Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi
Sumqayıt Dövlət Universitetinin nəzdində
Sumqayıt Dövlət Texniki Kolleci

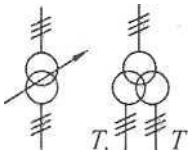
Elektrik təchizatının əsasları fənnindən mühazirələr

Sumqayıt 2020

1.	Elektrik təchizatı sistemləri və onun haqqında ümumi məlumatlar. Elektrik qurğuları haqqında ümumi məlumat
2.	Elektrik şəbəkələrinin gərginlikləri və neytralın rejimləri. Sinxron generatorlar
3.	Güc transformatorları. Elektrik birləşmə sxemləri haqqında ümumi məlumat
4.	Elektrik stansiyalarının struktur sxemləri və transformatorlarının seçilməsi. Elektrik yarımstansiyalarının struktur sxemləri və transformatorlarının seçilməsi
5.	Elektrik stansiyalarının elektrik birləşmə sxemləri. Elektrik yarımstansiyalarının elektrik birləşmə sxemləri
6.	Elektrik stansiya və yarımstansiyalarının xüsusi sərfiyyatının elektrik birləşmə sxemləri. Qısaqapanma.
7.	Dəyişməz gərginlik şinlərdən qidalanan dövrədə üçfazalı qısaqapanma prosesi. Qısaqapanma cərəyanlarının hesablanması
8.	Gərginliyi 1 kV-a qədər olan elektrik qurğularında qısaqapanma cərəyanlarının hesablanma xüsusiyyətləri
9.	Uzunmüddətli iş rejiminin hesablanma şəraiti. Cərəyankeçirici hissələr
10.	Qeyri-avtomatik açarlar. Qoruyucular. Avtomatik açarlar.
11.	Kontaktorlar və işəburaxıcılar. Yüksək gərginlikli açarlar.
12.	Ayırıcılar, qısaqapayıcılar, aralayıcılar
13.	Cərəyan transformatorları. Gərginlik transformatorları
14.	Cərəyaməhdudlaşdırıcı reaktorlar
15.	Elektrik təchizat sistemi elementlərində güc və enerji itkiləri

Yarımstansiyaların elektrik avadanlıqları və aparatları.
Güc transformatorların seçilməsi

Elektrik sistemlərinin yarımstansiyalarda quraşdırılan avadanlıqlar və aparatlar aşağıdakılardır.



1. Güc transformatorları.
2. Gərginlik və cərəyan transformatorları.
3. Reaktorlar.
4. Sabit cərəyan yarımstansiyalarında diizləndirici qurğular.
5. Süzgəc qurğuları.
6. Yüksək gərginlikli dəyişən cərəyan açarları.
7. Sabit cərəyan tezişədi'ışən açarlar.
8. Qoruyucular.
9. Elektrik boşaldıcıları.
10. Reaktiv gücii kompensasiya qurğuları.
11. Xüsusi sərfıyyat transformatorları.
12. Ayırıcılar.
13. Aralayıcılar.
14. Qısaqapayıcılar.
15. Müxtəlif təyinatlı ölçü cihazları.

- Güc transformatorları yarımstansiyanın əsas avadaanlıqlarıdır və bir gərginlikli elektrik enerjisini digər gərginlikli elektrik enerjisinə çevrilməsinə xidmət edən elektrik qurğusudur.
- Gərginlik transformatorları yarımstansiyanın yüksək gərginlik tərəfində gərginliyi ölçmək və rele mühafizəsinin gərginlik dolaqlarını qidalandıran transformatorlardır.
- Cərəyan transformatorları yüksək gərginlik tərəfdə cərəyanı ölçmək və rele mühafizəsinin cərəyan dolaqlarını qidalandıran transformatorlardır.
- Xüsusi sərfıyyat transformatorları yarımstansiaynın xüsusi enerji tələbatını ödəmək üçün istifadə olunan transformatorlardır.
- Reaktorlarlar qısaqapanma cərayanlarını məhdudlaşdıran avadanlıqlardır.
- Diizləndirici qurğular sabit cərəyan dartı yarımstansiyalarında transformatorlar vasitəsi ilə alçaldılan gərginliyi sabit cərəyan enerjisinə çevirən elektrik qurğusudur.
- Süzgəc qurğuları induktivlik və tutumdan yığılan elektrik qurğusu olaraq düzləndiricilərdən sonra yüksək gərginlik harmonikalarım hamarlayan elektrik qurğusudur.
- Yüksək gərginlikli dəyişən cərəyan açarları istənilən rejimdə dövrəni açıb qapamaq və qısaqapanma zamanı avtomatik açmaq üçün istifadə olunan elektrik aparatıdır.
- Ayırıcılar cərəyansız və ya az cərəyanlı dövrələri açmaq üçün yəni gözlə görünən arakəsmə yaratmaq üçün istifadə olunan elektrik aparatıdır.

ELEKTRİK TƏCHİZATI SXEMLƏRİ VƏ YARIMSTANSİYALAR

Elektrik təchizatı sxemləri və onların tərtibi

l. Əsas tələblər.

Müəssisənin elektrik təchizatı sistemi qidalandırıcı, paylayıcı, transformator və çevirici yarımstansiyalarından, onları əlaqələndirən kabel və hava şəbəkələrindən, gərginliyi 1kV-dan çox və 1kV-dan aşağı olan şinnaqilərdən ibarətdir. Müəssisənin elektrik təchizatına qoyulan təlabat müəssisənin istehlak etdiyi gücdən onun növündən (kiçik, orta və ya iri) asılıdır, tri müəssisələrin işlədicilərininqoyuluş gücü 75 1000MVt (qara və əlvan metalurgiya, kimya, ağır maşınqayırma zavodları) təşkil edir. Orta güclü müəssisələrin işlədicilərinin gücü 75 100MVt-a qədərdir (maşınqayırma zavodları, ağac emelı kombinatları, tekstil fabrikləri). Kiçik güclü müəssisələsrin işlədicilərinin qoyuluş gücü 5MVt-a qədərdir (yüngül qida sənaye müəssisələri).

Elektrik təchizatı sxemləri elə tərtib edilir ki, elektrik təchizatı sisteminin bütövlükdə etibarlığı, iqtisadiliyi, xidməti təhlükəsizliyi və istənilən rejimdə tələb olunan enerji keyfiyyəti təmin edilsin.

Elektrik təchizatı sistemi onun sxemi ilə xarakterizə olunur. Elektrik təchizatı sxeminin etibarlığı elektrik enerjisi qəbuledicilərinin kateqoriyalarından asılı olaraq təyin edilir. Elektrik təchizatı sxeminin formalaşdırılması üçün sex transformatorlarının sayı və gücü seçilməlidir. Dərin girişlərin tətbiq olunduğu ən etibarlı və iqtisadi elektrik təchizatı sistemi, yüksək gərginlikli (35 110kV) mənbələrin elektrik enerjisi işlədicilərinə maksimum yaxın olduği sistemdir. Elektrik təchizatı sisteminin bütün elementləri daimi yük altında olmalıdır. Bu iş rejimində elektrik enerjisi itkiləri azalır və etibarlıq artır.

Elektrik təchizatı sisteminin qurulması zamanı xətlərin və transformatorların ayrılıqda işi nəzərdə tutulur ki, bu da qısaqapanma cərəyanlarını azaldır, birinci kommutasiya sxemini və girişlərdə rele mühafizəsini sadələşdirir. İstehlakçıların qidalanmasını bərpa etmək üçün sadə Avtomatik Təkrar Qoşulma (ATQ) və Ehtiyatın Avtomatik Qoşulması (EAQ) sxemləri tətbiq edilir. Girişlərin və ya alçaldıcı transformatorların paralel işi seksiya (bölmə) açarının tətbiqi nəticəsində təmin edilir. Hər hansı bir dövrənin normal iş rejiminin pozulması zamanı, dövrə avtomatik açılır.

Sənaye müəssisəsinin elektrik təchizatı sxemi qida mənbəyi ilə içlədicilər arasındakı əlaqəni göstərir. Sxem bu xüsusiyyətlərə malik olmalıdır:

Etibarlıq, iqtisadilik,müəsisə üzrə yüklərin yerləşmə xarakteri, tələb olunan giiciin miqdarı,məxsusi mənbəyin olması və s.

Sənaye müəsisələrinin elektrik təchizatı sxemləri 2 hissədən ibarətdir:xar/c/ *elektrik təchizatı sxemləri, daxili elektrik təchizatı sxemləri.*

Reaktiv gücün kompensasiyası üsulu və vasitələri

Sənaye müəssisələrinin layihəsi və istismarı zamanı xüsusi kompensasiya qurğularının tətbiqi tələb olunmayan tədbirlərə böyük üstünlük verilir. Bu tədbirlərə aşağıdakıları misal göstərmək olar:

-güc əmsalını artırmaq üçün texnoloji prosesin nizama salınması;

-bütün mümkün olan hallarda sinxron mühərriklərdən istifadə olunması; -transformator və mühərriklərin gücünün düzgün seçilməsi;

-işlədicilərin (asinxron mühərrik və transformatorların) yüksüz iş rejimini məhdudlaşdıran qurğuların tətbiqi;

-az yüklənmiş transformatorların açılması və dəyişdirilməsi.

Elektrik qurğularının funksional iş xüsusiyyətlərinə və reaktiv gücün kompensasiya vasitələrinə görə müəssisələrin elektrik şəbəkələri ümumi təyinatlı və xüsusi (qeyri-xətti, qeyri-simmetrik və kəskin dəyişən) yüklü şəbəkələrə ayrılır.

Ümumi təyinatlı şəbəkələrdə reaktiv gücün R kompensasiyasının texniki vasitələri aşağıda göstərilmişdir.

