n2} . Qarku balancohet me ndryshimin e amplitudës, e cila ndryshohet me ndihmën e rezistencës R_1 , si dhe me ndryshimin e fazës, e cila ndryshohet me ndihmën e kondensatorit C .

Në gjendjen e ekuilibrit edhe vlerat e rrymave I_1' dhe I_2' janë të njëjta, kurse shigjeta e indikatorit nul tregon zero. Raporti i transformimit n dhe i gabimi këndor i transformatorit tgg mund të përcaktohet nga shprehjet (5.26) dhe (5.27):

$$n = \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_{n2} \cdot R_1}{R_{n1} \cdot R_2} \dots\dots\dots(5.26)$$

$$tgy \cong \omega \cdot R_1 \cdot C \dots\dots\dots(5.27)$$



➤ Me matjet e drejtpërdrejta vlera numerike e madhësisë së matur e shprehur me njësinë e saj matëse përcaktohet duke përdorur instrument elektrik adekuat.

➤ Matjet indirekte përdoren për përcaktimin e vlerave numerike të madhësive të cilat janë të përfshira në një fenomen të caktuar fizik, kurse janë në raport me madhësinë që masim, sipas një ligji të caktuar fizik.

- Metodatat U-I, urat matëse dhe kompensatorët bien në metodatat matëse indirekte.
- Urat për rryma alternative mundësojnë krahasimin e ndërsjellë të impedancave komplekse që mund të përmbajnë elementet kapacitiv dhe induktiv, në krahasim me rezistencat e pastra të urave njëkahëshe.
- Me Urën e Vinit matet kapaciteti i panjohur i kondensatorit.
- Me Urën Maksvel – Vinit, vlera e induktivitetit të panjohur matet duke e krahasuar me vlerën e një kondensatori standard të ndryshueshëm.
- Matja e intensitetit të rrymës me kompensator paraqet matje indirekte.
- Kompensatorët përdoren për matje shumë të sakta të tensionit njëkahësh, si dhe rrymës elektrike, rezistencës dhe fuqisë.



5.4. KONVERTUESIT MATËS PËR MADHËSITË JOELEKTRIKE

Për menaxhimin e sistemeve të kontrollit automatik, nevojitet informacione për karakteristikat cilësore dhe sasiore të procesit. Madhësitë karakteristike për të cilat mblidhen të dhënat janë: temperatura, presioni, rrjedha, niveli, pozicioni, prania, koha, shpejtësia, nxitimi etj. Informacionet e marra nga procesi përpunohet dhe sipas një algoritmi të caktuar, pajisja e kontrollit gjeneron sinjal, i cili përmes trupave ekzekutuese i transmetohet procesit. Informacionet nga procesi merret duke matur madhësitë fizike, të cilat karakterizojnë sjelljen e procesit. Pajisjet matëse që mbledhin informacion për madhësitë fizike nga procesi dhe gjenerojnë sinjal matës quhen konvertues matës.

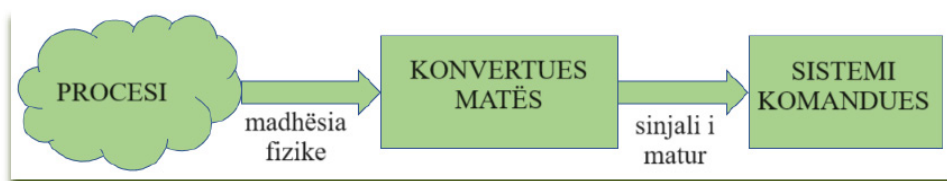


Fig. 5.11: Bllok diagrami i konvertuesit matës në sistemin matës

Konvertuesit matës elektrikë janë pajisje teknike të cilat madhësinë e matur, si madhësi hyrëse, e transformojnë në sinjal elektrik, si sinjal dalës, atje ku ekziston, me një saktësi të caktuar, një raport të caktuar të madhësive hyrëse dhe dalëse për kushtet e e definuara të funksionimit të konvertuesit. Në përgjithësi, konvertuesit matës transformojnë një formë energjie në një tjetër, duke siguruar sinjal në dalje që është reprezent i madhësisë që matet dhe me këtë mundësojnë matjen. Llojet e formave të energjisë, të definuara në fizikë, janë dhënë në tabelën 5.1.

Tabela 5.1. Format e energjisë

Forma e energjisë	Përshkrimi
Kinetike	Posedon trupi në lëvizje
Potenciale	Energjinë që ka trupi në fushë fizike

Mekanike	Shuma e energjisë kinetike dhe potenciale makroskopike енергија
Energjia e valës mekanike	Energjia e transferuar nga përhapja e valëve mekanike në një material, p.sh. energjia akustike
Kimike	Aftësia e substancave kimike për të çliruar nxehtësi ose për të zëvendësuar substanca të tjera kimike
Elektrike	Energjia që buron nga fusha elektrike
Magnetike	Energjia që buron nga fusha magnetike
Energjia e rrezatimit	Energjia e rrezatimit elektromagnetik
Nukleare	Energjia që lidh protonet dhe neutronet në bërthamën e një atomi
Energjia e jonizimit	Energjia që lidh një elektron me bërthamën e një atomi
Elastike	Energjia e deformimit plastik të materialeve
Gravitacionit	Energjia që buron nga fusha e gravitacionit
Energjia e trupave në qetësi	Energjia e trupit në qetësi $E = m \cdot c^2$
Termike	Masa makroskopike e energjisë kinetike mesatare e molekulave në materiale (masa e entropisë)
Ngrohjes	Sasia termike e energjisë termike e transferuar në drejtim të një gradienti të temperaturës në rënie (nga vendi më i ngrohtë në atë më të ftohtë)
Mekanike	Sasia e energjisë së transferuar në një proces për shkak të ndryshimit të pozicionit në drejtimin e veprimit të një force mekanike

Konvertuesit matës janë pajisje të cilat kur u ekspozohen ndryshoreve fizike si temperatura, lëvizja, forca dhe të tjera, gjenerojnë një sinjal proporcional me ndryshimin e madhësisë fizike. Në literaturën profesionale mund të haset edhe me termet detektor, shqisa apo sensorë.



Ndarja e konvertuesve matës

- Sipas parimit të konvertimit të madhësisë joelektrike në sinjal elektrik, konvertuesit matës ndahen në:
 - ♦ Potenciometrik (rezistent);
 - ♦ Tenzometrik;
 - ♦ Induktiv;
 - ♦ Kapacitiv;
 - ♦ Piezoelektrik;
 - ♦ Termoelektrik;
 - ♦ Termorezistiv;
 - ♦ Sensorë digjital (të zgjuar).
- Konvertuesit matës ndahen sipas natyrës së madhësisë fizike që matin (sensorë për temperaturën, presionin, lëvizjen, forcën, etj.).
- Sipas energjisë hyrëse, klasifikohen në dy kategori: pasiv dhe aktiv.
 - ♦ Konvertuesit matës pasivë kanë nevojë për burim shtesë të furnizimit, e shfrytëzojnë energjinë e sistemit të kontrollit (rezistente, kapacitive, induktive).
 - ♦ konvertuesit matës aktivë nuk kanë nevojë për energji shtesë të jashtme për të gjeneruar një sinjal dalës i cili mund të matet nga një sistem për grumbullimin e të dhënave. Shembuj për sensorë aktivë janë termoçiftet, fotodiodat, fototransistorët dhe sensorët piezoelektrikë.
- Sipas llojit të sinjalit dalës, konvertuesit matës ndahen në digjital dhe analog (digjitalët janë binarë, gjenerojnë "0" ose "1", ndërsa analogët paraqesin kuantitet d.m.th. sasinë e ndryshores fizike të matur).

5.4.1. KONVERTUESIT MATËS POTENCIOMETRIK

Matja e pozicionit mund të realizohet duke përdorur një rezistencë lineare ose këndore ku rezistenca është në përpjesëtim të drejtë me gjatësinë e rezistencës nëpër të cilën rrjedh rryma.

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

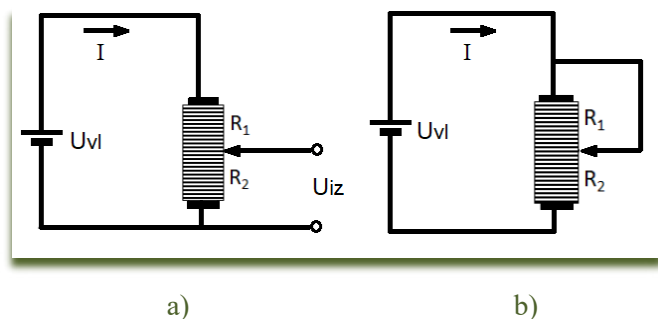
l – gjatësia e rezistencës,

ρ – rezistenca specifike e materialit nga i cili është përpunuar teli

S – sipërfaqja e prerjes tërthore të rezistencës (5.28)

Kur sipërfaqja e seksionit dhe rezistenca specifike e telit janë konstante, rezistenca do të varet nga gjatësia e telit. Sipas ligjit të Ohmit $U = R \cdot I$, ndryshimi i rezistencës mund të shkaktojë ndryshim në rrymën elektrike ose ndryshim në tension. Kjo është arsyeja pse ekzistojnë dy lloje të rezistorëve të ndryshueshëm:

- ❖ potenciometër, me ndryshimin e rezistencës ndryshon tensioni U_{dl} , njëri terminal është i fiksuar, kurse tjetri është i lëvizshëm i lidhur me rrëshqitësin (figura 5.12 a)) dhe
- ❖ reostat, me ndryshimin e rezistencës ndryshon intensiteti i rrymës elektrike I , të dy terminalet janë të pa palëvizshëm (fig. 5.12 b)).



$$U_{iz} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_{vl}$$

Fig. 5.12: Rezistorët me rezistencë të ndryshueshme a) potenciometër dhe b) reostat

Konvertuesit potenciometri paraqesin rezistorë me rezistencë të ndryshueshme me një kontakt rrëshqitës ose rrotullues me të cilin formohet një ndarës tensioni. Zhvendosja mekanike e rrëshqitësit të potenciometrit të ndarësit të rezistencës shndërrohet në madhësi elektrike proporcionale. Funkcioni i



transmetimit të konvertuesve potenciometrik është dhënë me relacionin (5.29):

$$R = f(x) \quad x - \text{zhvendosja mekanike} \dots \dots \dots (5.29)$$

Në figurën 5.13 janë dhënë konvertuesit potenciometrik a) linearë dhe b) këndor.

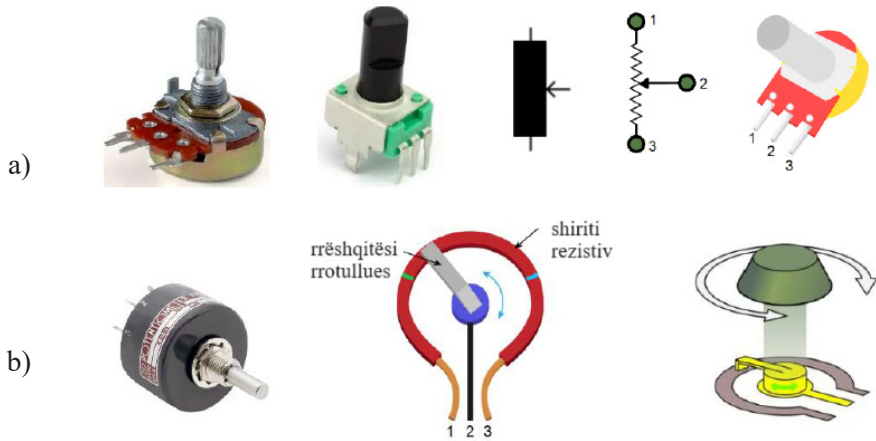


Fig. 5.13: Pamja fizike dhe pamja parimore e konvertuesit potenciometrik
a) linear dhe b) këndor

Konvertuesi potenciometrik përdoret në qarqet matëse për matjen e zhvendosjeve (figura 5.14).

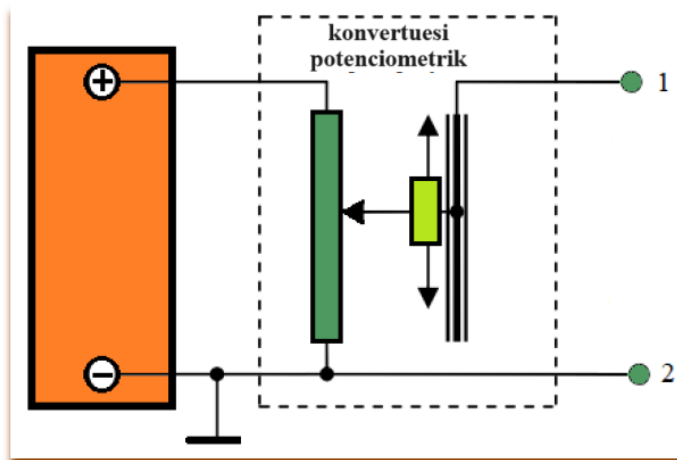


Fig. 5.14: Qarku matës me ndarës rezistence

Tensioni i fituar mes terminaleve 1 dhe 2, U_{12} , është proporcional me zhvendosjen e matur të rrëshqitësit të konvertuesit potenciomëtrik.

$$U_{12} = k \cdot x$$

k – koeficienti i proporcionalitetit në raport me pozicionin e qendrës
 x – zhvendosja mekanike.....(5.30)

Si shembull, konvertuesi potenciomëtrik zbatohet në sensorët me fletë për matjen e rrjedhës së ajrit në një motor makine. Parimi i matjes bazohet në matjen e forcës nga rryma e ajrit, e cila vepron në fletën matës. Sa më e madhe të jetë hapja që e bën krahfleta, aq më e madhe është sasia e ajrit që hyn në motor. Pozicionin e fletës e rregullon një njësi elektronike përmes potenciomëtrit. Rezistenca elektrike e potenciomëtrit ndryshon në përpjesëtim të drejtë me këndin e hapjes së fletës. Sinjali i tensionit nga potenciomëtri, i cili është në përpjesëtim të drejtë me madhësinë e ajrit që hyn në motor, transmetohet në njësinë elektronike që kontrollon pozicionin e fletës. Në figurën 5.15 tregohet sensori **MAF** (*Mass Air Flow*) me fletë në qarkun matës.

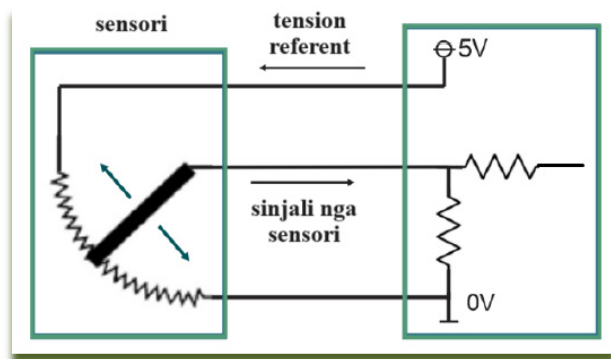


Fig. 5.15: Sensori MAF me krahë



5.4.2. KONVERTUESIT MATËS TENZOMETRIK



Tenzometri elektrozistiv paraqet sensor për deformimin mekanik. Haset edhe me emrin tenzorezistor, shirit me shtrirje ose shirit matës. Sipas mënyrës së prodhimit, dallohen tenzometra me telave dhe tenzometra fletë metalike. Në bazën e letrës, aplikohet rrëshirë sintetike ose material polimeri, një tel i hollë me diametër 0,025 mm ose fletë metalike, të cilat me procesin e fotografimit formësohen në bazë (figura 5.16).

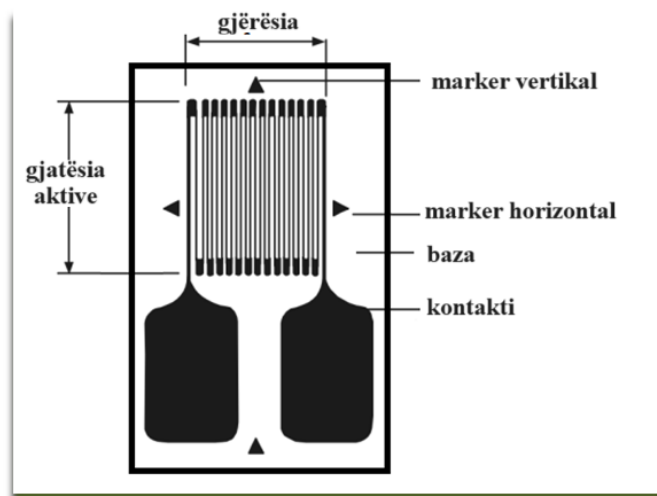


Fig. 5.16: Struktura e konvertuesit tenzometrik

Parimi i punës së tenzometrit bazohet në ndryshimin e rezistencës elektrike të një përçuesi/gjysmëpërçuesi në varësi të ndryshimit të gjatësisë. Madhësitë joelektrike, si presioni, forca, momenti, nxitimi, dridhja, etj. nëpërmjet forcave mekanike veprojnë në tenzometrat dhe shkaktojnë deformim elastik, e me këtë edhe ndryshim në rezistencën e tenzometrit. Duke matur rezistencën e tenzometrit mund të matet intensiteti i madhësisë joelektrike e cila është shkak i deformimit. Tenzometrat integrohen në lloje të ndryshme të sensorëve. Në figurën 5.17 janë treguar sensorët: a) me një tenzometër ku forca vepron në njërin drejtim, b) me dy tenzometra ku vepron dorca në drejtim të koordinatave x dhe y, c) me tre tenzometra, forca vepron në drejtim të koordinatave x, y dhe z.

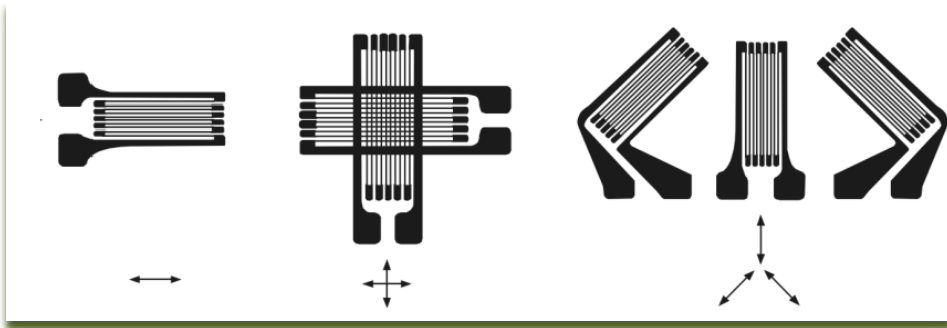
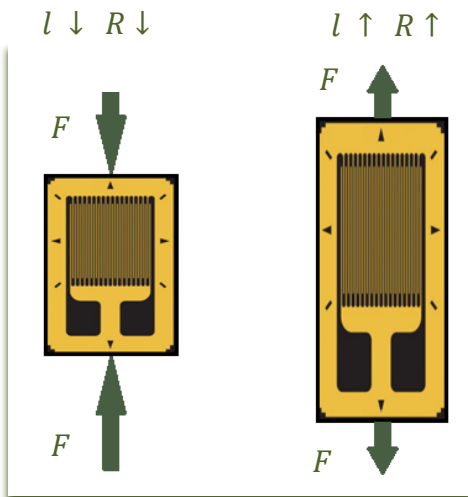


Fig. 5.17: Tenzometrat

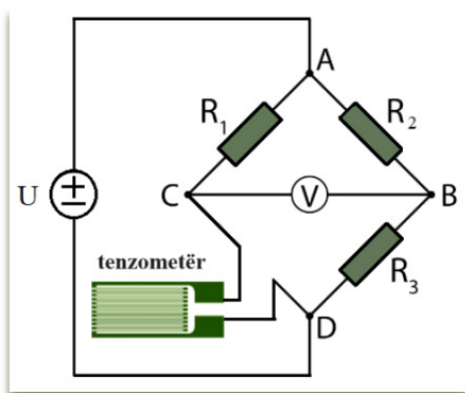


a) ngjeshja

b) shtrirja

Fig. 5.18: Deformimi i tenzometrit

Kur një forcë vepron në tenzometër në drejtim të ngjeshjes, zvogëlohet gjatësia e përçuesit gjë që do të çojë në zvogëlimin e rezistencës së tij (figura 5.18 a)). Përndryshe, kur forca vepron në drejtim të shtrirjes, rritet gjatësia dhe rezistenca e përçuesit (figura 5.18 b)).



a)

b)

Fig. 5.19: Ura matëse me a) një tenzometër dhe b) dy tenzometra



Në figurën 5.19 a) është treguar qarku i urës matëse me tenzometër në një rën degë. Me voltmetër në diagonalen e urës, dega CB, matet madhësia e madhësisë joelektrike që vepron në tenzometër. Kusht për ekuilibrin e urës është që raporti i rezistencave R_2 dhe R_3 të jetë i barabartë me raportin e rezistencës së R_1 dhe rezistencën e tenzometrit. Kur në tenzometër nuk vepron forcë ura është në ekuilibër, kurse voltmetri tregon vlerën zero. Gjatë ndryshimit të rezistencës së tenzometrit, ura bëhet e çekuilibruar dhe paraqitet treguesi i voltmetrit. Një faktor tjetër që ndikon në rezistencën e tenzometrit është temperatura. Nëse temperatura është më e madhe, rezistenca do të jetë më e madhe, kurse nëse temperatura është më e ulët, rezistenca do të jetë më e vogël. Për kompensimin e gabimeve për shkak të efekteve të temperaturës në praktikë përdoren ura matëse, në të cilat integrohen dy tenzometra identik (figura 5.19 b)).

Një zbatim i tenzometrave është paraqitur në figurën 5.20, në një sensor potenciomëtrik për shtypjen me susta të tubit të Burdonit. Rezistenca e matur varet nga veprimi i presionit të lëngut që hyn në tubin që zgjerohet ose tkurret.

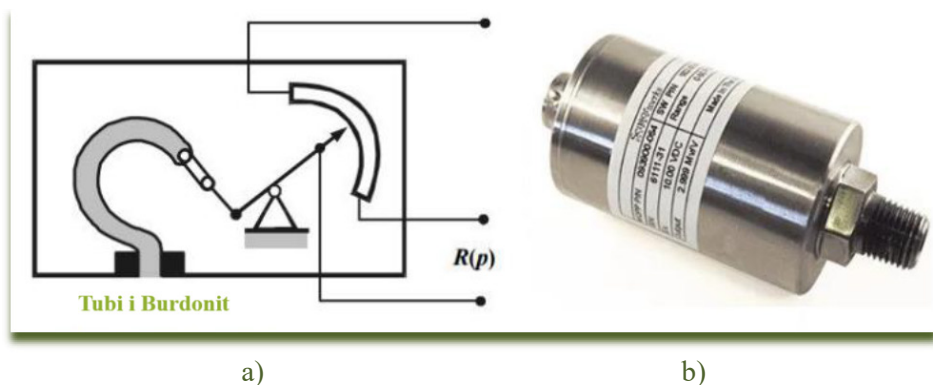


Fig. 5.20: Sensori potenciomëtrik për shtypjen: a) konstruksioni dhe b) pamja

5.4.3. KONVERTUESIT MATËS INDUKTIV

Konvertuesit induktivë, të cilët quhen edhe elektromagnetikë, bëjnë pjesë në grupin e detektorëve pasivë, detektor të cilët duhet të ngacmohen elektrikisht. Përdoren për të matur zhvendosjen, nxitimin, forcën, presionin et.

Induktiviteti i bobinës varet nga më tepër parametra: numri i mbështjelljeve (n), prerja tërthore e bërthamës (S), gjatësia e linjës së magnetit (l), permeabiliteti magnetik i ajrit (μ_0), permeabiliteti magnetik relativ i materialit ferromagnetik nga i cili është bërë bërthama (μ_r), distanca ndërmjet pjesës lëvizëse dhe të palëvizshme të bërthamës (x) (ekuacioni 5.31). Me ndryshimin e cilitdo parametër ndryshon induktiviteti i bobinës. Prandaj ekzistojnë versione të ndryshme të konvertuesve induktivë.

$$L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{n^2 \cdot S}{\mu_r \cdot x + l} \quad \dots\dots(5.31)$$

Konvertuesit elektromagnetikë me bërthamë lëvizëse përbëhen nga një bobinë e mbështjellë në një bërthamë ferromagnetike. Bërthama përbëhet nga një pjesë e palëvizshme dhe një pjesë e lëvizshme, me një distancë x ndërmjet tyre që ndryshon gjatë zhvendosjes së pjesës së lëvizshme (figura 5.21 a)). Forca e matur ndikon në pjesën e lëvizshme, e cila çon në ndryshimin e induktivitetit të bobinës.

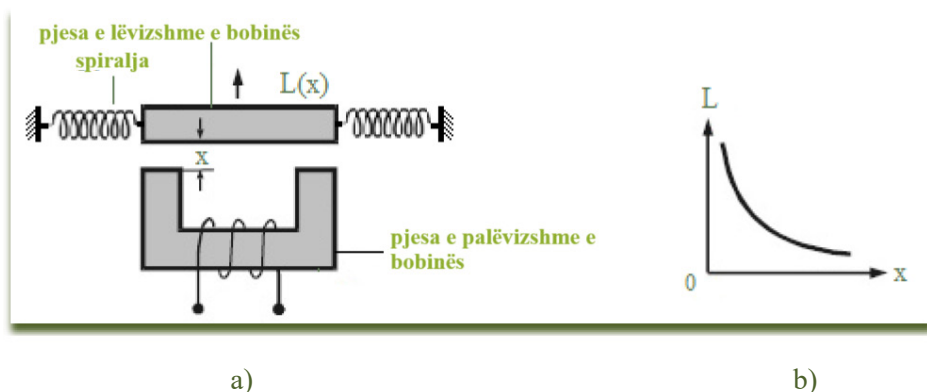


Fig. 5.21: Konvertuesi induktiv me bërthamë lëvizëse: a) konstruksioni, b) karakteristika e transmetimit

Në figurën 5.21 b) tregohet karakteristikën e transmetimit e konvertuesit induktiv, d.m.th. varësia e madhësisë së daljes, induktiviteti L, nga madhësia e hyrjes, zhvendosja x. Mund të vërehet se varësia është në përpjesëtim të zhdrejtë, gjë që mund të vërehet edhe nga varësia analitike e dhënë nga ekuacioni (5.31). Me afrimin e pjesës së lëvizshme të bërthamës drejt pjesës së palëvizshme, distanca zvogëlohet kurse induktiviteti rritet. Disavantazhi i sensorëve induktivë është jolineariteti i karakteristikës statike, brezi i vogël i



ndryshimi të distancës ndërmjet pjesës lëvizëse dhe të palëvizshme të bërthamës dhe ndikimi i temperaturës. Kjo e metë tejkalohet duke përdorur konvertuesit induktiv diferencial (5.22).

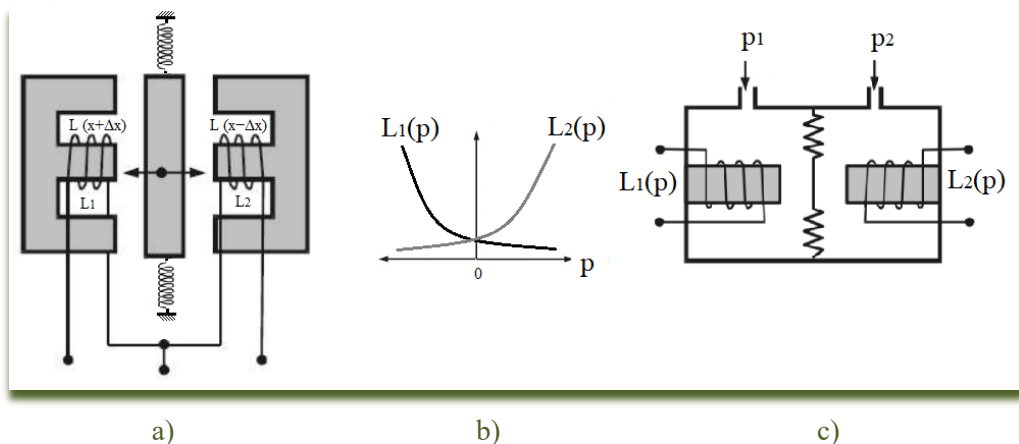


Fig. 5.22: Konvertuesi induktiv diferencial me bërthamë lëvizëse: a) konstrukcioni, b) karakteristikë e transmetimit dhe c) realizimi

Gjatë lëvizjes së bërthamës lëvizëse, bërthama afrohet drejt njëres bobinë, kurse largohet nga tjetra, kështu që induktiviteti i njëres mbështjellje rritet, kurse i tjetres zvogëlohet. Sensori diferencial mundëson matjen e zhvendosjes pozitive dhe negative të bërthamës, në një brez dyfish më të gjerë në krahasim me sensorët me një bobinë. Gjatë matjes së së presionit, zhvendosja x varet nga madhësia e presionit të matur. Sensori diferencial lidhet në urë simetrike.

Në figurën 5.23 tregohen konstruktionet të realizuara të sensorëve induktivë me sipërfaqe të ndryshueshme të hendekut të ajrit.

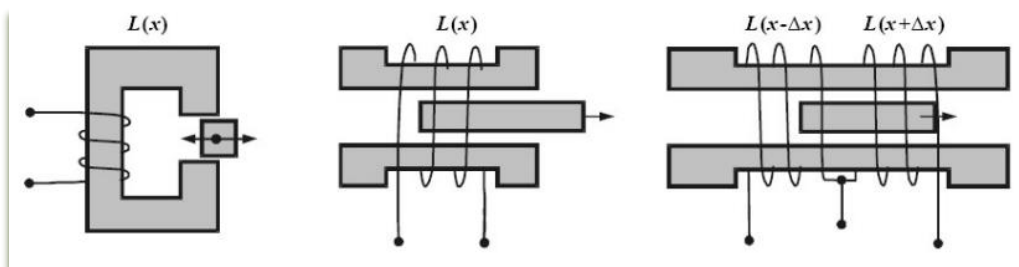


Fig. 5.23: Konvertuesi induktiv me sipërfaqe të ndryshueshme të hendekut të ajrit

Sot në industri sensorët induktivë janë të një rëndësie thelbësore. Përparësitë e tyre në krahasim me çelësat mekanikë janë:

- ❖ çelës pa kontakt (pa konsumim, jetëgjatësi praktikisht e pafundme);
- ❖ mbrojtje kundrejt polaritetit të kundërt të furnizimit me energji elektrike dhe qarkut të shkurtër në dalje;
- ❖ i pandjeshëm ndaj dridhjeve, pluhurit dhe lagështisë (mund të punojë në kushte jashtëzakonisht të vështira).

Sensorët induktivë shfrytëzohen në shumë aplikacione të ndryshme. Përdoren gjatë kontrollit, rregullimit, automatizimit, pozicionimit dhe monitorimit të procesit të prodhimit.

5.4.4. KONVERTUESIT MATËS KAPACITIV



Sensorët kapacitiv paraqesin matës të kapacitetit të kondensatorit i cili ndryshon nën ndikimin e një madhësie joelektrike. Kapaciteti i kondensatorit përcaktohet sipas relacionit:

$$C = \varepsilon \frac{S}{d}$$

S – sipërfaqja aktive e pllakave,
 ε – konstanta dielektrike e izolatorit mes pllakave
 d – distanca mes pllakave (5.32)

Nëse nën ndikimin e një madhësie joelektrike ndryshojnë parametrat e kondensatorit, S , d ose ε , do të ndryshojë edhe kapaciteti i kondensatorit C . Varësisht nga ajo se cili parametër ndryshon, ekzistojnë realizime të ndryshme të sensorëve kapacitiv të cilët :

- ♦ me ndryshimin e sipërfaqes aktive përdoren për të matur zhvendosjet nga 1 deri në 10 cm për një distancë konstante midis pllakave (figura 5.24 a));
- ♦ me ndryshimin e konstantës dielektrike maten lagështia, temperatura, niveli i lëngut dhe trashësia e materialit (figura 5.24 b));



- ♦ me ndryshimin e distancës maten zhvendosjet lineare dhe këndore, dridhjet, presioni, shpejtësia ose nxitimi (figura 5.24 c)).

