Agjencia Kombëtare e Arsimit, Formimit Profesional dhe Kualifikimeve

MATERIAL MËSIMOR

Në mbështetje të mësuesve të drejtimit mësimor

ELEKTROTEKNIK

Niveli I

NR. 4

Ky material mësimor i referohet:

- **Lëndës profesionale: "Elektroteknikë dhe matje", kl.11 (L-11-26-08).**
- **Temave mësimore:**
  - **Qarqet trefazore. Njohuri të përgjithëshme**
  - **Lidhja e mbështjellave të gjeneratorit në yll dhe në trekëndësh**
  - **Lidhja e marrësve me gjeneratorin.**
  - **Aparatet matëse. Metodat e matjes. Gabimet**
  - **Matja e rrymës, tensionit dhe frekuencës**
  - **Matja e fuqisë, energjisë dhe e koeficientit të fuqisë**
  - **Matja e rezistencave**

Përgatiti:

Ing. Alma Zoto

Tiranë, 2014

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

Tema mësimore nr.1: Qarqet trefazore. Njohuri të përgjithëshme

1.1. Njohuri mbi sistemin tre fazor të forcave elektromotore.

Prodhimi,transmetimi dhe shpërndarja e energjisë elekrtike bëhet nëpërmjet sistemit tre fazor. Në këtë sistem bëjnë pjesë gjeneratorët trefazorë, transformatorët, linjat e transmetimit dhe rrjeti i shpërndarjes. Marrësit trefazorë janë kryesisht motorë asinkronë.
Sistem trefazor i forcave elektromotore quhet sistemi i përbërë nga tre forca elektromotore alternative me frekuenca të njëjta , të zhvendosura në fazë kundrejt njëra tjetrës dhe me shumën e tre këndeve të barabartë me 2π. Nëqoftëse amplitudat e f.e.m.janë të njëjta dhe të zhvendosura në fazë kundrejt njëra tjetrës me $120^{0,}$ atëherë sistemi quhet *simetrik.*

1.2. Prodhimi i sistemit trefazor simetrik të forcave elektromotore.

Sistemi trefazor simetrik i forcave elektromotore prodhohet nëpërmjet gjeneratorëve trefazorë të cilët kanë në induktin e tyre tre mbështjella të zhvendosura ndërmjet tyre në hapësirë me kënd $120^{0.}$ Në fig.1.1 më poshtë paraqitet ndërtimi skematik i gjeneratorit me mbështjella në rotor. Me A,B,C,shënohen fillimet e mbështjellave dhe me X,Y,Z,mbarimet përkatëse.
Në gjeneratorët realë, mbështjellat janë të palëvizëshme (vendosen në stator), kurse polet magnetike rrotullohen (vendosen në rotor).

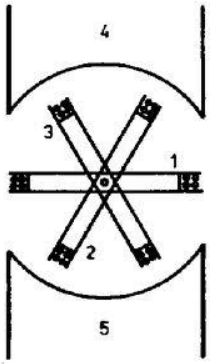


Fig.1.1. Paraqitja skematike e gjeneratorit me mbështjella në rotor

Në fig.1.2. më poshtë paraqitet skema e gjeneratorit me mbështjella në stator.

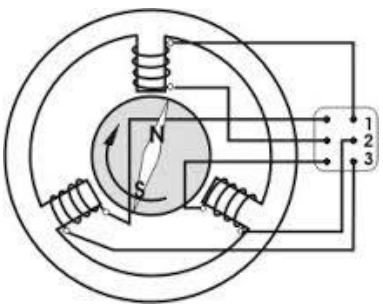
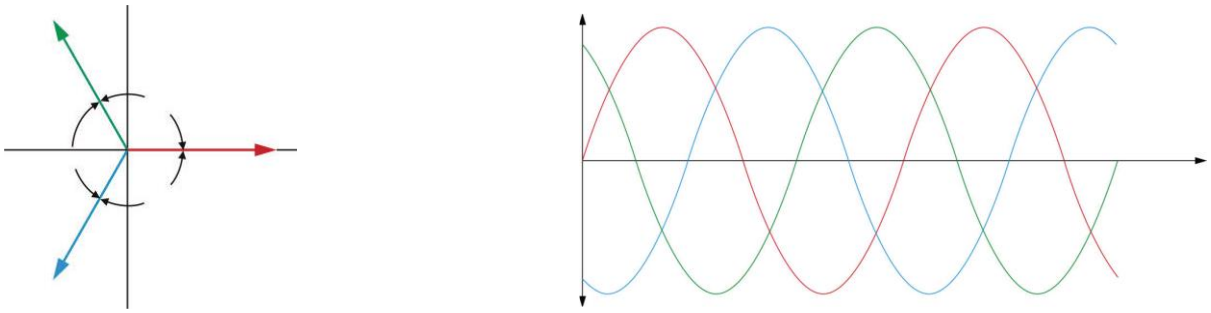


Fig.1.2 Paraqitja skematike e gjeneratorit me mbështjella në stator

Parimi i punës në të dyja rastet është i njëjtë.
Gjatë rrotullimit të mbështjellave më shpejtësi konstante, në mbështjella do të induktohen f.e.m. me madhësi të njëjta por të zhvendosura ndërmjet tyre me120^0. Duke marrë pozicionin fillestar (t=0) të mbështjellave, si në fig.1 dhe rrotullimin e rotorit në kah të kundërt të akrepave të orës, atëherë ekuacionet e f.e.m. mund të shkruhen në këtë formë:

$$e_A=E_m\sin \omega t \qquad e_B=E_m\sin(\omega t-120^0) \qquad e_C=E_m\sin(\omega t-120^0)$$

Këtyre ekuacioneve u përgjigjet grafiku i f.e.m.dhe diagrami vektorial në fig.1.3. më poshtë.



a) **b)**

Fig 1.3. Grafikët e tri f.e.m: a) me vektorë dhe b) me kurba

N.q.s.si vektor fillestar merret vektori i f.e.m. E_A, atëherë themi që f.e.m. E_B mbetet në vonesë faze nga E_A me 120^0dhe f.e.m. E_C mbetet në vonesë faze nga E_B me 120^0. Vlerat maksimale të fazës arrihen në këtë renditje:në fillim faza A,pastaj faza B dhe në fund faza C. Kur vektorët rrotullohen në kahun e kundërt të akrepave të orës dhe kundrejt boshtit të palëvizshëm të ordinatave, atëherë ata do të kalojnë në renditjen E_A-E_B-E_C. Në këtë rast themi që kemi renditje të drejtë të fazave, siç paraqitet në mënyrë skematike në fig.1.4 më poshtë.
Gjatë rrotullimit të gjeneratorit në kah të kundërt kemi renditje të kundërt të fazave.

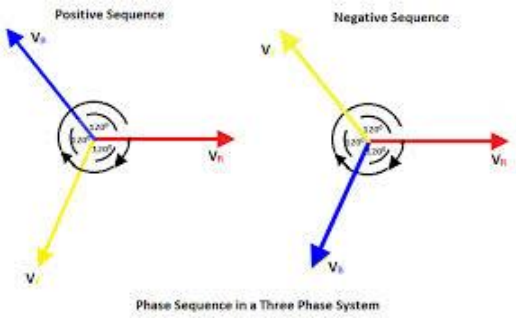


Fig.1.4. Paraqitja skematike e renditjes së fazave

Në skemën e zëvëndësimit të gjeneratorit (fig.1.4), si kah pozitiv i f.e.m.pranohet kahu nga fundi në fillim të mbështjellës.

Gjeneratorët mund të lidhen me marrësit e tyre në tre mënyra:

1. Në sistemin trefazor të palidhur ku çdo fazë e gjeneratorit lidhet me marrësin e vet,duke formuar tre qarqe të pavarura. Ky sistem nuk përdoret për shkak të numrit të madh të përcjellësve.
2. Në formë ylli (fig.1.5 më poshtë).
3. Në formë trekëndëshi (shprehet thjesht në yll, në trekëndësh).

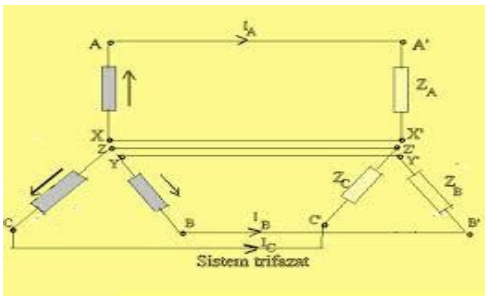


Fig.1.5. Marrës të lidhur në formë ylli në sistemin trefazor me katër përcjellësa

Shënim*.Meqënëse konsumatorët nuk lidhen drejtpërdrejt me gjeneratorët, por nëpërmjet transformatorëve, këta të fundit mund të merren si burime energjie për konsumatorët.*

Tema mësimore 2. Lidhja e mbështjellave të gjeneratorit në yll dhe në trekëndësh

2.1. Lidhja e mbështjellave të gjeneratorit në yll

Në lidhjen yll të mbështjellave të gjeneratorit/transformatorit trefazor, fundet e mbështjellave X,Y,Z lidhen në një pike, e cila quhet pika e zeros ose *neutral*.Gjeneratori lidhet me marrësin e energjisë me tre ose katër përcjellës.Përcjellësit L_1;L_2;L_3; quhen përcjellës të linjës, kurse përcjellësi N që del nga nga pika e mesit, quhet përcjellës neutral.
Tensionet ndërmjet përcjellësve të linjës dhe përcjellësit të neutrit quhen tensione faze (U_A,U_B,U_C).
Tensionet ndërmjet përcjellsave të linjës (U_{AB},U_{BC},U_{AC}) quhen tension linje.

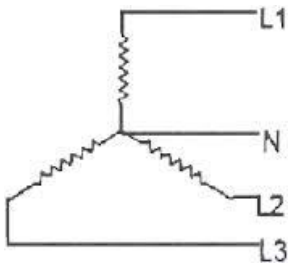


Fig.2.1. Lidhja yll e mbështjellave të gjeneratorit/transformatorit trefazor

Tensioni i gjeneratorit ndryshon nga f.e.m.e fazes, me vlerë të njëjtë vlera e rënies së tensionit brenda mbështjellës së gjeneratorit. Për regjimin e punimit pa ngarkesë, kemi $U_A=E_A;U_B=E_B;U_C=EC$.

Në lidhjen yll të gjeneratorit, marrëdhënia midis tensionit të linjës U dhe tensionit të fazës U_f, jepet nga barazimi $U = \sqrt{U_f}$.

Në fig 2.2 më poshtë, paraqitet diagrami vektorial ndërmjet tensioneve të linjës dhe tensioneve të fazes në lidhjen yll të gjeneratorit.

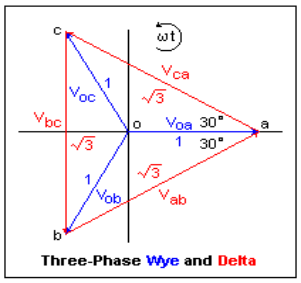


Fig. 2.2. Diagrami vektorial ndërmjet tensioneve të linjës dhe tensioneve të fazës në lidhjen yll të gjeneratorit

2.1.Gjendja e pikës neutrale të mbështjellave të gjeneratorit

Në lidhjen e mbështjellave të gjeneratorëve dhe transformatorëve në yll pika neutrale mund të jetë e izoluar nga toka ose e tokëzuar. Në rastin e parë, pika e neutrit nuk ka asnjë lidhje elektrike me tokën. Në rastin e dytë, pika neutrale lidhet me tokën nëpërmjet përcjellësit me disa elektroda të futura në tokë që formojnë tokëzimin elektrik.Gjendja e neutrit në regjimin normal të punës nuk ka ndonjë rëndësi, por kur sistemi kalon në gjëndje avarie ku një ose më shumë përcjellës bien me tokën , atëherë gjendja e neutrit merr një rëndësi të veçantë për të gjykuar mbi dëmet që shkaktohen dhe mënyrat e mbrojtjes prej tyre.Në vendin tonë rrjetat e tensionit të ulët 380/220v përdoren me pikë neutrali të tokëzuar.

Në **fig.** 2.3 dhe **fig** 2.4 paraqiten gjeneratorët më neutër të tokëzuar dhe të izoluar.

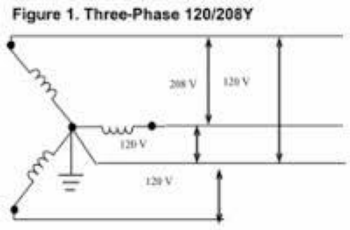


Fig.2.3. Skema e gjeneratorit më neutër të tokëzuar

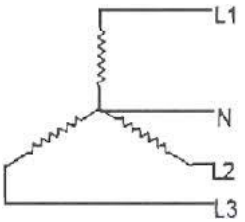


Fig.2.4. Skema e gjeneratorit më neutër të izoluar

2. 3. Lidhja e mbështjellave të gjeneratorit në trekëndësh

Në lidhjen e mbështjellave të gjeneratorit / transformatorit në trekendësh, fundi i mbështjellës së parë lidhet me fillimin e mbështjellës së dytë , fundi i të dytës me fillimin e të tretës dhe fundi i të tretës me fillimin e të parës duke krijuar një qark të mbyllur siç paraqitet në fig.2.5 më poshtë.

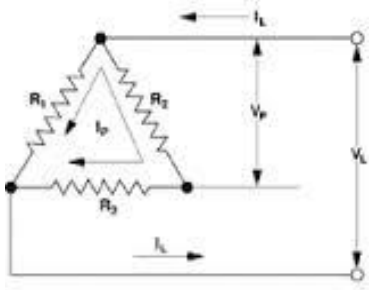


Fig.2.5. Skema e lidhjes së mbështjellave të gjeneratorit në trekëndësh

Nga skema e lidhjes në trekendësh shihet se tensionet e fazës dhe të linjës janë të njëjta, pra kemi $\mathbf{U = U_f}$.
Në sistemin simetrik shuma e f.e.m. që veprojnë në konturin e mbyllur të mbështjellave është zero dhe kemi $\vec{\mathbf{E}}_a + \vec{\mathbf{E}}_B + \vec{\mathbf{E}}_C = \mathbf{0}$. Në këtë rast, gjatë punimit pa ngarkesë të gjeneratorit në mbeshtjellat e tij nuk ka rrymë.
Në sistemin josimetrik të f.e.m.shuma e tyre nuk është zero,prandaj dhe gjate punimit pa ngarkesë në mbështjellat e gjeneratorit krijohet rryme,e cila mund të ketë vlerë të madhe edhe për asimetri të vogël, pasi rezistenca e mbështjellave është shumë e vogël.
Për lidhje të gabuar të mbështjellave kur dy fazat vijuese lidhen me fillimet e tyre,shuma e f.e.m në kontur do të jenë sa dyfishi i vlerës të tensionit të fazes.

Në fig 2.6 tregohet një formë tjetër e lidhjes së mbështjellave të gjeneratorit në trekëndësh dhe në yll si dhe diagramat vektoriale të f.e.m. për lidhjet përkatëse.

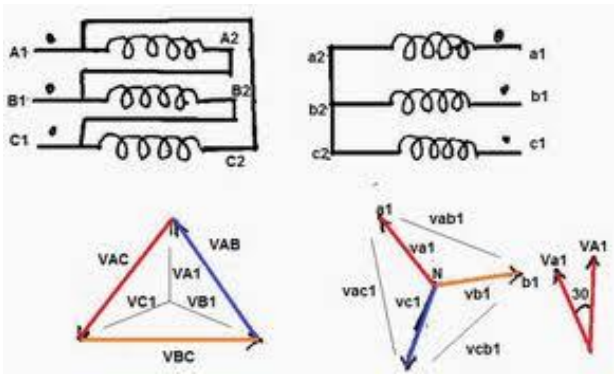


Fig.2.6. Formë tjetër e lidhjes së mbështjellave të gjeneratorit në trekëndësh dhe në yll si dhe diagramat vektoriale të f.e.m. për lidhjet përkatëse

Tema mësimore nr. 3. Lidhja e marrësve me gjeneratorin.

3.1. Lidhja në yll e marrësave me ngarkesë jo të njëtrajtëshme

Marrësit tre fazorë, sipas ngarkesës së fazave, mund të jenë ***të njëtrajtshëm*** ose ***jo të njëtrajtshëm***.
Ngarkesa është jo e njërtajtshme kur rezistencat e fazave të marrësit janë të ndryshme ($R_A \neq R_B \neq R_C; X_A \neq X_B \neq X_C$). Në këtë rast lidhja e marrësve në yll me rrjetin bëhet me katër përcjellës, ku çdo fazë e marrësit lidhet nëpërmjet përcjellësit të linjës dhe përcjellësit të neutrit, siç paraqitet në fig. 3.1 më poshtë.