1. Kondensatorlar batareyası. Bunlar sənaye müəssisələrində reaktiv gücün əsas kompensasiya vasitəsi olub şəbəkəyə paralel (eninə) qoşulur. Sadəliyi, qiymətinin ucuzluğu, aktiv güc itkilərinin az olması onların üstünlüyü, yanğın təhlükəsinin olması və qalıq yüklərinin toplanması isə mənfi cəhətləri hesab olunur.

2 *Sinxron mühərriklər.* Bu mühərriklər həm şəbəkəyə reaktiv güc verə bilir, həm də şəbəkədən reaktiv güc ala bilir.

3. Hava və kabel xətlərində hasil olunan reaktiv güc. Bu güc kompensasiya qurğularının seçilməsi zamanı nəzərə alınmalıdır. Həmin güc xəttin uzunluğu və gərginliyin kvadratı ilə mütənasibdir.

Xüsusi yüklü şəbəkələrdə isə reaktiv gücün kompensasiyası üçün yuxarıda sadalanan texniki vasitələrdən başqa süzgəcli kompensasiya qurğuları, simmetrikləşdirici və süzgəcli-siımmetrikləşdirici qurğular, dinamiki və statiki kompensasiya qurğuları və xüsusi tez təsir edən sinxron kompensatorlar istifadə olunur.Şəkil 6.2-də kəskindəyişən yüklü (qövs sobaları, poladəritmə dəzgahlarmm intiqalları və s.) şəbəkələrdə quraşdırılan reaktiv güc mənbəyinin sxemi göstərilmişdir. Sxemdə tənzimlənilən 2 induktivlikləri və tənzimlənilməyən 2 tutumları vardır. İnduktivliklərin tənzimi bipolyar qoşulan 3 tiristorları ilə həyata keçirilir. Yüksək hannonikalarm yaranması bu sxemin mənfi cəhətidir.

ELEKTRİK TƏCHİZAT SİSTEMLƏRİNDƏ REAKTİV GÜCÜN KOMPENSASİYASI VƏ GƏRGİNLİYİN TƏNZİMİ

Ümumi məlumatlar

Sənaye müəssisələrinin elektrik işlədiciləri öz işi üçün həm aktiv ***(P),*** həm də reaktiv güc *(Q)* tələb edir. Aktiv güc kimi reaktiv güc də sinxron generatorlarda istehsal edilir və elektrik təchizatı sistemləri vasitəsilə işlədicilərə ötürülür. Mənbəyin verdiyi aktiv güc aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

$$P = \sqrt{3}UIcos\varphi = \sqrt{3}Scos\varphi$$

Cərəyan və gərginlik vektorları arasındakı bucaq *(φ)* mənbəyin gücünün istifadə dərəcəsini xarakterizə edir. Tam gücün qiyməti aktiv və reaktiv güclərin qiymətlərinə əsasən aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

İşlədicilərin reaktiv gücünü azaltmaqla generatorların qoyuluş gücünü, yarımstansiyadakı transformatorların gücünü azaltmaq, kabel, naqil və cərəyankeçirən hissələrin en kəsiyini artırmadan elektrik təchizat sisteminin giicötürmə qabiliyyətini artırmaq olar.

Aktiv və reaktiv gücün işlədicilərə ötürülməsi prosesində elektrik təchizat sistemində aktiv güc itkisi yaranır:

$$\Delta P = 3I^2R = \frac{S^2}{U^2} \cdot R = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot R$$

Digər tərəfdən $P^2 + Q^2 = \frac{p^2}{cos\varphi}$ olduğunu nəzərə alsaq yuxarıdakı ifadə belə olar:

$$\Delta \mathrm{P} = \frac{\mathrm{P}^2 R}{\mathrm{U}^2 cos\varphi}$$

Axırıncı ifadədən göründüyü kimi aktiv güc itkisi güc əmsalının kvadratı ilə tərs mütənasibdir.

Sənaye müəssisələrində işlədilən reaktiv gücün 60-70%-i asinxron mühərriklərin, 20-25 %-i transformatorların, 10 %-ə qədəri isə xətlərin və digər işlədicilərin (lüminisent lampaları, induksiya sobaları, reaktorların) payına düşür.

Reaktiv gücün kompensasiyası böyük əhəmiyyətə malikdir. Belə ki, axırıncı ifadədən göründüyü kimi güc əmsalının *(*cosφ*)* yüksəldilməsi ilə aktiv güc itkiləri azaldılır və xeyli miqdarda elektrik enerjisinə qənaət edilir.

Sex elektrik şəbəkələrinin sxemləri

Gərginliyi 1 kV-a qədər olan şəbəkələr sənaye müəssisələrinin sexlərinin daxilində elektrik enerjisinin paylanması üçündür. Müəssisə ərazisində sexdən kənarda yerləşdirilən elektrik qəbulediciləri də bu şəbəkələrdən qidalanır. Sex elektrik şəbəkələri sənaye müəssisəsinin ETS-sinin tərkib hissəsidir. Elektrik qəbulediciləri nin əksəriyyəti bu şəbəkələr tərəfindən qidalandırılır. Sexdaxili şəbəkələrin sxemləri istehsal texnologiyası, sex tikilisinin planı, TY, EQ və qidalandırıcı girişlərin qarşılıqlı vəziyyəti, elektrik təchizatının fasiləsizliyi tələbləri, texniki-iqtisadi təsəvvürlər, ətraf mühit şərtləri ilə müəyyən olunur.

Sexdaxili şəbəkələr qidalandırıcı və paylayıcı şəbəkələrə bölünür. Qidalandırıcı şəbəkələr qida mənbəyindən (TY) çıxaraq paylayıcı şkaflara (PŞ), paylayıcı şinnaqilə və ya ayrıca böyük güclü elektrik qəbuledicisinə gedir. Bə'zi hallarda qidalandırıcı şəbəkə TMB (transformator-magistral bloku) sxemi üzrə yerinə yetirilir. Bu halda KTY-nin transformatorundan magistral şinnaqili çıxır və müxtəlif nöqtələrdə ona birləşdirilən bir neçə PŞ-a və ya EQ-a elektrik enerjisi verilir. Paylayıcı sexdaxili şəbəkələr - sexin müxtəlif EQ-ləri bilavasitə bu şəbəkələrə qoşulur. Paylayıcı şəbəkələr paylayıcı şinnaqillərinin və paylayıcı şkafların köməyi ilə yerinə yetirilir. Sexdaxili şəbəkələrin sxemi öz strukturuna görə radial, magistral və qarışıq olur.

Radial sxemlər sexin sahəsi üzrə qeyri-müntəzəm paylanan toplanmış yüklü qruplar olduqda, yanğın və partlayış təhlükəli sexlərdə, kimyəvi aktiv mühitə malik sexlərdə tətbiq olunur. Sexdaxili şəbəkələrin radial sxemləri kabellərlə və ya izolə olunmuş naqillərlə yerinə yetirilir.

Radial sxemlərin üstünlüyü onların yüksək etibarlığa malik olmasındadır. Belə ki, xətlərin birində baş verən qəza başqa xəttə qoşulan işlədicinin iş rejiminə təsir göstərmir. Radial sxemlərin

çatışmazlığı bunlardır: xeyli miqdarda keçirici naqil, boru, paylaşdırıcı şkaf istifadə olunur ki, bu da iqtisadi cəhətdən sərfəli deyildir; mühafizə və kommutasiya aparatlarının sayı çox olur; texnoloji prosesin dəyişilməsi ilə işlədicinin yeri dəyişdirilərkən sxemin çevikliyi məhdudlaşır; quraşdırmanın sənayeləşdirilməsi yüksək deyildir.

Magistral sxemlər (şəkil 4.2) sexin sahəsi üzrə nisbətən müntəzəm paylanan güc və işıqlandırma yüklərini, həmçinin bir texnoloji xəttə malik olan işlədicilər qrupunu qidalandırmaq üçün tətbiq edilir. Magistral sxemlərdə bir qidalandırıcı magistral bir neçə paylayıcı şkafa və sexin iri elektrik qəbuledicisinə xidmət edir. Magistral sxemin müxtəlif formalarından biri TMB sxemidir (şəkil 4.2). Bu halda sexdaxili şəbəkə sadələşir, sex KTY alçaq gərginlikli PQ olmadan yerinə yetirilir. TMB sxemləri maşınqayırma zavodlarının mexaniki sexlərini qidalandırmaq üçün geniş tətbiq olunur. Şəbəkənin universallığını təmin etmək üçün qidalandırıcı magistral 1 transformatorun tam gücünün ötürülməsinə, paylaşdırıcı şinnaqillər 2 isə verilmiş işlədicilərin hesabi yüklərinə görə seçilməlidir.

Gərginliyi 1 kV-a qədər olan bərk cərəyannaqilə şinnaqil deyilir. Şinnaqillər zavod şəraitində hazırlanır və sifarişçiyə komplektləşdirilmiş seksiyalarla göndərilir.

