İxtisasın adı: Bitkiçilik mütəxəssisi

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI
TƏHSİL NAZİRLİYİ

PEŞƏ TƏHSİLİ ÜZRƏ
DÖVLƏT AGENTLİYİ

ELEKTRİK QURĞULARI

Bakı - 2019

AVROPA İTTİFAQI

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI
TƏHSİL NAZİRLİYİ

UNDP

Empowered lives.
Resilient nations.

ELEKTRİK QURĞULARI

Bu modul Avropa İttifaqının maliyyələşdirdiyi və Birləşmiş Millətlər Təşkilatının İnkişaf Proqramının icra etdiyi "Lənkəran İqtisadi Rayonunda Model Peşə Təhsili Mərkəzinin yaradılmasına dəstək" layihəsi çərçivəsində hazırlanmışdır.

Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyinin
09.10.2019-cu il tarixli, F-601 nömrəli
əmri ilə təsdiq edilmişdir.

Modul tədris vəsaiti müvafiq təhsil proqramları (kurikulumlar) üzrə bilik, bacarıq və səriştələrin verilməsi məqsədi ilə hazırlanmışdır və peşə təhsili müəssisələrində tədris üçün tövsiyə olunur. Modul tədris vəsaitinin istifadəsi ödənişsizdir və kommersiya məqsədi ilə satışı qadağandır.

Müəlliflər: **Rübabə Nağıyeva**
Turizm və Sosial Xidmətlər üzrə Bakı Dövlət Peşə Təhsil Mərkəzi, müəllim

Mehriban Eyvazova
Təhsil İnstitutu, aparıcı mütəxəssis

Rəyçilər: **Əlifağa Qafarov**
Cəlilabad Peşə Liseyinin istehsalat təlimi ustası

X. Dünyamalıyev
"Coraje" MMC-nin direktoru

Texniki redaktor: **A. Xankişiyev**

Modulda ifadə olunan fikirlər və məlumatlar müəllifə aiddir və heç bir şəkildə Avropa İttifaqının və Birləşmiş Millətlər Təşkilatının İnkişaf Proqramının mövqeyini əks etdirmir.

© Bakı - 2019

Elektrik qurğuları

MÜNDƏRİCAT

Giriş 5

"Elektrik qurğuları" modulunun spesifikasiyası 6

Təlim nəticəsi 1: Sabit cərəyan elektrik dövrəsinin hesablanmasını bacarır və elektrik dövrələrində təhlükəsizlik texnikası qaydalarını bilir 7

1.1. Elektrotexniki işləri yerinə yetirərkən təhlükəsizlik texnikası qaydalarına riayət edir 7
1.2. Elektrotexnikanın əsas qanunlarını sadalayır 19
1.3. Elektrik gərginliyi və elektrik keçiriciliyini təyin edir 20
1.4. İşlədicilərin ardıcıl və paralel birləşməsini təsvir edir 22
1.5. Sabit cərəyan dövrəsinin işi və gücünü hesablayır 24
1.6. Üçfazalı dəyişən cərəyan və onun alınması üsullarını sadalayır 26
Tələbələr üçün fəaliyyətlər 29
Qiymətləndirmə 34

Təlim nəticəsi 2: Kabel xətlərini artıq yükləmələrdən qorunmaq üçün mühafizə vasitələrini bilir və tətbiqini bacarır 36

2.1. Kabellər haqqında ümumi məlumat verir 36
2.2. Kabelləri komplektləşdirir 39
2.3. Elektrik idarəetmə və mühafizə aparatlarını təyin edir 42
2.4. Maqnit işəsalıcının funksiyasını təyin edir 49
Tələbələr üçün fəaliyyətlər 51
Qiymətləndirmə 55

Təlim nəticəsi 3: Transformatorların növü və xarakteristikalarını bilir 56

3.1. Transformatorların növü və xarakteristikaları haqqında məlumat verir 56
3.2. Üçfazalı transformatorların iş prinsipini təsvir edir 59
3.3. Sabit cərəyan mühərriklərini tanıyır 61
3.4. Dəyişən cərəyan mühərrikləri haqqında məlumat verir 69
3.5. Generator dolaqlarının ulduz və üçbucaq birləşməsini şərh edir 75
Tələbələr üçün fəaliyyətlər 77
Qiymətləndirmə 81

Təlim nəticəsi 4: Elektrik qurğularının işə salınması və təmirini bacarır 83
4.1. Elektrik qurğusunu işə salarkən təhlükəsizlik texnikası qaydalarına riayət edir 83
4.2. Elektrik quraşdırma işlərini yerinə yetirir 86
4.3. Elektrik qurğularının işə salınmasını həyata keçirir 89
4.4. Elektrik qurğularını təmir edir 92
Tələbələr üçün fəaliyyətlər 97
Qiymətləndirmə 101
Ədəbiyyat 102

GİRİŞ

Hörmətli oxucu!

Müxtəlif elektrotexniki peşələr üzrə səriştəli peşə təhsilli kadrlara lazım olan bilik, bacarıq və vərdişlərin öyrənilməsində bir çox oxşarlıqlar var, məsələn, bu peşələrin hər birində işləmək üçün elektrotexniki materialların növ və xüsusiyyətləri, elektrik maşınları, aparatları, təhlükəsizlik texnikası qaydalarını, iş yerinin təşkili, elektrik-quraşdırma işlərinin alətlərindən istifadə qaydalarını və sair bilmək və yerinə yetirmək lazımdır.

Müxtəlif məqsədlərlə quraşdırılan elektrik qurğularının təhlükəsizliyi bir sıra mühafizə tədbirlərini həyata keçirtməklə təmin olunur. Bu cür tədbirlərə misal olaraq: alçaq gərginliklərin tətbiqi və şəbəkələrin mühafizə vasitələri ilə ayrılmasını, ikiqat izolyasiyanın tətbiq edilməsini, cari nəzarət və profilaktika sınaqlarını, mühafizə torpaqlanmasını və ya elektrik qurğularının gərginlik altına düşmə ehtimalı olan konstruksiya elementlərinin və elektrik avadanlıqlarının gövdələrinin torpaqlanmasını, təsadüfən gərginlik altına düşmüş elektrik avadanlığının hissələrinin və şəbəkənin zədələnmiş sahələrinin avtomatik mühafizə olunmasını, müxtəlif mühafizə vasitələrindən və qoruyucu tərtibatlarından istifadə olunmasını, xəbərdarlıq siqnalizasiyasının, yazıların, plakatların və həmçinin səhv əməliyyatların qarşısını almaq üçün mühafizə hasarlarının və aparatların blokirovkasından istifadə olunmasını göstərmək olar.

"Elektrik qurğuları" modulunun spesifikasiyası

Modulun adı: Elektrik qurğuları
Modulun ümumi məqsədi: Bu modul tamamlandıqdan sonra tələbə kabellərin birləşdirilməsini, mühafizə aparatlarının, transformatorların və elektrik maşınlarının iş prinsipini biləcək və elektrotexniki işlərin yerinə yetirilməsi zamanı təhlükəsizlik texnikası qaydalarına riayət edilməsini, sabit və dəyişən cərəyan dövrələrinin hesablanmasını, elektrik qurğularının işə salınmasını və təmirini bacaracaqdır.
Təlim nəticəsi 1: Sabit cərəyan elektrik dövrəsinin hesablanmasını bacarır və elektrik dövrələrində təhlükəsizlik texnikası qaydalarını bilir.
Qiymətləndirmə meyarları
1. Elektrotexniki işləri yerinə yetirərkən təhlükəsizlik texnikası qaydalarına riayət edir.
2. Elektrotexnikanın əsas qanunlarını sadalayır.
3. Elektrik gərginliyi və elektrik keçiriciliyini təyin edir.
4. İşlədicilərin ardıcıl və paralel birləşməsini təsvir edir.
5. Sabit cərəyan dövrəsinin işi və gücünü hesablayır.
6. Üçfazalı dəyişən cərəyan və onun alınması üsullarını sadalayır.
Təlim nəticəsi 2: Kabel xətlərini artıq yükləmələrdən qorumaq üçün mühafizə vasitələrini bilir və tətbiqini bacarır.
Qiymətləndirmə meyarları
1. Kabellər haqqında ümumi məlumat verir.
2. Kabelləri komplektləşdirir.
3. Elektrik idarəetmə və mühafizə aparatlarını təyin edir.
4. Maqnit işəsalıcının funksiyasını təyin edir.
Təlim nəticəsi 3: Transformatorların növü və xarakteristikalarını bilir.
Qiymətləndirmə meyarları
1. Transformatorların növü və xarakteristikaları haqqında məlumat verir.
2. Üçfazalı transformatorların iş prinsipini təsvir edir.
3. Sabit cərəyan mühərriklərini tanıyır.
4. Dəyişən cərəyan mühərrikləri haqqında məlumat verir.
5. Generator dolaqlarının ulduz və üçbucaq birləşməsini şərh edir.
Təlim nəticəsi 4: Elektrik qurğularının işə salınması və təmirini bacarır.
Qiymətləndirmə meyarları
1. Elektrik qurğusunu işə salarkən təhlükəsizlik texnikası qaydalarına riayət edir.
2. Elektrik quraşdırma işlərini yerinə yetirir.
3. Elektrik qurğularının işə salınmasını həyata keçirir.
4. Elektrik qurğularını təmir edir.

TƏLİM NƏTİCƏSİ 1

Sabit cərəyan elektrik dövrəsinin hesablanmasını bacarır və elektrik dövrələrində təhlükəsizlik texnikası qaydalarını bilir.

1.1. Elektrotexniki işləri yerinə yetirərkən təhlükəsizlik texnikası qaydalarına riayət edir.

➢ **Elektrik təhlükəsizliyi**

Elektrik enerjisi ən universal və əlverişli enerji növüdür. Elektrik enerjisi olmadan insanın mədəni yaşayışını təsəvvür etmək çətindir. Elektrik enerjisi işdə və məişətdə bizim sadiq köməkçimizdir, lakin onunla yanlış və etinasız davranılar insan həyatı üçün təhlükəli ola bilər. Digər təhlükəli sahələrdən fərqli olaraq, elektrik cərəyanını xüsusi cihaz olmadan müəyyən etmək mümkün deyil.

Belə ki, hərəkət edən maşını, onun təhlükəli hissələrini, çəpərlənməmiş təhlükəli sahəni və s. görmək mümkün olduğu halda, elektrik gərginliyini çox gec, yəni insan zədələndikdən sonra hiss etmək olur. Elə bu baxımdan statistik məlumata görə elektrik zədələnmələri ölümlə nəticələnən hadisələr sırasında çoxluq təşkil edir. Təhlükəsizliyi təmin etmək məqsədi ilə zavod və müəssisələrdə xüsusi plakatlardan istifadə edilir.

Şəkil 1.1. *Elektrik təhlükəsizliyinə aid plakatlar*

Elektrik təhlükəsizliyi – təşkilati və texniki tədbirlər sistemi olaraq, insanları elektrik cərəyanının, elektromaqnit sahəsinin və statik elektrikləşmənin zərərli və təhlükəli təsirindən mühafizə edir.

➢ **Elektrik cərəyanı ilə zədələnmənin əsas səbəbləri**

Elektrik cərəyanı ilə zədələnmənin dörd xüsusiyyəti mövcuddur:

1. Elektrik cərəyanı ilə zədələnmə təhlükəsi yaradan xarici əlamətlər yoxdur. İnsan elektrik cərəyanı ilə zədələnmə təhlükəsinin mümkünlüyünü görmür, eşitmir, iyləyə, yaxud vaxtından əvvəl aşkar edə bilmir;
2. Elektrik travmaları zamanı əmək qabiliyyətinin itirilməsi bir qayda olaraq uzunmüddətli olur, hətta ölümlə nəticələnə bilər;
3. Sənaye tezlikli 10-20 mA cərəyanlar əzələlərin intensiv qıcolmasına səbəb ola bilir ki, bunun da nəticəsində cərəyan aparan hissələrə "yapışma" hadisəsi baş verir. Bu zaman insan elektrik cərəyanının təsirindən özü xilas ola bilmir;
4. Elektrik cərəyanı ilə zədələnmə nəticəsində mexaniki travma almaq mümkündür.

Elektrik cərəyanı ilə zədələnmənin əsas səbəbləri aşağıdakılardır:

1. Gərginlik altında olan cərəyan aparan hissələrə toxunmaq;
2. İzolyasiyanın və ya qoruyucu quruluşların nasazlığı səbəbindən gərginlik altına düşmüş elektrik avadanlığının cərəyan aparmayan, lakin cərəyan keçirən hissələrinə toxunmaq;
3. Addım gərginliyinin təsiri altına düşmək;
4. Elektrik qurğularının texniki istismar qaydalarının və təhlükəsizlik texnikası qaydalarının pozulması.

Şəkil 1.2. *Məişət cihazlarından zədələnmə xarakteri*

Elektrik cərəyanı ilə zədələnməyə təhlükəlilik dərəcəsinə görə bütün binalar, əsasən, üç kateqoriyaya bölünür:

1. Yüksək təhlükəli binalar. Bu binalar aşağıdakı əlamətləri ilə xarakterizə olunur:
   a) Cərəyan keçirən döşəmə (metal, torpaq, daş, beton, asfalt, dəmir – beton);
   b) Yüksək temperatur (30^0S və daha yüksək – metallurgiya sexi);
   c) Mühitin yüksək rütubətliliyi (75% -dən çox);
   d) Avadanlığın və yerlə birləşdirilmiş metal konstruksiyanın gövdələrinə eyni vaxtda toxunmaq imkanının olması.

2. Xüsusi təhlükəli binalar. Bu binalar aşağıdakılarla xarakterizə olunur:
   a. Mühiti yüksək nisbi rütubətli (100%) – Camaşırxanalar, qalvanik hopdurma sexləri;
   b. Mühitin kimyəvi aktivliyi – qalvanik sexlər, elektrik üyütmə sexləri, heyvandarlıq fermaları;
   c. Yüksək təhlükəli binalara xas olan iki əlamətin eyni vaxtda mövcud olması.

3. Az təhlükəli binalar. Bu binalar elə binalara deyilir ki, onlarda birinci iki kateqoriyadan olan binalar üçün xarakterik sayılan yuxarıdakı amillər yoxdur. Bunlar idarə və məişət binaları, mənzillər və başqa binalardır.

Bütün qurğular 500V və daha yüksək gərginliklərdə yerlə birləşdirilir və yaxud sıfırlanır, lakin yüksək təhlükəli və ya xüsusi təhlükəli binalarda yerləşdirilmiş qurğular isə dəyişən cərəyan gərginliyi 36V – dan çox və sabit cərəyan gərginliyi 110V – dan böyük olduqda yerlə birləşdirilməlidir. Partlayış təhlükəli zonalarda qurğular istənilən gərginlikdə yerlə birləşdirilir.

- **Elektrik cərəyanının canlı orqanizmə təsiri**

Canlı orqanizmdən keçən elektrik cərəyanı ona termiki, elektrolitik və bioloji təsir göstərir.

Termiki təsir özünü bədəndə yanıqların, isitmənin əmələ gəlməsində və qan damarlarının zədələnməsində, ürəyin, beyinin və başqa orqanların həddindən artıq qızmasında büruzə verir ki, bunlar da həmin orqanlarda funksional pozğunluqlara səbəb olur.

Elektrolitik təsir özünü üzvi mayenin, o cümlədən qanın parçalanmasında göstərir, bu da onun tərkibinin, habelə bütövlükdə toxunmanın xeyli dərəcədə pozulmasına səbəb olur.

Bioloji təsir özünü başlıca olaraq, normal fəaliyyət göstərən orqanizmə xas olan və onun həyati funksiyaları ilə sıx bağlı daxili bioelektrik proseslərin pozulmasında göstərir. Bioloji təsir nəticəsində orqanizmdə hüceyrələr qıcıqlanır, əzələlər iflic olur.

Elektrik cərəyanı ilə əlaqədar bədbəxt hadisələr iki yerə ayrılır.

1. Elektrik zədəsi
2. Elektrik zərbəsi

Şəkil 1.3. *Elektrik cərəyanından zədələnmə*

Elektrik zədələri yanıq, elektrik nişanı, dərinin metallaşması, mexaniki zədələnmələr və elektrooftalmiya formalarında ola bilir. Elektrik yanığı bədənin səthinin və ya daxili orqanların elektrik qövsünün və yaxud insanın bədənindən keçən böyük cərəyanların təsirilə zədələnməsidir.

Cərəyan yanığı elektrik enerjisinin istilik enerjisinə çevrilməsinin nəticəsidir, bir qayda olaraq, bu, dərinin yanmasıdır, çünki insanın dərisinin elektrik müqaviməti bədənin başqa toxumalarının müqavimətinə nisbətən dəfələrlə böyükdür. Elektrik nişanı insan bədəninin cərəyan daşıyan hissə ilə təmasda olduğu yerdə dərinin sarımtıl rəngli, qabar şəklində şişməsindən ibarətdir. Dərinin metallaşması isə elektrik cərəyanının təsirindən sıçrayan və buxarlanan (qaynaq zamanı və s.) hissəciklərin dərinin səthinə nüfuz etməsi nəticəsində əmələ gələn ləkələrdir.

Elektrik cərəyanının təsirindən insanın huşunu itirməsi nəticəsində hündürlükdən düşdükdə və digər hadisələrdə aldığı zədələr elektrik cərəyanının təsirindən alınmış mexaniki zədələr adlanır.

Elektrooftalmiya isə elektrik qövsü şüaları nəticəsində gözün aldığı zədələrə deyilir. Belə şüalanma elektrik qövsü (qısa qapanma) baş verdikdə mümkün ola bilər ki, bu da intensiv olaraq nəinki görünən işıq, həm də ultrabənövşəyi və infraqırmızı şüalar buraxır.

Elektrik cərəyanı əgər bütünlükdə orqanizmdən keçərsə və bu zaman tənəffüs orqanları, ürək, sinir sistemi, digər üzvlər tam və ya qismən iflic olarsa, belə hadisəyə elektrik zərbəsi (şok) deyilir. Şokun iki fazası vardır.

1. Təsirlənmə fazası
2. Əsəb sisteminin tormozlanması və zəifləməsi fazası

İkinci fazada nəbz artır, nəfəsalma zəifləyir, ruh düşkünlüyü və huşu qalmaqla ətraf mühitə qarşı tam laqeydlik halı yaranır. Şok halı bir neçə dəqiqədən bir günə qədər davam edə bilər, bundan sonra orqanizm ölür.

Elektrik cərəyanı ilə zədələnmənin nəticəsi aşağıdakı amillərdən asılıdır.

1. Cərəyanın gücündən;
2. İnsan və digər canlı orqanizmin müqavimətindən;
3. Gərginliyin miqdarından;
4. Cərəyanın tezlik və növündən;
5. Cərəyanın təsir müddətindən ;
6. İnsanın fərdi xüsusiyyətlərindən;
7. Cərəyanın orqanizmdən keçmə yolundan;
8. Ətraf mühitin vəziyyətindən.

Elektrik cərəyanı ilə zədələndikdə əsas amillər cərəyanın insan bədənindən keçdiyi yol və onun təsir müddətidir.

Elektrik cərəyanının bədəndə axdığı yolun da zədələnmənin nəticəsinə böyük təsiri vardır. Elektrik cərəyanı bədəndə, əsasən, limfalar və qan damarları ilə axır. Cərəyanın yolu uzun və ya ürəyə yaxın olduqda zədələnmənin nəticəsi ağırlaşır.

Tədqiqatlar göstərir ki, orqanizmdən on bir müxtəlif yolla cərəyan keçdikdə zədələnmə baş verir. Məsələn, qol – qol, qol – ayaq, sağ qol – sol ayaq, sol qol – sağ ayaq, qol – boyun, ayaq – ayaq və s. Bunlardan ən təhlükəli və əksərən ölümlə nəticələnəni qol – boyun və diaqonal istiqamətdə (sağ qol – sol ayaq və əksinə) cərəyanın axmasıdır. Çünki bu istiqamətlərdə cərəyan axdıqda ürək cərəyanın təsirinə daha çox məruz qalaraq iflic olur.

100 mA və daha böyük cərəyan əl – əl və yaxud əl – ayaq yolu ilə insanın bədənindən keçərək, köks qəfəsində dərinlikdə yerləşən ürəyin əzələsinə qıcıqlandırıcı təsir göstərir. Bu, insan orqanizmi üçün olduqca qorxuludur, çünki bu cərəyanın dövrəsi insan bədənində qısa qapandığı andan 1-2 saniyə sonra ürəyin fibrilyasiyası başlaya bilər. Bu halda qan dövranı dayanır və deməli, orqanizmdə oksigen çatışmazlığı yaranır, bu da öz növbəsində tənəffüsün dayanması ilə, yaxud ölümlə nəticələnir.

Tədqiqatlar göstərir ki, kiçik gərginliklərdə (100V~ a qədər) sabit cərəyan 50 Hs tezlikli dəyişən cərəyana nisbətən təxminən 3-4 dəfə az təhlükəlidir. 400-500 V gərginlikdə onların təhlükəliliyi bir-birinə yaxın olur, daha yüksək gərginliklərdə isə sabit cərəyan dəyişən cərəyandan daha təhlükəlidir. Elektrik cərəyanı ilə zədələnən insana vaxtında yardım göstərilərsə, onun həyatını xilas etmək mümkündür.

Şəkil 1.4. *Elektrik cərəyanından xilasetmə*

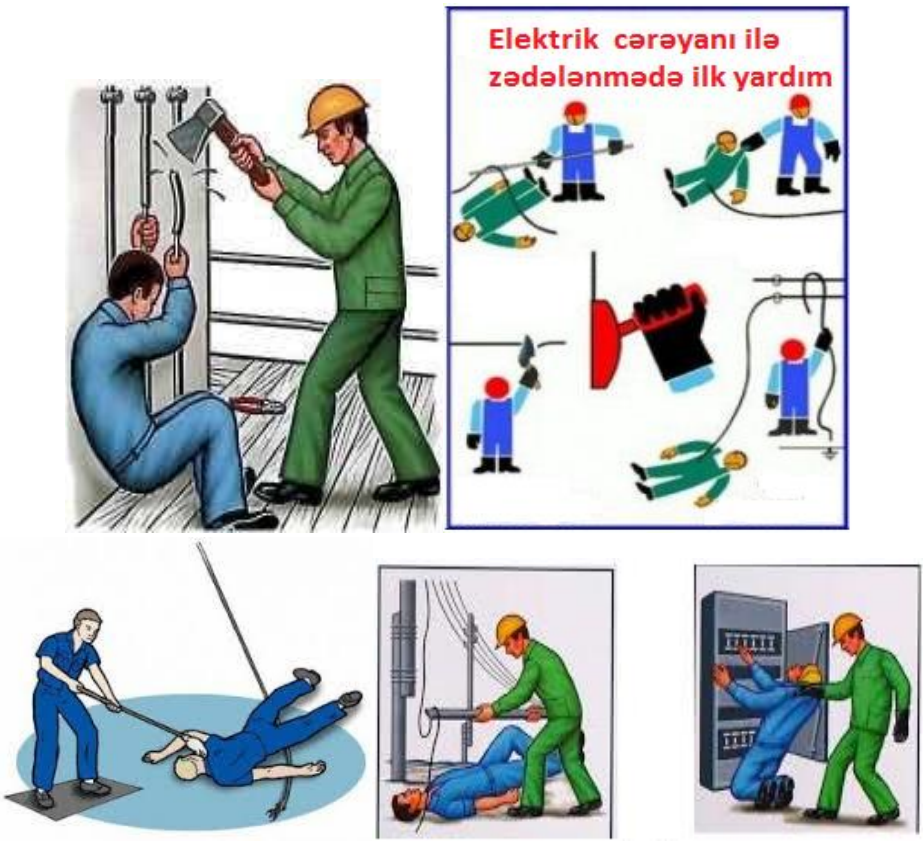
İnsan üçün ən təhlükəli cərəyan tezliyi 50-60 Hs olan sənaye cərəyanlarıdır. Yüksək tezlikli cərəyanlar insana elektrik zərbəsi yox, elektrik yanığı kimi təsir edir. Çünki bu yüksək tezliklər əsəb və əzələ toxumalarını qıcıqlandıra bilmir. Cərəyanla zədələnmə xarakterinin dəyişməsinə təsir göstərən amillərdən biri də gərginlikdir. Odur ki, az təhlükəli binalarda 42 V-a qədər, yüksək təhlükəli binalarda 36 V-a qədər, xüsusi təhlükəli binalarda isə 12 V-a qədər gərginlik təhlükəsiz hesab edilir.

➢ Elektrik cərəyanı ilə zədələnmədə ilk yardım

Bədəndən elektrik cərəyanının keçməsi insan orqanizminin orqan və toxumalarında sağlamlıq üçün təhlükəli olan bir sıra fəsadlara səbəb ola bilər.

Elektrik cərəyanının insanın ona toxunan ətrafını "özünə yapışdırmaq" xüsusiyyəti vardır. Buna görə də bu zaman qarşıda duran əsas vəzifə zərərçəkənin elektrik cərəyanı ilə "əlaqəsini" kəsməkdən ibarətdir, çünki zərərçəkən özü bunu edə bilmir.

Bunun üçün ilk növbədə cərəyanı şəbəkədən ayırmaq lazımdır (evdəki mühafizə avtomatını söndürmək, elektrik qoruyucularını açmaq və ya elektrik məftilini quru tutacaqlı balta ilə kəsmək). Bunları etmək mümkün olmazsa, qalın quru taxta və ya dielektrik hər hansı bir materialın üzərinə çıxaraq elektrik cərəyan xətlərini və ya zərərçəkəni quru taxta, rezin və ya plastik bir əşya ilə kənara itələmək lazımdır.



Şəkil 1.5. *Elektrik cərəyanı ilə zədələnənə ilk yardım etmə*

Hadisədən nə qədər çox qorxsanız da, zərərçəkənə yardım etmək üçün əliboş qaçmayın – bu halda siz ona kömək edə bilməzsiniz, həmçinin özünüz də zədə ala bilərsiniz! Zərərçəkəni elektrik xəttindən ayırmaq üçün metal əşyalardan, məftildən, nəm dəsmaldan istifadə etmək olmaz – bütün bunlar elektrik cərəyanını keçirir!

Yadda saxlayın ki, zərərçəkən elektrik xəttindən ayrılmayana qədər elektrik cərəyanının keçiricisi hesab olunur. Buna görə də özünüzün də zərər çəkməməyiniz üçün onun bədəninin açıq yerlərinə toxunmayın!

Zərərçəkəni cərəyan mənbəyi ilə təmasdan azad etdikdən sonra dərhal "təcili yardım" çağırın. Əgər zərərçəkənin huşu özündə olarsa və o, heç nədən şikayət etməsə belə, yadda saxlamaq lazımdır ki, elektrik cərəyanının insan orqanizmə təsiri dərhal deyil, bir müddət keçdikdən sonra da özünü göstərə bilər. Ona görə də zərərçəkən mütləq təcili şəkildə həkim tərəfindən müayinə edilməli və onun xəstəxanada müalicə almasına ehtiyac olub-olmaması müəyyən edilməlidir.

"Təcili yardım" xidməti gələnə qədər zərərçəkənin sıxıcı paltarlarını çıxarmaq, onu başının altına balış qoyulmadan yatağa uzatmaq (başı yan tərəfə olmalıdır ki, qusma baş verdikdə xəstə boğulmasın!), üstünü isti örtüklə örtmək, isti çay vermək lazımdır.

Şəkil 1.6. *Zərərçəkənə ilk yardım*

Zərərçəkən huşsuz vəziyyətdə olarsa, onu özünə gətirməyə çalışın. Bu məqsədlə üzünə soyuq su çiləmək, naşatır spirti damızdırılmış pambığı burnuna yaxınlaşdırmaq (3-5 sm-dən yaxın olmamaqla), gicgahlarını sirkədə isladılmış pambıqla sürtmək olar.

Zərərçəkənin nəfəs alıb-almadığını, onun ürəyinin döyünüb-döyünmədiyini yoxlayın. Bir çox hallarda güclü elektrotravmadan sonra həyat əlamətlərini aşkar etmək çox çətin olur. Ancaq əksər hallarda bu dəyişikliklər geriyədönən proses olur. Buna görə

yanınızdakı şəxsə "təcili yardım" çağırmasını tapşıraraq özünüz dərhal zərərçəkənə ilk tibbi yardım göstərməyə başlayın. Nəbz və tənəffüsün olmadığı halda, nəfəs gələnədək və ürək döyünməsi bərpa olunanadək və ya həkim gələnədək zərərçəkənə süni tənəffüs vermək və ürəyin qapalı masajını icra etmək lazımdır.

İldırımvurma da elektrotravmalara aiddir. İldırım vurmasının xarakterik əlaməti ildırım xətti üzrə dəridə şaxəli izin olmasıdır. Zədələnmə əksər hallarda huşun itirilməsi, iflic olma ilə müşayiət edilir və adətən, tədricən keçib gedir.

İldırımvurma zamanı ilk tibbi yardım adi elektrotravmada olduğu kimidir. Vaxtında başlanan aktiv müalicəvi tədbirlər, hətta ildırımdan ağır zədə alan insanı da xilas etməyə imkan verir.

Qeyd etmək lazımdır ki, əhali arasında, elektrik cərəyanı və ya ildırımvurma zamanı zərərçəkənin bədənindən elektriki "çıxarmaq" üçün onu quma basdırmaq fikri çox səhv hesab edilir və bu, zərərçəkənin ölməsinə səbəb ola bilər!

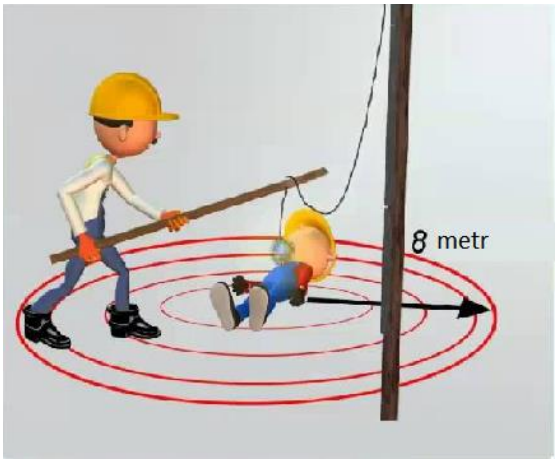
- **Toxunma gərginliyi**

Elektrik qurğusunun izolyasiyası deşildikdə cərəyan qurğunun gövdəsinə, oradan da yerləbirləşdirici elektrod vasitəsilə yerə axır. Yer səthində dayanmış insanın əli yerləbirləşdiriciyə bənd edilmiş metal hissələrə toxunduqda əldə yerləbirləşdiricinin potensialı, ayaqlarda isə başqa potensial əmələ gəlir. Ayaqlarda əmələ gələn potensialın qiyməti ayaqlarla yerləbirləşdirici arasındakı məsafədən asılıdır.

Göstərilən vəziyyətdə əl ilə ayaqlar arasında yaranan potensiallar fərqi toxunma gərginliyi adlanır. Yerləbirləşdiricidən uzaqlaşdıqca toxunma gərginliyi də artır.

- **Addım gərginliyi**

Yerləbirləşdiricidən və ya qırılıb yerə düşmüş xətdən yerə axan cərəyan radius üzrə bütün istiqamətlərdə yayılır. Ən böyük potensial yerləbirləşdiricinin yerə toxunduğu nöqtələrdə yaranır. Həmin yerdən uzaqlaşdıqca cərəyanın axmasına müqavimət azaldığı üçün potensialın qiyməti də azalır. Yerləbirləşdiricinin və ya qırılıb yerə düşmüş xəttin ətrafında 20 m radiuslu sahə cərəyanın yerdə axma zonasıdır. Cərəyanın yerdə axdığı zonada hərəkət edən insanın ayaqlarının toxunduğu nöqtələrdə potensiallar müxtəlif olduğu üçün o, gərginlik altına düşmüş olur. Cərəyanın yerdə axma zonasında ayaqlar arasında (0,8 m) əmələ gələn potensiallar fərqi addım gərginliyi adlanır. İnsan elektrodun torpağa toxunduğu yerə nə qədər yaxın olarsa, addım gərginliyinin qiyməti və zədələnmə təhlükəsi də o qədər artır. Addım gərginliyi zonasına düşmüş şəxs ayaqlarını cəld birləşdirməli, qısa addımlarla və ya cüt ayaqlı sıçrayışlarla və ya tək ayaqla hoppana-hoppana oradan çıxmalıdır.