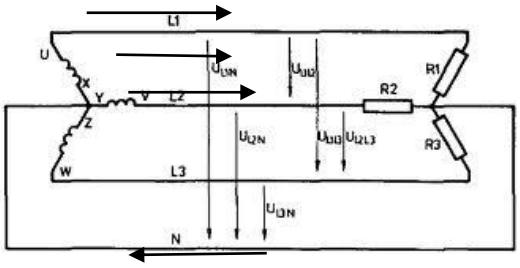


Fig.3.1. Lidhja e marrësve në yll me rrjetin me katër përcjellës

Në këtë rast në cdo fazë zbatohet tensioni i fazës së rrjetit.Kështu cdo fazë e marrësit mund të merret si qark njëfazor dhe llogaritjet bëhën për cdo fazë njëlloj si në sistemin një fazor.
Për kah pozitiv të f.e.m., rrymat drejtohen nga gjeneratori në marrës në përcjellësit e linjave dhe nga marrësi në gjenerator në përcjellësin e neutrit.
Në qarqet trefazore dallojmë rrymat e fazës(I_f) dhe rrymat e linjës(I).Duke shënuar U_A, U_B, U_C tensionet e fazave të marrësit të energjisë, dhe Z_A, Z_B, Z_C, rezistencat e plota të fazave të marrësit rrymat në çdo fazë të marrësit do të jenë : $\mathbf{I_A = U_A/Z_A;}$ $\mathbf{I_B = U_B/Z_B;}$ $\mathbf{I_C = U_C/Z_C}$; ku
$\mathbf{Z_A = \sqrt{R_A^2 + X_A^2}}$, $\mathbf{Z_B = \sqrt{R_B^2 + X_B^2}}$, $\mathbf{Z_C = \sqrt{R_C^2 + X_C^2}}$.
Këndet e zhvendosjes së rrymave të fazës kundrejt tensioneve tëe fazës përcaktohen nga barazimet : $\mathbf{tg\ \varphi_A = X_A/R_A;}$ $\mathbf{tg\ \varphi_B = X_B/R_B;}$ $\mathbf{tg\ \varphi_C = X_C/R_C}$

Në fig. 3.2 paraqitet diagrami vektorial i tensioneve dhe rrymave për lidhjen e marrësve me ngarkesë jo të njëtrajtëshme ,në yll.

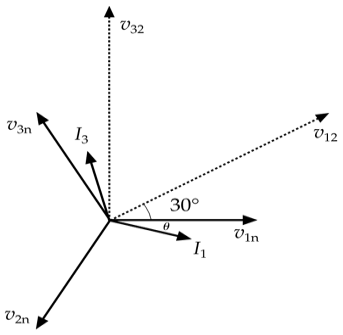


Fig.3.2. Diagrami vektorial i lidhjes në yll të tensioneve dhe rrymave të marrësve me ngarkesë jo të njëtrajtëshme

Në qarqet trefazore tensioni në fazat e marrësit është më i vogël se tensioni në fazat e gjeneratorit. Në llogaritjet praktike rezistencat e përcjellsave nuk merren parasysh,prandaj tensionet e gjeneratorit dhe të marrësit pranohen të njëjta.Në këtë lidhje rrymat në përcjellësit e linjës janë të njëjta me rrymat në fazat e marrësit prandaj mund te shkuajmë $\mathbf{I=I_f}$.
Sipas ligjit të parë te Kirkofit, mund të njehsojmë vlerën e rrymës në përcjellësin e neutrit.

Vlera e rrymave të çastit është $\vec{i_0} = \vec{i_A} + \vec{i_B} + \vec{i_C}$ dhe vlera efektive do të jetë $\mathbf{I_0=I_A+I_B+I_C}$.

Shënim:M.q.s.rryma në percjellësin neutral është më e vogël se rryma në përcjellësit e linjës, ai merret me seksion më të vogël.

Fuqitë në çdo fazë të qarkut trefazor përcaktohen si në qarkun një fazor, pra kemi:

$$\mathbf{P_A=U_AI_A\cos\varphi_A} \qquad \mathbf{Q_A=U_AI_A\sin\varphi_A} \qquad \mathbf{S_A=U_AI_A}$$

Kështu veprohet për çdo fazë. Për komplet qarkun do të kemi:

$$\mathbf{P= P_A+ P_B+ P_C;} \qquad \mathbf{Q= Q_A+Q_B+Q_C;} \qquad \mathbf{S= S_A+S_B+ S_C;ose\ S=\sqrt{P^2+Q^2}}$$

Rrjedhime praktrike

1. Në lidhjen në yll me katër përcjellës të marrësve, regjimi i punës së fazave të marrësve nuk ndikon praktikisht te njëra – tjetra.
2. Përcjellësit realisht kanë një rezistencë, prandaj për ngarkesa të ndryshme do të kemi rënie tensioni të ndryshme .Kjo është e dëmshme për motorët trefazorë , prandaj tentohet që fazat e marrësave të jenë me ngarkesë sa më të njëtrajtëshme.

3.2 Lidhja në yll e marrësve me ngarkesë të njëtrajtëshme

Për sistemin simetrik të tensioneve të fazave ($R_A=R_B=R_C=R_f;X_A=X_B=X_C=X_f$), rrymat e fazave do të jenë të barabarta pra $I_A=I_B=I_C=I_f$ dhe të zhvendosura ndërmjet tyre me 120^0, prandaj dhe sistemi i rrymave do të jetë simetrik.
Rryma në përcjellësin e neutrit do të jetë zero $\mathbf{I_0=I_A+I_B+I_C}$ =0, prandaj përcjellësi i neutrit është i panevojshëm. Ai mund të hiqet dhe në këtë rast marrim sistemin trefazor me tre percjelles**,** i cili paraqitet skematikisht në fig.3.3 më poshtë.

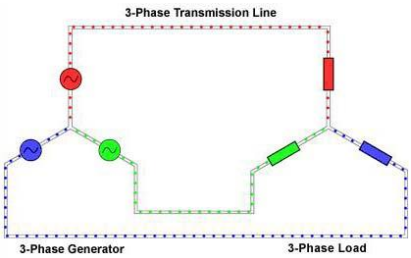


Fig.3.3. Sistemi trefazor me tre përcjellës

Llogaritjet e qarkut trefazor bëhen duke llogaritur vetëm njërën fazë. Rryma e fazës do të jetë $\mathbf{I_f=U_f/Z_f}$, ku : $\mathbf{U_f=U/\sqrt{3}}$ është tensioni i fazës në marrës; $\mathbf{Z_f=\sqrt{R_f^2+X_f^2}}$ është rezistenca e plotë e cdo faze të marrësit; dhe $\mathbf{\cos\varphi_f=R_f/Z_f}$; $\mathbf{\sin\varphi_f=X_f/Z_f}$.
Fuqitë aktive,reaktive dhe të plota të çdo faze gjenden nga formulat:

$\mathbf{P_A=U_AI_A\cos\varphi_A}$ $\mathbf{Q_A=U_AI_A\sin\varphi_A}$ $\mathbf{S_A=U_AI_A}$

Për të tre fazat kemi:

$\mathbf{P=3P_f=3U_fI_f\cos\varphi_f;}$ $\mathbf{Q_f=3Q_f=3U_fI_f\sin\varphi_f;}$ $\mathbf{S=3U_fI_f}$

M.q.s. $U_f=U/\sqrt{3}$ dhe $I=I_f$ mund të përcaktojmë fuqitë në varësi të madhësive të linjës, atëherë
$\mathbf{P = 3U_fI_f\cos\varphi_f = 3UI\cos\varphi/\sqrt{3}}$ pra $\mathbf{P = \sqrt{3}UI\cos\varphi Q = UI\sin\varphi S = UI}$

Rrjedhime praktike

1. Në sistemin trefazor me tre përcjellës , rrymat e mbyllin qarkun nga gjeneratori te marrësi nëpërmjet përcjellsave lidhës; d.m th.rryma në tre përcjellësit nuk mund të ketë njëkohësisht të njëjtin kah.
2. Gjatë kolauimit të motorëve tre fazorë njëtrajtshmëria e rezistencës së fazave mund të kontrollohet nëpërmjet matjes së rrymave të fazave.

3.3. Raste të veçanta të lidhjes së marrësve në yll me tre përcjellës

Në figurën 3.4 më poshtë paraqitet skema e lidhjes yll – yll me tre përcjellës.

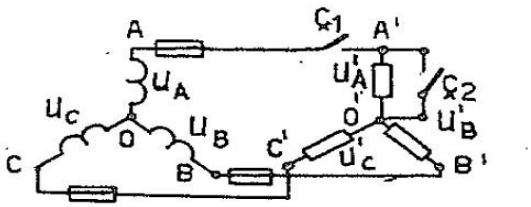


Fig. 3.4. Skema e lidhjes yll – yll me tre përcjellës

Dallojmë tri raste për këtë lloj lidhjeje:

Rasti I. Çelësi C_1 është i mbyllur dhe çelësi C_2 është i hapur.
Rezistencat e fazave janë të njëjta, pra $\mathbf{Z_A=Z_B=Z_C=Z_f}$, dhe tensionet e fazave të marrësit janë të barabarta me tensionet e fazave të gjeneratorit($U/\sqrt{3}$) dhe të zhvendosura ndërmjet tyre me 120^0.Pra kemi**:** $\mathbf{U_A'=U_A;}$ $\mathbf{U_B'=U_B;}$ $\mathbf{U_C'=U_C;}$ ku U_A,'U_B,'U_C' janë tensionet e fazave të marrësit dhe U_A, U_B,U_C janë tensionet e fazave të gjeneratorit
Vektorët e këtyre tensioneve formojnë një yll simetrik, ku skajet e vektorëve puthiten me kulmet e trekendëshit të tensioneve të linjës dhe fillimet e vektoreve takohen në pikat OO',që janë pikat neutrale të gjeneratorit dhe marrësit. Tensioni ndërmjet dy pikave neutrale në këtë rast është zero $\mathbf{U_0=0.}$ Në **figurën 3.5** më poshtë paraqitet diagrami vektorial i tensioneve për këtë rast.

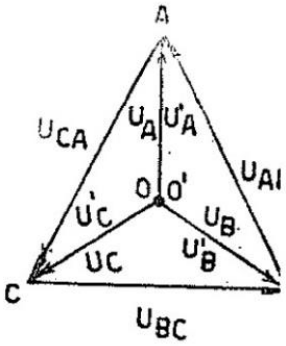


Fig.3.5. Diagrami vektorial i tensioneve për rastin I

Rasti II. Çelësat C_1 dhe C_2 janë të hapur

Rezistenca $\mathbf{Z_A}$ zmadhohet pambarimisht, $\mathbf{Z_A=\infty}$.Në këtë rast rezistencat e dy fazave të tjera ndodhen të lidhura në seri dhe në skajet e tyre zbatohet tensioni I linjës U_{AC}.Tensioni i fazës A do te rritet në $\mathbf{U'_A=1.5U_f}$. Tensioni në dy fazat e tjera do të zvoglohet me $\sqrt{3}/2$. Pra kemi: $\mathbf{U''_B=U'_C=\sqrt{3}/2U_f=0.865U_f}$. Ndërmjet dy pikave neutrale dotë shfaqet tensioni $\mathbf{U'_0=U_f/2=0.5U_f}$ **.** Në figurën 3.6 paraqitet diagrami vektorial i tensioneve për këtë rast.

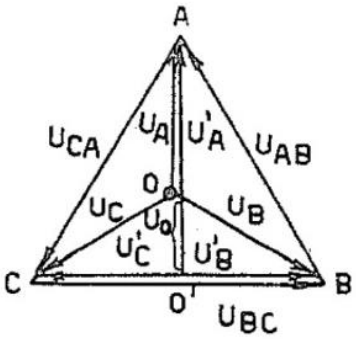


Fig.3.6. Diagrami vektorial i tensioneve për rastin II

Rasti III. Çelësat C_1 dhe C_2 janë të mbyllur.

Rezistenca e fazës A bëhet zero, $\mathbf{Z_A=0}$ (lidhje e shkurtër e fazës A_0). Në këtë rast parametrat ndryshojnë në këtë mënyrë: $\mathbf{U'_A=0}$ dhe pika neutrale **O'** do të zhvendoset në **A.**

Tensionet e dy fazave të tjera do të marrin vlerën e tensionit të linjës $\mathbf{U'_B=U'_C=U}$. Neutri do të marrë potencialin e fazës së dëmtuar $U'_0=U_f$. Në figurën 3.7 paraqitet diagrami vektorial për këtë rast.

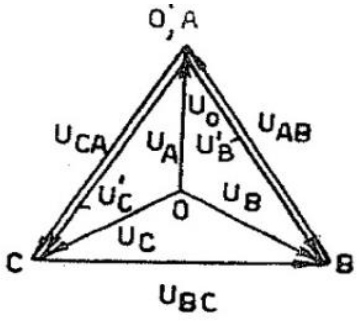


Fig.3.7. Diagrami vektorial i tensioneve për rastin III

Rrjedhime praktike

- ✓ Ngarkesa e ndriçimit elektrik duhet të lidhet gjithmonë në rrjetin yll trefazor me katër përcjellës.
- ✓ Në percjelllësin e neutrit nuk vendoset as çelës as siguresë për të shmangur këputjen e tij.

3.4. Lidhja në trekëndësh e marrësve me ngarkesë jo të njëtrajtëshme

Gjatë lidhjes në trekëndësh, çdo fazë e marrësit të energjisë lidhet drejtpërdrejt nën tensionin e linjës, i cili do të pranohet dhe si tension faze (fig.3.8). Pra në lidhjen në trekëndësh tensioni i fazës së marrësit është i njëjtë me tensionin e linjës së rrjetit $\mathbf{U_f=U}$. Rrymat në cdo fazë të marrësit do të jenë : $\mathbf{I_{AB}=U_{AB}/Z_{AB}; I_{BC}=U_{BC}/Z_{BC}; I_{CA}=U_{CA}/Z_{CA}}$, ku: $\mathbf{Z_{AB}=\sqrt{R_{AB}^2+X_{AB}^2}}$ $\mathbf{Z_{BC}=\sqrt{R_{BC}^2+X_{BC}^2}}$ dhe $\mathbf{Z_{CA}=\sqrt{R_{CA}^2+X_{CA}^2}}$ janë rezistencat e plota në cdo fazë të marrësit.
Këndet e zhvendosjes ndërmjet tensioneve dhe rrymave të fazave gjenden nga barazimet
$\mathbf{tg\ \varphi_{AB}=X_{AB}/R_{AB};\ tg\ \varphi_{BC}=X_{BC}/R_{BC};\ tg\ \varphi_{CA}=X_{CA}/R_{CA}}$.

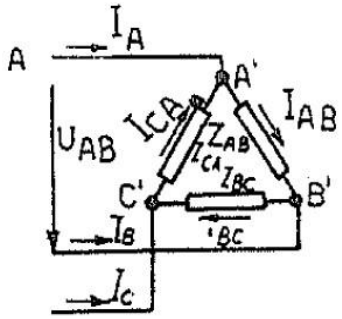


Fig. 3.8. Skema e lidhjes së marrësve në trekendësh

Si kah pozitiv i rrymave të fazave pranojmë kahun nga **A** në **B** në **C** dhe **A**, kurse si kah pozitiv i rrymave të linjës pranohet kahu nga gjeneratori në marrës.
N.q.s njohim rrymat e fazave , atëherë mund të përcaktojmë rrymat e linjave duke shfrytëzuar ligjin e parë të Kirkofit për pikat nyje A,B,C. Për nyjen A: $\mathbf{I_A=I_{AB}-I_{CA}}$. Për nyjen B: $\mathbf{I_B=I_{BC}-I_{AB}}$. Për nyjen C: $\mathbf{I_C=I_{CA}-I_{BC}}$.
Nga këto barazime nxjerrim konkluzionin:***Vlera efektive e cilësdo prej rrymave të linjës është e barabartë me ndryshimin vektorial të rrymave të fazave të lidhura me përcjellësin përkatës.***
Në figurën 3.9 më poshtë është parqitur diagrami vektorial i tensioneve dhe i rrymave të fazave dhe të linjës.Në këtë diagram të gjithë vektorët janë paraqitur në një pikë të vetme.