Elektrik yüklərinin təyinatı və təsnifatı

Elektrik yükləri qəbuledicilərin, sexdəki qəbuledicilər qrupunun, sexin və ümumilikdə zavodun elektrik enerji istehlekanı, (istifadəsini) xarakterizə edir. Sənaye müəssisələrinin elektrik təchizatı sistemlərinin layihələndirilməsi və istismarı zamanı yükün aktiv gücü P, reaktiv gücü Q və cərəyan İ əsas sayılır. Elektrik yükləri ölçü cihazlarının göstəricilərinə əsasən müşahidə edilə bilər. Yükün zamana görə dəyişməsi özü yazan cihazlara əsasən qeyd oluna bilər. İstismar şəraitində yükün aktiv və ya reaktiv gücə görə vaxtdan asılılığı yük qrafikində təsvir olunur.Elektrik yükləri aşağıdakı kimi təsnif olunur:

1. *Orta yüklər.*
2. *Orta kvadratik yiiklər.*
3. *Maksimal yüklər.*
4. *Hesabi yüklər.*

Orta yiiklər:- Yükün dəyişməsinin orta qiyməti onun əsas statiki xarakteristikasıdır. Elektrik enerjisi işlədiciləri qrupunun cəm orta yükü hesabi yükün aşağı qiymətlərinin təxmini qiymətləndirilməsinə imkan yaradır. İstənilən vaxt intervalmda qəbuledicinin orta və reaktiv gücləri ümumi halda aşağıdakı ifadələrlə təyin edilir:

$$p_{or} = \frac{\int_0^t p \cdot dt}{t} \quad ; \qquad q_{or} = \frac{\int_0^t q \cdot dt}{t}$$

İstismar şəraitində, nəzərdən keçirilən müəyyən vaxt intervalmda, məsələn dövründə aktiv orta və reaktiv güclər sayğacların göstərişinə uyğun enerji sərflərinin qiymətlərinə əsasən belə hesablanır:

$$p_{or} = \frac{e_{ak}}{t_d} \qquad q_{or} = \frac{e_{reak}}{t_d}$$

$$i_{or} = \frac{1}{\sqrt{3} \cdot U_{nom} \cdot t_d} \cdot \int_0^{t_d} \sqrt{p^2 + q^2} \cdot dt \approx \frac{\sqrt{p_{or}^2 + q_{or}^2}}{\sqrt{3} \cdot U_{nom}}$$

Elektrik yüklərinin qrafikləri

Elektrik stansiyalarında elektrik istehlalcçılarnın (işlədicilərinin) qidalandırılması üçün tələb olunan miqdarda elektrik enerjisi istehsal olunur. Müəyyən vaxt ərzində istehsal və istehlak olunan elektrik enerjisi işlədicilərin, yarımstansiyaların və elektrik stansiyalarının yük qrafiki adlanan qrafiklərində təsvir olunur. Elektrik təchizatı sisteminin layihələndirilməsi ilk növbədə elektrik yüklərinin yük qrafiklərinə əsasən təyin edilməsindən ibarətdir. Elektrik yükləri sənaye müəssisələri işlədicilərinin, işlədicilər qrupunun, sexlərin və ümumilikdə zavodların elektrik enerjiinə olan tələbatım xarakterizə edir. Elektrik yüklərinin qrafiklərində absis oxunda vaxt (zaman, dəqiqlikdən asıllı olaraq dəqiqiə və ya saatla) ordinat oxunda isə güc qeyd olunur. Yük qrafiki bir və ya bir neçə eyni iş rejimində işləyən işlədicilər qrupunun birlikdə tələb etdiyi yüklər üçün qurula bilər. Müxtəlif yük qrafikləri olan bir neçə işlədiciyə malik müəssisənin ümumi yük qrafiki bir qrafikin digərin üzərinə qoymaqla bir vaxta uyğun ordinatlarınm cəmlənməsi kimi tapılır. Güc xüsusiyyətinə görə yük qrafikləri 2 yerə bölünür: *1.Aktiv güc yük qrafiki. 2.* Reaktiv güc yük qrafiki.

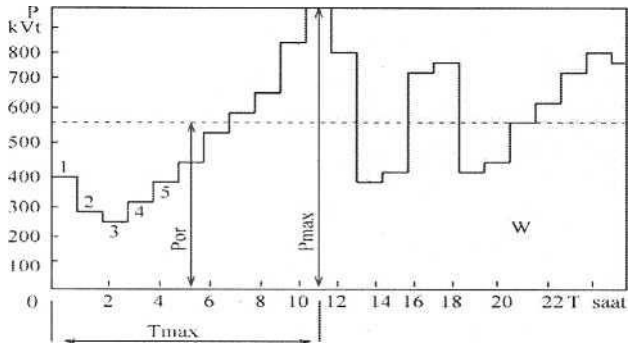
Müddətə görə yük qrafikləri 3 yerə bölünür: *Sutkalıq, aylıq, illik.* Fəsilə görə yük qrafikləri *qış* və *yay, yaz* və *payız* qrafiklərinə bölünür.

Təyinatlarına görə yük qrafikləri aşağıdakı kimi təsnif olunur:

1. *İşlədiciriin yiik qrafiki.*
2. *Yarımstansiyanın yük qrafiki.*
3. *Şəbəkə rayonunun yük qrafiki.*
4. *Elektrik stansiyasının yiik qrafiki.*
5. *Enerji sisteminin yük qrafiki.*

Yük qrafikləri eyni zamanda bir neçə əlaməti əhatə edə bilər. Məsələn yarımstansiyanın sutkalıq qış aktiv yük qrafiki. Adətən ən çox istifadə olunan yük qrafikləri sutkalıq və illik yük qrafikləridir. Pilləli formada hazırlanan aktiv sutkalıq yük qrafiki aşağıdakı kimi göstərmək olar.

Şəkil 1.1. Aktiv sutkalıq yük qrafiki



MÜƏSSİSƏLƏRİNİN ELEKTRİK YÜKLƏRİ

Sənaye elektrik təchizatının xüsusiyyətləri

Sənaye müəssisələrinin elektrik təchizatı sistemi sənaye işlədicilərinin (istehlakçılarının)

elektrik enerjisi ilə qidalandırılmasını təmin edir. Elektrik təchizatı sistemi dedikdə, elektrik enerjisinin istehsalı, ötürülməsi və paylanması üçün tələb olunan elektrik qurğuları nəzərdə tutulur. Sənaye elektrik təchizatı işlədicilərinə müxtəlif növ maşın və mexanizmlər, elektrik mühərrikləri, müxtəlif növ dəzgahlar , ventilyatorlar, elektrik qaynaq qurğuları, elektrik sobaları, işıqlandırma qurğuları və digər avadanlıqlar aiddir. Sənaye elektrik təchizatı müxtəlif növ işlədiciləri elektrik stansiyalarında istehsal olunan elektrik enerjisi ilə təmin edilir. Elektrik işlədicilərinin əksəriyyəti elektrik enerjisini energetika sistemlətrindən alır. Eyni zamanda bəzi müəssisələrdə İstilik Elektrik Mərkəzləri (İEM) vasitəsilə istehlakçıların elektrik enerjisi ilə və eləcədə istilik enerjisinə olan tələbatı ödənilir. Elektrik enerjisinin istehsalında zəruriyyət aşağıdakı səbəblərlə izah edilir:

1. *Texnoloji məqsədlər üçün istiliyə olan tələbat və bu zaman elektrik enerjisi istehsalının əlverişli olması.*
2. *Vacib elektrik işlədiciləri üçün ehtiyyat qidalandırılmasının olması.*
3. *Enerji ehtoyyatlarının istifadəsinin tələb olunması.*
4. *Bəzi sənaye müəssisələrinin energetika sistemindən uzaqda yerləşməsi.*

Elektrik enerjisinə olan tələbat elektrik təchizatı sistemlərinin müasir avadanlıqlarla təchiz olunmasını tələb edir. Bəzi hallarda elektrik təchizatı sisteminə elektrik şəbəkələri, paylayıcı şəbəkələr, İEM-lər də əlavə edilir. Elektrik enerjisinin istehsalının, ötürülməsinin, qəbulunun və paylanmasının fasiləsiz olması avtomatlaşdırma sistemlərinin tətbiqinə zərurət yaradır. Elektrik enerjisi müəyyən keyfiyyət göstəricilərinə malik olmalıdır. Onun əsas keyfiyyəti göstəricilərinə tezlik və gərginliyin sabitliyi, gərginlik və cərəyanın sinosiodallığı və eyni zamanda dəyişən cərəyan sistemində gərginliyin simmetrikliyi aiddir. Sənaye müəssisələrində texnoloji proseslərin dəyişməsi ilə əlaqədar elektrik təchizatı sistemlərinin idarə olunması, onların vəziyyətlərinə nəzrət mühafizə və avtomatika qurğularının işi haqqında toplanan məlumatların dəqiqiliyi əsasında fasiləsiz və etibarlı elektrik təchizatını təmin edilir. Sənaye müəssisələri gücə görə üç qrupa bölünür:

1. *Kiçik güclü sənaye müəssisələri.*
2. Orta güclü sənaye müəssisələri.
3. İri güclü sənaye müəssisələri.

Kiçik güclü sənaye müəssisələrinin qidalandırılmasında istifadə olunan şəbəkələrdə əsasən 6-10 kV gərginlikdən istifadə olunur. Orta güclü sənaye müəssisələrini qidalandırmaq üçün 35-110 kV. İri güclü sənaye müəssisələrini qidalandırma qüçün isə 220 kV-luq nominal gərginlik tətbiq edilir. Sənaye müəssisələrinin elektrik enerjisi ilə təchizatı sistemlərin layihələndirilməsi zamanı nəzərə alınmalıdır. Bunun üçün layihələndirmənin ilkin mərhələsində elektrik yükləri təyin edilməlidir. Elektrik yüklərinn qiymətlərinə görə isə elektrik təchizatı sisteminin avadanlıqları seçilir yoxlanılır və onlardakı güc və enerji itkiləri təyin edilir. Sənaye müəssisələrində istifadə olunan bütün avadanlıqlar güclərinə, tiplərinə, iş rejimlərinə, gərginliyinə və cərəyan sisteminin növünə görə qruplarda birləşdirilir. Sənaye müəssisələrinin tərkibinə aid olan müxtəlif elektrik qurğuları və avadanlıqları elektrik enerjisi işlədiciləridir.

Cərəyan ölçü transformatorları

Cərəyan ölçü transformatorları cərəyanın ölçülməyə uyğun qiymətlərə qədər azaldılması və bu zaman kifayət qədər dəqiqliklə *Knom* dəfə azaldılmış ikinci tərəf cərəyanının qiymət və fazaca birinci tərəf cərəyanının nisbətini verən qurğudur. Belə ki, ikinci tərəf cərəyanım *Knom* dəfə artırsaq birinci tərəf cərəyanı *alımr-Knom* mütənasiblik əmsalı *nominal transformasiya əmsalı* adlanır.