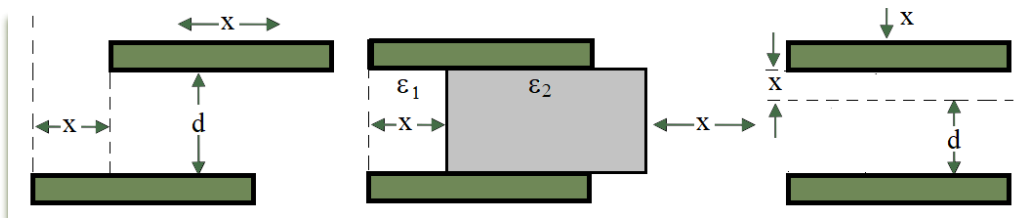


Fig. 5.24: Konvertuesit kapacitiv duke ndryshuar: a) sipërfaqen aktive, b) konstantën dielektrike dhe c) distancën midis pllakave

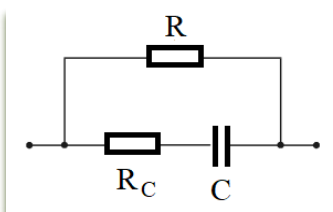


Fig. 5.25: Skema ekuivalente e sensorit kapacitiv

Sensorët kapacitiv kanë një induktivitet dhe rezistencë omike të caktuar. Induktiviteti i tyre është shumë i vogël, kurse zakonisht mund të neglizhohet, ndërsa rezistenca ka një vlerë të konsiderueshme. Këto veti të sensorit kapacitiv mund të tregohen me skemën ekuivalente në figurën 5.25. Me R_C është paraqitur rezistenca e brendshme të sensorit, ndërsa me R është shënuar rezistenca e dielektrikut.

Konvertuesit kapacitiv zakonisht lidhen në qarqet matëse në formë ure (figura 5.26). Me R_p , L_p dhe C_p janë paraqitur përkatësisht rezistenca, induktiviteti dhe kapaciteti i përçuesve, ndërsa me R_i rezistenca e izolimit.

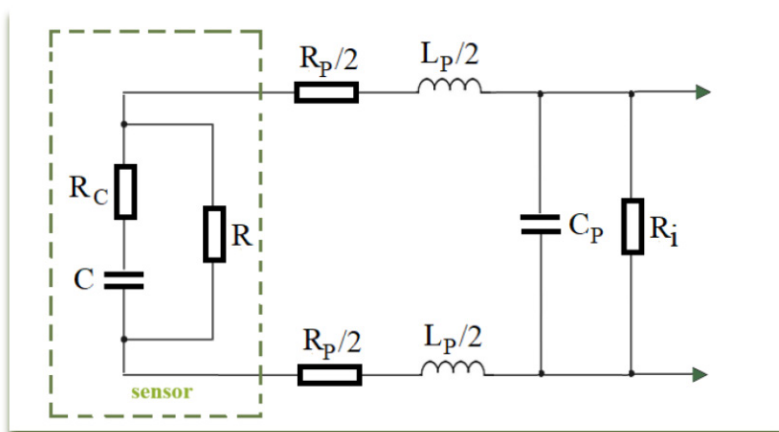


Fig. 5.26: Lidhja e konvertuesit kapacitiv në urë matëse

5.4.5. KONVERTUESIT MATËS PIEZOELEKTRIK

Disa lloje të kristaleve dhe materialeve prej qeramike kanë aftësinë të gjenerojnë potencial elektrik, si reagim i ndikimit mekanik ose presionit në sipërfaqen e tij. Në anët e një elementi të tillë krijohet një ngarkesë elektrike, e cila quhet elektricitet piezoelektrik. Emri vjen nga fjala greke “πίεση” që do të thotë presion ose shtrëngim.

Karakteristikë themelore e këtij efekti është karakteri reversibil – kthyeshëm, që do të thotë se kristali i bërë nga një material i tillë, prodhon presion ose goditje kur një potencial elektrik zbatohet në anët e tij. Një kristal piezoelektrik është elektrikisht neutral, ai ka ngarkesa elektrike pozitive dhe negative të ndara reciprokisht dhe të vendosura në mënyrë simetrike. Ata formojnë dipole elektrike, të renditur në rajone. Këto rajone janë të orientuara pa ndonjë rregull, por mund të orientohen me zbatimin e një fushë të fortë elektrike, veçanërisht në temperatura më të larta. Kjo simetri arrihet edhe me aplikimin e shtypjes dhe ngarkesave elektrike me ç’rast gjenerojnë tension. Efekti i kundërt, me aplikimin e fushës elektrike vjen deri te deformimi mekanik në kristal.

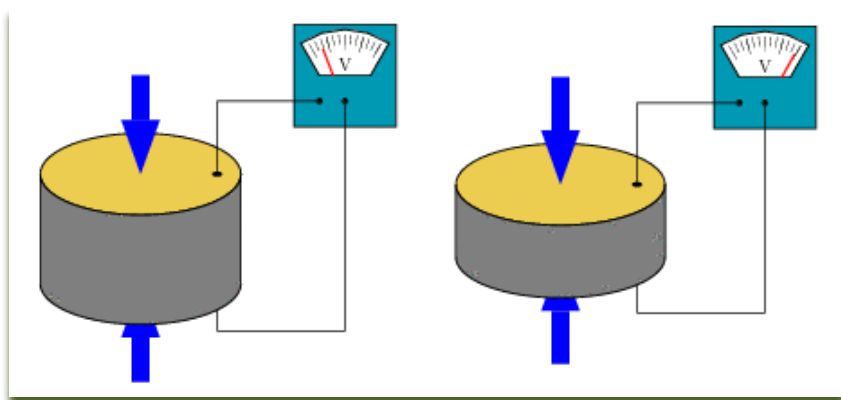
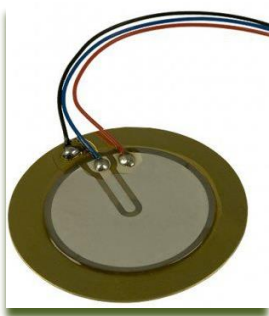
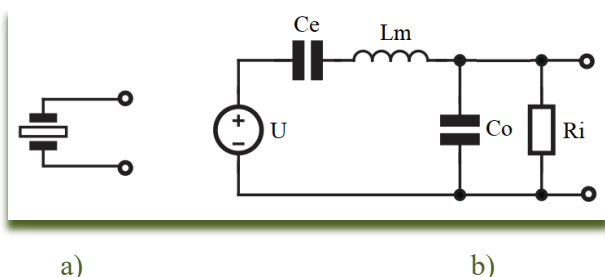


Fig. 5.27: Varësia e tensionit të gjeneruar nga madhësia e presionit mbi sensor



Sensorët piezoelektrikë janë pajisje për zbulimin e ndryshimeve të presionit. Ato përdoren për të matur dridhjet, presionin, nxitimin, forcën e shtrëngimit, kontrollin e cilësisë dhe për kontroll të proceseve të ndryshme, ashtu që i shndërrojnë ato në sinjale elektrike. Ndryshimet e krijuara nga sinjalet zanore zbulohen me mikrofona piezoelektrikë dhe altoparlantët për kitarat elektrike. Efekti i kundërt, konvertimi i tensioni të ndryshueshëm në ndryshim të presionit është përdorur për zile elektronike në aparatet telefonike dhe sistemet e alarmeve, në formën e diskut metalik të ngjitur me një disk piezoelektrik. Në qarqet elektronike zbatim gjejnë për filtrat piezoqeramikë dhe linjat e vonesës në marrësit – TV. Sensorët piezoelektrikë përdoren në konvertuesit ultrazanor për incizime mjekësore si dhe për kontrollin industrial të konstruksioneve të salduara. Konvertuesit ultrazanor emitojnë valë ultrazanore në trup, pranojnë valën e reflektuar dhe e shndërrojnë atë në sinjal elektrik. Vetitë piezoelektrike të kuarcit përdoren për të krijuar standarde të frekuencës për orët prej kuarci, qarqet oshiluese të radiotransmetuesve, radiomarrësit dhe në kompjuterë.

Simboli skematik dhe modeli elektronik i sensorit piezoelektrik janë dhënë në figurën 5.28. Konvertuesi piezoelektrik karakterizohet nga një impedancë dalëse e madhe dhe ai paraqitet si burim tensioni U dhe rrjet filtrues. Tensioni i burimit është në përpjesëtim të drejtë me forcën mekanike ose presionin, ndaj të cilit është i ekspozuar.



R_i – rezistenca e izolatorit
 C_e – elasticiteti i materialit
 L_m – inercioni i sensorit
 C_o – kapaciteti i sensorit

Fig. 5.28: Sensori piezoelektrik: a) simboli dhe b) skema ekuivalente

Në figurën 5.29 tregohen realizime të sensorit piezoelektrik në formën e:
 a) shiritit, b) diskut dhe c) cilindrit.

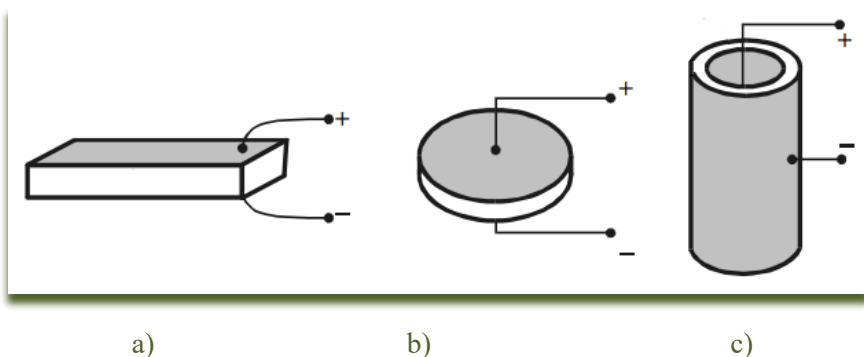
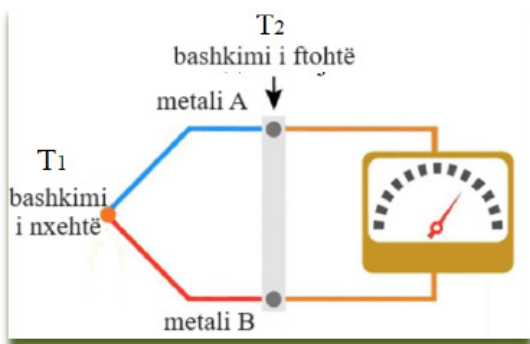


Fig. 5.29: Format e sensorëve piezoelektrikë

Për shkak të dimensioneve të vogla dhe ndjeshmërisë së lartë, sensorët piezoelektrikë janë një zgjedhje primare për aplikime në industrinë mjekësore dhe ato shpesh përdoren për matjen e pulsit, ngjiten në lëkurën e pacientit dhe janë mjaftueshëm të ndjeshëm për të monitoruar pulsën. Ato përdoren në stetoskopë dhe ultratinguj, për të matur efikasitetin e anestezisë dhe në pejsmejker për të zbuluar nivelin e lëvizjes dhe aktivitetit të pacientit.

5.4.6. KONVERTUESIT MATËS TERMOELEKTRIK

Konvertuesit termoelektrikë e shndërrojnë energjinë termike në energji elektrike. Temperatura e matur shndërrohet në një sinjal elektrik si rezultat i efektit termoelektrik që ndodh në termoçift. Termoçifti i ashtuquajtur termoelement, përbëhet prej dy telave metalikë nga materiale të ndryshme, të ngjitur në njërin skaj. Ky bashkim përbën pikën matëse, bashkimin e nxehtë. Skaji tjetër quhet bashkimi i ftohtë, zakonisht në temperaturën e dhomës. Ngrohja e bashkimit matës shkakton tension elektrik, proporcional me ndryshimin e temperaturave të bashkimeve të nxehtë dhe të ftohtë, T_1 dhe T_2 . Ky tension është për shkak të dy faktorëve: densitetit të ndryshëm të dy materialeve dhe ndryshimit të temperaturës midis pikës së nxehtë dhe të ftohtë.



$$U = \alpha(T_1 - T_2)$$

T_1 – temperatura e bashkimit të nxehtë

T_2 – temperatura e bashkimit të ftohtë

α – Konstanta e Sebekut

Fig. 5.30: Termoçifti

Termoçiftet zakonisht janë të bërë nga nikeli-kromi, bakri-konstantani, hekuri-konstantani dhe nikeli-alumini, kurse karakterizohen nga një brez i gjerë i temperaturës (nga $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ deri në $1600\text{ }^{\circ}\text{C}$) dhe pothuajse një ndryshim linear i tensionit në varësi të temperaturës. Karakterizohen nga qëndrueshmëri e lartë mekanike, ndërtim i thjeshtë, saktësi e lartë, brez i madhe matjeje dhe çmim i ulët. Saktësia e matjes me përdorimin e termoçifteve është në intervalin $\pm 1\text{-}2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Avantazh shtesë është se për termoçiftin nuk është i nevojshëm burim i jashtëm i furnizimit.

Skema e matjes me termoçift (figura 5.31) bazohet në zbatimin e një përforcuesi operacional me përforcim të lartë dhe impedancë hyrëse të lartë, e cila mundëson matje të drejtpërdrejtë të tensionit elektrik U_{AB} .

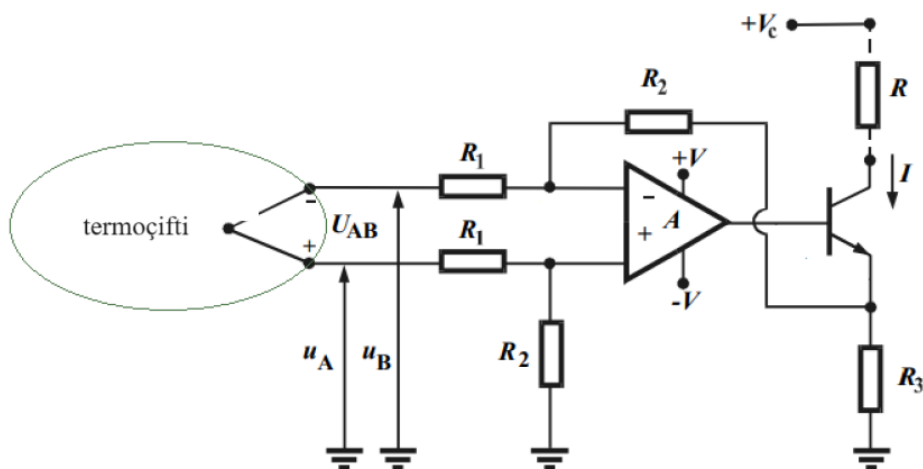


Fig. 5.31: Termoçifti në skemën e matjes

Varësia e rrymës I është në përpjesëtim të drejtë me tensionin termik të matur U_{AB} :

$$I = \frac{R_2}{R_1 \cdot R_3} (u_A - u_B) \dots\dots\dots(5.34)$$

Në figurën 5.32 është treguar konvertues matës termoelektrik për matjen e temperaturës në një rezervuar.

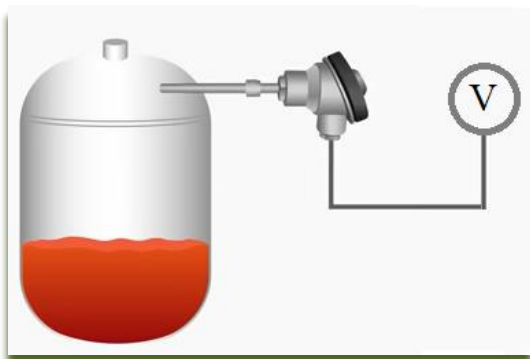


Fig. 5.32: Zbatimi i termoçiftit

5.4.7. KONVERTUESIT MATËS TERMOREZISTIV



Detektorët termorezistiv, **RTD** "**R**esistance **T**emperature **D**etector" prodhohen me element rezistiv prej metali dhe gjysmëpërçuesi. Elementi rezistiv prej metalit realizohet nga materiale me koeficient temperature të qëndrueshëm dhe një rezistencë specifike të lartë, si platini, nikeli, volframi, tantali, bakri, legura të arit dhe argjendit dhe nga materiale tjera. Karakteristika e varësisë së rezistencës nga temperatura, në pjesë të madhe të brezit, në këto materiale është lineare. Kjo varësi përcaktohet nga shprehja 5.35:

$$R = R_0[1 + \alpha(T - T_0)]$$

$$R = R_0(1 + \alpha\Delta T)$$

T – temperatura e matur
 T_0 – temperatura e dhomës (300 K)
 R_0 – rezistenca në temperaturën T_0
 α – koeficienti i temperaturës(5.35)



Detektorët termorezistiv realizohen me një tel shumë të hollë të mbështjellë në një izolator (figura 5.33 a)) ose me fletë metalike të vendosur mbi një bazë qeramike (figura 5.33 b)).

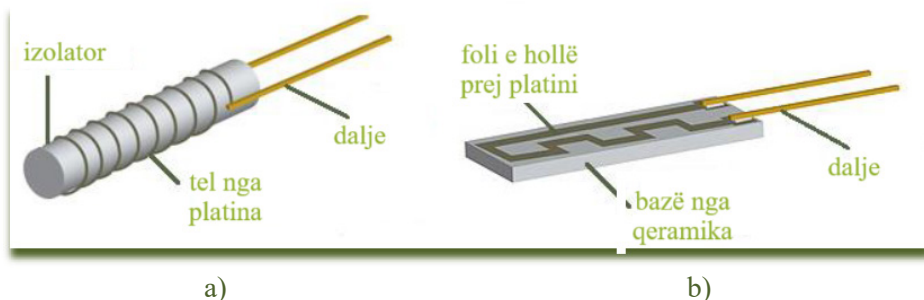


Fig. 5.33: Detektori termorezistiv a) me tel dhe b) me fletë metalike

Gjatë matjes së temperaturës me urën matëse të Vitstonit të tre rezistorët R_1 , R_2 dhe R_3 duhet të kenë koeficient të temperaturës zero, kështu që vetëm rezistenca e RTD varet nga temperatura. Tensioni i daljes do të varet vetëm nga ndryshimi i rezistencës së RTD nga temperatura. Ekuilibri i urës arrihet në temperaturën e dhomës (fig. 5.34).

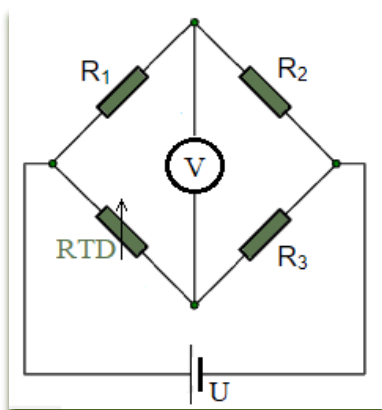


Fig. 5.34: Termorezistori në matës

5.4.8. TERMISTORËT

Konvertuesit termorezistiv me gjysmëpërçues, **termistorët**, paraqesin grup të elementeve rezistiv të ndjeshëm ndaj temperaturës, prej nga edhe vjen emri i tyre, i përbërë nga shkurtesat e fjalëve "termik (*thermal*)" dhe "rezistent (*resistor*)". Ekzistojnë dy lloje të termistorëve: NTC dhe PTC. **NTC** (*Negative Temperature Coefficient*) janë termistorë me koeficient negativ të temperaturës, që do të thotë se rezistenca e tyre zvogëlohet me rritjen e temperaturës (figura 5.35 a)).

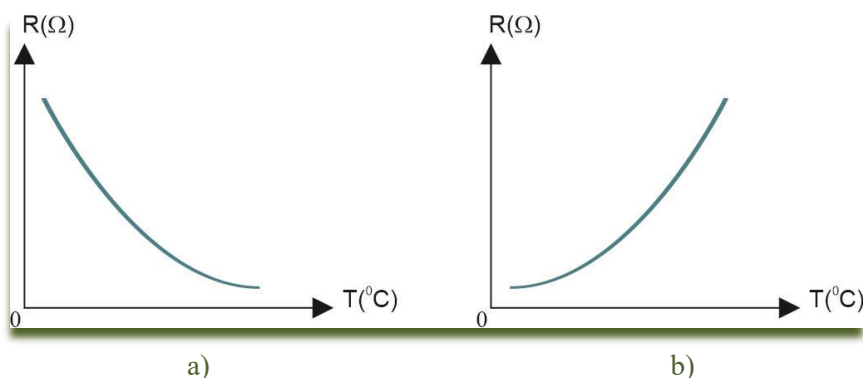


Fig. 5.35: Karakteristika e varësisë së rezistencës nga temperatura e a) termistori -NTC dhe b) termistori-PTC

Për këtë arsye ato përdoren si sensorë të temperaturës. **PTC** (*Positive Temperature Coefficient*) janë termistorë me koeficient pozitiv të temperaturës, ku rezistenca e tyre rritet me rritjen e temperaturës (figura 5.35 b)). Kjo karakteristikë mundëson përdorimin e tyre në qarqet për rregullimin e rrymës elektrike.

Karakteristika të mira të termistorit janë ndjeshmëria e lartë ndaj ndryshimeve të temperaturës, përmasat e vogla, shpejtësia e lartë e reagimit, rezistenca e lartë në 20°C (të rendit nga $10\text{ k}\Omega$ deri në $10\text{ M}\Omega$), pandjeshmëria ndaj rezistencës së lidhjeve, qëndrueshmëria gjatë amortizimit dhe kostoja e ulët.



5.4.9. KONVERTUESIT MATËS DIGJITAL

Me konvertues matës digjital madhësia matëse analoge joelektrike konvertohet/transformohet në një madhësi digjitale. Është pajisje që përmban një mikrokontrollues në të cilin përpunohet madhësia e matur. Prandaj, sensorët digjitalë në literaturë hasen edhe nën emrin "**sensorë inteligjentë**". Bllok skema e sensorit digjital është paraqitur në Fig 5.36.

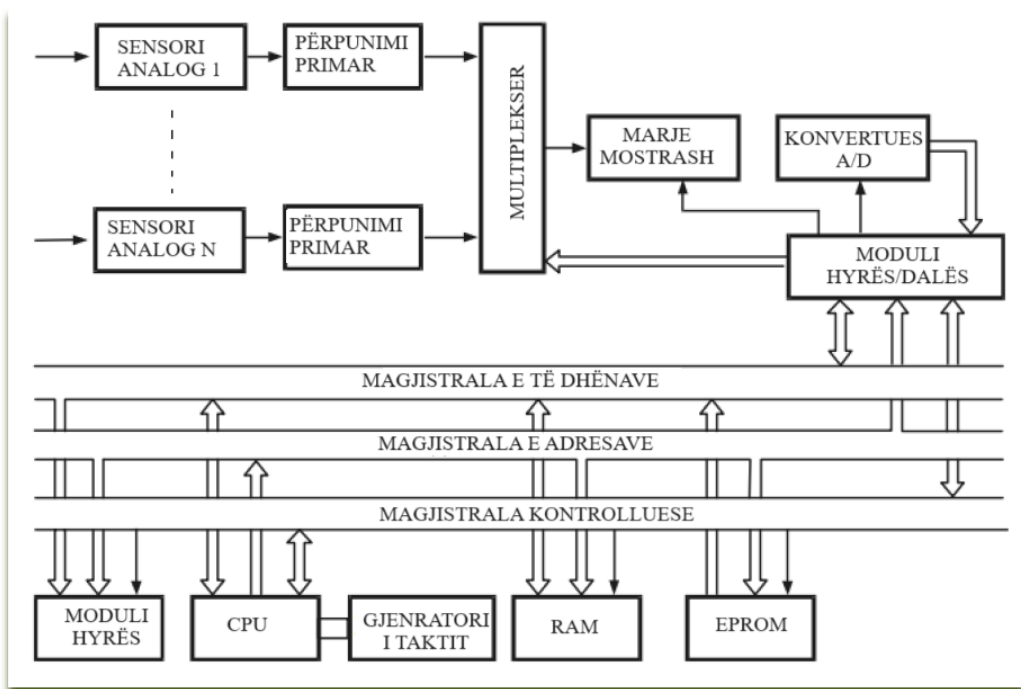


Fig. 5.36: Bllok skema e konvertuesit matës digjital

Në sensorët analogë madhësia fizike e matur konvertohet në sinjal elektrik, rrym, tension ose ndryshim të RLC-parametrave. Në bllokun e përpunimit primar, sinjali elektrik transformohet për t'u përshtatur parametrat e nevojshëm për multipleksim, si niveli i sinjalit, impedanca, zhurma etj. Mikrokontrolluesi në një moment mund të pranojë vetëm një sinjal informacioni. Prandaj, sinjalet nga sensorët analogë lëshohen një nga një me ndihmën e multipleksierit. Çdo kanal identifikohet me adresën e tij e cila përfaqëson një sinjal digjital në magjistralen e adresave. Multipleksieri ka rolin e një qarku komutues kompleks, komutator – ndërprerës, i cili, sipas adresës së dhënë nga

mikrokontrolluesi, në një moment, në daljen e tij përcjell sinjal elektrik vetëm nga njëri sensor (figura 5.37).

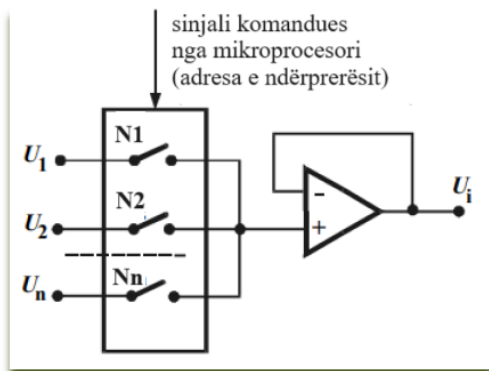


Fig. 5.36: Skema e multiplekserit

Qarku i marrjes së mostrave -kampionimit është qark elektronik ndërprerës-komutues, në daljen e të cilit përcillet sinjali hyrës vetëm në momentin e marrjes së kampionit (figura 5.38). Me ndërprerësin komandon mikrokontrolluesi.

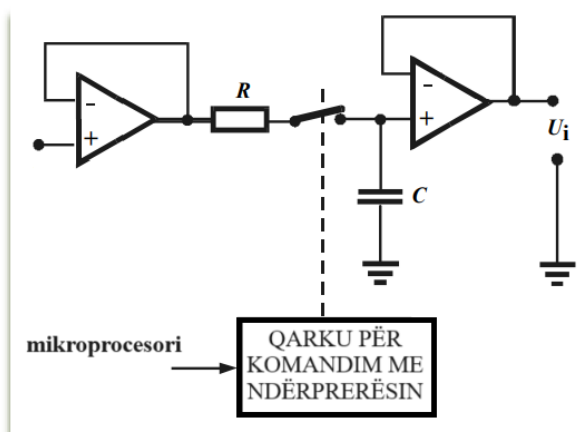


Fig. 5.38: Skema e qarkut të marrjes së kampioneve

Mikrokontrolluesi përpunon sinjalet digjitale. Prandaj, me konvertuesin A/D, kampionet e sinjaleve analoge shndërrohen në ekuivalente digjitale, të cilat ruhen në memorien e mikrokontrolluesit. Në taktin tjetër të mikrokontrolluesit, multiplekseri, qarku i marrjes së kampioneve dhe konvertuesi A/D vendosen në gjendjen fillestare gati për të marrë adresën tjetër për selektimin e sinjalit nga një sensor tjetër analog.



Sinjali digjital i marrë në daljen e konvertuesit A/D, përmes magjistrales së të dhënave përpunohet në mikroprocesor, pra në njësinë qendrore të përpunimit CPU (*Central Processing Unit*) dhe ruhet në memorien e mikrokontrolluesit. Në memorien RAM (*Random Access Memory*) janë të vendosura programet dhe të dhënat e përpunuara, ndërsa memoria EPROM (*Erasable Programmable Read-Only Memory*) shërben për të ruajtur informacione të përhershme, siç janë instruksionet e programit, konstantat.

Mëso më tepër***

* Prej kur datojnë njohuritë për dukuritë piezoelektrike?

Njohjes së efektit piezoelektrik i ka paraprirë zbulimi i efektit piroelektrik në mesin e shekullit të 18-të, me të cilin në materiale të caktuara me strukturë kristalore shfaqet një potencial elektrik, si rezultat i ndryshimit të temperaturës së materialit. Bazuar në këto njohuri filloi përcaktimi i varësisë së goditjes mekanike dhe ngarkesës elektrike nga ana e Rene (Rene Just Hauy dhe Bekereli (Antoine Cesar Becquerel), por eksperimentet e tyre nuk rezultuan në përfundime konkrete.

Demonstrimi i parë i efektit të drejtpërdrejtë piezoelektrik u bë në vitin 1880 nga vëllezërit Pier dhe Zhak Kurie (Pierre et Jacques Curie). Ata përcaktojnë se rezultatet më të mira merren me kristalin e kuarcit. Por ata nuk arritën të parashikonin se efekti ishte i kthyeshem. Këtë e arriti Lipman (Gabriel Lippman) në vitin 1881, me një deduksion matematikor sipas parimeve bazë termodinamike, të cilat vëllezërit Kiri edhe e konfirmuan me prova kuantitative.

Në dekadat e ardhshme, piezoelektriciteti mbetet vetëm në fushën e analizave laboratorike. Në vitin 1910, Voight (Woldemar Voight) boton një libër në të cilin ai përshkruan 20 lloje kristalesh natyrore me aftësi piezoelektrike.

Zbatimi i parë praktik i efektit piezoelektrik u bë në vitin 1917 gjatë Luftës së Parë Botërore. Është prodhuar pajisje, e quajtur sonar, e cila shërben si detektor ultrazanor nënujor. Pajisja është prodhuar nga kristale të holla kuarci, të ngjitur në mes dy pllakave çeliku, që paraqet konvertues piezoelektrik, hidrofon,

një pajisje e cila i detekton sinjalet kthyesë të jehonës. Me konvertuesin emitohen sinjale impulsive me frekuencë të lartë të cilat reflektohen nga objektet nënujore dhe detektohen nga hidrofoni. Me matjen e kohës ndërmjet sinjalit të emituar dhe atij të kthyer, mund të llogaritet distanca nga objekti.

Duke filluar nga ai moment, paraqitet një interes i madh për zhvillimin e pajisjeve piezoelektrike. Zbulohen edhe materiale të reja piezoelektrike dhe metoda të reja të përdorimit të tyre. Një nga zbatimet më masive në atë periudhë paraqitet në altoparlantët me kristal (gjilpërat) për riprodhimin e pllakave të gramafonit. Zhvillimi i konvertuesve ultrazanor mundëson matjen e lehtë të viskozitetit dhe elasticitetit të materialeve të ngurta dhe të lëngshme, kurse reflektometrat ultrazanor përdoren për të zbuluar defektet në strukturat metalike, me çka përmirësohet cilësia gjatë saldimit të strukturave të ndryshme.

Gjatë kohës së Luftës së Dytë Botërore u zhvillua një klasë e re materialesh, të ashtuquajtur feroelektrik, me karakteristika më të mira se materialet piezoelektrike natyrore. Midis tyre janë materialet si titanate të bariumit dhe zirkonitit të plumbit. Nga viti 1950 fillon zbatimi i tyre industrial më i gjerë.



- Pajisjet matëse që grumbullojnë informacion në lidhje me madhësinë fizike të procesit dhe gjenerojnë një sinjal matës quhen konvertues matës.
- Konvertuesit potenciometrik paraqesin rezistorë me rezistencë të ndryshueshme me një kontakt rrëshqitës ose rrotullues që formon një ndarës tensioni.
- Tenzometri elektrozestiv paraqet sensor për deformimin mekanik.
- Parimi i punës së tenzometrit bazohet në ndryshimin e rezistencës elektrike në një përçues/gjysmëpërçues në varësi të ndryshimit të gjatësisë.
- Konvertuesit induktiv përdoren për matjen e zhvendosjes, nxitimit, forcës, presionit.



- Sensorët kapacitiv janë matës të kapacitetit të kondensatorit i cili ndryshon nën ndikimin e një madhësie joelektrike.
- Sensorët piezoelektrikë janë pajisje për detektimin e ndryshimit të shtypjes.
- Konvertuesit termoelektrikë konvertojnë energjinë e nxehtësisë në energji elektrike.
- Konvertuesit termorezistiv me gjysmëpërçues termitorët paraqesin grup të elementeve rezistiv të ndjeshëm ndaj temperaturës.
- Me konvertues matës digjital madhësia matëse joelektrike analoge konvertohet/shndërrohet në madhësi digjitale.