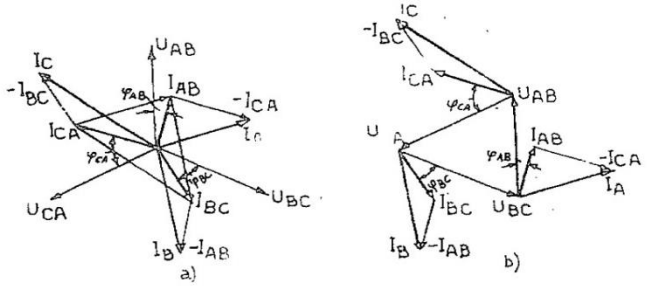


Fig. 3.9. Diagrami vektorial për lidhjen e marrësave në trekëndësh

Fuqitë për cdo fazë përcaktohen nga formulat: $P_{AB}=U_{AB}I_{AB}\cos\varphi_{AB}$,$Q_{AB} = U_{AB}I_{AB}\sin\varphi_{AB}$ dhe $S_{AB} = U_{AB}I_{AB}$. Kurse fuqia e plotë do të jetë: $P= P_{AB} + P_{BC} + P_{CA}$, $Q = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_C$ dhe $S^2 = P^2 + Q^2$.

Rrjedhime praktike

- ✓ Në lidhjen trekëndësh sistemi i tensioneve është simetrik pavarësisht nga rezistencat e fazave të marrësit.
- ✓ Lidhja e marrësve në trekëndësh bëhet pavarësisht nga mënyra e lidhjes së gjeneratorit.

3.5. Lidhja në trekëndësh e marrësve me ngarkesë të njëtrajtëshme

Kur rezistencat e fazave janë të njëta (Z_f φ_f), atëhere vlerat efektive të rrymave të fazave do të jenë të barabarta, pra $i_{AB}=i_{BC}=i_f$ dhe të zhvendosura me 120^0 ndërmjet tyre , pra formojnë një sistem simetrik rrymash. Llogaritjetë bëhen për një fazë çfarëdo.Rryma e fazes do të jetë $\mathbf{I_f = U_f / Z_f}$ **,** ku :U_f -tensioni i fazës në marrës i barabartë me tensionin e linjës së gjeneratorit ($U_f = U$), dhe Z_f: - rezistenca e plotë e marrësit.Këndi i zhvendosjes llogaritet $\mathbf{tg\varphi=X_f/R_f}$.
Për të gjetur vartësinë ndërmjet rrymës së linjës me atë të fazes, nga trekëndëshi OMN nxjerrim: $I_A=2I_{AB}\cos30^0=\sqrt{3}I_{AB}$. Pra $I=\sqrt{3}I_f$.
Nga sa thamë më sipër dalim në përfundimet e mëposhtëme:

1. *Vlera efektive e rrymës së linjës për ngarkesë të njëtrajtshme të lidhjes në trekëndësh është $\sqrt{3}$ herë më e madhe se rryma e kësaj faze.*
2. *Rryma e linjës është në vonesë faze kundrejt rrymës së fazës me këndin 30^0*

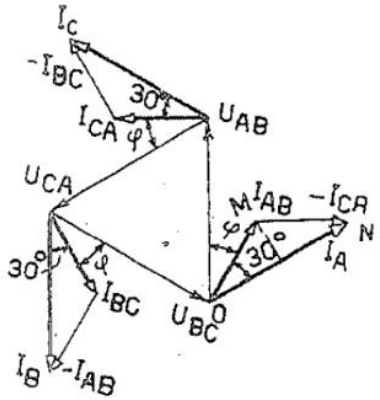


Fig 3.10. Diagrami vektorial për lidhjen e marrësave në trekëndësh me ngarkesë të njëtrajtëshme

Fuqia aktive për ngarkesë të njëtrajtshme do të jetë **:$P=3P_f=3U_fI_f\cos\varphi_f$ ose $P=\sqrt{3}UI\cos\varphi$**
Fuqia reaktive për ngarkesë të njëtrajtshme do të jetë:**$Q=3Q_f=3U_fI_f\sin\varphi_f$ ose $Q=\sqrt{3}UI\sin\varphi$**
Fuqia e plotë për ngarkesë të njëtrajtshme do të jetë:**$S=3S_f=3U_fI_f$ ose $S=\sqrt{3}UI$** .
Shihet që formulat për llogaritjen e fuqive janë të ngjashme si për lidhjejen e marrësave në yll me ngarkesë të njëtrajtshme.

Rrjedhime praktike

1-lidhja në trekëndesh është e leverdishme të përdoret të marrësit kur kërkohet që në fazat e tij të zbatohet tension me i madh
2-n.q.s këputet përcjellësi i një linje (digjet siguresa),dy fazat e marrësit do të rezultojnë të lidhura në seri ndermjet tyre dhe ne paralel me fazën e tretë,gjë që sjell ndryshimin e rregjimit të punës të dy fazave të lidhura në atë përcjellës

Tema mësimore nr. 4: Aparatet matëse. Metodat e matjes. Gabimet

4.1. Metodat e matjeve elektrike

Të matësh një madhësi do të thotë të gjesh sa e madhe është kjo madhësi, domethënë ta krahasosh këtë mëadhësi me një madhësi tjetër të po këtij lloji e cila është zgjedhur si njësi matjeje. *Pajisja me të cilën bëhet matja quhet* ***aparat matës.***

Matjet përbëjnë një nga mënyrat kryesore të njohjes së dukurive dhe ligjeve të natyrës.Matjet elektrike përdoren për përcaktimin e madhësive të parametrave të ndyshme gjatë prodhimit, transmetimit dhe shpërndarjes së energjise elektrike,si dhe gjatë shfrytëzimit të saj.
Matjet elektrike kanë këto ***përparësi****:*

- ndjeshmëri të lartë (masin rryma deri të rendit 1^{10-12}A)
- përpikmeri të lartë
- matja në distancë (maten nga dispeceria me në qendër në Tiranë të gjithë parametrat e energjisë të prodhuara në HEC,TEC etj)
- masin me saktësi të madhe dhe madhësi jo elektrike(temperaturat në meshtjellat e transformatorëve ose gjeneratorëve
- ka mundësi për përpunimin e informacionit

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

- ***masat,*** të cilat riprodhojnë madhësinë fizike të një vlere të dhënë (p.sh bobinat matëse të rezistencës)
- ***aparatet matës elektrike*** (ampermetrat,voltmetrat,etj)
- ***shndërruesit matës elektrike*** të cilët ndahen në: a) shndërrues matës të madhësise elektrike në një madhësi tjetër elektrike (shuntet,rezistencat shtesë transformatorët matës; dhe b) shndërues të madhësive jo elektrike në madhësi elektrike (termometrat elektrikë, tenzorezistorët, shndëruesit induktivë)
- ***instalimi matës*** që përbëhet nga tërësia e mjeteve që shërbejnë për realizimin e matjes.
- ***Sistemi mates i informacionit*** i cili mer informacionin ne menyre automatike dhe ben perpunimin e tij.Matjet behen sipas sistemit te nesive natese SI

Metodat për të kryer matjet elektrike, sipas ***mënyrës së nxjerrjes së rezultatit*** janë tri:

- ***të drejtpërdrejta***, kur rezultati lexohet në aparat nga eksperimenti (rryma me ampermetër etj). Është metodë e thjeshtë por ka përpikmëri relativisht të ulët.
- ***jo të drejtpërdrejta***,kur madhësia që kërkohet nxiret si rezultat i matjes së madhësive të tjera që lidhen me të nëpërmjet ligjeve të elektroteknikës(matja e fuqisë me ampermetër dhe voltmetër).
- ***Metoda e krahasimit,*** sipas së cilës madhësia që do të matet krahasohet me madhësinë e masës të pranuar si etalon, është metodë me saktësi të lartë, por e ndërlikuar për t`u realizuar. Ndahet në metodën e *zeros* (gjatë matjes treguesi çohet në zero nëpërmjet veprimit të kundërt të madhësive të njohura), metodën *diferenciale* (në të cilën nuk bëhet ekuilibrimi i plotë i madhësive që maten dhe difernca ndërmjet tyre i mbivihet vlerës së etalonit), dhe në metodën e *zëvendësimit.*

4.2. Gabimet e matjeve

Gabim i matjes quhet shmangia e rezultatit të matur nga vlera e vertetë e madhësisë së matur.Dallojmë këto gabime kryesore:

- ✓ ***Gabimi absolut*** i matjes (ΔX) është i barabartë me diferencën ndërmjet rezultatit të matjes X_m dhe vlerës së vërtetë të madhësisë së matur X, pra $\Delta X= X_m - X$. Gabimi absolut ka vlerë numerike, njësinë e madhësisë që po matet dhe shenjë. Me anë të tij nuk mund të

gjykojmë mbi saktësinë e matjes.

- ✓ ***Gabimi relativ*** i matjes (***δX= ΔX.100/X***) është madhësi që shprehet në përqindje. N.q.s në vend të gabimit absolut vendosim gabimin më të madh absolut që bën aparati gjatë matjes ndaj vlerës nominale që mat aparati gjejmë gabimin relativ të referuar të aparatit matës, i cili jepet nga barazimi $\gamma = \Delta X_{max}.100/X_n$. Në varësi të këtij gabimi aparatet ndahen në nëntë klasa përpikmërie:0.05;0.1;0.2;0.5;1.0;1.5;2.5;4; P.sh., nëse aparati e ka klasën e përpikmërisë 0.5,gabimi më i madh relativ që bën aparati përfshihet ndërmjet vlerave 99.5% dhe 100.5%
- ✓ ***Gabimi sistematik*** është gabimi që përsëritet në çdo matje dhe përcaktohet nga shkalla e përpikmërisë së aparatit dhe metoda e matjes
- ✓ ***Gabimi i rastësishëm*** është gabimi që ndyshon në mënyrë te rastësishme në çdo matje. Shkaktohet nga faktorë të rastësishëm. Korrigjohet duke bërë një numër të madh matjesh dhe duke nxjerrë mesataren aritmetike të tyre

4.3 Klasifikimi i aparateve matëse

- Sipas ***mënyrës së paraqitjes së madhësisë që matet***, aparatet ndahen në ***analoge*** (ku paraqitja e madhësisë së matur është një funksion i vijueshëm) dhe ***shifrore*** (ku madhësia e matur shndërrohet automatikisht në një sinjal diskret dhe paraqitet në formë shifrash në pajisjen matëse).
- Sipas ***mënyrës së vlerësimit të madhësisë*** që matet, ndahen në aparate me ***vlerësim të drejtpërdrejtë*** (ampermetrat,voltmetrat etj), në aparate me ***vlerësim të komanduar*** (urat matësë,kompensatorët) dhe në ***aparate integruese*** ku bëhet shuma e vlerave të matura gjatë gjithë kohës (sahati elektrik).
- Sipas ***llojit të madhësisë që masin***, ndahen në ampermetër,voltmetër,wattmetër,sahat elektrik, ommetër, henrimetër, hercmetër,faradmetër,fazometër.
- Sipas ***ndërtimit dhe parimit të punës***, ndahen në magnetoelektrikë, magnetoelektrikë me drejtues,termoelektrikë,elektronikë,elektromagnetikë,logometrikë,elektrodinamikë,ferrodi namikë,induktivë,elektrostatikë,dridhës.

Në tabelën e mëposhtme jepen simbolet e disa aparateve sipas parimit të punës.

Tabela 1. Simbolet e disa aparateve sipas parimit të punës

Tabelul 2.1.

Nr.	Simbolul	U_N[V]	Clasa de precizie
1.		250	1
2.		150	2,5
3.		1000	1,5
4.		600	0,5
5.		240	0,5

- ***Sipas klasës së përpikmërisë*** kemi aparate me nëntë klasa përpikmërie; 0.05; 0.1; 0.2; 0.5; 1.0;1.5;2.5;4.0;5.0.
- ***Sipas llojit të rrymës*** që përdor, aparati mund të jetë i ***rrymës së vazhdueshme***, i ***rrymës alternative një fazore***, i rrymës së ***vazhdueshme dhe alternative*** dhe i ***rrymës alternative trefazore***.
- ***Sipas mbrojtjes nga fushat e jashtme,*** kemi aparate ***të pambrojtur,të ekranizuar dhe astatik.***
- ***Sipas kushteve të shfrytëzimit*** aparatet ndahen në ***grupin A*** (për mjedise të mbyllura dhe temperaturë e lagështi normale), ***grupin B*** (për mjedise të mbyllura me kushte të këqia

temperaturë e lagështie) dhe ***grupin C*** (për mjedise të hapura).

- ***Sipas karakterit të përdorimit*** kemi aparate ***stacionarë*** dhe ***portativë***.

Tema mësimore nr.5: Matja e rrymës, tensionit dhe frekuencës

5.1 Kërkesat ndaj ampermetrave dhe voltmetrave

Aparatet matës që lidhen në qarkun elektrik nuk duhet të ndryshojnë regjimin e punës të qarkut. Për këtë arsye aparatet që lidhen në seri me qarkun, si p.sh. ampermetri,duhet të këtë rezistencë të brendëshme shumë të vogël,sepse para lidhjes së amermetrit rryma në qark është $I=U/R$ ndërsa mbas lidhjes së amparmetrit rryma në qark bëhet $I'=U/(R+R_A)$, ku R_A është rezistenca e brëndëshme e ampermetrit. Në mënyre që I≈I'duhet që $R_A << R$. Në këtë rast edhe humbjet e fuqisë në ampermetër , $\Delta P=I_A^2R_A$, do të jenë të vogla.

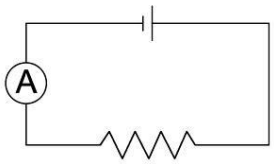


Fig. 5.1. Matja e rrymës në qark

Voltmetri i cili lidhet në paralel me pjesën e qarkut ku bëhet matja e tensionit, duhet të ketë rezistencë të brendshme shumë të madhe. Para vendosjes së voltmetrit tensioni në rezistencën R_1 dhe R_2 do të jenë në përpjestim të drejtë me rezistencat: $U_1/U_2=R_1/R_2 \Rightarrow U_1=U_2R_1/R_2$.

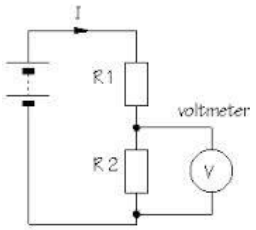


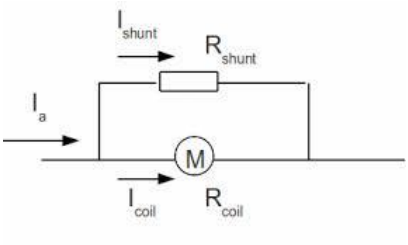
Fig. 5.2. Matja e tensionit në qark

Mbas lidhjes së voltmetrit në paralel me rezistencën R_1, do të kemi:$U'/U_2=R'/R_2$ prej ku $U'=U_2R'/R_2$, ku $R_2=R_1R_v/(R_1+R_v)$, është rezistenca e njëvlerëshme e rezistencës R_1 dhe rezistencës së brendëshme të voltetrit. Për lidhjen paralel $R'<R_1$ si rrjedhim $U_1'<U_1$.Pra me lidhjen e voltmetrit në qark tensioni do të zvogëlohet.Ky zvogëlim do të jetë më i madh sa më e vogël të jetë rezistenca e njëvlerëshme R'kundrejt rezistencës R_1. N.q.s.$Rv>>R_1$;$R'\approx R1$ atëherë edhe $U'_1\approx U_1$. Voltmetri duke pasur rezistencë të brendëshme të madhe do të ketë dhe humbje vetjake të vogla:$P_v=I^2_vR_v=U_v^2/R_v$.

Këndi i zhvendosjes së mekanizmit matës të aparatit është në varësi të rrymës që kalon në të, $\alpha=f(I)$. N.q.s.aparati do të përdoret si voltmetër, rryma që kalon në të do të jetë $I=U/R_v$. Për R_v konstant, $\alpha=f(UR_v)=f_1(U)$,pra këndi i zhvendosjes do të jetë në përpjestim të drejtë me tensionin e matur. Pra parimi i punës është i njëjtë në të dy rastet, ndryshojnë vetëm kërkesat ndaj aparateve.

5.2 Shndëruesit e rrymës dhe të tënsionit

Shunti është një shndërrues matës i thjeshtë i rrymës në tension Ai është një rezistor me katër kapse. Dy kapset e hyrjes nëpermjet të cilave kalon rryma , quhen kapse rryme ose amper - metrike, kurse dy kapset e daljes në të cilat matet tensioni U, quhen kapset e tensionit.Me kapset e tensionit lidhet mekanizmi matës M (fig. 5.3).