Konstruksiyalarına görə cərəyan ölçü transformatorları üç növə bölünür:

1) çubuqşəkilli cərəyan transformatorları, 2) şin tip cərəyanölçü transformatorları, 3) daxilə quraşdırılmış cərəyan ölçü transformatorları.

Cərəyan transformatorunun birinci tərəf dolağı cərəyanı ölçülən dövrəyə ardıcıl qoşulur. O çox az sayda dolaq sarğılarına (hətta bir ədəd sarğı ola bilər) və daha böyük en kəsiyinə malik olurlar. Bütün başqa transformatorlarda olduğu kimi cərəyan ölçü transformatorlarının birinci tərəf cərəyanı: $\dot{I},=\dot{I}_{2n}+\dot{I}_0$ ifadəsi ilə təyin edilir. Bu ifadəyə görə cərəyan transformatorlarının xətası da, maqnitlənmə cərəyanından asılıdır. Bu isə öz növbəsində transformatorun konstruksiyası, maqnit keçirici poladın xassəsindən asılı olur. Transformatorun verilmiş konstruksiyası ilə, onun qiymət xətası birinci tərəf cərəyanı və yükdən asılı olur. Cərəyan transformatorunun xətasının hesabalanması üçün Knom, n, ikinci tərəf X2, R2, xarici dövrənin X və R müavimətləri, poladın maqnitlənmə xarakteristikaları məlum olmalıdır. İkinci tərəfin İ2 cərəyanı, U2 gərginliyi və müqavimətləri ikinci tərəf dolaq sarğı saylarma gətirilsə, aşağıdakıları yazmaq olar: $X_2'=X_2/n^2$; $R'_2=R_2/n^2$; $X'=X/n^2$; $R'=R/n^2$; $\dot{I}^2 = \dot{I}_2/n^2$; $U_2=U_2/n$, $n=w_2/w_1$.

Tək sarğılı dolaqların hazırlanması daha asan başa gəlir. Lakin, birinci tərəf sarğısı tək dolaqlı və maqnit hərəkət qüvvəsi (MHQ) yaradan içlik orta keyfiyyətli olduqda, 0.5 dəqiqlik sinifli cərəyan ölçü transformatorunun xəta riski artır. Əgər birinci tərəf cərəyanı 400 A-dən kiçik olarsa, xəta daha da böyük olur. Şin tip cərəyan ölçü transformatorları 20 kV gərginliyə və 24 kA cərəyana qədər hazırlanır. Şin paketi istifadə etməklə, belə böyük cərəyanlı transformatorun birinci tərəf dolağını sadələşdirmək olar. İsinməni azaltmaq üçün, şin tip CT-ın metal gövələri və armaturları qeyri maqnit materialdan hazırlanır.

İkinci tərəf dolaqları isə, birinciyə nisbətən çox az cərəyana (1, 2.5 və ya 5A) malik olduğundan kiçik en kəsiyi və çoxlu sarğılar sayma malik olurlar. Ölçü cihazları və releləri cərəyan transformatorlarının dolaqlarına ardıcıl qoşulur. Sarğaclar və cərəyan ölçü transformatorlarının dolaq müqavimətləri kiçik olduğundan onlarm xətaları az olur. Bu halda birinci tərəfin cərəyanının dəqiq ölçülməsi təmin edilir. Cərəyan xətasının mütləq qiyməti aşağıdakı kimi hesablanır: - $\Delta\dot{I}=k_{nom}\cdot I_2-\dot{I}_1$

Nominal transformasiya əmsalının ikinci tərəf cərəyanına hasili və bu yolla hesablanmış birinci tərəf cərəyanlarının qiymətlər fərqinin, birinci tərəf cərəyanına olan nisbəti cərəyan transformatorunun qiymət xətası adlanır:

$$f_1 = \frac{K_{nom} \cdot I_2 \cdot I_1}{I_1} 100\%$$

$K_{nom}\cdot\dot{I}$ birinci tərəf cərəyanından böyük olarsa, xəta müsbət, əks halda isə mənfi olar.

Birinci və ikinci tərəf cərəyanları arasında olan bucaqlar fərqinə bucaq xətası deyilir.

Əgər ikinci tərəf cərəyanı fazaca birinci tərəf cərəyanından irəlidə xəta müsbət olur. Bucaq

xətaları radian və ya dəqiqələrlə ifadə edilir.

0,2 sinifli cərəyan transformatorları dəqiq ölçmələrdə istifadə edilir. Onlar elektrik stansiaylann elektrotexniki laboratoriyalarında tətbiq edilirlər. 0,5 və 1-ci sinif cərəyan transformatorları paylayıcı quruluşlarda, 3 vəlO-cu sinif cərəyan transformatorları rele mühafizəsi və avtomatika qurğularında istifadə edilirlər. Onlarda ölçü xətası 3%-ə qədər ola bilər.

Gərginlik ölçü transformatorları

Gərginlik ölçü transformatorları birinci tərəfin yüksək gərginliyini ölçməyə uyğun olan qiymətə qədər azaldan və bunu kifayət qədər dəqiqliklə Knom dəfə artırdıqda birinci tərəf gərginliyi alman həddə qədər dəyişdirən qurğudur. Transformatorun nominal transformasiya əmsalı - Knom=İlnom/İ2nom. olur. Gərginlik transformatorunun qiymət ölçü xətası aşağıdakı kimi tapılır:

Gərginlik və cərəyanların elektrik-maqnit induksiya qanununa görə çevrilməsinin ideallaşdınlmış nəzəriyyəsi ilə hərəkət etdikdə xətaların hesabatı mürəkkəb olur. Ona görə əsl xətaların həddini, gərginlik transformatorlarının maqnit keçirici içliyinin ölçülərindən, poladın maqnit xassələrindən, sarğılarının konstruksiyası və məftillərin en kəsiyindən təyin edirlər. Gərginlik transformatorlarının maqnit keçiricisinin induksiyası güc transformatorlarından az olmalıdır. Onlarda səpələnən maqnit seli və QQ gərginliklərinin nisbəti də güc transformatorlarından 5-15 dəfə kiçik olmalıdır. Ona görə xətaları azaltmaq üçün bu parametrlər düzgün seçilməlidir.

Birinci və ikinci tərəf gərginlikləri arasında olan bucaq fərqinə bucaq xətası deyilir. Əgər ikinci tərəf gərginliyi fazaca birinci tərəf gərginliyindən irəlidə olarsı xəta müsbət hesab edilir. Bucaq xətası radian və ya dəqiqələrlə ifadə edilirlər.

Gərginlik transformatorunun ikinci tərəf X_2, R_2, xarici dövrənin X və R müavimətləri, ikinci tərəfin $İ_2$ cərəyanı, U_2 gərginliyi birinci tərəf dolağ sarğı saylanna gətirilsə, aşağıdakıları yazmaq olar: $X_2'=X_2-n^2$; $R'_2=R_2\cdot n^2$; $X'=Xn^2$; $R'=R\,n^2$; $İ_2'=İ_2/n$; $U'_2=U_2\cdot n$, $n=w_1/w_2$

Gərginlik transformatorunun müəyyən U_2' gərginliyi və $İ_2'$ cərəyamnda malik olduğu xəta,

$İ_2$ cərəyanından $Z_2'=R_2'+jX_2'$ müqavimətində və $İ_1=İ_0{}^{+}I_2'$ cərəyanı təsirindən $Z_1=R_1+jX_1$ müqavimətində gərginlik düşküləri ilə mütənasib olmalıdır:

$$U_1-U_2' = İ_2'Z_2'+İ_1\cdot Z_1 = İ_0\cdot Z_1+İ_2'(Z_1+Z_2')$$

Burada $İ_0$- birinci tərəf U_1 gərginliyindən asılı olan maqnitlənmə cərəyanıdır.Müqavimətlər və cərəyanların kompleks ifadələri nəzərə alındıqda gərginliklər fərqi üçün aşağıdakı ifadələri yazmaq olar

$$İ_2' = İ_2'a \sim jİ_2'r \text{ və } İ_0 = İ_{0a} - jİ_{or}$$

Bu kompleks ifadənin həqiqi hissəsinin Uı gərginliyinə olan nisbətinin əks işarə ilə götürülmüş qiyməti gərginlik xətasına - f xəyali hissəsinin nisbətinin əks işarə ilə götürülmüş qiyməti isə - $\boldsymbol{\delta}$ bucaq xətası adlanır.

(3.4) ifadəsindən görünür ki, transformatorların gərginlik və bucaq xətaları iki hissədən ibarət olur. Onlardan biri, ifadənin həqiqi və xəyali hissələrinin birinci iki toplananları, yüksüz transformatorun xətasına uyğundur. İkincisi isə, ifadənin 3 və 4-cü toplananları, yük cərəyanı ilə mütənasib olur.

Göründüyü kimi aktiv və induktiv xarakterli yüklənmə və $K_{nom}=n$ üçün, gərginlik xətası həmişə mənfi olur. Bu ikinci tərəf U_2 gərginliyinin çevrilmə mislindən bir qədər az olduğunu göstərir. Ona görə ölçü dəqiqliyini artırmaq və xətam azaltmaq üçün dolaqlarda sarğı sayım nominaldan bir qədər az seçirlər. Bu məqsədlə birinci tərəf dolağının sarğılar sayını $U_{1nom/}\ U_{2nom} = w_l/w_2$ nisbətindən daha az götürülür. Sarğıların bu şəkildə seçilməsinə sarğı korreksiyası deyilir. Aparılan belə korreksiya transformatorun bucaq xətasına təsir etmir.

Gərginlik ölçü transformatorları elektromaqnit prinsipli və tutum tipli növlərə bölünür. Onlar birfazlı və üçfazlı konstruksiyalarda ayrıca və ekranlaşdırılmış komplekt cərəyan keçiricisi və paylayıcı qurğusu ilə bitişik şəkillərdə hazırlanırlar. Gərginliyi, qurğunun sxemi, vəzifəsi, soyutma sistemi, qurşadırıldığı yerlərə görə gərginlik ölçü transformatorları aşağıdakı tiplərdə buraxılır: HOC, HOCK, HTC, HTCK - (O) -birfazlı, (T) - üçfazlı, (S)- quru, (K)- kompensə edilmiş. Bu transformatorlar 6(10) kV-luq daxili qurğular üçün buraxılırlar.