Pyetje për verifikimin e njohurive nga Njësia modulare 5



1. Defino termin konvertues matës.
2. Vizato një urë të Tomsonit dhe shkruani shprehjet për llogaritjen e rezistencës së panjohur.
3. Për çfarë përdoret tenzometri?
4. Si janë shprehjet për llogaritjen e rezistencës dhe induktivitetit të panjohur përmes urës së Maksvel-Vinit?
5. Për çka përdoren urat matëse?
6. Cilat madhësi maten zakonisht me ura matëse?
7. Në cilin rast themi se ura është në ekuilibër?
8. Cila madhësi matet me Urën e Vitstonit?
9. Cila urë përdoret si metodë indirekte për matjen e induktivitetit?
10. Cilët konvertues janë rezistorë me rezistencë të ndryshueshme me kontakt rrëshqitës ose rrotullues me të cilët formohet ndarësi i tensionit?
11. Cilët konvertues e shndërrojnë energjinë termike në energji elektrike?
12. Me cilën urë matëse matet kapaciteti i panjohur i kondensatorit?



VERIFIKIMI TEMATIK



I Pyetje me rrethim

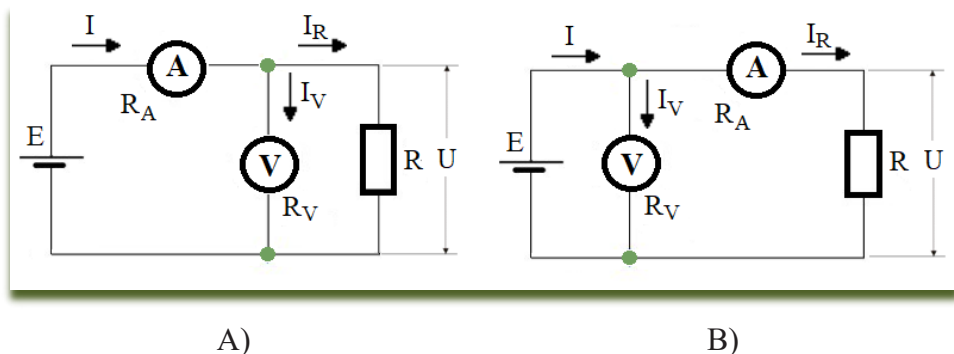
(Rretho përgjigjet e sakta)

1. Sensorët piezoelektrik janë pajisje për matjen e ndryshimeve të:
A) presionit
B) temperaturës
C) rezistencës
2. Që të zvogëlohet konsumi i voltmetrit, rezistenca e tij e brendshme R_V duhet të jetë:
A) më e vogël
B) më e madhe
3. Matja e intensitetit të rrymës me kompensator paraqet:
A) matje indirekte
B) matje direkte
4. Ura e Maksvell-Vinit përdoret për të matur:
A) induktivitetin e bobinës
B) kapacitetin e kondensatorit
5. Varësia e madhësisë së daljes, induktiviteti L nga hyrja, zhvendosja x në karakteristikën e transmetimit të konvertuesit induktiv është:
A) në përpjesëtim të drejtë
B) në përpjesëtim të zhdrejtë
6. Matja e madhësie elektrike me kompensator paraqet:
A) matje indirekte
B) matje direkte



II Pyetje me lidhshmëri

1. Në figurat tregohen lidhjet e instrumenteve për matjen e rezistencës së panjohur. Lidh skemat me emrat e tyre.



1. Skema e tensionit _____
 2. Skema e rrymës _____
-
2. Lidhi urat matëse me madhësinë matëse.

1. Ura e Maksvell-Vinit	A) rezistenca _____
2. Ura e Tomsonit	B) induktiviteti _____
3. Ura e Sheringit	C) kapaciteti _____

III Pyetje me plotësim

1. Konvertuesit _____ e shndërrojnë energjinë termike në energji elektrike.
2. Kur në tenzometër vepron një forcë në drejtim të ngjeshjes, _____ gjatësia e përçuesit e cila do të çojë në _____ e rezistencës së saj elektrike.
3. Në sensorë inteligjentë me konvertues A/D kampionet e marra nga sinjalet _____ konvertohen në sinjale _____.
4. Ngrohja e bashkimit matës, të nxehtë të termoçiftit shkakton induktimin e _____ , proporcional me ndryshimin e temperaturave të bashkimeve të nxehtë dhe të ftohtë.



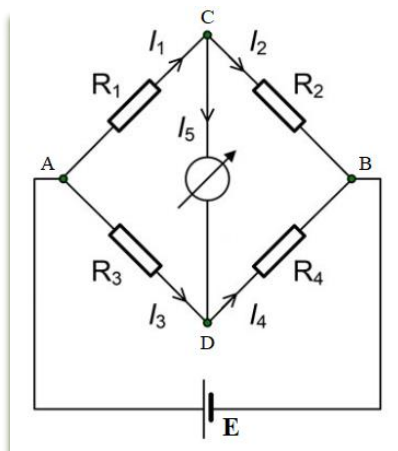
DETYRA

1. Në figurë është dhënë skema elektrike e urës vë Vitstonit për matjen e rezistencës. Të llogaritet rezistenca në degën AD (R_3) në momentin kur ura është në ekuilibër. Shkruani kushtin për ekuilibrin. Sa do të jetë rryma përmes indikatorit nul I_5 ?

$$R_1 = R_2 = 1\text{ k}\Omega, R_4 = 0,1\text{ k}\Omega$$

Zgjidhje:

$$R_3 = R_1 \cdot \frac{R_4}{R_2} = 0,1\text{ k}\Omega, I_5 = 0\text{ A}$$

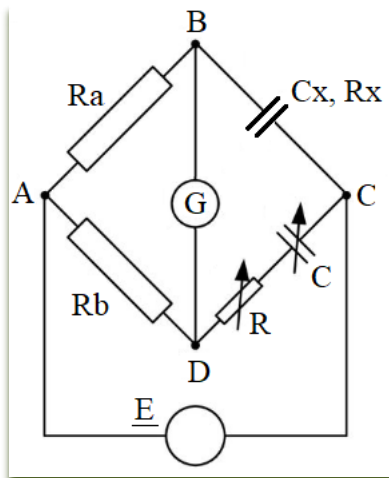


2. Me Urën e Vinit të treguar në figurë maten parametrat R_X dhe C_X të një kondensatori real. Nxire shprehjen për parametrat R_X dhe C_X në gjendjen e ekuilibrit të urës. Për vlerat e dhëna $R_a = 1\text{ k}\Omega$, $R_b = 0,1\text{ k}\Omega$, $R = 1,2\text{ k}\Omega$, $C = 0,1\text{ pF}$ të llogariten parametrat e panjohur.

Zgjidhje:

$$R_X = R \cdot \frac{R_a}{R_b} = 12\text{ k}\Omega$$

$$C_X = C \cdot \frac{R_a}{R_b} = 1\text{ pF}$$





6. PAJISJET MATËSE PËR KONTROLLIN E INSTALIMEVE ELEKTRIKE DHE TË KOMUNIKIMIT

**Duke mësuar përmbajtjet e kësaj njësie
modulare nxënësi do të mësojë:**

- të testojë instalime elektrike
 - të matë karakteristika të instalimeve elektrike
 - të krahasojë vlera të matura dhe të
përshkruara
 - të veprojë në përputhje me kërkesat për
zbatimin e standardeve MKS për mbrojtjen e
ambientit dhe mbrojtjen në punë
- 





6.1. INSTALIMET ELEKTRIKE

Instalimi elektrik është grup i përçuesve të vendosur, së bashku me materialin e nevojshëm për lidhjen e konsumatorëve elektrikë të palëvizshëm dhe të lëvizshëm me energjinë elektrike, figura 6.1. Është pjesë e sistemit të transmetimit, nga pika e lidhjes së rrjetit të tensionit të ulët deri te konsumatori.



Fig. 6.1: Instalimi elektrik në objekt banimi

Instalimet elektrike kryhen në lloje të ndryshme të objekteve: banimi, biznesi, industriale, kantiere ndërtimi etj.

Sipas lartësisë së **tensionit nominal**, instalimet elektrike ndahen në:

1. **Instalime për tension të ulët**, me tension $U \leq 1000$ V. Në këto instalime mund të paraqiten rryma të cilat janë të rrezikshme për jetën e njeriut prandaj domosdoshmërisht duhet të kenë mbrojtje ndaj tensionit të prekjes. Ato janë instalime për ndriçimin elektrik, për pasjisje elektromotore, për konsumatorët e nxehtësisë etj. Quhen instalime elektrike me tension të ulët ose instalime për rrymë të fortë.
2. **Instalime për tension të vogël**, me tension $U \leq 50$ V. Në këto instalime nuk mund të paraqiten rryma të rrezikshme për jetën e njeriut. Ato janë instalimet e telekomunikimeve, sinjalizimeve, antenave etj. Ato quhen gjithashtu instalime të tensionit të ulët ose rryma të dobëta.



Sipas **destinimit**, ekzistojnë llojet e mëposhtme të instalimeve:

- **Instalimet elektroenergjetike** – mundësojnë furnizimin harxhuesve me energji elektrike;
- **Instalimet e rrufepritësve** – vendosen me qëllim që të mbrohen njerëzit dhe objektet nga ndikimet e dëmshme të shkarkimeve elektrike atmosferike;
- **Instalimet e telekomunikacionve** – mundësojnë transmetimin e të dhënave. Ekzistojnë këto lloje të instalimeve të telekomunikacioneve: instalimet telefonike, instalimet e interfon, instalimet e sistemit të antenave, instalimet e televizionit dhe internetit, instalimet e adresave publike, etj.
- **Instalimet sinjalistike** – këto janë instalime për zile elektrike, instalime për sistem kundër zjarrit, instalime për thirrje në hotele dhe spitale, etj.

Instalimet e sinjaleve dhe telekomunikacionit janë të ndërlidhura dhe me zhvillimin e teknologjisë thuajse është bërë unifikimi i tyre. Instalimet e elektroenergjetike dhe rrufepritësve bien në të ashtuquajturit instalimet për rrymë të fortë, kurse instalimet e telekomunikacioneve dhe sinjalistikës përfshihen në instalimet për rrymë të dobët.

Instalimi elektrik paraqet një grup elementesh që shërbejnë për lidhjen e pajisjeve elektrike me rrjetin elektrik. **Elementet bazë të instalimit elektrik** janë:

- Linjat, kabllot dhe aksesoret e kablllove;
- Elementet për kyçje në rrjetin e qytetit;
- Instalimi i rrufepritësve;
- Tabela e shpërndarjes;
- Njehsori elektrik;
- Siguressat;
- Çelësat automatik dhe ndërprerësit;
- Tubat për instalim dhe aksesoret për linjat;
- Kontaktorët;
- Lidhëset;
- Priza për llambat.



6.1.1. STANDARDET DHE RREGULLAT PËR INSTALIMET ELEKTRIKE

Gjatë përpunimit të projekteve dhe dokumentacionit teknik për instalimet elektrike, duhet të zbatohen standardet dhe rregulloret në fuqi për këtë fushë, të cilat janë të përcaktuara me ligj.

Standardi është dokument me të cilin përcaktohen rregullat, udhëzimet dhe karakteristikat e aktiviteteve në një fushë të caktuar.

Rregulloret teknike janë masat dhe kushtet që patjetër të zbatohen gjatë përzgjedhjes së elementeve dhe realizimit të instalimeve elektrike.

Për elektroteknikën kompetent është Komisioni Ndërkombëtar i Elektroteknikës IEC (*International Electrotechnical Commission*) me seli në Gjenevë. Ai miraton të gjitha rregulloret dhe standardet, të cilat në formën e rekomandimeve u referohen vendeve anëtare të tij.

Në vendin tonë, standardet janë të shënuara MKS dhe një shkronjë e veçantë për çdo degë të industrisë. Për elektroteknikën përdoret shkronja H, kurse shkronja e dytë e përcakton nëngrupin në elektroteknikë edhe atë si më poshtë:

A – standardet e përgjithshme dhe bazë;

B – prodhimtari, transmetimi dhe shpërndarja e energjisë elektrike;

C – përçuesit elektrikë;

E – materiale për përçues elektrikë;

F – materiale për linja ajrore dhe nëntokësore për tension të ulët dhe të lartë;

L – llambat dhe pajisjet e ndriçimit;

N – produkte elektrike shtëpiake;

T – pajisje telegrafike, telefonike dhe sinjalizuese;

P – pajisje elektrike për automjete.

Standardet më të rëndësishme për fushën e instalimeve elektrike dhe të telekomunikacioneve janë:

- MKS. N.B2.702 Instalimet elektrike në ndërtesa; Tensionet nominale;
- MKS. N.B2.741 Kërkesat e sigurisë; Mbrojtje ndaj tensionit indirekt;
- MKS. N.B2.743 Mbrojtje ndaj rrymave të tepërta;
- MKS. N.B2.752 Ndarës elektrik; Rryma të përhershme të lejuara;

- MKS. N.C0.006 Shënimi i përçuesve dhe kablllove të izoluar;
- MKS. N.C0.015 Prerjet tërthore nominale dhe konstruksioni i përçuesve dhe kablllove.

Rregullat bazë që duhet të respektohen gjatë kryerjes së instalimeve elektrike janë:

- instalimi nuk duhet të jetë i rrezikshëm për përdoruesit;
- duhet të jetë rezistent ndaj dëmtimeve mekanike, lagështisë, pluhurit dhe kimikateve;
- të gjitha pajisjeve duhet t'u sigurohet furnizimi me energji elektrike me tensionin dhe frekuencën të përcaktuar;
- të jetë relativisht i lirë, kurse gjithashtu në të ardhmen të mundësohet që numri i pajisjeve të lidhura të rritet pa kosto të mëdha.

6.1.2. PAJISJET MATËSE PËR KONTROLLIN E INSTALIMEVE ELEKTRIKE

Rreziqet që lidhen me përdorimin e gabuar të energjisë elektrike mund të përfshijnë: rrezik për jetën e njerëzve, dëmtim të instalimeve elektrike dhe pronës, efekte të dëmshme në funksionimin e sistemeve dhe jetëgjatësinë e pajisjeve. Pra, qëllimi i testimit të instalimeve elektrike është kryesisht të sigurojë që njerëzit dhe mallrat të mbahen të sigurt dhe të mbrojtur në rast të një defekti. Gjithashtu, lehtëson mirëmbajtjen parandaluese të instalimeve, duke parandaluar defektet serioze të cilat mund të jenë të kushtueshme (ndërprerja e prodhimit, etj.). Që të garantohet siguria e njerëzve në lidhje me këto instalime dhe pajisjet elektrike të lidhura me to, kërkohet respektim i rreptë i standardeve të përcaktuara. Standardi IEC 60364 dhe ekuivalentët e ndryshëm kombëtarë të tij të publikuar në çdo vend evropian specifikojnë kërkesat në lidhje me instalimet elektrike në ndërtesa. Efektiviteti i instalimeve mund të garantohet vetëm nëse testet e rregullta vërtetojnë se ato funksionojnë siç duhet. Kjo është arsyeja se pse standardet mbulojnë jo vetëm kontrollet fillestare kur instalimet vihen në shërbim, por edhe testimet periodike, frekuenca e të cilave varet nga lloji i instalimit dhe pajisjeve, përdorimi i tyre dhe legjislacioni i vendit. Përveç kësaj, testet duhet të kryhen me instrumente matëse



që përputhen me standardin evropian IEC 61-557, duke siguruar kështu sigurinë e përdoruesit dhe matje të besueshme.

Testimi elektrik ndahet në dy pjesë:

- **Inspektimi vizual** që të garantohet që instalimi përputhet me kërkesat e sigurisë (prania e elektrodës së tokëzimit, pajisjeve mbrojtëse, etj.) dhe nuk tregon dëshmi të dukshme të dëmtimit.
- **Matjet** – Të nevojshme janë katër matje kryesore: e tokëzimit, izolimit, për vazhdimësi-kontinuitet dhe testet për pajisje mbrojtëse.

6.1.2.1. TESTUESIT SHUMËQËLLIMËSH (SHUMËFUNKSIONAL)

Për matje dhe kontroll të sigurt dhe efikas të instalimeve elektrike, përdoren **testues shumëqëllimësh** ose **shumëfunksional** për qarqet e tensionit të ulët. Ata kryejnë më tepër procedura dhe matje të shumë parametrave. Për shembull, kontrollimi i instalimit të saktë të pajisjeve në objektet tregtare, shtëpiake ose industriale, sipas standardeve dhe rregulloreve të përcaktuara të sigurisë.

Testuesit shumëfunksional (MFT – multi-function-tester), figura 6.2, përdoren për të matur dhe testuar parametrat elektrikë siç janë: tensioni, rezistenca e tokëzimit, impedanca e **qarkut të mbyllur** etj. Një numër i madh i pajisjeve kanë edhe karakteristika shtesë, të tilla si, për shembull, Bluetooth i cili mundëson transferimin dhe ruajtjen e të dhënave nga pajisja matëse në kompjuter ose në një pajisje tjetër celulare. Prodhues të njohur të testuesve të tillë multifunksionalë janë: Fluke, Metrel, Megger, Gossen Metrawatt, RS PRO, Martindale etj.



Fig. 6.2: Testuesi multifunksional (Metrel dhe Fluke)

Testuesit ndahen dhe emërtohen në disa mënyra, por zakonisht përdoren emrat "testues elektrikë" dhe "testues shumëfunksionalë për instalime". Megjithatë, ato përdoren për të kryer matje të njëjta ose të ngjashme. Ato përdoren për matje dhe testim të llojit:

- Kontinuiteti i izolimit;
- kontrollimi i funksionimit të pajisjeve mbrojtëse të lidhura që janë të destinuara për ndërprerje të shpejtë me qëllim të ndalimit të goditjes elektrike ose rrjedhën e rrymës, e cila mund të shkaktojë zjarr ose një sërë situatash të tjera të rrezikshme;
- testimi i qarkut të mbyllur është metodë e shpejtë, e thjeshtë dhe specifike për të vlerësuar aftësinë e instalimit elektrik për të aktivizuar elementet dhe pajisjet mbrojtëse;
- matja e rezistencës së tokëzimit – një seri testesh verifikimi që sigurojnë mbrojtjen e njerëzve, pajisjeve dhe objektit.

Ekzistojnë gjithashtu pajisje matëse-testuese me funksione të veçanta, domethënë matin karakteristikat e veçanta të instalimeve.

6.1.2.2. TESTUESI PËR KONTINUITET



Testuesi për kontinuitet (figura 6.3) është pajisje matëse për testimin elektrik të shtegut elektrike midis dy pikave të dhëna. Nëse gjendet rrymë elektrike, qarku në provë mund të shkëputet në mënyrë të sigurt përpara se të lidhet me ndonjë pajisje tjetër.

Fig. 6.3: Testuesi i kontinuitetit (Martindale)

6.1.2.3. TESTERËT PËR TOKËZIM DHE REZISTENCËN E TOKËZIMIT

Testuesit për tokëzim dhe rezistencën e tokëzimit (figura 6.4) janë pajisje bazë matëse elektrike që përdoren që të sigurohet rezistenca e përshkruar e tokëzimit të aparateve dhe pajisjeve. Matësit e tokëzimit dhe tokëzimi janë jetike për të siguruar një shteg drejt tokës, në rast të mbitensionit ose goditjes nga rrufeja.



Fig. 6.4: Testuesit e tokëzimit (Megger dhe Kyoritsu)

6.1.2.4. TESTUESIT E IMPEDANCËS SË QARKUT TË MBYLLUR DHE PAJISJES MBROJTËSE

Testuesit e impedancës së qarkut të mbyllur dhe pajisjet mbrojtëse mund të funksionojnë së bashku, gjegjësisht pajisja mbrojtëse është e aftë të ndërpresë qarkun elektrik përpara se të shkaktojë dëmtim, kurse testuesi i qarkut të mbyllur është pajisje specifike dhe e shpejtë për vlerësimin e qarkut elektrik për aftësinë e tij për të kyçur pajisjet mbrojtëse (çelësa, siguresat etj).



Fig. 6.5 Testuesi i impedancës së qarkut të mbyllur (Megger)

Testuesi i impedancës së qarkut të mbyllur –

Arsyeja më e rëndësishme për testimin të impedancës së qarkut për tokëzim është të verifikohet që nëse ndodh një defekt në instalimin elektrik, do të rrjedhë rrymë e mjaftueshme për të funksionuar siguresa ose ndërprerësi, i cili e mbron qarkun me defekt për një kohë të paracaktuar. Qëllimi është të sigurohet që qarku të mbyllet mjaftueshëm shpejtë që të parandalohet mbinxhjen ose, zjarri eventual.

Testuesi për pajisjet mbrojtëse – Pajisjet mbrojtëse për instalimet elektrike janë pajisje që hapen automatikisht, si përgjigje ndaj rrymës së mbetur e cila është e barabartë ose më e madhe se rryma nominale e funksionimit për pajisjen e dhënë.

Fig. 6.6: Testuesi për pajisjet mbrojtëse (Kyoritsu)



6.1.2.5. TESTUESI I TENSIONIT

Testuesit e tensionit (figura 6.7) janë pajisje me dy pole, të cilat shpejtë dhe qartë tregojnë nëse një qarku është i lidhur me tensionin. Ata me ndihmën e një konektori lidhen me linjën e furnizimit. Testuesit dhe indikatorët të tensionit kanë më tepër funksione në ekran, siç janë dritat LED dhe sinjalet zanore, për të paralajmëruar kur tensioni është i pranishëm. Disa testues të tensionit mund të tregojnë edhe në një ekran LCD, me çka e informojnë shfrytëzuesin se linja është e furnizuar dhe patjetër të shkyçet përpara përdorimit.



Fig. 6.7: Testuesi i tensionit (Fluke) dhe testuesi i tensionit dhe kontinuitetit (RS PRO)

6.1.2.6. TESTUESIT E IZOLIMIT DHE KONTUNITETIT

Testuesit e izolimit dhe kontinuitetit përdoren për të testuar transformatorët, motorët, gjeneratorët, tabelat e shpërndarjes etj. Shfrytëzohen edhe për testimin e aparateve shtëpiake, veglave elektrike dhe sistemeve fikse për instalimet elektrike.



Fig. 6.8: Testuesi i izolimit dhe kontinuitetit (Megger)



6.1.3. TESTIMI I RREGULLSISË SË INSTALIMIT ELEKTRIK

Për të kontrolluar rregullsinë dhe funksionalitetin e instalimit elektrik, është e nevojshme të inspektohet dhe të testohet. Gjatë inspektimit kontrollohet:

- Mbrojtja nga goditja elektrike, duke përfshirë matjen e distancës deri te pengesat mbrojtëse ose shtëpizat ose vendosjen e pajisjeve jashtë arritjes së dorës;
- Masat mbrojtëse kundër përhapjes së zjarrit dhe ndikimit termik të përçuesve në raport me me vlerat e lejuara të përhershme të rrymave dhe rënien e lejuar të tensionit;
- Përzgjedhja dhe rregullimi i pajisjeve mbrojtëse dhe pajisjeve të mbikëqyrjes;
- Instalimi i duhur i pajisjeve komutuese përkatëse;
- Përzgjedhja e pajisjeve në drejtim të mbrojtjes nga ndikimet e jashtme;
- Njohja e përçuesit neutral dhe mbrojtës;
- Ekzistenca e dokumentacionit përkatës, tabelave me paralajmërime dhe informacione të ngjashme;
- Njohja e qarqeve elektrike, siguresave, çelësave automatik, pikave të lidhjes dhe pajisjeve të tjera;
- Lidhja e përçuesve dhe qasja dhe disponueshmëria e hapësirës për punë dhe mirëmbajtje.

Inspektimi kryhen sipas renditjes së mëposhtme:

1. kontrollimi i kontinuitetit të përçuesit mbrojtës dhe përçuesit kryesor dhe shtesë për barazimin e tensionit;
2. kontrollimi i rezistencës së izolimit të instalimit elektrik,
3. ndarja elektrike e qarqeve të rrymës,
4. kontrollimi i rezistencës së dyshemesë dhe mureve të ndërtesës dhe
5. kontrollimi i funksionalitetit.

6.1.3.1. INSPEKTIMI I INSTALIMIT GJATË REALIZIMIT TË PUNIMEVE

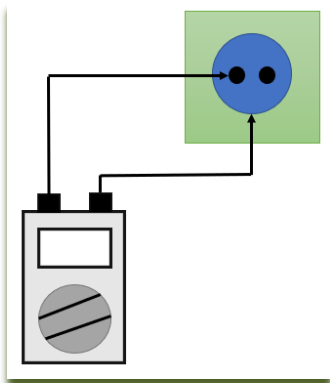
Gjatë realizimit të instalimit, deri sa nuk është kryer mbulimi i tij, bëhet inspektimi i llojit dhe cilësisë së kablllove të instaluara, kontrolli i vendosjes së kablllove në kënde të drejta dhe distanca e përcaktuar nga tavani, dysHEMEJA. qoshet, dritaret dhe dyert dhe kontrolli i vendosjes së kablllove në përputhje me projektin.

6.1.3.2. TESTIMI I NDRIÇIMIT

Gjatë testimit të ndriçimit, është e nevojshme të kontrollohet nëse të gjithë trupat ndriçues dhe çelësat automatik janë instaluar në përputhje me projektin, duke marrë parasysh nivelin e përcaktuar të mbrojtjes nga ndikimet e jashtme, të kontrollohet funksionaliteti i të gjithë ndërprerësve dhe llambave, lartësia e ndërprerësve të instaluar (105 cm), të kontrollohet nëse në ndërprerës janë përçuesit e fazës (ndërprerësit patjetër të mundësojnë gjendje pa tension të llambave), të matet ndriçimi dhe të kontrollohet nëse janë përbushur kërkesat e projektit dhe të kontrollohet nëse funksionon drita e panikut gjatë shkyçjes së furnizimit.

6.1.3.3. TESTIMI I KONEKTORËVE

Gjatë testimit të konektorëve – prizave, duhet të kontrollohet nëse të gjitha prizat janë instaluar në përputhje me projektin, të kontrollohet nëse prizat janë në lartësinë e përcaktuara me rregullore nga dysHEMEJA (30 cm, 115 cm, 150 cm) dhe a kanë nivel adekuat të mbrojtjes nga ndikimet e jashtme, kurse në banjë, nëse prizat janë në një distancë minimale prej 60 cm nga vaska, të kontrollohet nëse përçuesi mbrojtës PE është i lidhur me kontaktet mbrojtëse, të kontrollohet seksioni i kablllos në të cilin është i lidhur konektori dhe ngjyra e përçuesit, të matet rezistenca e qarkut të rrymës së defektit të prizës dhe të matet tensioni.



Rezistenca e qarkut të gabimit matet me metodën e pararezistencës së njohur me një instrument – **matës testues** i cili lidhet mes fazës dhe kontaktit mbrojtës të prizës, si në figurën 6.9.

Fig. 6.9 Matja e rezistencës së qarkut të gabimit

6.1.3.4. TESTIMI I TABELËS SË SHPËRNDARJES

Gjatë testimit të tabelës së shpërndarjes duhet të kontrollohet nëse janë shënuar qarqet e rrymave dhe elementet, nëse tabela është realizuar në përputhje me projektin, të matet rezistenca e izolimit me megaommetër, a janë vendosur siguresat kryesore, nëse tabela është prej metali, të matet edhe rezistenca e tokëzimit, duke përfshirë edhe rezistencën e tokëzimit të derës, të kontrollohet nëse janë vendosur tabelat me etiketa, të kontrollohet nëse është vendosur skema njëpolare dhe të kontrollohen distancat ajrore të pjesëve të paizoluara që janë nën tension.

6.1.3.5. TESTIMI I MBROJTJES ME SHKYÇJE AUTOMATIKE TË FURNIZIMIT ME MATJE TË REZISTENCËS SË QARKUT TË MBYLLUR

Rezistenca e rrethit të qarkut të mbyllur i përfshin rezistencat e përçuesit fazor dhe të përçuesve mbrojtës në kuadër të instalimit elektrik të tensionit të ulët. Vlerat më të larta do të fitohen në pikat që janë më të larguara nga objekti, pra nënstationi i shpërndarjes nga i cili furnizohet me energji elektrike instalimi elektrik për tension të ulët, sepse përçuesit me të cilët janë të lidhur janë më të gjatë.

Matja në kuadër të instalimit do të japë rezistencën totale, pra impedancën e rrethit të qarkut të mbyllur të rrjetit të instalimit (Z_S), ose rezistencën, gjegjësisht impedancën e rrethit të qarkut të mbyllur jashtë instalimit (Z_I).

6.1.3.6. TESTIMI I TENSIONIT TË PREKJES PËR RRYMËN POTENCIALE TË QARKUT SË SHKURTËR

Tensioni i prekjes për rrymën potenciale të qarkut të shkurtër (U_d) definohet si tension që rezulton nga situatat jonormale në sistemin e elektroenergjetik, i cili mund të jetë i pranishëm midis dy sipërfaqeve përçuese të cilat mund të preken njëkohësisht nga njerëzit dhe kafshët. Gjithashtu, ky tension mund të paraqitet gjatë përkeqësimit të izolimit të kabllove nëntokësore dhe sipërfaqësore të shpërndarjes, ose kur kabllo dhe përçuesit dëmtohen nga nxehësia, uji ose gërryerja. Tensioni i prekjes nuk lidhet me funksionimin normal të sistemit energjetik dhe mund të ekzistojë në nivele që mund të jenë të rrezikshme për jetën e njeriut.

Tensioni i prekjes në rrymën potenciale të një qarku të shkurtër mund të marrë vlerat më të larta të tensionit fazor të përçuesit nëse qarku i shkurtër me impedancë të papërfillshme krijohet ose shfaqet në terminalin e konsumatorit elektrik, kurse pjesa tjetër e përçuese në të njëjtën kohë ka kontakt të drejtpërdrejtë me tokën.

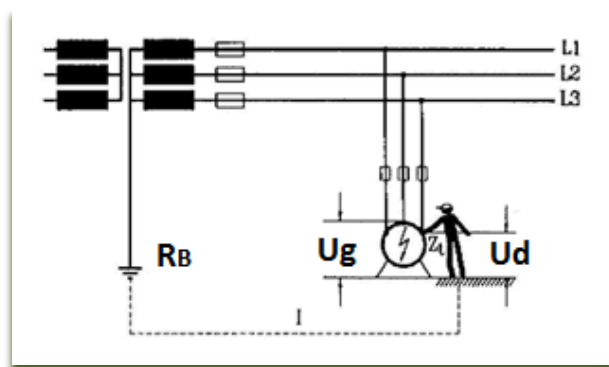


Fig. 6.10: Tensionet elektrike në rrymën potenciale të qarkut të shkurtër gjatë punës së elektromotorëve

U_g është tensioni gjatë rrymës potenciale të qarkut të shkurtër i cili paraqet diferencën potenciale ndërmjet madhësisë së potencialit të shtëpizës të elektromotorit kundrejt potencialit të tokës, figura 6.10.



6.1.3.7. TESTIMI I PAJISJES MBROJTËSE ME RRYMË DIFERENCIALE (RCD).

Pajisja mbrojtëse me rrymë diferenciale – RCD (*Residual Current Device*) përdoret për shkyçjen automatike të furnizimit në rast të prekjes direkte të pjesëve nën tension ose në rast të gabimit të konsumatorit dhe paraqitjes së tensionit indirekt. Shkyçja ndodh për 0,04 sekonda.

Ky lloj i ndërprerësit funksionon bazuar në parimin – vlerat e momentit të rrymave në një sistem trefazor janë të barabarta me zero, kështu që edhe shuma e flukseve të tyre magnetike duhet të jetë zero. Përçuesit e furnizimit janë mbështjellje primare, rreth të cilave vendoset qark magnetik dhe mbështjelljet sekondare. Nëse në njërin nga fazat ndodh një kontakt me shtëpizën e pajisjes, përmes kësaj faze rrjedh një rrymë shumë e madhe, e cila prish ekuilibrin, domethënë shuma e rrymave nuk do të jetë më zero. Atëherë, në mbështjelljen sekondare induktohet një tension, i cili i shkyç të gjitha kontaktet e ndërprerësit. Diferenca e lartpërmendur e rrymës patjetër të rrjedhë në tokë si rrymë e rrjedhjes (përmes izolimit ose bashkimit kapacitiv) ose si rrymë e qarkut të shkurtër ose lidhje e tokëzimit – përmes izolimit me defekt ose pjesërisht (ose tërësisht) përmes qarkut të shkurtër midis pjesëve përçuese dhe pjesëve përçuese të aksesueshme.