Şəkil 1.7. *Mühafizə vasitələri Şəkil 1.8. Zərərçəkənə yaxınlaşma məsafəsi*

➢ **Elektrik zədələnməsindən mühafizə üsulları və vasitələri**

Mühafizənin texniki üsul və vasitələri dedikdə, əsasən, aşağı gərginlikdən, etibarlı izolyasiyadan, çəpərləmə və bloklama qurğularından, avtomatik söndürücülərdən, mühafizə yerləbirləşdirməsindən və digər tədbirlərdən istifadə başa düşülür.

Elektrik gərginliyinin təhlükəsini azaltmaq üçün istifadə edilən aşağı gərginlik 42 V-dan az olan gərginlik hesab edilir. Belə gərginlik, əsasən, əlverişsiz iş şəraitində işləyənlər üçün vacibdir. Bu zaman cərəyan mənbəyi qalvanik element batareyaları, akkumulyator, alçaldıcı transformator ola bilər.

İzolyasiya. Elektrik şəbəkələrində başlıca təhlükəsizlik tədbirlərindən biri izolyasiyanın vəziyyətini yüksək səviyyədə saxlamaqdır. İzolyasiyanın pozulması qısaqapanmalara, od tutmaya, avadanlığın gövdələrinə gərginliyin düşməsinə və həmin səbəblərdən insanların elektrik cərəyanı ilə zədələnməsinə səbəb ola bilər. Gərginliyi 1000 V-a qədər olan dəyişən cərəyan şəbəkələrində izolyasiyanın müqaviməti 0,5 mOm-dan az olmamalıdır.

Elektrik şəbəkəsinin hər hansı sahəsində müxtəlif fazalar arasında və ya xətlə yer arasında izolyasiyanın müqaviməti azı 500 kOm olmalıdır. İzolyasiya müqaviməti meqometr adlı xüsusi cihazla yoxlanılır.

İkiqat izolyasiya. Elektrik təhlükəsizliyini təmin edən əsas vasitələrdən biri də ikiqat izolyasiyanın tətbiqidir. İkiqat izolyasiya əlavə və işçi izolyatordan ibarət olur. Bu vaxt işçi izolyator xarab olduqda əlavə izolyator işçini zədələnmədən qoruyur. Məsələn, əl ilə gəzdirilən səyyar lampa və digər elektrikləşdirilmiş alətlər bu qəbildəndir.

Çəpərləmə və bloklama. Elektriklə işləyən işçilərin izolyasiyasız cərəyan daşıyan hissələrə təsadüfən toxunmasının qarşısını almaq üçün müxtəlif çəpərləyici və bloklayıcı qurğulardan istifadə edilir. Elektrik qurğularında izolyasiyasız naqillər, kontakt birləşmələr, kəsən açarlar, qoruyucular və s. elə çəpərlənməlidir ki, onları xüsusi açar və ya alətsiz açmaq mümkün olmasın. Çəpərlər örtük, lövhə, tor və s. tipli ola bilər. Maşın və mexanizmlərin işə salma quruluşları elə yerləşdirilməlidir ki, onları təsadüfən və ya kənar şəxslər tərəfindən işə salmaq mümkün olmasın. İdarəedici lövhənin üstündə yerləşdirilmiş açarlar və digər idarəedici ləvazimatlar mütləq bütöv örtük ilə bağlanmalıdır.

Təhlükəli vəziyyətlərdə elektrik dövrəsini avtomatik olaraq kəsməklə işçiləri zədələnmədən qorumaq üçün bloklama qurğuları tətbiq edilir. Çox vaxt bloklama və çəpərləmə eyni qurulur. Bloklamanın iş prinsipi ondan ibarətdir ki, şkafların, elektrik qurğusu çəpərinin və ya elektrik avadanlığı örtüyünün qapıları açıldıqda elektrik dövrəsi kəsilir, qurğu və avadanlıq avtomatik olaraq qida mənbəyindən ayrılır. Qurğulara elektrik enerjisini vermək üçün təhlükəsizlik məqsədi ilə maqnit işəsalıcıdan istifadə edilir.

Avtomatik ayırma. Qəza vəziyyətində elektrik qurğularını ani olaraq (0,1…0,2 san) dövrədən ayırmaq üçün avtomatik ayırıcılar tətbiq edilir. Fazanın elektrik avadanlığının gövdəsinə qapanması, faza izolyasiyası müqavimətinin müəyyən həddən aşağı düşməsi, şəbəkəyə daha yüksək gərginlik düşməsi, insanın cərəyandaşıyan hissəyə toxunması hallarını qəza vəziyyətinə misal göstərmək olar. Bu zaman elektrik şəbəkəsinin bəzi parametrilərinin dəyişməsi mühafizə ayırma qurğusunu işə salır. Məsələn, qaynaqçı elektrodu dəyişdikdə onu tutucudan çıxaran kimi transformator şəbəkədən ayrılır və aparatdan gərginlik götürülür.

Mühafizə yerləbirləşdirməsi. İnsanları elektrik cərəyanının təsirindən qorumanın ən geniş yayılmuş üsullarından biri mühafizə yerləbirləşdirmədir. Mexaniki avadanlığın cərəyan daşıyan hissələrinə təsadüfən gərginlik keçdikdə yerləbirləşdirmə (torpaqlama) insanı mühafizə edir.

Yerləbirləşdirmə qurğusunun müqaviməti gərginliyi 1000 Volta qədər olan qurğularda 4 Om-a qədər, gərginliyi 1000 Voltdan yüksək olan qurğularda isə 10 Om-a qədər olmalıdır.

Yerləbirləşdirmənin əsas məqsədi qurğunun gövdəsindəki gərginliyi təhlükəsiz həddə çatdırmaqdan ibarətdir.

Əgər insan avadanlığın gövdəsinə toxunursa, bu zaman o, mühafizə yerləbirləşdirməsinə paralel olaraq cərəyan dövrəsinə qoşulur və onun bədənindən cərəyan keçir; lakin yerləbirləşdirici saz olduqda bu cərəyan cüzi olar və orqanizm üçün təhlükə törətməz. Bu paralel budaqlarda cərəyan budaqların müqavimətinə mütənasib olaraq paylanır. Alçaq gərginlik qurğuları üçün $R_j \leq 125/J_q$şərtindən (burada R_j- yerləbirləşdiricinin müqaviməti, J_q –elektrik qurğusunun yerləbirləşdirmə cərəyanının ən böyük qiymətidir), yüksək gərginlik qurğularında isə $R_j \leq 250/J_q$ şərtindən yerləbirləşdiricini maksimum müqaviməti uyğun olaraq 4 OM-a və 10 OM-a qədər tapılır.

Yerləbirləşdiricinin elektrik müqaviməti insanın elektrik müqavimətindən dəfələrlə kiçik olduğu üçün yerləbirləşdirilmiş gövdəyə toxunan insana elektrik cərəyanı təsir etmir.

Mühafizə yerləbirləşdirməsi yerləbirləşdirici elektrodlardan və onları birləşdirən naqillərdən ibarətdir. Yerləbirləşdiricilər təbii və süni olur. Təbii yerləbirləşdirici kimi yeraltı su kəmərindən və digər metal boru xətlərindən (yanar maye və qaz xəttindən başqa), bina və texniki qurğularda yerlə əlaqəsi olan metal konstruksiyalardan və s. istifadə edilir. Süni yerləbirləşdirici kimi şaquli basdırılmış polad mil, boru, tilli polad, üfüqi vəziyyətdə qoyulan polad zolaq, lövhə və s. tətbiq olunur.

Yerləbirləşdirici naqillər elektrik qurğusunun hissələrini yerə basdırılmış elektrodlara birləşdirən izolyasiyalı məftillərdir.

Elektrik qurğuları aşağıdakı hallarda mühafizə yerlə birləşdirməsi ilə təchiz edilməlidir:

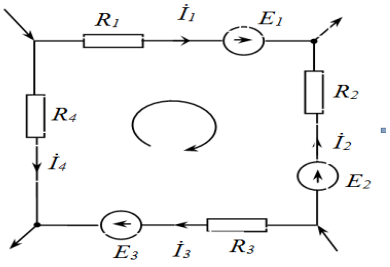
1. Gərginliyi 36 V-dan yüksək olan dəyişən cərəyanlı xarici qurğular
2. Gərginliyi 110 V-dan yüksək olan sabit cərəyanlı xarici qurğular
3. Xüsusi təhlükəli otaqlarda qoyulmuş elektrik qurğuları
4. Gərginliyi 500 V-dan yüksək olan qurğular (bütün hallarda)

Mühafizə sıfırlanması. Gərginliyi 1000 V-a qədər olan, neytralı yerlə birləşdirilmiş elektrik şəbəkələrində mühafizə yerləbirləşdirməsi əvəzinə mühafizə sıfırlanması tətbiq edilir.

Elektrik qurğularının normal vəziyyətdə gərginlik altında olmayan metal hissələrinin "sıfır" xəttinə birləşdirilməsi sıfırlanma adlanır. Bu halda "sıfır" xətti özü etibarlı yerləbirləşdirilmiş olmalıdır. Adətən, "sıfır" xətti şəbəkənin əvvəlində və sonunda, xətt ayrıclarında, eləcə də xətt boyunca hər 100 metrdən bir yerlə birləşdirilir.

1.2. Elektrotexnikanın əsas qanunlarını sadalayır.

1. Dövrə hissəsi üçün Om qanunu: Dövrə hissəsindəki cərəyan şiddəti bu hissənin uclarındakı gərginliklə düz, onun müqaviməti – *R* ilə tərs mütənasibdir:



Sxem 1.3. *Qapalı kontur*

$$I = \frac{U}{R}$$

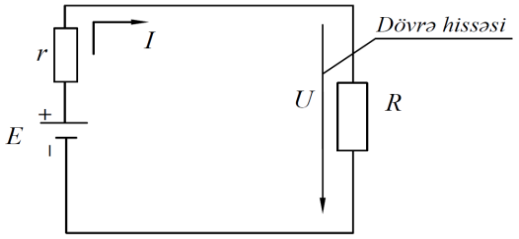
$$R = \frac{U}{I}$$

Tam dövrə üçün Om qanunu:

E-mənbənin elektrik hərəkət qüvvəsi, r-mənbənin daxili müqaviməti, R-işlədicinin müqavimətidir.

$$I = \frac{E}{R + r}$$

$$E=IR+Ir= U+Ir\ ,\ U=IR$$



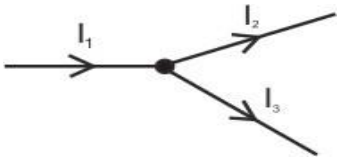
Sxem 1.1. *Dövrə hissəsindəki cərəyan*

Elektrik hərəkət qüvvəsi-mənbənin vahid *q* yükünü qapalı dövrədə hərəkət etdirməsi üçün lazım olan enerjidir. Vahidi voltdur, "V" hərfi ilə işarə olunur. Qeyd edək ki, gərginlik dövrə hissəsində vahid *q* yükünü hərəkət etdirməsi üçün lazım olan enerjidir.

2. Kirxhofun I qanunu: Sabit cərəyan dövrəsində düyün (budaqlanma) nöqtəsində (Sxem 1.2.) cərəyanların cəbri cəmi sıfıra bərabərdir, başqa sözlə budaqlanma nöqtəsinə daxil olan cərəyanların cəmi həmin nöqtədən çıxan cərəyanların cəminə bərabərdir və şərti olaraq daxil olan cərəyanlar müsbət, çıxan cərəyanlar isə mənfi hesab edilir. Ən azı 3 müstəqil budağın birləşdiyi nöqtəyə düyün nöqtəsi deyilir.

3. Kirxhofun II qanunu: Sabit cərəyan dövrəsində qapalı konturda EHQ-nın cəbri cəmi elementlərdə yaranan gərginlik düşgülərinin cəbri cəminə bərabərdir.

$$E_1-E_2+E_3=İ_1R_1-İ_2R_2+ İ_3R_3- İ_4R_4$$



Sxem. 1.2. *Düyün (budaqlanma) nöqtəsi*

1.3. Elektrik gərginliyi və elektrik keçiriciliyini təyin edir.

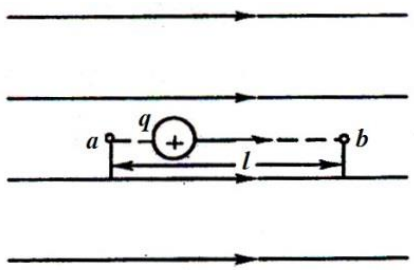
Elektrik gərginliyi və elektrik keçiriciliyi. Dövrənin hər hansı bir nöqtəsindəki (a) vahid yükün yerlə əlaqədar olan başqa bir nöqtədəki vahid yükə nisbətən enerjisinə (Wa) həmin nöqtənin potensialı deyilir:

$$\varphi_a = \frac{W_a}{q}$$

Əgər müsbət yük bircinsli elektrik sahəsində həmin sahənin qüvvələrinin təsiri altında a nöqtəsindən b nöqtəsinə kimi l məsafə qədər yerini dəyişmişdirsə, bu halda sahənin potensial enerjisi hesabına sahə qüvvələrin gördüyü iş

$$A=F\cdot Q$$

olacaqdır.



Sxem 1.4. *Müsbət yükün yedəyişməsi*

Başqa sözlə, vahid yüklü hissəcik keçiricinin a nöqtəsindən b nöqtəsinə hərəkət etdikdə sərf olunan elektrik enerjisinə iki nöqtə arasındakı gərginlik deyilir: $U_{ab}=\phi_a-\phi_b$

Potensialın və gərginliyin ölçü vahidi: volt (V): 1V=1C/1kl.

İki nöqtə arasındakı gərginlik qiymətcə vahid müsbət yükün həmin nöqtələr arasında yerdəyişməsi zamanı sahə qüvvələrinin gördüyü işə bərabərdir.

$$\boldsymbol{U = E\cdot Q}$$

Yer səthinin istənilən nöqtəsində potensial "0"-a bərabərdir.

Elektrik sahəsinin iki nöqtəsi arasında gərginlik həmin nöqtələrin potensiallar fərqinə bərabərdir.

Əgər neytral atomdan elektron ayrılarsa, onda atom müsbət iona çevrilər. Atomdan ayrılmış elektron digər neytral atomla birləşərək mənfi ion yaradır, yaxud sərbəst qalır. Belə sərbəst elektronlara keçirici elektronlar, ionların yaranma prosesinə isə ionizasiya deyilir.

Elektrik sahəsinin təsiri altında maddədə elektronların yaxud ionların istiqamətlənmiş hərəkətinə elektrik cərəyanı deyilir. Elektrik sahəsinin təsiri altında maddədə elektrik cərəyanı yaratmaq xassəsi onun elektrik keçiriciliyi ilə xarakterizə olunur. Elektrik keçiriciliyi materialın xüsusi elektrik keçiriciliyi ilə müəyyən olunur.

Cisimlərin elektrik keçiriciliyi yük daşıyıcıların konsentrasiyasından asılıdır. Bütün cisimlər elektrik keçiriciliyinə görə keçirici, dielektrik (elektroizolyasiya materiallarına) və yarımkeçiricilərə bölünürlər. Keçiricilər yüksək keçiriciliyə malikdir. Keçiricilərə metallar və onların ərintiləri, kömür, elektrolitlər daxildir.

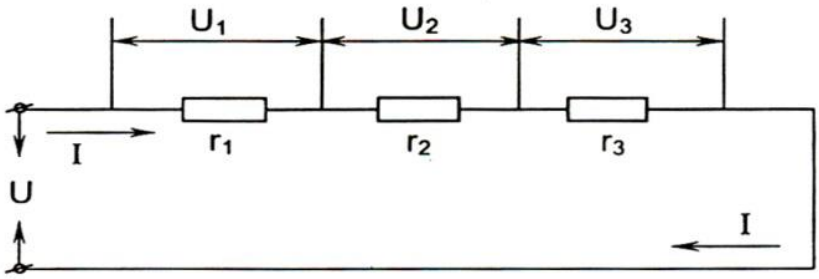
Dielektriklərin keçiriciliyi sıfıra bərabərdir. Onlara qazlar, mineral yağlar, polimerlər, laklar və qeyri-metal bərk cisimlər daxildir.

Yarımkeçiricilər - keçiricilər və dielektriklər arasında orta keçiriciliyə malikdirlər. Onlara silisium, germanium, selen, metal oksidlər və s. daxildir.

1.4. İşlədicilərin ardıcıl və paralel birləşməsini təsvir edir.

İşlədicilərin ardıcıl birləşməsi

Müqavimətləri ayırmadan bir-birinin ardınca birləşdirilməsinə onların ardıcıl birləşdirilməsi deyilir.



Sxem 1.5. *Müqavimətlərin ardıcıl birləşməsi*

Müqavimətlərin ardıcıl birləşməsində dövrədən eyni cərəyan axır. Müqavimətlərin ardıcıl birləşməsində dövrənin sıxaclarındakı gərginlik onun bütün hissələrindəki gərginliklərin cəminə bərabərdir.

Müqavimətlərin ardıcıl birləşdirilməsində ekvivalent müqavimət həmin müqavimətlərin cəmi-nə bərabərdir.

Naqillər ardıcıl birləşərkən naqillərdən keçən cərəyan şiddəti eyni olur.

I = I1 = I2 = ... In
U = U1 + U2 + ... + Un
R= R1 + R2 + ... + Rn

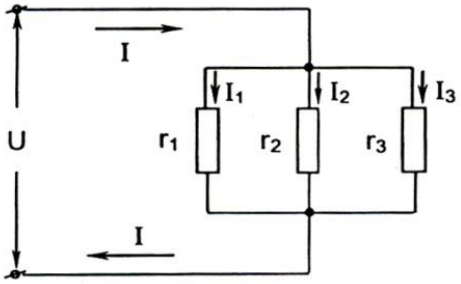
2. İşlədicilərin paralel birləşməsi

Naqillər paralel birləşərkən naqillərin uc nöqtələri arasındakı gərginliklər eyni olur.

$U = U_1 + U_2 + ... + U_n$
$I = I_1 = I_2 = ... I_n$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots \frac{1}{R_n}$$

Müqavimətlərin paralel birləşdirilməsində (şəkil 1.6.) müqavimətlərdə gərginliklər eyni olur, yəni: ***U=U1=U2=U3.***



Sxem 1.6. *Müqavimətlərin paralel birləşməsi*

n-ardıcıl və ya paralel birləşdirilmiş naqillərin ümumi sayıdır.

Xüsusi halda ***n=2*** olarsa:

Ardıcıl birləşdikdə ***R= R1 + R2***

Paralel birləşdikdə $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

Eyni müqavimətə malik naqillər (*R1 = R2 = ... = Rn = R*) ardıcıl v ə ya paralel birləşdirildikdə

$\boldsymbol{Rar = n \cdot R \quad Rpar = \frac{R}{n}}$

1.5. Sabit cərəyan dövrəsinin işi və gücünü hesablayır.

➢ **Sabit cərəyan dövrəsinin işi və gücü**

1. Sabit cərəyanın işi

Qapalı dövrədə yükləri irəliləmə hərəkəti etdirmək üçün dövrədən cərəyan axır. Bu zaman dövrədə elektrik enerji mənbəyi müəyyən enerji sərf edir. Bu enerji mənbəyi e.h.q. E-nin həmin dövrədən keçən q elektrik miqdarına hasilinə, yəni E x q-yə bərabərdir.

Lakin bu enerji mənbəyinin gördüyü bütün iş enerji qəbuledicisinə verilmir. Bunun bir hissəsi mənbənin və naqillərin daxili müqavimətinin dəf edilməsinə sərf olunur. Beləliklə, elektrik enerji mənbəyinin gördüyü faydalı iş:

A = Uq,

burada U–enerji qəbuledicisinin sıxaclarındakı gərginlikdir.

Elektrikin miqdarı q = It olarsa, iş düsturunu aşağıdakı şəkildə yaza bilərik:

A = Ult.

Bu düsturdan aydın olur ki, elektrik enerjisi və ya cərəyanın işi dövrədəki gərginliyin cərəyana və bu cərəyanın keçmə müddətinə vurulma hasilidir**.**

U = Ir

Onda iş düsturunu belə də yaza bilərik:

A =I^2 rt.

Ancaq alınan düsturlardan heç biri işin elektrik enerjisi generatorlarının ölçülərini müəyyən etmir. Həm böyük və həm də kiçik generatorlar eyni, lakin müxtəlif müddətlərdə iş verə bilər. Buna görə də generatorun ölçüləri görülmüş işlə deyil, onun gücü ilə müəyyən edilir. Bu, elektrik enerjisini istehsal etməyən, enerjini işlədən istənilən elektrotexniki aparat və maşınlara (məsələn, elektrik mühərriklərinə, elektrik lampalarına, qızdırıcı cihazlara və s.) aiddir.

2. Sabit cərəyanın gücü

Bir saniyə ərzində görülən (və ya sərf edilən) işə güc deyilir. Güc aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$P=\frac{A}{t} = UI = I^2r$$

İş və güc düsturlarında gərginlik – volt, cərəyan şiddəti – amper, müqavimət – om, zaman – saniyə ilə ifadə olunarsa, iş, nyoutonmetr və ya vatt-saniyə, coul, güc isə vatt ilə alınır.

1 vt= 1000 mvt.

1 hvt=100vt;

1 kvt = 1 000 vt.

1 vt. s =3600 vt .san, 1 kvt .s = 1 000 vt . s.

Elektrik cərəyanının işi və kiloqrammetr (kq m) ilə ölçülən mexaniki iş arasında belə bir nisbət vardır: 1 vt • san = 0,102 kqm.

Mexaniki gücü ölçmək üçün saniyədə kiloqrammetr (kqm/san) vahidindən istifadə olunur: 1kq m/san = 9,81 vt.

Generatorun sıxaclarındakı gərginlik U olduqda xarici dövrədə I cərəyanı ilə ayrılan güc gərginliyin cərəyana hasili kimi ifadə olunur, yəni:

$$P=UI.$$

Xarici müqavimət (r) çox kiçik olduqda dövrədəki cərəyan xeyli çox, generatorun sıxaclarındakı gərginlik isə çox kiçik olur. Xarici dövrənin r müqaviməti sıfra bərabər olduqda generatorun sıxaclarındakı U gərginliyi də sıfra bərabər olar.

$$P= 0 \cdot I = 0.$$

Dövrədəki cərəyan şiddəti sıfra bərabərdir.

$$P = U \cdot 0 = 0.$$

Generatorun daxili müqaviməti r_0, xarici dövrənin müqaviməti isə r olarsa, dövrədəki I cərəyanında generatorun daxilində ayrılan güc $P_0= I^2 r_0$, xarici dövrədə ayrılan güc isə $P=I^2 r$ olacaqdır.

Beləliklə, generatorun hasil etdiyi tam güc:

$$P_{tam}= P + P_0= I^2r + I^2 r_0= I(Ir + Ir_0)$$

Axırıncı bərabərliklərin sağ hissəsindəki mötərizəyə alınmış cəm generatorun e.h.q. E-ni ifadə edir, yəni:

$$E = Ir + Ir_0.$$

Deməli, generatorun tam gücünü aşağıdakı düsturla ifadə etmək olar:

$$P_{tam} = P + P_0=EI$$

1.6. Üçfazalı dəyişən cərəyan və onun alınması üsullarını sadalayır.

➢ Üçfazalı dəyişən cərəyan və onun alınması üsulu

Bir-birindən müəyyən zaman fasiləsi qədər fərqli olan dəyişən cərəyanlara *çoxfazalı cərəyanlar* deyilir. Belə cərəyanların hasil edilməsi üçün çoxfazalı sistemlər yaradılmalıdır. Çoxfazalı sistem, içərisində eyni qiymətli, eyni tezlikli və bir-birinə nəzərən eyni faza fərqi ilə dəyişən e.h.q.-ləri təsir edən dəyişən cərəyan dövrələri toplusuna deyilir.

Bu dövrələr qapandıqları zaman daxilindən dəyişən cərəyanlar keçir ki, onların da tezlikləri – eyni, fazaları isə bir-birindən eyni bucaq qədər fərqli olur.

Çoxfazalı sistem almaq və ya çoxfazalı e.h.q.-ləri hasil etmək üçün bircinsli maqnit sahəsi daxilində fırlanan və bir-birindən $2\pi/m$ qədər aralı yerləşdirilən m qədər eyni dolaq götürmək lazımdır.

Üçfazalı dəyişən cərəyanların sənaye üçün böyük əhəmiyyəti vardır. Buna görə də üçfazalı sistemlər daha geniş tətbiq olunur. Elektrik enerjisini məsafəyə vermək üçün bütün dəyişən cərəyanlar arasında ən əlverişlisi üçfazalı cərəyanlardır. Sənaye müəssisələrinin elektrikləşdirilməsi, üçfazalı cərəyan mühərriklərinin (asinxron mühərriklər) geniş surətdə tətbiq edilməsi nəticəsində əldə edilmişdir. Elektrik enerjisinin istehsalı da üçfazalı cərəyanlar əsasında həll edilmiş bir məsələdir. Ən qənaətcil və əlverişli elektrik generatoru üçfazalı sinusodial dəyişən cərəyan generatorudur.

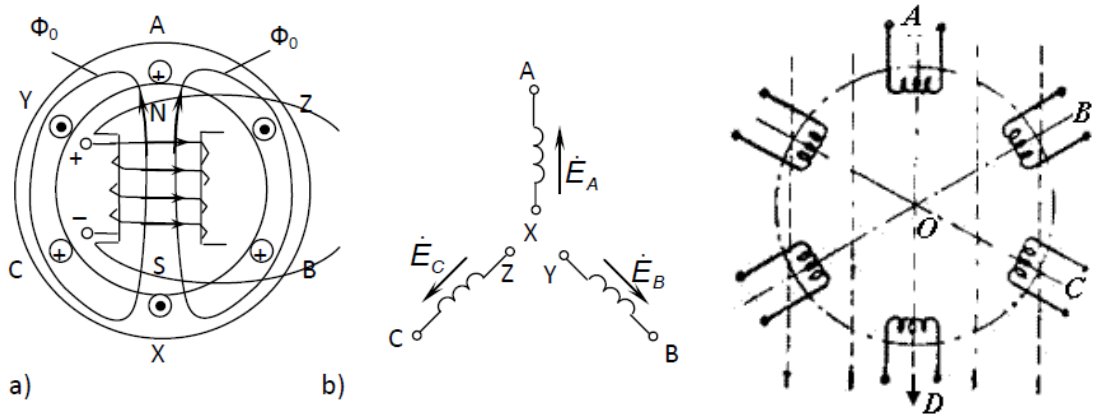
Sənayenin bir sıra sahələrində üç və çoxfazalı mənbələrdən geniş istifadə olunur. Bu mənbələrin fazalarında yaranan e.h.q.-nin tezliyi və amplitudaları eyni olur, lakin fazaca bir-birindən fərqlənirlər.

Üçfazalı sistem e.h.q-ləri fazaların başlanğıcları müxtəlif olan eyni tezlikli üç dəyişən cərəyan elektrik dövrəsindən ibarətdir.

Dəyişən cərəyan üçfazalı sistemlər elektrik enerjisini birfazalı sistemlərə nisbətən daha qənaətcil ötürülməsini təmin etdiyinə görə geniş yayılmışdır. Bundan əlavə, belə sistemlər sadə konstruksiyalı və istismarda etibarlı generatorların, mühərriklərin və transformatorların yaradılmasına imkan verir.

Sadə üçfazalı generator birfazalı generatordan statorda eyni üç dolağın yerləşdirilməsi ilə fərqlənir.

Şəkil 1.7-də göstərilən dolaqlar hərəkətsiz, maqnit sahəsi isə hərəkətli təsəvvür olunur.



Sxem 1.7. *Üçfazalı generatorun quruluş sxemi*

Bu dolaqlara ***faza dolaqları*** deyilir və sıra ilə A, B, C, D ilə işarə edilir. Əgər faza dolaqları bir-birilə elektriki əlaqədədirsə, alınan çoxfazalı sistemə ***birləşmiş sistem***, əks halda isə ***birləşməmiş sistem*** deyilir. Bundan əlavə, əgər sistemin ayrı-ayrı faza dolaqlarında induksiyalanan e.h.q.-ləri qiymətcə bərabər (amplitud və ya effektiv qiymətləri), faza fərqləri isə eyni olursa, sistem – ***simmetrik***, əks halda – ***qeyri-simmetrik*** adlanır.

Çoxfazalı sistemlər ən çox birləşmiş şəkildə tətbiq olunur. Sistemi təşkil edən faza dolaqlarını bir-birilə iki növ birləşdirmək olur. Bu birləşmələrdən birincisinə *ulduz*, ikincisinə isə *üçbucaq birləşmə* deyilir.

Ulduz birləşmə əldə etmək üçün bütün faza dolaqlarının uclarını və ya sonlarını bir ümumi nöqtədə birləşdirmək lazımdır. Bu halda alınan ümumi nöqtənin potensialı sıfra bərabər olduğundan həmin nöqtəyə ***sıfır nöqtəsi*** və ya ***sistemin neytralı*** deyilir.

Üçbucaq birləşmə faza dolaqlarının bir-birilə ardıcıl birləşməsi nəticəsində alınır. Burada birinci dolağın nəhayəti ikincinin əvvəli ilə, ikincinin axırı isə üçüncünün əvvəli ilə və bu qaydada birləşdirilib bir qapalı kontur alınır. Üçbucaq birləşmədə sıfır potensiallı ümumi nöqtə olmadığından belə sistemlərin neytralı yoxdur.

İstər ulduz, istərsə də üçbucaq birləşmələrdə faza dolaqlarında olan gərginlik və cərəyanlara ***faza gərginliyi*** *və* ***faza cərəyanı***, xətlərarası gərginliyə və xətlərdən keçən cərəyanlara isə ***xətt gərginliyi*** və ***xətt cərəyanı*** deyilir. Bu kəmiyyətlər müxtəlif fazalara aid olduqları üçün aid olduqları fazaların və xətlərin indeksləri ilə işarə olunur. Üçfazalı sistemlər üçün həmin birləşmələr üçqollu ulduz və üçbucaq şəklində alınır. Göstərilən birləşmələr həm mənbələr (generator və transformatorlar) və həm də işlədicilər (mühərriklər və aparatlar) üçün əmələ gətirilə bilir. Ancaq alınan fərq təkcə gərginlik və cərəyan vektorlarının istiqamətlərində olur. Mənbələrdə işarələr mərkəzdən etibarən, işlədicilərdə isə mərkəzə doğru qoyulmalıdır.

Qeyd olunduğu kimi, praktikada ən çox üçfazalı sistemlər tətbiq olunur; buna görə də əvvəldə aparılacaq mühakimələr və tədqiq olunacaq məsələlər ancaq üçfazalı sistemlər üzərində və üçfazalı cərəyanlara aid olacaqdır.

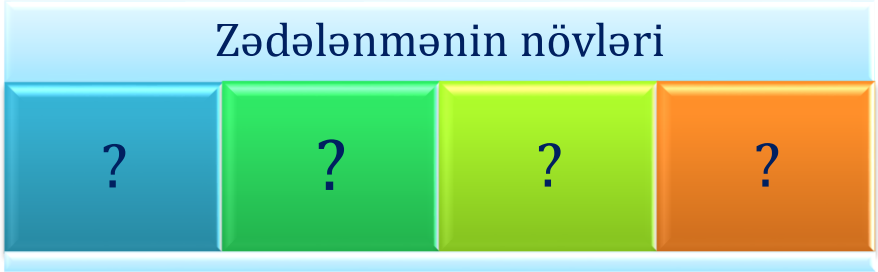
Bundan əlavə, nəzərə alınacaq sistemlər simmetrik gərginlikli və faza dolaqları bərabər yüklənmiş üçfazalı sistemlər olacaqdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, ulduz birləşmənin ümumi nöqtəsinə verilən *sıfır nöqtəsi* adı ancaq sistemin simmetrik vəziyyəti üçün düzgündür.