Torpaqlanma sistemləri

Torpaqlarıma elektrik şəbəkələri, stansiya və yanm stansiyalarının sadə, lakin çox vacib bir sistemləridir. Əhəmiyyətinə görə torpaqlanma üç yerə bölünür:- işçi topraqlanma, təhlükəsizlik torpaqlanamsı, ildırım mühafizəsi torpaqlanması. Növünə ggrə stasionar və ya müvəqqəti (daşman) olurlar. Yarımstansiyalarda bu məqsədlə xüsusi üçfazlı, elastiki birləşmələri olan, başlıqlı, səyyari torpaqlayıcılar istifadə edilir.

Konstruksiyasına görə onların əsas işçi elementləri örə onların əsas işçi elementləri torpağa vurulmuş metal borular, künclük və ya bütöv en kəsiyi olan yuvarlaq və ya dördkünc materialdır. Onlara torpaqlanma elektrodları deyilir. Torpaqlayıcı qurğular dərində, yerlə bilavasitə əlaqəsi olan keçiricidən və ya biri-biri ilə qrup şəklində birləşdirilmiş kontaktı olan keçiricilər sistemindən (torpaqlanma konturundan) ibarətdir. Torpaqlanma elektrodları ilə s istemin və avadanlıqların birləşdirilməsi qalvanik metal zolaqlarrm (40*4 mm- dən az olmayan) qaynağı ilə aparılır. Bu zaman seçilən qaynaq elektrodları da qalvanizli olmalıdırlar. Yüksək gərginlikli paylayıcı qurğuların içərisində olan bütün açar, ayırıcı və digər gərginlik altında olan gövdələrin torpaqlanması üçün stasionar torpaqlayıcılardan istifadə edilir.

Bir başa torpaqlanma «transformatorların neytralının bilavasitə metallik yerlə birləşdirilməsi və ya kiçik müqavimətlə torpaqlanmasıdır. Bunun əsas üstünlükləri:- ifrat gərginliyin 2.5 U_f-dan çox olmaması, bir fazlı qısa qapanma cərəyanlarının üç fazlı QQ -ın 60%-dən çox olması və bu zaman sağlam fazlardakı gərginliklərin 0.8 $U_{xətti}$ gərginliyə qədər qiymət alması, rele mühafizəsinin dəqiq və tez işləməsidir. Eyni zamanda neytralın bu rejimində avtomatik təkrar qoşulmaların, daha effektli işləməsidir.

Birfazlı QQ cərəyanlarının qiymətlərinin həddi stansiya və yarımstansiyada olan transformatorların bir qisminin torpaqlanmaması ilə tənzimlənə bilər. Çünki bütün transformatorların neytralı torpaqlandıqda QQ cərəyanları çox arta bilər. Lakin belə hesabatlar apardıqda avtotransformatoriann neytralının topraqlanmasının həmişə vacib olduğu nəzərə alınmalıdır. Həm də bütün transformatorların neytralının torpaqlanması rele mühafizəsinin işini mürəkkəbləşdirir, əlaqələndirici və rabitə xəttlərinin işi çətinləşir, onlara olan kənar təsirlər artır.

Ölkəmizdə istifadə edilən transformatorların dolaqlarının sıfır nöqtəsində tam izolyasiya

səviyyəsi olmadığından, (məsələn, 110 kV transformator dolaqlarının sıfır nöqtəsi 35 kv izolyasiya səviyyəsinə uyğun olduğundan) qeyri simmetrik QQ-da neytralın gərginliyinin artması və bu zaman neytralın izolyasiyasımn boşaldıcılarla mühafizə edilməsi hesabalnmalıdır.

Yük açarları

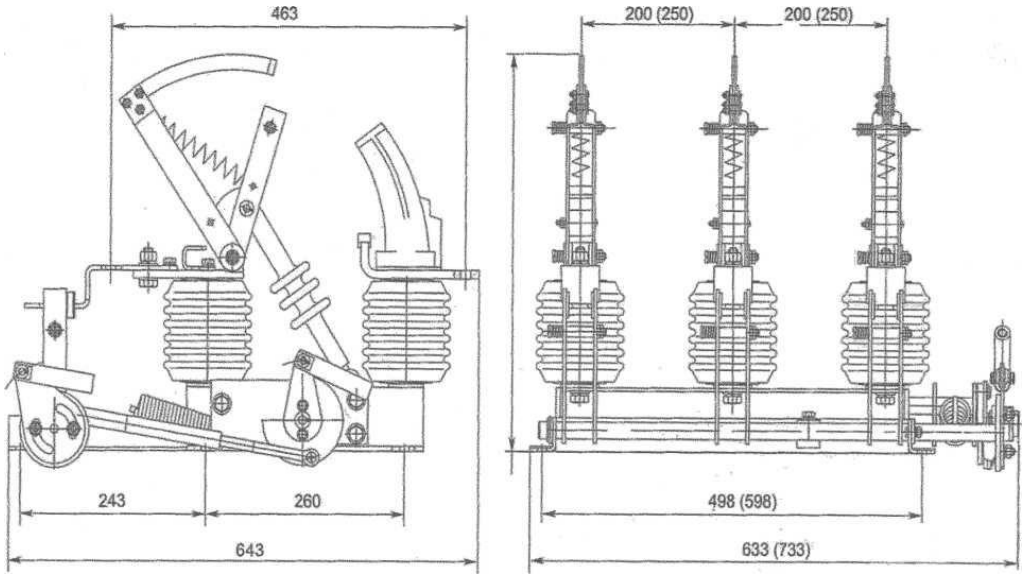
Yük açarı 1 kV-dan yuxarı nominal işçi cərəyanlarının açılması üçün istifadə edilən kommutasiya aparatıdır. Yük açarları avtomatik və ya mexaniki intiqal mexanizminə malikdirlər. Yük açarları qq cərəyanlarının açılmasını yerinə yetirmir. Lakin onların qoşma qabiliyyəti bu cərəyanların elektrodinamiki qüvvələrinə davam gətirir. Yük ayırıcıları, elektrik qurğusunun iş şəraiti imkan verdikdə, transformatorların yüksək gərginlik tərəfdən açılıb- qoşulmasını təmin edir. Onlar qq cərəyanlarını açmadığından, transformatorlar zədələndiyi zaman əriyən telli qoruyucularla və ya sxemin əvvəlki qovşağında olan avtomatik açarla açılır. Yük açarlarının təkmilləşdirilməsi ilə onların tətbiq sahələri də artır.

Qaz generasiya təsirli qövssöndürücü yük açarları. Bu tip açarlar nominal gərginliyi 6-10 kV olan qurğular üçün buraxılır şək.6.4.

Şəkildən göründüyü kimi, burada daxili tip, üç qütblü ayırıcılarm elementləri istifadə edilmişdir. Ayırıcımn dayaq, izolyatorlarında qövssöndürücü kamera-5 bağlanmışdır. Ayırıcımn bıçaqlarına - 1, əlavə - 4 bıçaqları bərkidilmişdir. Açılma və qoşulma zamanı bıçaqların hərəkət sürətinin əməliyyatçıdan asılı olmayan bir mexanizmə dəyişdirilmişdir. Bunun üçün yay-6 qoyulmuşdur.

Ayırcmm valının dönməsi zamanı yay gərilir, sərbəst qaldıqda isə öz enerjisini hərəkətli bıçaqlara verir.

«Qoşulu» vəziyyətdə köməkçi bıçaqlar söndürcü kameralara daxil olurlar. Ayırcının - 2 kontaktı və qövssöndürücü kamernm - 7 sürüşən kontaktları qapanır. Cərəyanın böyük hissəsi ayırıcımn kontaktından keçir.



Şəkil 6.4 Avtoqazh yük ayırıcısımn ümumi görünüşü və ölçüləri

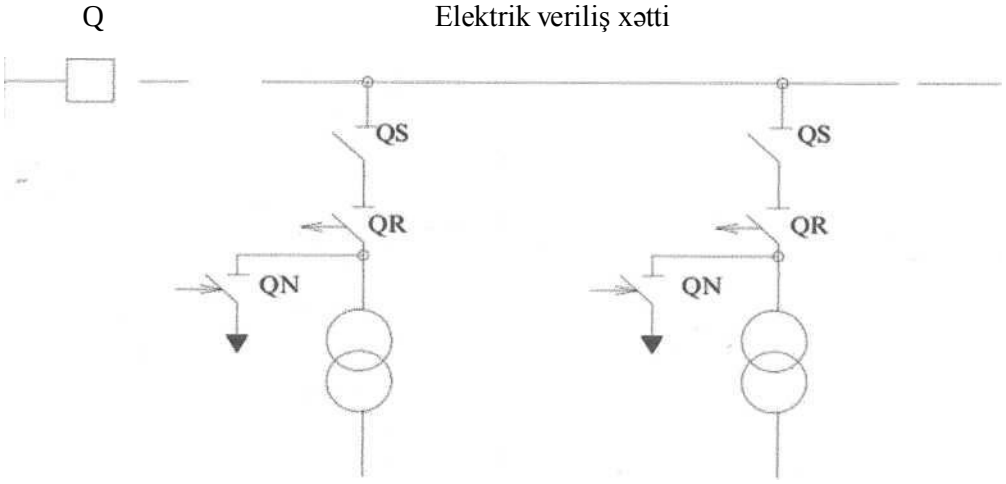
Qısa qapayıcılar və aralayıcılar

Qısa qapaycılar şəbəkənin işçi torpaqlanma qaydasından asılı olaraq bir qütblü və ya iki qütblü ayırıalar kimi hazırlanır. Onalr başında tərpənməz kontaktı və intiqalla əlaqə üçün sıxacı olan bir dayaq izolyatoru üzərində qurulmuşdur. Mexanizm, yaylı intiqal vasitəsi ilə, əl və ya avtomatik komanda ilə üçfazlı sistemin məftillərini yerlə birləşdirir. Bu zaman torpaqlanma bıçağı, val ətrafında firlanaraq 60 ^{0} dönür.