Gjatë përdorimit të këtij ndërprerësi në instalimet elektrike, të gjitha pjesët metalike që nuk duhet të jenë nën tension duhet të lidhen me një përçues mbrojtës i cili nuk kalon përmes ndërprerësit mbrojtës të rrymës. Përçuesi neutral pas ndërprerësit mbrojtës të rrymës nuk duhet të jetë i tokëzuar ose në kontakt me përçuesin mbrojtës.

Për mbrojtje efektive nga kjo pajisje, shtëpiza metalike e aparatit elektrik duhet të jetë i tokëzuar dhe rezistenca e tokëzimit duhet të jetë:

$$R_z \leq \frac{50 \text{ V}}{I_{\Delta N}} \dots\dots\dots(6.1)$$

ku R_T është rezistenca e tokës, I_{Δ} është rryma e defektit në të cilën ndërprerësi mbrojtës i rrymës reagon, kurse 50 V është tensioni maksimal i prekjes i lejuar.

Në pjesën e përparme të ndërprerësit mbrojtës të rrymës duhet të ketë një **buton kontrolli** të integruar për të testuar korrektësinë e tij, figura 6.11. Si rregull, korrektësia duhet të kontrollohet të paktën një herë në vit.



Fig. 6.11: Ndërprerësit automatik RCD (ETI dhe Schneider)

Për të kontrolluar korrektësinë e pajisjeve mbrojtëse siç janë siguresat ose ndërprerësit, kryhet matje e impedancës së qarkut të mbyllur të defektit që të llogaritet rryma përkatëse e qarkut të shkurtër. Pajisjet mbrojtëse mund të testohen duke përdorur dy metoda: testi bazë, i cili quhet edhe test pulsi dhe i cili e përcakton kohën (në milisekonda); dhe step testi (hapit), i cili përcakton kohën dhe rrymën, me çka zbulohet plakja e pajisjeve mbrojtëse.

6.1.3.8. TESTIMI I INSTALIMIT TË RRUFEPRITËSVE

Gjatë testimit të instalimit të rrufepritësit është e nevojshme të kontrollohet nëse instalimi është kryer sipas projektit, të matet rezistenca e tokëzimit i të gjitha lidhjeve, me matje të kontrollohet duke matur nëse përçuesit zbritës (shkarkimet) janë të lidhur me shkarkuesit dhe të kontrollohet nëse në instalimin e rrufepritësve janë të bashkuara të gjitha sipërfaqet metalike më të mëdha se 2 m^2 (ulluqet, tubacionet, kanalet e ventilimit etj.).

Rezistenca e tokëzimit matet në bashkimin e ndarjes. Gjatë matjes së , tokëzimi ndahet nga shkarkuesit e bashkimit ndarës matës. Pastaj me **matës për testim** matet rezistenca. Matësi për testim lidhet me përçuesin fazor dhe tokëzimin, si në figurën 6.12.

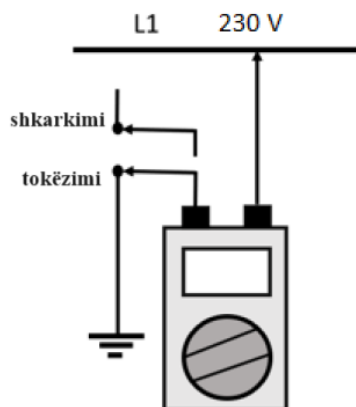


Figura 6.12: Matja e rezistencës së tokëzimit

Krahas matjes së rezistencës së tokëzimit të tokëzuesve, kryhet kontrolli edhe i rezistencës së tokëzimit të shkarkuesit, që paraqet kontroll të cilësisë së lidhjes së shkarkuesve me instalimin e rrufepritisit, domethënë në secilën nyje bëhen nga dy matje.

6.1.4. MATJA E KARAKTERISTIKAVE TË INSTALIMIT ELEKTRIK

Me matje të karakteristikave të instalimit elektrik zakonisht nënkuptohet:

- matja e rezistencës së tokëzimit,
- matja e vazhdimësisë së një përçuesi mbrojtës, dhe
- matja e izolimit.

6.1.4.1. MATJA E REZISTENSËS SË TOKËZIMIT

Tokëzimi për instalimin elektrik është shumë i rëndësishëm për arsyet e mëposhtme:

– Të gjitha pjesët e pajisjeve elektrike, siç janë shtëpizat e makinave, shtëpizat e ndërprerësve, rezervuarët e transformatorëve duhet të jenë të lidhur me sondën e tokëzimit. Kjo bëhet me qëllim që pjesë të ndryshme të instalimit dhe personat që punojnë aty të mbrohen nga dëmtimet, në rastet kur izolimi i sistemit nuk siguron mbrojtje të mjaftueshme në ndonjë pikë.

- Me lidhjen e këtyre pjesëve me sondën e tokëzuar sigurohet shteg i vazhdueshme me rezistencë të vogël, që rrymat e shkarkimit të lëvizin drejt tokës. Kjo rrymë komandon me pajisjet mbrojtëse dhe në këtë mënyrë qarku me defekt do të izolohet, nëse paraqitet ndonjë defekt.
- Tokëzuesi (sonda e tokëzimit) siguron që në rast të mbitensionit të sistemit, për shkak të shkarkimeve atmosferike ose defekteve të tjera të sistemit, ato pjesë nga pajisjet që zakonisht nuk janë nën tension, të vijnë në potencial të lartë të rrezikshëm.
- Në qarqet trefazore përçuesi neutral i sistemit tokëzohet me qëllim që të stabilizohet potenciali i qarkut në raport me tokëzimin.

Tokëzuesi është efikas për sa kohë që ka rezistencë të vogël ndaj tokës dhe i mbart rrymat e mëdha pa u përkeqësuar karakteristikat e tij.

Meqenëse është e vështirë të matet sasia e rrymës që tokëzuesi e përcjell, vlera e rezistencës së tokëzimit merret si tregues mjaftueshëm i besueshëm për efektivitetin e tij. Rezistenca e tokëzuesit duhet të jep mbrojtje të mirë dhe patjetër të matet rregullisht.

Faktorët kryesorë nga të cilët varet rezistenca e çdo sistemi të tokëzimit janë:

- Forma dhe materiali i sondës së tokëzimit;
- Thellësia në të cilën janë vendosur sondat në tokë;
- Rezistenca specifike e tokës (dheut) dhe e mjedisit të sondave.

Rezistenca specifike e tokës nuk është konstante, por ndryshon nga njëri lloj toke në tjetrin. Sasia e lagështisë së pranishme në tokë, e cila ndikon në rezistencën specifike të tokëzuesit, nuk është faktor konstant, por ka ndryshime sezonale. Prandaj, kryhen testime periodik për të konfirmuar që sistemi i tokëzimit është efikas.

Gjatë përcaktimit nëse me tokëzimin është arritur besueshmëri e mjaftueshme, dy tensione janë të rëndësishme: tensioni i prekjes dhe tensioni i hapit.

Tensioni i prekjes është pjesa e tensionit të tokës që mund të përballojnë njerëzit, me ç'rast qarku i rrymës kalon nëpër trupin e njeriut nga dora në këmbë ose dora në dorë, me ç'rast distanca midis pjesëve prekëse është afërsisht një metër.



Tensioni i hakit është pjesa e tensionit të tokëzuesit që mund të përballohet nga njerëzit me një gjatësi hapi prej rreth një metër, me ç'rast qarku i rrymës mbyllet nga njëra këmbë në tjetrën.

Në instalime definoohen tensionet e lejuara të prekjes dhe të hakit, si brenda, ashtu edhe jashtë tyre.

Ekzistojnë shumë metoda për **matjen e rezistencës së tokëzimit**, në varësi të sistemit, nga lloji i instalimit (banimi, industrial, urban, rural etj.), nga mundësia e shqyçjes së rrymës, sipërfaqja e disponueshme për vendosjen e sondave etj. Zakonisht përdoren metoda U-I (figura 6.13) dhe metoda me përdorimin e ommitrit (figura 6.14).

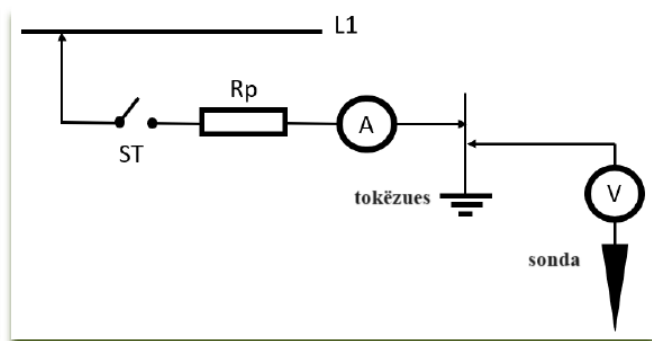


Figura 6.13: Matja e rezistencës së tokëzimit me metodën U-I

Nëpërmjet rezistorit R_p dhe ampermetrit (A), i cili mat rrymën I në degë, sillet tension në tokëzues, kurse në një distancë prej 20 m një vendoset sondë në tokë. Sonda është e lidhur me tokëzuesin nëpërmjet voltmetrit (V), i cili mat tensionin U . Rezistenca e tokëzuesit R_T llogaritet sipas ligjit të Omit:

$$R_z = \frac{U}{I} \dots\dots\dots(6.2)$$

Instrumenti për matjen e rezistencës së tokëzimit, në fakt është ommetër për leximit të drejtpërdrejtë dhe ka një gjenerator dore i cili siguron rrymën për testimin. Ommetri në thelb përbëhet prej dy mbështjelljeve (bobinë rryme dhe bobinë për shtypje), të vendosura në një kënd fiks me njëri-tjetrin në bosht të përbashkët.

Ommetri ka katër terminale P1, C1, P2 dhe C2. Terminalet P1 dhe C1 janë qark i shkurtër. Ky bashkim bën një pikë të përbashkët, kështu që në fakt ka tre terminale: E (pika e përbashkët), P (P1) dhe C (C1) drejt daljes. Për matjen e rezistencës së tokëzimit me instrument matës të rezistencës së tokëzimit, sonda e tokëzimit që testohet lidhet me terminalin e saj E, kurse terminalet P dhe C lidhen me elektrodën ndihmëse përmes një linje me rezistencë të papërfillshme, figura 6.14.

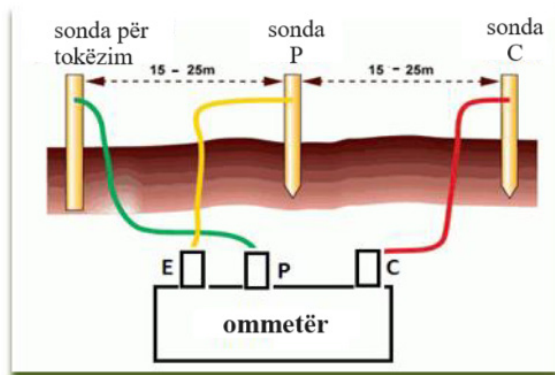


Fig. 6.14: Lidhja e instrumentit për testimin e tokëzimit

Kur doreza e instrumentit matës të rezistencës së tokëzimit rrotullohet me një shpejtësi konstante, rezistenca e tokëzimit shënohet drejtpërdrejt në ekran ose në shkallën e kalibruar për versionin analog. Leximet merren duke groposur sondën P në pozicione të ndryshme. Së pari, mund të mes sondës së tokëzimit dhe sondës së rrymës C. Pastaj, ajo duhet të groposet në distancë prej 15 m nga sonda për tokëzim, por në anën e kundërt të sondës së rrymës C. Dhe në fund, duhet të groposet në një distancë prej 15 metrash nga sonda e rrymës C. *Vlera mesatare e të tre leximeve e jep rezistencën midis sondës për tokëzim dhe tokës.*

Rezistenca midis tokëzuesit (pllakës, tubit, etj.) dhe tokës nuk mbetet konstante për shkak të ndryshimit të kushteve të lagështisë. Për tokëzim cilësor dhe efektiv, sistemi i tokëzimit duhet të testohet herë pas here dhe sasia e lagështisë në tokën e afërt duhet të rritet duke shtuar ujë.

Instrumentet moderne për testimin e instalimeve elektrike – matësit për testim, me ndihmën e mikroprocesorit kryejnë llogaritje të rezistencës së tokëzimit dhe shënojnë rezultatin e matjes. Avantazhi kryesor i tyre është se procesi i matjes është përshpejtuar ndjeshëm.



6.1.4.2. MATJA E VAZHDIMËSISË SË NJË PËRÇUESI MBROJTËS

Përçuesit mbrojtës lidhin pjesët metalike të ekspozuara ndaj prekjes me instalimin e tokëzimit. Lidhja e drejtë mes tyre nënkupton edhe një lidhje më të mirë të pjesëve të theksuara me instalimin e tokëzimit.

Instalimi i tokëzimit përbëhet nga:

- Përçuesit PE të cilët i lidhin terminalet (prizat, pajisjet elektrike, pikat e kontaktit) me instalimin e tokëzimit,
- Përçuesit PE të cilët i bashkojnë pjesët e jashtme përçuese (tubat, antenat, sistemet e ngrohjes) me instalimin e tokëzimit.

Lidhja ekuipotenciale (figura 6.15) siguron që tensioni i kontaktit ndërmjet dy pjesëve metalike të bashkuara të jetë me vlerë të ulët. Kjo lidhje përdoret në:

- kontaktet e trupave të jashtëm metalikë me tokëzimin nëpërmjet përçuesve të ndryshëm PE,
- në rast të ekzistimit të trupave metalikë në një distancë më të vogël se 2,5 m.

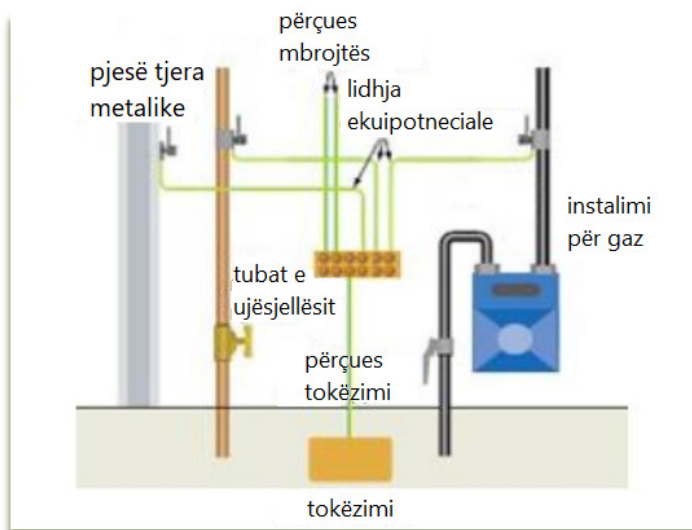


Fig. 6.15: Lidhja ekuipotenciale mbrojtëse

Në hapësirat me lagështi (banja, tualete, pishina dhe të ngjashme) lidhja ekuipotenciale është e detyrueshme.

Gjatë testimit të vazhdimësisë (kontinuitetit) së tokëzimit, problem mund të krijojnë shtigjet paralele, të cilat nuk duhet të llogariten si pjesë e sistemit të tokëzimit, sepse nuk lejojnë matje dhe testim të saktë të përçuesit të tokëzimit.

Në parim, vazhdimësia e përçuesve mbrojtës duhet të matet përpara lidhjes së tensionit të rrjetit me instalimin që testohet. Vlera maksimale e lejueshme e rezistencës varet nga fuqia e ngarkesave të lidhura, të përdorura për sistemet e instalimit (TN, TT), etj.

Qëllimi i matjes është të verifikohet vazhdimësia e përçuesve mbrojtës dhe lidhjet ekuipotenciale kryesore dhe shtesë.

Testi kryhet duke përdorur një instrument matës i aftë për të gjeneruar një tension pa ngarkesë prej 4 deri në 24 V (njëkahësh ose alternativ) me një intensitet minimal të rrymës elektrike prej 200 mA. Rezistenca e matur duhet të jetë më e vogël se pragu i theksuar me standard që zbatohet për instalime testuese, i cili zakonisht është 2 Ω . Meqenëse vlera e rezistencës është e ulët, rezistenca e kabllave matëse duhet të kompensohet, veçanërisht nëse përdoren kablllo shumë të gjata.

Nëse përdoret multimetër digjital, gjatë kohës së testit për kontinuitet gjatë instalimit ai dërgon një rrymë të vogël përmes qarkut për të matur rezistencën e tij. Altoperlanti i instrumentit kyçet për pak kohë kur zbulon një qark të mbyllur. Vlera e rezistencës e nevojshme për aktivizimin e altoperlantit ndryshon në varësi të llojit të multimetrit dhe gjatësisë që testohet, por shumica e instrumenteve reagojnë në një rezistencë të matur në brezin prej 0 deri në 50 Ω .

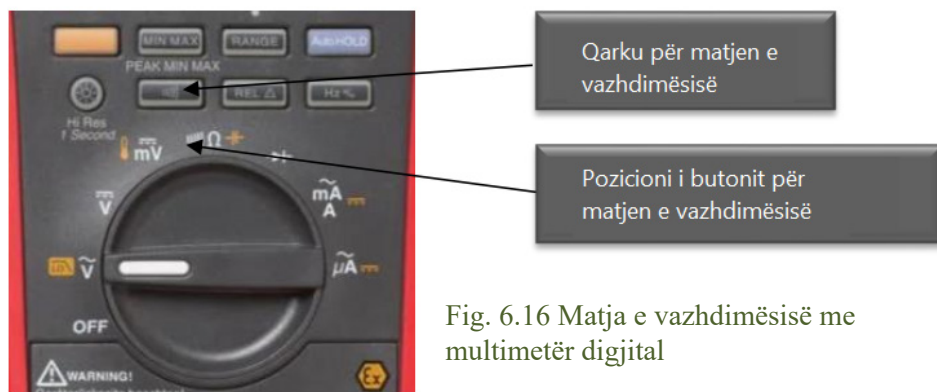


Fig. 6.16 Matja e vazhdimësisë me multimetër digjital



6.1.4.3. MATJA E IZOLIMIT

Izolimi cilësor është thelbësor për të parandaluar goditjen elektrike. Me matjen e rezistencës së tij zbulohen defekte në izolimin e instalimit të shkaktuara nga lagështia, izolimi i keq, ndotja dhe të ngjashme. Rezistenca e izolimit duhet të matet ndërmjet:

- Përçuesve fazor,
- Përçuesit të fazës dhe tokëzimit (PE),
- Përçuesit të fazës dhe zero,
- Përçuesit zero dhe tokëzuesit.

Vlerat e lejuara për rezistencën e izolimit në instalime të ndryshme elektrike janë dhënë në tabelën 6.1.

Tabela 6.1 Vlerat e lejuara për rezistencën e izolimit		
Tensioni nominal i punës (V)	Tensioni testues (V)	Rezistenca e izolimit (MΩ)
deri 250	250	≥0,5
deri 500	500	≥1,0
mbi 500	1000	≥1,0

Rezistenca e izolimit për instalimet në praktikë duhet të jetë shumë më e lartë se vlera e përshkruar, veçanërisht kur kemi të bëjmë me instalime të reja.

Matja e rezistencës së izolimit të kablllove – Testimi i kablllove realizohet që të mund të ndiqet përkeqësimi gradual me kalimin e viteve, që të kryhet testimi për pranimin teknik pas realizimit të instalimit, për kontrollin e lidhjeve dhe për testime speciale për qëllime riparimi.

Si rregull, së pari kryhet test i matjes së rezistencës së izolimit të kablllove, kurse nëse të dhënat e marra janë të pranueshme, atëherë vazhdohet testi për mbipotencial për rrymën njëkahëshe. Pasi të kryhet ky test, është e nevojshme përsëri të kryhet testi i rezistencës së izolimit, sepse kabllloja gjatë kohës së testit për potencial mbi atë të lejuar me rrymë njëkahëshe mund të dëmtohet.

Rezistenca e izolimit matet me ndihmën e një megaommetër. Kjo është metodë joshkatërruese për përcaktimin e gjendjes së izolimit të kabllave për të kontrolluar kontaminimin për shkak të pranisë së lagështisë, papastërtisë ose karbonizimit.

Metoda për matjen e rezistencës së izolimit nuk e jep masën e forcës së përgjithshme dielektrike të izolimit të kabllot ose pikave të dobëta në kabllot.

Procedura për përdorimin e megaommetrit për matjen e rezistencës së izolimit të kabllave përbëhet nga hapat e mëposhtëm:

- Kablloja që duhet të testohet shkyçet nga pjesa tjetër e pajisjeve dhe nga qarku (të mos jetë nën tension);
- Shkarkohet kapaciteti i akumuluar në kabllo duke e tokëzuar atë përpara testimit, si dhe pas përfundimit të testeve;
- Terminali i linjës (L) i instrumentit lidhet me përçuesin që duhet të testohet;
- Të gjithë përçuesit e tjerë tokëzohen.

Lidhja e instrumentit për matjen e rezistencës së izolimit të kabllave është dhënë në figurën 6.17.

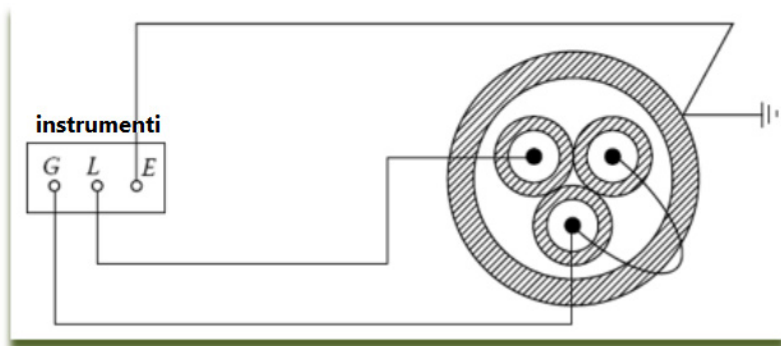


Figura 6.17: Matja e rezistencës së izolimit të kabllave

Matjet e rezistencës së izolimit duhet të kryhen në intervale të rregullta dhe të mbahet evidencë për krahasimin e tyre. Të gjitha leximet, si rregull, duhet të kryhen në një temperaturë prej 20 °C. Nëse ka një tendencë të vazhdueshme rënie, ajo është tregues i përkeqësimit të izolimit, edhe pse vlerat e matura të rezistencës akoma janë mbi kufirin minimal të pranueshëm.



Matja e rezistencës së izolimit ndërmjet instalimit dhe tokëzimit –

Matja e rezistencës së izolimit të kablllove gjatë gjithë instalimit kryhet për të zbuluar standardin e izolimit të përçuesve dhe kablllove të cilat janë përdorur gjatë instalimit. Gjithashtu, kjo matje është për t'u siguruar që izolimi është i mjaftueshëm, për të shmangur çdo rrjedhje të mundshme të rrymës drejt tokës. Rryma e rrjedhjes drejt tokës nuk duhet të kalojë 0.02% të rrymës së ngarkesës së plotë.

Para se të kryhet matja e rezistencës së izolimit ndërmjet instalimit dhe tokëzimit, kushtet që duhet të plotësohen për pozicionin e çelësit kryesor, siguresave, ndërprerësve dhe pikave të tjera janë si më poshtë:

- çelësi kryesor duhet të jetë i shkyçur,
- të kyçen siguresat,
- të gjithë çelësat janë të kyçur,
- të gjitha llambat dhe pajisjet e tjera janë të kyçura.

Për testimin e gjithë instalimit, testi kryhet në çelësin kryesor. Matja e rezistencës së izolimit të kablllove matet me megaommetër.

Që të kryer ky test, përçuesit e fazës dhe neutrali lidhen shkurt përkohësisht në cilën do pikë të përshtatshme, ose siç është treguar në figurën 6.18.

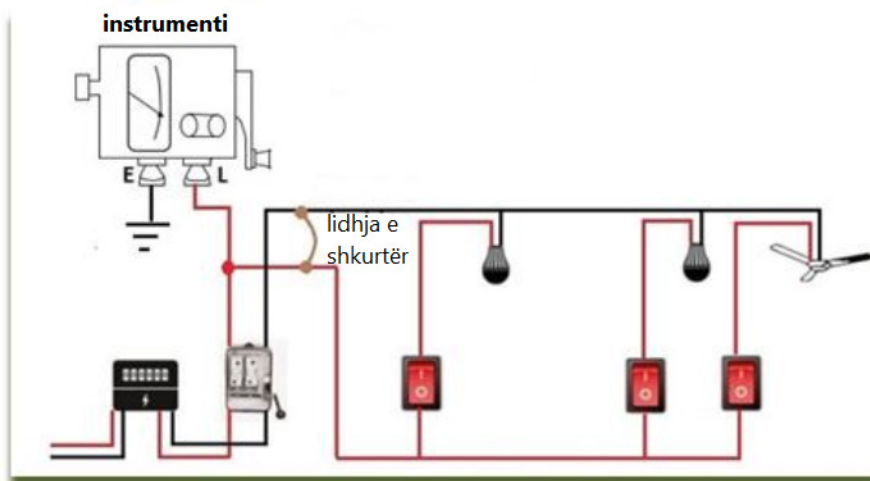


Fig. 6.18 Lidhja e instrumentit për matjen e izolimit të të gjithë instalimit

Terminali L i instrumentit është i lidhur me pikën e lidhjes së shkurtër në çelësin kryesor, kurse terminali i tokëzimit i shënuar me E është i lidhur me përçuesin për kontinuitet të tokëzimit ose me ndonjë pikë tjetër të përshtatshme të tokëzimit në afërsi.

Doreza e testuesit rrotullohet me shpejtësi të madhe që të prodhohet tension i mjaftueshëm për testim. Në indikatorin e pajisjes regjistrohet vlera e matur.

Rezistenca e matur e izolimit nuk duhet të jetë më e vogël se 0,5 MΩ për përçues të fortë, shëndoshë dhe të fiksuar. Nëse rezistenca e izolimit është nën këtë vlerë, gjatësia që e jep atë vlerë duhet të rilidhet ose të kontrollohet tërësisht, derisa nuk merret vlera e kërkuar.

Matja e rezistencës së izolimit ndërmjet përçuesve – Kjo matje kryhet për kontrollin e izolimit të kabllave apo përçesve, gjegjësisht se ata nuk janë të dëmtuar dhe rrjedhje rryme ndërmjet tyre.

Para se të kryhet matja, pozicionet e çelësit kryesor, siguresave, ndërprerësve, etj., duhet të jenë si më poshtë:

- çelësi kryesor është i shkyçur,
- të gjithë çelësat janë të kyçur,
- të gjitha dritat dhe pajisjet e tjera duhet të shkyçura,
- siguresat janë të kyçura.

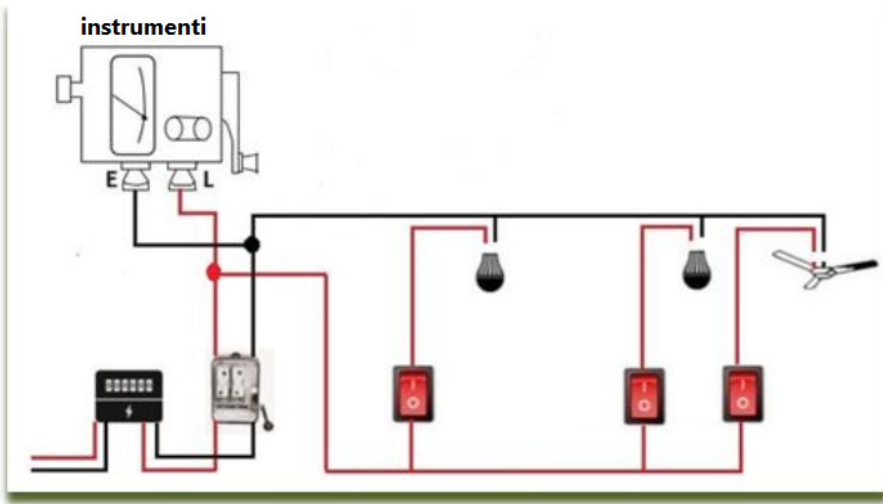


Fig. 6.19 Matja e rezistencës së izolimit ndërmjet përçuesve



Terminali L i instrumentit matës të rezistencës lidhet me fazën e instalimit, kurse terminali E për tokëzimin lidhet me përçuesin neutral, figura 6.19. Rezistenca e izolimit e matur në këtë mënyrë nuk duhet të jetë më e vogël se 0,5 MΩ.



- Instalimi elektrik është grup përçuesish, konektorësh dhe konsumatorëve elektrikë në energjinë elektrike.
- Sipas tensionit nominal, ekzistojnë instalime për tensioni të ulët dhe instalime për tensioni të vogël.
- Sipas qëllimit, ekzistojnë instalime elektroenergjetike, të rrufepritësve, të telekomunikacioneve dhe sinjalistikës.
- Standardet në vendin tonë janë me shenjën MKS dhe shkronjën N për elektroteknikën.
- Efektiviteti i instalimeve mund të garantohet vetëm nëse testet e rregullta dëshmojnë se ato funksionojnë siç duhet.
- Me testim elektrik nënkuptohet: inspektimi dhe matja vizuale.
- Testuesit shumëfunksionalë janë pajisje matëse për matjen e më tepër parametrave.
- Testuesi për vazhdimësi është pajisje matëse për testimin elektrik të shtegut elektrik ndërmjet dy pikave të dhëna.
- Testuesit e tokëzimit dhe rezistencës së tokëzimit janë pajisje matëse të cilat shfrytëzohen që të sigurohet rezistencën e përcaktuar e tokëzimit e aparateve dhe pajisjeve.
- Çelësi RCD përdoret për shkyçjen automatike të furnizimit gjatë prekjes direkte të pjesëve nën tension ose gjatë gabimit ose defektit të konsumatorit dhe paraqitjes së tensionit indirekt.
- Rezistenca e tokëzuesit duhet të sigurojë mbrojtje të mirë dhe duhet të matet rregullisht.
- Tensioni i prekjes është pjesë e tensionit të tokëzimit që mund të krijojnë njerëzit me urë.
- Për matjen e rezistencës së tokëzimit zakonisht përdoren metoda U-I dhe metoda me përdorim të instrumentit – ommetrit.
- Lidhja ekuipotenciale siguron që tensioni i kontaktit ndërmjet dy pjesëve metalike të bashkuara të jetë me vlerë të vogël.
- Me matjen e rezistencës së izolimit zbulohen defektet në izolimin e instalimit.

6.2. INSTALIMET E KOMUNIKIMIT

Instalimet e komunikimit përdoren për të shkëmbyer informacion në distancë. Në objektet e banimit instalohen instalime të ndryshme komunikimi:

- sistemi kabllor, gjegjësisht rrjeti telefonik dhe ai kompjuterik,
- interfoni i shtëpisë,
- instalimi elektrik për shpërndarjen e TV-sinjalit,
- sistemi i antenave,
- videombikëqyrja e jashtme dhe e brendshme (IPCCTV), në kuadër të sistemit të mbrojtjes së teknikës,
- mbrojtja nga vjedhjet, në kuadër të sistemit të mbrojtjes së teknikës,
- instalimet elektrike për kontrollin e qasjes, në kuadër të sistemit të mbrojtjes së teknikës,
- sinjalizimi SOS (për shembull, në një tualet, i destinuar për njerëzit me nevoja të veçanta),
- sistemi automatik i zbulimit dhe sinjalizimit të zjarrit,
- sistem për zbulimin dhe sinjalizimin automatik të pranisë së gazit etj.

Çdo instalim komunikimi përbëhet nga një transmetues, **një marrës dhe mediumi i transmetimi**. Mediumi i transmetimi është rruga fizike mes transmetuesit dhe marrësit. Në varësi të llojit të mediumit të transmetimit të sinjalit, ekzistojnë instalime komunikimi me tela dhe pa tel. Gjatë zgjedhjes së mediumit për një instalim të caktuar komunikimi, karakteristikat thelbësore janë: çmimi, shpejtësia e transmetimit të sinjalit dhe domeni (distanca në të cilën sinjali transmetohet me cilësinë e përcaktuar).