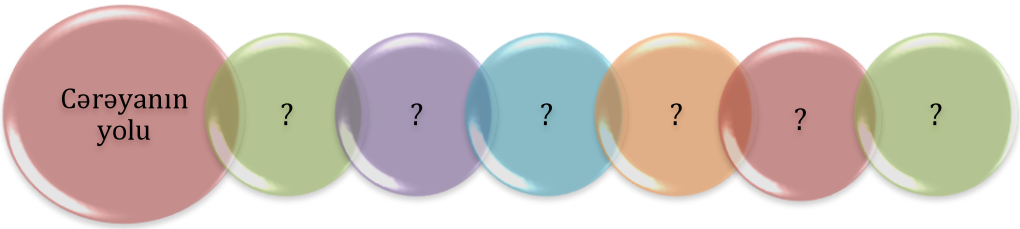
Sistem qeyri-simmetrik olduğu zaman həmin nöqtənin potensialı sıfra bərabər olmur, ona görə də bu nöqtəyə *neytral* adı vermək daha düzgündür.

Tələbələr üçün fəaliyyətlər

- Elektrik təhlükəsizliyinə dair plakatları araşdırın və müzakirə edin.
- Elektrik cərəyanı ilə zədələnmənin növlərini araşdırın və sxemdə qeyd edin.



- Elektrik cərəyanı ilə zədələnmənin əsas səbəblərini araşdırın və yoldaşlarınızla paylaşın.
- Sabit və dəyişən cərəyanın hansı qiymətlərinin insan orqanizmi üçün təhlükəli gərginlik olduğunu araşdırın və öyrənin.
- Elektrik cərəyanının insan orqanizmindən keçdiyi yolları araşdırın və sxemdə qeyd edin.

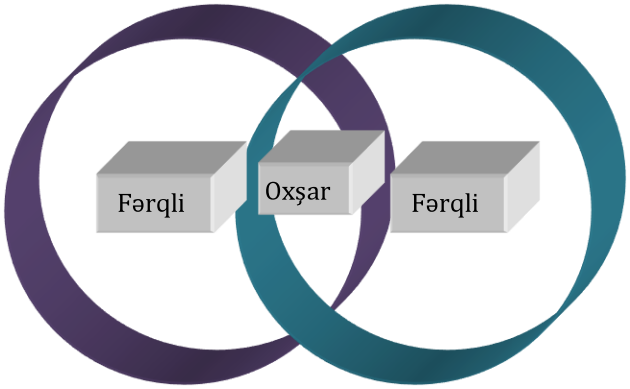


- Elektrik şokunun fazalarını araşdırın və müqayisə edin.
- Elektrik cərəyanı ilə zədələnmənin hansı amillərdən asılı olduğunu araşdırın və sxemdə qeyd edin.

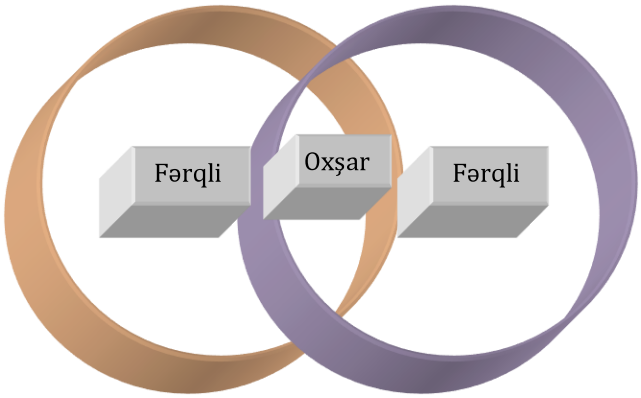
- Elektrik cərəyanı ilə zədələnməyə təhlükəlilik dərəcəsinə görə bütün binaların hansı kateqoriyaya bölündüyünü araşdırın və sxemdə qeyd edin.

Yüksək təhlükəli binalar	Xüsusi təhlükəli binalar	Az təhlükəli binalar
• ? • ? • ? • ?	• ? • ? • ?	• ? • ? • ? • ?

- Rollu oyundan istifadə edərək iki nəfər tələbənin iştirakı ilə zərərçəkənə ilk tibbi yardım göstərilməsini nümayiş etdirin.
- Toxunma və addım gərginliyini araşdıraraq, oxşar və fərqli cəhətlərini müqayisə edərək diaqramda qeyd edin.

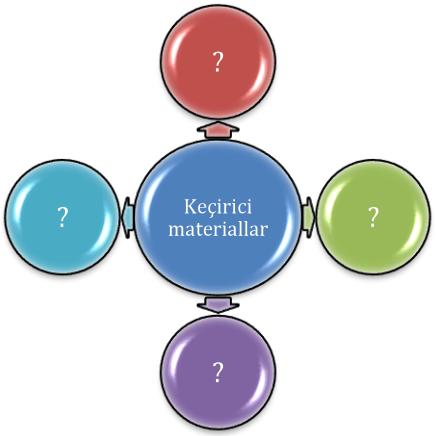


- Elektrik zədələnməsindən mühafizə vasitələrini araşdırın və hər birinin tətbiq sahəsini dəftərinizdə qeyd edin.
- Çəpərləmə və bloklama qurğularından nə zaman istifadə edildiyini araşdırın və təqdimat hazırlayın.
- Mühafizə yerləbirləşdirməsi ilə mühafizə sıfırlanmasını araşdırın, oxşar və fərqli cəhətlərini müqayisə edin.



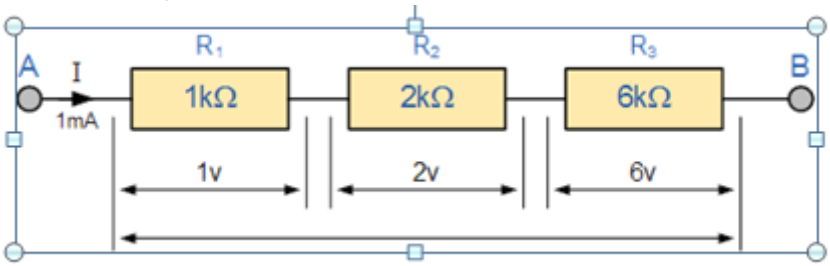
- Dövrə hissəsi üçün OM qanunu ilə tam dövrə hissəsi üçün OM qanunu arasındakı fərqi araşdırın.
- OM qanununun tətbiq sahələrini araşdırın və nümunələr göstərin.
- Dövrənin xarici müqaviməti R $\longrightarrow$ 0 olduqda cərəyan şiddətini təyin edin.
- Kirxhofun I qanununun sxemini qurun.
- Qapalı dövrə üçün Kirxhofun II qanununun sxemini qurun.
- Kirxhofun qanunlarının tətbiq sahələrini araşdırın və nümunələr göstərin.
- Sahə qüvvəsinin gördüyü işi araşdırın və müzakirə edin.
- Elektrik gərginliyini təyin edin.
- Sahə qüvvəsinin gördüyü işi təyin edin.
- Dielektriklərə aid olan materialları araşdırın və sxemdə qeyd edin.

- Keçiricilərə hansı materialın aid olduğunu araşdırın və sxemdə qeyd edin.

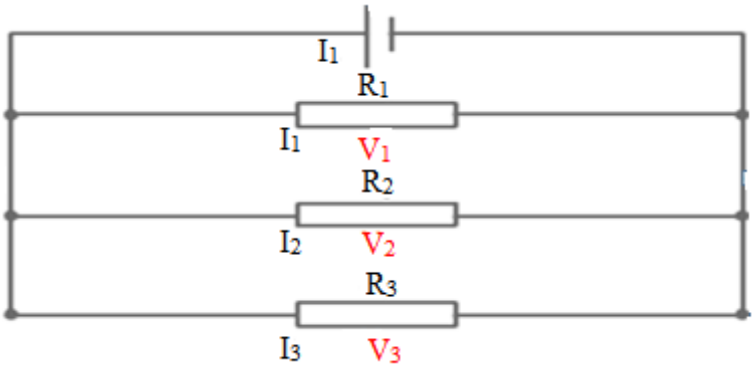


- Yarımkeçiriciləri araşdırın və sxemdə qeyd edin.

- İşlədicilərin ardıcıl birləşməsində ekvivalent müqaviməti təyin edin. (*R1 =1 om, R2=2 om, R3=6 om)*

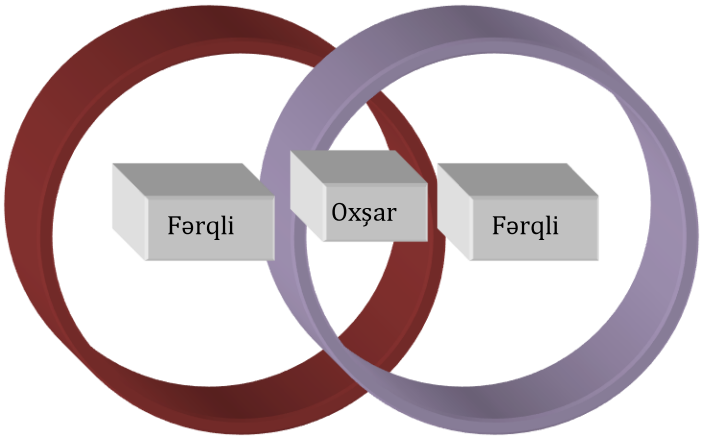


- Ardıcıl birləşmiş elektrik dövrəsinin sxemini qurun.
- Paralel birləşmədə ekvivalent müqavimət 22 om olarsa, dövrə hissəsinin cərəyan şiddətini hesablayın.



- Paralel birləşmiş elektrik dövrəsinin sxemini qurun.
- Elektrik cərəyanının işini və tətbiq sahələrini araşdırın.
- Dövrədə gərginlik U=0 olduqda gücü təyin edin.
- Güc vahidlərini müqayisə edin.

- Elektrik cərəyanının işi ilə ölçülən mexaniki iş arasında nisbəti araşdırın və nəticəni müzakirə edin.
- Generatorun hasil etdiyi tam gücü hesablayın.
- Çoxfazalı sistemi araşdırın və müzakirə edin.
- Üçfazalı dəyişən cərəyanın birfazalı dəyişən cərəyandan fərqini araşdırın və öyrənin.
- Ulduz birləşmə üsulunu araşdırın və sxemi öyrənin.
- Ulduz və üçbucaq birləşməsinin oxşar və fərqli cəhətlərini müqayisə edin.



Qiymətləndirmə

- ✓ İstehsalat müəssisələrində hansı şərait nəzərə alınmazsa, avadanlığın sıradan çıxmasına, işçilərin elektrikdən zərər çəkməsinə, yanğın hadisələrinin törənməsinə səbəb ola bilər?
- ✓ Canlı orqanizmdən keçən elektrik cərəyanının hansı təsirləri vardır?
- ✓ Elektrik cərəyanı ilə əlaqədar bədbəxt hadisələr neçə yerə ayrılır və hansılardır?
- ✓ Elektrik yanığı dedikdə nə başa düşürsünüz?
- ✓ Mexaniki zədələr dedikdə nə başa düşürsünüz?
- ✓ Elektrooftalmiya nədir?
- ✓ İnsan üçün ən təhlükəli cərəyan tezliyi neçə Hs-dir?
- ✓ Elektrik cərəyanından zədələnən zərərçəkənə kömək məqsədilə ilk öncə hansı tədbirləri həyata keçirmək lazımdır?
- ✓ Gərginliyi 1000 V-a qədər olan dəyişən cərəyan şəbəkələrində izolyasiyanın müqaviməti neçə mOm-dan az olmamalıdır?
- ✓ İkiqat izolyasiya dedikdə nə başa düşürsünüz və bu izolyasiya nə zaman tətbiq edilir?
- ✓ Avtomatik ayırıcılar nə zaman tətbiq edilir?
- ✓ Yerləbirləşdirmənin əsas məqsədi nədir?
- ✓ Dövrə hissəsi üçün OM qanununun düsturunu yazın.
- ✓ Tam dövrə hissəsi üçün OM qanununun düsturunu yazın.
- ✓ OM qanununda gərginlik cərəyan şiddətindən asılı olaraq necə dəyişir?
- ✓ Elektrik hərəkət qüvvəsi ədədi qiymətcə nəyə bərabərdir?
- ✓ Kirxhofun I qanununun düsturunu qeyd edin.
- ✓ Kirxhofun II qanununun düsturunu qeyd edin.
- ✓ Nöqtənin potensialı nəyə deyilir?
- ✓ Elektrik cərəyanı nəyə deyilir?
- ✓ Elektrik keçiriciliyinə görə cisimlər nəyə deyilir?
- ✓ Keçriciliyə görə cisimlər neçə yerə ayrılır?
- ✓ Ardıcıl birləşmə nəyə deyilir?
- ✓ Ardıcıl birləşmədə ümumi müqavimətin düsturunu yazın.
- ✓ Ardıcıl birləşmənin tətbiq sahələri hansılardır?
- ✓ Paralel birləşmə nəyə deyilir?
- ✓ Paralel birləşmənin düsturunu yazın.
- ✓ Paralel birləşmə tətbiq sahələri hansıdır?

- ✓ Ardıcıl birləşmədə ekvi,valent müqavimət 45 om olarsa, cərəyan şiddətini hesablayın.
- ✓ İşlədicilərin paralel birləşməsində ekvalent müqaviməti təyin edin. (*R1 =2 om, R2=8 om, R3=10 om)*
- ✓ Cərəyanın işi hansı düsturla ifadə edilir?
- ✓ 1 Kv saat neçə couldur?
- ✓ Cərəyanın işindən harada istifadə olunur?
- ✓ Güc nəyə deyilir?
- ✓ r < olduqda cərəyan necə dəyişir?
- ✓ Çoxfazalı cərəyanlar nəyə deyilir?
- ✓ Çoxfazalı sistem almaq və ya çoxfazalı e.h.q.-ləri hasil etmək üçün nə etmək lazımdır?
- ✓ Ən qənaətcil və əlverişli elektrik generatoru hansı generatordur?
- ✓ Sənaye sahələrində ən çox neçə fazalı mənbələrdən geniş istifadə olunur?
- ✓ Üçfazalı generator birfazalı generatordan nə ilə fərqənir?
- ✓ Faza dolaqları nəyə deyilir?
- ✓ Faza dolaqları birləşmə üsuluna görə neçə yerə ayrılır?
- ✓ Birləşmiş sistem ilə birləşməmiş sistemin fərqi nədir?
- ✓ Sıfır nöqtəsi və ya sistemin neytralı nəyə deyilir?
- ✓ Xətt gərginliyi və xətt cərəyanı nəyə deyilir?
- ✓ Sıfır nöqtəsi sistemin hansı vəziyyətinə uyğundur?

TƏLİM NƏTİCƏSİ 2

Kabel xətlərini artıq yükləmələrdən qorunmaq üçün mühafizə vasitələrini bilir və tətbiqini bacarır.

2.1. Kabellər haqqında ümumi məlumat verir.

➢ **Kabellər**

Dəyişən cərəyanlı kabel xətləri eyni gərginlikli hava xətlərindən xeyli baha başa gəlir, onları çəkmək daha zəhmətlidir. Kabel xətti ilə eyni gücdə enerji verilişi hava xətləri ilə enerji verilişindəkinə nisbətən çoxlu əlvan metal sərfi ilə əlaqədardır.

Kabellər gərginlik sinfi, təyinatı, konstruksiya və elektrik xarakteristikalarına görə fərqlənirlər. Kabellər keçirici alüminium (Al) və ya Mis (Cu) damardan, ekran, damar izolyasiyası, izolyasiya üstü ekran, Al və qurğuşun qilaf və xarici mühafizə örtüyündən ibarət olan konstruksiyalardır. Kabellər zavod istehsalı şəraitində hazırlandığı zaman onların elektrik, istilik, mexaniki və konstruktiv parametrlərinə nəzarət edilir.

Kabel: elektrik enerjisi keçirən, elektrikə qarşı cilalanmış bir və ya daha da çox damardan əmələ gəlmiş məhsuldur.

Damar: kabelin cilalanmış hər bir ötürücüsüdür. Ötürücü hissə ilə bunu əhatə edən keçiricidən ibarətdir.

Keçirici: elektrik enerjisini keçirməyə kömək edən naqil və naqillərin buruqlarıdır.

Örtük: ötürücünü cilalamağa yarayan, mexaniki təsirlərdən qorunmaq məqsədi üçün istifadə olunur. Ötürücü damarı və ya damarları içinə alan bir qoruyucudur.

Cilalanan örtük: Ötürücülərin səthini cilalayan örtükdür. Bu örtükdə istifadə olunan materialın cinsindən asılı olaraq kabel, PVC izolyasiyalı, kağız izolyasiyalı, plastmas izolyasiyalı kimi adlandırılırlar.

Ortaq örtük: Çox damarlı kabellərdə damarları əhatə edən cilalayıcı və doldurucu xassəyə malik olan örtükdür. Damar qrupuna istənilən şəkli verməyə qadir olan bir örtükdür. Cilalanmış örtüyün üstünə ikinci bir örtükdür.

Xarici təsirə qarşı örtük: Çox damarlı kabellərdə kabelə silindir şəkli verməyə qadir olan dolğu materialından düzəldilən ortaq örtükdür.

Ekran: Yüksək gərilməyə qarşı qorunmaq və ya enerji kabellərinin informasiya aparatlarına təsirini azaltmaq məqsədi ilə istifadə olunan metal sarğıdır. Ümumiyyətlə, hər damar üzərinə alfa şəklində sarılan mis lentlərdən ibarətdir.

Konsentrik keçirici: Bir damarlı kabeldə cilalanmış kabelin, çox damarlı kabeldə həmcins örtüyün üstünə gələn mis tellərdən düzəldilmiş sarğıdır. Bu sarğı neytral keçirici olaraq istifadə olunur.

Zireh: Kabeli mexaniki təsirlərdən qoruyan yuvarlaq tel və ya yastı metal lentlərindən düzəldilmiş sarğıdır. Həmcins örtüyün üstünə sarılır.

KX-nin HX-nə nisbətən daha az istifadə edilməsinə bir səbəb kimi və yalnız HX-nin çəkilməsinə icazə verilmədiyi yerlərdə istifadəsi mümkündür. Bunlara baxmayaraq, kabel xətlərinin aşağıdakı üstünlükləri də vardır:

a. Atmosfer təsirlərinə məsələn, külək, buzlaşma, ildırım boşalmalarına məruz qalmaması;
b. Trasların gizliliyi və kənar şəxslərin kabelə müdaxilə etməməsi.

Kabel xətlərinin əsas elementləri aşağıdakılardır:

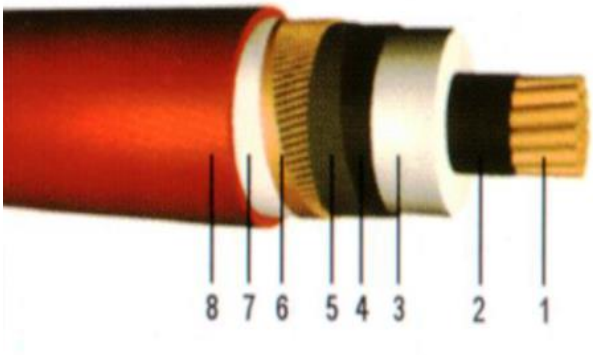
1. Elektrik enerjisini ötürən kabel;
2. Kabelin ayrı-ayrı tikinti uzunluqlarını birləşdirən muftalar, muftalar kabellərin bir tikinti uzunluğunu digər kabellə birləşdirir və bütün xəttin uzunluğu üçün vacib elementlərdir;
3. Sonluq muftalar və ya işləmələr;
4. Yüksək gərginlikli (110 kV və daha böyük) kabel xətlərinin yağ durdurucu muftaları;
5. Ekranayırıcı transpozisiya muftaları;
6. Kabelin temperatur və təzyiqinə nəzarət edən siqnal kabelləri və sistemlər;
7. Kabellərin təbii çəkilişi mümkün olmadıqda, onları kollektor, tunel, blok və s. tikililərdə çəkirlər.

Hazırda ən çox istifadə edilən orta və yüksək gərginlikli tikilmiş polietilen izolyasiyalı (TPE) kabellərdir, sabit gərginlik isə bu izolyasiyada polyarizasiya və qalıq yüklər yaradır.

Eyni ilə 3,6-6 kV PVX izolyasiyalı çoxtelli, birfazlı, mis damarlı kabel, marka NYCWY. TPE izolyasiyalı kabellərin markalanması konstruktiv elementlərin işarələri əsasında aparılır. Konstruktiv elementlər isə kabellərin çəkilişi və istismar qaydalarını təyin edir. Uzun məsafələrə çəkildikdə TPE izolyasiyalı kabellərin müəyyən məsafələrdə torpaqlanması lazımdır. Uzunluq boyu toplanan statik yüklər və onlardan yaranan gərginliklərin yerə ötürülməsidir.

Konstruksiya elementləri:

1. Çox telli mis damar; 2. Damarüstü yarımkeçirici ekran; 3. PVX izolyasiya; 4. İzolyasiya üstü, xarici yarımkeçirici ekran; 5. Su bloklayıcı qat; 6. Keçirici mis ekran, kontakt mis folqa lenti ilə sarınmışdır; 7. Qalvanik metal polimer qat, eninə su bloklayıcı funksiya daşıyır; 8. PVX xarici mühafizə şlanq örtüyünü göstərir. NYCWY markalı kabel



Şəkil 2.1. *Konstruksiya elementləri:*
1. Çox telli mis damar; 2. Təhlükəli ESG-ni tənzimləyən damarüstü yarımkeçirici ekran;
3. Tikilmiş polietilen (TPE) izolyasiya;
4. Elektrik sahəsini tənzimləyən, izolyasiya üstü xarici yarımkeçirici ekran;
5. Su bloklayıcı qat, uzununa hermetikləşməyə xidmət edir.
6. Keçirici mis ekran; üzərindəki mis lent ekran məftilləri arasında elektrik kontaktı yaradır və onların dairəvi formasına xidmət edir; 7. Alüminium polimer qat;
8. Polietilen (PE) tərkibli- 2Y xarici mühafizə şlanq örtüyü.

Bir sıra güc kabellərinin konstruksiya elementləri və quruluşu verilmişdir. Onlardan 0,6-1kV gərginlikli, PVX izolyasiyalı, çoxtelli, mis damarlı, sadə, lakin dairəvi polad məftil zirehi olan kabelin markası: - NYKRY

2.2. Kabelləri komplektləşdirir.

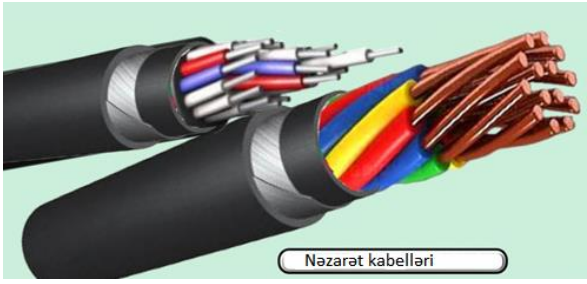
1.Kabellərin komplektləşdirilməsi. Kabel bir və ya bir-birindən izolyasiya olunmuş rezin, plastik kütlə, alüminium və ya qurğuşundan qoruyucu kip örtük qatı içərisində yerləşdirilmiş bir neçə naqildən (damardan) ibarətdir. Kabelin qoruyucu örtüyünün zireh qatı – polad lent, yastı və ya adi məftil dolağı ola bilər, belə kabelə zirehli kabel deyilir. Qoruyucu örtük qabının və zireh qatının üzərinə bir çox hallarda hopdurulmuş kəndir sarıyırlar.

1000 v-a qədər gərginlikdə torpaqda (xəndəklərdə), xüsusi tikililərdə (kanallarda, tunellərdə), habelə binanın daxilində çəkmək üçün olan kabellərə nəzarət kabeli deyilir.

Nəzarət kabellərinin damarları misdən və ya alüminiumdan hazırlanır, izolyasiyası plastik kütlədən və rezindən olur, qurğuşun, polivinilxlorid və rezin örtük içərisində yerləşdirilir. Örtüyündə polad lentdən zireh qatı və korroziyadan qorumaq üçün hopdurulmuş kabel ipliyindən mühafizə qatı ola bilər.

Şəkil 2.2. *Nəzarət kabelinin elementləri*

Nəzarət kabellərində 4-37 damar olur. Hər bir damarın en kəsiyi 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4,6; 10mm^2-dır.



Şəkil 2.3. *Nəzarət kabelləri*

Kabelin markasındakı hərflərin mənası belədir:

Elektrik enerjisini məsafəyə vermək və paylaşdırmaq üçün nəinki hava veriş xətləri çəkir, həm də kabel xətləri tikirlər. Kabellərin bir neçə növləri vardır. Güc kabelləri quraşdırma və nəzarət kabellərindən fərqli olaraq daha yüksək -35 kv və çox gərginliyə hesablanmışdır.

A-Alüminium damarlı, bu hərf olmazsa, deməli, mis damarlı kabeldir. Nəzarət kabellərini güc kabellərindən ayırmaq üçün nəzarət kabelinin markasında birinci hərfi, damarlar misdəndirsə K, damarlar alüminiumdursa, AK yazılır.

Damarların izolyasiya materialını bu hərflərlə işarə edirlər. P-rezin, B-polivinilxlorid, П- polietilen kabellərin damarları yağ hopdurulmuş kağızla izolyasiya olunarsa, işarədə göstərilmir, axmayan serezin kütləsi hopdurulmuş kağız izolyasiyasını Ц hərfi ilə işarə edirlər.

Kabellərin qoruyucu örtük qatını aşağıdakı kimi markalayırlar:

C- qurğuşun, A-alüminium, B-polivinilxlorid, T-qalın qurğuşundan örtük qatı.

Zireh qatının işarələri: Б-üzərinə hopdurulmuş kəndir sarınmış və bitum yaxılmış polad lentdən; БГ-kəndir sarğısı olmadan polad lentdən, П-üzərinə hopdurulmuş kəndir sarınmış yastı məftildən, K-üzərinə hopdurulmuş kəndir sarınmış adi məftildən.

Bina daxilində çəkmək üçün və səyyar elektrik qurğularında müxtəlif markalı kabellərdən istifadə olunur.

Gərginliyi 1000v-a qədər olan xarici və daxili kabel şəbəkələrini quraşdırmaq üçün nəzarət kabellərindən və güc kabellərindən istifadə olunur.

Şəkil 2.4. *Mis damarlı, yağ hopdurulmuş kağız izolyasiyalı, qurğuşun örtüklü, zirehli güc kabeli*

Şəkil 2.5. *Alüminium damarlı, lavsan lentli və zirehli kabel*

Şəkil 2.6. *Alüminium damarlı qurğuşun örtüklü hopdurulmuş kağız izolyasiyalı kabel*

500v-a qədər dəyişən cərəyan gərginliyində və 750 v-a qədər sabit cərəyan gərginliyində işləyən elektrik cihazlarını, aparatları bir-birinə birləşdirən elektrik xətlərini quraşdırmaq üçün quraşdırma kabellərindən istifadə edirlər. Quraşdırma kabellərində quraşdırma məftillərindən fərqli olaraq bir-birindən izolyasiya edilmiş, ümumi örtük qatı içərisində salınmış xeyli (2-14 ədəd) damar olur.

Ümumi təyinatlı elektrik qurğularında, əsasən, aşağıdakı quraşdırma kabelləri tətbiq edilir: МКШ-damarların izolyasiyası və ümumi örtük qatı polivinilxlorid plastikatdandır, МКЭШ-eyni, lakin ekranlanmış, МПКШ-damarların izolyasiyası polietilendən, ümumi örtük qatı isə polivinilxlorid plastikatdandır, МПКЭШ-eyni, lakin ekranlaşmış.

Şəkil 2.7. *Quraşdırma kabelləri*

2.3. Elektrik idarəetmə və mühafizə aparatlarını təyin edir.

1. Rele avtomatik elektrik açarları. Müxtəlif elektrotexniki qurğuların işini idarə etmək və ya qorumaq üçün elektrik aparatlarını şəbəkəyə qoşmaq və ya açmaq lazımdır. Elektrik cihazlarının idarə olunması bəzən əl ilə, bəzən də müəyyən məsafədən avtomatik qurğular vasitəsi ilə yerinə yetirilir. Buna görə də onlar alçaq və yüksək gərginlik aparatlarına ayrılır. Müasir istehsalatın ən mühüm elektrik avadanlıqları alçaq gərginlikli elektrik aparatlarıdır.

Məhz belə aparatlar vasitəsilə elektrik avadanlığı idarə olunur. Əsasən, istehsal olunan bütün elektrik enerjisinin 85%-i alçaq gərginlikdə istifadə edilir.

Bu elektrik aparatlarına haçalar, açarlar, kəsən açarlar, avtomatlar, reostatlar, rele və s. aiddir.

Rele – texniki quruluşdur. "Rele" fransız sözüdür, dəyişdirmək, əvəz etmək deməkdir. Beləliklə, aydın olur ki, rele elektrik, pnevmatik, hidravlik və başqa dövrələrdə nəzərdə tutulmuş proqram üzrə sıçrayışlı dəyişiklik etmək üçündür. Rele xalq təsərrüfatının müxtəlif sahələrində və məişət texnikasında – elektrik soyuducularında, qızdırıcı cihazlarda və s. geniş tətbiq edilir. Bilavasitə elektrotexnikada rele elektrik qurğularını məsafədən idarə etmək, ifrat cərəyan yükləmələrindən və qısaqapanmalardan qorumaq, habelə bunların iş rejimi barədə avtomatik siqnal vermək üçün tətbiq olunur.

Şəkil 2.8. *Avtomatik elektrik relesi və relenin işə qoşulması*

Releləri – bunların iş prinsipini müəyyən edən fiziki hadisələrdən asılı olaraq fərqləndirirlər. Bu cəhətdən relelər elektriki (elektromaqnit, induksiya, elektrik-istilik, yarım keçiricili və bir çox başqa tipli), mexaniki (deformasiya, inersiya və b. tipli), optiki və s. olur.

Relelər aşağıdakı fiziki kəmiyyətlərin təsiri ilə işləyir: elektrik-cərəyan şiddəti, gərginlik, elektrik rəqsləri tezliyi; mexaniki-yerdəyişmə, sürət, təzyiq və s.; istilik-

temperatur və s.; optik-işıqlanma və s.; maqnit-maqnit induksiyası, maqnit seli və s., akustik-səs rəqsləri tezliyi.

Releləri bir sıra başqa nişanələrinə, məsələn, fiziki kəmiyyətlərin dəyişilmə (artma, azaltma) xarakterinə, icra edilən konkret funksiyalara və s. görə də səciyyələndirirlər.

Rele müəyyən elektrik kəmiyyəti artdıqda işə düşürsə, ona maksimal rele, kəmiyyət azaldıqda işə düşürsə, minimal rele deyirlər.

"Rele" adı tarixən ilk dəfə olaraq elektromaqnit relesi kimi işlənilmişdir.

2. İstilik relesi. Qızdırıldıqda metalın genişlənməsi xassəsinə əsaslanan və ya temperaturun dəyişməsini hiss edən releyə **istilik relesi** deyilir. Geniş yayılmış bimetal istilik relesinin işlək hissəsi xətti genişlənmə temperatur əmsalları müxtəlif olan iki metaldan düzəldilmiş lövhədən ibarət olur. Belə lövhələr üçün materialı elə seçirlər ki, metalların genişlənmə əmsalında mümkün qədər çox böyük fərq olsun: məsələn, mis – polad, polad – nikel, invar – burünç.

Şəkil 2.9. *İstilik relesi*

İstilik relesindən cərəyan yüklənməsi çox olduqda istifadə olunur. Bu relenin elektrik qaldırıcısı qəbuledən hissədir. Bimetal lövhə aralıq hissə kimi istifadə olunur, icraedici hissə isə kontaktdır. Elektrikqızdırıcı mühərrikin dövrəsinə ardıcıl, kontaktlar isə mühərriki işə salan işəsalıcı elektromaqnitinin dövrəsinə qoşulur.

