



## “Elektrik Xətlərinin Quraşdırılması və Təmiri üzrə Mütəxəssis” ixtisası

### Elektrik Ölçmələri





Bu nəşrin məzmunu müstəsna olaraq “Azərbaycanda Peşə Təhsili və Təliminin inkişafına Avropa İttifaqının dəstəyi” Texniki Yardım layihəsinin məsuliyyətidir və heç bir halda Avropa İttifaqının mövqeyini əks etdirmir.

*Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi  
tərəfindən 11 oktyabr 2019-cu il tarixli,  
F-604 sayılı əmr ilə təsdiq edilmişdir.*

**Müəllif:**

*Mehriban Eyvazova  
Rübabə Nağıyeva*

**Rəyçilər:**

*Xalid Təhməzov*

Bakı - 2019

## Mündəricat

<b>Giriş.....</b>	<b>4</b>
<b>“Elektrik Ölçmələri” modulunun spesifikasiyası .....</b>	<b>5</b>
<b>Təlim nəticəsi 1: Ölçmə xətalrı və ölçmə üsulları barədə bilir .....</b>	<b>6</b>
1.1.1. Əsas anlayışları sadalayır	6
1.1.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər	7
1.1.3. Qiymətləndirmə	8
1.2.1. Ölçmə üsullarını izah edir	8
1.2.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər	10
1.2.3. Qiymətləndirmə	11
1.3.1. Elektrik ölçü cihazlarının təyinatını izah edir	11
1.3.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər	13
1.3.3. Qiymətləndirmə	14
1.4.1. Elektrik-ölçmə növləri və metodlarını müəyyən edir	14
1.4.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər	16
1.4.3. Qiymətləndirmə	16
<b>Təlim nəticəsi 2: Elektromexaniki cihazları təyin edə bilir .....</b>	<b>17</b>
2.1.1. Elektrik dövrəsində cərəyanın ölçülməsini təyin edir	17
2.1.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər	19
2.1.3. Qiymətləndirmə	19
2.2.1. Elektrik dövrəsində gərginliyin ölçülməsini izah edir	19
2.2.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər	21
2.2.3. Qiymətləndirmə	22
2.3.1. Müqavimətin ölçülməsi qaydasını şərh edir	22
2.3.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər	26
2.3.3. Qiymətləndirmə	27
2.4.1. Elektrik dövrəsinin parametrlərin ölçülməsini barədə məlumat verir	27
2.4.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər	29
2.4.3. Qiymətləndirmə	30
<b>Təlim nəticəsi 3: Elektron ölçmə cihazlarını təyin edə bilir .....</b>	<b>31</b>
3.1.1. Elektron ölçmə cihazları haqqında məlumat verir	31
3.1.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər	31
3.1.3. Qiymətləndirmə	32
3.2.1. Elektron voltmetrləri və ommetrləri haqqında məlumat verir	32
3.2.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər	34
3.2.3. Qiymətləndirmə	35
3.3.1. Elektron vattmetrlərin işini izah edir	35
3.3.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər	36
3.3.3. Qiymətləndirmə	37
3.4.1. Rəqəmsal cihazları haqqında məlumat verir	37
3.4.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər	38
3.4.3. Qiymətləndirmə	39
<b>Təlim nəticəsi 4: Güc və enerjinin ölçülməsi barədə bilir.....</b>	<b>40</b>

4.1.1. Sabit cərəyan və birfazlı dəyişən cərəyan dövrəsində gücü təyin edir	40
4.1.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər	41
4.1.3. Qiymətləndirmə	41
4.2.1. Elektrik enerjisi sərfinin ölçülməsi müəyyən edir	42
4.2.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər	44
4.2.3. Qiymətləndirmə	44
4.3.1. Üçfazlı elektrik dövrəsində aktiv gücü enerjini təyin edir	44
4.3.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər	45
4.3.3. Qiymətləndirmə	46
4.4.1. Üçfazlı elektrik dövrlərində reaktiv gücü ölçür	46
4.4.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər	47
4.1.3. Qiymətləndirmə	48
<b>İstifadə olunan mənbələr .....</b>	<b>49</b>

## Giriş

Elm və texnikanın inkişafı ölçmə texnikasının nailiyyətləri ilə sıx əlaqədardır. Ölçmə texnikasının vəzifəsi təbiətdə baş verən hadisələrin fiziki xarakteristikalarının alınmasına və naməlum hadisələrin aşkar edilməsinə yeni imkanlar verən cihaz, ölçmə qurğusu və sistemlər yaratmaqdan ibarətdir.

Ölçmə texnikasının tətbiq sahəsi xeyli genişdir. Mübaliğəsiz demək olar ki, ölçmə texnikası keyfiyyətli məhsul buraxılmasında ən mühüm amillərdən biridir.