5.3. Skema e lidhjes së shuntit me mekanizmin matës magnetoelektrik

Shunti karakterizohet nga vlera nominale e rrymës $I_n$dhe nga tensioni nominal U_n.Raporti i tyre përcakton rezistencën e shuntit : $R_{sh}=U_n/I_n$ .Shuntet përdoren për zgjerimin e kufirit të matjes së rrymës të mekanizmave matës dhe në këtë rast pjesa më e madhe e rrymës që do të matet kalon nëpër shunt, ndërsa një pjesë e vogël kalon në mekanizmin matës.Shuntet kanë rezistencë të vogël dhe përdoren kryesisht në qarqet e rrymës së vazhduar me mekanizëm matës të sistemit Rryma që kalon në mekanizmin matës është $I_M=IR_{sh}/(R_{sh}+R_M)$,ku R_M është rezistenca e mekanizmit matës dhe R_{sh} rezistenca e shuntit. Nëqoftëse rryma I_M do të jetë n herë më e vogël se I, rezistenca e shuntit do të jetë $R_{sh}=R_M(n-1)$,ku $\mathbf{n=I/I_M}$ është koeficienti i shuntimit.Shuntet përgatiten prej mangani. Ata mund të jenë të brendshëm (vendosen brenda trupit të apartit) ose të jashtëm (kur rrymat që do të maten janë të mëdha). Në **fig.5.4.** tregohet një shunt i jashtëm. Shuntet e jashtme bëhen të kalibruara,d.m.th.llogariten për rryma dhe tensione të caktuara.

Fig. 5.4. Shunt i jashtëm

Në **fig.5.5.** tregohet skema e shuntit me disa kufij matje.Këta përbëhen nga disa rezistore të cilët ndërkycen në varësi të kufirit të matjes. Shuntet ndahen në pesë klasa përpikmërie: 0.02;0.05;0.1;0.2;0.5

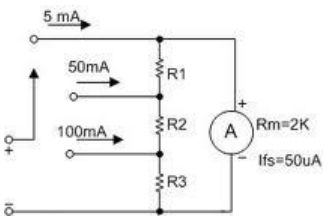


Fig.5.5 .Skema e shuntit me disa kufij

Rezistori shtesë shërben për të zgjeruar kufirin matës të voltmetrit , duke shëndruar tensionin në rrymë.Rezistori shtesë lidhet në seri me mekanizmin matës (fig.5.6) rryma I_M do të jetë: $I_M=U/(R_M+R_S$.

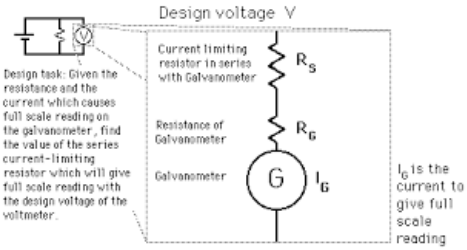


Fig.5.6. Skema e lidhjes së rezistorit shtesë me mekanizmin matës magnetoelektrik

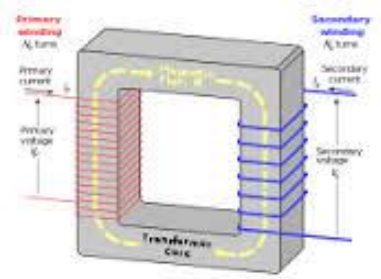
N.q.s voltmetri ka kufirin matës U_n dhe rezistencën e mekanizmit R_M dhe, n.q.s. nëpërmjet rezistencës shtesë R_S do të zgjerohet kufiri matës n herë, atëhere duke pranuar rrymën të pandryshueshme mund të shkruajmë :$U_n/R_M=nU_n/(R_M+R_S)$ *prej nga ku* $R_s=R_M(n-1)$.
Rezistencat shtesë përgatiten zakonisht prej fijesh teli prej mangani të izouar të montuar në pllakë prej materiali izolues.Ata përdoren për rrymë të vazhduar dhe alternative.Në aparatet portative rezistori shtesë përgatitet i seksionuar në disa kufij matje.Rezistorët shtesë mund të jenë të brendëshëm ose të jashtëm. Kalibrimi i rezistorëve bëhet me klasat e përpikmërisë: 0,01;0,02;0,05;0,1;0,2;1,0.Ata realizohen për rryma nga0,5-30mA.Përdoren për shndërimin e tensioneve deri në 30V

5.3 Njohuri të përgjithëshme për transformatorët matës

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

a) zgjerimin e kufirit matës të apatateve matëse të rrymës alternative
b) mbrojtjen e personelit që bën matjet, nga tensioni i lartë.

Parimi i punës është i njejtë për të dy transformatorët matës.
Përbëhet nga dy mbështjella të vendosura në një bërthamë feromagnetike .Mbështjellat janë të izoluara nga njëra tjetra dhe nga bërthama (fig.5.7).



5.7. Ndërtimi i transformatorit

Tek ***transmatori i rrymës*** mbështjella primare ka numër të vogël spirash dhe lidhet në seri me qarkun ku do të bëhet matja. Sipas numrit të spirave në primar transformatorët e rrymës mund të jenë më një spire (fig.5.8) ose disa spira.

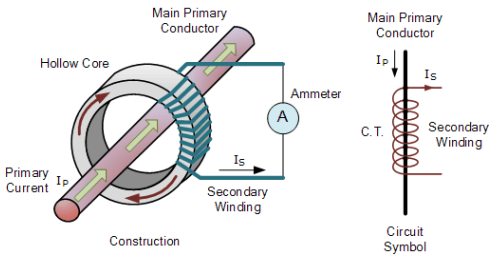


Fig.5.8. Transformatori i rrymës me një spirë në primar

Mbështjella dytësore ka numër më të madh spirash dhe lidhet në seri me aparatin matës. Çdo transformator ka koeficientin e tij nominal të transformimit i cili përcaktohet nga barazimi $K_{in}=I_{n1}/I_{n2}\approx W_2/W_1$. Në fig. 5.9 paraqitet simboli i transformatorit të rrymës dhe skema elektrike e lidhjes së tij.

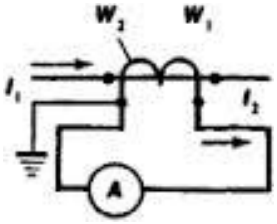


Fig. 5.9. Skema elektrike e transformatorit të rrymës

Tranformatorët matës të rrymës ndahen në 5 klasa përpikmërie:0,2;0.5;1.3;10.Gjatë shfrytëzimit të transformatorëve matës të rrymës duhet të ketë kujdes që:

a. Njëra nga kapset e dytësorit të jetë e tokëzuar
b. Mbështjella dytësore nuk duhet të lihet asnjëhere hapur
c. Nuk duhet të ngarkohen më shumë se fuqia nomonale
d. Të kontrollohet vazhdimisht izolimi dhe niveli i vajit
e. Të pastrohen vazhdimisht nga pluhurat dhe papastërtitë.

Transformatorët matës të tensionit përdoren në instalimet e rrymës alternative me tension 380V e lart, për ushqimin e voltmetrave dhe bobinave paralele të aparateve matëse dhe releve. Mbështjella primare lidhet në paralel me qarkun ku do të bëhet matja dhe mbështjella dytësore në parlel me aparatin matës. Koeficienti nomnal i transformimit përcaktohet nga barazimi: $K_u=U_{1n}/U_{2n}\approx W_1/W_2$. Tranformatorët matës të tensionit ndahen në klasat përpikmërie 0,2;0.5;1. Në **fig.5.10** paraqitet ndërtimi dhe simbolet e transformatorit të tensionit.

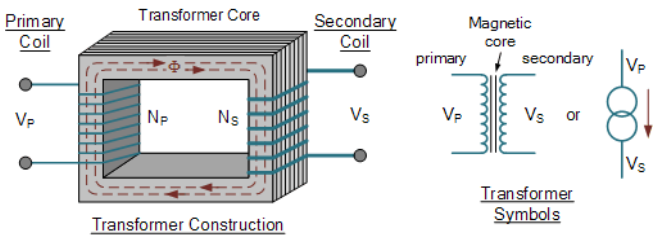


Fig.5.10. ndërtimi dhe simbolet e transformatorit të tensionit

Në fig.5.11 paraqitet simboli dhe skema elektrike e lidhjes së transformatorit të tensionit në qark, dhe pamja e jashtëme një transformatori tensioni.

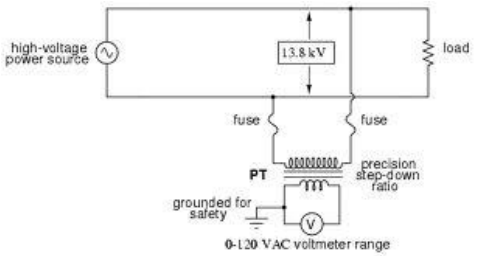


Fig. 5.11. Simboli , skema elektrike e lidhjes së transformatorit të tensionit në qark dhe

pamja e jashtëme

Gjatë shfrytëzimit të transformatorëve matës të tensionit duhet të ketë kujdes:

a. Trupi i transformatorit duhet të tokëzohet gjithmonë.
b. Kur hiqet aparati sekondari duhet të qendrojë gjithmonë i hapur
c. Transformatori nuk duhet të mbingarkohet
d. Të kontrollohet vazhdimisht izolimi dhe niveli i vajit
e. Të pastrohen vazhdimisht nga pluhurat dhe papastërtitë

5.4. Ampermetrat dhe voltmetrat e sistemit magnetoelektrik

Puna e mekanizmit matës të sistemit magnetoelektrik bazohet në bashkëveprimin e fushës magnetike të magnetit të përhershëm, me rrymën që kalon në bobinë. Në këtë rast lind momenti rrotullues M_{rr} që zhvendos pjesën e lëvizëshme të mekanizmit kundrejt pjesës së palëvizëshme . Në varësi të se cila pjesë lëviz, dallojmë mekanizëm me kuadër të lëvizshëm dhe me kuadër të lëvizshëm.Tipi me kuadër të lëvizshëm ndahet në mekanizëm me magnet të jashtëm dhe magnet të brendshëm.

Në **fig. 5.1**2 paraqitet mekanizmi magnetoelektrik me magnet të jashtëm.Pjesët e tij janë magneti i përhershëm, në fushën manetike të të cilit vendoset cilindri prej materiali me magnetizim të lehtë.

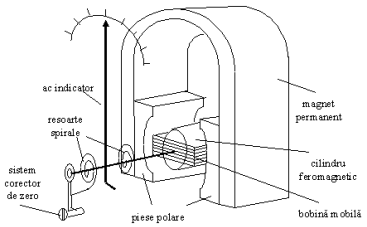


Fig. 5.12. Paraqitja skematike e mekanizmi magnetoelektrik me magnet të jashtëm

Në hapësirën ajrore midis cilindrit dhe skajeve polare fomohet një fushë magnetike e fuqishme dhe praktikisht rezore e njëtrajtshme. Pjesa e lëvizëshme paraqitet me një bobinë në formë drejtkëndësh, prej teli të hollë bakri ose alumini që montohet në një skelet alumini. Sustat kundërvepruese dhe qetësuesi janë pjesë të aparatit dhe shërbejnë për qetësimin e shigjetës.Shigjeta dhe fusha e shkallëzuar formojnë pjesën treguese. Nga bashkveprimi i fushes magnetike dhe rrymës elektrike I, që kalon në kuadër formohen forcat elektromagnetike që veprojnë në cdo anë të kuadrit $F=BilW$, ku **B** -fusha magnetike në hapsirën ajrore; **W**-nr i spirave të kuadrit,**l**-gjtësia e kuadrit.

Momenti i krijuar në kuadër është: $M=Fa=BilWa=BswI$ ku $s= al$ është sipërfaqja e kuadrit.

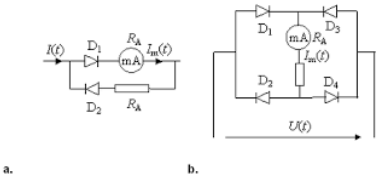
Si rezultat i momentit rrotullues kuadri do të rrotullohet duke mbledhur sustat spirale të cilat krijojnë një moment kundërveprimi $M_{kv}=D\alpha$ ku **D** është momenti specifik i kundërveprimit të sustave. Shigjeta do të qëndrojë kur $M_{kv}=M$ .Duke zëvendësuar gjejmë $D\alpha=BsWI$ prej ku $\alpha= BsWI /D$ ose $\alpha= S_iI$. Madhësia $S_i=\alpha/I$ quhet *ndjeshmëri sipas rrymës* e mekanizmit matës.Ndjeshmëria sipas rrymës së mekanizmit matës është madhësi konsatnte gjë që do të thotë se këndi i zhvendosjes varet në mënyrë lineare nga rryma e matur. Kjo bën që shkalla e aparatit është të jetë e njëtrajtshme.Gjatë ndryshimit të kahut të rrymës ndyshon dhe kahu i momentit të rrotullimit. Kjo bën që në qarqet e rrymës alternative shigjeta e aparatit të mos lëvizë.

Përparësitë e aparteve magnetoelektrike janë: ndjeshmëria e lartë; klasa e lartë e përpikmërisë; humbje të vogla fuqie; ndikim i vogël nga fushat magnetike të jashtme; shkallë e njëtrajtshme;

Të metat e aparteve magnetoelektrike janë: ndërtim i ndërlikuar; kosto e lartë; ndjeshmëri ndaj mbingarkesave.
Nga ana e ndërtimit mekanizmi matës nuk ka asnjë ndyshim ndërmjet ampermetrave dhe voltmetrave; kjo sjell mundësinë që i njëjti mekanizëm të përdoret edhe si voltmetër dhe si ampermetër, mjafton të ndryshohet mënyra e lidhjes me qarkun dhe rezistorët. Ai gjen përdorim në matjet teknike dhe laboratorike të rrymës së vazhduar

5.5 Ampermetrat dhe voltmetrat e sistemit drejtues (detektor)

Aparatet magnetoelektrikë kanë disa përparësi si : ndjeshmëri e lartë,përpikmëri e lartë dhe harxhim të vogël të fuqisë, por ata nuk mund të përdoren në qarqet e rrymës alternative.Për këtë qëllim duhet që rryma alternative të shndërrohet në rrymë të vazhdueshme.Për këtë qëllim përdoren drejtuesit me gjysëmpërcjellës. Aparati i përbërë nga kombinimi i mekanizmit matës i sistemit magnetoelektrik me drejtues, quhet aparat i sistemit drejtues (detektor).Rezistenca e diodës gjysëmpërcjellëse varet nga polariteti i tensionit të zbatuar. N.q.s. në diodë do të zbatohet tension alternativ, në të do të kalojë rrymë vetëm në një drejtim. Tek aparatet shfrytëzohen dy tipe drejtuesish, me njëgjysëmperidhuë dhe me dy gjysëmperiudha. Në skemën me një gjysëmperiudhë (fig.5.13/a) kalojnë nëpërmjet diodës D_1 vetëm gjysëmvalet më polaritet pozitv. Dioda D_2 së bashku me rezistencen kufizuese R_A shërbejnë për mbrojtjen e diodës D_1 nga tensioni i kundërt.
Në skemat e drejtuesit me dy gjysëmperiudha rrym**a** do të kalojë në mekaizmin matës në të dy gjysëmperudhat. Në fig. 5.13 a,b tregohet skema urë që përdoret për lidhjen e makanizmit matës.



a. b.

Fig. 5.13. Skema e drejtuesit me: a) një gjysëmperiodë dhe b) dy gjysëmperioda

Aparatet e sistemit dedektor ndërtohen që të punojnë sipas vlerës mesatare të rrymës sinusoidale. Këndi i zhvendosjes sipas skemës më njëgjysëmperiodë përcaktohet nga barazimi $\boldsymbol{\alpha=BsWI_{mes}/2D,}$ kurse për skemën me dy gjysëmperioda (skema urë) $\boldsymbol{\alpha}$ rritet dy here, pra $\boldsymbol{\alpha=BsWI_{mes}/D.}$ Zgjerimi i kufirit matës bëhet me shunte dhe rezistenca shtesë.
Përparësitë e aparteve magnetoelektrike me drejues janë: ndjeshmëri e lartë,fuqi e vogël e harxhuar,diapazon i gjërë frekuence
Të metat e aparteve magnetoelektrike me drejues janë: përpikmëri e ulët,varësia e tregimit nga forma e lakores.

5.6 Ampermetrat dhe voltmetrat e sistemit termoelektrik

Për shndërrimin e rrymës alternative në rrymë të vazhdueshme përdoren shndërruesit termoelektrikë që përbëhen prej përcjellësit në të cilin kalon rryma që matet dhe prej një termoçifti.Përcjellësi është një tel i hollë prej materiali, si nikrom ose konstantan, i cili lejon nxehjen për një kohë të gjatë.Elektrodat e termoçiftit bëhën prej metalesh ose lidhjesh të tyre që japin forcë termoelektromotore (f.t.e.m.) të madhe.