Faktorët që përcaktojnë shpejtësinë e transmetimit (shprehet në bps – bita për sekondë) dhe domeni janë: **brezi i frekuencave, dobësimi (shuarja) dhe interferenca**. Brezi i frekuencave paraqet ndryshimin midis frekuencës më të lartë dhe më të ulët që mund të transmetohet. Dobësimi është më i ulët në fibrat optike dhe më i lartë në çiftet e përdredhura. Interferenca është ndikimi i ndërsjellë i sinjaleve në frekuenca të cilat mbivendosen.



Për instalimet me tela përdoren llojet e mëposhtme të linjave:

- linja me çifte të përdredhura,
- kablllo koaksiale,
- kablllo optike.

Për përpunimin e pjesës përçuese në **linjat e çifteve të përdredhura** përdoret bakri, i cili është material përçues i mirë dhe rezistent ndaj korrozionit. Secili nga çiftet e telave mbart rrymë, por sinjalet janë të zhvendosura në fazë për 180° , gjë që redukton ndikimin e tyre të ndërsjellë (përgjimin) dhe ndikimin për shkak të interferencës elektromagnetike me sinjalet nga jashtë. Për mbrojtje shtesë kundër zhurmës, linjat me çifte të përdredhur mund të mbrohen me një këllëf metalik (blinduar). Linja me mbrojtje njihet si çifti i përdredhur i mbrojtur **STP** (Shielded Twisted Pair), kurse linja e pambrojtur është çifti i përdredhur i pambrojtur **UTP** (Unshielded Twisted Pair). Nëse kërkohen më tepër terminale me çifte të përdredhura, përdoren dy ose më tepër çifte në një kablllo të përbashkët, figura 6.21.

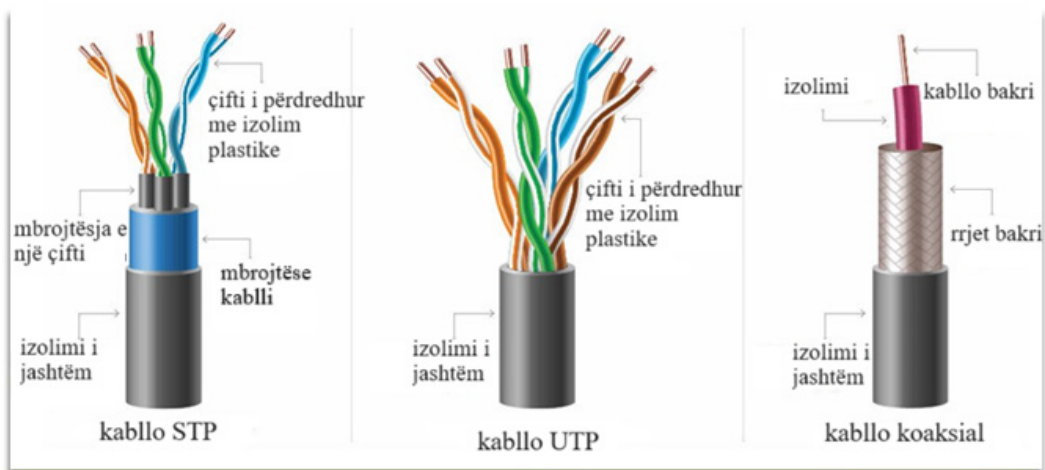
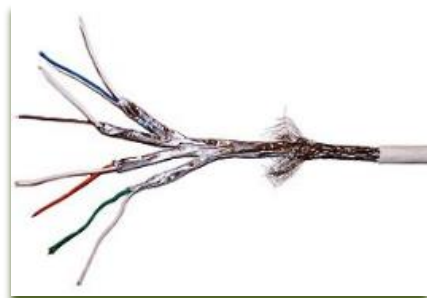


Fig. 6.21 Çiftet e përdredhura dhe kablllo koaksiale

Lloj i tretë i çifteve të përdredhura janë **FTP** (Foil Twisted Pair), figura 6.22, te të cilët telat janë të mbështjellë me letër alumini.

Fig. 6.22 Kabllloja S/FTP



Linjat me çifte të përdredhura përdoren për linja telefonike, linja DSL (Digital Subscriber Line) dhe rrjetat LAN (Local Area Network). Çiftet e përdredhura kategorizohen (CAT) si më poshtë:

- Kategoria 1 – UTP me shpejtësi deri në 1Mbps, kablllo telefonike e vjetër;
- Kategoria 2 – UTP për rrjeta me shpejtësi deri në 4 Mbps;
- Kategoria 3 – UTP për rrjeta me shpejtësi deri në 10 Mbps;
- Kategoria 4 – UTP për rrjeta me shpejtësi deri në 16 Mbps;
- Kategoria 5 – UTP për rrjeta me shpejtësi deri në 100 Mbps;
- Kategoria 5e – UTP për rrjeta me shpejtësi deri në 1 Gbps;
- Kategoria 6 – UTP për rrjeta me shpejtësi deri në 10 Gbps, domeni 55 m;
- Kategoria 6a – UTP për rrjeta me shpejtësi deri në 10 Gbps, domeni 55 m;
- Kategoria 7 – UTP për rrjeta me shpejtësi deri në 100 Gbps, domeni ni 100 m.

Kabllloja LAN përbëhet prej çifteve të përdredhura prej bakri dhe përdoret për lidhjen e kompjuterit dhe pajisjeve tjera me një lidhje interneti. Quhet edhe kablllo rrjeti, kurse vendoset nga ruteri, modemi ose ndërprerësi i rrjetit deri te pajisja, që t'u sigurojë akses në rrjetin lokal, gjegjësisht qasje në internet.



Fig. 6.23 Kabllloja LAN

Kabllloja koaksiale (figura 6.21) përbëhet nga katër pjesë: përçues prej bakri, izolator, rrjetë bakri dhe një izolues i jashtëm. Ky kablllo përdoret kryesisht për transmetimin e sinjaleve televizive, kurse në rrjetat kompjuterike përdoren llojet e mëposhtme të kablllove koaksiale:

- RG-58 (thin wire) – kablllo e hollë me shpejtësi deri në 10 Mbps, rezistencë prej 50Ω dhe domen (gjatësi) deri në 185 m;
- RG-11 (thick wire) – kablllo e trashë me shpejtësi deri në 10 Mbps, rezistencë prej 75Ω dhe me domen deri në 500 m.



Kabloja optike (linjë drite) përmban një ose më tepër fibra optike (figura 6.24b), të cilat përdoren për transmetimin e të dhënave. Çdo fibër optike është e veshur individualisht me një shtresë plastike dhe vendoset në një tub mbrojtës, figura 6.24a. Kabloja me fibër optike transmeton të dhëna në formën e dritës dhe kapaciteti i saj i transmetimit është 26,000 herë më i madh se ai i një kablloje me çift të përdredhur. Krahësuar me kabllo koaksiale, kabllo me fibra optike janë më të lehta dhe më të besueshme për transmetimin e të dhënave. Ata transmetojnë informacion duke përdorur dritën, në vend të energjisë elektrike.

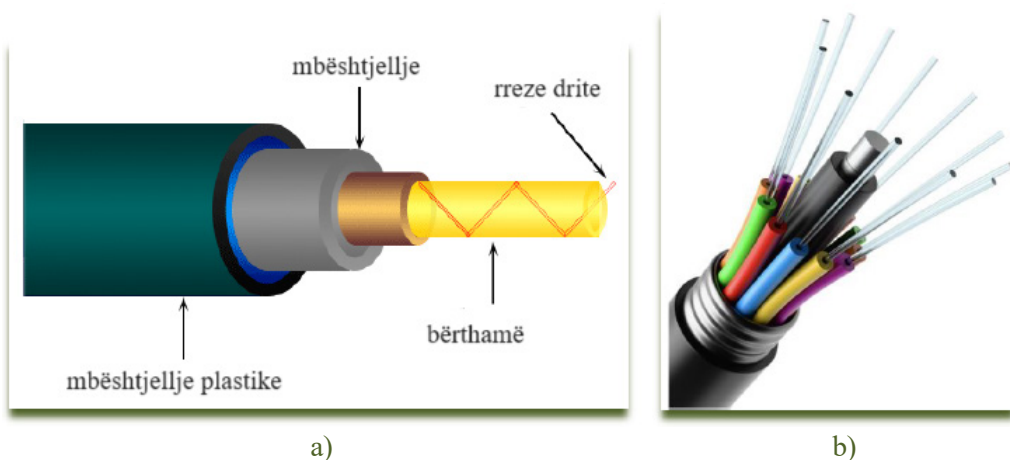


Fig. 6.24 Fibrat optike dhe kablloptike

6.2.1. PAJISJET MATËSE PËR TESTIMIN E INSTALIMEVE TË KOMUNIKIMIT

Matjet në rrjetet e aksesit kryhen në tri situata:

- gjatë pranimit të linjës nga instaluesi,
- si pjesë e mirëmbajtjes së rregullt,
- ndërhyrja, në rast të pengesave,
- gjatë zëvendësimit të çifteve që përdoren për transmetim në brezin bazë në çifte për transmetim me brez më të gjerë.

Sipas qëllimit, instrumentet matëse mund të ndahen në grupet e mëposhtme:

- instrumente për përcaktimin e gjendjes së instalimit,
- instrumente për lokalizimin e parakohshëm (parazbulimin) e pengesave,

- lokator të kablllove,
- instrumente për zëvendësimin e çifteve për transmetim në brez të gjerë dhe testimin digjital të linjës,
- instrumente për përdorim të shumëfishtë (shumëfunksional).

6.2.1.1. INSTRUMENTET PËR PËRCAKTIMIN E GJENDJES SË INSTALIMIT

Duke u bazuar në llojin e problemit dhe shtrirjen e tij, por shpeshherë edhe në besueshmërinë dhe kufizimet e testeve të mëparshme, të gjitha matjet bazohen në përcaktimin e gjendjes së instalimit të kablllove.

Përcaktimi i gjendjes së kablllos, veçanërisht në rastin e problemeve më komplekse të përmasave më të mëdha, është i nevojshëm dhe ka për qëllim të zgjedhë çift ose çifte më të përshtatshme për lokalizimin e problemit, si dhe zgjedhjen e metodave më të përshtatshme për matjen. Kjo matje shkurton kohën për matje të tjera. Gjithashtu, krahasimi i numrit të çifteve "të qëlluara" nga problemi me numrin e përgjithshëm të çifteve në kablo mund të ndihmojë në përcaktimin e pjesës problematike të kablllos. Nënkuptohe se në këtë rast është e nevojshme të posedohet me hartën e shtrirjes së kablllove. Harta e shtrirjes së kablllove është pjesë e dokumentacionit të projektit (teknik) të instalimit të komunikimit dhe i përmban specifikacionet për kabllo të përdorur dhe gjatësinë e tyre, hartën e vendosjes së tyre me dimensione të sakta, si dhe të gjitha elementet dhe pajisjet e tjera që janë pjesë e instalimit.

Parregullsitë në dokumentacionin teknik mund të shkaktojnë edhe gabim në interpretimin e rezultateve për matjet për lokalizimin e vendit të defektit.

Instrumentet për diagnostikimin e gjendjes së instalimit përfshijnë:

- pajisje që mund të matin tensionin njëkahësh (DC) dhe alternativ (AC),
- matjen e rezistencës së izolimit,
- matjen e rezistencës së tokëzimit,
- matjen e dobësisë dhe interferencës.



Tensionet DC dhe AC maten që të përcaktohet prania e tensioneve të jashtme të linjës (tensionet që nuk vijnë nga sinjali i testimit të vetë instrumentit). Këto tensione mund të jenë shkaqe të momentit të pengesave ose mund të ndikojnë në saktësinë e matjes. Për matjen e tyre përdoren **multimetrat digjital ose voltmetrat**, të integruar në disa nga pajisjet multifunksionale më të përdorura.

Matja e rezistencës së izolimit është hap i rëndësishëm në përcaktimin e gjendjes së kabllos. Mund të realizohet me një instrument të pavarur, të paraqitur në figurën 6.25 ose me një instrument multifunksional – reflektometër, figura 6.26.



Fig. 6.25 Instrumenti për matjen e rezistencës së izolimit



Fig. 6.26 Reflektometri

Në fakt, mund të shfrytëzohen të gjitha instrumentet që kanë një matje të integruar të rezistencës së izolimit dhe mundësinë e kontrollit të tensioneve të jashtme.

Matjet e rezistencës së tokëzimit përdoren për të kontrolluar korrektësinë e pjesës së instalimit që ka të bëjë me të ashtuquajturin "teli i tretë", gjegjësisht lidhja e sistemit me tokën si përçues i një pjese të energjisë. Kjo lidhje përdoret edhe gjatë vepër matjet, me qëllim që të sigurohet akses efikas deri në pikat e rrjetit ku nuk është e mundur lidhja e instrumenteve, siç është rasti me shumë metoda të urave dhe tek lokatorët e kablove. Për lloje të ndryshme instalimesh, kërkesat për cilësinë e tokëzimit mund të ndryshojnë, por për të gjitha e përbashkët është ajo se përveçse ndikojnë në nivelin dhe cilësinë e transmetimit, tokëzimi



i keq kontribuon edhe në gabime të mëdha gjatë matjet. Gabime më të mëdha paraqiten në matjet jashtë tabelave shpërndarëse dhe shpërndarësve, ku tokëzimi është, si rregull, disi më i keq. Prandaj, gjatë matjes së në terren, është e nevojshme të kontrollohet cilësia e pjesës së instalimit që i referohet tokëzimit.

Fig. 6.27 Pajisja për matjen e rezistencës së tokëzimit (Metrel)

Instrumentet për matjen e **dobësimit dhe dobësimit për shkak të interferencës** përfshijnë komplete të transmetuesve-marrësve në versionet analoge dhe digjitale, destinimi kryesor i të cilëve është matja e dobësimit, por mund të përdoren edhe për **matjen e impedancës** në konfiguracione të urës matëse ose duke zbatuar metodën e valëve në qëndrueshme.

Përveç këtyre instrumenteve, dobësimi mund të matet edhe me disa reflektometra, si dhe me testues për kabllot për transmetim në brez të gjerë.

6.2.1.2. INSTRUMENTET PËR LOKALIZIMIN E PENGESAVE

Reflektometri TDR (Time Domain Reflectometer) (figura 6.28) mund të përdoret për të lokalizuar dhe definuar gabimet në kabllot me çifte të përdredhura ose kabllot koaksiale. Përdoret edhe për matjen e impedancës së kabllave. Ai mund të përdoret edhe për lokalizimin e diskontinuitetit në konektor, qarqet e shtypura ose pjesë të ndonjë qarku elektrik të mbyllur.

Reflektometri optik OTDR (figura 6.29) është instrument optoelektronik i cili përdoret për testimin e fibrave optike. Ai është ekuivalenti optik i reflektometrit TDR, i cili përdoret për matjen e impedancës së kabllot që testohet.



Fig. 6.28
Reflektometri
TDR (Sonel)



OTDR dërgon një seri impulsesh optike në fibrën që inspektohet dhe në të njëjtin pozicion në fibër merr dritë, e cila është e shpërndarë ose reflektuar nga pikat përgjatë fibrës. Drita e shpërndarë ose e reflektuar që grumbullohet në pikën fillestare përdoret për të analizuar fibrën optike. Intensiteti i impulseve të kthyer matet dhe paraqitet si funksion i kohës dhe vizatohet si funksion përgjatë gjatësisë së fibrës.



Fig. 6.29 Reflektometri optik OTDR (Yokogawa)

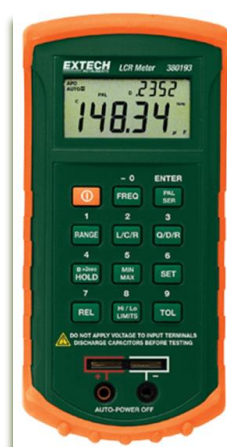


Fig. 6.30 Matësi LCR

Matësi LCR (figura 6.30) është pajisje për testim, i cili përdoret për të matjen e impedancës përmes matjes së induktivitetit (L), kapacitetit (C) dhe rezistencës (R) të një komponenti ose linje elektronike.

Testuesit e kablove zakonisht përdoren për një sërë matjesh të ndryshme, kontrollojnë korrektësinë dhe funksionalitetin e kablove të rrjetit dhe koaksial. Ata kryejnë kontrollin e vazhdimësisë, lidhjes së shkurtër, interferencave etj.



Fig. 6.31 Testuesi për kablo

6.2.1.3. LOKATORËT E LINJAVE

Lokatorët e kabllave janë instrumente që përdoren për të zbuluar instalimet në mur dhe nëntokë (figura 6.32), përcaktimin e drejtimit të vendosjes së tyre, identifikimin e linjave, si dhe për përcaktimin e saktë të vendet që shkaktojnë pengesa.



Fig. 6.32 Lokatori i linjave në mur dhe nëntokë (transmetuesi dhe marrësi) (Fluke)



Fig. 6.33 Lokatori digjital i linjave nëntokësore (Technoac)

Lokatori nga figura 6.33 është me teknologji moderne dhe kryen paraqitje grafike të kabllot në ekran LCD, duke përshkruar edhe thellësitë në tokë dhe koordinatat e tij përmes sistemit GPS i cili është i integruar në të. Të dhënat e matura mund të barten deri në kompjuter, i cili mund t'i përpunojë ato me një aplikacion përkatës.

6.2.1.4. PAJISJET MATËSE PËR SHUMË QËLLIME (MULTIFUNKSIONALE)

Instrumentet shumëfunksionale kanë funksione të integruara dhe mund të aplikohen për punë dhe detyra të ndryshme në kuadër për matjet në instalimin e komunikimit. Shumica e instrumenteve tashmë të përmendura mund të konsiderohen instrumente me shumë qëllime, domethënë për instrumente në të cilët janë integruar disa funksione të ndryshme matëse. Për shembull, në urat matëse për kablla ka të integruar një voltmetër dhe matës të rezistencës së izolimit.



Te reflektometrat, krahas opsioneve shtesë për matjet e tensioneve të jashtme dhe rezistencës së izolimit, ekzistojnë edhe opsione për matjet e dobësimit për shkak të interferencave.

Multifunksionaliteti i vërtetë, megjithatë, në kuptimin e përdorimit të instrumentit për teste të ndryshme të shumta, duke filluar nga pranimi i linjës e duke përfunduar me eliminimin e pengesave, kanë vetëm instrumentet moderne të testimit të linjave digjitale. Këto instrumente janë pajisje që mund të kryejnë lloje të ndryshme për matjet (përveç përcaktimit të pozicionit të kablllos-lokator dhe matjes së rezistencës së tokëzimit) në një brez shumë të gjerë frekuencash dhe shfrytëzohen në një numër të madh të teknologjive dhe shërbimeve.



Fig. 6.34 Testuesi multifunksional (Greenlee)



Fig. 6.35 Testuesi multifunksional për testimin e rrjetit (NetAlly)

Pajisja nga figura 6.34 kontrollon vazhdimësinë, mat gjatësinë e kablllos, inspekton funksionalitetin e rrjetit, lokalizon defektet, kryen matje reflektometrike.

Testuesi nga figura 6.35 përdoret për testimin e rrjetit. Kryen matje si në kabllot e bakrit, ashtu edhe në ato me fibra optike, teston rrjetin, detekton defekte, kryen identifikimin e problemeve të llojit si shpejtësia e vogël e transmetimit të të dhënave etj.



Instrumentet multifunktionale shpesh here kanë edhe funksione të shumta jo standarde për të cilat prodhuesit besojnë se do të lehtësojnë dhe do të shpejtojnë matjen.

6.2.2. MATJA DHE TESTIMI I KARAKTERISTIKAVE TË INSTALIMEVE TË KOMUNIKIMIT

Kabllo të telekomunikacionit me çifte të përdredhura kanë një konstruksion më ndryshe nga ato elektrike. Ato zakonisht përbëhen nga përçues-çifte të përdredhura ose paralele, duke krijuar të ashtuquajturat kablllo me çifte të përdredhura. Në kablllo mund të ketë të paktën dy përçues, kurse maksimumi mund të arrijë edhe deri në disa qindra. Të gjithë përçuesit mund të jenë të mbrojtur nga një mburojë e vetme ose çdo çift mund të ketë mburojë të vet. Interferenca e përçuesve në kabllot e telekomunikacionit varet nga renditja e çifteve dhe, natyrisht, është më e vogël nëse distanca midis tyre është më e madhe.

Megjithatë, në disa raste interferenca ndërmjet sinjaleve në përçues të ndryshëm mund të jetë edhe dukuri e dëshirueshëm. Njëri nga zbatimet e mundshme është paraqitja e të ashtuquajturave lokacione të defekteve gjatë përdorimit të sinjaleve me brez të gjerë frekuencash, gjegjësisht sinjale impulsive. Kjo dukuri mundëson lokalizimin e defekteve, si në përçuesit, ashtu edhe në materialin izolues.

Ekzistojnë lloje të ndryshme të defekteve të kablllove, për shembull, lidhja midis përçuesve metalikë, rrjedhja ose përçueshmëria e izolimit drejt mburojës, kontakti dhe rrjedhja e rrymës mes përçuesve, defektet e mburojës (për kabllot me mburojë) ose defektet e izolimit të jashtëm.

Me një metodë të thjeshtë impulsi, e bazuar në emetimin e **impulsit për testim** dhe me **matjen e kohës së përhapjes së tij** (largimit) nga fillimi i kablllos deri në vendin e dëmtimit dhe mbrapa, nuk është e mundur të lokalizohen të gjitha llojet e defekteve që mund të ndodhin në praktikë. Kjo vlen veçanërisht për defektet e shumëfishta (të lokalizuar në vende të ndryshme) në kabllot me më shumë çifte.



6.2.2.1. TESTIMI I VAZHDIMËSISË SË LINJËS

Verifikimi kryhet thjesht duke përdorur një testues kabllor. Lidhja për testimin e kabllorve LAN është si në figurën 6.36. Për lidhjen e kabllor koaksiale dhe kabllor me çifte të përdredhura me konektor të ndryshëm, të dy njësitë e testuesit kanë konektor përkatës. Sinjalizimi i pajisjes për ekzistimin e vazhdimësisë është treguar me shigjetë në figurë. Ai kryen edhe sinjalizime individuale, gjegjësisht jep informacion për vazhdimësinë edhe për secilën nga tetë linjat për lloje të caktuara të kabllorve dhe konektorëve.



Fig. 6.36 Testimi i vazhdimësisë me testues kabllor

6.2.2.2. TESTIMI I LIDHJES SË SHKURTËR NË LINJË ME ÇIFTE TË PËRDREDHURA

Një qark i shkurtër ose kontakt midis përçuesve a dhe b brenda çiftit zakonisht shkaktohet nga shtypja mekanike mbi kabllon ose për shkak të dobësisë së izolimit për shkak të plakjes, hyrjes së ujit ose defektit të dielektrikut (figura 6.37). Me lidhje-qark të shkurtër nënkuptohet një rezistencë të vogël midis përçuesve, më e vogël se impedanca karakteristike e çiftit.

Ndonjëherë qarku i shkurtër është rezultat i faktorit njeri, për shembull, pas aplikimit të disa metodave me urë ose gjurmuesit të kabllorve, është harruar të zgjidhet laku në skajin e kundërt.

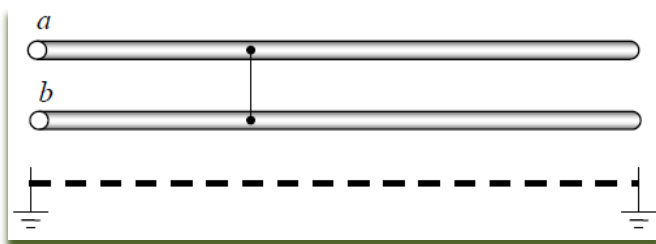


Fig. 6.37 Qarku i shkurtër në një çift

Qarku i shkurtër mund të konstatohet dhe të lokalizohet në mënyrat e mëposhtme:

1. i kombinuar – me matje të rezistencës së izolimit dhe urë matëse;
2. me reflektometër.

Gjatë matjes **së rezistencës së izolimit** është shumë e lehtë të vërehen impedancat e vogla midis përçuesve, sepse vlerat e pritshme të rezistencës së izolimit të duhur janë në rendin e megaomëve ose gigaomëve. Fatkeqësisht, lokalizimi i pozicionit të pengesës në këtë mënyrë nuk është mjaft e besueshme.

Ura matëse kabllore mund të përdoret për të paralokalizuar qarkun e shkurtër midis përçuesve si më poshtë: njëri nga përçuesit e qarkut të shkurtër (për shembull, përçuesi a) lidhet si tokëzim, kurse përçuesi tjetër (b) dhe tokëzimi lidhen në hyrjet A dhe B të urës. Ky konfigurim quhet metoda e matjes. Parakusht është të matet rezistenca e lakut A-tokëzim duke tokëzuar përçuesin, kurse në skajin e kundërt edhe lidhjen e tokës me hyrjen B të urës, ndërsa përçuesi tjetër (b) lidhet me hyrjen E (si tokëzim). Metoda e lidhjes është dhënë në figurën 6.38:

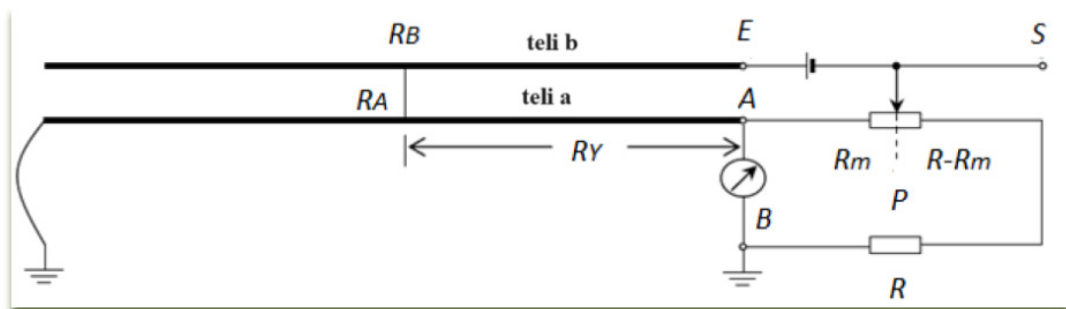


Fig. 6.38 Lidhja e çiftit për paralokalizimin e qarkut të shkurtër me urë matëse



Gjatë përdorimit të **reflektometrit** për paralokalizimin e qarkut të shkurtër, fitohet përgjigje në reflektogram si në figurën 6.39.

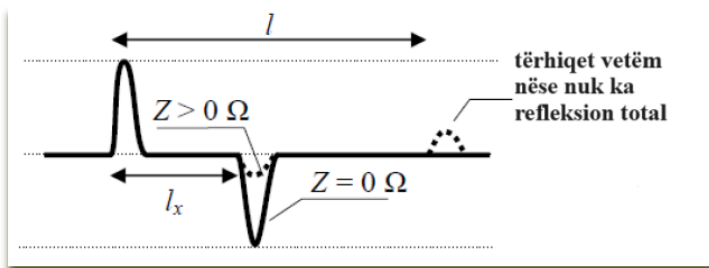


Fig. 6.39 Reflektogrami për qark të shkurtër me rezistencë të ulët

Nëse përçueshmëria e qarkut të shkurtër është ideale (0Ω), reflektimi në pikën e pengesës do të jetë total dhe shfaqet në reflektogram si kulm i madh negativ. Fundi (vija e ndërprerë) nuk do të jetë e dukshme, sepse përhapja e energjisë përmes çiftit do të pamundësohet (tensioni është 0 V).

Në rast se përçueshmëria nuk është e barabartë me 0Ω në një qark të shkurtër ($Z > 0 \Omega$), reflektimi do të vazhdojë të jetë negativ, por nuk do të jetë total dhe mund të ndodhë që fundi të jetë pothuajse mezi i dukshëm. Në figurën 6.39 kjo është treguar me vijë të ndërprerë.

Reflektometri është superior për paralokalizimin e qarkut të shkurtër midis përçuesve në krahasim me metodat me urë, para së gjithash, për shkak të shpejtësisë së diagnostikimit dhe përcaktimit të distancës së përafërt deri te pengesa.

6.2.2.3. SKICIMI I LINJAVE

Skicimi i linjave bëhet me qëllim të përcaktimit të shtegut nëpër të cilin do të kaloj kablloja, për shkak të planifikimit të gërmimeve ose inspektimit. Mosnjohja e drejtimit të instalimit mund të shkaktojë probleme të shumta, të tilla si, për shembull, gërmimi i kanaleve të cilët shumë të gjerë ose shumë të ngushtë, gërmimi i kabllove të gabuar ose pamundësia për korrigjim në rast të gabimeve të vogla në lokalizimin e gabimeve (defekteve).

Procedura e **pin-pointing** ka për detyrë të verifikojë lokacionin e saktë të defekteve që është vlerësuar në fazën e paralokalizimit.

Skicimi kryhet direkt mbi kabllot. Nëpërmjet kablllos dërgohen impulse elektrike ose akustike me një frekuencë të caktuar, të cilat sonda marrëse i detekton në sipërfaqe, i përforcon dhe i sinjalizon te operatori. Në varësi të llojit të pengesave dhe kushteve gjatë matjes, skicimi mund të jetë pak ose më shumë i suksesshëm, kështu që përvoja e njeriut që mat është e një rëndësie të madhe për minimizimin e gabimeve gjatë matjes.

6.2.2.4. MATJA E DOBËSIMIT

Dobësimi (shuarja) e sinjalit përgjatë linjës ndikon në raportin sinjal-zhurmë, sepse e zvogëlon sinjalin e dobishëm dhe zvogëlon shpejtësinë e transmetimit të të dhënave. Megjithatë, dobësimi ndikon edhe në vetë procedurën e matjes. Në varësi të dobësimit të matur të linjës, përcaktohet lloji i lidhjes për mbylljen e linjës. Me zmadhimin e gjatësisë së çiftit të bakrit rritet edhe dobësimi i tij. Madhësia e parametrave primarë, në kushtet e respektimit të të standardeve gjatë prodhimit të kablllove dhe strukturës së rrjeteve të aksesit, kryesisht varet nga frekuencat në spektrin e sinjalit. Kjo varësi gjithashtu shkakton varësinë e dobësimit në çiftet e bakrit nga frekuenca e sinjalit të transmetuar. Bëhet fjalë për parametrat parësorë të linjës, të cilat pësojnë ndryshime gjatë përdorimit të saj, të cilat mund të shfaqen në formën e degradimit të izolimit, i cili manifestohet me rritjen e përçueshmërisë dhe kapacitetit të tij, si dhe me shfaqjen e kontakteve të këqija. të cilat rrisin rezistencën.

Matja e dobësimit gjithmonë kryhet me ndihmën e dy pajisje, të cilat lidhen njëkohësisht me të dy skajet e linjave (figura 6.40).

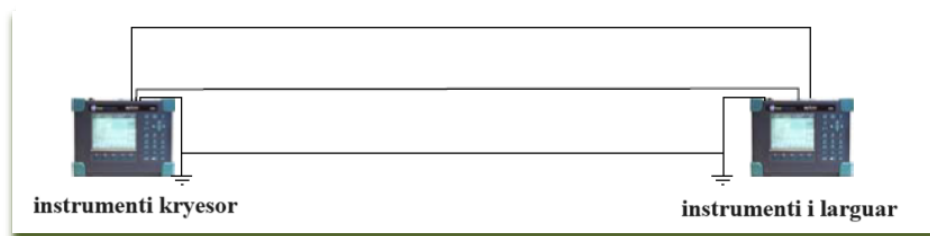


Fig. 6.40 Matja e dobësimit me dy porte



Pajisjet duhet të jenë të njëjtit lloj dhe nga i njëjti prodhues, përndryshe matja nuk do të jetë e mundur. Kjo për shkak se prodhuesit përdorin mekanizma të ndryshëm të identifikimit të ndërsjellë të instrumenteve.

Për dallim nga modemi që dërgon një sinjal të vetëm me tone të mbivendosura, gjatë matjes së dobësisimit me dy porta, instrumenti i larguar dërgon më tepër tone njëri pas tjetrit në brezin që neve na intereson (p.sh. 20 kHz deri në 1.1 MHz për linjat ADSL). Tone i dërgon me një hap të caktuar (për shembull, çdo ton i ardhshëm zhvendoset për 4 kHz). Zakonisht, niveli i toneve të dërguara është 0 dBm (1 mW). Instrumenti kryesor mat nivelin e tonit që kthehet dhe përcakton varësinë nga dobësimi i linjës në dB.