Şəkil 2.10. *Kontaktorlar, istilik relesi və avtomatik qoşucu*

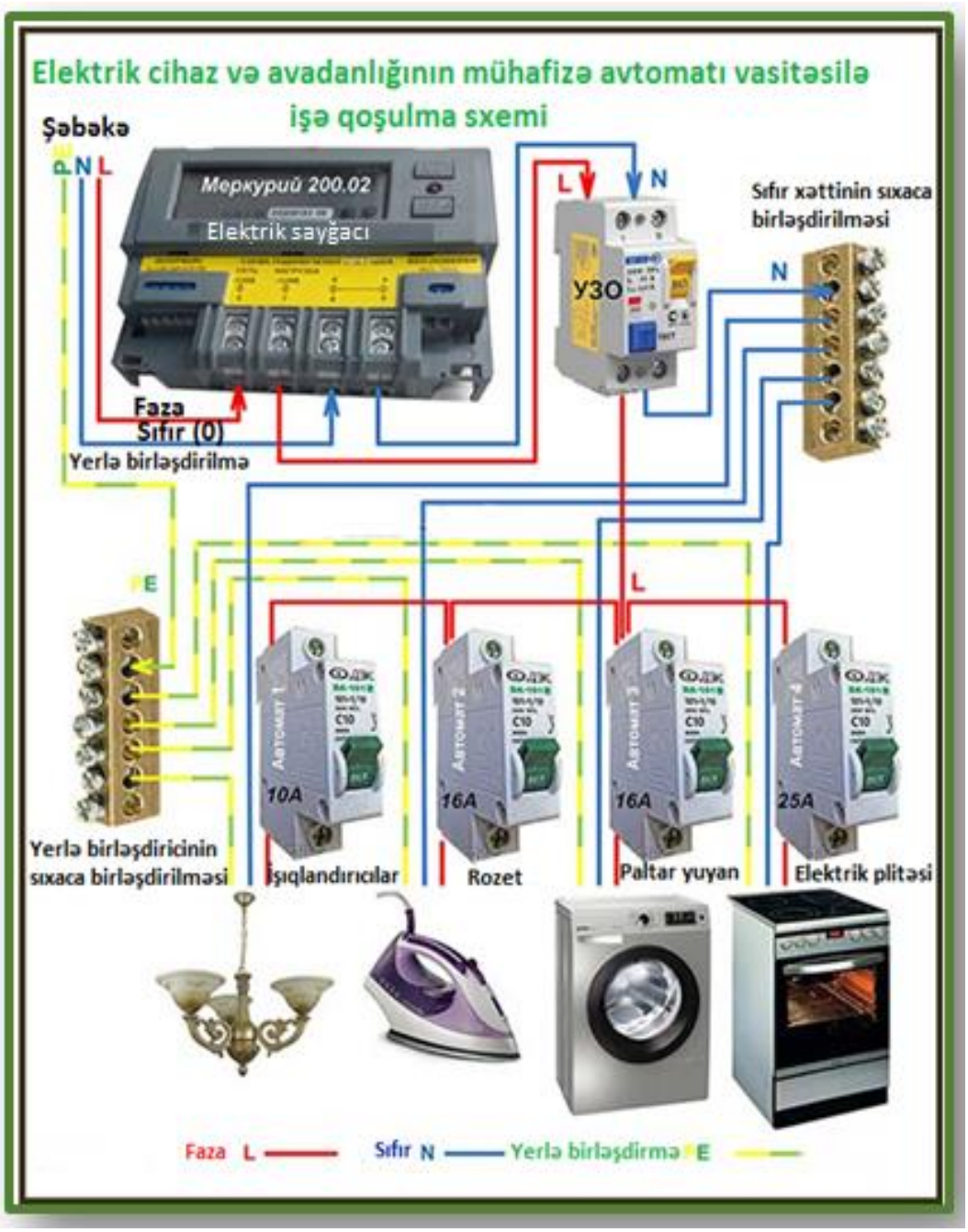
Yüklənmə normal olduqda bimetal lövhə əyilir, relenin kontaktlarını qapayır.

Cərəyan qızdırıcıda yolverilən həddən çox olduqda bimetal lövhənin istidən genişlənmə əmsalı az olan metal tərəfə, yəni yuxarıya tərəf əyilir, soyuduqda isə sıçrayışlı hərəkətlə öz əvvəlki vəziyyətinə qayıdır. Gücü 120 və 600 vt-a qədər olan mühərrikləri mühafizə etmək üçün nəzərdə tutulmuş reledə elementlərin forması müxtəlifdir.

Mühərriki quraşdırdıqda relenin kontaktlarını mühərrikin qidalandırma dövrəsinə qoşurlar. Bu dövrəyə nixrom qızdırıcını ardıcıl qoşmaq olur. Nixrom qızdırıcı qızdıqda relenin bimetal elementi işə düşüb mühərrikin dövrəsini kəsir.

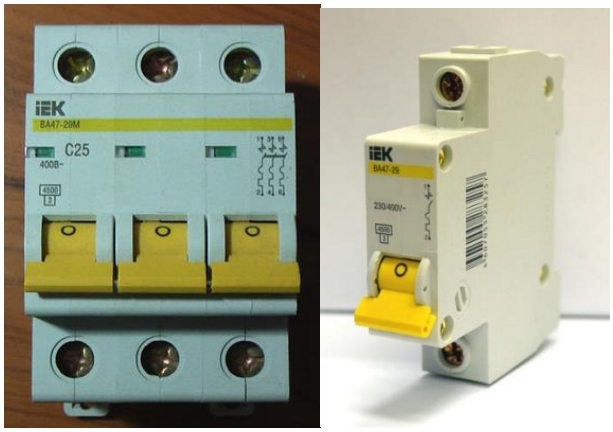
Belə istilik releləri maqnitişəsalıcılar, yağ manometrləri, avtomobillərin soyutma sisteminin termometrləri və bir çox digər qurğularda istifadə olunur.

3. Avtomat və kəsən açarlar. Əl idarəetmə aparatlarına açarlar daxildir. Bunlardan elektrik lampalarını, qızdırıcı cihazları, azgüclü mühərrikləri, ventilyatorları və tozsoranları qoşmaq və açmaq üçün istifadə edilir. Dövrəyə ardıcıl qoşulan açarların xarici görünüşü və quruluşu müxtəlif olur. Elektrik dövrələrini avtomatik açmaq və mühafizə etmək üçün avtomat açarlardan da istifadə olunur. Belə açarlar iki tipli olur: maksimal və minimal. Lövbər-çəftədən və açardan ibarət olan avtomatın əsas hissələri elektromaqnitdən ibarətdir. Avtomatı əl ilə də təkrar qoşmaq olar.



Sxem 2.1. *Elektrik cihaz və avadanlığının mühafizə avtomatı vasitəsilə işə qoşulması*

Minimal avtomat – cərəyan yolverilən həddən az olduqda dövrəni açan avtomata deyilir. Avtomatların ən böyük üstünlüyü odur ki, dövrəni əriyən qoruyuculardan mühafizə edir.



Şəkil 2.11. *Maksimal və minimal avtomat*

Elektrik qurğularını əl ilə qoşmaq və açmaq üçün kəsən açarlardan istifadə edilir. Kəsən açarlar birqütblü, ikiqütblü və üçqütblü olur. Üçqütblü kəsən açarın əsas hissələri hərəkətsiz kontaktlarda bərkidilmiş oxlarda dönə bilən mis bıçaqlardan ibarətdir. Kəsən açarlar təhlükəsizlik texnikası qaydalarına görə qoruyucu örtüklə örtülməlidir.

4. Qoruyucular. Cərəyan qoruyucudan keçən zaman hesablanmış dərəcədən yüksək olduqda bu qoruyucu əriyir, məftillər və aparatlar qızmamış qoşulmuş olduğu dövrəni açır. Qısaqapanma zamanı elektrik cərəyanı artıq olduqda, yəni şəbəkə çox yükləndikdə, dövrənin məftilləri qızır və bunların izolyasiyası yana bilir. Bu dövrəyə qoşulmuş elektrik maşınları və cihazları isə sıradan çıxıb xarab ola bilər.

Şəkil 2.12. *Əriyən qoruyucunun hissələri*

Bunun kimi hallar olmasın deyə elektrik dövrəsinə ardıcıl olaraq əriyən qoruyucular qoşulur.

İşlək cərəyan şiddəti I=10 a olarsa, belə dövrəyə az cərəyan şiddətinə hesablanmış qoruyucu qoşmaq olmaz.

Qoruyucu mühərrikin işəsalma cərəyan şiddətinin təxminən 40%-ni təşkil edən nominal cərəyan şiddəti üçün götürülməlidir. Elektrik dövrəsi üçün qoruyucu seçdikdə işlək cərəyan şiddətindən təxminən 5–7 dəfə yüksək olan işəsalma cərəyan şiddətini nəzərə almaq lazımdır. Həm də onu nəzərə almaq lazımdır ki, bu halda qoruyucu, mühərriki uzunmüddətli yüklənmədən mühafizə etmir.

Müxtəlif cür əriyən qoruyucular olur.

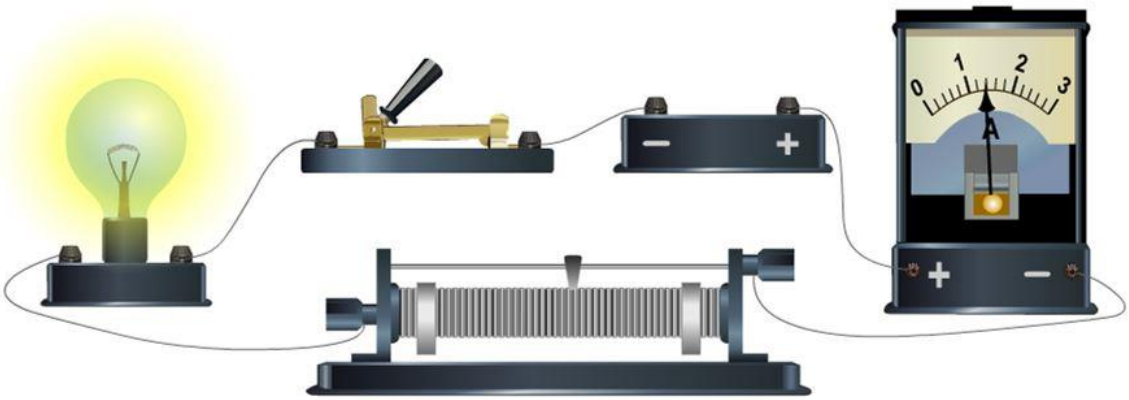
Şəkil 2.13. *Müxtəlif tipli əriyən qoruyucular*

5. Reostatlar

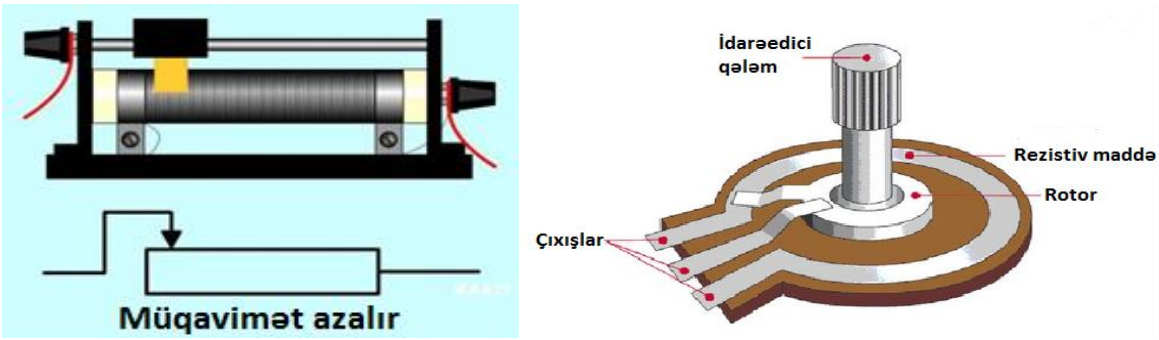
Elektrik mühərriklərini işə salmaq, dayandırmaq və sürəti tənzimləmək üçün işlədilən cihaz **reostat** adlanır. Reostatlar metal və maye tipli olur.

Məftil reostatın iki şaquli dayaq arasında bərkidilmiş çini əsası vardır. Xüsusi müqaviməti yüksək olan məftili bu çini əsasa sarıyırlar. Məftilin uclarını sıxaclara birləşdirirlər.

Məftilin üzərində yerləşdirilən milə məftilə toxunan kontakt diyircəkləri olan sürüngəc taxılmışdır. Sürüngəci məftilin üzəri ilə hərəkət etdirməklə reostatın müqaviməti səlis surətdə dəyişmək olur.



Şəkil 2.14. *Reostatın elektrik şəbəkəsinə qoşulması*



Şəkil 2.15. *Reostat*

Reostatın sürüngəcini sola hərəkət etdirdikdə məftilin çox hissəsi dövrəyə qoşulduğundan müqavimət artacaqdır. Surüngəci sağa hərəkət etdirdikdə isə reostatın dövrəyə qoşulmuş hissəsinin müqaviməti azalacaqdır. Reostatı dövrəyə iki cür qoşmaq olar: ardıcıl və paralel. Hər bir reostatda adətən, onun müqaviməti və hesablandığı cərəyan göstərilir.

2.4. Maqnit işəsalıcının funksiyasını təyin edir.

➢ **Maqnit işəsalıcılar**

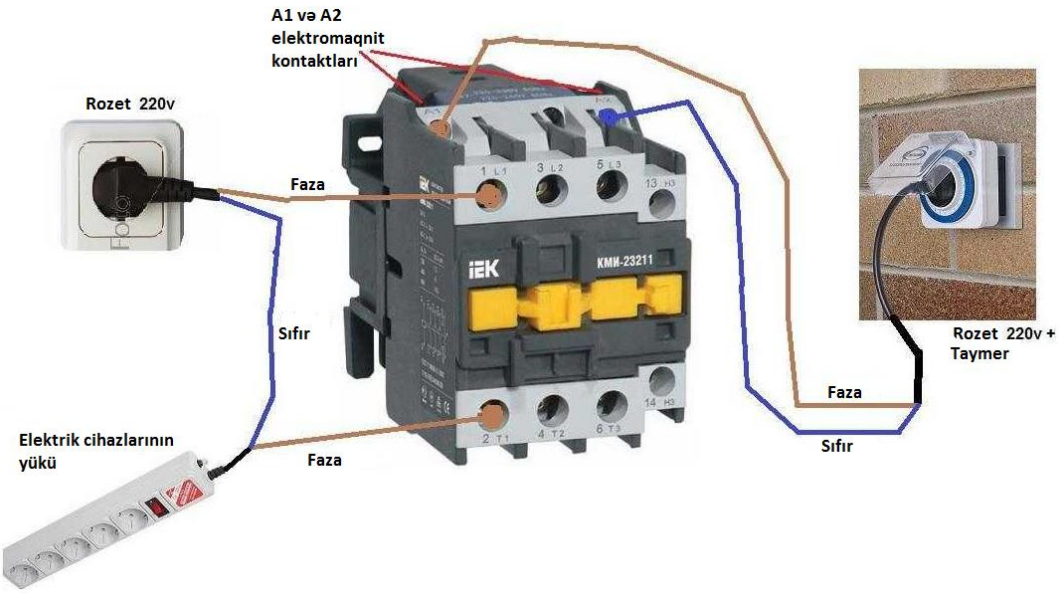
Maqnit işəsalıcılar elektrik qurğularını məsafədən işə salmaq, dayandırmaq və mühafizə etmək üçün olan dəyişən cərəyan elektrik aparatıdır.

Maqnit işəşalıcılar adətən, konstruktiv cəhətdən birləşdirilmiş kontaktlardan və elektrik-istilik relesindən ibarətdir. Lakin sənayedə istilik relesi olmayan maqnit işəsalıcılar buraxılır.

Maqnit işəsalıcılardan əksər hallarda qısaqapanmış rotorlu üçfazalı asinxron elektrik mühərriklərini idarə etmək üçün istifadə olunur.

Mühərriki ancaq bir istiqamətdə fırlanmaqla işə sala bilən maqnit işəsalıcılarına qeyri-reversiv işəsalıcılar deyilir.

Elektrik mühərrikinin fırlanma istiqamətini dəyişməyə imkan verən maqnit işəsalıcılarına reversiv işəsalıcılar deyilir. (Belə işəsalıcı konstruksiya birləşdirilmiş iki qeyri-reversiv işəsalıcıdan ibarətdir).



Şəkil 2.16. *Maqnit işəsalıcının dövrəyə qoşulma sxemi*

Elektromaqnitin dolağından elektrik cərəyanı keçdikdə maqnit sahəsi yaranır və lövbər içliyə dartılır. Bu zaman kontakt lövhələri elektrik mühərrikindən gələn məftilin qoşulduğu kontaktları bir-birinə birləşdirir. Cərəyanı kəsdikdə isə, lövbər öz ağırlığının təsiri ilə aralanır, kontakt lövhələri mühərriki şəbəkədən açır.

Mühərriki maqnit işəsalıcı ilə işə salmaq üçün aşağıdakı sxem üzrə qoşmaq lazımdır. Bu halda maqnit işəsalıcının kontaktları (1, 2, 3) normal açılmış olur. İşəsalıcı

elektromaqnitinin (EM) bir ucu — "İşə salma" düyməsinin kontaktına, o biri ucu isə şəbəkənin X_2 məftilinə birləşdirilir. "Dayan" düyməsinin kontaktları normal qapalı, "İşəsalma" düyməsinin kontaktları isə açıq olur. Blok-kontaktlar (*BK)* "İşəsalma" və — "Dayan" düymələrinin kontaktlarına paralel qoşulur.

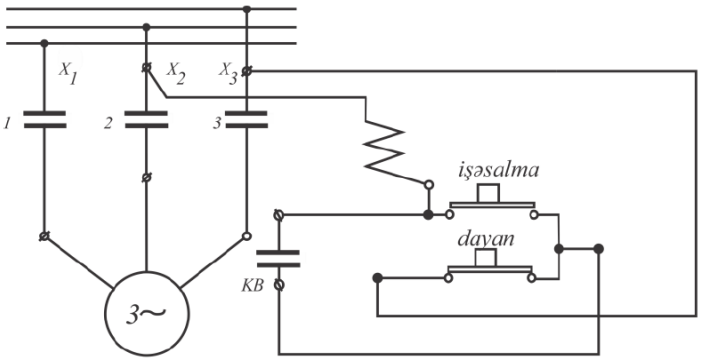
Mühərriki işə salmaq üçün "İşəsalma" düyməsi vardır. "İşəsalma" düyməsini şuntlayır və buna görə də mühərrik işləyərkən həmin düyməni basılmış vəziyyətdə saxlamaq lazım gəlmir.

Mühərrik "Dayan" düyməsini basmaqla dayandırılır. Bu halda işəsalıcıda elektromaqnitin dövrəsi kəsilir və lövbər öz əvvəlki vəziyyətinə qayıdır, işəsalıcının əsas kontaktları aralanır və mühərrik dayanır.

Maqnit işəsalıcı düymə stansiyası üç düymədən: — "İrəli", "Geri" və "Dayan" düymələrindən ibarətdir.

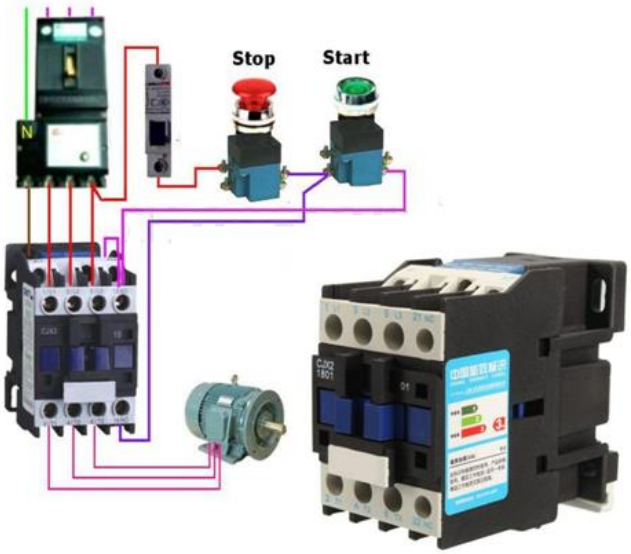
"İrəli" düyməsini basdıqda cərəyan elektrik mühərrikinə bu kontaktlarla daxil olacaqdır.

Dayan" duyməsini basdıqda mühərrikin dolağını şəbəkənin məftillərindən açacaqdır.



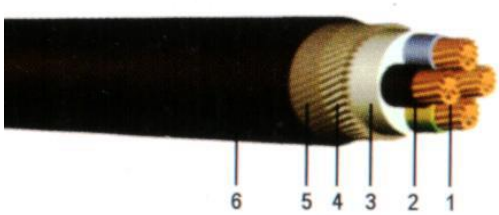
Sxem 1.2. *Maqnit işəsalıcı və onun qoşulma sxemi*

Mühərrikin fırlanma istiqamətini dəyişmək üçün "Geri" düyməsini basmaq lazımdır. Bu kontaktlar elə qoşulur ki, mühərrik fırlanma istiqamətini dəyişir.



Şəkil 1.17. *Elektrik mühərrikinin reversiv maqnit işəsalıcı vasitəsilə idarə olunması*

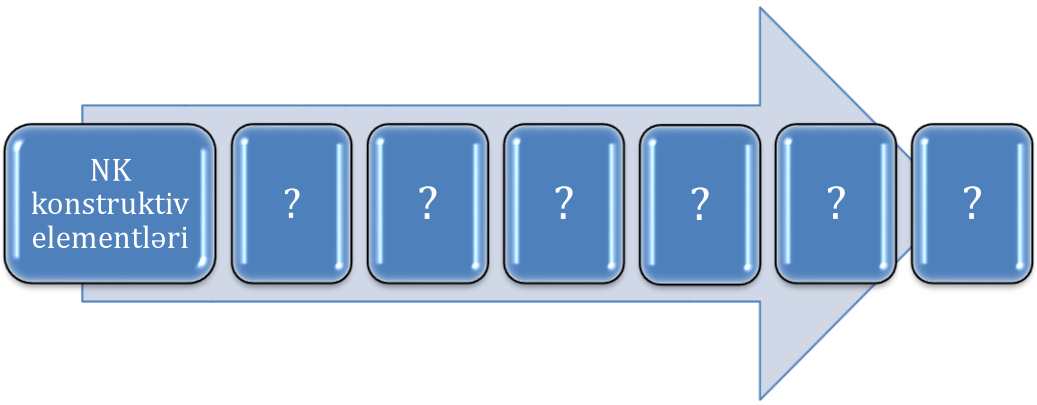
Tələbələr üçün fəaliyyətlər



- Şəkilə əsasən kabelin konstruksiya elementlərini cədvəldəki nömrələrə uyğun qeyd edin.

Konstruksiya elementləri:	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**

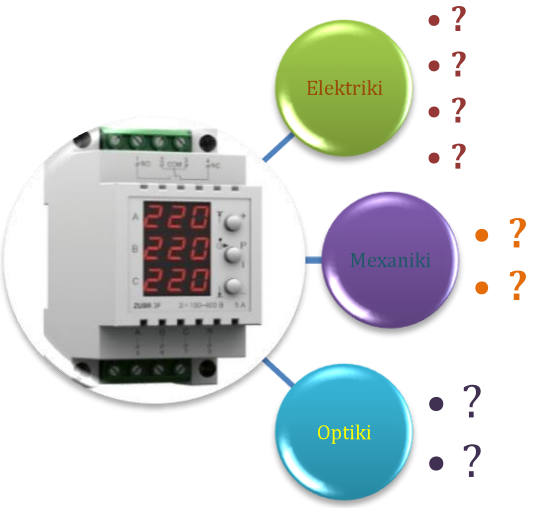
- Kabelin daxili quruluşundakı konstruktiv elementlərini araşdırın və hər birinin kabeldəki rolunu müzakirə edin.
- Kabel xətlərinin əsas elementlərinin rolu haqqında məlumat toplayın və təqdimat hazırlayın.
- TPE izolyasiyalı kabellər uzaq məsafəyə çəkildikdə yerlə birləşmənin necə yerinə yetirilməsi haqqında araşdırma aparın.
- Kabelin konstruktiv elementlərini araşdırın və öyrənin.
- Nəzarət kabellərində damarlarının sayını və damarın en kəsik sahəsini araşdırın və yoldaşlarınızla paylaşın.
- Nəzarət kabellərinin konstruktiv elementlərini araşdırın və sxemdə qeyd edin.



- Kabellərin qoruyucu örtük qatının markalanmasında istifadə edilən materialları araşdırın və hərflərə uyğun olaraq cədvəldə adlarının mənasını qeyd edin.

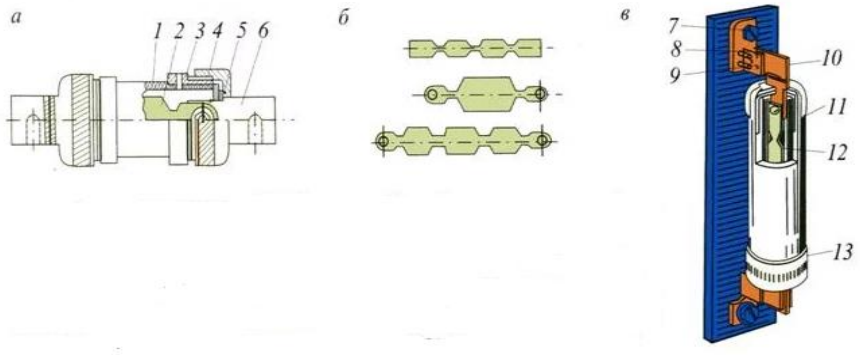
Örtük qatının markalanmasındakı hərflər		**С**	**А**	**В**	**Т**	**Б**	**БГ**	**П**	**К**
Hərflərin mənası		**?**	**?**	**?**	**?**	**?**	**?**	**?**	**?**

- Gərginliyi 1000 v-a qədər olan kabel şəbəkələrini quraşdırmaq üçün lazım olan nəzarət və güc kabellərinin markalarını araşdırın və öyrənin.
- Quraşdırma kabellərinin tətbiq sahələrini araşdırın və müzakirə edin.
- Relelərin iş prinsipini araşdırın və sxemdə qeyd edin.

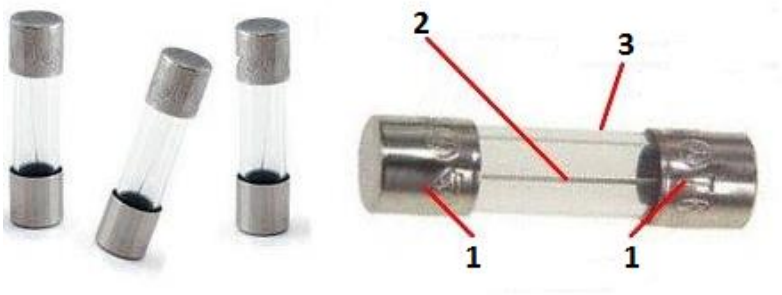


- Relelərin hansı fiziki kəmiyyətlərin təsiri ilə işlədiyini araşdırın və öyrənin.
- Minimal və maksimal relenin fərqini araşdırın və müqayisə edin.
- İstilik relesinin iş prinsipini araşdırın və yoldaşlarınızla paylaşın.
- Elektrik cihaz və avadanlığının mühafizə avtomat vasitəsilə işə qoşulma sxemini araşdırın və təqdimat hazırlayın.
- Maksimal və minimal avtomatın tətbiq sahələrini müqayisə edin.
- Əriyən qoruyucunun konstruktiv elementlərini araşdırın və müzakirə edin.
- Əriyən qoruyucuların tiplərini təyin edin.
- Reostatın elektrik şəbəkəsinə qoşulmasını müəllimin nəzarəti altında yerinə yetirin.
- Reostatın dövrəyə qoşulma üsullarını araşdırın və müqayisə edin.

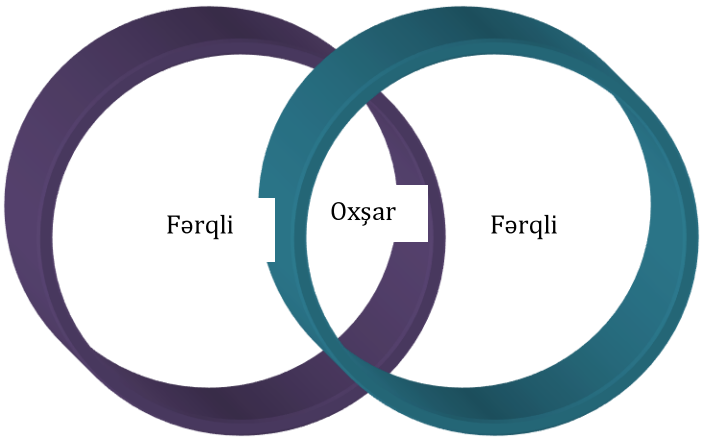
- Nominal cərəyanı 10- 100 A olan ПР-2 qoruyucunun quraşdırılması sxemini araşdırın və rəqəmlərə uyğun konstruktiv elementlərini cədvəldə qeyd edin.



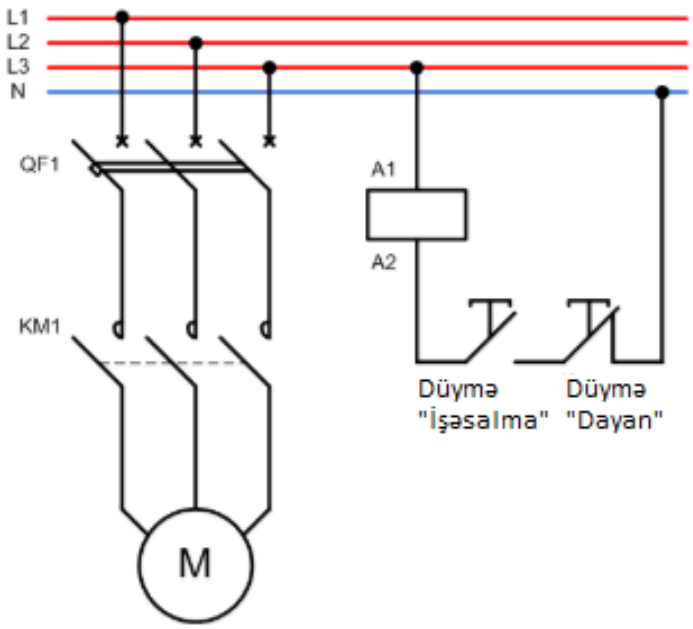
- Məişətdə işlədilən qoruyucunun konstruktiv elementlərini araşdırın və sxemdə qeyd edin.



- Elektrik şitinə quraşdırılmış köhnə və yeni tipli mühafizə qoruyucularının oxşar və fərqli cəhətlərini müqayisə edərək diaqramda qeyd edin.



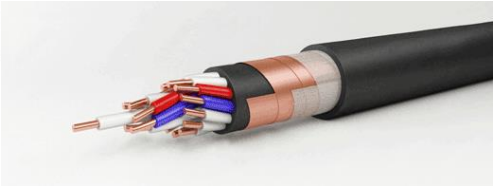
- Maqnit işəsalıcının tərkib hissələrini araşdırın və öyrənin.
- Sxemə əsasən maqnit işəsalıcının qoşulmasını araşdırın və öyrənin.



- Maqnit işəsalıcının dövrəyə qoşulma sxemini araşdırın və müəllimin nəzarəti altında yerinə yetirin.

Qiymətləndirmə

- Kabellər hansı konstruksiya və elektrik xarakteristikalarına görə fərqlənirlər?
- Kabel xətlərinin hansı üstünlükləri vardır?
- Kabellərin tətbiq sahələrini sadalayın?
- Kabelləri nəzərdən keçirin. Bunların növünü, quruluşunu və harada tətbiq edildiyini deyin.