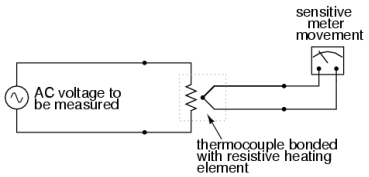


Fig. 5.14. Lidhja e mekanizmit matës me shndërruesin termoelektrik

Sipas ndërtimit, shndërruesit termoelektrikë mund të jenë me kontakt (ku termoçifti dhe përcjellesi kanë një pikë të përbashkët) dhe pa kontakt (ku dy elementët janë të izoluar nga njëri - tjetri). ***Aparat termoelektrik quhet kombinimi i një ose disa shndëruesve termoelektrike me mekanizmin mates magnetoelektrik***. Në fig.5.15. paraqitet skema e lidhjes së ampermetrit. Forca termoelektromotore (f.t.e.m) që zhvillohet në shndërrues si rezultat i kalimit të rrymës, është në përpjestim të drejtë me sasinë e nxehtësisë që zhvillohet në pikën e takimit si rezultat i kalimit te rrymës. Nga ligji i Xhaul-Lencit kjo nxehtësi është në përpjestim të drejtë me katrorin e rrymës që matet. Rryma I_1 në qarkun e mekanizmit matës do të jete :I_2=E/R, ku E eshte f.t.e.m., ku R - rezistenca e plotë e aparatit. Pra tregimi i aparatit do të jetë në përpjestim të drejtë me katrorin e vlerës së rrymës $\alpha=kI_2$, ku k është koeficienti i aparatit. Zgjerimi i kufirit matës realizohet me transformatorë rryme speciale.Për matjen e rrymave të vogla f.t.e.m.përforcohet me ndihmën e përforcuesit i cili lidhet para mekenzmit matës.

Përparësitë e aparatit termoelektrikë janë:përpikmëria e lartë në diapazon të gjërë frekuence; pavarësia e tregimit nga forma e lakores së rrymës

Të metat e aparatit termoelektrikë janë: nuk duhet të mbingarkohen,fuqia e madhe e harxhuar dhe shkalla jo e njëtrajtëshme.

5.7 Ampermetrat dhe voltmetrat e sistemit elektromagnetik

Parimi i punës i mekanizmit matës të sistemit elektromagnetik bazohet në bashkveprimin e fushës magnetike të formuar nga bobina e palevizëshme në të cilën kalon rryma që do të matët me një ose disa bërthama ferromagnetike,të fiksuara në menyrë jashtqëndrore me boshtin**.**

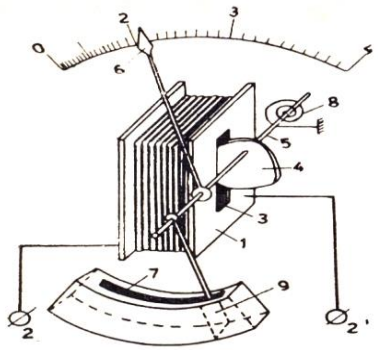


Fig. 5.15. Skema e ndërtimit të aparatit matës të sistemit elektromagnetik

Gjatë kalimit të rrymës në bobinë krijohet fusha magnetike, e cila duke vepruar mbi bërthamën e levizëshme tenton ta zhvendosë atë. Momenti rrotullues është në përpjestim të drejtë me ndryshimin e induktivitetit në varësi të ndryshimit të këndit **α**.Ai përcaktohet nga barazimi: $M=dW_m/d\alpha=I^2dL/2d\alpha$.Nga kushti i ekuilibrit statik kemi:$M=M_{kv}$ ose $I^2dL/2d\alpha=D\alpha$ nga nund tënxjerrim $\alpha= I^2dL/2Dd\alpha$.Nga barazimi nxjerim konkluzionin se shkalla e aparatit është jo e njëtrajtëshme.

Përparësitë e mekanizmave elektromagnetike janë:-punojnë në rrymë të vazhduar dhe alternative,të qëndrueshëm ndaj mbingarkesave,kanë ndërtim të thjeshtë, masin rryma të mëdha pa ndihmën e shunteve

Të metat e mekanizmave elektromagnetike janë:shkalla jo e njëtrajtshme,ndikimi nga fushat magnetike të jashtme,humbje të mëdha të fuqisë.Kur përdoren si ampermetra e gjithë rryma e matur kalon në bobinën e mekanizmit matës.Për te zgjeruar kufirin mates ne nje kufi te caktuar duhet te zvogelohet nr i spirave.per ampermetrat e rrymës alternative zgjërimi i

kufirit bëhet nëpërmjet transformatorëve të rrymës.Për ampermetrat portativë bobina bëhet e seksionuar dhe kufiri matës ndryshon duke kaluar nga një seksion në tjetrin nëpërmjet ndërkycësit. Kur përdoren si voltmetra në seri me bobinën e mekanizmit mates lidhet një rezistencë seri prej mangani. Në voltmetrat me tension më tepër se 100V kufiri i matjes ndryshohet nëpërmjet ndryshimit te rezistencës.

5.8 Voltmetrat elektrostatikë

Në mekanizmat elektrostatikë zhvendosja **e** pjesës së lëvizëshme bëhet nën veprimin e energjisë elektrike të sistemit prej dy a më shumë përcjellësish të ngarkuar elektrikisht.Pra zhvendosja e pjesës së lëvizëshme bëhet në sajë të veprimit të tensionit.Prandaj mekanizmat e sistemit elektrostatik perdoren si voltmetra.Zhvendosja e pjesës së lëvizëshme lidhet me ndryshimin e kapacitetit të sistemit.Në figurë paraqitet ndërtimi i nje mekanizmi matës elektrostatik.Ai perbëhet nga dy grupe pllakash: të palëvizeshmet tek të cilat ushtrohet tensioni dhe pllakat e lëvizëshme të lidhura me boshtin e levizshëm, shigjetën treguese dhe sustën kundërvepruese.

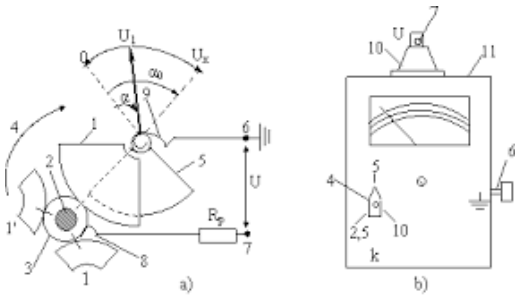


Fig. 5.16. Skema e ndërtimit të aparatit matës të sistemit elektrostatik

Nën veprimin e tensionit U krijohet fusha elektrike forcat e të cilës tentojnë të rrotullojnë pjesën e lëvizëshme në menyrë që energjia e fushës elektrike të bëhet maksimale$W_e=U^2C/2$ ku C është kapaciteti ndërmjet elektrodave të lëvizëshme dhe të palëvizëshme.Momenti rrotullues i mekanizmit është:$M=dWe/d\alpha=U^2dC/2d\alpha$**.** Nga kushti i ekuIlibrit $M=M_{kv}$ shkruajmë: $U^2dC/2d\alpha=D\alpha$ prej nga $\alpha= U^2dC/2d\alpha D$.Nga formula shihet që këndi i zhvendosjes është në përpjestim të drejtë me katrorin e tensionit gjë që sjell që shkalla e aparatit të mos jetë e njëtrajtëshme. Me anë të ndërtimit konstruktiv të mekanizmit është aritur që shkalla të jetë e njëtrajtëshme.

Të metat e mekanizmave elektrostatikë janë : ndikohen nga fushat elektrike të jashtme gjë që kërkon ekranizimin e tyre.

Përparësitë e mekanizmave elektrostatikë janë: nuk ndikohen nga temperatura, frekuenca, forma e lakores së tensionit dhe fushat magnetike të jashtme. Fuqia vetiake e harxhuar është shumë e vogël në qarqet e rrymës alternative dhe zero në qarqet e rrymës së vazhduar. Zgjerimi i kufirit matës bëhet duke lidhur kondesatorë shtesë ose pjestues kapacitiv tensioni.

5.9 Matja e frekuences

Frekuenca ndryshon në diapazon shumë te gjërë prandaj për matjen e sajzgjidhjet metoda që do të perdoret . Aparati për matjen e ferkuences quhet ferkuencmetër. Frekuencmetrat i kemi të tipit ***elektromekmekanik*** që përdoret për matjen e frekuencave nga 20-2500Hz në qarqet energjitike dhe ndërtohen duke përdorur mekanizmat elektromagnetikë, dhe ***elektrodinamik***. Frekuencmetri më i thjeshtë është frekuencmetri dridhës, i cili përbëhet nga pllaka të holla çeliku të fiksuara në njërin skaj .Skaji tjetër është i lirë dhe i lyer me bojë të shndritëshme.

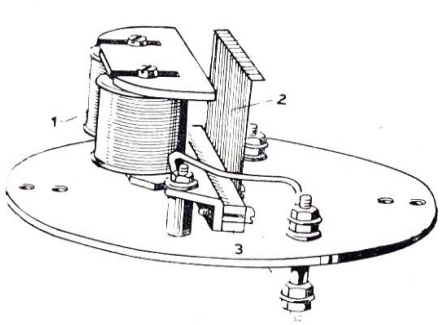


Fig.5.17. Skema e ndërtimit të frekuencmetrit dridhës

Çdo pllakë ka nje frekuencë vetjake të sajën. Nën veprimin e fushës magnetike të elektromagnetit shufrat kryejnë lëvizje lëkundëse. Amplitudën më të madhe të lëkundjes do ta ketë pllaka me frekuenacën vetjake sa dyfishi i frekuencës së tensionit të dhënë. Gabimi relativ i matjes është 1.0-2,5%.
Frekuencmetri logometrik elektromagnetik është ferkuencmetër me kufij të ngushtë.
Në fig. 5.18 tregohen pamje të frekuencmetrave.

Fig. 5.18. Pamje të frekuencmetrave

5.10. Galvanometrat magneto-elektrike

Galvanometrat janë aparate matëse elektrike me ndjeshmëri të lartë sipas rrymës dhe tensionit,që kanë shkallën të pagraduar.Ata sherbejnë si tregues zeroje dhe për matjen e rrymave ,tensioneve me vlera të vogla dhe sasive të vogla të elektricitetit. Ndjeshmëria e lartë e galvanometrit arrihet nëpërmjet zvogëlimit të momentit të kundërveprimit dhe përdorimit të treguesit me dritë.Në **fig. 5.19** tregohet pamja e jashtme dhe skema e ndërtimit e galvanometrit me pasqyrë.

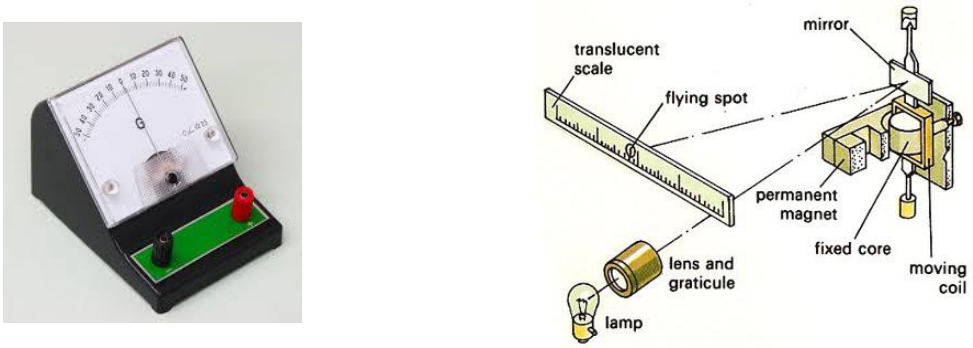


Fig. 5.19. Pamja e jashtme dhe skema e ndërtimit e një galvanometri

Në mungesë të rrymës rrezja e dritës që bie në pasqyrë nga burimi i dritës reflektohet në mesin e shkallës në formën e një rripi të hollë drite. Në prani të rrymës rripi i ndriçuar zhvendoset gjatë shkallës ne a milimetra.Këndi i rrotullimit të kuadrit në radian përcaktohet

nga ekuacioni tg=a/*l* ku *l* është distanca ndërmjet pasqyrës dhe shkallës.Për këndë të vogla zhvendosjeje pranohet që a≈2α*l*,si rrjedhim kur njohim *l* mund të përcaktojmë këndin e rrotullimit të pjesës së lëvizëshme. Galvanometrat portative me njësues drite të brendëshme janë më të përshtatëshmit për pune. Galvanometrat mund të jenë edhe balistikë dhe dridhës.

Tema mësimore nr.6: Matja e fuqisë, energjisë dhe e koeficientit të fuqisë

6.1 Matja e fuqisë në qarqet e rrymës së vazhduar

Duke u nisur nga ekuacioni i fuqisë për qarqet e rrymës së vazhdueshme, P=UI, themi që fuqia mund të përcaktohet në mënyrë jo të drejtpërdrejtë nëpërmjet matjes së tensionit me voltmetër dhe të rrymës me ampermetër. Në fig.6.1 tregohet lidhja e tyre në qarkun e rrymës së vazhuar.

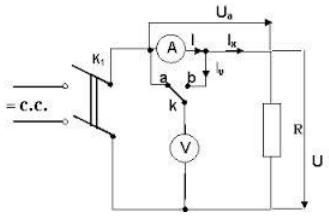


Fig.6.1. Dy mënyrat e lidhjes së ampermetrit dhe voltmetrit për matjen e fuqisë

Kur çelësi lidhet në pikën *a* voltmetri lidhet para ampermetrit. Kjo skemë përdoret kur rezistenca e ngarkesës është më e madhe në krahasim me rezistencën e ampermetrit. Kur çelësi lidhet në pikën *b* voltmetri mat tensionin në rezistencën R. Kjo skemë përdoret kur rezistenca e voltmetrit është e madhe në krahësim me rezistencën e ngarkesës. Kjo metodë është e thjeshtë por përdoret rrallë sepse gabimi i saj është i madh për shkak të dy matjeve që duhet të bëhën.

6.2 Vatmetri elektrodinamik

Metoda më e thjeshtë dhe më e saktë për matjen e fuqisë është matja e drejtpërdrejtë nëpërmjet watmetrit elektrodinamik. Në fig.6.2 jepet skema e ndërtimit,skema elektrike dhe simboli i vatmetrit elektrodinamik. Parimi i punës bazohet në bashkëveprimin e fushës magnetike të dy bobinave me rrymë, bobinës së palëvizëshme 1dhe bobinës së lëvizëshme 2.

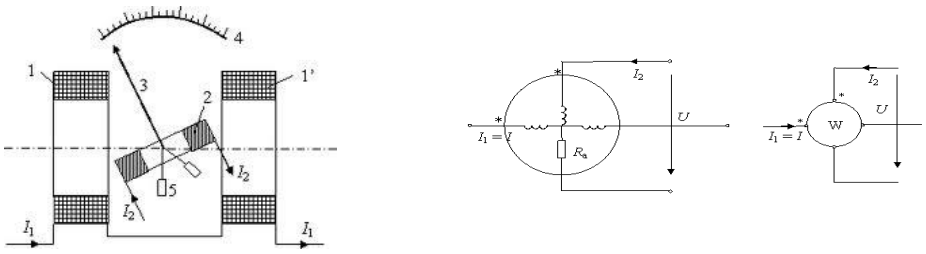


Fig.6.2.Skema e ndërtimit,skema elektrike dhe simboli i vatmetrit elektrodinamik

Bobina e palëvizëshme lidhet në seri me qarkun ku bëhet matja dhe quhet bobinë e rrymës. Ka numër të vogël spirash dhe seksion relativisht të madh. Bobina e lëvizëshme lidhet në parallel. Ka numër të madh spirash me seksion të vogëldhe quhet bobinë paralele ose e tensionit. Në seri me të lidhet rezistenca Rs që shërben për të siguruar kufirin matës të

vatmetrit.Gjatë kalimit të rrymave I_1I_2 lindin forcat elektromagnetike të cilat tentojnë ta rrotullojnë bobinën e lëvizëshme në mënyrë që flukset e dy bobinave të përputhen.Energjia e fushës magnetikete dy bobinave me rrymatI_1 dhe I_2 dhe momenti i rrotullimit do të jetë

$$W_m = \frac{L_1 I_1^2}{2} + \frac{L_2 I_2^2}{2} + M_{12} I_1 I_2 \Rightarrow M_a = \left.\frac{dW_m}{d\alpha}\right|_{i=ct.} = I_1 I_2 \frac{dM_{12}}{d\alpha}$$

ku L_1L_2 janë induktivitetet e bobinave ;M_{12} induktiviteti i ndërsjelltë i bobinave.Nga ky barazim nxjerrim:

$$\alpha = \frac{I_1 I_2}{D} \cdot \frac{dM_{12}}{d\alpha}$$

Me një zgjedhje të përshtatshme të përmasave gjeometrike të bobinave dhe pozicionit fillestar të ndërsjelltë mund të arrihet që: $\frac{dM_{12}}{d\alpha} = const.$ dhe $\alpha = kI_1I_2$.