Aralayıcılar avtomatik idarə olunan və avtomatika qurğusunun komandasına uyğun olaraq dövrənin əvvəlcədən açarla açılmış bir hissəsində açma əməliyyatı aparan adi üçfazlı ayırıcılardır. Məsələn, iki sütunlu dayaq izolyatoru üzərində olan OD tipli aralayıcmm RND ayırıcısmdan fərqi yalnız intiqal mexanizmindədir. Onlar açma komandası ilə hərəkət edən, yaylı intiqalla təchiz edilmişdir. Açma müddəti 0.5-1 san çəkir. Onların qoşulması əl ilə aparılır. Şəkil 6.3 -üzrə aralayıcı və qısa qapayıcılarm işini aydınlaşdırmaq olar. 35-220 kY - luq güc açarı olmayan tək xəttdə iki ədəd alçaldıcı transformator yük ayırıcısı və ya adi qısa QS ayırıcısı ilə birləşdirilmişir. Transformatorların birinin zədələndiyi halda xeyli uzaqda quraşdırılmış xətt açarı Q ilə açılma olacaqdır. Transformatorda daxili zədələnmə hesabına kiçik cərəyanlar meydana çıxdıqda, xəttin əvvəlnə quraşdırılmış rele mühafizəsi işləməyə bilər. Bu halda daha həssas olan olan transformatorun differensial və ya qaz mühafizəsi işləyir. Bu mühafizə qısa qapayıcıya - QN-ə komanda verir. Effektiv və ya bir başa torpaqlanmış neytralı sxemlərdə bir fazlı qısa qapayıcılar istifadə edilir. İzolə edilmiş və kompensasiya edilmiş neytrallı şəbəkələrdə isə iki fazlı qısa qapayıcılar lazımdır. Beləliklə hər iki halda QN qısa qapayıcısı işlədikdə cərəyan çox artır və xətt mühafizəsi təsir edərək transformatorları xəttlə birlikdə açır şək. 1.7.

Xətt açıldıqdan sonra QR aralayıcısı zədəli transformatoru şəbəkədən ayırır. Xətt təkrar avtomatik olaraq qoşulur və sağlam transformatordan qidalanan işlədicilər yenidən enerji alırlar. Zədəli transformatorlar isə təmirə çıxarılır.

OD seriyalı iki kontaktlı aralayıcı adi RND ayrıcıdan yalnız intiqal qurğusu ilə fərqlənirlər. Onlar uyğun komanda ilə işə düşən yaylı intiqalla təchiz edilmişdir. Açılmalar avtomatik olaraq 0,5-1 saniyədə baş verir. Aralayıcmm qoşulması isə əl ilə aparılır.



Generatorların işə qoşulması və paralel işlədilməsi

Generatorların işə qoşulması və biri-biri ilə paralel işlədilməsi üçün *dəqiq sinxrorılaşma* və *öz-özünə sinxronlaşma* usulları istifadə edilir. Texniki istismar qaydalarına (TİQ) əsasən öz-özünə sinxronlaşma dolayı yolla soyudulan və blok sxemi ilə qoşulan bütün turbin generatorlarda tətbiq edilir. Bu üsul həm də hidro-generator və sinxron kompensatorlar üçün tətbiq edilir. Generator şinlərinə işləyən, dolayı və bir başa soyudulan turbin generatorların qoşulması *dəqiq sinxronlaşma* üsulu ilə yerinə yetirilir. Qəza şəraitlərində ehtiyyat gücün təcili qoşulması və ya paralel qoşulan generatorların tezlik ölçən qurğusu olmadıqda öz-özünə sinxronlaşma üsulu istifadə edilir.

Faz ardıcılığım, generatoru ilk dəfə qoşduqda və ya onun birinci dövrəsində təmir aparıldıqdan sonra yoxlamaq lazımdır. Faz ardıcllığı düz olmadıqda generatorun şəbəkəyə qoşulması turbində əks istiqamətli böyük elektromaqnit momenti yaranmasına səbəb olur. Bu zaman generatorun stator cərəyanı da hədsiz böyük qiymətlərə çıxır. Nəticədə generatorun özü və ya turbinin valı sıradan çıxa bilər.

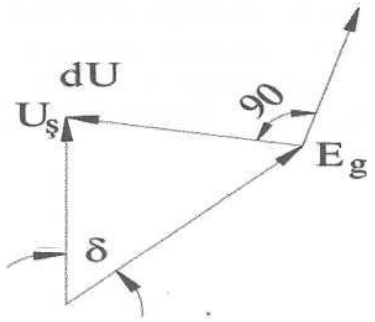
Faz ardıcıllığını şin sisteminə birləşdirilmiş, növbə ilə şəbəkəyə və generatora qoşulan eyni bir gərginlik transformatoru vasitəsi ilə yoxlayırlar. Dəqiq sinxronlaşma ilə

generatorun şəbəkəyə qoşulduğu halda generator gərginliyi şəbəkə gərginliyindən 15° bucaq fərqinə və 20%-ə qədər modul fərqinə malik ola bilər. Tezliyə görə fərq 0,1 %-dən (0,005Hs) çox olmamalıdır.

Bu kəmiyyətlərdən ən təsirlisi bucaq fərqidir (ö səhv). Çünki bucaq fərqi stator crəyamnda təkanlar və turbinin valında böyük elektromaqnit momenti yarada bilir.

Vektor diaqramından görünür ki, $U_ş=E_g=U$ gərginlikləri bərabər olduqda U üçün aşağıdakı ifadəni yazmaq olar:

$$\Delta U = 2 \cdot U sin\frac{\delta_{sehv}}{2}; \qquad I''_{qos} = \frac{\Delta U}{x'_d + x_s}$$



Şəkil 3.7 Sinxronlaşma gərginlik vektorları

Dəqiq sinxronlaşma üsulu. Bu üsul sinxron generatorları şəbəkəyə qoşduqda istifadə edilir. Əvvəlcə generatoru turbinlə sinxron fırladırlar. Sonra generatoru təsirləndirib uyğun bir şəraitdə şəbəkəyə qoşurlar. Maşının şəbəkəyə qoşulmasının uyğun şəraitləri : 1) işə qoşulan generatorun şəbəkə və ya işləyən generatorla gərginliklərinin bərabərliyi; 2) bu gərginliklərin fazlarmm eyni

olması; 3) yeni qoşulan generatorla işləyən generator və ya şəbəkənin tezliklərinin bərabər olmasıdır. Birinci şərt maşının təsirlənməsini tənzimləməklə, ikinci və üçüncü şərtlər maşının valının fırlanma momentini dəyişdirməklə yerinə yetirilir. Maşının valının momenti isə verilən buxar və ya suyun miqdarı ilə tənzimlənir. Dəqiq sinxronlaşma şərti əl il və avtomatik olaraq aparılır. Əl ilə dəqiq sinxronlaşmada gərginlik və tezliyə iki votmetr və iki tezlik ölçənlə nəzarət edilir. Gərginliklər arasında faz fərqlərinə isə sinxronoskopla nəzarət edilir. Sinxronoskop fazlann uyğunluğu ilə yanaşı, yeni qoşulan generatorun sürətinin işdə olan generatorun sürətindən fərqini də göstərir. İki voltmetr, iki tezlik ölçən və sinxronoskop birlikdə sinxronlaşma kolonkasım təşkil edirlər.

Dəqiq sinxronlaşmanm bir sıra çatışmazlıqları vardır: 1) gərginliklərin faza və modullarının bərabərləşdirilməsi, generatorun tezliklərinin uyğunlaşdırılınası prosesinin mürəkkəbliyi; 2) qoşulmamn normal rejimdə bir neçə dəqiqə, sistemdə qəza olduqda isə gərginlik və tezliyin dəyişməsi üzündən bir saata qədər uzanması; 3) böyük bucaqla qabaqlaması halında qoşulduqda generator və ilkin mühərrikin mexaniki zədə almaları.

Öz-özünə sinxronlaşma üsulu. Bu üsul qoşulan sinxron maşının dəqiq tezlik və gərginlik fazasında olmasım tələb etmir. Qoşulan generatoru sinxron fırlanmaya yaxın sürətlə (bir neçə % fərqlə) fırladaraq, təsirlənməmiş şəkildə şəbəkəyə qoşurlar. Bu zaman təsirlənmə dolağım SSA-m boşaldıcı müqaviməti ilə qapayırlar. Bu məqsədlə başqa xüsusi rezistor və ya təsirləndiricinin yakoru də istifadə edilə bilər. Bu halda təsirləndiricinin dolaqlarında izolyasiyaya zərər verən təhlükəli ifrat gərginliklər yaranmır. Generator şəbəkəyə qoşulduqdan sonra SSA-m qoşulması üçün impuls verilir və maşın təsirləndirilir. Ona görə hətta maşının səhv qoşulması hahnda da böyük cərəyanlarm uzun müddətli təsiri xüsusi təhlükə yaratmır.

Təsirləndirilməmiş sinxron maşının şəbəkəyə qoşulması zamanı stator cərəyanında təkanlar və şəbəkədə gərginlik düşküsü baş verir. Lakin yaranan cərəyan və elektrodınamiki qüvvə, generatorun sıxaclarında yaranan QQ - dakmdan az olduğundan qoşulma

əməliyyatına zərər gətirmir. Stator cərəyanı şəbəkə gərginliyi $U_ş$ ilə yarandığından o, (generator təsirlənməmiş və EHQ sıfır olması səbəbi ilə^ normal rejimin EHQ-dən az olması ilə izah edilir. Burada həm də generatorun $X^u{}_d$ və $X^{il}{}_q$ müqavimətlərindən böyük olan və şəbəkənin müqavimətləri hesabına artan X^{11}^ *və* X^{11} cəm müqavimətlər rol oynayır.