- Məftillərin və kabellərin quruluşunda əsas fərq nədən ibarətdir?
- Zirehli kabellər hansı kabellərə deyilir?
- Nəzarət kabelləri dedikdə hansı kabellər nəzərdə tutulur?
- Nəzarət kabellərinin materialları hansı materiallardan hazırlanır?
- Müxtəlif elektrotexniki qurğuların işini idarə və mühafizə etmək üçün hansı kommunikativ aparatlardan istifadə edilir?
- Relenin funksiyası nədir?
- Rele mühafizə sistemi nə üçündür?
- "Rele" sözünün mənası nədir?
- İstilik relesi nəyə deyilir?
- İstilik relesindən harada istifadə edilir?
- Əl idarəetmə açarlarından hansı elektrik qurğularını açmaq üçün istifadə edilir?
- Elektrik dövrələrini avtomatik açmaq və mühafizə etmək üçün hansı açarlardan istifadə olunur?
- Minimal avtomatın tətbiq sahəsi haradır?
- Reostat nədir?
- Reostatlar neçə tip olur?
- Maqnit işəsalıcı dedikdə nə başa düşürsünüz?
- Maqnit işəsalıcılar harada tətbiq edilir?
- Reversiv və qeyri-reversiv maqnit işəsalıcının fərqi nədir?
- Maqnit işəsalıcı neçə düymədən ibarətdir?
- Mühərrikin fırlanma istiqamətini dəyişmək üçün hansı düyməni basmaq lazımdır?

TƏLİM NƏTİCƏSİ 3

Transformatorların növü və xarakteristikalarını bilir.

3.1. Transformatorların növü və xarakteristikaları haqqında məlumat verir.

➢ **Transformatorların növü və xarakteristikaları**

İlk transformatoru İvan Filippoviç Usakin ixtira etmiş və onu 1882-ci ildə avqustun 28-də Moskvada açılmış sərgidə nümayiş etdirmişdir. Bu vaxtdan etibarən transformatorun həm nəzəriyyəsi, həm də istismarı inkişaf etmişdir. Transformatorlar elektrik enerjisini uzaq məsafələrə verdikdə, enerjini qəbuledicilər arasında bölüşdürdükdə, eləcə də müxtəlif düzləndiricilərdə, gücləndiricilərdə, siqnal qurğularında və s. qurğularda geniş tətbiq olunur.

Tezliyi sabit saxlamaqla bir gərginlikdə dəyişən cərəyanı başqa gərginlikdə dəyişən cərəyana çevirmək üçün olan iki (və ya daha artıq) dolaqlı statik elektromaqnit aparatına transformator deyilir. Transformatorda enerji dəyişən maqnit sahəsi vasitəsi ilə çevrilir. Transformator maqnit sistemindən və dolaqlardan ibarətdir. Elektrik stansiyasından elektrik enerjisini işlədicilərə verdikdə bu xətdə enerji itkisi və çəkilməsi üçün əlvan metallar sərfi verilən cərəyandan asılıdır. Məftillərin güc itkiləri aşağıdakı ifadələrlə təyin edilir burada:

I–məftildən keçən cərəyan, a ilə;

$P_{güc}$– məftillərdə güc itkisi, vt ilə;

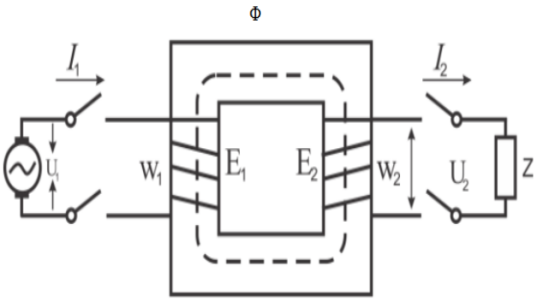
r–məftillərin elektrik müqavimətidir, om ilə ölçülür;

$$P_{güc} = I^2 r$$

Güc eyni olduqda gərginliyi artırsaq, cərəyan azalacaq, en kəsiyi sahəsi daha kiçik olan məftillərdən istifadə etmək mümkün olacaqdır.

Bu isə elektrik xətlərinin çəkilməsinə əlvan metallar sərfini və bu xətdə enerji itkilərini azaltmağa imkan verəcəkdir.

Şəkil 3.1. *Transformator*



Sxem 3.1. *Transformator prinsipial sxemi*

(Məsələn, E_1, U_1, I_1, W_1, P_1, və s.). İkinci dolaq isə 2 indeksi ilə yazılır. (Məsələn, E_2, U_2, I_2, W_2, P_2, və s.).

Gərginliyi artırmaq üçün yüksəldici transformatorlardan istifadə olunur.

Elektrik enerji qəbulediciləri (közərmə lampaları, elektrik mühərrikləri və s.) təhlükəsizlik nöqteyi-nəzərindən daha alçaq gərginliyə (110-380 v) hesablanır. Buna görə də qəbulediciləri qida- landırmaq üçun bilavasitə enerjinin verildiyi yüksək gərginlikdən istifadə etmək olmaz. Bu halda işlədicilərə enerji alçaldıcı transformatordan verilir.

Transformatorun işi qarşılıqlı induksiya hadisəsinə əsaslanmışdır. Transformatorun aktiv gücü, yəni elektrik enerjisindən mexaniki, istilik, kimyəvi və s. çevrilə bilən güc, vatt və kilovatt ilə ölçülür. Birinci gərginlik ikincidən az olduqda, belə transformatora yüksəldici, birinci gərginlik ikincidən çox olduqda isə buna alçaldıcı transformator deyilir.

Transformatorun ikinci dolağında cərəyan gücünün birinci dolaqdakı cərəyan gücünə nisbətinə transformatorun faydalı iş əmsalı deyilir. Transformatorun f.i.ə.-si yüksək - 99-99,5% olur. Transformatorun f.i.ə.-ni təcrübə yolu ilə dolaqlarda cərəyanın gücünü, ya da dodaqlarda və maqnit keçiricidə enerji itkisinin gücünü ölçməklə təyin edirlər. Buna görə də transformatorun f.i.ə.-ni (ή) tapmaq üçün düsturu aşağıdakı kimi yazırlar:

$$ή = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P2 + P_M + P_P} \cdot 100\%$$

Transformatorun iş rejimi iki cürdür: boşuna işləmə və yüklə işləmə.

Transformatorun boşuna işləməsi dedikdə elə iş rejimi nəzərdə tutulur ki, bu zaman birinci dolaq nominal gərginlik altında, ikinci dolaq isə açılmış vəziyyətdə olur (yəni bunda cərəyan şiddəti və güc sıfıra bərabərdir). Boşuna işləmədə birinci dolaqda cərəyan şiddəti nominal cərəyan şiddətindən onlarca dəfə azalmır. Buna görə də misə enerji itkisi də çox az olur (yada salaq ki, Coul-Lents qanununa əsasən bu enerjinin qiyməti cərəyan

şiddətinin kvadratı ilə düz mütənasibdir). Bir halda ki, birinci dolaqda gərginlik nominaldır, onda boşuna işləmə zamanı polada itkilər transformatorun yüklənmə ilə nominal iş rejimindəki kimi olmalıdır.

Transformator yüklənmə ilə işlədikdə, yəni elektrik qəbuledicisini ikinci dolağın dövrəsinə qoşduqda, birinci dolaqda gərginlik, demək olar ki, eyni qalır; cərəyan şiddəti isə ikinci dolaqda cərəyan şiddətinin dəyişməsinə mütənasib olaraq dəyişir. Məsələn, ikinci dolaqda cərəyan şiddəti artdıqda elektrik qəbuledicisinin sərf etdiyi enerji artır, deməli, transformatorun cərəyan mənbəyindən, yəni transformatorun birinci dolağı qoşulmuş elektrik şəbəkəsindən aldığı güc də artır (enerjinin saxlanma qanunu özünü büruzə verir). Bu hadisəni aşağıdakı kimi izah edirlər: içlikdə maqnit selinin ümumi qiyməti sabit kəmiyyətdir; ikinci dolaqdan keçən cərəyan elə maqnit seli yaradır ki, bunun istiqaməti Lents qaydasına əsasən birinci dolaqda cərəyanın yaratdığı maqnit selinin əksinə yönəlmiş olur; məsələn, ikinci dolaqda cərəyan şiddəti artarsa, burada maqnit seli artacaq, deməli, birinci dolağın yaratdığı maqnit seli də artacaqdır; bu isə birinci dolaqda cərəyan şiddəti artdıqda mümkün ola bilər.

Hazırda transformatorların içliklərini düzəltmək üçün poladdan geniş istifadə olunur. Transformatorlar içliyin konstruksiyasından asılı olaraq iki yerə bölünür: çubuqlu və zirehli. Hər bir transformatordan həm yüksəldici və həm də alçaldıcı kimi istifadə etmək olar.

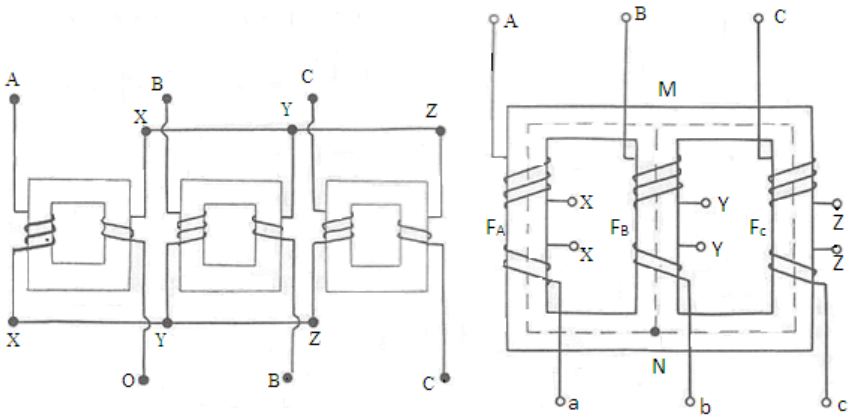
3.2. Üçfazalı transformatorların iş prinsipini təsvir edir.

➢ Üçfazalı transformatorların iş prinsipi

Hazırda elektrik enerjisi üçfazalı cərəyanlar şəklində istehsal olunur və bu cərəyanlar vasitəsilə də məsafəyə verilib, işlədicilər arasında paylaşdırılır. Buna görə də xalq təsərrüfatında üçfazalı cərəyanların transformasiyasına birfazalı cərəyanlardan daha çox rast gəlinir.

Üçfazalı cərəyanların transformasiyası üçün iki üsuldan istifadə olunur. Üçfazalı cərəyanları ya üç ədəd birfazalı, ya da bir ədəd üçfazalı transformatorlar vasitəsilə transformasiya etmək mümkündür.

Birinci üsulun istismar cəhətdən çox böyük güclü transformatorlar üçün bir qədər üstünlüyü vardır. Ancaq bu üsul üç ayrı-ayrı transformatordan ibarət olduğundan qənaət etmək mümkün deyil. 5.2.1-da sxemində göstərilən həmin transformatorlar qrupu çox vaxt bir ədəd üçfazalı transformator ilə əvəz olunur. Üçfazalı transformatorun polad içliyi ümumi, dolaqları isə ayrı-ayrı olur. Belə transformatorun polad içliyi şəkildən göründüyü kimi, iki ədəd birfazalı transformatorun içliklərinin yan-yana qoyulub birləşdirilməsindən alınır. Birinci və ikinci tərəf dolaqlarının başlanğıcları A, B, C və a, b, c, ucları isə müvafiq olaraq X, Y, Z və x,y, z hərfləri ilə işarələnmişdir.



Sxem 3.2. *Üçfazalı transformatorun prinsipial sxemi*

Birinci dolaqlardan buraxılan yüksüz işləmə cərəyanları tərəfindən yaradılan və transformatorun müvafiq qollarından keçən F_A, F_B, F_c maqnit selləri bir-birindən üçdəbir period fərqlidir. Buna görə də hər bir anda üç maqnit selinin ani qiymətlərinin cəmi sıfıra bərabərdir.

Üçfazalı transformatorun üçqollu polad içliyi ulduz birləşmiş bir maqnit dövrəsi olduğundan, onun sıfır nöqtələri M və N-dir.

Sxem 3.2.-dən göründüyü kimi, F_a, F_b, F_c maqnit sellərinin yolları müxtəlif uzunluqda olduğundan maqnit dövrəsində bir qədər qeyri-simmetriklik və buna görə də yüksüz işləmə cərəyanları arasında cərəyanların bir qədər qeyri-simmetrikliyi əmələ gəlmiş olur. Ancaq qeyd etmək lazımdır ki, bu qeyri-simmetriklik çox zəif olduğu üçün heç bir praktiki əhəmiyyətə malik deyildir.

Şəkil 3.2. *Üçfazalı transformator*

Üçfazalı transformatorun istər birinci, istərsə də ikinci tərəf dolaqları öz aralarında ulduz (Y) və ya üçbucaq (Δ) birləşdirilir. Belə dörd birləşmə sxemi mövcuddur: Y/Y; Y/Δ; Δ/Y; Δ/Δ.

Burada birinci nişan yüksək, ikincisi isə alçaqgərginlikli tərəfə aiddir. Bunlardan ən çox işlədilən birləşmə sxemləri ulduz-ulduz Y/Y və ulduz-üçbucaq -Y/Δ qruplarıdır. Qeyd etmək lazımdır ki, ulduz birləşmə ən çox yüksək gərginlik, üçbucaq birləşmə isə alçaq gərginlik dolaqları üçün tətbiq olunur. Birinci halda faza dolağına təsir edən gərginlik, ikinci halda isə faza dolağından keçən cərəyan şiddəti xətt kəmiyyətlərindən $\sqrt{3}$ dəfə kiçik alınır. Buna görə də birinci halda izolyasiyaya, ikinci halda isə keçirici materiala qənaət etmək mümkün olur.

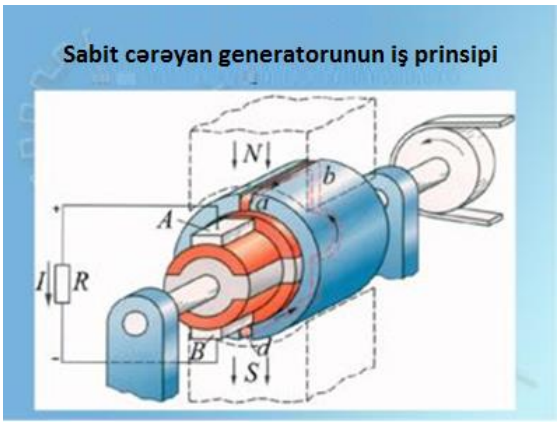
Bəzən transformatorun ikinci tərəfindən iki cür, həm xətti gərginlik, həm də faza gərginlikləri almaq lazım gəlir. Məsələn, böyük şəhərlərin şəhər təsərrüfatında həm kiçik sənaye, həm də işıq yükü olduğundan, burada işlədilən transformatordan həm xətti gərginlik, həm də faza gərginlikləri alınmalıdır. Belə hallarda transformator üçün ulduz-ulduz Y/Y° - birləşmə sxemi təyin edib, onun ikinci tərəfindən sıfır xəttini çıxarmaq lazımdır.

3.3. Sabit cərəyan mühərriklərini tanıyır.

➢ Sabit cərəyan generatorunun quruluşu və iş prinsipi

Sabit cərəyan generatoru əsasən stator və rotordan ibarətdir. Başqa sözlə desək, sabit cərəyan generatoru hərəkətsiz və fırlanan hissələrdən ibarətdir.

Hərəkətsiz hissə induksiyalayıcı, fırlanan hissə isə induksiyalanandır. Generatorun əsas hissəsini (Şəkil 3.4.) gövdə təşkil edir. O, çuqundan tökülür və bütöv şəkildə hazırlanır. Onun daxilində olan əsas qütbün içliyi poladdan tökülür və en kəsiyi ovalşəkilli olur. Ucları boltlar vasitəsi ilə gövdəyə bərkidilmiş bu içlikdə təsirləndirmə dolağının makarası yerləşdirilir. Təsirləndirmə dolağından keçən cərəyan maqnit seli yaradır.



Şəkil 3.3. *Sabit cərəyan generatorunun iş prinsipi*

➢ Sabit cərəyan maşınının mühərrik rejimində işləməsi

Hər bir elektrik maşını ya generator, ya da mühərrik kimi istifadə edilə bilər. Sabit cərəyan maşınları da hər bir elektrik maşınında olduğu kimi, çeviriçi xassəyə malikdir.

Maşın lövbəri o zaman fırlanmağa başlayır ki, sabit cərəyan generatoru lövbərinin dolağından hər hansı bir sabit enerji mənbəyinin cərəyanı keçir. Beləliklə, mexaniki iş görmə qabiliyyətinə malik olur, onda bu maşın mühərrikdir. Naqilin yerdəyişmə istiqaməti sol əl qaydası ilə müəyyən edilir.

Maqnit sahəsinə enerji mənbəyinin cərəyanını buraxsaq, onda təsir edən qüvvə naqilin yerini dəyişəcəkdir, beləliklə, həm naqildəki cərəyan şiddətindən, həm də maqnit selindən asılı olacaqdır.

Mühərrikin fırladıcı momenti, aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

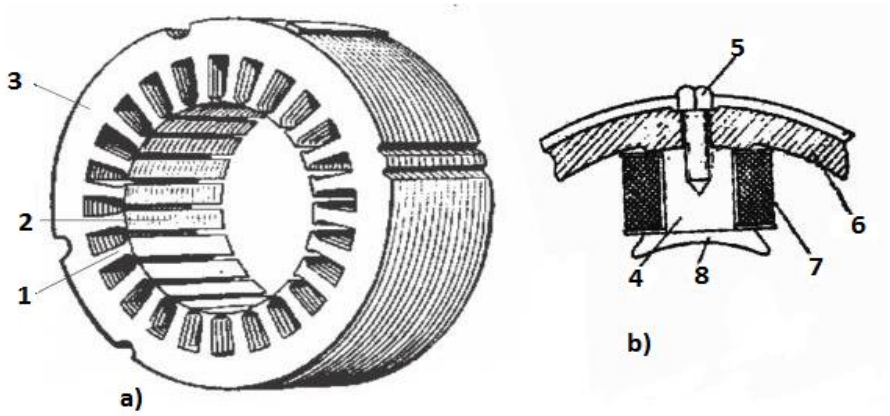
$M=K\Phi I_a$

Burada *K*– naqillərin sayından, lövbər dolağının tipindən və maşındakı qütblər sayından asılı olan sabit əmsal;

F–maqnit seli;

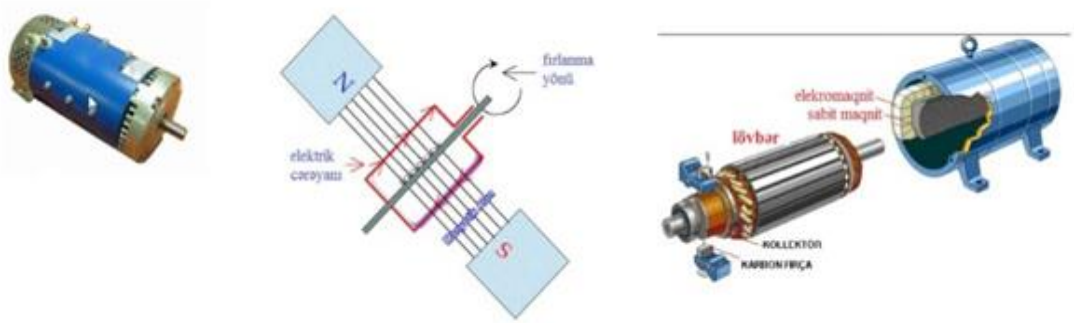
Ia–lövbərin dolağında cərəyan şiddətidir.

Təsirləndirmə dolağında cərəyanın istiqamətini dəyişmək üçün mühərrikin fırlanma istiqamətini dəyişmək lazımdır. Bunun həm lövbərdə, həm də təsirləndirmə dolağında eyni vaxtda dəyişdirilməsi mühərrikin fırlanma istiqamətini dəyişdirmir. Sabit cərəyan mühərriki, demək olar ki, generatordan heç nə ilə fərqlənmir. Sabit cərəyan mühərriki generatorda olduğu kimi, təsirləndirmə dolağının qoşulmasına görə paralel, ardıcıl və qarışıq təsirlənən hazırlanır.



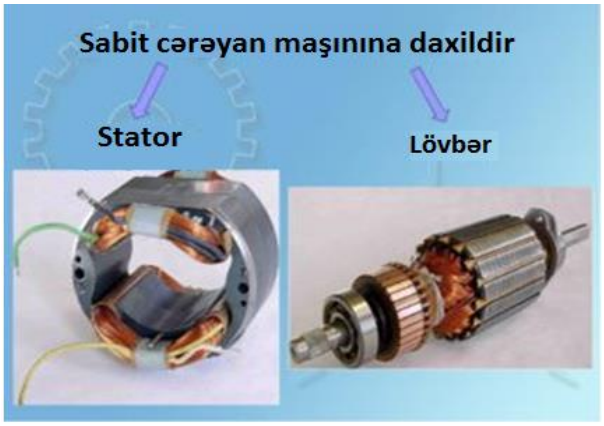
Şəkil 3.4. *Maşın:*
a) statorun quruluş sxemi;
b) əsas qütblərin quruluş sxemi;
1-əsas qütblər; 2-əlavə qütblər; 3-çatı; 4-içlik; 5-boltlar; 6-çatı;
7-təsirləndirmə dolağı; 8-qütb ucluğu

Əlavə qütblər əsas qütblərin arasında orta nöqtələrdə yerləşdirilir və sayı bunlardan iki dəfə az ola bilər. Əlavə qütblər çox güclü maşınlarda qoyulur. Azgüclü maşınlarda adətən, əlavə qütblər olmur.



Şəkil 3.5. *Sabit cərəyan mühərrikinin iş prinsipi*

Maşının özülü, yəni haça poladdan tökülür. Çatıda əsas və əlavə qütblər, uc tərəflərdə isə maşının valını saxlamaq üçün yataqlar oturdulmuş yan yastıqlar bərkidilir. Çatı vasitəsi ilə maşını özülə bərkidirlər.

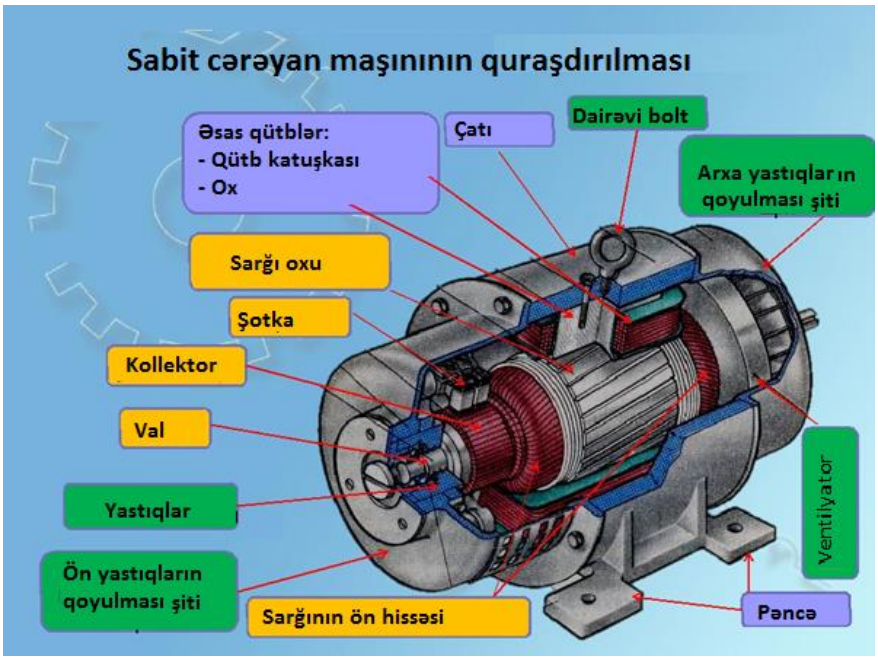


Şəkil 3.6. *Sabit cərəyan maşınının əsas hissələri*

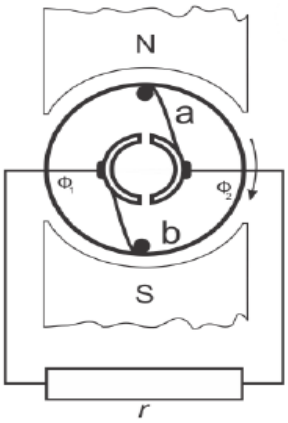
Maşının fırlanan hissəsinə lövbər deyilir. Lövbər içlikdən, dolaqdan və kollektordan təşkil olunur, burulğan cərəyanlara itkini azaltmaq məqsədi ilə onlar bir-birindən lak və ya kağızla izolyasiya olunur.Lövbər içliyinin oyuqlarındakı bölmələrdə dolaq yerləşdirilir. Sabit cərəyan maşınlarının dolaqları izolyasiyalı mis məftillərdən və ya düzbucaq en kəsikli mis şinlərdən qapalı hazırlanır.

Ayrı-ayrı bölmələrin birləşdirilmə sxemindən asılı olaraq, dolaqlar paralel (halqavarı) və ardıcıl (dalğavarı) növlü olur. Həm paralel, həm də ardıcıl dolaqlar sadə və mürəkkəb quruluşlu ola bilər. Dolağı təşkil edən bütün naqillər bir qapalı dövrə yaratdıqda buna sadə dolaq deyilir. Dolağın naqilləri bir neçə qapalı dövrə təşkil etdikdə buna mürəkkəb dolaq deyilir.

Dolağı elə hazırlayırlar ki, onu təşkil edən naqillər bir-birinə elə birləşdirilsin ki, bu halda hər naqildə induksiyalanan e.h.q. cəmlənsin, yəni istiqamətləri eyni olsun.



Şəkil 3.7. *Sabit cərəyan maşınının konstruktiv hissələri*



Sxem 3.3. *Sabit cərəyan generatorunun quruluş sxemi*

Lövbərin oyuqlarında yerləşdirilən, yəni e.h.q. yaradılan naqillərə aktiv naqillər deyilir. Dolağın bütün naqilləri aktiv naqillərdir. Bu naqillərin sonları kollektorun lövhələri ilə birləşdirilir.

Ayrı-ayrı lövhələrdən təşkil olunmuş kollektor bərk dartılmış misdən hazırlanır, konstruksiyasına görə maşının ən mürəkkəb və işdə ən məsul hissəsidir. Kollektorun səthi tam silindir şəklində olmalıdır. Kollektor trapez şəkilli olur və bir-birindən mikanit silindir vasitəsi ilə izolə edilir. Kollektorun gövdəsi val üzərində oturdulur. Lövhələr üzərində hərəkətsiz a-b fırçaları yerləşdirilmişdir. Kollektor fırlandıqda fırçalar mis lövhələrlə ardıcıl olaraq əlaqədə olur.

Kollektor sabit cərəyan maşınını digər maşınlardan fərqləndirir. Sabit cərəyanın quruluş sxemi 3.3.-də göstərilmişdir.

Elektrik generatorunun işi elektrodinamik induksiyası qanununa əsasən, maqnit sahəsində hərəkət edən və maqnit xətləri ilə kəsişən naqillərdə e,h.q. induksiyalanır. Sadə generator *N–S* maqnit qütblərinin maqnit sahəsində fırlanan sarğıdan ibarətdir.

Sarğının uclarından sarğı ilə birlikdə cərəyan keçəcək, yəni bu maşın dəyişən cərəyan generatoru olacaqdır. Dəyişən cərəyanı sabit cərəyana çevirmək ücün kollektordan istifadə olunur.

➢ Sabit cərəyan generatorlarının təsirləndirilmə üsulları

Sabit cərəyan generatorları maqnit sahəsinin təsirləndirilmə üsuluna əsasən iki hissə aid edilir:

1. **Müstəqil təsirlənən generatorlar;**
2. **Öz-özünə təsirlənən generatorlar.**

Təsirləndirmə dolağı kənar sabit enerji mənbəyinə qoşulur.

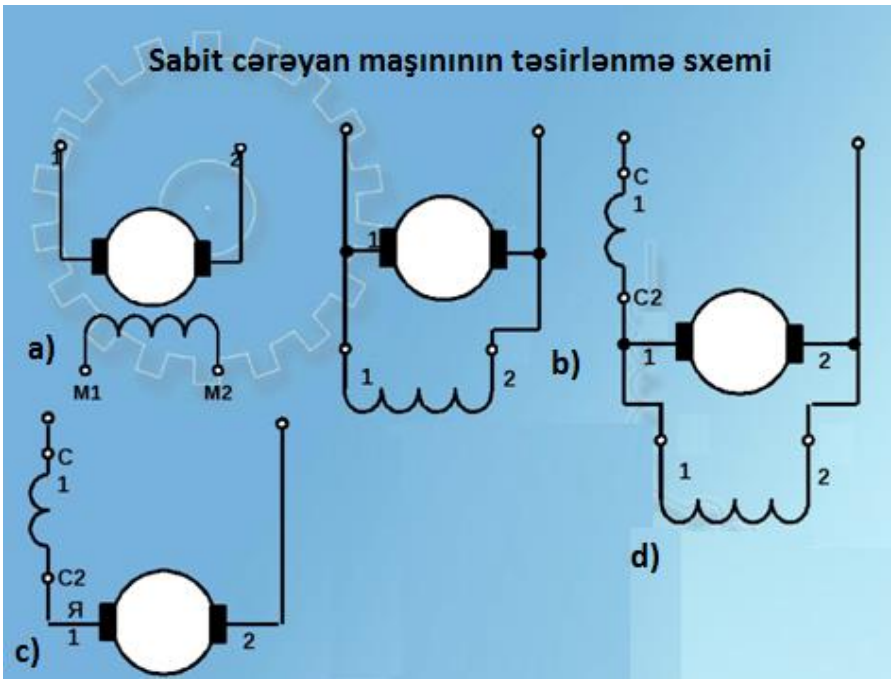
Cərəyan şiddətini tənzimləmək üçün reostatdan, ölçmək üçün isə ampermetrdən istifadə edilir. Lövbərin sıxaclarına enerji qəbuledicisi, cərəyanın gərginliyini ölçmək üçün isə voltmetr qoşulur. Bu zaman təsirləndirmə dolağı ilə lövbər dolağı arasında elektrik əlaqəsi olmadığından dövrədə dəyişiklik olmayacaq.

Müstəqil təsirlənən generatorların nöqsanı dolağı qidalandırmaq üçün kənar enerji mənbəyi tələb olunmasıdır. Ona görə də müstəqil təsirləndirmə geniş tətbiq edilmir;

Əlavə müstəqil enerji mənbəyi tələb etməyən, öz-özünə təsirlənən generatorlarda təsirləndirmə cərəyan mənbəyi generatorun özü olur.

Öz-özünə təsirlənən generatorlar (şəkil 10.4) təsirləndirmə dolağının qoşulma sxemindən asılı olaraq dörd hissəyə bölünür.

1. Müstəqil təsirlənən
2. Paralel təsirlənən
3. Ardıcıl təsirlənən
4. Qarışıq təsirlənən



Sxem 3.4. *Sabit cərəyan maşınının təsirləndirilmə sxemləri*
a-müstəqil təsirlənən; b-paralel təsirlənən; c-ardıcıl təsirlənən; d-qarışıq təsirlənən

Ardıcıl təsirlənən generatorlar praktikada tətbiq olunmur, çünki təsirləndirmə dolağı lövbərin dolağı ilə ardıcıl birləşdirilir. Generatorun yükü dəyişdikdə gərginlik azalır.

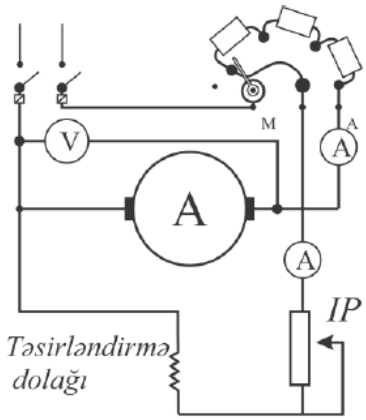
Paralel təsirlənən generatorlar praktikada daha geniş istifadə edilir. Bəzi hallarda qarışıq təsirlənən generatorlar da tətbiq edilir. Qarışıq təsirlənən generatorlar nisbətən kiçik güclü qurğularda tətbiq edilir.