Në këtë rast këndi i zhvendosjes është në përpjestim të drejtë me rrymat I_1I_2. Rryma në bobinën e palëvizëshme do të jetë sa rryma e ngarkesës$I_1 \approx I;$ kurse rryma në bobinën e lëvizëshme do të jetë $I_2=U/(R_2+Rs)$.Duke zëvëndësuar në formulën e mësipërme për α, kemi: $\boldsymbol{\alpha=kI_1\, U/(R_2+Rs)}$ dhe duke pranuar që R_2 dhe R_s janë konstante, atëherë $\boldsymbol{\alpha=k_2 I\, U= k_2 P}$.
Nga formula e fundit rezulton që këndi i zhvendosjes së aparatit është në përpjestim të drejtë me fuqinë e harxhuar nga marrësi.
Përparësitë e aparateve të sistemit elektrodinamik janë: mundësia e punimit si në rrymë të vazhdueshme dhe në rrymë alternative, shkalla e lartë e përpikmërisë.
Të metat janë: ndjeshmëria e ulët, fuqi vetjake e harxhuar e madhe, ndjeshmëri nga mbingarkesat, ndjeshmëri nga fushat magnetike të jashtme.

6.3 Matja e fuqisë aktive në qarqet e rrymës alternative

Për matjen e fuqisë aktive në qarqet e rrymës alternative përdoren vatmetrat elektrodinamikë dhe ferrodinamikë. N.q.s. në qarkun ku do bëhët matja zbatohet tensioni $u=Umsin\omega t$ dhe me rryme $i=Imsin(\omega t-\varphi)$, rryma në degën paralele do të jetë $I_u=U_msin(\omega t-\delta)/Z_u$.Ku Z_u është rezistenca e plotë e qarkut paralel.δ është këndi i vonesës së fazës së rrymës I_u nga tensioni i U për shkak të induktivitetit të qarkut paralel.Në këtë rast $\alpha=k_uUcos(\varphi-\delta)/Zu = kIUcos\varphi = kP$.
Me kushtin që Zu=Ru bëhet e mundur gradimi i vatmetrit me përpikmëri të lartë me rrymë të vazhdueshme. Ndryshimi i frekuences çon në ndryshimin e rezistencës së plotë të qarkut të bobinës së lëvizëshme, si rrjedhim dhe të rrymës I_u,nga tensioni U , gjë që shkakton gabime të ndjeshme në vatmetër.Për të zvogëluar gabimet këndore bëhet kompensim frekuence.

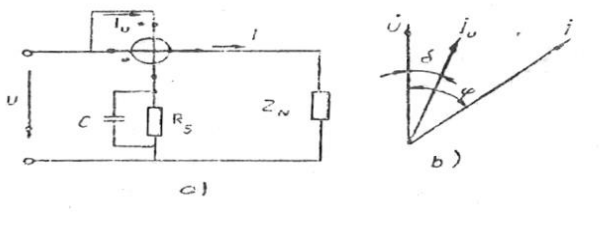
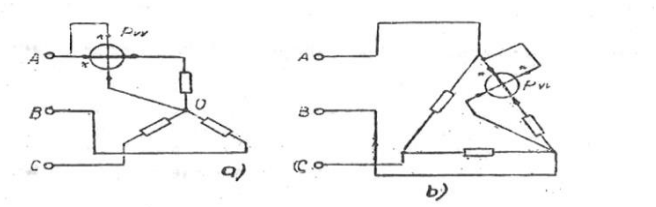


Fig.6.3. Skema e qarkut matës të fuqisë aktive një fazore dhe diagrami vektorial.

6.4 Matja e fuqisë në qarqet trefazore

Matja e fuqisë në qarqet trefazore mund të bëhet me një vatmeter,dy vatmetra dhe tre vatmetra. Zgjerimi i kufirit matës në cdo rast bëhet me ndihmën e transformatorëve të rrymës dhe të tensonit..

Matja e fuqisë me një vatmetër.Kjo metodë përdoret në qarqet trefazore simetrike.Bobina e tensionit lidhet në tensionin e fazës ,kurse bobina e rrymes lidhet në seri me fazën e marrësit. Kur ngarkesa është e lidhur në trekëndësh vatmetri lidhet në njerën fazë.Bobina e rrymës lidhet në seri me fazën kurse bobina e tensionit lidhet në tensionin e linjës që për lidhjen në trekëndësh është edhe tensioni i fazës. Në fig.6.4 paraqitet lidhja e vatmetrit në qarkun trefazor simetrik të lidhur: a - në yll dhe b - në trekëndësh. Tregimi i vatmetrit i përgjigjet fuqisë së njërës fazë.Për të gjetur fuqinë e krejt qarkut trefazor në çdo rast kur kemi ngarkesë simetrike pavarësisht nga lidhja e ngarkesës tregimi i vatmetrit trefishohet P=3Pw.



a) të lidhur në yll me pikë neutrale të arritshme **b)me ngarkesë të lidhur në trekëndësh**

Fig.6.4. Skema e lidhjes së vatmetrit në qarkun trefazor me tre përcjellës me simetri të plotë

Kur pika e neutrit është e pa arritshme përdoret pika e neutrit artificial e cila krijohet nga dy rezistenca me vlerë të njejtë me rezistencën e degës paralele të vatmetrit .Tre rezistencat lidhen në yll duke formuar neutrin artificial. Skema e lidhjes jepet në fig.6.5.

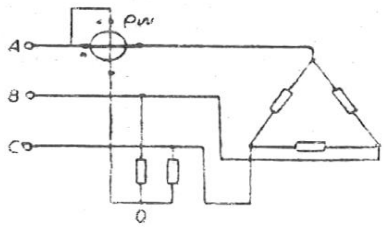


Fig. 6.5. Skema e lidhjes së vatmetrit në qarkun trefazor me neutër të pa arritshëm me simetri të plotë

Tregimi i vatmetrit i përgjigjet fuqisë së njërës faze: $P_w=U_{AB}I_{AB}cos\varphi$. Për të gjetur fuqinë e krejt qarkut trefazor në çdo rast kur kemi ngarkesë simetrike pavarësisht nga lidhja e ngarkesës tregimi i vatmetrit trefishohet P=3Pw.

6.5 Matja e fuqisë me metodën e tre aparateve

Kjo metodë perdoret për matjen e fuqisë në qarqet tre fazore me katër përcjellës. Metoda e tre aparateve jep rezultate të sakta paverësisht nga mënyra e lidhjes të marrësave dhe karakteri i ngarkeses si dhe për rryma dhe tensione simetrike dhe jo simetrike.

Në fig.6.6 tregohet skema e lidhjes së tre vatmetrave në qarkun tre fazor me katër përcjellës.

Çdo vatmetër mat fuqinë e një faze: $P_{W1}=P_A=U_AI_Acos\varphi_A$; $P_{W2}=P_B=U_BI_Bcos\varphi_B$; $P_{W3}=P_C=U_CI_Ccos\varphi_C$, ku: $U_A;U_B;U_C$ janë tensionet e fazave; $I_A;I_B;I_C$ janë rrymat e fazave $\varphi_A;\varphi_B;\varphi_C$ janë këndet e zhvendosjes ndërmjet tensioneve të fazave dhe rrynave të fazave.

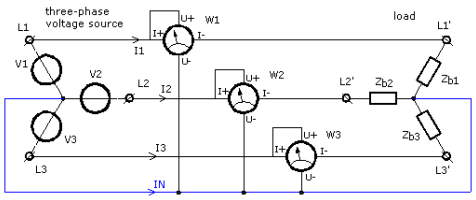


Fig.6.6. Skema e lidhjes së tre vatmetrave në qarkun tre fazor me katër përcjellës.

Fuqia e plotë e qarkut trefazor **është** $P= P_A+ P_B+ P_C= P_{W1}+ P_{W2}+ P_{W3.}$
Në kushte praktike fuqia në qarkun trefazor matet me vatmetër trefazor. Zgjerimi i kufirit matës të tij realizohet nëpërmjet transformatoreve matës të rrymës dhe tensionit.

6.6 Matja e fuqisë me metodën e dy aparateve

Metoda e dy aparateve përdoret për matjen e fuqisë në qarqet trefezore me tre përcjellës nëpërmjet dy vatmetrave njëelemtesh.Metoda jep rezultate të sakta pavarësisht nga skema e lidhjes së marrësave dhe karakteri i ngarkesës.Në fig.6.7. paraqitet skema e lidhjes së dy vatmetrave një elementësh.

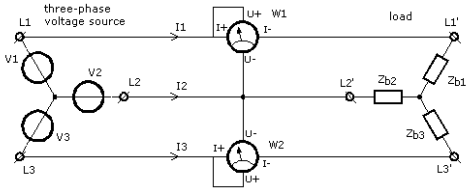
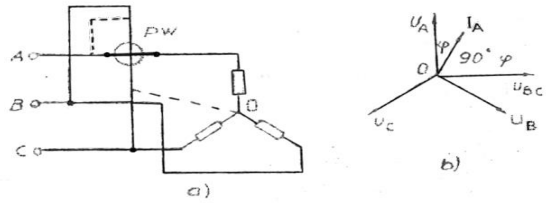


Fig.6.7. Skema e lidhjes së dy vatmetrave një elementësh

Rregulli i lidhjes. Mbështjella e rrymës së nje vatmetri p.sh. P_{W1} lidhet në fazen A, kurse mbështjella e vatmetrit të dytë P_{W2} lidhet në fazën C.Mbështjllat e tensionit të vatmetrave lidhën në tensionet e linjës , (ndërmjet fazës ku vendoset vatmetri dhe fazes se lire)si në figurë.Tregimet e vatmetrave të llogaritura janë: $P_{W1}=UIcos(30^0+\varphi)$; $P_{W2}=UIcos(30^0-\varphi)$ dhe fuqia e plotë e është e barabartë me:
$P= P_{W1}+ P_{W2}= UIcos(30^0+\varphi)+ UIcos(30^0-\varphi)=UIcos30^0cos\varphi=\sqrt{3}UIcos\varphi.$
Tregimet e çdo vatmetri mund të jenë pozitive dhe negative në varësi nga vlera dhe shenja e këndit φ.Në rastin kur tregimi është negativ për ta lexuar atë duhet të ndërrojmë kahun e rrymës në një nga mbështjellat dhe tregimi do të merret me shenjë negative. N.q.s. $\varphi=0$ d.m.th. ngarkesa është plotesisht aktive ,tregimet e te dy vatmetrave janë të barabarta.
Në praktikë përdoren vatmetrat me dy elemente, quhen vatmetra trefazorë; nga ana e ndërtimit përbëhet nga dy mekanizma matës një elementësh ferrodinamikë me një pjesë lëvizëse të përbashkët.Lidhja është e njejtë si në figurën e mësipërme.

6.7 Matja e fuqisë reaktive me metodën e një aparati

Për matjen fuqisë reaktive në qarqet trefazore përdoren të njëjtët vatmetra si për matjen e fuqise aktive,por ndryshon mënyra e lidhjes së tyre në qark. Matja me një vatmetër përdoret në qarqet plotësisht simetrike. Në figurën 6.8 më poshtë paraqitet skema e lidhjes. Me vijë të ndërprerë paraqitet lidhja për fuqinë aktive. Shihet që ndryshimi qëndron në lidhjen e bobinës voltmetrike e cila lidhet në tensionin e linjes U_{BC}. Nga diagrami vektorial shihet që ky tension mbetet në vonesë faze 90^0 kundrejt tensionit të fazës U_A.Tregimi i vatmetrit në këtë rast do të jetë $P_W=U_{BC}I_Acos(U_{BC}I_A)=Uicos(90-\varphi)=U_fI_fsin\varphi_f$ .Që të merret fuqia reaktive e komplet qarkut duhet që tregimi i voltmetrit të shumëzohet me$\sqrt{3}$, pra $Q=\sqrt{3}$ $P_W=\sqrt{3}UIsin\varphi$.Kjo metodë rekomandohet vetëm në laborator sepse asimetria më e vogël e sistemit sjell gabime të mëdha në matje.

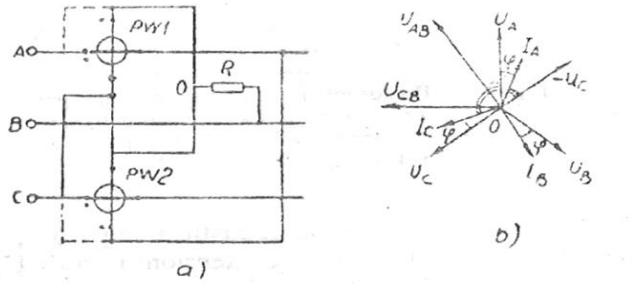


a) skema e lidhjes **b) diagrami vektorial**

Fig 6.8. Përdorimi i varmetrit për matjen e fuqisë reaktive në qarqet tre fazore me tre përcjellës me simetri të plotë.

6.8. Matja e fuqisë reaktive me metoden e dy aparateve

Kjo metodë përdoret si për simetri dhe për asimetri rrymash. Në fig.6.9 paraqitet mënyra e lidhjes së vatmetrave P_{W1} dhe P_{W2} për këtë rast. Në çdo rast lidhja e bobinave të rrymës nuk ndryshon. Ato lidhen në seri me fazën ku vendoset aparati. Në mbështjellën e tensionit të vatmetrit P_{W2} duhet të zbatohet tensioni që mbetet mbrapa U_{AB} me 90^0. Ky tension është tensioni i fazs U_C. Në mënyrë të ngjashme themi që tensioni që zbatohet në P_{W2} është tensioni i fazës U_A. Pra për realizimin e kësaj matje na nevojten tensionet $U_A$dhe U_C. Për matjen e këtyre tensioneve lidhet skema me pikë neutrale artificale. Për realizimin e zeros artificiale duhet që dy vatmetrat të jenë të një tipi dhe rezistori R të ketë të njejtën vlerë me rezistencën e qarkut të tensionit të vatmetrave. Për të marrë tensionet U_A dhe U_C duhet që në vatmetrin e parë kapsja me yll (*)të lidhet në fazën A, kurse në vatmetrin e dytë kapsja me yll (*)të lidhet në zeron artificiale. Tregimet e aparateve do të jenë $\boldsymbol{P_{W1}=(-U_C)I_A\cos(-U_CI_A)}$ dhe $\boldsymbol{P_{W2}=U_AI_C\cos(U_AI_C)}$**.** Duke bërë zëvendësimet dhe shndërrimet trigonometrike arrihet në përfundimin: $\boldsymbol{P_\Sigma = P_{W1} + P_{W2}=\sqrt{3}\,U_fI_f\sin\varphi_f}$. Që të merret fuqia reaktive e komplet qarkut duhet që shprehja e mësipërme të shumzohet me $\sqrt{3}$:$\boldsymbol{Q= P_\Sigma=\sqrt{3}(\sqrt{3}\,U_fI_f\sin\varphi_f)= 3\,U_fI_f\sin\varphi_f}$.