Təsirlənmənin avtomatik tənzimlənmə (TAT) qurğusu və ya forsaj təsirləri olduqda generatorun ilk yüklənməsində, ümumiyyətlə aktiv yüklənmədən asılı olmayan reaktiv yük, sürətlə arta bilər. Bu zaman generatorun yük cərəyanı çox sürətlə artır. Digər halda generatorun aktiv yüklənmə tənzimlənməsi 70-100%- lə olduğunda, cərəyanın artım sürəti generatorun belə pik rejimlərində ola bilər. Belə hallarda generatorun stator və rotorunun vəziyyətinə baxılmalıdır. Çünki, generatorun aktiv polad gövdəsinin istilik zaman sabiti (40 dəq), dolaqların istilik zaman sabitlərindən (0.5-3.2 dəqiqə), 12-20 dəfə böyükdür. Polad və misin istilik zaman sabitlərinin fərqi, maşının yükünün sürətlə artması, maşının pazları və içliyində deformasiyalar və bu da öz növbəsində izolyasiyanm zədələnməsinə səbəb ola bilər. İzolyasiyanm belə zədələnmələri tənzimləyici generatorlar dolaqlarına daha xarakterikdir.

Cərəyanməhdudlaşdırıcı reaktorlar

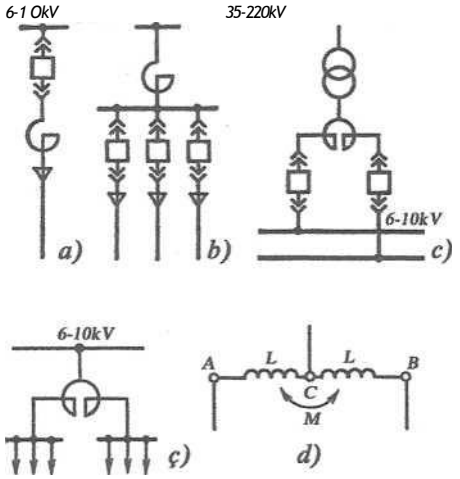
Reaktorlar elektrik qurğularında qısaqapanma cərəyanlarını məhdudlaşdırmaq üçündür. Onlar, özlərindən sonra zədələnmə olduqda qoşulduğu nöqtədəki gərginliyi müəyyən səviyyədə saxlaya bilir.

Reaktorun dolağı onun əsas hissəsi olub çoxdamarlı alüminium naqillərdən ibarətdir. O, xüsusi gövdəyə sarmır və üstü betonla örtülür. Beton reaktorlar birfazalı şəkildə hazırlanır. Həm xarici, həm də daxili qurğularda istifadə olunan reaktorlar olur.

Reaktorun induktiv müqaviməti Xr dolaqdakı sarğılar sayından və onların həndəsi yerləşməsindən asılıdır:

$$x_r=\omega L = 27\pi fL$$

Burada f-cərəyanın tezliyi; L-induktivlikdir.



Şəkil 4.7. Reaktorlar və onların qoşulma sxemləri

Reaktorlar maqnit nüvəyə malik olmadığından xr müqaviməti cərəyandan asılı olmur. Həm normal rejimdə, həm də qısaqapanma cərəyanı axarkən sabit qalır.

Cərəyanməhdudlaşdmcı reaktorlar 6-10 kV-luq xətlərin və ya transformatorun dövrəsində quraşdırılır. Onlar qısaqapanma cərəyanlarını elə qiymətə qədər məhdudlaşdırır ki, nisbətən yüngül aparatlar (açarlar, ayırıcılar) tətbiq olunsun və şəbəkədəki kabellərin en kəsiyi çox olmasın.

Normal rejimdə reaktordan keçən cərəyan gərginlik itkisi yaradır,%,

$$\Delta U_r = x_r \frac{\sqrt{3} I sin\varphi}{U_{nom}} \cdot 100$$

Burada x_r - reaktorun müqaviməti, Om; I - cərəyan, A; U_{nom} - nominal gərginlikdir, V. Reaktorda buraxılabilən gərginlik itkisi adətən 2%-dən çox olmamalıdır. Cərəyan çox olduqda və Xr - in böyük qiymətlərində bu şərt çox vaxt ödənilir. Bu halda qoşalanmış reaktorlar (şəkil 4.7,c,ç) tətbiq olunur. Onların üç çıxışı olur, kənar çıxışlara xətlər birləşdirilir, orta çıxış isə şinə və ya transformatora birləşdirilir.Belə reaktorun hər bir budağı xüsusi L və qarşılıqlı M induktivliyinə malik olur.AC və CB budaqlarının qarşılıqlı vəziyyətindən asılı olaraq reaktor k= 0,46 ÷ 0,56 əlaqə əmsalına malik olur. Normal rejimdə budaqlardan axan cərəyanların öz-özünə induksiya və qarşılıqlı induksiya maqnit selləri bir-birinin əksinə yönəlir. Bu səbəbdən budağən müqaviməti

$x_b = x_r$ (1 - k) olur. Bu qiymət Xr-dən azdır. Qısaqapanma rejimində isə cərəyan bir budaqdan axdığından xb=xr alımr.Reaktorlar İEM- lərin və yarımstansiyaların 6-10 kV-luq paylayıcı qurğularında tətbiq olunur (şəkil 4.7,a,b,c). Onlar süni surətdə qısaqapanma dövrəsinin müqavimətini artıraraq cərəyanı məhdudlaşdırır.

Gərginliyi 1 kV-a qədər olan kommutasiya aparatları Qeyri avtomatik açarlar

Qeyri-avtomatik açarlar ayrı-ayrı cərəyansız hissələrin gərginlikdən ayrılması və ya normal rejimlərdə cərəyan açarın nominal cərəyanından çox olmadıqda elektrik dövrələrinin əl ilə qoşulması və açılması üçündür. Onlara kəsici tipli qeyri-avtomatik açarlar (rubilniklər), həmçinin bağlı açar və çeviricilər aiddir.

Çevirgəc elektrik dövrələrini dəyişdirən kontaktlı kommutasiya aparatıdır.

1 kV-a qədər paylayıcı qurğularda və zəifcərəyanlı avtomatika dövrələrində bağlı çevirgəclər və açarlar geniş tətbiq olunur. Bağlı açarlar dövrədə görünən qırılma yaratmır. Ona görə bəzi dövrələrdə rubilniklər quraşdırılır.

Rubilnik dəyişən və sabit cərəyan dövrələrinin əl ilə qoşulması və açılması üçündür. Rubilniklər aşağıdakı şərtlərə görə seçilir:

qurğunun gərginliyinə görə $U_{qur} < U_{nom}$

yük cərəyanına görə $I_{norm} < I_{nom}$, $I_{max} < I_{nom}$

elektrodinamiki dayanıqlığa görə $İ_z < İ_{din}$

termiki dayanıqlığa görə $\mathbf{B_k < I^2_{ter} \cdot t_{ter}}$

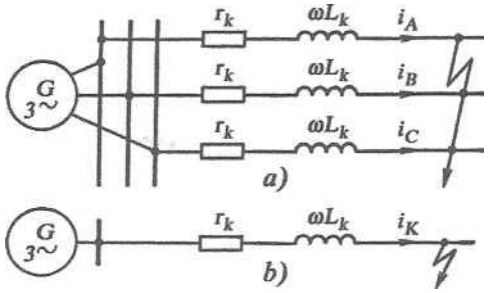
Nominal cərəyan Inom, elektrodinamiki dayanıqlıq cərəyanı idin, termiki dayanıqlıq cərəyanı və müddəti (I_t, t_t) sorğu kitablarında verilmiş olur.

Dəyişməz gərginlikli şinlərdən qidalanan dövrədə üçfazalı qısaqapanma prosesi

Aktiv və induktiv müqavimətlərdən ibarət dövrələrdə (şəkil 3.2) üçfazalı QQ olduqda gərginlik və cərəyanların dəyişmə prosesi baş verir. Belə dövrədəki keçid prosesi birinci tərtibli diferensial tənliklə təsvir olunur:

$$\boldsymbol{r_k i + L_k \frac{di}{dt} = u}$$

burada u və i - baxılan fazadakı gərginlik və cərəyanın ani qiymətidir.