Təsirləndirmə dolaqlarını düzgün qoşduqda, bunun maqnitləndirmə qüvvəsi qalıq maqnetizmi ilə müvafiq surətdə yönələcəkdir. O saman maşının maqnit seli artacaq, bu isə generatorun e.h.q-nin çoxalmasına, e.h.q-nin artması isə öz növbəsində təsirləndirmə cərəyanı şiddətinin və maqnit selinin daha da çoxalmasına səbəb olacaqdır. Dövrə qapandıqda lövbərin e. h. q-nin təsiri ilə oradan cərəyan axacaqdır. Bu cərəyan təsirləndirmə dolağından keçərək öz maqnit selini yaradacaqdır.

➢ Paralel təsirlənən mühərrik

Lövbər və təsirləndirmə dolağı paralel təsirlənən mühərrikdə (Sxem 3.5.) iki paralel budaqdan ibarətdir. Ona görə də mühərrikin şəbəkədə sərf etdiyi təsirləndirmə dolağının cərəyan şiddəti lövbərin cərəyan şiddətinin cəminə bərabərdir, yəni

$$I=I_l+I_t$$



Sxem 3.5. *Paralel təsirlənən mühərrikin sxemi*

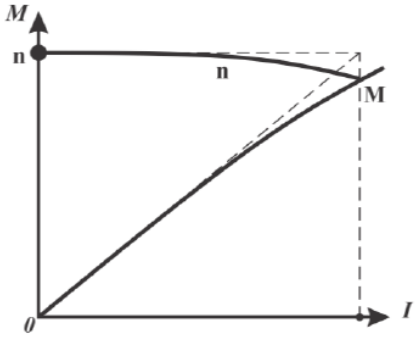
Lövbərə ardıcıl olaraq işəsalma reostatı IR qoşulması cərəyanın işəsalma şiddətini məhdudlaşdırır. Bu dolağa ardıcıl olaraq tənzimləmə reostatı TP qoşulmalıdır, çünki bu zaman təsirləndirmə dolağında cərəyan şiddətini dəyişir.

Reostatın işə salınmasi üçün üç sıxac vardır; X, M və L.

X sıxacı - şəbəkə açarının birinə, L sıxacı - lövbərə, M sıxacı - tənzimləmə reostatı vasitəsi ilə təsirləndirmə dolağına birləşdirilir. Təsirləndirmə dolağının ucları bir-birinə calanır və şəbəkə açarının ikinci qütbünə qoşulur.

Açarı açmaq ücün mühərriki şəbəkədən açırlar, işəsalma reostatının dəstəyini işəsalma müqaviməti ilə birləşdirirlər.

Mühərriki işə saldıqda reostat tam qoşulur. Bu zaman tənzimləmə reostatı açılmış olur. Bu səbəbdən təsirləndirmə dolağından daha çox cərəyan keçir. Maqnit seli artır və böyük fırladıcı moment yaradır.



Sxem 3.6. *Paralel təsirlənən mühərrikin xarakteristikası*

Paralel təsirlənən mühərrikin təsirləndirmə dolağı şəbəkənin gərginliyi altında olduğundan, maqnit seli sabit qalır və mühərrikin yaratdığı fırladıcı moment lövbərdəki cərəyan şiddəti ilə mütənasib olur. Paralel təsirlənən mühərrikin xarakteristikası sxem 3.6.-da göstərilmişdir.

Belə tipli mühərrikin fırlanma sürəti yüklənmənin dəyişməsindən asılı olaraq çox az dəyişir və maqnit seli sabit qalır. Mühərrikə düşən yük artdıqca fırlanma sürəti lövbər dolağının və fırçaların müqavimətində gərginlik düşküsü hesabına bir qədər də azalır.

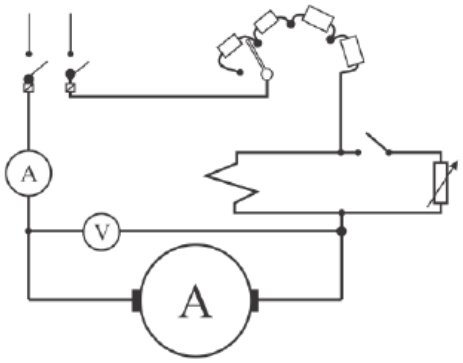
➢ Ardıcıl təsirlənən mühərrik

Lövbər təsirləndirmə dolağı belə tipli mühərriklərdə ardıcıl birləşdirilir. Lövbərlə və təsirləndirmə dolağı ilə ardıcıl birləşdirilən işəsalma reostatından işəsalma cərəyanını məhdudlaşdırmaq üçün istifadə olunur.

Ardıcıl təsirləndirmə mühərriki üçün olan işəsalma reostatının iki sıxacı vardır.

Fırlanma sürəti və mühərrikin yaratdığı moment lövbərdəki cərəyan şiddətindən asılıdır.

Təsirləndirmə dolağının lövbərlə ardıcıl birləşdirildiyini nəzərə alsaq və poladın doymasına əhəmiyyət verməsək, maqnit selini təsirləndirmə cərəyan şiddətinə mütənasib qəbul edə bilərik. Onda fırladıcı moment belə tipli mühərrikdə cərəyan şiddətinin iki qatına bərabər olacaqdır. Ardıcıl təsirlənən mühərrikin fırladıcı momenti artdıqca, lövbərdə cərəyan şiddəti kəskin surətdə artır və əksinə, mühərrikin valında tormozlayıcı momentinxeyli çoxalması lövbərdə cərəyan şiddətinin nisbətən az artmasına səbəb olur.



Sxem 3.7. *Ardıcıl təsirlənən mühərrikin sxemi*

Ardıcıl təsirlənən mühərriklərin fırlanma sürəti kəskin surətdə dəyişir və yüklənmə artdıqca azalır.

Mühərrikdə yüklənmənin dəyişməsi maqnit selinin və lövbərin fırlanma sürətinin dəyişməsi ilə nəticələnir. Mühərrikin valında yüklənməni arasıkəsilmədən dəyişsək, yəni artırıb-azaltsaq, mühərrik çox böyük sürətlərdə dağılar və yeyilməyə işləyər".

Belə hallar olmasın deyə ardıcıl təsirlənən mühərrikin valında yüklənmə–nominalın 25–30%-dən az olmamalıdır.

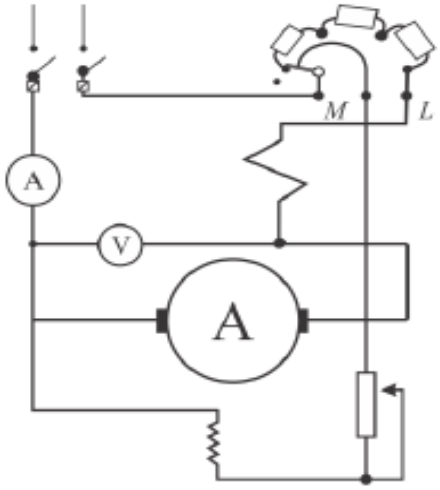
Ümümiyyətlə, ardıcıl təsirlənən mühərriklər lazımınca yüklənmə olmadıqda işləyə bilmir.

Belə mühərriklər nəqliyyatda və qaldırıcı tərtibatlarda geniş tətbiq edilir.

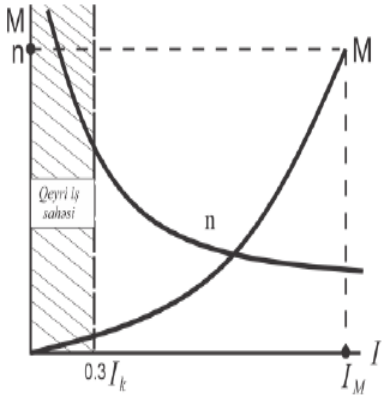
➢ Qarışıq təsirlənən mühərriklər

Belə tip mühərriklərin qütblərində iki dolaq yerləşdirilir: paralel və ardıcıl.

Lövbərdəki cərəyan şiddətindən xeyli az olan cərəyan paralel dolaqdan keçir və en kəsiyi sahəsi kiçik olan məftillərdən hazırlanır. Sarğılarının sayı isə xeyli çox olur. Ardıcıl dolaqda bunlar bərabər olduğu üçün dolaq iri en kəsikli məftillərdən hazırlanır və sarğılarının sayı da az olur. Qarışıq təsirlənən mühərrikdə (Sxem 3.9.) ardıcıl və paralel dolaqların yaratdığı maqnit selləri eyni istiqamətə yönəldilir və dolaqların qarşı-qarşıya qoyulmasından istifadə edilir. Belə tipli mühərriklərin işləməsi uzunmüddətli olur.



Sxem 3.8. *Ardıcıl təsirlənən mühərrikin xarakteristikası*



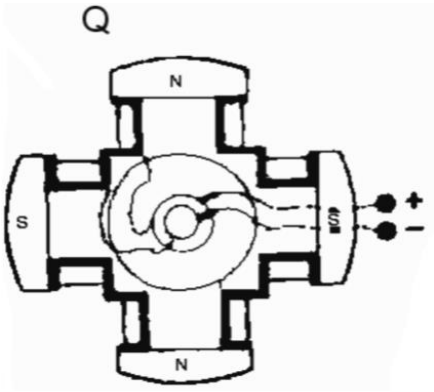
Sxem 3.9. *Qarışıq təsirlənən mühərrikin sxemi*

3.4. Dəyişən cərəyan mühərrikləri haqqında məlumat verir.

➢ **Dəyişən cərəyan mühərrikləri**

Dəyişən cərəyan elektrik maşınları iki qrupa ayrılır- sinxron maşınlar və asinxron maşınlar.

Sinxron generatorun quruluşu. Sinxron maşın hər bir elektrik maşını kimi, həm generator, həm də mühərrik ola bilir. Buna görə də sinxron mühərrikin konstruksiyası asinxron generatordan heç bir şeylə fərqlənmir.



Sxem. 3.10. *Qütbləri kəskin ifadə olunmayan maşının rotoru: 1-içlik; 2-qütb ucluğu; 3-təsirləndirmə dolağının makarası*

Mexaniki enerjini elektrik enerjisinə çevirən elektrik maşınına generator deyilir. Maqnit sahəsinin maqnit xətləri ilə kəsişdikdə həmin naqildə e.h.q. yaranır. Məhz buna görə də naqillərdə e. h. q. iki halda yaranır.

Birinci halda qütblər statorda, ikinci halda qütblər rotorda yerləşdirilir.

I hal. Maşının maqnit sahəsini yaradan induksiyalayıcı hissəsini maşının hərəkətsiz hissəsində, statorda induksiyalanan hissəsini isə maşının fırlanan hissəsində rotorda yerləşdirirlər.

II hal. Qütblər rotor üzərində, induksiyalanan hissə isə stator üzərində yerləşdirilir.

Şəkil 3.8. *Üçfazalı dəyişən cərəyan sinxron generatoru*

Yüksək gərginliklə çoxgüclü dövrədə sürüşən kontaktın qoyulması xeyli enerji itkisinə səbəb olur. Belə kontaktın olması əlverişli deyildir. Lövbəri statorda, qütbləri isə rotorda yerləşdirilmiş sinxron generatorlar çox geniş yayılmışdır.

Fırlanan sinxron generatorda hasil olunan enerji qəbulediciyə kontakt halqaları və fırçalar vasitəsi ilə verilir. Bu zaman yaranan sabit cərəyan ardıcıl birləşdirilmiş makaralardan ibarət olan və rotorun qütblərində yerləşdirilmiş təsirləndirmə dolağından keçir və halqalarda hərəkətsiz fırçalar bərkidilir. Təsirləndirmə dolağının ucları kontakt halqalarına birləşdirilir.

Hazırda öz-özünə təsirlənən sinxron generatorlardan geniş istifadə olunur. Sabit cərəyan maşınlarında olduğu kimi, belə generatorlarda qalıq maqnit selindən istifadə edilir.

Sinxron generatorun statorunun içliyi, burulğan cərəyanlarda itkini azaltmaq uçün bir-birindən lak və ya kağızla izolyasiya edilmiş polad lövhələrdən yığılır. Bu lövhələr

oyuqlar, halqalar şəklində hazırlanır və çatı poladdan tökülür, maşının gövdəsi olur. Çatı özül üzərində bərkidilir.

İstismara hazırlanmış generatorun ustündə hesablanmış gərginliyin hər ikisi göstərilir, yəni 220 /127 V, ya da 380/220V və s.

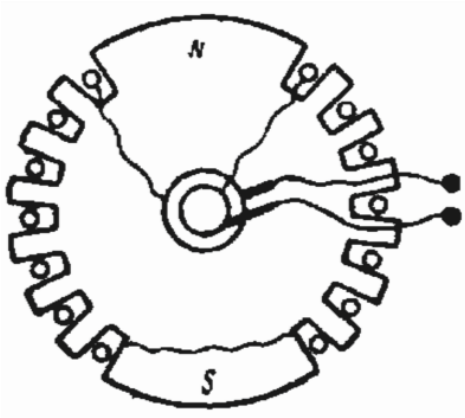
Sinxron generatorların rotorunu ya qütbləri kəskin ifadə olunan (çox çıxan), ya da kəskin ifadə olunmayan, yəni qütbləri çıxmayan şəkildə hazırlayırlar.

Rotor, maqnit sahəsinin fırlanma sürətinə bərabər olan n2 sürəti ilə fırlanırsa ($n_2=n_1$), yəni maqnit sahəsi ilə sinxrondursa, buna sinxron sürət deyilir.

Qütblər çevrə üzrə bir-birindən bərabər məsafədə yerləşdirilir. Fırlanma sürəti nisbətən az olan maşınlarda rotor qütbləri kəskin ifadə olunan şəkildə hazırlanır.

Yüksəksürətli maşınlarda rotor qütbləri kəskin ifadə olunmayan şəkildə hazırlanır, çünki yüksək fırlanma sürətində rotorun belə quruluşu lazımi mexaniki möhkəmliyi təmin edə bilmir.

Təsirləndirmə dolağının naqillərini yerləşdirmək üçün rotorun səthində oyuqlar ştamplanır. Qütbləri kəskin ifadə olunmayan maşının rotoru bir-birindən izolyasiya edilən nazik polad təbəqələrdən silindr şəklində hazırlanır. Rotorun belə konstruksiyasında çevrəvi sürətin 180–200 *m/san* olmasına yol verilir. Sinxron maşınlar xalq təsərrüfatında geniş yayılmışdır.



Sxem. 3.11. *Qütbləri kəskin ifadə olunan sinxron maşının rotoru*

➢ **Sinxron generatorun işləmə prinsipi**

Sinxron generatorun iş prinsipi bütün elektrik generatorlarında olduğu kimi, elektromaqnit induksiyası qanununa əsaslanmışdır.

Sinxron generatorun rotoru ilə bir yerdə hərəkətə gələn maqnit sahəsi statorun dolaqlarını kəsir və onları üçfazalı dəyişən e.h.q. induksiyalandırır. Buna görə də, hər bir generator iki əsas hissədən ibarətdir: induksiyalayıcı və induksiyalanan.

İnduksiyalayıcı hissə maşının maqnit sahəsi yaradan hissəsinə deyilir.

İnduksiyalanan hissə isə lövbərdir, yəni enerjinin çevrilmə prosesi gedən və e.h.q. yaradılan hissəsidir.

Elektromaqnit induksiyası qanununa görə, maqnit sahəsində hərəkət edən və bu sahənin maqnit xətləri ilə kəsişən naqildə e.h.q. yaranır:

$$E=B\cdot l\cdot \vartheta \cdot 10^{-8}v$$

Burada B–maqnit induksiyasının orta qiyməti;

l–naqilin uzunluğu;

ϑ –maqnit sahəsində naqilin hərəkətetmə sürətidir.

Bu düstur o zaman doğru olur ki, naqil maqnit sahəsində maqnit xətlərinin istiqamətinə perpendikulyar hərəkət etsin.

Naqilin l uzunluğu–sm, ϑ hərəkətetmə sürəti–sm/san, B maqnit induksiyası qauss ilə ifadə olunarsa, yuxarıdakı düsturla hesablanmış e.h.q. volt ilə ifadə olunacaqdır.

Generatorun işləməsi üçün maqnit sahəsi və bu sahədə hərəkət etdirildikdə e.h.q. yaradılan naqillər lazımdır.

Maqnit sahəsində naqilin hərəkət etdirilməsinə sərf olunan mexaniki enerji elektrik enerjisinə çevrilir və bu enerji naqilin qapanmış olduğu cərəyan qəbuledicisinə verilir. Naqili hər hansı bir elektrik enerji qəbuledicisi ilə qapasaq, onda əmələ gələn e.h.q-nin təsiri ilə qapalı dövrədən cərəyan axır.

Dəyişən cərəyan generatoru kimi sinxron maşınlar geniş tətbiq edilir.

Sinxron maşın fırlanma sürəti cərəyanın tezliyi ilə qəti bir nisbətdə olan maşına deyilir. Statorun daxili üzündə yerləşdirilmiş üçfazalı dolaqlar hərəkətsiz qalır.

Sinxron generatorlarda e.h.q. yaranan dolaqların hərəkətsiz stator üzərində yerləşdirilməsinin səbəbi tərpənməz hissədən böyük gücün və yüksək gərginliyin asanlıqla alına bilməsidir. Əgər sabit cərəyan maşınlarında olduğu kimi, aktiv dolaqlar rotor üzərində yerləşdirilirsə, o zaman maşının gücünü, eləcə də gərginliyini daha çox yüksəltmək mümkün olmazdı, çünki fırçalar və halqalar buna imkan verməzdi.

Rotor üzərindəki təsirləndirici dolaq generatorun fırlanma sürətindən asılı olaraq, müxtəlif saylı qütblərə malik olur. Belə ki, rotor üzərində yüksək sürətli turbogeneratorlarda iki, dörd və ya altı, alçaq sürətli hidrogeneratorlarda isə səkkiz, on və daha çox qütblər yerləşdirilir. Bu qütblərin yüksək sürətli turbogeneratorlarda aydın görünməyən, hidrogeneratorlarda isə aydın görünən olmasına baxmayaraq, hər ikisi eyni qayda ilə maqnit sahəsi yaradır. Generatoru təsirləndirən bu maqnit sahəsinin fırlanma sürəti maşının e.h.q. tezliyinə təsir edən başlıca amildir. Stator dolaqlarında induksiyalanan e.h.q. tezliyi maşının dəqiqədəki dövrləri sayından, p cüt qütbləri sayından asılıdır:

$$f = \frac{pn}{60},$$

Qeyd etmək lazımdır ki, üçfazalı stator dolaqlarından cərəyan keçən zaman orada asinxron mühərriklərdə olduğu kimi, fırlanan maqnit sahəsi əmələ gəlir. Bu sahənin fırlanma sürəti yenə də həmin tezlikdən asılıdır.

$$n_1 = \frac{60f}{p},$$

Aydındır ki, burada rotorun mexaniki sürəti ilə maqnit sahəsinin fırlanma sürəti (n) bir-birinə bərabərdir. Buna görə də bu tipli maşınlara sinxron maşınlar adı verilmişdir.

- **Sinxron mühərriklər**

Sinxron maşınlardan böyük gücü olan mühərriklər hazırlanır. Mühərrikin statorunda üçfazalı dolaq yerləşdirilir. Bu dolağı üçfazalı dəyişən cərəyan şəbəkəsinə qoşduqda, dövrlər sayı dəqiqədə aşağıdakı kimi olan, fırlanan maqnit sahəsi yaranacaqdır:

$$n_1 = \frac{60f}{p},$$

Stator dolaqlarının cərəyanı ilə yaradılmış fırlanan maqnit sahəsi rotorun qütblərini öz arxasınca hərəkət etdirir və daimi cərəyan şəbəkəsinə qoşulan təsirləndirmə dolağı yerləşdirilir. Təsirləndirmə cərəyanı qütblərin maqnit selini əmələ gətirir. Sinxron mühərrikin sürəti tam sabitdir. Bu halda rotor sinxron, yəni stator sahəsinin fırlanma sürətinə bərabər sürətlə fırlanır.

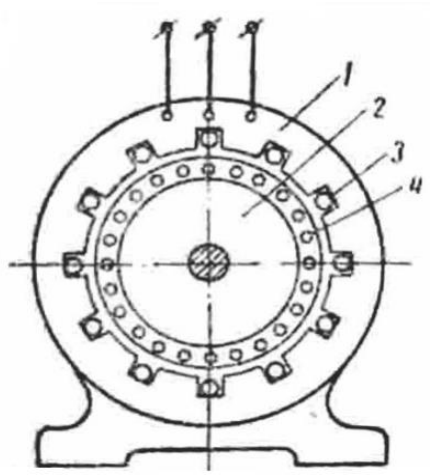
Sinxron mühərriklərin üstün cəhətlərindən biri də asinxron mühərriklərə nisbətən qidalandırma şəbəkəsində gərginliyin dəyişməsinə az həssas olmasıdır. Asinxron mühərriklərdə fırladıcı moment gərginliyin kvadratı ilə mütənasibdir. Sinxron mühərriklərdə isə fırladıcı moment şəbəkə gərginliyi ilə mütənasibdir.

Sinxron mühərrikin əsas üstünlüyü ondan ibarətdir ki, mühərrik şəbəkə üçün tutum yüklənməsi ola bilir. Stator maqnit sahəsinin maqnitlənmiş rotora təsiri nəticəsində sinxron mühərrikin fırladıcı momenti yaranır. Statorun dolağını şəbəkəyə qoşduqda fırlanan maqnit sahəsi yaranır, çünki sinxron mühərriki şəbəkəyə qoşmaqla işə salmaq olmur. Mühərrik fırladıcı moment yaratmır. Bu momentdə rotor hərəkətsizdir. Statorun və rotorun maqnit sahələri qarşılıqlı təsir etmir. Beləliklə də, mühərriki işə salmaq üçün rotoru sinxron fırlatmaq lazımdır.

Hazırda sinxron mühərriklərin işə salınması üçün asinxron işəsalma adlanan üsul daha çox tətbiq edilir. Gücsüz sinxron mühərriklərin asinxron üsulla işə salınması üçün gərginliyi əvvəlcə azaltmağa ehtiyac yoxdur. Son zamanlar sinxron mühərriklərin işə salınması daha da sadələşdirilmişdir. Mühərrikin təsirlənmə dolağı həmişə təsirləndirici maşının dövrəsinə qoşulmuş halda olur. İşə salarkən dövrlər sayının kiçik qiymətlərində sinxron mühərrikin valı üzərində yerləşmiş təsirləndirici maşın hələlik sabit cərəyan yaratmır və mühərrik asinxron rejimdə öz sürətini artırır. Dövrlər sayının sinxrona yaxın qiymətlərində sabit cərəyan maşını təsirlənir və mühərrikin rotorundan təsirləndirici cərəyan keçirir. Rotorun qütbləri maqnitlənir və stator sahəsinin qütbləri ilə rotorun müxtəlif adlı qütbləri fəzada görüşdükdə bunlar ilişir və mühərrik sinxronizmə keçir.

Həm dəyişən və həm də sabit cərəyan mənbəyi tələb etməsi sinxron mühərriklərin əsas nöqsanıdır.

Sinxron mühərrikin təsirləndirmə dolağını qidalandırmaq üçün sabit cərəyan mənbəyi tələb edilməsi, güc az olduqda bu mühərrikin qənaətsiz işləməsi ilə nəticələnir. Buna görə də güc az olduqda sabit cərəyanla təsirləndirilən sinxron mühərriklər tətbiq edilmir.



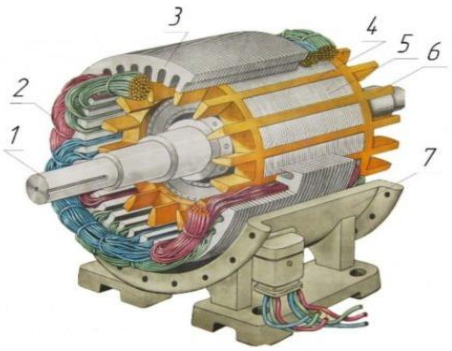
Sxem. 3.12. *Asinxron mühərrikin quruluş sxemi: 1-stator; 2-rotor; 3-statorun dolağı; 4-rotorun dolağı*

➢ **Asinxron mühərrikin quruluşu**

Elektrik maşınları iki növə ayrılır: generatorlar, mühərriklər. Generatorlar mexaniki ene rjini elektrik enerjisinə çevirir. Mühərriklər isə elektrik enerjisini mexaniki enerjiyə çevirir. Əsasən üç qrup elektrik maşınları vardır.

1. Asinxron maşınları
2. Sinxron maşınları
3. Sabit cərəyan maşınları

Asinxron maşın statordan (hərəkətsiz hissədən) və rotordan (fırlanan hissədən) ibarətdir. Asinxron maşınları elə quruluşa malikdirlər ki, onlar şəbəkəyə qoşulduqda statorda fırlanan maqnit seli yaranır. Maşının rotoru fırlanan maqnit seli tərəfindən hərəkətə gətirilir, lakin rotorun sürəti maqnit selinin sürətindən geri qalır. Surətlərin qeyri-bərabərliyi bu maşınlara asinxron adının verilməsinə səbəb olmuşdur. Asinxron maşını dəyişən cərəyan maşını adlanır və quruluş sxemi 3.12-ci şəkildə göstərilmişdir.



Şəkil 3.9. *Asinxron elektrik mühərriki. 1-val, 2-statorun sarğısı, 3- statorun oxu, 4- "qəfəs", 5- rotorun oxu, 6- ventilyator, 7-çatı.*

Bu maşın 4 hissədən ibarətdir; stator, rotor, statorun dolağı, rotorun dolağı. Statorun içliyi 0,30 və 0,5 mm qalınlıqda polad lövhələrdən yığılır. Lövhələr oyuqlu ştamplanır və burulğan cərəyanlara itkini azaltmaq üçün lak və ya nazik kağızla izolyasiya edilir. Lövhələr ayrıca paketdə yığılır və muhərrikin çatısına bərkidilir. Özül üzərində mühərrikin çatısı qoyulur. Çatıya rotor valının dirəndiyi yataqların yerləşdirildiyi yan lövhələri də bərkidirlər.

Statorun uzununa oyuqlarında bir-biri ilə müvafiq surətdə birləşdirilərək, üçfazalı sistem əmələ gətirmiş dolağın naqillərini yerləşdirirlər. Maşının lövhəsində faza dolaqlarının başlanğıcını və qurtaracağını birləşdirmək üçün altı sıxac vardır.

Statorun dolaqlarını üçfazalı şəbəkəyə qoşmaq üçün onlar ulduz və üçbucaq birləşdirilə bilər. Bu isə mühərriki gərginliyi olan iki müxtəlif xətti şəbəkəyə qoşmağa imkan verir.

Lövhədə göstərilmiş alçaq gərginlik üçün statorun dolağını üçbucaq, yüksək gərginlik üçün isə ulduz birləşdirirlər.

Hazırda asinxron mühərriklər, əsasən, qısa qapanmış rotorlu hazırlanır, ancaq çoxgüclü mühərriklərdə və xüsusi hallarda rotorun faza dolağından istifadə edilir.

Statorla rotor arasında hava araboşluğu olur; araboşluğunun ölçüsü mühərrikin iş xassələrinə çox təsir edir.

Asinxron mühərrikin sadə konstruksiyası, asan xidmət edilməsi və ucuz başa gəlməsi və s. kimi müsbət xassələri ilə yanaşi, bir sıra nöqsanları da vardır. Asinxron mühərrikin ən mühüm nöqsanı güc əmsalının (cosφ) nisbətən az olmasıdır.

Asinxron mühərriklərin işləmə prinsipi. İlk dəfə M.O.Dolivo-Dobrovolskinin konstruksiya etdiyi elektrik mühərriklərindən üçfazalı asinxron mühərrik daha geniş yayılmışdır.

Asinxron mühərrik çevirmə xassəsinə malikdir. Asinxron maşının işi elektrik enerjisini mühərrik rejimində mexaniki enerjiyə çevirməsidir.

Dəyişən cərəyan maşınının işi hər bir çoxfazalı fırlanan maqnit sahəsindən istifadə edilməsinə əsaslanır. Çoxfazalı dəyişən cərəyan dolağının dəqiqədə dövrlər sayı,

$$n = \frac{60 \cdot f_1}{p},$$

maqnit sahəsi yaradır.

Maqnit sahəsinin fırlanma sürəti rotorun sürətinə bərabər deyilsə, ($n_2 \neq n_1$) buna asinxron sürət deyilir.

Rotorun fırlanma sürəti maqnit sahəsinin fırlanma sürətinə bərabər olmadıqda, yəni asinxron mühərrikdə iş prosesi ancaq asinxron sürətdə gedə bilər.

Sürüşmə statorun maqnit sahəsinin fırlanan rotora nisbətən dövrlər sayının stator sahəsinin fəzada dövrlər sayına nisbətindən ibarətdir, yəni:

$$S = \frac{n_s}{n_1} = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$$

Bu düstur sürüşməni nisbi vahidlərlə təyin etməyə imkan verir.

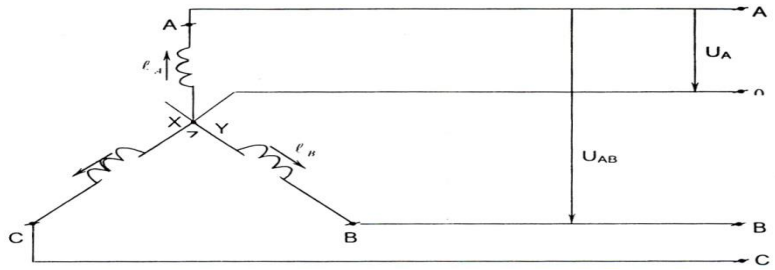
Asinxron mühərrikin iş rejimində sürüşmə az olur. Müasir asinxron mühərriklərdə rotorun fırlanma sürəti statorun maqnit sahəsinin fırlanma sürətindən çox az fərqlənir.

Yüksüz işləmədə bu, sıfra bərabər götürülə bilər.

3.5. Generator dolaqlarının ulduz və üçbucaq birləşməsini şərh edir.

➢ Üç fazalı generator dolaqlarının ulduz birləşməsi

Dolaqların ulduz birləşdirilməsində dolaqların X,Y,Z ucları sıfır nöqtəsi, yaxud generatorun neytralı adlanan bir nöqtəyə birləşdirilir.



Şəkil 3.10. *Dolaqların ulduz birləşdirilməsi*

Dördməftilli sistemdə neytrala neytral, yaxud sıfır məftil qoşulur. Generator dolaqlarının başlanğıc uclarına üç xətti məftil birləşdirilir.

Faza dolağının başlanğıc və son ucları arasındakı gərginlik, yaxud hər bir xətt məftili ilə sıfır məftili arasındakı gərginliyə faza gərginliyi deyilir və U_A, U_B, U_c, yaxud ümumi şəkildə U_f kimi işarə olunur.

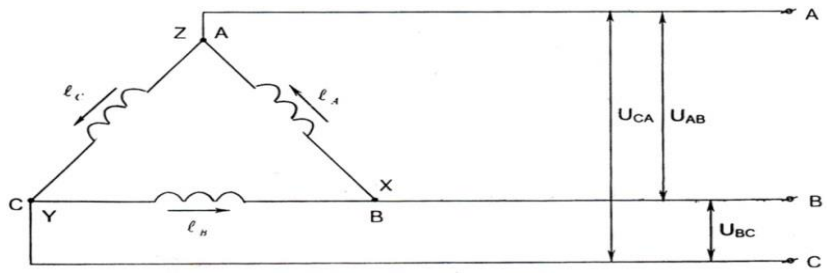
Dolaqların başlanğıc ucları arasındakı, yaxud xətt məftilləri arasındakı gərginliyə xətt gərginliyi deyilir və U_{AB}, U_{BC}, U_{AC} ,yaxud ümumi şəkildə U_x kimi işarə edilir.

$$U_x = \sqrt{3} \cdot U_f \quad I_f = I_x$$

Yəni xətt gərginliyinin təsiredici qiyməti faza gərginliyinin təsiredici qiymətindən $\sqrt{3}$ dəfə böyük olur və xətt gərginliklər faza gərginliklərdən 30° bucaq qədər qabaq düşür.