Në rastin kur dobësimi i sinjalit përgjatë linjës në të gjithë brezin e frekuencës është më i mirë se -6 dB, atëherë mbyllja e drejtë (përfundimi) i linjës do të ndikojë në saktësinë e rezultateve në praktikë (për shembull, kur linja është e mbyllur nga impedanca e modemit të lidhur). Për një dobësim kaq të vogël duhet patjetër të merret parasysh se impedanca e përcaktuar e sistemit nuk do të jetë reale dhe se ndryshimet në performancat nga prodhues të ndryshëm të modemeve mund të ndikojnë në rezultatet e fituara.

Nëse dobësimi i matur është në brezin nga -6 dB deri në -20 dB, linja mund të mbyllet me rezistencë të pastër omike për të gjithë brezin e frekuencës. Për linjat, dobësimi i të cilave është më i madh se -20 dB, mbyllja e skajit të largët nuk do të ndikojë në rezultatet.

Për çdo rast, dobësimi duhet ti plotësojë kushtet e përshkruara me standardet për teknologjinë e dhënë, që të mund linja të kalojë kualifikimin dhe të sigurojë cilësinë dhe stabilitetin e kërkuar.

6.2.2.5. MATJA E INTERFERENCËS

Interferenca është e rëndësishme në teknologjitë e brezit të gjerë vetëm si interferencë totale nga të gjitha elementet në sistem. Rezultatet e pjesshme nga matjet e dobësisimit të për shkak të interferencës ndërmjet dy çifteve kanë

shumë pak rëndësi. Që të përcaktohet dobësimi total, është e nevojshme të kryhen një numër i madh i matjeve nga të gjitha çiftet tjera kundrejt njërit, që do të kërkonte një kohë shumë të gjatë, do të shkaktonte një gabim të madh gjatë matjes dhe do të kërkonte ndërprerjen e funksionimit të sistemit aktiv. Prandaj, rekomandohet të mos kryhet matje e dobësimit të interferencës së vetëm një çifti, por analiza e brezit të zhurmës të vlerësohen bashkimet që ekzistojnë mes sistemeve të ndryshme.

Megjithatë, ekzistojnë disa përjashtime kur është e domosdoshme matja e interferencës, kurse kjo është kur shfrytëzuesi duhet të rrisë numrin e çifteve përmes një modemi. Edhe pse, edhe në këtë rast ekziston rreziku i vetë interferencës. Edhe në këtë rast e rëndësishme është vetëm interferenca totale, kurse jo vetëm mes çifteve individuale.

Në rrjetat interferenca FEXT (far-end-crosstalk) është bashkim i padëshiruar i energjisë ndërmjet dy qarqeve ose kanaleve që ndodh në "fundin ekstrem" të lidhjes, domethënë larg nga pika e origjinës së sinjalit. Sinjali i dobësuar (downstream) i rrjetit mund të përjetojë interferencë me sinjalin e fortë kthyes (upstream) që vjen nga pajisjet në ambientin e shfrytëzuesit. FEXT nuk është problem i madh për, për shembull, modemet V.90 ose shërbimet për linjat parapaguese asimetrike digjitale (ADSL) në ambientet e shfrytëzuesit, sepse kabllot janë më të vogla dhe përmbajnë më pak çifte të përdredhura nga pika qendrore deri te përdoruesi fundor, kështu që ka më pak mundësi të vij deri te interferenca. Interferenca NEXT (near-end-crosstalk) paraqitet, fundin e afërt) të linjës.

Që të kryhet matje e NEXT, mjafton një instrument me dy porta, kurse matja kryhet me njërin skaj, si në figurën 6.41. Rezultatet e fituara varen nga frekuenca e sinjalit.

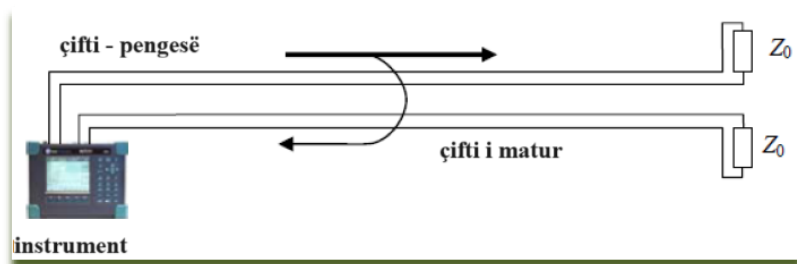


Fig. 6.41 Matja e dobësimit për shkak të interferencës së skajit më të afërt



Për matjen e FEXT janë të nevojshme dy instrumente, si edhe gjatë matjes së dobësimit. Matja mund të kryhet me dy tela dhe katër tela, figurat 6.42 dhe 6.43.

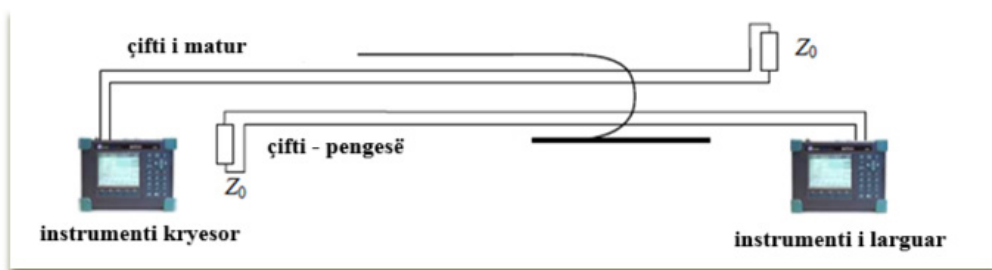


Fig. 6.42 Matja me dy tela e dobësimit për shkak të interferencës

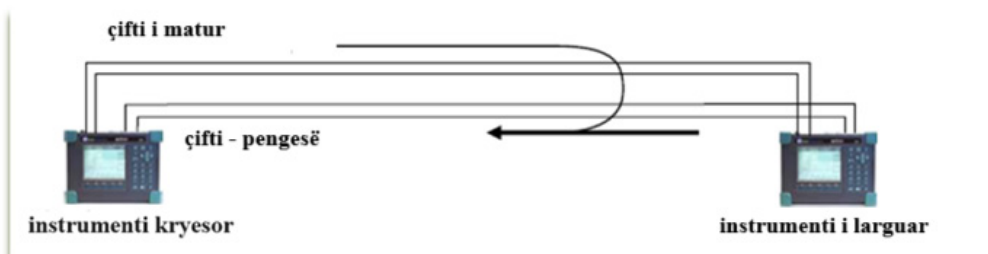


Fig. 6.43 Matja me katër tela e dobësimit për shkak të interferencës

Si te matjet NEXT, ashtu edhe te FEXT, linjat patjetër të mbyllen me impedancën e sistemit të planifikuar (135Ω për HDSL dhe G. SHDSL, gjegjësisht 100Ω për ADSL dhe VDSL) me qëllim që të fitohen rezultate të cilat janë të afërta me vlerat reale në praktikë. Impedancat fundore parandalojnë paraqitjen e reflektimit dhe nuk lejojnë që për shkak të tyre të ndodh interferencë shtesë.

Sigurisht, edhe këtu vlen kushti se nuk është e rëndësishme impedanca fundore, nëse dobësimi i linjës është më i madh se -20 dB.

Gjatë matjes së dobësimit NEXT të interferencës duhet të merret parasysh se me zëvendësimin e përçuesve në çift gjatë kohës së matjes (figura 6.41) fitohen rezultatet e njëjta, ndërsa zëvendësimi i çifteve gjatë matjes së FEXT jep rezultate të ndryshme. Kjo ndodh për shkak se gjatë matjes së NEXT, konstanta efektive e përhapjes γ fitohet si shumë e konstantave γ të çdo çifti individualisht, kurse tek FEXT konstanta rezultante fitohet me zbritjen e tyre.

Gjithashtu, matja e NEXT (ose FEXT) nga njëra ose ana tjetra mundet edhe të mos i japë të njëjtat rezultate. Rezultatet do të varen nga ajo se ku përgjatë gjatësisë së linjës ndodh interference (më afër ose më larg nga instrumenti) dhe nga madhësia e dobësimit gjatësor.

6.2.2.6. KOHA E PËRHAPJES SË SINJALIT

Në rrjetet e telekomunikacionit, **koha e transmetimit të sinjalit** është periudha kohore nga fillimi deri në fund të transmetimit të mesazhit. Kur bëhet fjalë për transmetimin e një mesazhi digjital, ajo është koha e nevojshme që mesazhi (nga biti i parë në bitin e fundit) ta lëshojë pikën e cila kryen transmetimin. Koha për transmetimin të paketës në sekonda mund të merret nga madhësia e paketës në bit dhe shpejtësia e transmetimit në bit/s si:

$$\text{Koha e transmetimit të paketës} = \text{Madhësia e paketës} / \text{Shpejtësia e transmetimit}$$

Shembull: Nëse shpejtësia është 100 Mbit/s Ethernet dhe madhësia e paketës është 1526 B, atëherë:

$$\text{Koha maksimale e transmetimit të paketës} = 1526 \times 8 \text{ bit} / (100 \times 10^6 \text{ bit/s}) \approx 122 \mu\text{s}$$

Shpejtësia e përhapjes së sinjalit varet nga mediumi fizik i lidhjes (fibër optike, çift I përdredhur prej bakri etj.) dhe është në brezin prej 2×10^8 m/s për çiftet e bakrit dhe 3×10^8 m/s për komunikimin pa tel, që është e barabartë me shpejtësinë e dritës. Raporti i shpejtësisë së vërtetë të përhapjes me shpejtësinë së dritës quhet edhe faktori i shpejtësisë së mediumit.

Vonesa e përhapjes së sinjalit është kohëzgjatja e duhur që sinjali të arrij në destinacionin e tij. Vonesa e përhapjes së sinjalit përmes një mediumi fizik mund të llogaritet duke pjesëtuar distancën (gjatësinë e mediumit) në metra me shpejtësinë e tij të përhapjes në m/s.

$$\text{Koha e përhapjes} = \text{Distanca} / \text{Shpejtësia e përhapjes}$$

Shembull: Komunikimi Ethernet nëpërmjet kabllos së bakrit UTP me një distancë maksimale prej 100 metrash ndërmjet kompjuterit dhe nyjes komutuese shkakton vonesë të përhapjes së sinjalit prej:



Vonesa maksimale e përhapjes $\approx 100 \text{ m} / (200\,000\,000 \text{ m/s}) = 0,5 \mu\text{s}$

Për matjen e kohës së vonesës së përhapjes së sinjalit shpesh përdoret TDR reflektometër.

Gjatë përdorimit të TDR dërgohet një sinjal i shpejtë i lartë impulsive nëpërmjet linjës dhe vëzhgohet reflektimi i tij. Për gjenerimin e sinjaleve impulsive përdoret gjenerator impulsesh. Reflektimi i sinjalit e tregon impedancën përgjatë shtegut të sinjalit, por edhe vonesën e përhapjes T_{DLY} e cila paraqitet për shkak të çdo ndryshimi të impedancës.

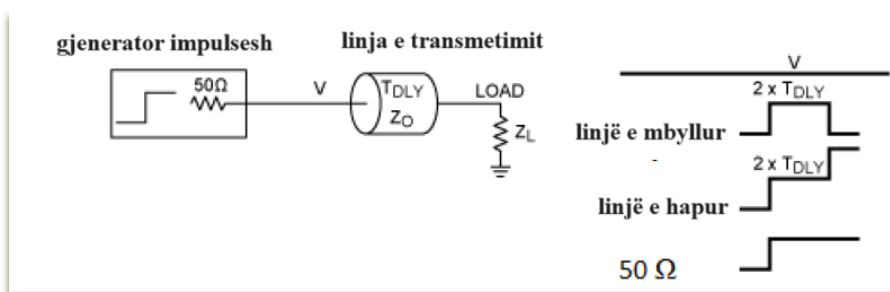


Fig. 6.44 Matja e kohës së përhapjes së sinjalit

6.2.2.7. MATJA E GJATËSISË SË LINJËS

Pajisja për matjen e gjatësisë së linjës nga figura 6.45 përcakton gjatësinë e çdo lloji të kabllot prej bakri, për shembull, kabllot të rrjetit, kabllot të antenave (koaksiale) dhe kabllot elektrike standarde.



Fig. 6.45 Pajisja për matjen e gjatësisë së linjës



Fig. 6.46 Matja e gjatësisë së linjës

Me reflektometrin e integruar TDR, pajisja mat gjatësinë e kablllos deri në fundin e tij ose distancën deri në pikën e gabimit (për shembull, ndërprerje të kablllos, shtrëngimit të kablllos ose qark i shkurtër). Meqenëse këto pajisje pothuajse gjithmonë kanë disa funksione, është e nevojshme të zgjidhet funksioni i matjes së gjatësisë së kablllos dhe të zgjidhet lloji i kablllos që do të matet. Lidhja kryhet sipas figurës 6.46.

Ekzistojnë pajisje të ndryshme për matjen e gjatësisë së një linje me mundësi të dhe procedura të ndryshme matëse, prandaj gjatë zgjedhjes së pajisjes matëse gjithmonë duhet të lexohen specifikacioni i dhënë nga prodhuesi.

6.2.2.8. MATJA E IMPEDANCËS SË LINJËS

Për matjen e impedancës së kablllos koaksiale me ndihmën e pajisjes LCR, procedura është e shkurtër dhe e thjeshtë:

1. Konektorët BNC, Hpot dhe Hcur të pajisjes nga figura 6.47 lidhen me mburojën e kablllos koaksial, kurse konektorët Lpot dhe Lcur lidhen me përcuesin qendror të kablllos.



Fig. 6.47 Matësi LCR për matjen e impedancës së linjës

2. Impedanca e kablllos matet duke hapur njërin skaj që të fitohet impedanca Z_o , kurse lidhje të shkurtër të skajit tjetër që të fitohet impedanca Z_s . Pastaj, impedanca e kablllos llogaritet me formulën:

$$Z = \sqrt{Z_o \cdot Z_s} \dots\dots\dots(6.3)$$



6.2.2.9. LOKALIZIMI I LINJAVE



Fig. 6.48 Lokatori i linjave nëntokësor prej teli

Për lokalizimin e linjave nëntokësore të telit duke përdorur lokatorin e kablllove nga figura 6.48, procedura është shumë e thjeshtë: duke e orientuar kah toka kryhet kërkimi derisa pajisja të gjenerojë një sinjal zanor; kur sinjali humbet, do të thotë që lokatori ndodhet mbi një linjë nëntokësore; procedura përsëritet nga më tepër anë me qëllim të konfirmimit të vendndodhjes, e ashtuquajtura metodë nul.

Për përcaktimin e thellësisë së linjës përdoret procedura e trekëndëshit, e cila është paraqitur në figurën 6.49. Me këtë vendosje të lokatorit, kur ndalon së prodhuari sinjal zanor, distanca nga lokatori deri te pika mbi linjë dhe nga e njëjta pikë deri te linja janë të barabarta. Duke matur këtë distancë, fitohet thellësia e vendosjes së linjës.

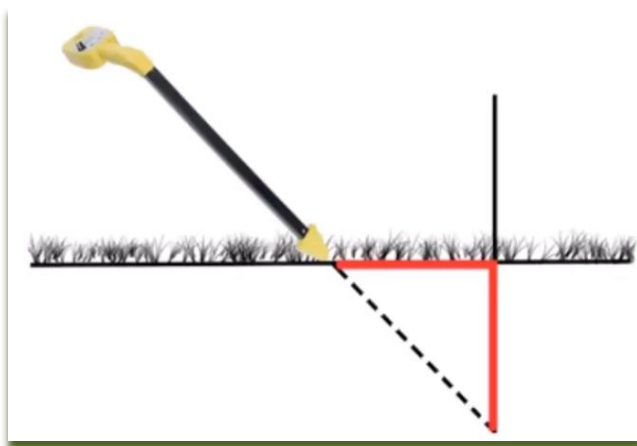
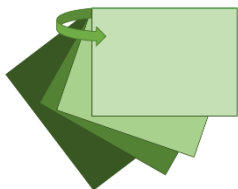


Fig. 6.49 Metoda e trekëndëshit për përcaktimin e thellësisë së linjës nëntokësore



- Instalimet e komunikimit përdoren për shkëmbimin e informacioneve në distancë.
- Çdo instalim komunikimi përbëhet nga transmetuesi, marrësi dhe mediumi i transmetimit.
- Brezi i frekuencës paraqet ndryshimin mes frekuencave më të larta dhe më të ulëta që mund të transmetohet.
- Dobësimi është më i ulëti në fibrat optike, kurse më i lart në linjat me çifte të përdredhura.
- Interferenca është veprimi i ndërsjellë i sinjaleve në frekuencat që mbivendosen.
- Për instalimet me tela përdoren linja me çifte të përdredhura, kabllo koaksiale, kabllo optike.
- Kablloja LAN përbëhet prej çifteve të përdredhura prej bakri dhe përdoret për lidhjen e pajisjeve të shfrytëzuesve në internet.
- Matjet e rezistencës së tokëzimit përdoren për kontrollimin e korrektësisë të pjesës së instalimit që ka të bëjë me tokëzimin.
- Reflektometri është pajisje matës që përdoret për lokalizimin dhe definimin e defekte në kabllot e çifteve të përdredhura ose kabllot koaksiale.
- Matësi LCR është pajisje për matjen e impedancës së linjës.
- Lokatorët e kabllove janë instrumente që përdoren për zbulimin e instalimet në mur dhe ato nëntokësore.
- Instrumentet shumëfunktionale kanë funksione të integruara dhe përdoren për matje të ndryshme në instalimet e komunikimit.
- Metoda e impulseve bazohet në matjen e kohës së përhapjes së impulsit për testim, nga fillimi i kabllot deri në pikën e dëmtimit dhe prapa.
- Qarku i shkurtër është kontakt midis përçuesve në çiftin e përdredhur.
- Skicimi i linjave është verifikimi i shtegut përgjatë të cilit shtrihet kablloja.
- Dobësimi i linjës e zvogëlon sinjalin e dobishëm dhe e zvogëlon shpejtësinë e transmetimit të të dhënave.
- Koha e përhapjes së sinjalit është periudha kohore nga fillimi deri në fundin e transmetimit të mesazhit.
- Matja e impedancës zakonisht kryhet me një matës LCR dhe një reflektometër.



Pyetje për verifikimin e njohurive nga Njësia modulare 6



1. Ç'është instalimi elektrik?
2. Cilat rregulla duhet të respektohen gjatë projektimit dhe realizimit të instalimit elektrik?
3. Si ndahen instalimet sipas intensitetit të rrymës?
4. Si ndahen instalimet sipas qëllimit?
5. Përshkruani ndarjen e instalimeve sipas objekteve.
6. Cilat janë elementet bazë në një instalim elektrik?
7. Nga se përbëhet një linjë në instalimin elektrik?
8. Prej cilit material është zakonisht teli në instalimet elektrike?
9. Cili është roli i izolimit në linja?
10. Çfarë materiali përdoret për izolim në linja?
11. Ndërmjet cilët përçuesve matet rezistenca e izolimit?
12. Sa duhet të jetë rezistenca e izolimit për instalimet me tension nominal pune 500 V?
13. Në çfarë kushtesh matet rezistenca e izolimit në gjithë instalimin?
14. Si lidhen kabllo të instrumentit nëse matet rezistenca e izolimit ndërmjet përçuesve fazor dhe atij neutral?
15. Nga se përbëhet instalimi i tokëzimit?
16. Çka do të thotë lidhje ekuipotenciale?
17. Ç'janë degëzimet paralele në instalimin e tokëzimit dhe cilat probleme mund ti shkaktojnë?
18. A shkyçen degët paralele gjatë matjes?
19. Ndërmjet cilëve elemente të instalimit kryhet testi i vazhdimësisë së përçuesit të tokëzimit?
20. Përshkruaj testimin e vazhdimësisë së instalimit të tokëzimit.
21. Si testohet lidhja me tokëzimin?
22. Si testohet qarku i shkurtër në një kabllo?
23. Si testohet ndërprerja e kabllos?
24. Ç'është instalimi i komunikimit?
25. Nga cilat elemente përbëhet çdo instalim komunikimi?



26. Çfarë lloj linjash përdoren në instalimet e komunikimit?
27. Çfarë lloj kabllorje përdoret për lidhjen e pajisjeve për akses në internet?
28. Nga cilat materiale janë të prodhuar telat në linjat me çiftë të përdredhura?
29. Pse bëhet përdredhja e çiftëve?
30. Numëroni dhe shpjegoni llojet e linjave me çiftë të përdredhura.
31. Çfarë shpejtësie e transmetimit të të dhënave mund të arrihet me kabllot e çiftëve të përdredhur Cat 6?
32. Nga se përbëhet një kabllo koaksiale?
33. Numëroni llojet e kabllorve koaksiale që përdoren në rrjetet kompjuterike.
34. Cilat janë karakteristikat kryesore të kabllorve optike?
35. Numëroni elementet përbërëse të një fije optike.
36. Ç'janë pajisjet multifunksionale?
37. Për çfarë matjesh përdoret reflektometri?
38. Çka matet me matësin LCR?
39. Shpjegoni se ç'është skicimi i linjave.
40. Ç'është metoda e impulseve?
41. Cilat pajisje përdoren për të matur gjatësinë e linjës?
42. Ç'është koha e përhapjes së në linjë?



VERIFIKIMI TEMATIK

I Pyetje me rrethim

(Rretho përgjigjet e sakta)



1. Instalimet elektrike për tension të ulët janë ato instalime, tensioni nominal i të cilave është:
A) më i vogël se 500 V
B) më i vogël se 1000 V
C) më i vogël se 50 V

2. Instalimet e telekomunikacioneve janë instalime për:
A) tension të lartë
B) tension të ulët
C) tension të vogël

3. Në shënimin e standardeve MKS për elektroteknikë përdoret shkronja:
A) N
B) H
C) M

4. Si testues i tokëzimit zakonisht përdoret pajisja:
A) instrument për matjen e rezistencës
B) testues kabllor
C) reflektometër

5. Çelësi automatik RCD është:
A) ndërprerës
B) siguresë
C) pajisje mbrojtëse

6. Rezistenca e izolimit për tensionin nominal deri në 250 V nuk duhet të jetë më e vogël se:
A) 1,0 MΩ
B) 1,0 kΩ
C) 0,5 MΩ

7. Linja STP është çift:

- A) me mburojë
- B) pa mburojë
- C) me fletë alumini

8. Kablloja optike përmban të paktën:

- A) katër fibra optike
- B) dy fibra optike
- C) një fibër optike

9. Qarku i shkurtër mund të testohet me pajisjen:

- A) reflektometër
- B) lokator kablloje
- C) matës LCR

10. Matja e dobësimit të sinjalit gjithmonë kryhet me:

- A) një pajisje matës
- B) katër pajisje matëse të llojit të ndryshëm
- C) dy pajisje matëse të të njëjtit lloj

11. Që të mos ekzistojë reflektimi përgjatë gjatësisë së linjës, pajisjet e lidhura në skajet e linjës duhet të jenë me impedancë:

- A) të barabartë me impedancën karakteristike të linjës
- B) më të vogël se impedanca karakteristike e linjës
- C) më të madhe se impedanca karakteristike e linjës

12. Për matjen e kohës së përhapjes së sinjalit nëpër linjë zakonisht përdoret:

- A) matës LCR
- B) testues kabllor
- C) reflektometër

II Pyetje me plotësim

1. Sipas lartësisë së tensionit nominal, instalimet elektrike ndahen në _____ dhe _____.
2. Sipas qëllimit, instalimet elektrike ndahen në _____ dhe _____.



3. Në vendin tonë aplikohen standardet _____.
4. Për elektroteknikën, në shenjën e standardit përdoret shkronja _____.
5. Detyra e pajisjeve mbrojtëse në instalimet elektrike është që të _____ gjatë rrymave më të lartë se rryma nominale e funksionimit.
6. Tensioni i prekjes është tensioni ndërmjet dy sipërfaqeve _____.
7. Pajisja mbrojtëse e rrymës diferenciale përdoret për shkyçjen automatike të _____.
8. Korrektësia e çelësit automatik RCD testohet me ndihmën e _____.
9. Testuesi i tokëzimit në fakt është _____.
10. Përçuesit mbrojtës i lidhin pjesët metalike të ekspozuara në prekje me _____.
11. Qëllimi i matjes së vazhdimësisë të instalimeve elektrik është që të kontrollohet _____ e përçuesve mbrojtës dhe lidhjet ekuipotenciometrike.
12. Vlera e lejuar për rezistencën e izolimit të një instalimi me tension nominal pune deri në 250 V duhet të jetë _____.
13. Instalimi i komunikimit përbëhet nga _____, _____ dhe _____.
14. Shpejtësia e transmetimit në linjat e komunikimit shprehet në _____.
15. Për prodhimin e pjesës përçuese të linjave me çifte të përdredhura përdoret _____.
16. Linja pa mbështjellje metalike është çift _____.
17. Kablloja LAN prodhohet nga _____.
18. Për matjen e impedancës së linjës zakonisht përdoret _____.
19. Për verifikimin e vazhdimësisë së linjës më së shpeshti përdoret pajisja matëse _____.
20. Për të zbuluar lokacionin e instalimit në mur përdoret _____.
21. Qarku i shkurtër i linjës është kontakt i telave në _____.
22. Skicimi i linjës kryhet për _____.
23. Dobësimi i linjës ndikon mbi raportin _____.
24. Interferenca FEXT është bashkimi i energjisë së dy qarqeve të _____ nga lidhja.
25. Zëvendësimi i çiftit gjatë matjes së dobësimit NEXT _____ mbi rezultatin e matjes.
26. Vonesa e përhapjes së sinjalit është kohëzgjatja e nevojshme që sinjali të arrij deri _____.
27. Për matjen e gjatësisë së linjës zakonisht përdoret _____.



III Detyra:

1. Llogarit kohën e transmetimit të paketës nëse shpejtësia është 120 Mbit/s Ethernet, kurse madhësia e paketës është 763 B.
2. Përcaktoni madhësinë e paketës nëse shpejtësia e transmetimit është 200 Mbit/s Ethernet kurse koha e transmetimit të paketës është 100 μ s.



USHTRIME



Në laborator/kabinet do të përdoren pajisje përkatëse për realizimin e ushtrimeve.



1. Gjeneratori i sinjalit – gjeneron forma të ndryshme valore, duke përshtatur amplitudën e tyre, frekuencën dhe vlerën mesatare.

2. Burimi i furnizimit – përdoret për fuqizimin e qarqeve elektrike, të cilat janë objekt testimit në ushtrime, me tension njëkahësh. Tensioni i rregulluar i daljes, si dhe rryma e daljes, mund të shihen në ekranin e burimit.



3. Instrumenti universal – instrument me furnizim nga bateria, i cili me konfigurimin e lidhjeve dhe pozicionin e duhur të çelësit për zonën matëse ka funksionin e voltmetrit, ampermetrit dhe ommetrit. Duhet pasur kujdes gjatë përdorimit të instrumentit si ampermetër, në qark të mos e lidhet si voltmetër.

4. Osciloskopi – përdoret për ndjekjen vizuale të sinjalit në domenin kohor, si dhe për monitorimin vizual të varësive funksionale të dy sinjaleve.



5. Pinca shtrënguese – mjet manual për montimin e konektorëve modularë, zakonisht RJ45 dhe RJ11, si dhe për zhveshjen e izolimit dhe prerjen e kabllës. Është i përshtatshëm për formimin e rrjeteve kompjuterike ISDN dhe UTP.



ZBATIMI I MKS STANDARDEVE DHE MBROJTJA NË PUNË

Sa i përket mbrojtjes së mjedisit dhe mbrojtjes në punë në vendin tonë zbatohen standardet ndërkombëtare ISO4001 dhe ISO45001.

ISO4001 është standard ndërkombëtar i cili i definon parametrat të cilët janë të nevojshëm për një sistem funksional për menaxhimin me mbrojtjen e mjedisit jetësor. Objektivat e këtij standardi janë:

- Parandalimi i ndikimeve të dëmshme në mjedis jetësor;
- Reduktimin e rreziqeve potenciale të ndotjes, reduktimin e mbeturinave, kursim të energjisë;
- Marrja e masave të duhura për mbrojtjen e mjedisit jetësor.

ISO45001 është standard i cili u mundëson organizatave të menaxhojnë me aspektet shëndetësore dhe të sigurisë në aktivitetet e biznesit, duke marrë parasysh me kujdes parandalimin e aksidenteve, reduktimin e rrezikut dhe mirëqenien e punëtorëve.

Qëllimi i standardit ISO45001 është të parandalojë ose reduktojë lëndimet në vendin e punës dhe përmirësojë kushtet e punës. Duke pasur parasysh fushën në të cilën duhet të punojnë nxënësit, do të theksojmë edhe standardin ISO50001, i cili ka të bëjë me menaxhimin e energjisë.

Standardi **ISO50001** përcakton në detaje kërkesat për sistem për menaxhimin me energjinë, i cili organizatës i mundëson të zhvillojë dhe zbatojë politika dhe objektiva që i respektojnë kërkesat ligjore dhe informacionet për aspekte të rëndësishme të energjisë. Qëllimi i këtij standardi është të ndihmojë organizatat të krijojnë një sistem procedurash dhe veprimesh që nevojiten për të përmirësuar efikasitetin energjetik.

Menaxhimi sistematik i energjisë më së shumti kontribuon në uljen e harxhimeve për energjinë dhe në reduktimin e emetimit të gazrave serrë.

Goditja elektrike është grup efektsh të rrymës elektrike kur njeriu është pjesë e një qarku të rrymës dhe nëpër të kalon rrymë elektrike. Efektet, përveç dëmtimit të pjesëve të organizmit të njeriut, mund të jenë edhe me pasoja fatale.

Trupi i njeriut është përçues i mirë i rrymës elektrike, sepse lëngu i trupit brenda dhe rreth qelizave është lloj elektroliti që përçon rrymën elektrike. Si përçues edhe për të vlen Ligji i Omit. Rezistenca elektrike e trupit të njeriut është e ndryshme në pjesë të ndryshme. Organet e brendshme kanë një rezistencë elektrike shumë më të vogël se sa lëkura. Gjithashtu, lëkura e lagur ka më pak rezistencë se sa lëkura e thatë. Kur lëkura është e thatë, rezistenca e trupit të njeriut është mbi $10000\ \Omega$, kurse kur lëkura është e lagur është nën $1000\ \Omega$. Është shumë e rrezikshme kur rryma elektrike kalon nëpër zemër dhe nëpër tru. Intensiteti i rrymës elektrike mbi 10 mA shkakton një spazëm të fortë të muskujve dhe gjatë kësaj humbet kontrolli mbi to. Nëse kapemi me dorë për një përçues të dëmtuar, ekziston rreziku që të mos mund të lirohemi nga ai. Në një intensitet prej 100 deri në 200 mA , spazma e muskujve është aq e fortë sa që zemra mund të ndalojë punën e saj. Gjatë këtij intensiteti të rrymës elektrike shfaqen edhe vështirësi të mëdha në frymëmarrje.

Tokëzimi është mbrojtje efikase kundër goditjes elektrike. Për t'u mbrojtur nga goditja elektrike gjëja më themelore është të mos preket asnjëherë një përçues i pambrojtur, i cili është pjesë e qarkut elektrik. Megjithatë, si mbrojtje shtesë në pothuajse të gjitha aparatet dhe pajisjet është tokëzimi i pjesëve të jashtme metalike. Ky tokëzim quhet tokëzim mbrojtës dhe parandalon paraqitjen e tensionit të prekjes (janë analizuar në Njësinë modulare 6).