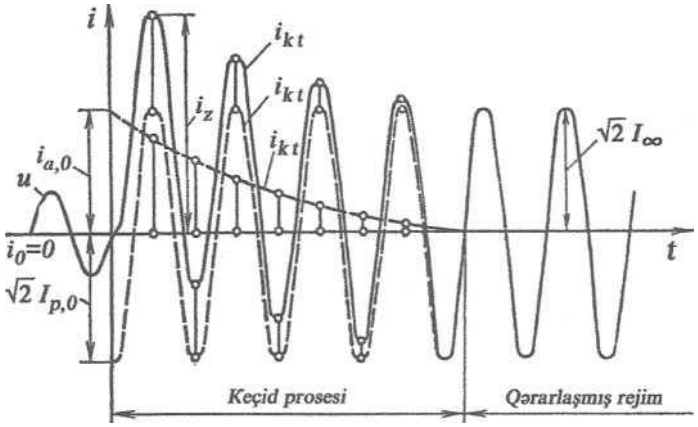
Şəkil 3.2. Aktiv və induktiv müqavimətdən ibarət olan dövrələr

Məlumdur ki, belə tənliyin həlli bircins tənliyin (sağ tərəfi sıfır olan) ümumi həlli ilə qeyri-bircins tənliyin xüsusi həllinin cəmindən ibarət olur. Ona görə keçid prosesində dövrədəki cərəyan iki toplanandan - sərbəst və məcburi toplananlardan təşkil olunur. Sərbəst cərəyan induktivlikdəki maqnit sahəsinin enerjisinin dəyişməsi, məcburi cərəyan isə qida mənbəyinin təsiri ilə müəyyən olunur. QQ cərəyanının məcburi toplananı mənbəyin tezliyinə bərabər tezliklə periodik dəyişmə xarakterinə malik olur. QQ cərəyanının sərbəst toplanam isə eksponensial qanunla dəyişir. Onlara QQ cərəyanının periodik və aperiodik toplananları deyilir.

$$\boldsymbol{i_{k,t} = i_{p,t} + i_{a,t} = \frac{U_m}{z_k}\sin(\omega t + \alpha - \varphi_k) + i_{a,0}e^{-\frac{t}{T}}}$$

QQ cərəyanının dəyişmə əyrisi şəkil 3.3-də göstərilmişdir.Qısaqapanma dövrəsində aktiv müqavimətin olması sərbəst cərəyanın eksponensial qanunla və T_a zaman sabiti ilə sönməsinə səbəb olur. QQ yüksüz dövrədə və (α=0 şərtində baş verərsə, o zaman ia,o ən böyük qiymət alır. QQ cərəyanının periodik toplananı işçi tezliklə (50 Hs) sinusoidal qanun üzrə dəyişir və bütün keçid prosesi ərzində onun təsiredici qiyməti dəyişməz qalır.Tam QQ cərəyanı aperiodik və periodik cərəyanların cəmindən ibarət olur. Şəkildən görünür ki, QQ başlandıqdan yarım period (0,01 san) sonra tam QQ cərəyanı ən böyük qiymət alır. Bu

cərəyana QQ zərbə cərəyam iz deyilir. Onu periodik cərəyanın amplitud qiyməti ilə aperiodik cərəyamn t=0,01 san amndakı ani qiymətinin cəmi kimi tapmaq olar.



Şəkil 3.3. QQ cərəyanının dəyişmə əyrisi

“Elektrik təchizatının əsasları” fənnindən imtahan biletlərinin

SUALLARI

1. Elektrik təchizatının xüsusiyyətləri və qoyulan tələblər.
2.Elektrik təchizat sisteminin iş rejimləri.
3.Elektrik yüklərinin hesabı.
4.İqtisadi yük.
5.Elektrik yüklərinin hesablanmasının əsas üsulları
6.Elektrik yüklərinin hesabi qiymətlərinin tətbiq olunmasında tətbiq olunan əsas metodlar.
7.Hesabi yükün quruluş gücə və sorğu əmsalına görə təyin olunması.
8.Zirvə yüklərinin təyin olunması.
9.Binaların mühitin şəraitinə görə siniflərə bölünməsi.
10.1000V-a qədər gərginlikli şəbəkələrin sxemləri.
11.Kabel və məftillərin markaları.
12.Qaynaq qurğularının şəbəkələri.
13.İşçi və qəza işıqlanma şəbəkələri.
14.1000V-a qədər gərginlikdə qısaqapanma cərəyanlarının hesablanmasının xüsusiyyətləri.
15.Sistemin gücünə gətirilmiş müqavimət.
16.Neytralı toplanmış şəbəkələrdə birfazalı qısaqapanmalar.
17.1000V-a qədər gərginlikli şəbəkələrdə qısaqapanma cərəyanlarının hesabı.
18.Elektrik təchizat sisteminin yüksək gərginlikli elementlərinin müqavimətləri.
19.Şəbəkələrin və qurğuların mühafizəsi.
20.Əriyən qoruyucular.
21.Avtomatik açarlar.
22.Gərginliyi 1000V-a qədər olan sex şəbəkələrinin kondensatorlar batareyasının gücünün paylanması.
23.Elektrik şəbəkələrinin vəzifəsi və konstruktiv hazırlanması.
24.Kabellərin çəkilməsi sistemləri.
25.Elektrik təchizat sxeminin qurulmasının ümumi prinsipləri.
26.Gərginliyi 1000V-dan yüksək olan şəbəkələrdə kondensatorlar batareyasının gücünün təyin olunması.
27.Elektrik qəbuledicilərinin 1000V-dan yuxarı gərginliyə qoşulma sxemləri.
28.Transformatorların qızması və soyuması.
29.Yüksək gərginlikli aparatlar.
30.Elektrik təchizat sisteminin iş rejiminin hesablanması.
31.Ayırıcılar haqqında məlumat.
32.Qısaqapayıcılar.Ümumi məlumatlar.
33. Sex yarımstansiyalarının xarakteristikaları.
34.Sənaye müəssisələrində yüksək gərginlikli paylayıcı quruluşlar.
35.Torpaqlayıcı qurğuların konstruktiv yerinə yetirilməsi.
36.Sexdaxili elektrik şəbəkələrinin konstruktiv icrası.

37.Elektrik şəbəkələrinin gərginlik itkisinə görə seçilməsi.
38.Elektrik şəbəkələrinin iqtisadi cərəyan sıxlığına görə seçilməsi.
39.Kabel xətlərində zədələnmə yerlərinin təyin olunmaslnın üsulları və texniki vasitələri.
40.Elektrik təchizatının etibarlığı.
41.İşlədicilərin kateqoriyaları.
42.Elektrik təchizatının pozulmasının ehtimal vaxtının təyini.
43.Elektrik təchizat sisteminin elementlərinin xarabolmadan işləmə ehtimalının paylanması.
44.Elektrik təchizatının pozulması.
45.Elektrik təchizatında planlı açıqlamalar.
46.Ehtiyat qidalanma aqreqatları.
47.Akumulyator batareyaları.
48.Akustik metod.
49.İnduktiv metod.
50.Sənaye müəssisələrində yüksək və alçaq gərginlikli paylayıcı quruluşlar.
51.Dizel aqreqatı.
52.Elektrik təchizatı haqqında anlayış.
53.Paylayıcı şəbəkə üçün səmərəli gərginliyin seçilməsi.
54.Güc transformatorları.
55.Birfazalı işlədicilərin hesabi yükləri.
56.Elektrik sistemlərində gərginliyin meyli və rəqsi
57.1000V-a qədər gərginliklərdə reaktiv gücün kompensasiyası.
58.Məhsul vahidinə düşən xüsusi elektrik enerji sərfiyyatı metodu.
59.İstehsal sahəsi vahidinə düşən xüsusi yük metodu.
60.Elektrik təchizatı sisteminin müxtəlif pillələrində elektrik yüklərinin təyin olunması.
61.Daxili elektrik təchizatı sisteminin layihələndirilməsi.Ümumi prinsiplər.
62.Elektrik təchizat sistemləri və onun elementləri haqqında ümumi məlumatlar.
63.Elektrik şəbəkələrinin gərginlikləri və neytralının rejimləri.
64.Kontaktorlar və işəburaxıcılar.
65.Qeyri-ənənəvi elektrik stansiyaları.
66.Elektrik stansiyalarının struktur sxemləri və transformatorlarının seçilməsi.
67.Elektrik yarımstansiyalarının struktur sxemləri və transformatorlarının seçilməsi.
68.Dəyişməz gərginlikli şinlərdən qidalanan dövrədə üçfazalı qısaqapanma prosesi.
69.Gərginliyi 1kV-a qədər olan elektrik qurğularında qısaqapanma cərəyanlarının hesablanma xüsusiyyətləri.
70.Cərəyankeçirici hissələr.
71.Cərəyanməhdudlaşdırıcı reaktorlar.
72.Elektrik təchizat sistemi elementlərində güc və enerji itkiləri.
73.Elektrik təchizat sistemi elementlərində gərginlik itkiləri.
74.Elektrik təchizat sistemlərində texniki-iqtisadi hesablamalar.
75.İllik elektrik enerji itkisinin dəyəri.
76.Yük qrafiklərini xarakterizə edən əmsallar.
77.Sex şəbəkələrinin naqil, kabel və şinlərinin en kəsiyinin qızmaya görə seçilməsi.

78.İşıqlanma şəbəkələrinin hesablanmaısı.
79.Trolley xətlərinin seçilməsi və hesablanması
80.Trolley xətlərinin gərginlik itkisinə görə hesablanması.
81.Cərəyannaqillərin elektriki hesablanması.
82.Elektrik yüklərinin kartoqramı.
83.Qeyri-xətti yüklərin hasil etdiyi cərəyanların harmonikalarının təyini.
84.Elektrik stansiya və yarımstansiyalarının xüsusi sərfiyyatının birləşmə sxemləri.
85.Kompensasiya qurğusunun tipi və gücünün dəyişməsi.
86.Yarımstansiyaların xüsusi sərfiyyat işlədicilərinin tərkibi.
87.Qısaqapanma cərəyanlarının hesablanması.
88.Uzunmüddətli iş rejiminin hesablanma şəraiti.
89.Bir sıra sənaye müəssisələrinin yük qrafikləri.
90.Sorğu əmsalı metodu.
91.Orta gücə və forma əmsalına görə hesablanma metodu.
92.Elektrik yarımstansiyalarının elektrik birləşmə sxemləri.
93.Qeyri-avtomatik açarlar.
94.Nizamlanmış dioqramlar metodu.
95.Elektrik yüklərinin hesablanmasının köməkçi metodları.
96.Zavoddaxili şəbəkələrdə elektrik enerjisinin nəql olunması.
97.Müəssisələrin elektrik təchizat sxemləri.
98.Elektrik təchizat sistemlərində reaktiv gücün kompensasiyası .
99.Reaktiv gücün kompensasiyası üsulu və vasitələri.
100.Qeyri-xətti yüklü şəbəkələrdə reaktiv gücün kompensasiyası.

İstifadə edilən ədəbiyyat:

1. N.Eterney “Elektrik stansiyaları və avadanlıqları”
2. K. Quluzadə “Elektrik avadanlıqları”
C.Əlibəyov “Elektrik şəbəkələrinin elektriki hesablanması”