➢ Üçfazalı generator dolaqlarının üçbucaq birləşməsi

Generator dolaqlarının üçbucaq birləşdirilməsində birinci dolağın sonu X ikinci dolağın başlanğıc ucu B ilə, ikinci dolağın Y sonu üçüncü dolağın başlanğıc ucu C ilə və üçüncü dolağın Z sonu birinci dolağın başlanğıc ucu A ilə birləşdirilir.



Şəkil 3.11. *Dolaqlarının üçbucaq birləşdirilməsi*

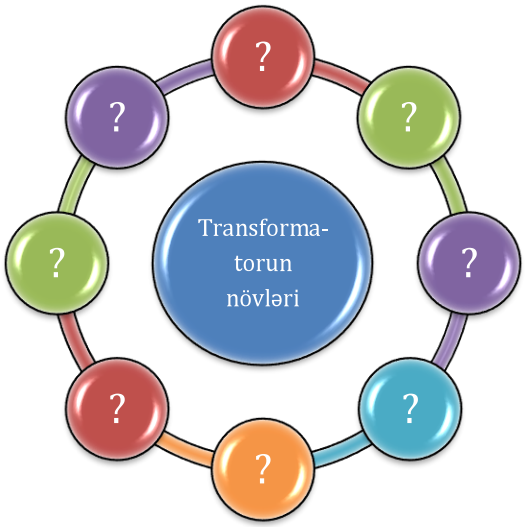
İşlədicilərə gedən üç xətt məftili A, B, C başlanğıc uclara birləşdirilir. Generator uclarının üçbucaq birləşməsində faza gərginliklər xətt gərginliklərinə bərabər olur, yəni

$$U_{AB} = UA;\ UBC=UB;\ UCA=UC;\ UX=Uf\ Ix=\sqrt{3}If$$

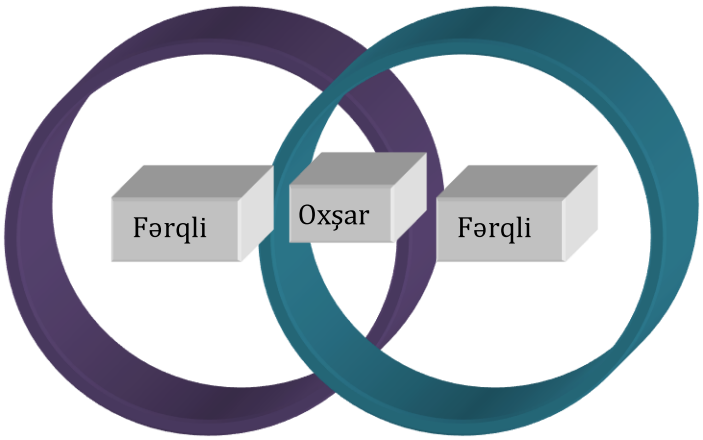
Belə birləşmədə generator dolaqlarında təsir edən simmetrik e.h.q.-lərin cəmi sıfıra bərabər olur.

Tələbələr üçün fəaliyyətlər

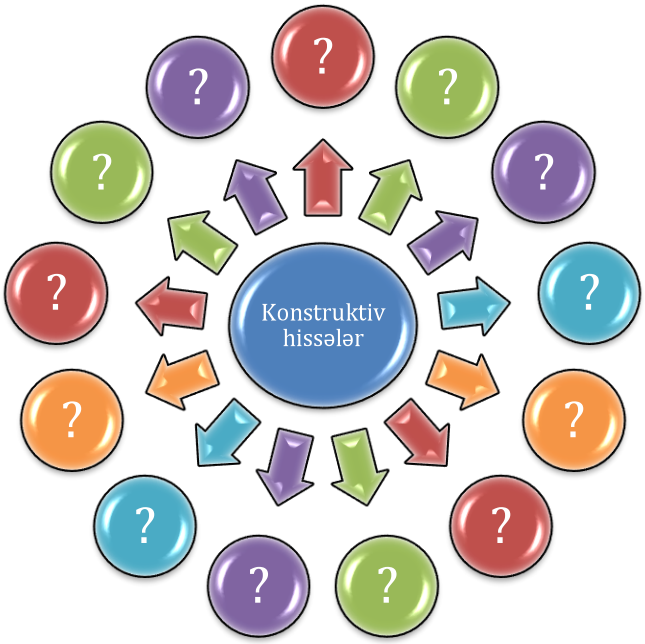
- Alçaldıcı və yüksəldici transformatoru müqayisə edin.
- Elektrik enerjisinin işlədicilərə ötürülməsinin sxemini çəkin.
- Transformatorun f.i.ə. əmsalını təyin edin.
- Transformatorun iş rejimi elektrik dövrəsinin iş rejimlərini araşdırın və müqayisə edin.
- Transformatorun növlərini araşdırın və sxemdə qeyd edin.



- Ulduz birləşmə ilə üçbucaq birləşmənin sxemini araşdırın və müqayisə edərək diaqramda edin.

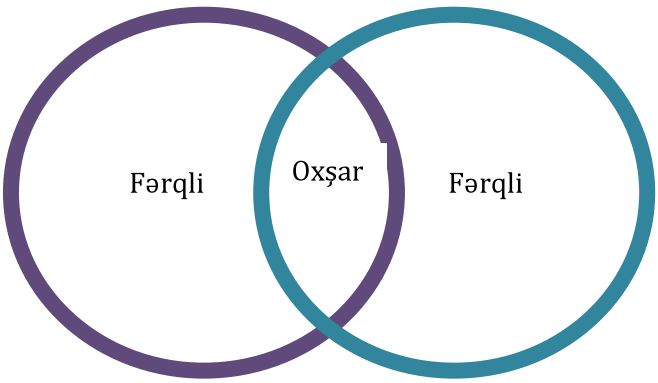


- Alçaldıcı və yüksəldici transformatorun tətbiq sahələrini araşdırın və müzakirə edin.
- Ulduz və üçbucaq birləşmədən hansı məqsədlərlə istifadə edildiyini araşdırın, müzakirə edin.
- Sabit cərəyan generatorunun iş prinsipini araşdırın və öyrənin.
- Sabit cərəyan maşınının mühərrik rejimində işləməsini araşdırın və müzakirə edin.
- Mühərrikin fırladıcı momentini təyin edin.
- Sabit cərəyan mühərrikinin iş prinsipini araşdırın və təqdimat hazırlayın.
- Sadə dolaq ilə mürəkkəb dolaq arasındakı fərqi izah edin.
- Transformatorun iş rejimləri ilə elektrik dövrəsinin iş rejimləri arasındakı oxşar və fərqli cəhətlərini müqayisə edin.
- Sabit cərəyan maşınının konstruktiv hissələrini araşdırın və sxemdə qeyd edin.

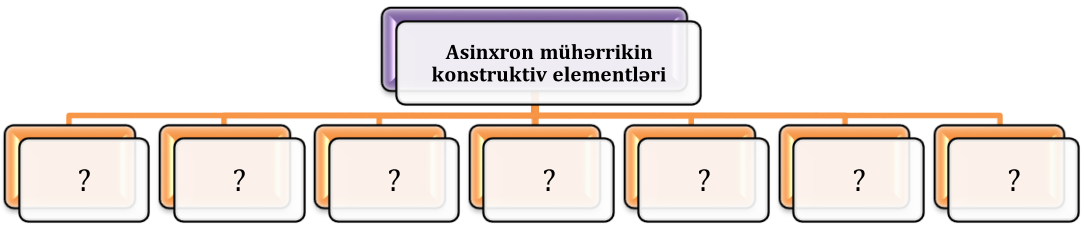


- Öz-özünə təsirlənən generatorların təsirlənmə dolağının qoşulma sxemini araşdırın və cədvəldə qeyd edin.

- Paralel təsirlənən mühərrikin quruluş sxemini araşdırın və öyrənin.
- Reostatın işə salınması üçün sıxacların qoşulmasını araşdırın və yoldaşlarınızla paylaşın.
- Paralel təsirlənən mühərrikin xarakteristikasını araşdırın və izah edin.
- Ardıcıl təsirlənən mühərrikin quruluş sxemini araşdırın və müzakirə edin.
- Ardıcıl təsirlənən mühərrikin xarakteristikasını araşdırın və şərh edin.
- Qarışıq təsirlənən mühərrikin quruluş sxemini araşdırın və yoldaşlarınızla paylaşın.
- Ardıcıl, paralel və qarışıq təsirlənən mühərrikin tətbiq sahələrini araşdırın və müqayisə edin.
- Sinxron generatorun quruluşunu araşdırın və müzakirə edin.
- Naqillərdə elektrik hərəkət qüvvəsinin yaranması hallarını araşdırın və müqayisə edin.
- Sinxron generatorun fırlanma tezliyini təyin edin.
- Sinxron generatorun iş prinsipini araşdırın və öyrənin.
- Asinxron və sinxron maşınların işləmə prinsipini araşdırın və oxşar və fərqli cəhətlərini müqayisə edərək diaqramda qeyd edin.

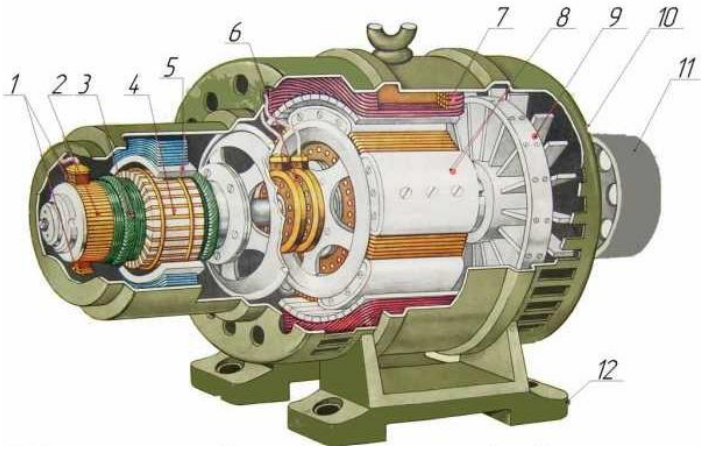


- Sinxron mühərrikin asinxron mühərrikdən üstün cəhətini araşdırın və müqayisə edin.
- Asinxron mühərrikin konstruktiv elementlərini araşdırın və sxemdə qeyd edin.

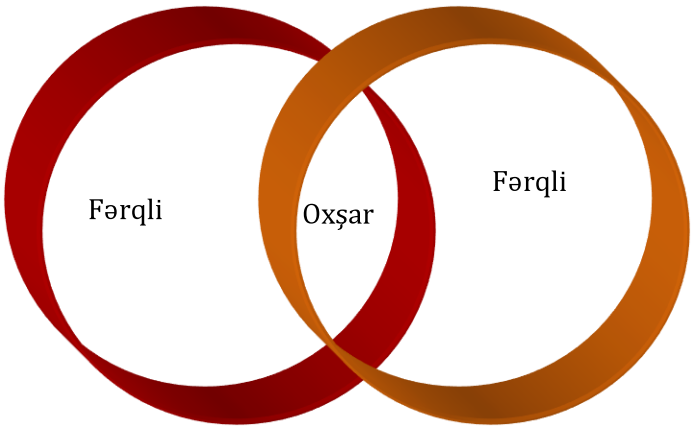


- Asinxron mühərrikin işləmə prinsipini araşdırın və təqdimat hazırlayın.

- Şəkilə əsasən sinxron generatorun konstruktiv elementlərini rəqəmlərə uyğun olaraq araşdırın və müzakirə edin.



- Ulduz birləşmədə xətt gərginliyi ilə faza gərginliyi arasındakı əlaqəni araşdırın və müzakirə edin.
- Ulduz birləşmənin sxemini qurun.
- Simmetrik və qeyri-simmetrik ulduz birləşmələrinin sxemlərini müqayisə edin.
- Üçbucaq birləşmənin sxemini qurun.
- Üçbucaq birləşmədə xətt cərəyanı ilə faza cərəyanı arasındakı əlaqəni araşdırın və müzakirə edin.
- Ulduz birləşməsi sxemini üçbucaq birləşməsi sxemi ilə müqayisə edin.



Qiymətləndirmə

- ✓ Yüksəldici transformator nəyə deyilir?
- ✓ Alçaldıcı transformator nəyə deyilir?
- ✓ Transformatoru kim kəşf etmişdir?
- ✓ Transformasiya əmsalı nəyə deyilir?
- ✓ Faydalı iş əmsalı nəyə deyilir?
- ✓ Transformatorun neçə iş rejimi var?
- ✓ Yüksüz iş rejimi nədir?
- ✓ Yüklü iş rejimi nədir?
- ✓ Misə itki nəyə deyilir?
- ✓ Poladda itkilər nəyə deyilir?
- ✓ Transformatorda həm xətt gərginliyi, həm də faza gərginliyi almaq üçün hansı birləşmə üsulundan istifadə edilir?
- ✓ Transformatorun dolaqlarının neçə birləşmə sxemi mövcuddur?
- ✓ Yüksək gərginlik və alçaq gərginlik dolaqları üçün hansı birləşmə sxemi tətbiq edilir?
- ✓ Transformatorun qollarından keçən maqnit selləri biri-birindən necə fərqlənir?
- ✓ Naqilin yerdəyişmə istiqaməti hansı qayda ilə müəyyən edilir?
- ✓ Təsirləndirmə dolağında cərəyanın istiqamətini dəyişmək üçün nə etmək lazımdır?
- ✓ Sabit cərəyan mühərrikinin təsirləndirmə dolağının qoşulmasına görə neçə cür olur?
- ✓ Əlavə qütblərlə əsas qütblərin arasındakı fərq nədən ibarətdir?
- ✓ Sabit cərəyan maşını hansı əsas hissələrdən ibarətdir?
- ✓ Sabit cərəyan maşınında kollektorun funksiyası nədən ibarətdir?
- ✓ Sabit cərəyan generatorlarının təsirləndirilmə üsullarına görə neçə hissəyə bölünür?
- ✓ Müstəqil təsirlənən generatorların nöqsan cəhəti nədən ibarətdir?
- ✓ Nə üçün ardıcıl təsirlənmə generatorlarından praktikada istifadə edilmir?
- ✓ Dəyişən cərəyan maşınları neçə yerə ayrılır?
- ✓ Generator nəyə deyilir?
- ✓ Fırlanan sinxron generatorda hasil olunan enerji qəbulediciyə necə ötürülür?
- ✓ Öz-özünə təsirlənən sinxron generatorlardan geniş istifadə olunmasının səbəbi nədir?
- ✓ Sinxron generatorların rotorunu hansı şəkildə hazırlayırlar?

- ✓ Sinxron sürət nəyə deyilir?
- ✓ Yüksəksürətli maşınlarda rotor qütbləri hansı şəkildə hazırlanır?
- ✓ Sinxron maşın hansı maşınlara deyilir?
- ✓ Sinxron mühərriki işə salmaq üçün rotoru necə fırlatmaq lazımdır?
- ✓ Sinxron mühərriklərin işə salınması üçün hansı üsul daha çox istifadə edilir?
- ✓ "Asinxron" sözünün mənası nədir?
- ✓ Üçfazalı asinxron mühərriki ilk dəfə hansı alim tərəfindən kəşf olunmuşdur?
- ✓ Faza gərginliyi nəyə deyilir?
- ✓ Xətt gərginliyi nəyə deyilir?
- ✓ Generator dolaqlarının başlanğıc uclarına neçə xətt birləşdirilir?
- ✓ Yüksək gərginlik almaq üçün hansı birləşmədən istifadə edilir?

TƏLİM NƏTİCƏSİ 4

Elektrik qurğularının işə salınması və təmirini bacarır.

4.1. Elektrik qurğusunu işə salarkən təhlükəsizlik texnikası qaydalarına riayət edir.

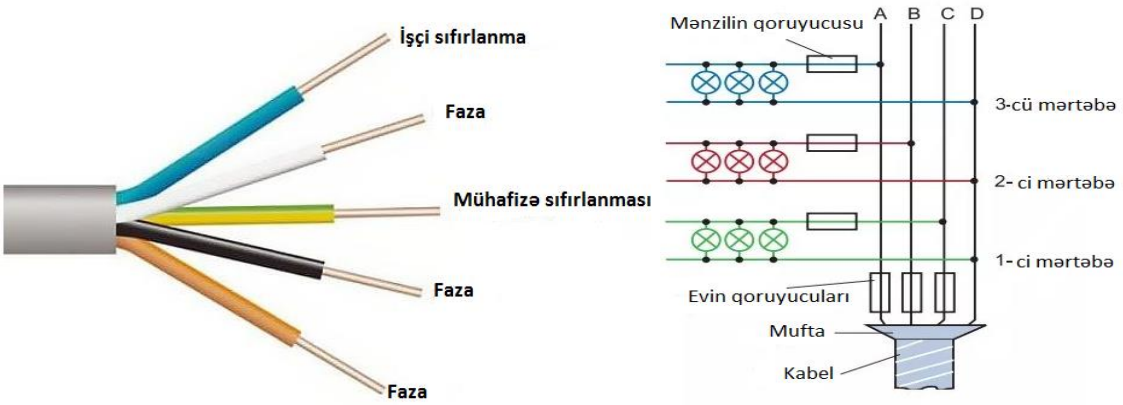
➢ **Elektrik qurğusunu işə salarkən təhlükəsizlik texnikası qaydaları**

Hər bir elektrik qurğusu elə layihələndirilməli və quraşdırılmalıdır ki, istismar prosesində onlar etibarlı və təhlükəsiz işləsinlər. Elektrik maşınlarının, aparatların, paylaşdırıcı quruluşların və elektrik şəbəkələrinin cərəyan keçirən bütün hissələri metal gövdələrdən və konstruksiyalardan etibarlı izolə olunmalı və əlçatmaz yerdə quraşdırılmalıdır. Bütün naqil birləşmələri səliqəli və etibarlı yerinə yetirilməlidir, yağla doldurulmuş aparatların gövdələri və ya çənləri möhkəm olmalıdır.

Transformator yarımstansiyalarında paylaşdırıcı quruluşların quraşdırılmasında xidmət edən və ətrafdakı adamların təhlükəsizliyini təmin edən tələbləri yerinə yetirmək vacibdir. Adamların gərginlik altında olan hissələrə yaxınlaşmasının qarşısını almaq məqsədilə açıq yarımstansiyaların ərazisini metal torla çəpərləyirlər. Açıq, həm də qapalı paylaşdırıcı quruluşların gərginlik altında olan və çəpərlənməmiş hissələri yerdən və ya döşəmədən təhlükəli sahəyə yaxınlaşması mümkün olmayan hündürlükdə quraşdırılır. Yerə yaxın yerləşdirilmiş cərəyan keçirən hissələr (şinlər, kabellər, ölçü transformatorları, açıcılar və s.) ya daimi bütöv metal, ya da tor formasında olan çəpərlərlə əhatə olunmalıdır. 1000V-dan yuxarı gərginlikli paylaşdırıcı quruluşlarda elektrik avadanlıqların yerləşdiyi kameralarda xidmət etmək üçün geniş keçid və dəhlizlər qoyulmalıdır.

Şəkil 4.1. *Elektrik xətlərinin metal şkaflarda quraşdırılması*

İstehsalat otaqlarında izoləolunmuş naqillərin belə əl çatan hündürlükdə çəkilməsinə icazə verilmir (izolyasiya zədələndikdə adamlarla bədbəxt hadisə baş verə bilər). Bir qayda olaraq, naqillər polad borularda və suvağın altından çəkirlər. Otaqlarda əl çatmaz hündürlükdə çılpaq naqillərin çəkilişinə icazə verilir.



Sxem 4.1. *Mənzilin elektrik naqilinin qoruyucu vasitəsilə birləşdirilməsi*

Bütün paylaşdırıcı şitlər, yığımlar metal şkaflarda quraşdırılır və ya elə hündürlükdə yerləşdirilməlidir ki, cərəyan keçirən hissələrə toxunmaq mümkün olmasın. Müvəqqəti və yerini dəyişən elektrik qəbulediciləri (məsələn, qaynaq transformatoru, qızdırıcı sobalar, kompressor aqreqatları və s.) paylaşdırıcı məntəqələrə üzərinə rezin örtük keçirilmiş naqillərlə birləşdirilməlidir. Bütün müvəqqəti naqillər elə yerləşdirilməli və birləşdirilməlidir ki, onların izolyasiyasının zədələnməsi istisna olunsun.

- **Elektrik mühərrikləri və işəburaxma aparatları**

Elektrik mühərriklərinin konstruksiyası onların dolaqlarının ətraf mühitin təsirindən qorunma qaydasına görə otağın xarakterinə uyğun olmalıdır. Belə ki, açıq tipli elektrik mühərriklərdən nəm və tozlu otaqlarda istifadə edildikdə dolaq izolyasiyasının tezliklə zədələnməsi və fazalardan birinin gövdəyə qapanması baş verə bilər. Bu halda gövdə torpaqlanmamış olarsa, ona toxunan (yerdən izolə olunmamış) adam ağır xəsarət ala bilər.

Bütün işə buraxma və tənzimləmə aparatları elə quraşdırılmalıdır ki, elektrik intiqalından idarə məqsədilə istifadə olunduqda adam gərginlik altına düşməsin. Bu baxımdan açarlar, ayrıcılar, çeviricilər, reostatlar və kontaktorlar ya metal şkaflarda quraşdırılmalıdır, ya da etibarlı metal örtüklərin içərisində yerləşdirilməlidir. İşəburaxıcı aparatları şkafların içərisində quraşdırdıqda onların idarə dəstəkləri şkaflarda açılmış yarıqlardan çölə çıxmalıdır.

Kontaktorlardan istifadə edib idarə əməliyyatlarını apardıqda işə buraxma, işdən saxlama düymələri xüsusi örtüklərin içərisinə batırılmış vəziyyətdə olmalıdır.

Elektrotexniki işlərlə əlaqədar bir çox əməliyyatı çilingər məngənə dəzgahında yerinə yetirirlər. Ümumiyyətlə, iş yerində nümunəvi səliqə olmalıdır:

1. Alət və tərtibatlar (ancaq saz alətlərdən istifadə etməyə icazə verilir) uyğun yerlərdə qoymaq, işi qurtardıqdan sonra aləti öz əvvəlki yerinə qaytarmaq lazımdır;

2. İş yeri, əmək mühafizəsi, təhlükəsizlik texnikası, istehsalat sanitariyası və gigiyenası qaydalarına tam riayət olunmaqla təchiz edilməli və saxlanmalıdır;

3. Yanğın təhlükəsizliyi tələblərinə ciddi əməl olunmalıdır.

Elektrik-quraşdırma və izolyasiya işlərini yerinə yetirərkən sarğı dəzgahı (sarğı işlərini yerinə yetirərkən) xüsusi məngənə dəzgahı və stolu (çilingər yığma işlərini yerinə yetirərkən) və s. ola bilər.

Şəkil 4.2. *Çilingərlik işlərinə aid olan alət və avadanlıqların iş masasında yerlədirilməsi*

İstehsalatda işçilərin normal işini təmin edən texniki sənədlərdə işlərin təhlükəsiz yerinə yetirilməsi üçün kompleks tədbirlər (çəpərlər, mühafizə vasitələri, istehsalat təlimatları və s.) nəzərə alınıb. İstehsalat avadanlıqlarının layihələndirilməsində və istehsalatın texnologiyasını yaratdıqda istismar şəraitində texniki təhlükəsizlik qaydalarını nəzərə almaq vacibdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, baxılan halda istehsalatın maksimum dərəcədə mexanikləşdirilməsi və avtomatlaşdırılması çox vacibdir.

Son illər elektrik-quraşdırma, təmir və istismar işlərində mexanikləşdirmədən geniş istifadə olunur.

4.2. Elektrik quraşdırma işlərini yerinə yetirir.

➢ Elektrik quraşdırma işləri

Müxtəlif texnoloji proseslər üçün eyni olan üsulları ayırmaq mümkündür. Belə ümumi üsullardan mexaniki, kimyəvi, bioloji və enerji üsullarını göstərmək olar.

Mexaniki üsul əmək alətinə mexaniki təsir nəticəsində baş verən texnoloji prosesləri əhatə edir. Materialların kəsilməsi, çapılması, detalların vintlə, qadaqla, presləməklə birləşdirilməsi və s. buna misal ola bilər. Bu üsul müxtəlif elektrotexniki işlərdə - elektrik maşınları və aparatlarının detallarını, yığma qovşaqlarını hazırladıqda, bu qovşaqları yığdıqda, elektrik xəttini quraşdırdıqda geniş tətbiq edilir.

Texnoloji əməliyyat - eyni bir iş yerində yerinə yetirilən texnoloji prosesin başa çatdırılmış hissəsidir. Məsələn, elektrik maşınlarını hazırlayarkən, habelə müxtəlif elektrik quraşdırma və elektrik təmir işlərini yerinə yetirərkən bir çox hallarda lehimləmə əməliyyatından istifadə edilir.

Elektrik-quraşdırma işləri binaları və tikililəri inşa edərkən və yenidənqurma zamanı elektrik şəbəkələri və elektrik avadanlığını quraşdırmaq məqsədi ilə yerinə yetirilir. Elektrik quraşdırma işlərinə elektrik maşınları və aparatlarının hazırlanması ilə əlaqədar olan bəzi işlər: məsələn, elektrik maşınların dolaqlarında hissələrin birləşdirilməsi, elektrik maşınların və aparatların dolaqlarının sıxaclara qoşulması, elastik elektrik məftillərinin yerləşdirilib bərkidilməsi və bu kimi işlər də aiddir. Elektrik qurğularını və ya bunun hissələrini təmir etdikdə də elektrik quraşdırma işləri tələb olunur.

Əksər hallarda texnoloji proses belə bir ardıcıllıqla yerinə yetirilir:

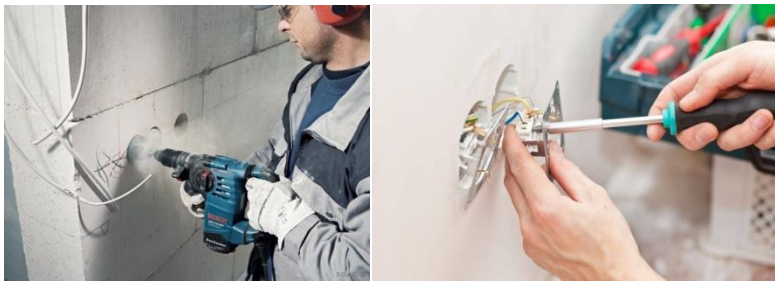
1. Elektrik qurğusu layihəsinin iş çertyojları və quraşdırma sxemləri ilə tanış olurlar.

Şəkil 4.3. *Elektrik-quraşdırma işlərini yerinə yetirərkən alət və fərdi mühafizə vasitələri*

2. Elektrik avadanlığının, işıqlandırıcıların, armaturun, kommutasiya aparatlarının, elektrik idarəetmə lövhələrinin, məftillərin çəkilmə xətlərinin yerini nişanlayırlar.

Nişanlama apararkən elektrik qurğusu layihəsinin çertyojları əsasında işlənib hazırlanmış quraşdırma sxemləri və cədvəllərindən istifadə edirlər.

3. Bina konstruksiyası elementlərində deşik və yuvalar açır, keçidlər düzəldir, qanovcuqları frezləyirlər.



Şəkil 4.4. *Elektrik-quraşdırma işləri*

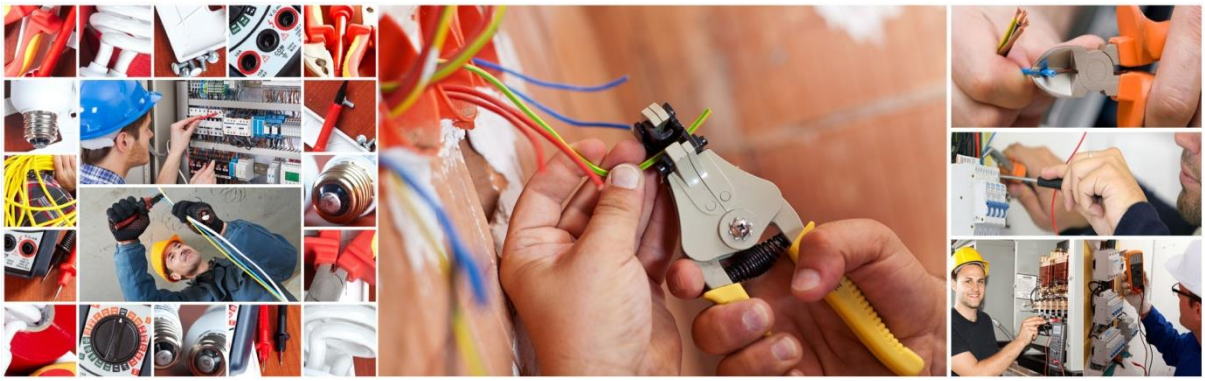
4. Bərkitmə detallarını, dayaq konstruksiyalarını, izolyatorları və s. qoyurlar.

5. Elektrik avadanlığını, idarəetmə lövhələrini, armaturu, kommutasiya aparatlarını, qolayırma qutularını qoyub bərkidirlər. Adətən, əvvəlcədən məftillər qoşulmuş idarəetmə lövhələrini və armaturu quraşdırırlar.

Şəkil 4.5. *Mühafizə avtomatlarının quraşdırılması*

6. Məftilləri ölçür, kəsir, düzləndirir, öz yerinə qoyaraq bərkidirlər.

7. Quraşdırılmış məftilləri bir-birinə birləşdirir, bunları idarəetmə lövhələrinə, aparatlara və s. qoşurlar.



Şəkil 4.6. *Elektrik-quraşdırılma işlərinin yerinə yetirilməsi*

8. Quraşdırmanın düzgün aparıldığını və elektrik qurğusunun layihəsinə müvafiq olduğunu yoxlayırlar.

9. Gərginlik verdikdən sonra elektrik qurğusunun necə işlədiyini yoxlayır, əngəlləri aradan qaldırır və elektrik qurğusunu istifadəyə verirlər.

Yeni texnologiyaya uyğun olaraq elektrik quraşdırma işlərində kabelləri, məftilləri və elektrik qurğularının digər hissələrini hazırlamaq və bərkitmək üçün maşın, mexanizm, alət və tərtibatlardan istifadə olunması xeyli yüksəlmişdir.