Mbrojtja nga goditja elektrike në laborator ose një hapësirë të destinuar për kryerjen e ushtrimeve praktike dhe procedurave për matjen nënkupton:

- Gjatë çdo pune me pajisje që është nën tension, duhet të respektohen të gjitha hapat të cilët janë të nevojshëm për mbrojtjen nga goditja elektrike;
- Personat/nxënësit që punojnë duhet të respektojnë udhëzimet e mësimdhënësit përgjegjës dhe rregullat dhe procedurat e sjelljes në laborator;
- Duhet të njihet mirë pajisja dhe dokumentacioni teknik i saj;
- Para punimit të ushtrimeve kryhet kontrolli i gjendjes së pajisjes, pra kontrollohet nëse izolimi i tyre është në gjendje të rregullt dhe nuk ka dëmtime, kurse veprohet saktësisht sipas udhëzimeve të mësimdhënësit përgjegjës.
- Gjatë çdo pune me tension të lartë për të kërkohet leje nga mësimdhënësi përgjegjës.



USHTRIMI 1

MATJA E TENSIONIT NJËKAHËSH DHE ALTERNATIV ME UNIMETRI ANALOG

Qëllimi i ushtrimit: Matja e tensionit njëkahësh dhe alternativ me instrument analog; përcaktimi i konstantës dhe leximi i rezultati i shkallës.

Udhëzime: Instrumenti do të funksionojë si voltmetër me vendosjen e çelësit të madh rrethor në zonën e shënuar me shkronjën V. Në varësi të asaj se a matet tension i njëkahësh ose alternativ, çelësi i vogël vendoset në të majtë ose në të djathtë, në shenjën përkatëse (= ose $\approx$). Matja duhet të fillojë nga zona më e madhe matëse. Në këtë mënyrë parandalohet shkatërrimi i instrumentit, gjë që mund të ndodhë lehtësisht nëse matja fillon në zonë të vogël, kurse tensioni është më i lartë se sa pritej. Në atë rast, treguesi do të rrotullohet tej mase, kështu që mund të shtrembërohet ose të bjerë nga mbajtësja. Siguresa (nëse ka) dhe diodat mbrojtëse nuk janë gjithmonë mbrojtje e mjaftueshme dhe e sigurt. Nëse devijimi i shigjetës është i vogël ose aspak nuk vërehet, zona gradualisht zvogëlohet derisa gjilpëra të devijohet mjaftueshëm që të lejojë një lexim normal. Përzgjidhet shkalla në të cilën do të lexohet, përcaktohet konstanta e instrumentit dhe lexohet devijimi i shigjetës. Numri i ndarjeve shumëzohet me konstanten dhe fitohet tensioni i matur. Në bazë të rezultatit të fituar, arrihet në përfundimin nëse sipërfaqja matëse mund të zvogëlohet edhe më tej. Nëse matet tension DC, pika në potencialin më të madh (ose, p.sh. + e një baterie) patjetër të lidhet me lidhjen +VAΩ. Nëse bëhet gabim, shigjeta do të kthehet në anën e gabuar (majtas). Gjatë matjes së tensionit AC nuk ka nevojë t'u kushtohet vëmendje lidhjeve, sepse rregullatori në instrument siguron që treguesi të rrotullohet gjithmonë djathtas. Voltmetri lidhet paralelisht me elementin në të cilin matet tensioni. Rezistenca e brendshme e voltmetrit është shumë e madhe (idealisht e pafundme), kështu që praktikisht nëpër voltmetër nuk rrjedh rrymë.

Pajisjet:

- * unimetër analog;
- * 2 sonda-kabllo për testim (1 e kuqe dhe 1 e zezë);
- * akumulator.

I Matja e tensionit njëkahësh të baterisë (fig. 1)



Fig. 1

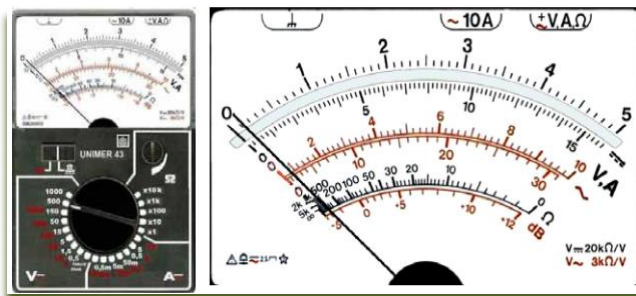


Fig. 2

1. Fillohet me zonën matëse 1000 V, devijimi nuk vërehet fare.
2. Zvogëlohet në zonën matëse 500 V (fig. 2), zgjidhet shkalla me 5 ndarje, konstanta është 100 V/ndarje. Lexohet diçka më shumë se 0.1, por është e vështirë të vlerësohet nëse është 0,11; 0,12 ose 0,13. Kur do të shumëzohet me 100, rezultati mund të jetë mes 11 V dhe 13 V, që varet nga vlerësimi subjektiv. Është e dukshme se nuk mund të bëhet matje e saktë në këtë zonë, prandaj përsëri zvogëlohet zona matëse.
3. Procedura nga pika 2 përsëritet për zonën matëse 150, 50, 15 dhe 5 V. Të gjitha vlerat për konstantën, numri i ndarjeve dhe tensioni i matur njëkahësh regjistrohen në tabelën e mëposhtme:

Zona matëse (V)	Konstanta (V/ndar)	Numri i ndarjeve	Tensioni i matur (V)
1000	/	/	/
500	100	0,1	11-13
150			
50			
15			
5			



Vërejtje: Gjatë matjes së tensionit të akumulatorit ose baterisë, rekomandohet që ato të ngarkohen me një ngarkesë. Për të ngarkuar akumulatorin e mjaftueshme është të ndizen dritat e automobilin.

II Matja e tensionit alternativ në një prizë shtëpie (fig. 3)

Udhëzime: kabllot për testim (sondat) janë të izoluara mirë, kështu që nuk ekziston rreziku i goditjes elektrike – kuptohet, nëse nuk preken majat metalike të sondave (fig. 3). Tensioni në prizë është alternativ, kështu që çelësi i vogël duhet të zhvendoset në të majtë. Shenja $\approx$ është e kuqe, që do të thotë se gjatë matjes së madhësive të alternative përdoren shkallët e kuqe të instrumentit.



Fig. 3

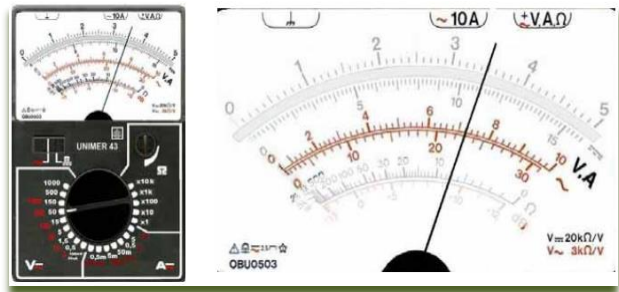


Fig. 4

1. Zona më e madhe matëse është 1000 V dhe gjithçka fillon me të. Zgjidhet shkalla e kuqe me 10 ndarje, konstanta është 100 V/ndarje dhe lexohen 2.2 ndarje, d.m.th. 220 V.
2. Procedura nga pika 1 përsëritet për zona më të vogla matëse (fig. 4) dhe rezultatet regjistruar në tabelën e mëposhtme.

Zona matëse (V)	Konstanta (V/ndar)	Numri i ndarjeve	Tensioni i matur (V)
1000	100	2,2	220

Vërejtje: Duhet të merret parasysh se devijimet e tensionit në rrjetin e qytetit janë të lejuara deri në 10 %.

Analizo: Çka do të ndodh kur do të zëvendësohen sondat e instrumentit? Pse kjo është kështu? A është e rekomandueshme dhe e nevojshme të kryhen matje në zonë më të vogël nga vlera e pritur?

USHTRIMI 2

MATJE TENSIONI ME MULTIMETER DIGJITAL

Hyrje: Gjatë mirëmbajtjes ose riparimit të makinave duhet të maten karakteristikat e tyre elektrike. Instrumenti më i shpesh i përdorur për këtë qëllim është multimetri digjital (DMM). Për kontrollim të saktë të karakteristikave të qarkut, matja dhe leximi i rezultateve duhet të kryhen me saktësi.

Qëllimi i ushtrimit: Matja e tensionit me multimetër digjital.

Pajisjet:

- * burim i stabilizuar i tensionit DC;
- * multimetër digjital;
- * 2 sonda – kabllo për testim (1 e kuqe dhe 1 e zezë).

I Metoda e matjes

1. Kyçet multimetri.
2. Çelësi vendoset për matjen e tensioneve DC.
3. Vendoset në zonën më të lartë matëse, 1000 V (fig. 5).
4. Kabllot e instrumentit lidhen me terminalet përkatëse të multimetrit (fig. 6). Kablloja e zezë testuese duhet të lidhet me terminalin COM ose terminalin për tokëzim. Kablloja e kuqe testuese duhet të lidhet me terminalin V/ Ω .

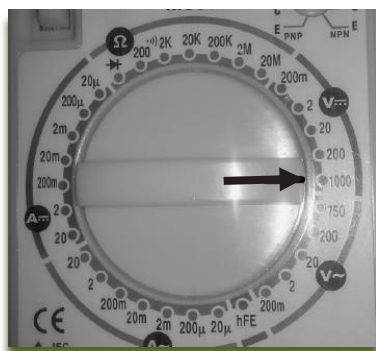


Fig. 5



Fig. 6



5. Kyçet burimi dhe rregullohet në 10 V. Tensioni që shfaqet në ekranin e burimit si tension i daljes (fig. 7) regjistrohet në tabelën e mëposhtme.
6. Kabllot testuese të instrumentit lidhen me terminalet e daljes së burimit, fig. 8.
8. Kablloja e zezë testuese lidhet me terminalin e zi ose (-). Kablloja e kuqe testuese lidhet me terminalin e kuq ose (+). Zona dhe leximet e tensionit të DMM regjistrohen në tabelën e mëposhtme.



Fig. 7



Fig. 8

7. Çelësi vendoset në një zonë të re prej 200 V. Zona dhe tensioni i lexuar në DMM për të njëjtin tension të burimit regjistrohen në tabelë.
8. Çelësi vendoset në zonën tjetër më të vogël 20 V. Zona dhe tensioni i lexuar në DMM për të njëjtin tension të burimit regjistrohen në tabelë.
9. Procedura nga pika 5 deri në pikën 8 përsëritet duke vendosur një tension tjetër në burimin e stabilizuar. Rezultatet regjistrohen në tabelë.

Tensioni dalës i burimit =		Tensioni dalës i burimit =	
U_{mp} = 1000 V	U _{dmm} =	U_{mp} =	U _{dmm} =
U_{mp} = 200 V	U _{dmm} =	U_{mp} =	U _{dmm} =
U_{mp} = 20 V	U _{dmm} =	U_{mp} =	U _{dmm} =
U_{mp} = 2 V	U _{dmm} =	U_{mp} =	U _{dmm} =

Analizoni:

- ❖ Sqaroni saktësinë e vlerave të shfaqura derisa e zvogëloni zonën e matjes së çelësit të multimetrit.
- ❖ Sqaroni rezultatin kur përpiqeni të matni tensionin në zonën matëse, e cila është më e vogël se vlera e tensionit të daljes së burimit.
- ❖ Sqaroni pse procedura fillon nga zona matëse më e madhe e instrumentit.

II Ndryshimi i polaritetit

1. Zëvendësohet polariteti i kabllave testuese të lidhura me burimin e tensionit. Lidhet kabllloja testuese e zezë me (+), pra me terminalin e kuq të burimit, kurse kabllloja testuese e kuqe me (-), pra me terminalin e zi të burimit (fig. 9).



Fig. 9

2. Kyçet furnizimi dhe rregullohet në 5 V. Regjistrohet vlera e matur _____.
3. Përsëri ndërrohet polariteti i kabllave testuese. Regjistrohet vlera e matur _____.

Analizo: Çfarë u ndryshua në vlerën e matur të multimetrit kur u ndryshua polariteti i kabllave testuese?

Vërejtje: Pas përfundimit të çdo matjeje, kabllot testuese të multimetrit largohen nga terminalet e burimit të tensionit, shkyçet burimi dhe instrumenti.



USHTRIMI 3

MATJA E TENSIONEVE NJËKAHËSHE NË LIDHJEN SERIKE DHE PARALELE

Qëllimi i ushtrimit:

1. Matja e tensioneve të katër baterive/burimeve të tensionit njëkahësh.
2. Matja e tensionit të lidhjes serike të baterive/burimeve të tensionit.
3. Matja e lidhjes paralele të baterive/burimeve të tensionit.

Pajisjet:

- * 4 bateri/burime të barabarta ose të ndryshme të tensionit njëkahësh;
- * multimetër digjital (DMM);
- * përçues terminali.

Procedura:

1. Çdo burim i tensionit lidhet individualisht në multimetër digjital. Çelësi i instrumentit dhe kabllot testuese vendosen për matjen e tensionit njëkahësh dhe zgjidhet zona matëse që korrespondon me burimet e zgjedhura. Vlerat e matura regjistrohen në tabelë.

Burimi i tensionit	Zona matëse (V)	Tensioni i matur (V)
E1		
E2		
E3		
E4		
Lidhja serike		
Lidhja paralele		

2. Burimet lidhen në seri dhe voltmetri lidhet si në fig. 10. Vlera e matur regjistrohet në tabelë.

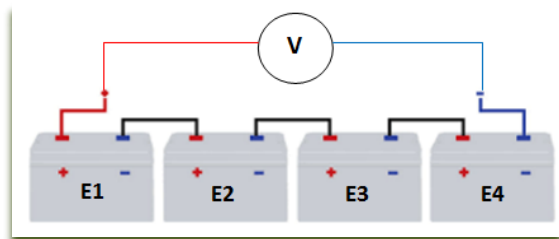


Fig. 10

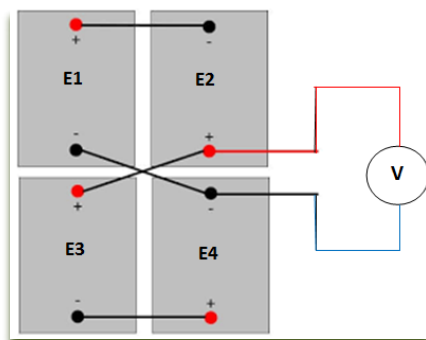


Fig. 11

3. Burimet lidhen në lidhje paralele dhe lidhet voltmetri si në fig. 11. Vlera e matur regjistrohet në tabelë.
4. Kryhet matje e burimeve/baterive individuale dhe vlerat e lexuara krahasohen me vlerat fillestare.
5. Matjet mund të përsëriten duke përdorur një instrument universal analog, kurse në këtë rast duhet të regjistrohen edhe vlerat për numrin e ndarjeve të devijimit dhe konstanta e instrumentit.

Shënim: Nëse për ushtrimin përdoren bateri, matjet nga pika 4 do të jenë të ndryshme nga vlerat fillestare. Arsyeja është shkarkimi i baterive gjatë matjes, kur ato janë të lidhura paralel.



USHTRIMI 4

NDIKIMI I VOLTMETRIT MBI VLERAT E MATURA

Qëllimi i ushtrimit: Rezistenca e brendshme e voltmtrit pjesërisht ndryshon vlerën që matet. Edhe pse ai duhet të ketë një rezistencë shumë të madhe të hyrjes, megjithatë, ajo ndikon në vlerën e matur. Ushtrimi mundëson krahasimin e vlerave të pritshme nga llogaritja e qarkut dhe vlerat e matura.

Pajisjet:

- * burimi i tensionit njëkahësh V1 (120 V);
- * rezistorë R1, R2, R3 (fig. 12);
- * unimetër;
- * 2 sonda – kabllo testuese (1 e kuqe dhe 1 e zezë);
- * përçues terminali ose protopllakë.

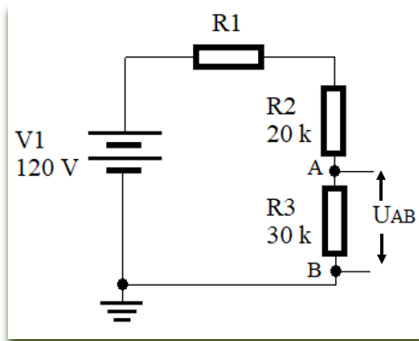


Fig. 12

Procedura:

1. Bëhen llogaritjet për qarkun, gjegjësisht rënia e tensionit të çdo rezistori individualisht. Rezultatet e llogaritjeve janë:

$$U_{R1} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$U_{R2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$U_{R3} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- Llogaritjet paraprake sugjerojnë se tensioni nga pika A deri në B do të jetë 60 V. Nëse supozojmë se voltmetri ka një rezistencë të brendshme prej 60 kΩ, kurse është i lidhur përmes pikave A dhe B (fig. 13).

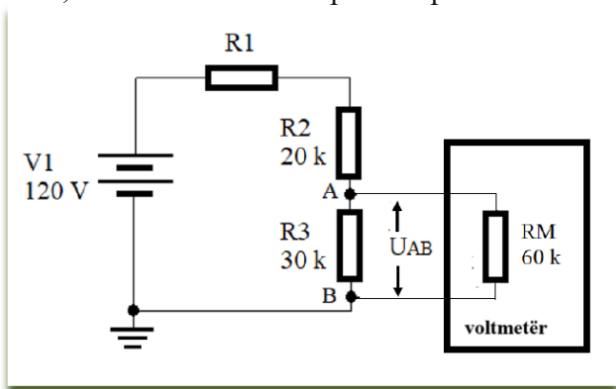


Fig. 13

- Lehtë mund të vërtetohet, siç tregohet më poshtë, se rezistenca e re ndërmjet pikave A dhe B është zvogëluar në 20 kΩ.

$$R_{BK} = \frac{R_M \cdot R_3}{R_M + R_3} = \frac{60 \cdot 30}{60 + 30} = 20 \text{ k}\Omega$$

Përfundim: Dallimi midis rezistencës së degës pa voltmetër të lidhur dhe me të është 10 kΩ, e cila, natyrisht, është e rëndësishme. Duke përdorur formulën e ndarësit të tensionit mund të shihet se voltmetri jep një tension dukshëm të ndryshëm nga ai që pritej nga llogaritjet paraprake.

$$V_{AB} = \frac{20}{10 + 20 + 30} \cdot 120 = 48V$$

Vërejtje:

- Gjatë realizimit të ushtrimit, llogaritjet për rezistencën totale kryhen me rezistencën e brendshme të instrumentit të përdorur.
- Vërehet se tensioni V_{AB} ndryshon nëse në pikat A dhe B lidhet një rezistencë e kufizuar. Ngarkesa nga voltmetri ndodh gjithmonë dhe pyetje është vetëm madhësia e saj.



USHTRIMI 5

VERIFIKIMI I LIGJIT TË PARË TË KIRKOFIT

Qëllimi i ushtrimit: Matja e rrymës me instrument digjital dhe verifikimi i Ligjit të Parë të Kirkofit.

Udhëzime: Ampermetri lidhet në seri në qark. Rezistenca e brendshme e ampermetrit është idealisht e barabartë me zero, por në realitet është shumë e vogël, kështu që nuk ndryshon gjendjen e qarkut. Unimetri do të funksionojë si ampermetër duke vendosur çelësin e madh në zonën e shënuar me shkronjën A. Matja fillon nga zona më e madhe matëse, e cila më pas zvogëlohet nëse është e nevojshme. Çelësi i vogël vendoset në etiketën e duhur për llojin e rrymës që matet. Nëse ka nevojë për zvogëlimin e zonës, së pari duhet të ndërpritet rryma me çelës ose duke shkyçur furnizimin, kurse pastaj çelësi zhvendoset në një zonë tjetër matës (në të kundërtën, instrumenti do të dëmtohet).

Pajisjet:

- * burim i tensionit njëkahësh V_1 (5 V);
- * rezistorë (fig. 14);
- * unimetër;
- * 2 sonda – kabllo testuese (1 e kuqe dhe 1 e zezë);
- * përçues terminali ose protoplakë.

I Matja e rrymave I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 në qarkun e figurës 14

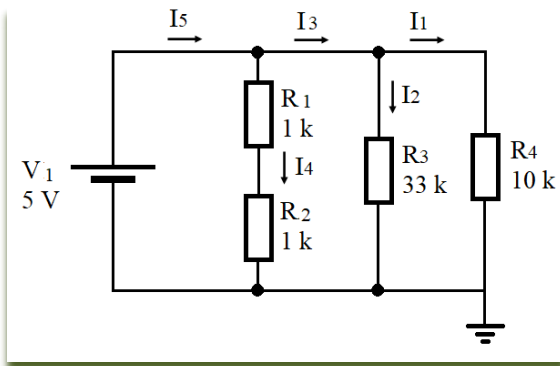


Fig. 14

1. Shkyçen njëra pas tjetrës degët ku duhet të maten rrymat I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 dhe lidhet multimetri. Lexohen rrymat dhe të gjitha vlerat regjistrohen në tabelën e mëposhtme.
2. Bëhet krahasimi i vlerave të rrymës së matur me ato të llogaritura më parë për qarkun e dhënë.
3. Llogaritet raporti $R_{in} = V_1/I_5$ (Vërejte: Ky raport i tensionit dhe rrymës hyrëse quhet rezistencë hyrëse, që paraqet një rezistencë i cili e “sheh” burimin e tensionit).

$$R_{in} = \underline{\hspace{5cm}}$$

Analizoni: Krahasoni rrymën I_5 me shumën e rrymave $I_3 + I_4$. Në cilin ligj bazohet raporti i tyre? A përputhen vlerat e matura me vlerat e llogaritura? Shpjegoni.

II Matja e rrymave I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 duke shkyçur R_4

Shkyçet njëri nga terminalet e rezistencës R_4 në qarkun e fig. 14 (krijuar degë e hapur) dhe përsëriten matjet nga pika 1.

Pjesa I (me R_4 të kyçur)		Pjesa II (me R_4 të shkyçur)		
	Vlera të llogaritura	Vlera të matura	Vlera të llogaritura	Vlera të matura
I1				
I2				
I1+I2				
I3				
I4				
I3+I4				
I5				

Analizo: Komentoni për vlerat e rrymave kur R_4 është e kyçur dhe shkyçur në qark.



USHTRIMI 6

MATJA E RRYMËS NË QARK ME REZISTENCË TË NDRYSHUESHME

Qëllimi i ushtrimit: Matja e rrymës me multimetër digjital; të shqyrtohet ndikimi i rezistencës në qark mbi në vlerën e rrymës.

Pajisjet:

- * burim i tensionit njëkahësh V_1 (10 V);
- * rezistorë (fig. 15 dhe pika 1);
- * unimetër;
- * 2 sonda – kablllo testuese (1 e kuqe dhe 1 e zezë);
- * Përçues terminali ose protoplakë.

Procedura:

1. Matjet e rrymës kryhen në një qark të lidhur në seri (fig. 15). Që të sigurohet bazë për krahasim, së pari llogariten rrymat për vlera të ndryshme të rezistencës R . Fitohen rezultatet e mëposhtme:

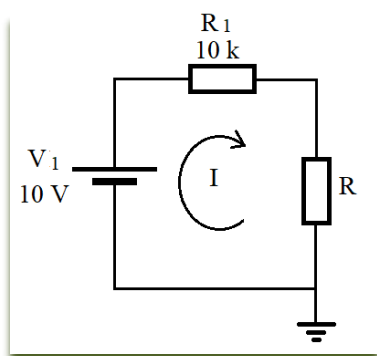


Fig. 15

$R = 0 \Omega$	$I =$ _____
$R = 5 k\Omega$	$I =$ _____
$R = 10 k\Omega$	$I =$ _____

2. Për vlerat e theksuara të rezistencës R kryhet matja e rrymës I në qarkun serik.

$R = 0 \Omega$	$I =$ _____
$R = 5 k\Omega$	$I =$ _____
$R = 10 k\Omega$	$I =$ _____

Analizo: A janë vlerat e llogaritura dhe të matura të barabarta? Pse është kështu?

USHTRIMI 7

MATJA E TENSIONIT DHE RRYMËS SË NJË LIDHJE TË KOMBINUARA TË REZISTORËVE

Qëllimi i ushtrimit: Matja e tensionit dhe rrymës në qark me burim tensioni alternativ.

Pajisjet:

- * burimi i tensionit alternativ (gjeneratori i funksionit);
- * 1 voltmetër AC;
- * 3 ampermetra AC;
- * 3 rezistorë;
- * Kabllo për lidhje.

Procedura:

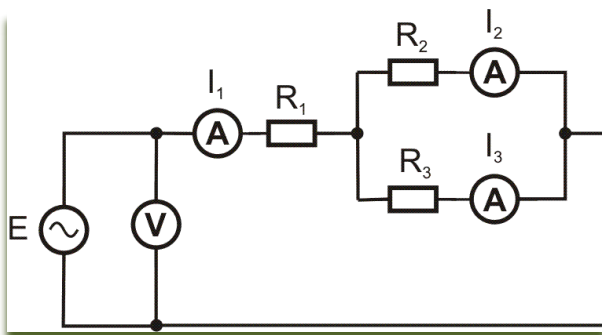


Fig. 16

1. Të lidhen rezistorët, instrumentet matëse – ampermetrat dhe voltmetrat dhe burimi i tensionit alternativ sipas skemës së dhënë në figurën 16.
2. Nëse instrumentet janë instrumente matëse universale, atëherë çelësin e vendosim në regjimin alternativ të punës dhe e zgjedhim zonën e duhur matëse.
3. Voltmetrin e lidhim paralelisht me burimin e tensionit alternativ, ndërsa ampermetrat në seri me rezistorët. Pas lidhjes, kontrollohet nëse qarku është i lidhur sipas skemës së dhënë.



4. Kyçet burimi dhe me voltmetër matet tensioni alternativ, kurse me ampermetrat rrymat në rezistorë. Vlerat e lexuara regjistrohen në tabelën e dhënë. Sipas Ligjit të Parë të Kirkofit, i cili thotë: Shuma e rrymave që hyjnë në një nyje është e barabartë me shumën e rrymave që dalin nga ajo nyje, llogaritet rryma në rezistorin e parë:

$$I_1 = I_2 + I_3$$

5. Sipas ligjit të Omit, llogaritet rezistenca ekuivalente (totale) e qarkut:

$$R_e = \frac{U}{I_1}$$

si dhe rëniet individuale të tensionit të rezistorëve:

$$U_{R1} = R_1 \cdot I_1, \quad U_{R2} = R_2 \cdot I_2, \quad U_{R3} = R_3 \cdot I_3$$

6. Të regjistrohen rezultatet e matura dhe të llogaritura në tabelë.

Paraqitja tabelare e rezultateve:

Numri i matjeve	R_1 Ω	R_2 Ω	R_3 Ω	U V	I_1 A	I_2 A	I_3 A	$I_1=I_2+I_3$ A	R_e Ω	U_{R1} V	U_{R2} V	U_{R3} V
1												
2												
3												

Analizo: A janë vlerat e llogaritura dhe të matura të barabarta? Pse është kështu?

USHTRIMI 8

VERIFIKIMI I LIGJIT TË DYTË TË KIRKOF-it

Qëllimi i ushtrimit: Matja e tensionit dhe rrymës në qark me burim tensioni alternativ dhe verifikimi i Ligjit të Dytë të Kirkofit.

Pajisjet:

- * burim i tensionit alternativ (gjeneratori i funksionit);
- * 3 voltmetra AC;
- * 1 ampermetër AC;
- * 2 rezistenca;
- * Kabllo për lidhje.

Procedura:

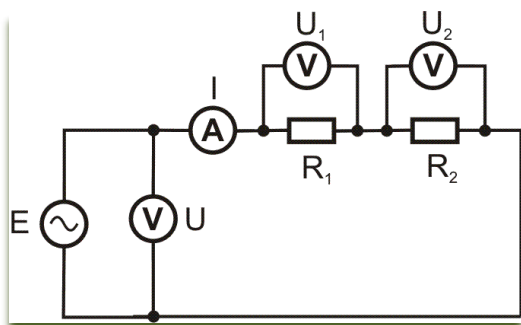


Fig. 17

1. Të lidhen rezistorët, instrumentet matëse – ampermetrat dhe voltmetrat dhe burimi i tensionit alternativ sipas skemës së dhënë në figurën 17.
2. Nëse instrumentet janë instrumente matëse universale, atëherë vendosim çelësin në regjimin alternativ të funksionimit dhe zgjedhim zonën e duhur matëse.
3. Voltmetrat i lidhim paralelisht me elementin tensionin e të cilit duam ta masim, ndërsa ampermetrin në seri.
4. Pas lidhjes, kontrollohet nëse qarku është i lidhur sipas skemës së dhënë.



5. Kyçet burimi i tensionit dhe me voltmetrat maten tensionet alternative, kurse me ampermetër rryma nëpër qark.
6. Vlerat e lexuara regjistrohen në tabelën e dhënë.
7. Sipas Ligjit të Dytë të Kirkofit, i cili thotë: Shuma e të gjitha tensioneve, rënieve të tensionit dhe forcave elektromotore në një qark të mbyllur është e barabartë me zero, llogaritet tensioni i lidhjes serike të rezistorëve.

$$U_{R1} = R_1 \cdot I, \quad U_{R2} = R_2 \cdot I$$

8. Sipas ligjit të Omit, llogaritet rezistenca ekuivalente (totale) e qarkut:

$$R_e = \frac{U}{I}$$

9. Të regjistrohen rezultatet e matura dhe të llogaritura në tabelë.

Paraqitja tabelare e rezultateve:

Numri i matjeve	R_1 Ω	R_2 Ω	U_1 V	U_2 V	U V	I A	$U=U_1+U_2$ A	R_e Ω
1								
2								
3								

Analizo: Krahasoni vlerën e tensionit U me shumën e tensioneve $U_1 + U_2$. Në cilin ligj bazohet raporti i tyre? A përputhen vlerat e matura me vlerat e llogaritura? Shpjegoni.

USHTRIMI 9

MATJA E REZISTENCËS OMIKE ME MATJE TË TENSIONIT DHE RRYMËS (METODA U-I)

Qëllimi i ushtrimit: Njohja me procedurat për matjen e rezistencës së panjohur me skemë të tensionit dhe të rrymës.

Pajisjet:

- * burim i tensionit njëkahësh (bateri 9 V);
- * rezistorë – harxhues (33 Ω , 470 Ω , 10 k Ω);
- * dy multimetra.

Procedura:

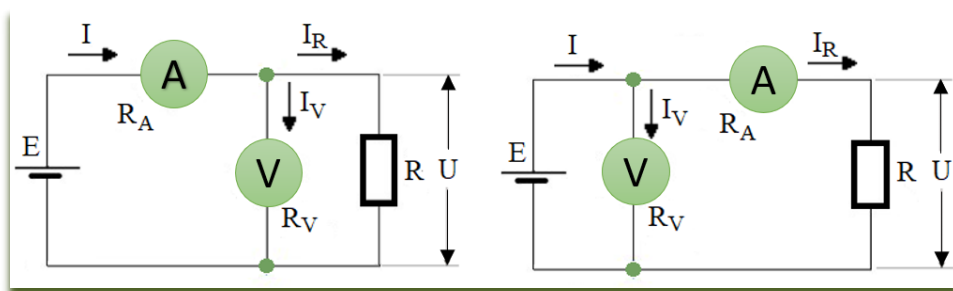


Fig. 18

1. Me çelësin e njërit multimetër, i cili do të përdoret si ampermetër, zgjidhet zona e matjes miliamper.
2. Çelësi i multimetrit të dytë, i cili do të përdoret si voltmetër, vendoset në zonën matëse të tensionit njëkahësh.
3. Krijohet qark i mbyllur i rrymës, lidhje serike e baterisë, ampermetrit dhe harxhuesit.
4. Me lidhjen e voltmetrit paralelisht me harxhuesin fitohet skema e parë (ampermetri përpara voltmetrit – skema e tensionit).
5. Me lidhjen e voltmetrit paralelisht me baterinë fitohet skema e dytë (voltmetri përpara ampermetrit – skema e rrymës).
6. Të futen vlerat e lexuara nga ampermetri dhe voltmetri në tabelë.