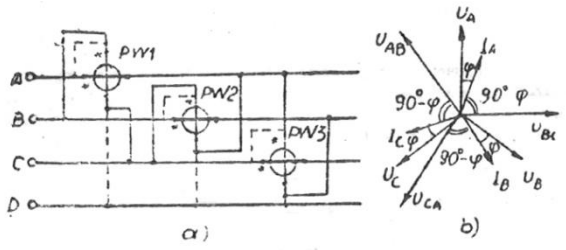


a) skema e lidhjes **b) diagrami vektorial**

Fig.6.9. Lidhja e dy vatmetrave për matjen e fuqisë reaktive në qarqet trefazore me katër përcjellës

6.9. Matja e fuqisë reaktive me metoden e tre aparateve

Matja e fuqisë reaktive me tre vatmetra përdoret në qarqet trefazore me tre dhe katër përcjellës si për rryma simetrike dhe për rryme jo simetrike. Në fig.6.10 tregohet lidhja e vatmetrave. Me vijë të plotë janë lidhur vatmetrat për matjen e fuqisë reaktive dhe me vija të ndërprera paraqitet lidhja e vatmetrave për matjen e fuqisë aktive. Sipas rregullit të lidhjes së vatmetrave për matjen e fuqisë reaktive duhet që tensionet në mbështjellat e vatmetrave të mbeten në vonesë faze me 90^0. Këto tensione janë tensionet e linjave U_{BC};U_{CA};U_{AB}.



a) skema e lidhjes **b) diagrami vektorial**

Fig.6.10. Lidhja e tre vatmetrave për matjen e fuqisë reaktive në qarqet tre fazore me katër përcjelles

Për simetri të plotë të qarkut tregimet e vatmetrave janë:$P_{W1}=U_{BC}I_A\cos(U_{BC}I_A) =UI\cos(90-\varphi)=UI\sin\varphi$;$P_{W2}=U_{CA}I_B\cos(U_{CA}I_B) =UI\cos(90-\varphi)=UI\sin\varphi$; $P_{W3}=U_{AB}I_C\cos (U_{AB}I_C)=UI\cos (90-\varphi)=UI\sin\varphi$.Si rrjedhim $P_{W3} = P_{W1} +P_{W2} +P_{W3}=3UI\sin\varphi$.Fuqia reaktive e qarkut trefazor është $Q= P_{W3}\sqrt{3}=3UI\sin\varphi/=\sqrt{}\sqrt{3}\ UI\sin\varphi$. Gjatë gradimit të vatmetrit duhet pasur parasysh që te pjestohën me √3 vlerat e tregimeve reale të aparat

6.10. Matja e këndit të zhvendosjes

Matja e këndit të zhvendosjes së fazës ndërmjet tensionit dhe rrymës, ndërmjet dy tensioneve sinusoidale,etj, realizohet me ndihmën e fazometrit. Në fig.6.11 paraqitet skema e ndërtimit të logometrit elektrodinamik.

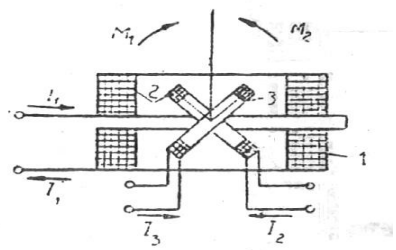


Fig.6.11. Skema e ndërtimit të logometrit elektrodinamik

Ai përbëhet prej bobinës të palevizëshme të ndarë në dy pjesë dhe dy bobinave të lëvizëshme 2 dhe 3 që formojnë një kënd 60^0 ndërmjet tyre dhe që fiksohen në një bosht të lëvizshëm.
Skema e lidhjes së logometrit elektrodinamik si fazometër dhe diagrami vektoril,paraqiten në fig.6.12 më poshtë.

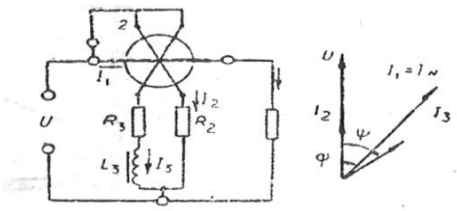


Fig. 6.12. Skema e lidhjes së fazometerit logometrik elektrodinamik dhe diagrami vektorial i tij

Nga bashkëveprimi i rrymës I_1 që kalon në bobinën e palëvizëshme,me rrymën I_2 që kalon në mbështjellën e kuadrit 2, krijohet momentin e rrotullimit $M_1=C_1I_1I_2\cos(I_1I_2)\sin(150-\alpha)$.
Bashkëveprimi i rrymës I_1 me rrymën I_3, krijon momentin M_2,i cili vepron në kah të kundërt me momentin M_1, $M_2= C_2I_1I_3\cos(I_1I_3)\sin(150 - 60 -\alpha)$. Dy momentet zhvendosin pjesën e

lëvizëshme deri sa të arrijë regjimin e vendosur në të cilin $M_1=M_2$. Ky kusht plotësohet kur $\alpha=\varphi$. Në këtë mënyrë këndi i zhvendosjes së pjesës së lëvizëshme është sa kendi i zhvendosjes në fazë ndërmjet tensionit dhe rrymës në ngarkesë. Aparati ka shkallë lineare, tregimi i tij nuk varet nga ndryshimet e tensionit në ngarkesë. E metë e këtij fazometri është se harxhon fuqi të madhe dhe tregimet e tij varen nga frekuenca. Shkalla e këtij fazometri mund të gradohet edhe me vlerën e $\cos\varphi$. Në bazë të mekanizmit elektrodinamik ndërtohet dhe fazometri për matjen e $\cos\varphi$ në qarqet e rrymës alternative trefazore. Ky aparat jep tregime të drejta në qarkun trefazor me tensione dhe rryma simetrike

6.11. Matja e energjisë,njehsori indukiv

Matja e energjise aktive dhe reaktive në qarqet njëfazore dhe trefazore me tre dhe katër përcjellës mund të lidhet me anë të aparateve matëse integruese (njehsorët të energjisë elektrike njëfzaore dhe trefazore). Zakonisht njehsorët e energjisë elektrike ndërtohen me mekanizëm matës induktiv.Njehsorët induktiv një elementësh përdoren për matjen e energjisë aktive në qarqet njëfazore të rrymës alternative dhe quhen ***njehsorë eletrikë njëfazor.***Në fig.6.13 paraqitet ndërtimi skematik i njehsorit induktiv një fazor

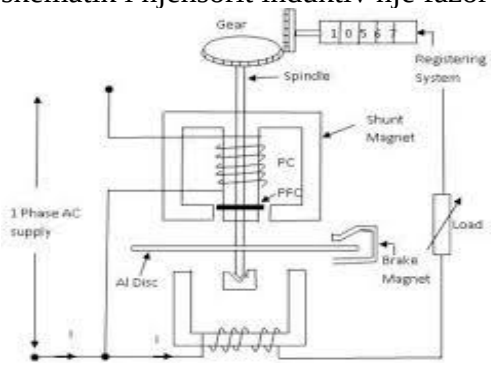


Fig. 6.13.Ndërtimi skematik i njehsorit njëfazor induktiv

Njehsorët induktivë kanë si pjesë kryesore dy elektromagnetë, njeri i rrymës që lidhet në seri me qarkun ku bëhet matja,dhe tjetri tensioni që lidhet në paralel me qarkun, një disk rrotullues prej alumini, një magnet të përhershëm dhe një pajisje treguese. Nga bashkëveprimi i rrymave Fuko që lindin në disk dhe flukseve magnetike të elektromagnetëve,në të lind *momenti rrotullues* që përcaktohet nga barazimi $M=cf\Phi_i\Phi_u\sin\psi$; ku: c-është konstantja e aparatit,f- është frekuenca e rrymës alternative,ψ- është kendi i zhvendosjes ndërmjet dy flukseve.Duke analizuar formulen arrijmë në këto përfundime:

- ✓ për të krijuar një moment rrotullues duhet të kemi të paktën dy flukse magnetike alternative të zhvendosura në faze dhe hapsirë ndërmjet tyre
- ✓ momenti rrotullues merr vlerën maksimale kur këndi i zhvendosjes ndërmjet flukseve është 90^0
- ✓ momenti i rrotullimit varet nga frekuenca e ndryshimit të flukseve.

Duke ditur që fluksi Φ_i është në përpjestim të drejtë me me rrymën I dhe, fluksi Φ_u është në përpjestim të drejte me tensionin U vërtetohet që momenti rrotullues është: $M=kIU\sin\psi$. Që ky moment rrotullues në disk te jetë në përpjestim të drejtë me fuqinë aktive duhet të plotësohet barazimi $\sin\psi=\cos\varphi$ *pra* $\psi=90^0-\varphi$, gjë që arrihet nga ndërtimi konstruktiv i njehsorit induktiv. Në këtë mënyrë mund të shkruajmë: $M=kIU\cos\varphi=kP$.

Nga bashkëveprimi i rymave Fuko me fluksin e magnetit të përhershëm në disk lind momenti frenues i cili për shpejtësinë e vendosur ekuilibron momentin e rrotullimit. Momenti frenues përcaktohet nga barazimi $M_F=C\Phi_m I_m$. Duke ditur që rryma I_m që lind në disk, është në përpjestim të drejtë me shpejtësinë këndore të diskut shkruajmë:$M_F=C\Omega$. Sipas kushtit të ekuilibrit kemi të drejtë të shkruajmë: $M=M_F$; ose $k_p=C\Omega=C\Delta\alpha/\Delta t$.Ky barazim mund të

shkruhet $kP\,\Delta t=C/\Delta\alpha$.Duke bërë shumatoren për kohën nga $t_1$në t_2 nxjerrim $k\sum P\,\Delta t=C\sum\Delta\alpha$ ose $kW=c2\pi N$ ku N është numri i rrotullimeve të diskut.Pra shihet që energjia e matur nga njehsori i energjisë aktive është në përpjestim të drejtë me numrin e rrotullimeve të diskut. Ky numër rrotullimesh rregjistrohet nga treguesi i njehsorit dhe shndërohet në nje varg shifrsh që lexohen.Parametri kryesor i aparatit është konstantja e njehsorit që paraqet energjinë e matur nga njehsori për cdo rrotullim. Për të rritur ndjeshmërinë e njehsorit dhe zvogëluar gabimet krijohet nje moment kompesues. Për të shmangur punimin e njehsorit pa ngarkesë vendosen dy grepa. Për matjen e energjise në qarqet tre fazore me katër përcjellës përdoren njehsorët trefazorë me dy dhe tre elementë. Matja e energjisë reaktive në qarqet trefazore bëhet me njehsorë të energjisë aktive të lidhur sipas rregullave të lidhjes së vatmetrave për matjen ë fuqisë reaktive.

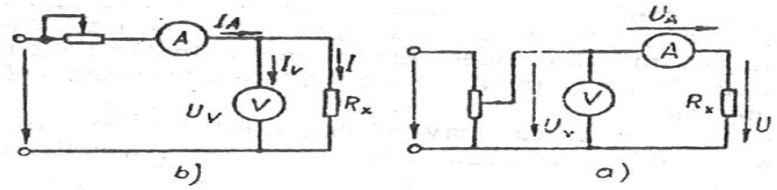
Tema mësimore nr.7: Matja e rezistencave

7.1. Veçoritë e matjes së rezistencave

Rezistenca është një nga parameterat kryesorë të qarkut elektik.Vlera e rezistencave ndryshon në kufi shumë të gjerë (nga 10^{-8} deri në $10^5\Omega$) dhe në mënyrë konvencionale ndahen në tre grupe:në rezistenca të vogla ($R<10\ \Omega$), rezistenca mesatare (nga $10<R<10^5$) dhe të mëdha ($R>10^5$).Çdo njëri nga grupet e rezistencave ka karakteristikat e veta. Rezistenca është parametër pasiv dhe në procesin e matjes është e nevojëshme të shndërrohet në element aktiv vlera e të cilit matet. Për të shmangur gabimet në matje, duhen marrë masa që të evitohet ndikimi i elementeve të tjerë të qarkut në matje.Gjatë matjes së rezistencave të vogla duhet të eliminohet ndikimi i përcjellsave lidhës, kontakteve dhe të forcave termoelektromotore. Gjatë matjes së rezistencave të mesme nuk ka nevojë të merren masa te veçanta.Gjatë matjes së rezistencave të mëdha duhet marrë parsysh ndikimi i rezistencave vëllimore dhe sipërfaqësore. Matja e rezistencave duhet të bëhët gjithmonë me rrymë të vazhdueshme, sepse përdorimi i rrymes alternative do të sillte gabime nga ndikimi i induktiviteteve dhe kapaciteteve si dhe nga ndryshimi i frekuencës. Gjithashtu përdorimi i rrymës së vazhdur jep mundesinë e përdorimit të aparateve magnetoelektrikë të cilët kanë një saktësi të lartë. Për rezistencat e përcjellsave të lëngët rekomandohet të përdoret rryma alternative për shkak të dukurisë së elektrolizës e cila do të sillte gabime të mëdha në matje. Metodat për matjen e rezistencave në qarqet e rrymës e rrymës së vazhduar janë: a)metoda me ampermetër dhe voltmetër (metoda jo e drejtpërdrejtë); b) me ommetër (metoda e drejtpërdrejtë) c) me urë matësë (metoda me krahasim).

Metoda e ampermetrit dhe voltmetrit përdoret për matjen e rezistencave mesatare. Kjo metodë shfrytëzon ligjin e Omit sipas të cilit $R_x=U/I$. Duke matur U dhe I përcaktojmë R_x.

Praktikisht mund të përdoren dy skema (fig.7.1).Gjatë matjes sipas skemës së pare (fig.7.1/a) voltmetri mat jo vetëm tensionin që zbatohet në rezistencën R_x por edhe tensionin U_A që zbatohet në ampermetër.Si rrjedhim $R_x=U_V-U_A/I_A=(U_V-I_AR_A)/I_A=(U_V/I_V)-RA,$ku I_A është rryma e matur nga ampermetri;R_A është rezistenca e brendëshme e ampermetrit.Kjo skemë përdoret në ato raste, kur rezistenca e brendëshme e ampermetrit është 100 herë më e vogël se rezistenca që do të matet.Në skemën e dytë ampermetri mat jo vetëm rrymën I në rezistencën Rx por dhe rrymën I_V në voltmetër.Si rrjedhim $R_x=U_v/(I_A-I_V)=U_V/(I_A-U_V/R_V)$.Kjo skemë përdoret në ato raste kur rezistenca që do të matet është 100 here më e vogël në krahësim me rezistencën e voltmetrit.Rezultati praktik në të dy rastet përcaktohet nga barazimi Rx=Uv/Rv. Rezultati praktik, më saktësi të mjaftueshme, në të dy rastet përcaktohet nga barazimi $R_x=U_v/R_v$.



a) rezistenca që matet është e madhe në krahasim me rezistencën e aparatit
b) rezistenca që matet është e vogël në krahasim me rezistencën e voltmetrit

Fig.7.1. Skema e lidhjes për matjen e rezistencave mesatare me metodën e ampermetrit dhe voltmetrit

7.2. Ommetrat

Ommetrat janë pajisje për matjen e drejtpërdrejtë të rezistencave; ndërtohen me mekanizëm matës te sistemit magnetoelektrik.Ommetrat ndahen në dy grupe:ommetra tregimet e të cilëve nuk varen nga tensioni i burimit ushqyes dhe ommetra tregimet e të cilëve varen nga tensioni i burimeve ushqyes. Sipas mënyrës së lidhjes së mekanizmit matës në qark, ommetrat mund të jenë në seri (fig.7.1/a) ose në paralel (fig.7.1/b0.

a) mekanizmi matës i lidhur në seri **b) mekanizmi matës i lidhur në paralel**

Fig.7.1. Skema parimore e ommetrit sipas lidhjes së mekanizmit matës

Ommetri përmban burimin me tension U,rezistencën shtesë Rs,të ndryshueshme,dhe mekanizmin matës i cili është një miliampermetër. Gjatë lidhjes së rezistencës Rx, që do të matet në qark kalon rryma I, nën veprimin e së cilës pjesa e lëvizëshme e ampermetrit do të zhvendoset me këndin α. Sipas shprehjes për mekanizmat magnetoelektrik,kemi $I=C\alpha$, ku C është konstantja e mekanizmit matës sipas rrymës. Sipas ligjit të Omit, $\alpha=U/C(R_S+R_A+R_X)$ sipas të cilit për U konstante,këndi do të varet vetëm nga rezistenca R_x. Gradimi i aparatit bëhet dretpërsëdrejti në om për një vlerë të caktuar të tensionit të burimit të ushqimit.
Për të shmangur gabimet nga shkarkimi i baterisë ushqyese duhet të bëhet zerimi i aparatit për cdo matje. Zerimi bëhet duke lidhur shkurt fishat dhe duke e ndryshuar rezistencën R_s deri sa tregimi i mekanizmit matës të bëhet zero.Në fig.7.2 tregohet: a) mënyra e zerimit të ommetrit seri dhe b-) realizimi i matjes së rezistencës.

a **b**

Fig.7.2. Mënyra e zerimit të ommetrit seri dhe realizimi i matjes së rezistencës

Mënyra e dytë e lidhjes së ommetrit është në paralel (fig.7.1/b). Edhe në këtë lidhje varësia e këndit α nga R_x është jo lineare, shenja e zeros është majtas .Kjo skemë përdoret për matjen e rezistencave të vogla.