Şəkil 4.7. *Elektrik quraşdırılma işlərində istifadə edilən alətlər dəsti*

4.3. Elektrik qurğularının işə salınmasını həyata keçirir.

➢ **Elektrik qurğularının işə salınması**

1. Sabit cərəyan mühərriklərinin işə salınması. Mühərriki şəbəkəyə qoşduqda dolaqda e.h.q. yaranmır, maşının lövbəri hərəkətsiz olur. Deməli, mühərriki işə salarkən lövbərdən keçən cərəyan şiddəti bir necə dəfə artıq olur. Dolaq, kollektor və fırçalar üçün təhlükəli olan cərəyan şiddəti belə bir nisbətlə təyin edilir:

$$I_{i\cdot s} = \frac{U}{r_a}$$

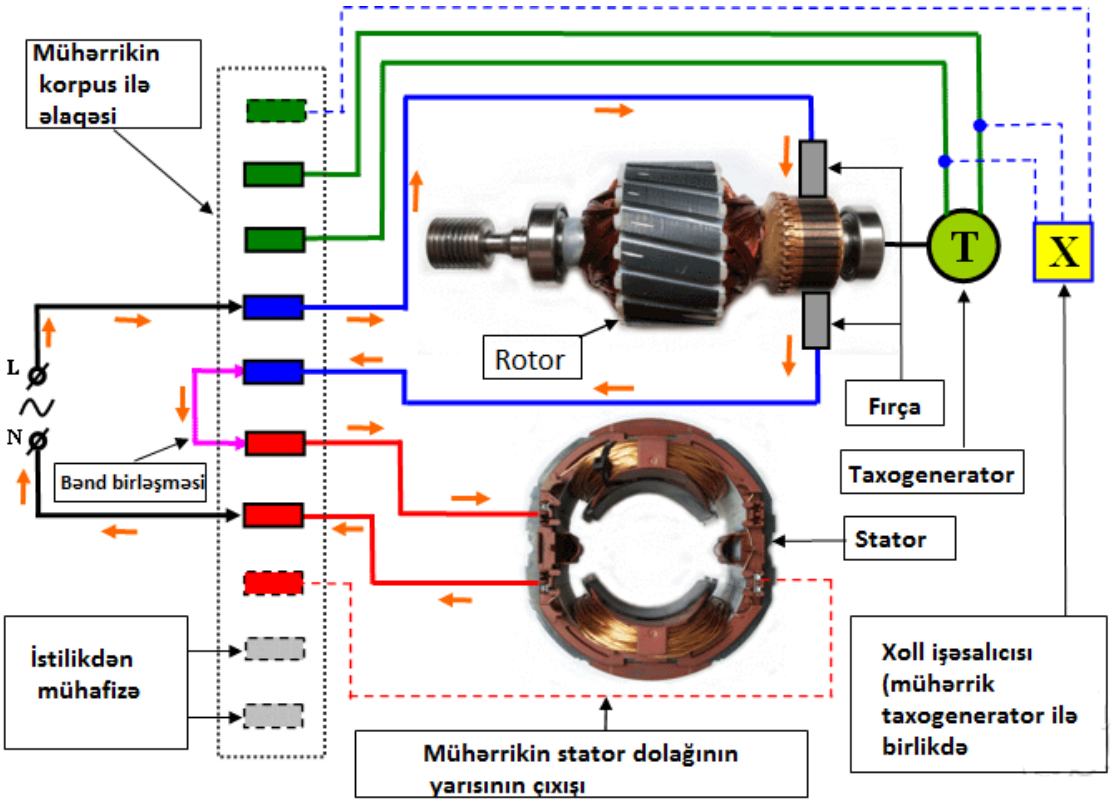
İşəsalma cərəyanını azaltmaq üçün lövbərin dolağına ardıcıl olaraq qoşulan əlavə müqavimətə işəsalma reostatı deyilir.

Şəbəkəyə qoşduqda mühərrik işəsalma momenti yaradır.

Bu zaman maşın bu momentin təsiri ilə fırlanmağa başlayır və dolağında əks e.h.q. yaradır. $(M_{is}=K\,I_{i\cdot s}\cdot F)$ Lövbərin dolağında cərəyan şiddəti o zaman azalır ki, fırlanma sürəti artır və e.h.q. çoxalır. Bunun üçün işəsalma reostatının dəstəyini tənzimləyirlər.

Cərəyan uzun müddət keçərsə, reostat çox qızdığından xarab olacaqdır, ona görə də maşın işləyərkən işəsalma reostatı açılmış olmalıdır.

2. Asinxron mühərrikin işə salınması. Asinxron mühərriklərinin işə buraxılma xassələri bütün mühərriklər üçün vacib məsələlərdən biridir. Bu xassələrə əsasən işə buraxılma cərəyanı I_n işə buraxılma momenti M_n ilə xarakterizə olunur. Asinxron mühərriklərinin işə salınma xassələri adətən onların rotorlarının quruluşundan asılıdır. Əksər hallarda qısa qapalı rotorlu mühərriklərdə bilavasitə işə buraxmadan istifadə olunur. Belə işə salma çox sadə və tez olur.



Sxem 4.2. *Asinxron mühərrikin işə salınması*

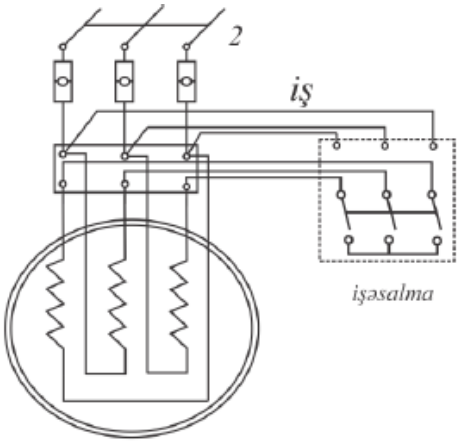
Bu halda yalnız açar və yüksək gərginliklə işləyən mühərriklər üçün yağ açarı lazımdır. Ümumiyyətlə, işəsalma şəbəkənin gücündən asılıdır.

Asinxron mühərriklərdə işəsalma cərəyanını azaltmaq üçün bəzən stator dolaqlarına ardıcıl induktivlik qoşurlar. Mühərrik işə düşdükdən sonra P_1 açarı açılır və P_2 qoşulur.

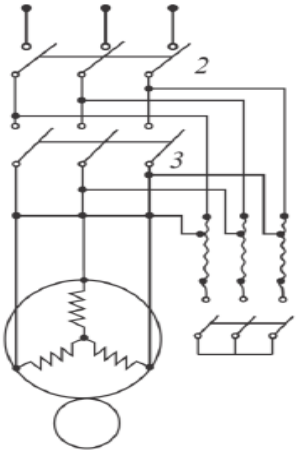
Avtotransformatorla işəsalma metodu da bu məqsədlə edilir. Mühərrikin statoruna verilən gərginlik avtotransformator vasitəsi ilə alçaldılır. İşə salındıqdan sonra gərginlik tədricən artırılır.

Adətən böyük gücə malik olan mühərrikləri avtotransformator vasitəsi ilə işə salırlar. İşəsalma zamanı statorda gərginliyi azaltmaq üçün mühərrikin dolaqlarını ulduz birləşdirmək olar. Belə metod kiçik gücə malik olan, təxminən 20 kvt-a qədər gücdə, qısa qapalı rotorlu asinxron mühərrikinin işə salınmasında istifadə olunur. İşə salma zamanı stator dolaqları ulduzvari birləşdirilir və beləliklə, faza gərginliyi √3 dəfə azaldılır. İşə salma cərəyanı təxminən bu qədər azaldılır. Mühərrikin işə salma xassələrini daha da yaxşılaşdırmaq olar. Bu məqsədlə faza rotorlu mühərriklərdə işə salma reostatından istifadə edilir.

Mühərrik şəbəkəyə qoşulmazadan əvvəl işə buraxma reostatlarının sürüncəkləri elə vəziyyətdə yerləşdirilir ki, rotor dövrəsinin müqaviməti maksimum olsun. Sonra stator dolaqları şəbəkəyə bilavasitə qoşulur. Bu zaman stator dolaqlarından az cərəyan keçir. Ona görə ki, rotor dövrəsinin müqaviməti böyükdür. Aydındır ki, stator cərəyanı da az olmalıdır. Rotorun sürətini artırmaq üçün reostatların müqavimətini tədricən azaldırlar. Mühərrik nominal sürət aldıqda reostatları qısa qapayırlar.



Şəkil 4.8. *Dolaqları ulduz birləşmədən üçbucaq birləşdirməyə qoşmaqla rotorlu asinxron mühərrikin işə salınması sxemi*

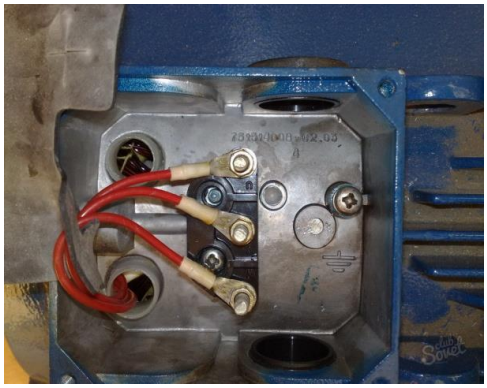


Sxem 4.3. *Qısa qapanmış rotorlu asinxron mühərriki işə salmaq üçün avtotransformatorun qoşulması sxemi*

Qısa qapanmış rotorlu mühərrikləri gücü cərəyan mənbəyinin gücünə nisbətən az olduqda bilavasitə şəbəkəyə qoşmaqla işə salırlar. Mühərriklərin gücü böyük olduqda isə işəsalma cərəyanını azaldırlar. Belə işəsalma vasitələrindən biri də avtotransformatordur.

Qısa qapanmış rotorlu mühərriki işə saldıqda statorun sıxaclarındakı gərginliyi alçaldıcı avtotransformatorla azaldırlar. Əksər hallarda mühərriki işə salmaq üçün statorun dolağını ulduz birləşdirmədən üçbucaq birləşdirməyə keçirirlər.

Mühərriki bu üsulla işə saldıqda şəbəkədəki işəsalma cərəyan şiddəti işəsalma zamanı statorun dolaqları üçbucaq birləşdirilmiş olsaydı, yaranacaq işəsalma cərəyan şiddətinə nisbətən təxminən √3 dəfə azalardı.



Şəkil 4.9. *Asinxron mühərrikin işə qoşulması*

Lakin bu işəsalma üsulunu həmin gərginlikdə şəbəkədən qidalandırdıqda statorun dolaqlarını üçbucaq birləşdirmə ilə normal birləşən mühərriklərdə tətbiq etmək olar.

İşəsalma momenti faza gərginliyinin kvadratı ilə mütənasibdir. Buna görə də mühərrik tam yüklənmə ilə işə salınmadıqda bu üsullardan istifadə oluna bilər.

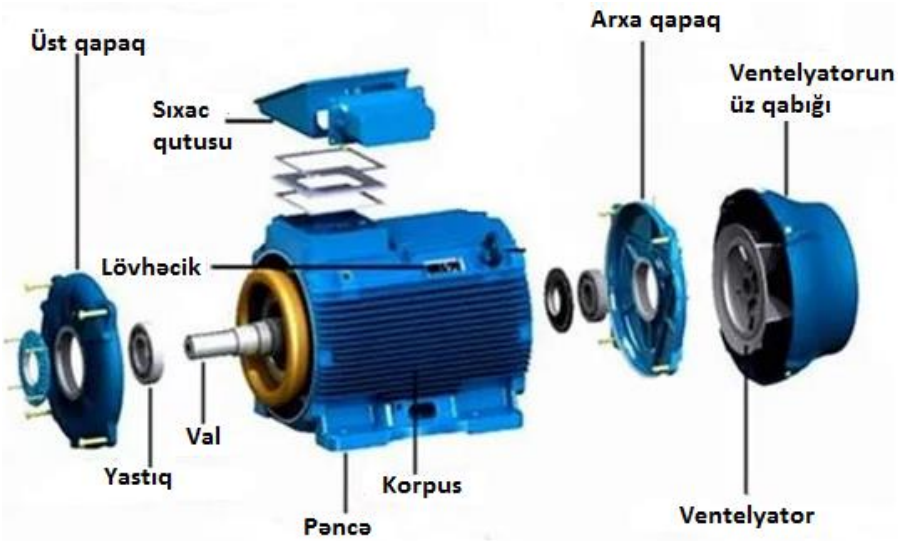
4.4. Elektrik qurğularını təmir edir.

➢ **Elektrik qurğularının təmiri**

1. **Asinxron mühərriklərin sınağı -** Asinxron mühərriklərdə nasazlığı təyin etmək üçün aşağıdakı əməliyyatlar həyata keçirilməlidir:
   a. Asinxron mühərriklərin sınağı;
   b. Asinxron mühərriklərinin təmirdən sonra sınağına olan tələblər;
   c. Dolağın müqavimətinin sabit cərəyanla ölçülməsi;
   d. Dolağın izolyasiyasının müqavimətinin ölçülməsi;
   e. Dolaqların maşının gövdəsinə nəzərən və dolaqların öz arasındakı elektrik möhkəmliyinin sınağı;
   f. Dolaqların sarğılar arası izolyasiyasının elektrik möhkəmliyinin sınağı;
   g. Dolaq izolyasiyasının yüksək gərginliklə sınağı;
   h. Yüksüz işləmə sınağı

Lazımi keyfiyyəti təmin etmək üçün bütün təmir olunan maşınlar müxtəlif sınaqdan keçirlər və bunlar üç qrupa bölünürlər:

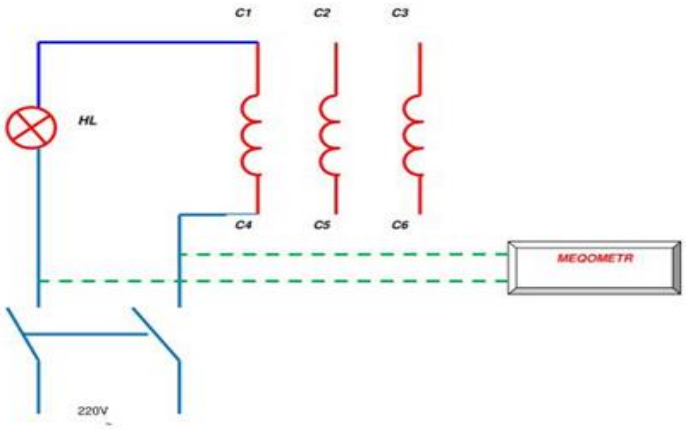
1. Təmirdən qabaq sınaqlar;
2. Təmir prosesində sınaqlar;
3. Təmirdən sonra aparılan sınaqlar.



Şəkil 4.10. *Asinxron mühərrikin konstruktiv hissələri*

Elektrik maşını təmirdən qabaq (yığılı halda) sınaqdan keçirləndə (defektləşdirləndə) aşağıda göstərilən əməliyyatlar yerinə yetirilir:

1. Elektrik maşınının aşağıda göstərilən hissələri yoxlanılır və göstərilən nasazlıqlara fikir verilir:
2. Əgər gövdə və yastıqların yerləşməsi üçün şitin oturacaq yerlərində çat varsa, onlar yararsız sayılır. Bu çatları o zaman qaynaq etmək olar ki, onların oturacaq yerləri deformasiyaya məruz qalmasın.
3. Sıxac şiti gövdəyə möhkəm bərkidilməlidir, sıxacın boltları yaxşı bərkidilib markalanmalıdır.
4. Meqometr və ya kontrol lampa vasitəsilə dolağın bütövlüyü yoxlanılır. (Sxem 4.5.)

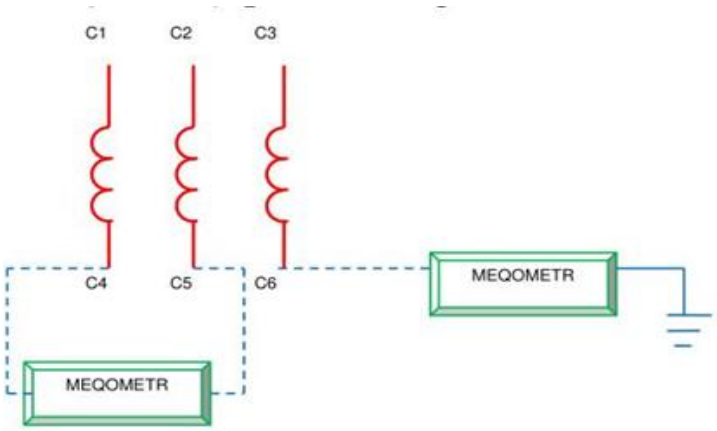


Sxem 4.5. *Meqometr və ya kontrol lampa vasitəsilə dolağın bütövlüyünün yoxlanılması*

5. Dolaqlar arası və gövdəyə görə izolyasiyanın müqaviməti yoxlanılır. Dolağın izolyasiyasının müqaviməti soyuq halda ölçülməlidir (ətraf mühitə görə ±3^{0}S). Dolaqların izolyasiyasının müqavimətinin buraxıla bilən qiyməti (MOm) aşağıdakı kimi müəyyən edilir:

$$R_{iz} = \frac{U}{1000 + 0{,}01P}$$

Burada: U-elektrik mühərrikinin nominal gərginliyi, V; P- nominal güc, kVt.
Ölçmələr aşağıdakı kimi olmalıdır: (Sxem 4.6.)



Sxem 4.6. *Dolaqlararası və gövdəyə görə izolyasiyanın müqavimətinin yoxlanılması*

Əgər mümkündürsə, mühərrik yüksüz qoşulur və onun yastıqları (səsi, qızması) və ventilyator yoxlanılır, fazaların cərəyanı ölçülür. Fazalar arasında asimmetriya (uyğunsuzluq) ±5% -dən çox olmamalıdır.

Elektrik maşınının təmir prosesində (sökülmədən sonra) aparılan sınaqlarda (defektləşdiriləndə) aşağıda göstərilən əməliyyatlar yerinə yetirilir:

1. Ayrı-ayrı qovşaq və hissələrin vəziyyəti yoxlanılır. Bərkidici hissələr dəyişdirilir, əgər onlar əyilibsə, yivləri xarab olubsa və s. Yastıq şitində nasazlıq varsa, o dəyişdirilir.

2. Statorda rotorun ara məsafəsi yoxlanılır. Yoxlama şup vasitəsilə aparılır. Asinxron mühərriklər üçün statorla rotorun ara məsafəsinin nominal qiymətləri aşağıdakı cədvəldə verilib**.** (Cədvəl 4.1.)

Cədvəl 4.1. Asinxron mühərriklər üçün statorla rotorun ara məsafəsinin nominal qiymətləri

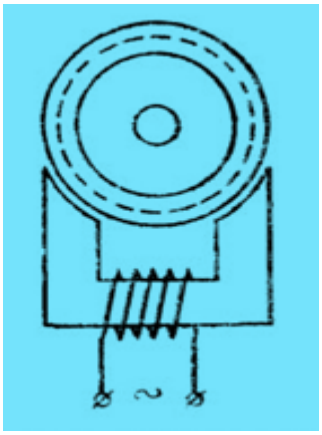
Güc, kVt	Asinxron mühərrikinin valının fırlanma tezliyində (devr/dəqiqə) ara məsafəsi	
	500 ... 1500	3000
0,12 ... 0,25	0,20	0,25
0,5 ... 0,75	0,25	0,30
1,0 ...2,0	0,30	0,35
2,0 ... 7,5	0,35	0,50
10,0 ... 15,0	0,40	0,65
20,0 ... 40,0	0,50	0,80

3. Val nəzərdən keçirilir, vəziyyəti və əyriliyinin olub-olmaması təyin edilir.

4. Ventilyatorun vəziyyəti və vala kip oturmağı yoxlanılır.

Qısa qapanmış rotor vala kip oturmalıdır, oxda və qısa qapayıcı halqalarda çat və qırılma olmamalıdır.

5. Sökülmüş elektrik mühərrikinin qısa qapanmış rotorunda qırılma və stator və ya lövbərdə dolaqlar arası qapanmanı təyin etmək üçün elektromaqnitdən istifadə edirlər. Rotoru elektromaqnitə yerləşdirib əl ilə çevirirlər. Rotorun pazına qoyulmuş polad lövhəcik saz pazları üstündə vibrasiya edir, qırıq oxu üstündə isə vibrasiya etmir.

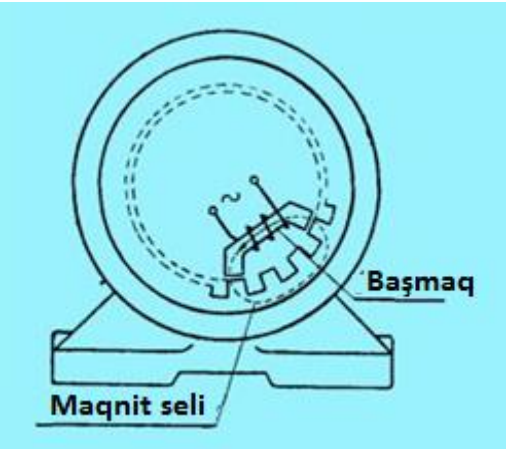


Sxem 4.7. *Elektromaqnitin köməyi ilə lövbər dolağında qısa qapanmanın təyini*

6. Stator dolağında qısa qapanmanı təyin etmək üçün elektromaqniti statorun oymasına yerləşdirib yerini dəyişdirirlər. Polad lövhəcik dolağın nasaz pazının üstünə düşəndə vibrasiya etməyə başlayır.

7. Stator dolaqlarının qüsurları təyin olunur. Stator dolağının gövdəyə görə və fazalar arası qısa qapanmasını yoxlayıcı lampa və ya meqometrlə təyin edirlər. Elektromaqnit vasitəsilə qısa qapanmanı təyin etmək olar.

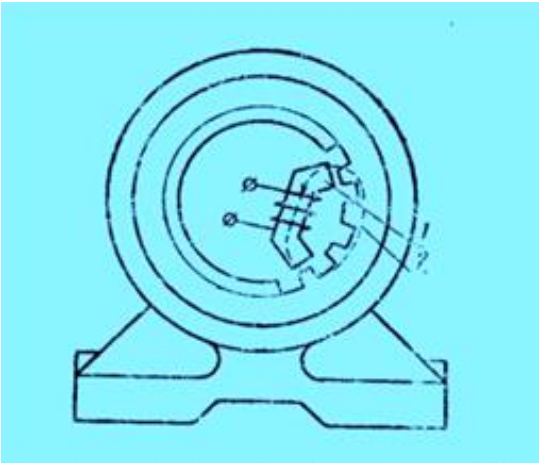
Asinxron mühərriklərinin təmirindən sonra onun keyfiyyətinə nəzarət etmək və hər bir təmir əməliyyatının tam qayda üzrə aparıldığının müəyyən etmək üçün sınaqlar aparılır. Təmirdən sonra, əsasən, nəzarət sınaqları aparılır. Nəzarət sınaqlarından əvvəl elektrik mühərriki xarici baxışdan keçirilir, işə yüksüz buraxılır, səs və vibrasiya yoxlanılır.



Sxem 4.8. *Elektromaqnitin köməyi ilə stator dolağında qısa qapanmanın təyini: 1- başmaq; 2- maqnit seli*

Mövcud tələblərə görə asinxron mühərrikləri təmirdən sonra aşağıdakı həcmdə sınaqdan keçirirlər:

1. Bütün dolaqlarda gövdəyə görə və öz aralarında izolyasiya müqaviməti yoxlanılır;
2. Dolaqların elektrik müqaviməti ölçülür;
3. Çıxış uclarının markalanması yoxlanılır;
4. Yüksüz işləmə və qısa qapanma sınaqları aparılır;
5. Sarğılar arası izolyasiya yoxlanılır;
6. İzolyasiyanın elektrik möhkəmliyi yoxlanılır.



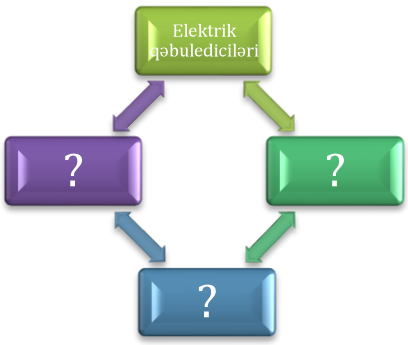
Sxem 4.9. *Elektromaqnitin vasitəsilə sarğılar arası qısa qapanmanın təyini*

Şəkil 4.11. *Asinxron mühərrikin təmiri*

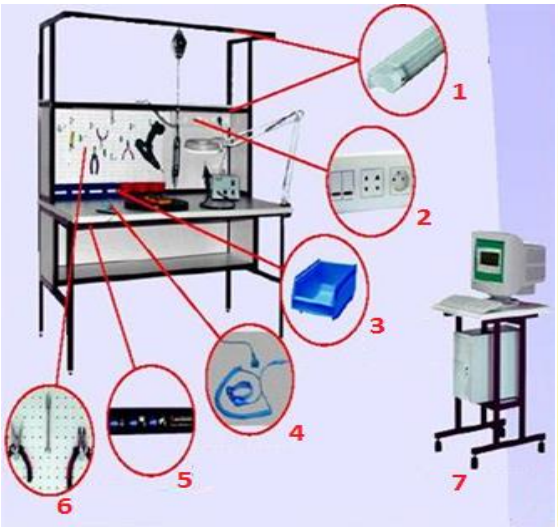
Tələbələr üçün fəaliyyətlər

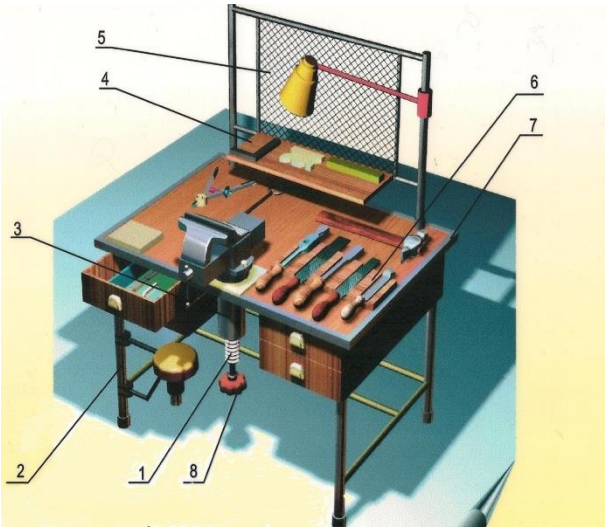
- Konstruksiyaları etibarlı izolə olunan və əlçatmaz yerdə quraşdırılan elektrik avadanlıqlarını araşdırın və adlarını sxemdə qeyd edin.

- Mənzilin elektrik naqilinin qoruyucu vasitəsilə birləşdirilməsi sxemini araşdırın və təqdimat hazırlayın.
- Paylaşdırıcı məntəqələrə üzərinə rezin örtük keçirilmiş naqillərlə birləşdirilən müvəqqəti və yerini dəyişən elektrik qəbuledicilərini araşdırın və sxemdə qeyd edin.

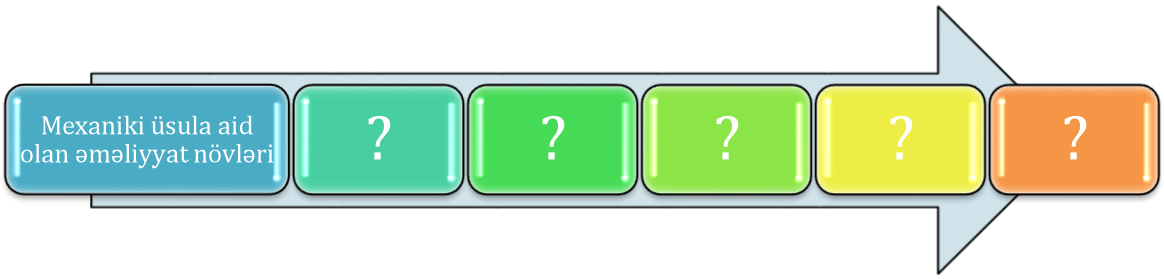


- Aşağıdakı şəkilə əsasən elektrik montyorunun və çilingərin iş masasındakı alətləri rəqəmlərə uyğun olaraq araşdırın və müqayisə edin.

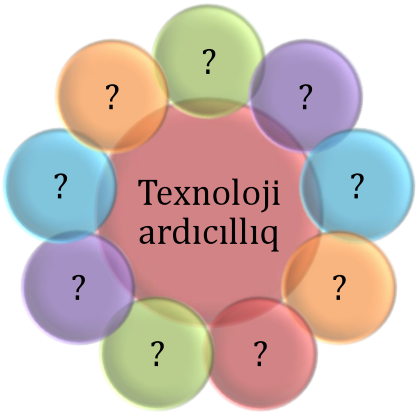




- Mexaniki üsula aid olan əməliyyat növlərini araşdırın və sxemdə qeyd edin.



- Elektrik-quraşdırma işlərində texnoloji ardıcıllığı araşdırın və sxemdə qeyd edin.



- Müəllimin nəzarəti altında quraşdırılmış məftillərinin idarəetmə lövhələrinə, aparatlara qoşulmasını yerinə yetirin.

- Aşağıdakı şəklə münasibət bildirin. 3 bilik, 3 bacarıq, 3 yanaşma nümunəsini göstərin.

- Asinxron mühərriklərində nasazlığı təyin etmək üçün lazım olan əməliyyatları araşdırın və müzakirə edin.
- Müxtəlif sınaq üsullarını araşdırın və yoldaşlarınızla paylaşın.
- Asinxron mühərrikin konstruktiv elementlərini araşdırın və sxemdə qeyd edin.

- Elektrik maşınının təmirdən qabaq keçirilən sınaqlarını araşdırın və sxemdə qeyd edin.

- Elektrik maşınının təmir prosesi zamanı aparılan sınaqlarını araşdırın və sxemdə qeyd edin.

- Aşağıdakı şəklə münasibət bildirin. 3 bilik, 3 bacarıq, 3 yanaşma nümunəsini göstərin.

Qiymətləndirmə

- ✓ Transformator yarımstansiyalarında hansı tələbləri yerinə yetirmək vacibdir?
- ✓ Adamların gərginlik altında olan hissələrə yaxınlaşmasının qarşısını almaq məqsədilə açıq yarımstansiyaların ərazisində hansı mühafizə vasitələrindən istifadə edilir?
- ✓ 1000V-dan yuxarı gərginlikli paylaşdırıcı quruluşlarda elektrik avadanlıqları yerləşdiyi kameralarda xidmət etmək üçün nə etmək lazımdır?
- ✓ Nə üçün istehsalat otaqlarında izoləolunmuş naqillərin belə əl çatan hündürlükdə çəkilməsinə icazə verilmir?
- ✓ Açıq tipli elektrik mühərriklərdən nəm və tozlu otaqlarda istifadə edildikdə nə baş verər?
- ✓ Kontaktorlardan istifadə edib idarə əməliyyatlarını apardıqda işə buraxma, işdən saxlama düymələrini n vəziyyəti necə olmalıdır?
- ✓ Elektrotexniki işləri yerinə yetirərkən iş yeri hansı tələblərə cavab verməlidir?
- ✓ Hansı işlər elektrik-quraşdırma işlərinə aiddir?
- ✓ Elektrik-quraşdırma işləri təmir işləri və başqa işlərlə necə əlaqədardır?
- ✓ Elektrik-quraşdırma işlərində istifadə edilən alət və avadanlıqları sadalayın.
- ✓ İşəsalma reostatı nəyə deyilir?
- ✓ Asinxron mühərriklərdə işəsalma cərəyanını azaltmaq üçün bəzən stator dolaqlarına ardıcıl olaraq nə qoşulur?
- ✓ Böyük gücə malik olan mühərrikləri hansı qurğu vasitəsi ilə işə salırlar?
- ✓ Statorda işəsalma zamanı gərginliyi azaltmaq üçün mühərrikin dolaqlarını necə birləşdirmək olar?
- ✓ Mühərrikin işə salma xassələrini yaxşılaşdırmaq üçün faza rotorlu mühərriklərdə nədən istifadə edilir?
- ✓ Dolaqların izolyasiyasının müqaviməti hansı düsturla təyin edilir?
- ✓ Asinxron mühərriklərinin təmirindən sonra onun keyfiyyətinə nəzarət etmək üçün nə etmək lazımdır?
- ✓ Asinxron mühərriklərinin təmirdən sonra sınaq həcmini sadalayın.
- ✓ Bir fazalı asinxron mühərriklə üçfazalı asinxron mühərrikinin fərqi nədir?
- ✓ Rotoru qısa qapanmış asinxron mühərriklərindən harada istifadə edilir?

Ədəbiyyat

1. H.S.Əliyev "Elektrotexnikanın əsasları", 2013.
2. E.H.Rəhimova "Elektrotexnikanın əsasları", 2013.
3. Ə.X.Calallı "Elektrotexnikanın əsasları", 2016.
4. Abbasov Q.Ə. "Əməyin mühafizəsi və elektrik təhlükəsizliyi", 2014.
5. Orucov A.O., Niftiyev S.N. "Kabel texnikası", Dərslik, 2008.

Qeydlər

AVROPA İTTİFAQI

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI
TƏHSİL NAZİRLİYİ

UNDP

Empowered lives.
Resilient nations.

Azərbaycan Respublikasının Təhsil Nazirliyi yanında
Peşə Təhsili üzrə Dövlət Agentliyi
Azərbaycan Respublikası, Bakı Az 1033, Ə.Orucəliyev küçəsi 61
Tel.: (+994 12) 599 12 77
Faks: (+994 12) 566 97 77
Web: www.vet.edu.gov.az