7. Duke u bazuar në vlerat e matura të llogaritet vlera e rezistencës së harxhuesit sipas ligjit të Omit:

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

8. Të përsëritet ushtrimi për vlerat e tjera të harxhuesit dhe të regjistrohen vlerat e fituara në tabelë.

Skema e tensionit	Rp1 [Ω]	Rp2 [Ω]	Rp3 [Ω]	Skema e rrymës	Rp1 [Ω]	Rp2 [Ω]	Rp3 [Ω]
Regjistrimi i voltmetrit	U1 [V]	U2 [V]	U3 [V]	Regjistrimi i voltmetrit	U1 [V]	U2 [V]	U3 [V]
Regjistrimi i ampermetrit	I1 [mA]	I2 [mA]	I3 [mA]	Regjistrimi i ampermetrit	I1 [mA]	I2 [mA]	I3 [mA]
Llogaritja e rezistencës së harxhuesit	R1 [Ω]	R2 [Ω]	R3 [Ω]	Llogaritja e rezistencës së harxhuesit	R1 [Ω]	R2 [Ω]	R3 [Ω]

Analizo:

Të krahasohen rezultatet e marra gjatë matjes së rezistencës omike të panjohur me metodën U-I sipas të dy skemave. Në cilin rast fitohen rezultate më të sakta?

USHTRIMI 10

MATJA E FUQISËS NË LIDHJEN PARALELE RLC

Qëllimi i ushtrimit: Njohja me procedurat e matjes së fuqisë me vatmetër dhe metodën U-I.

Pajisjet:

- * burim i tensionit alternativ;
- * ampermetër AC;
- * voltmetër AC;
- * vatmetër AC;
- * rezistor;
- * bobinë;
- * kondensator;
- * kablllo për lidhje.

Procedura:

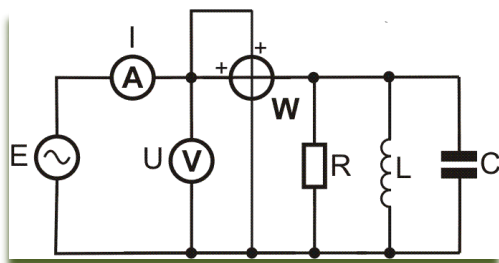


Fig. 19

1. Të lidhen rezistenca, bobina, kondensatori, instrumentet matëse dhe burimi i tensionit alternativ sipas skemës së dhënë në figurën 19.
2. Nëse instrumentet janë instrumente matëse universale, atëherë vendosim çelësin në regjimin alternativ të funksionimit dhe zgjedhim zonën e duhur matëse.



3. Pas lidhjes, kontrollohet nëse qarku është i lidhur sipas skemës së dhënë.
4. Me voltmetër matet tensioni U i lidhjes paralele RLC, me ampermetër rryma I përmes lidhjes paralele RLC, kurse me vatmetër fuqia aktive P .
5. Vlerat e lexuara regjistrohen në tabelën e dhënë.
6. Matja përsëritet për vlera të ndryshme të rezistencës, bobinës dhe kondensatorit.
7. Në bazë të vlerave të lexuara llogaritet fuqia e dukshme e lidhjes paralele RLC sipas relacionit:

$$S = U \cdot I \quad [VA]$$

ndërsa fuqia reaktive llogaritet duke përdorur fuqinë aktive dhe të dukshme, sipas relacionit:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \quad \varphi = \arccos \frac{P}{S}$$

Për fuqinë totale, të dukshme, vlen relacioni:

$$S = U \cdot I \cdot \cos \varphi + j \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi = P + j \cdot Q$$

Paraqitja tabelare e rezultateve:

Numri i matjeve	R	L	C	U	I	P	S	Q	φ	f
	Ω	H	F	V	A	W	VA	VAr	rad	Hz
1										
2										
3										

Analizo:

Të krahasohen rezultatet e fituara gjatë matjes së fuqisë me metodën U-I dhe me vatmetër. Shpjegoni ndryshimin në rezultatet e fituara!

USHTRIMI 11

MATJA E PARAMETRAVE TË SINALIT SINUSOIDAL ME OSCILOSKOP

Qëllimi i ushtrimit: Njohja me procedurat e matjes me osciloskop analog dhe me paraqitjen e sinjalit në ekranin e osciloskopit. Qëllimi kryesor i këtij ushtrimi është matja e parametrave bazë të sinjalit sinusoidal me osciloskop (frekuencës dhe amplitudës).

Pajisjet:

- * voltmetër analog;
- * voltmetër digjital;
- * osciloskop analog (fig. 20);
- * gjenerator funksioni.

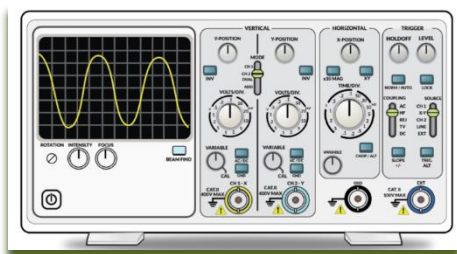


Fig. 20

Procedura:

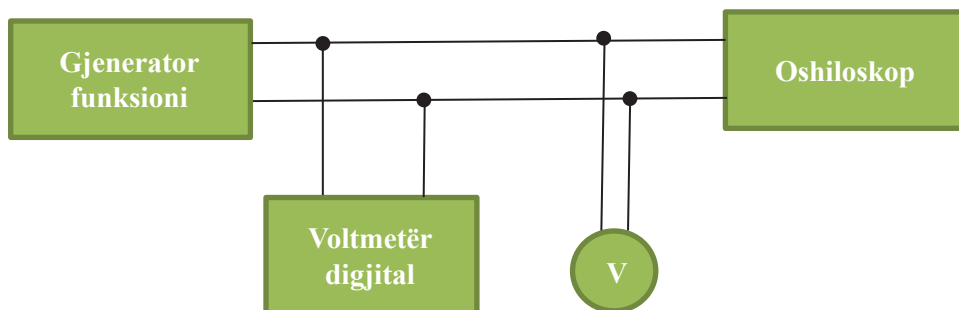
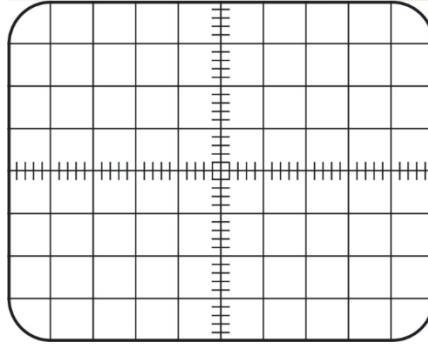


Fig. 21: Skema e lidhjes së instrumenteve



1. Të lidhen voltmetri analog dhe digjital, gjeneratori i funksionit dhe osciloskopi sipas skemës së dhënë në figurën 21.
2. Me ndihmën e gjeneratorit të formave valore të gjenerohet një sinjal me frekuencë dhe amplitudë të caktuar (p.sh., frekuencë 1000 Hz dhe amplitudë 10 V).
3. Të vizatohet sinjali i marrë në ekranin e osciloskopit.



4. Të përcaktohet amplituda e sinjalit të fituar sinusoidal.
 - Amplituda e sinjalit (nga maja në majë) llogaritet si produkti i vlerës së tensionit të njëjës ndarje vertikale të rrjetit të ekranit dhe numrit të ndarjeve vertikalisht:

$$U_{pp} = \text{_____ (V/div)} \times \text{_____ (div)} = \text{_____ (V)}$$
 - Vlora maksimale e tensionit fitohet sipas:

$$U_{max} = U_{PP}/2 = \text{_____ (V)}$$
 - Vlora efektive e tensionit llogaritet me relacionin:

$$U = U_{max}/\sqrt{2} = \text{_____ (V)}$$
5. Me voltmetrin analog të matet vlora efektive e sinjalit.
 - Të llogaritet vlora maksimale e tensionit të matur

$$U_{max} = \sqrt{2} \cdot U = \text{_____ (V)}$$
6. Me voltmetrin digjital të matet vlora efektive e sinjalit.
 - Të llogaritet vlora maksimale e tensionit të matur

$$U_{max} = \sqrt{2} \cdot U = \text{_____ (V)}$$
7. Të regjistrohen vlerat e matura në celulat e hijezuara, kurse vlerat e llogaritura në celulat e bardha të tabelës.

	Vlera maksimale U_{max} (v)	Vlera efektive U (V)
Osciloskop		
Voltmetër analog		
Voltmetër digjital		

8. Të përcaktohet perioda e sinjalit të fituar sinusoidal në ekranin e osciloskopit.

➤ Perioda e sinjalit llogaritet si produkt i vlerës së një ndarje horizontale të rrjetës së ekranit dhe numrit të ndarjeve horizontalisht:

$$T = \text{_____ (msec/div)} \times \text{_____ (div)} = \text{_____ (msec)}$$

9. Të llogaritet frekuenca e tensionit të matur:

➤ $f = 1/T = \text{_____ (Hz)}$

10. Të regjistrohet vlera e saktë e frekuencës f_t e sinjalit të gjeneruar dhe vlera e llogaritur f , pastaj të llogaritet gabimi në përqindje sipas shprehjes:

$$\delta = \frac{f - f_t}{f_t} \cdot 100 \% = \text{_____} \%$$

11. Të përsëritet procedura nga pika 8 deri në pikën 10 me gjenerim të tensionit sinusoidal me një frekuencë tjetër.

		matja e parë	matja e dytë	matja e tretë
Vlera e saktë	f (Hz)			
Vlera e llogaritur	f (Hz)			
Vlera e llogaritur	T (sec)			
Gabimi në përqindje	δ (%)			



USHTRIMI 12

MATJA E REZISTENCËS OMIKE ME URËN E VITSTONIT

Qëllimi i ushtrimit: Njohja me procedurat e matjes së rezistencës së panjohur me urë matës.

Pajisjet:

- * burim i tensionit njëkahësh;
- * galvanometër;
- * rezistorë: $R_1 = 1\text{ k}\Omega$, $R_2 = 10\text{ k}\Omega$, $R_3 = 10\text{ k}\Omega$;
- * R_4 – dekadë rezistente.

Procedura:

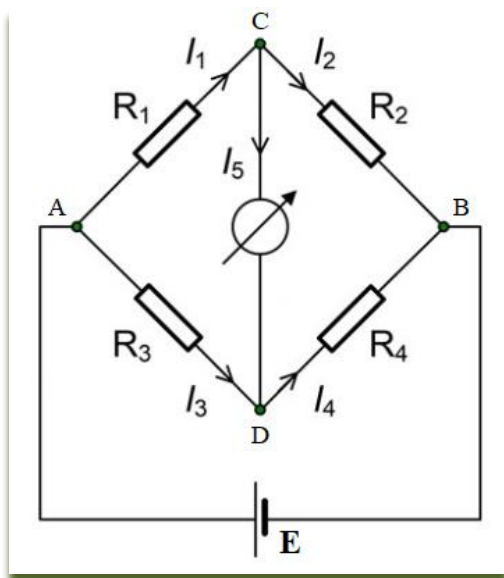


Fig. 22

1. Të ndërtohet ura e Vitstonit sipas skemës së dhënë në figurën 22.
2. Të lidhet burimi i tensionit njëkahësh mes pikave A dhe B.
3. Të rregullohet tensioni njëkahësh në vlerën 5 V.

4. Duke ndryshuar rezistencën e dekadës rezistente, të sillet ura në ekuilibër, domethënë rryma duhet të jetë $I_5 = 0$ A.
5. Në një tabelë të vendoset vlera e lexuar e rezistencës së dekadës rezistente në momentin e ekuilibrit.
6. Vlera e rezistencës së panjohur R_4 llogaritet sipas relacionit:

$$R_4 = R_2 \cdot \frac{R_3}{R_1}$$

7. Të përsëritet ushtrimi për vlera të tjera të rezistorëve R_1 , R_2 dhe R_3 dhe vlerat e fituara të regjistrohen në tabelë.

		matja e parë	matja e dytë	matja e tretë
Rezistenca e lexuar nga dekada rezistente	(Ω)			
Vlera e llogaritur e rezistencës	(Ω)			

Analizo:

Sqaroni ndryshimin në rezultatet e fituara gjatë matjes së rezistencë omike të panjohur me urën e Vitstonit.



USHTRIMI 13

REALIZIMI I RRJETIT TË KABLLOVE DHE TESTIMI

Qëllimi i ushtrimit: Realizimi i një rrjeti kabllor duke vendosur konektor dhe testimi i korrektësisë së tij.

Pajisjet:

- * kabllo UTP;
- * darë shtrënguese;
- * 2 konektor RJ45;
- * Testues për kabllo.

Procedura:

1. Telat e kabllor zhvishen me darë shtrënguese, pra hiqet izolimi në gjatësinë rreth një centimetër. Në darë ka një thikë për këtë qëllim, e cila ka edhe kufizues, kështu që nuk ka nevojë të matet. Më pas ndahen të tetë telat dhe tërhiqet pak izolimi i kabllor, që të tërhiqen linjat më tepër, pra që të mund lehtë të drejtohen dhe të shpërndahen sipas skemës (fig. 23).

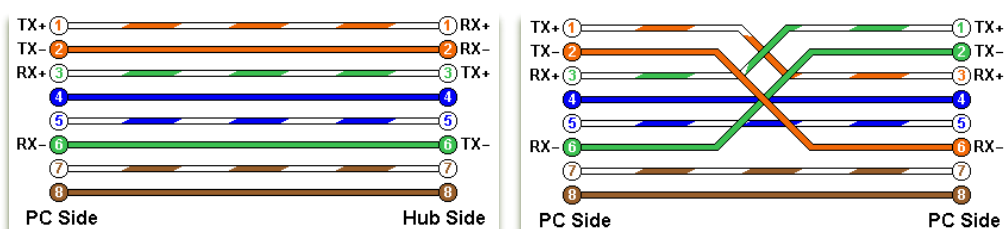


Fig. 23: Kabllot standarde (majtas) dhe kabllot e kryqëzuar (djathtas)

2. Linjat e drejtuara dhe të shpërndara shtypen me dy gishta në mënyrë që të shkurtohen me darë, që të gjitha linjat të jenë në të njëjtën gjatësi – shkurtohen të gjitha përnjëherë, me thikën e veçantë të darëve. Pastaj me shtytje të lehtë vendosen në konektor.
3. Renditja e linjave bëhet nga ana që do të futet në konektor. Linjat janë të renditura sipas ngjyrës nga e majta në të djathtë (fig. 23). Rregulli

është që gjithmonë në mënyrë alternative të ndërrohen linjat laramane dhe linjat me një ngjyrë. Në rastin e një kablloje krossover (të kryqëzuar), telat me ngjyrë e gjelbër-bardhë dhe e gjelbër-portokalli, si dhe telat e gjelbër dhe portokalli, i ndryshojnë vendet.

4. Në konektor ka udhëzues kështu që çdo linjë do të vendoset në kushinetën e saj. Kablloja shtyhet derisa të gjitha telat të futen në fund të konektorit. Më pas tërhiqet izolimi sa më shumë të jetë e mundur që të futet në konektor, në mënyrë që dhëmbi i tij plastik të mund ta kapë kur shtypet me darë. Pasi të montohet kablloja në konektor, kablloja me konektorin vendoset në darë dhe shtypet. Darët do të shtypin kontaktet e konektorit kështu që ato do të bien në konektor, do të thyejnë izolimin e kabllove dhe do të vendosin kontakt të mirë me to. Në të njëjtën kohë, dhëmbëza plastike thyhet nën presion dhe do të mbulojë të gjithë kabllon bashkë me izolimin në konektor.
5. Procedura nga pikat 1-4 përsëritet edhe në skajin tjetër të kabllot.

Vërejtje: Gabimi më i shpështë është se izolimi është shumë i shkurtër dhe dhëmbi nuk e mbulon atë, por drejtpërdrejt shtyn telat e zhveshur. Rezultati është se, ose kabllot nuk janë mjaftueshëm të shtypur, kështu që ato janë të lirshëm dhe bien nga konektori me kalimin e kohës, ose nëse janë të shtrënguar fort, dhëmbi i pret kabllot.

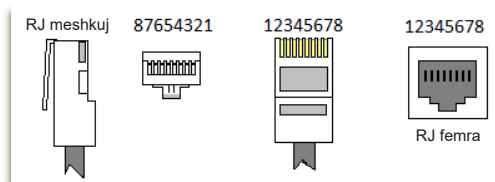


Fig. 24 Konektori RJ45



Fig. 25

6. Kablloja e krijuar lidhet me testues kabllor për të kontrolluar korrektësinë e tij (fig. 25). Nëse drita për vazhdimësi ndriçon, domethënë është vendosur lidhje në të 8 linjat e kabllot dhe të dy konektorët. Testuesi ka gjithashtu mundësinë për të sinjalizuar vazhdimësinë për secilën linjë individualisht (në indikatorët në pjesën e poshtme të testuesit).

Lista e shkurtesave

SI (Le Système International d'Unités) – Sistemi ndërkombëtar i njësive

BIMP (Bureau International des Poids et Measures) – Byroja ndërkombëtare për peshat dhe masat

CIMP (Comité International des Poids et Measures) – Komiteti ndërkombëtar për peshat dhe masat

CGPM (Conference Generale des Poids et Mesures) – Konferenca e përgjithshme për peshat dhe masat

OIMË (International Organization of Legal Meteorology) – Organizata ndërkombëtare për Meteorologjinë ligjore

IEC (International Electrotechnical Commission) – Komisioni ndërkombëtar për elektroteknikë

LDR (Light Dependent Resistor) – fotorezistor

MAF (Mass Air Flow) – senzor i rrjedhës së ajrit me fletë

RTD (Resistance Temperature Detector) – termistor

NTC (Negative Temperature Coefficient) – termistor me koeficient temperature negativ

PTC (Positive Temperature Coefficient) – termistor me koeficient temperature pozitiv

CPU (Central Processing Unit) – njësia qendrore e procesorit

RAM (Random Access Memory) – memorie me akses të rastësishëm

ROM (Read-Only Memory) – memorie nga e cila mund vetëm të lexohet

EPROM (Erasable Programmable Read-Only Memory) – ROM memorie e cila mund të riprogramohet

VDE (Verband Deutscher Elektrotechniker) – Shoqata e elektro inxhinierëve gjermanë

LCD (Liquid-Crystal Display) – ekran me kristale të lëngëshme

LED (Light-Emitting Diode) diodë drite

AC (Alternating Current) – rrymë alternative

DC (Direct Current) – rrymë njëkahëshe

MKS – Shenja për standardet në Republikën e Maqedonisë së Veriut

MFT (Multi-function Tester) – testues multifunksional

RCD (Residual Current Device) – pajisje mbrojtëse me rrymë diferenciale

bps (bit per second) – bita për sekonda

STP (shielded twisted pair) – çift i përdredhur i mbrojtur

UTP (unshielded twisted pair) – çift i përdredhur i pambrojtur

FTP (foil twisted pair) – çift i përdredhura me letër alumini

LAN (Local Area Network) – rrjet lokal

TDR (Time Domain Reflectometër) – reflektometër

OTDR (Optic Time Domain Reflectometër) – reflektometër optik

Përmbajtja

1 Nocionet e përgjithshme për matjet elektrike	1
1.1 Nocionet e përgjithshme për matjen	3
1.1.1 Matjet dhe procedurat bazë të matjes.....	4
1.2 Njësitë matëse të sasive elektrike	5
1.3 Etalonet e sasive elektrike.....	9
1.3.1 Etalonet e tensionit.....	9
1.3.2 Etalonet e rezistencës elektrike.....	11
1.3.3 Etalonet e rrymës elektrike	12
1.3.4 Etalonet e kapacitetit.....	12
1.3.5 Etalonet e induktivitetit.....	13
1.3.6 Etalonet për instrumentet e kontrollit	13
1.4 Pajisjet matëse.....	14
Pyetje për verifikimin e njohurive nga Njësia modulare 1	18
Verifikimi tematik	19

2 Konstruksioni dhe karakteristikat teknike të instrumenteve matëse

elektrike	21
2.1 Pjesët përbërëse të instrumenteve matëse elektrike	23
2.1.1 Shkalla e instrumentit matës	24
2.1.2 Shigjetat e instrumenteve matëse elektrike.....	26
2.2 Parimi i funksionimit të instrumenteve matëse.....	29
2.3 Llojet e instrumenteve matëse elektrike	30
2.4 Tensioni i testimit i instrumentit matës	31
2.5 Shenjat në instrumentet matëse.....	32
2.5.1 Shenjat në instrumentet analoge	32
2.6 Ndjeshmëria e instrumentit matës.....	34
2.7 Konstanta e instrumentit matës	36
2.8 Stabilizimi i instrumentit matës	37

2.9 Pasiguria e matjes	39
2.9.1 Gabimet dhe saktësia e instrumenteve matëse.....	40
2.10 Pasiguria e matjes	43
Pyetje për verifikimin e njohurive nga Njësia modulare 2	45
Verifikimi tematik	46

3 Instrumentet matëse elektronike	49
3.1 Hyrje	51
3.1.1 Ndarja e instrumenteve matëse elektronike	52
3.1.2 Amplifikatorët matës	55
3.1.3 Shndërrimi i madhësive analoge në digjitale	57
3.2 Instrument matës me bobinë rrotulluese	61
3.2.1 Pjesët përbërëse.....	62
3.2.2 Parimi i punës	62
3.2.3 Kompensimi i temperaturës	65
3.2.4 Zgjerimi i zonës së matjes së rrymës	66
3.2.5 Zgjerimi i zonës së matjes së tensionit	70
3.2.6 Matja e sasive të alternuara.....	72
3.3 Voltmetër elektronik.....	76
3.4 Ampermetri elektronik	81
3.4.1 Matja e rrymës	83
3.5 Ommetër elektronik	84
3.6 Ommetri elektronik.....	87
3.7 Instrumentet matëse digjitale	89
3.7.1 Voltmetër digjital.....	90
3.7.2 Ampermetri digjital.....	92
3.7.3 Ommetri digjital.....	93
3.7.4 Multimetri digjital.....	94
3.7.5 Matja me multimetër digjital	98
3.7.6 Vatmetri digjital.....	100

3.7.7 Matësi digjital i energjisë elektrike.....	102
3.8 Osciloskopi	106
3.8.1 Parimi i funksionimit të osciloskopit me tub katodik	107
3.8.1.1 Sistemi i devijimit.....	109
3.8.1.2 Seksioni i startimit	110
3.8.2 Osciloskopi digjital	111
3.8.3 Matja me osciloskop	113
3.8.3.1 Matja e tensionit me osciloskop.....	114
3.8.3.2 Matja e ndryshimit në fazë me osciloskop.....	116
3.8.3.3 Matja e rrymës me osciloskop	114
Pyetje për verifikimin e njohurive nga Njësia modulare 3	119
Verifikimi tematik	121

4 Transformatorët matës	127
4 Transformatorët matës	129
4.1 Transformatorët matës të tensionit.....	130
4.1.1 Lidhja e transformatorëve matës të tensionit.....	130
4.1.2 Shënimi i transformatorëve matës të tensionit.....	133
4.1.3 Karakteristikat teknike të transformatorëve matës të tensionit.....	134
4.2 Transformatorët matës të rrymës	137
4.2.1 Lidhja e transformatorëve matës të rrymës.....	137
4.2.2 Përcaktimi i transformatorëve matës të rrymës	139
4.2.3 Karakteristikat teknike të transformatorëve matës të rrymës	141
4.3 Kontrolli i shenjimit të skajeve lidhëse të transformatorëve matës	143
Pyetje për verifikimin e njohurive nga Njësia modulare 4	145
Verifikimi tematik	146

5 Metodat e matjes për matjen e sasive elektrike dhe jo elektrike.....	147
5 Metodat e matjeve.....	149
5.1 Matja e rezistencës me matje të tensionit dhe rrymës (metoda u-i).....	150

5.2 Matja e fuqisë me matjen e tensionit dhe rrymës (metoda U-I)	152
5.2.1 Matja e fuqisë elektrike në qarqet e rrymës njëkahëshe	153
5.3 Matja e urave dhe kompensatorëve.....	155
5.3.1 Urat për rryma njëkahëshe	156
5.3.2 Urat për rryma alternative	159
5.3.3 Zbatimi i urave për rrymë alternative	160
5.3.4 Kompensatorët për rrymë njëkahëshe.....	162
5.3.5 Kompensatorët për rrymë alternative.....	164
5.4 Konvertuesit matës për madhësitë joelektrike	167
5.4.1 Transduktorët matës potenciometrik.....	170
5.4.2 Transduktorët matës tenzometrik.....	173
5.4.3 Transduktorët matës induktiv.....	175
5.4.4 Konvertuesit matës kapacitiv	178
5.4.5 Konvertuesit matës piezoelektrik.....	180
5.4.6 Konvertuesit matës termoelektrik	182
5.4.7 Konvertuesit matës termorezistiv	184
5.4.8 Termistorët	186
5.4.9 Konvertuesit matës digjital	187
Pyetje për verifikimin e njohurive nga Njësia modulare 5	191
Verifikimi tematik	192

6 Pajisjet matëse për kontrollin e instalimeve elektrike dhe

të komunikimit	195
6.1 Instalimet elektrike.....	197
6.1.1 Standardet dhe rregulloret për instalimet elektrike.....	199
6.1.2 Pajisjet matëse për kontrollin e instalimeve elektrike.....	200
6.1.2.1 Testuesit shumëfunksionalë (shumëfunksionalë).....	201
6.1.2.2 Testuesi për kontinuitet	202
6.1.2.3 Testuesit për tokëzim dhe rezistencën e tokëzimit.....	202
6.1.2.4 Testuesit e impedancës së qarkut të mbyllur dhe pajisjes mbrojtëse ...	203
6.1.2.5 Testuesi i tensionit.....	204

6.1.2.6 Testuesit e izolimit dhe kontinuitetit.....	204
6.1.3 Testimi i rregullsisë së instalimit elektrik	205
6.1.3.1 Inspektimi i instalimit gjatë realizimit të punimeve	206
6.1.3.2 Testimi i ndriçimit.....	206
6.1.3.3 Testimi i konektorëve.....	206
6.1.3.4 Testimi i tabelës së shpërndarjes	207
6.1.3.5 Testimi i mbrojtjes me shkyçje automatike të furnizimit me matje të rezistencës së qarkut të mbyllur	207
6.1.3.6 Testimi i tensionit me prekje në rrymën potenciale të qarkut të shkurtër.....	208
6.1.3.7 Testimi i pajisjes mbrojtëse me rrymë diferenciale (RCD).....	209
6.1.3.8 Testimi i instalimit të rrufepritësve	210
6.1.4 Matja e karakteristikave të instalimit elektrik rike	211
6.1.4.1 Matja e rezistencës së tokëzimit	211
6.1.4.2 Matja e vazhdimësisë së një përçuesi mbrojtës	215
6.1.4.3 Matja e izolimit	217
6.2 Instalimet e komunikimit	222
6.2.1 Pajisjet matëse për testimin e instalimeve të komunikimit.....	225
6.2.1.1 Instrumentet për përcaktimin e gjendjes së instalimit.....	226
6.2.1.2 Instrumentet për lokalizimin e pengesave.....	228
6.2.1.3 Lokatorët e linjave	230
6.2.1.4 Pajisjet matëse për shumë qëllime (multifunksionale)	230
6.2.2 Matja dhe testimi i karakteristikave të instalimeve të komunikimit	232
6.2.2.1 Testimi i vazhdimësisë së linjës	233
6.2.2.2 Testimi i lidhjes së shkurtër në linjë me çifte të përdredhura	233
6.2.2.3 Skicimi i linjave	235
6.2.2.4 Matja e dobësisimit.....	236
6.2.2.5 Matja e interferencës.....	237
6.2.2.6 Koha e përhapjes së sinjalit.....	240
6.2.2.7 Matja e gjatësisë së linjës.....	241
6.2.2.8 Matja e impedancës së linjës.....	242

6.2.2.9 Lokalizimi e linjave	243
Pyetje për verifikimin e njohurive nga Njësia modulare 6	245
Verifikimi tematik	248

Ushtrime	251
Zbatimi i MKS standardeve dhe mbrojtja në punë	253
Ushtrimi 1: Matja e tensionit të drejtpërdrejtë dhe të alternuar me unimetër analog.....	255
Ushtrimi 2: Matja e tensionit me multimetër digjital.....	258
Ushtrimi 3: Matja e tensioneve njëkahëshe në lidhje seri dhe paralele	261
Ushtrimi 4: Ndikimi i voltmetrit në vlerat e matura	263
Ushtrimi 5: Kontrollimi i Ligjit të Parë të Kirhofit.....	265
Ushtrimi 6: Matja e rrymës në qark me rezistencë të ndryshueshme	267
Ushtrimi 7: Matja e tensionit dhe rrymës së lidhjes së kombinuar të rezistencës	268
Ushtrimi 8: Kontrollimi i ligjit të dytë të Kirhofit	270
Ushtrimi 9: Matja e rezistencës omike duke matur tensionin dhe rrymën (U-I metoda).....	272
Ushtrimi 10: Matja e fuqisë së lidhjes paralele RLC	274
Ushtrimi 11: Matja e parametrave të sinjalit sinus me osciloskop	276
Ushtrimi 12: Matja e rezistencës omike me urë Vitstonit.....	279
Ushtrimi 13: Përpunimi i kabllor rrjetore dhe testimi	281

LITERATURA E PËRDORUR

- [1] Цветан Гавровски „Основи на мерната техника“, Факултет за електротехника и информациски технологии - Скопје, (2007)
- [2] Цветан Гавровски, Ефтим Пејовски „Електрични мерења“ за III година електротехничка струка, Просветно дело, (1999)
- [3] Јани Сервини, Тони Панов „Основи на мерења и логички кола“ Министерство за образование и наука за Република Македонија, (2013)
- [4] Ефтим Пејовски, Кирил Ристески, Прван Давитков „Електрични мерења“, за II и III година електротехничка струка, Просветно дело, (2001)
- [5] Тони Велков, Игор Митев, „Осветлување и инсталации“, Министерство за образование и наука за Република Македонија, (2013)
- [6] Ефтим Пејовски, Кирил Ристески „Лабораториски вежби по електрични мерења“ за електротехничка струка, Просветно дело, (2007)
- [7] Василија Шарац „Електрични инсталации“, Универзитет „Гоце Делчев“ - Електротехнички факултет, Штип, (2018)
- [8] R. Khurana „Electronic instrumentation and measurement“ New Delhi: VIKAS® PUBLISHING HOUSE PVT LTD
- [9] P. Purkait, B. Biswas, S. Das & Chiranjib Koley „Electrical and Electronics Measurements and Instruments“, New Delhi: McGraw Hill Education (India), (2013)
- [10] Sedha, R. S. „Electronic measurements and instrumentation“ Singapore: S. Chand & Company Pvt. Ltd., (2013)
- [11] Mr Tatijana Dlabac „LABORATORIJSKE VJEŽBE“ iz Osnova elektrotehnike i elektronike I, (studijski priručnik), Univerzitet Crne Gore, Podgorica, (2010)
- [12] Mr. Zoran Veličković „Merenja u elektronici“ 1, 6, 7, Visoka tehnička škola, strukovnih studija, Niš

- [13] EE 442 „*Laboratory Experiment 2*“, Introduction to the Measurement of Voltage, Current, Resistance; and Voltmeter Loading, (2007)
- [14] Mladen Popovik „*Senzori i merenja*“, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, (2004)
- [15] Predrag Pejovic „*PRINCIP RADA I PRIMENA OSCILOSKOPA — priručnik za rad u laboratoriji*“, Elektrotehnicki fakultet Univerziteta u Beogradu, (2016)
- [16] „*LABORATORIJSKA VEŽBA BROJ 1*“ Računarske mreže, Visoka tehnička škola, Niš
- [17] Fluke, Metrel, Greenlee, Gossen Metrawatt datasheet
- [18] <https://prakticanastavakta.files.wordpress.com/2015/05/praktikum-cta-2.pdf>
- [19] <http://tempus-19010.feit.ukim.edu.mk/>
- [20] <https://www.scribd.com/document/432993695/Elektronski-merni-instrumenti#>
- [21] <https://studylib.net/doc/8728109/ee-442-lab-experiment-no.-2-introduction-to-the-measureme...>
- [22] https://racunarstvoinformatikasd.files.wordpress.com/2015/09/laboratorijske_vezbe_rmv1.pdf
- [23] <https://dokumen.tips/documents/hobi-elektronika-unimer-5681d05116460.html>
- [24] <https://www.yourelectricalguide.com/>
- [25] <https://dokumen.tips/download/link/vezba-2-utp-kablovi>
- [26] <https://dokumen.tips/documents/aktivni-filtri.html?page=1>
- [27] https://racunarstvoinformatikasd.files.wordpress.com/2015/09/laboratorijske_vezbe_rmv1-1.pdf

MATJET ELEKTRIKE