Ommetrat logometrikë shfrytëzojnë mekanizmin logometrik të përbërë nga dy magnetë të përhershëm dhe dy kuadro të lëvizshëm të fiksuara në bosht. Kalimi i rrymave I_1,I_2 në kuadrot krijojnë momentet $M_1=I_1F_1(\alpha)$ dhe $M_2=I_2F_2(\alpha)$. Pjesa e lëvizëshme ndalon kur $M_1=M_2$ d.m.th. kur $I_1F_1(\alpha) =I_2F_2(\alpha)$ prej nga $I_1/I_2=F_2(\alpha)/ F_1(\alpha)$ ose $\alpha=F(I_1/I_2)$. Në fig.7.3 paraqiten skemat parimore të ommetrit logometrik me rezistence që matet a-në seri b-në paralel.Meqenëse rrymat $I_1=U/R$ dhe $I2=U/R_X$ arijmë në përfundimin se tregimi i ommetrit logometrik varet nga raporti i rezistencave $\alpha=f(R_2/R_1)$.

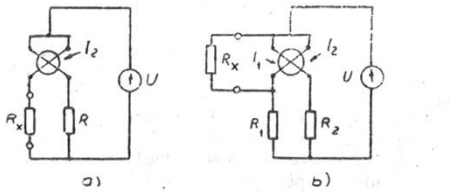


Fig.7.3. Skemat parimore të ommetrit logometrik për matjen e rezistencave: a)të mëdha b)të vogla

7.3. Urat matëse

Ura matëse quhen aparatet me krahësim që përdoren për matjen e rezistencave ose të madhësive që janë të lidhura funksionalisht me to. Ato ndahen në :ura matëse njëshe dhe ura matëse dyshe. Në fig. 7.4.paraqitet skema parimore e urës matëse njëshe.

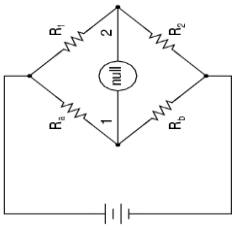


Fig.7. 4. Skema e urës matëse njëshe

Ura matëse ka katër krahë ku janë lidhur rezistencat $R_1R_2R_aR_b$. Në diagonalen 1-2 që quhet diagonalja e daljes, lidhet treguesi i zeros i cili mund të jetë një galvanometër, që formon urën midis dy degeve paralele (RaRbdhe R_1) të krejt qarkut matës .Prej këtej merr dhe emrin skemë urë. Në diagonalen tjetër lidhet burimi ushqyes me tension U. Procesi i matjes nëpërmjet urës përmblidhet në atë që, duke ndryshuar një ose disa rezistenca të krahëve, synohet që rryma në qarkun e galvanometrit të bëhet zero, pra ura të kalohet ne gjendje ekuilibri. Kur njëra nga këto rezistenca është ajo që do të matet, ajo mund të përcaktohet nëpërmjet madhësive të tre rezistencave të tjera. Gjatë vendosjes së ekuilibrit që rrjedh nga barazimi i potencialeve të pikave 1dhe 2, mund të nxjerrim këto barazime tensione të krahëve të urës $I_1R_1=I_bR_b$ dhe $I_2R_2=IaRa$. Dhe meqënëse në çastin e barazimit të urës $I_1=I_2$ dhe $Ia=I_b$ atëhere mund të shkruajmë $R_1/R_2=Ra/R_b$. N.q.s pranojmë që rezistenca që do masim është rezistenca $R_1=R_X$, nxjerrim $R_X=R_2Ra/R_b$.

Në varësi të raportit Ra/R_b,urat matëse ndërtohen dy tipesh:me raport të pandryshueshëm të krahëve të urës dhe raport të ndryshueshëm. Në fig.7.5 tregohet skema e urës matëse njëshe me raport të pandryshueshëm të krahëve të punës.

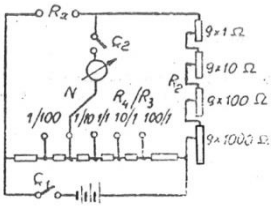


Fig.7.5. Skema e urës matëse njëshe me raport të pandryshueshëm të krahëve të punës

Në rastin e parë ekuilibri arrihet duke rregulluar rezistencën R_2 e ndërtuar në formë magazine rezistencash me katër ose pesë dekada, kurse raporti i krahëve mund të bëhet nëpërmjet ndërkyçësit N, i barabartë nga 1/100 deri në 1/1000, çka lejon të bëhet matja e rezistencave në diapazon shumë të gjërë. Raporti i krahëve duhet zgjedhur në atë menyrë që gjatë ekujilibrimit të urës të jenë shfrytëzuar të katër dekadat e krahut R_2.Në urën matëse me raport të ndryshueshëm të krahëve të urës raporti R_4/R_3 rregullohet nëpërmjet telit të kalibruar prej mangani që ndahet nëpërmjet kontaktit të lëvizshëm në dy pjesë, të cilat formojnë krahët e urës (fig.7.6/a). M.q.s.rezistencat e këtyre telave kanë të njëjtin seksion dhe të njëjtin material, ato janë në përpjestim të drejtë me gjatësitë, prandaj mund të shkruajmë: ***R4/R3=L4/L3.***

Ky raport zakonisht vendoset në shkallën e urës që është paralel me telin e kalibruar ,gjë që jep mundësi të përcaktohet drejtpërsëdrejti, raporti i tij. Kjo urë quhet *urë lineare.*

Në fig.7.8/b tregohet skema e urës njëshe lineare, ku R2 është një magazinë rezistencash .

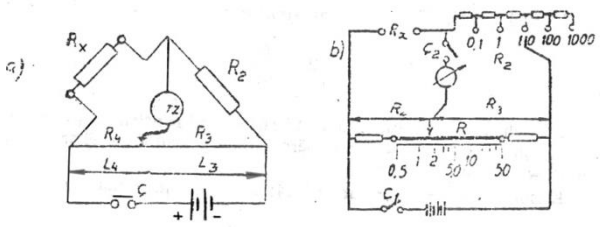


Fig.7.6. Skema e urës njëshe me raport të ndryshueshëm të krahëve të urës

7.4 Matja e rezistencave të izolimit në instalimet pa tension

Për matjen e rezistencës së izolimit në instalimet elektrike që nuk janë nën tensionin e punës përdoret megaommetri.Në fig.7.7. është dhënë skema për matjen e rezistencës së izolimit të përcjellësit A kundrejt tokës në instalimin me dy përcjellës. Njëra kapse e megaommetrit lidhet te përcjellësi A,kurse kapsja tjetër lidhet me tokën.

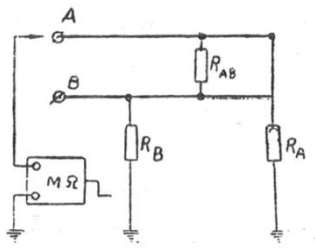


Fig.7.7. Skema e njëvlershme e rrjetit me dy përcjellës për matjen e rezistencës së izolimit të njërit nga percjellësit kundrejt tokës

Sic shihet nga skema ,rezultati i matjes përcakton jo rezistencën e izolimit të përcjellësit A kundrejt tokes R_A,por rezistencën e njëvlershme të dy degëve paralele,njëra dege R_A kurse dega tjetër e përbërë nga dy rezistenca të lidhura në seri R_{AB} dhe R_B.Kjo rezistencë e një-vlerëshme është më e vogel se R_A($R_{nj}<R_A$).Në pamundësi për të përcaktuar rezistencën

R_A,mund të pranojmë që madhësia R_A mund të jetë me e vogel sëe vlera e nxjerrë R_{njA}. Në të njëjtën menyrë mund të arsyetojmë për rezistencën e izolimit të përcjellësit B

7.5 Kontrolli i gjendjes së izolimit të instalimeve nën tensionin e punës

Për të kontrolluar gjendjen e izolimit të instalimeve elektrike që ndodhen në tensionin e punës përdoren metodat me dy dhe tre voltmetra. Metoda me dy voltmetra përdoret në qarqet e rrymës së vazhduar. Skema e lidhjes tregohet në fig.7.8.

Fig. 7.8. Skema për kontrollin e gjendjes së izolimit në rrjetin me dy dhe tre përcjellës

Në këtë rast për regjim normal pune secili nga voltmetrat do të tregojë gjysmën e tensionit të rrjetit.n.q.s rezistenca e izolimit të njerit nga përcjellesit do të zvogëlohet, atëhere tensioni në voltmetrin e lidhur në këtë përcjellës do të zvogëlohet, kurse në voltmetrin tjetër do të rritet, pasi rezistenca e njëvlerëshme midis kapseve të voltmetrit të parë zvogëlohet, kurse tensioni i rrjetit shpërndahet në përpjestim të drejtë me rezistencat.Në rrjetin e rrymës trefazore, kontrolli për gjendjen e izolimit bëhet nëpërmjet tre voltmetrave (ose një voltmetri me komutator).N.q.s. rezsistencat e izolimit të tre fazave janë të njëjta, tregimi i çdo voltmetri do të jetë i njëjtë sa tensioni i fazës së rrjetit. N.q.s. izolimi i njërit prej përcjellsave zvogëlohet, atëherë do të zvogëlohet dhe tensioni i voltmetrit të lidhur në këtë përcjellës sepse zvogëlohet diferenca e potencialeve ndërmjet përcjellesit dhe tokes.Tregimet e dy voltmetrave të tjerë do të rriten. Në rastin ekstrem, n.q.s. rezistenca e përcjellësit të parë bie në zero,diferenca e potencialeve bëhet zero si rrjedhim dhe tregimi voltmetrit të parë do të bëhet zero,kurse tregimet e dy voltmetrave të tjerë do të janë sa tensioni i linjës. Në rrjetat trefazore të tensionit të lartë voltmetrat lidhen nëpërmjet transformatorëve të tensionit.

7.6. Përcaktimi i vendit të prishjes së izolimit të kabllos

Gjatë shfrytëzimit të instalimit elektrik, mund të ndodhë prishja e izolimit të përcjellsave ose këputja e tyre. Për të përcaktuar vendin e dëmtimit një nga skemat e përdorura është skema e urës së paraqitur në fig.7.6.

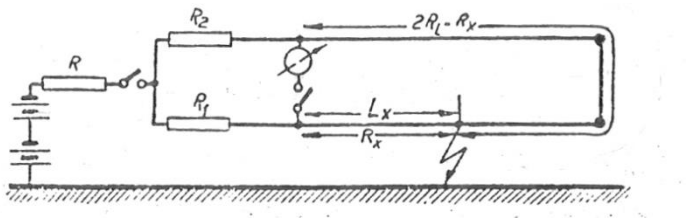


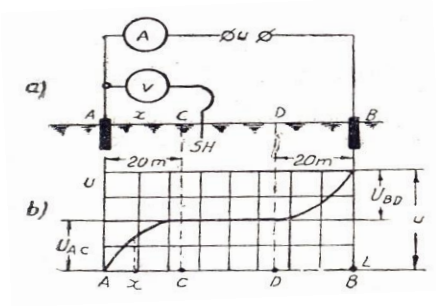
Fig.7.10.Skema e qarkut të urës për përcaktimin e vendit të dëmtimit

Për përcaktimin e vendit të dëmtuar veprohet në këtë mënyrë**: skajet e fijes së dëmtuar dhe** fijes së padëmtuar lidhen në të shkurtër me një tel të trashë bakri.Në këtë rast ndërmjet

rezistencave R_1,**R_2** rezistences Rx dhe rezistences $2R_L$-R_X formohet ura matëse.Duke ndryshuar raportin R_1/R_2 arrijmë ekujlibrin e urës për të cilin mund të shkruajmë barazimin : $R_1/R_2=k=R_X/(2R_L-R_X)$ nga ku nxjerrim $R_X=2R_Lk/(k+1)$.Pasi kemi përcaktuar R_X përcaktojmë L_X duke u nisur nga formula $R_X=\rho L_X/S$ ku: L_X është largësia nga pika e komandimit deri ne vendin e lidhjes së shkurtër; S është seksioni i përcjellësit, ρ është rezistenca specifike elektrike e përcjellësit. Në qoftë se pranojmë që kablloja ka seksion dhe material të njëjtë në të gjithë gjatësinë, në vend të R_X dhe R_L mund të vemë L_X dhe L, atëherë do të kemi Lx=2Lk/k+1. Për rezultate sa më të sakta duhet që rezistencat e përcjellsave lidhës të jenë shumë më të vogla se rezistencat R_X dhe R_L

7.7 Rezistenca e tokëzimit

Në instalimet elektrike për të mbrojtur personelin nga rënia në tension kur prishet izolimi i përdoret tokëzimi.***Tokëzim quhet lidhja e pjesëve metalike jo rrymësjellëse, që nuk janë nën tension por që mund të bien nën tension, me tokën***.Tokëzimi realizohet me anë të elektrodave metalike që vendosen në tokë dhe lidhen me instalimin elektrik nëpërmjet përcjellësve të tokëzimit.Rezistenca e tokëzuesit dhe përcjellësit është shumë e vogël. Rezistencë paraqet shtresa e tokës që ndodhet në afërsi të tokëzimit dhe quhet ***rezistencë tokëzimi***. Një nga mënyrat e matjes së rezistencës së tokëzimit është metoda me ampermeter dhe voltmeter (fig.7.11). Për të realizuar matjen merren dy elektroda të cilat futen në tokë në një distancë jo më të vogël se 40 m nga njëra - tjetra. Në to ushtrohet një tension U. Si rezultat në tokë do të kalojë rryma I. N.q.s. në qarkun e krijuar lidhim ampermetrin dhe njërën kapse të voltmetrit e fiksojmë tek njëra elektrodë dhe kapsen tjetër e lidhim në pika të ndryshme të tokës, atëherë do të nxjerrim lakoren e rënies së tensionit sipas lakores që bashkon elektrodat. Vërtetohet që rryma zvogëlohet duke u larguar nga elektroda dhe në një distancë 20 m ajo pranohet zero. Pra toka paraqet një rezistencë më të madhe pranë elektrodës dhe gjithmonë më të vogël me largimin prej saj.Vlera e rezistencës përcaktohet nga barzimi $R_A=U/I$.



a) Skema për matjen e tokëzimit b) Lakorja e rënies së tensionit

Fig. 7.11. Matja e rezistencës së tokëzimit me ampermetër dhe voltmetër

7.8. Terrometri

Terrometri është aparat që shërben për matjen e drejtpërdrejtë të rezistencës së tokëzimit.Në këtë aparat përdoret mekanizmi matës magnetoelektrik logometrik. Në fig.7.12 tregohet skema e lidhjes së terrometrit logometrik.

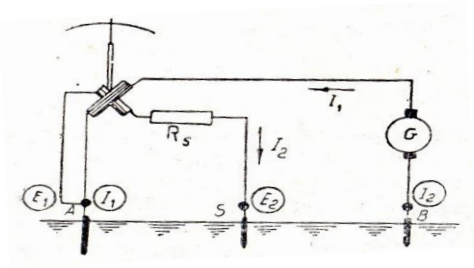


Fig.7.12.Skema e lidhjes se terrometrit

Njëri kuadër i logometrit lidhet me qarkun e rrymës I_1,në seri me burimin e rrymës që ushqen elektrodën e tokëzimit A, që matet dhe me elektrodën ndihmëse B. Kuadri i dytë në seri me resistencën shtesë Rs, lidhet nëpërmjet tokëzimit që provohet dhe sondës S. Në këtë mënyrë gjatë matjes, qarku i kuadrit të dytë ndodhet nën tensionin e barabartë me rënien e tensionit në rezistencën e tokëzimit që matet dhe si rrjeshim rryma në kuadër do të jetë: $\boldsymbol{I_2=I_1R_X/R_2+R_{sh}+R_s}$.

Këndi i zhvendosjes në sistemin logometrik është:$\boldsymbol{\alpha=f(I_1/I_2)= f[(R_2+R_{sh}+Rs)/R]=f(k/Rx)}$ ku R_2 është rezistenca e kuadrit të dytë; R_{sh} është rezistenca e tokëzimit të sondës dhe $\boldsymbol{k=R_2+R_{sh}+R_s}$ është rezistenca per të cilën gradohet shkalla e apratit. Për vlerë konstante të k këndi i zhvendosjes varet vetëm nga rezistenca që matet. Në mënyrë që k të mbetet e pandryshueshme për rezistenca të ndyshme të tokëzimit të sondës Rsh, k të mbetet e pandryshueshme, rezistenca Rs merret shumë herë më e madhe se vlerat e mundëshme të Rsh.Për matjen e rezistencës së tokëzimit përdoret rrymë alternative,kurse mekanizmi matës punon me rrymë të vazhdueshme. Për këtë arsye aparati pajiset me dy shndërrues të sistemit elektromagnetik.I pari shndërron rrymën e vazhdueshme të gjeneratorit ushqyes që ka aparati në rrymë alternative , rrymë që kalon në tokë dhe përsëri drejtohet nga shndërruesit i dytë në rrymë të vazhdueshme që matet në mekanizmin matës.