Bir sıra cəhətlərinə görə elektrik ölçmə üsulları digər üsullardan xeyli üstündür. Az enerji sərfini, ölçülən kəmiyyətin məsafəyə ötürülə bilməsini, ölçmələrin və onların nəticələrinin böyük sürətlə ötürülməsini, yüksək dəqiqlik və həssaslığı bunlara misal göstərmək olar.

Son illərdə elektrik ölçmə texnikası vasitələrinin inkişafındakı tərəqqi ölçmə nəzəriyyəsinin daha da inkişaf etdirilməsi və onun əsasında yeni ölçmə üsullarının yaranması, ölçmə vasitələrinin konstruksiyalarına mikroelektronikanın, avtomatikanın, hesablama texnikasının son nailiyyətlərinin geniş tətbiqi, həmçinin bir sıra texnoloji məsələlərin müvəffəqiyyətli həlli nəticəsində təmin edilmişdir.

Rəqəmli ölçmə cihazlarının (RÖC) yaranması və istehsalı elektrik ölçmə texnikasının inkişafında mühüm mərhələ olmuşdur. Ölçmə prosesinin tam avtomatlaşdırılması ilə yanaşı, RÖC yüksək dəqiqliyi, cəld işləməni, maneəyə dayanıqlığı, ölçmə obyektindən az güc sərfini oxunma əlverişliliyini, ölçmə nəticəsinin kod şəklində başqa qurğulara ötürülməsini və s. təmin edir.

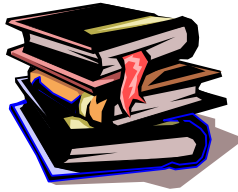
Bu modulu tamamladıqdan sonra tələbə elektrik ölçü cihazlarının texniki xarakteristikasını, təyinatını, ampermetr, voltmetr, ommetr, meqommetr, vattmetr, loqometr, rəqəmsal cihazı, sabit cərəyan, birfazlı və üçfazlı dəyişən cərəyan dövrəsində gücü, aktiv və reaktiv gücü, elektrik enerjisi sərfinin ölçülməsini biləcəkdir.

## “Elektrik Ölçmələri” modulunun spesifikasiyası

<b>Modulun adı: Elektrik ölçmələri</b>
<b>Modulun kodu:</b>
<b>Modul üzrə saatlar: 161</b>
<b>Modulun ümumi məqsədi:</b> <i>Bu modulu tamamladıqdan sonra tələbə elektrik ölçü cihazlarının texniki xarakteristikasını, təyinatını, voltmetr, ommetr, vattmetr, tezlikölçən, fazometrlər, sabit cərəyan və birfazlı dəyişən cərəyan dövrəsində gücü, aktiv gücü, reaktiv gücü, körpü ölçmə metodlarını biləcəkdir.</i>
<b>Təlim nəticəsi 1: Ölçmə xətaləri və ölçmə üsulları barədə bilir</b>
<b>Qiymətləndirmə meyarları</b>
1. Əsas anlayışları sadalayır;
2. Ölçmə üsullarını izah edir;
3. Elektrik ölçü cihazlarının təyinatını izah edir;
4. Elektrik-ölçmə növləri və metodlarını müəyyən edir.
<b>Təlim nəticəsi 2: Elektromexaniki cihazları təyin edə bilir</b>
<b>Qiymətləndirmə meyarları</b>
1. Elektrik dövrəsində cərəyanın ölçülməsini təyin edir;
2. Elektrik dövrəsində gərginliyin ölçülməsini izah edir;
3. Müqavimətin ölçülməsi qaydasını şərh edir;
4. Elektrik dövrəsinin parametrlərinin ölçülməsi barədə məlumat verir.
<b>Təlim nəticəsi 3: Elektron ölçmə cihazlarını təyin edə bilir</b>
<b>Qiymətləndirmə meyarları</b>
1. Elektron ölçmə cihazları haqqında məlumat verir;
2. Elektron voltmetrləri və ommetrləri haqqında məlumat verir;
3. Elektron vattmetrlərinin işini izah edir;
4. Rəqəmsal cihazları haqqında məlumat verir.
<b>Təlim nəticəsi 4: Güc və enerjinin ölçülməsi barədə bilir</b>
<b>Qiymətləndirmə meyarları</b>
1. Sabit cərəyan və birfazlı dəyişən cərəyan dövrəsində gücü təyin edir;
2. Elektrik enerjisi sərfinin ölçülməsini müəyyən edir;
3. Üçfazlı elektrik dövrəsində aktiv gücü, enerjini təyin edir;
4. Üçfazlı elektrik dövrlərində reaktiv gücü ölçür.

## Təlim nəticəsi 1: Ölçmə xətalrı və ölçmə üsulları barədə bilir

### 1.1.1. Əsas anlayışları sadalayır



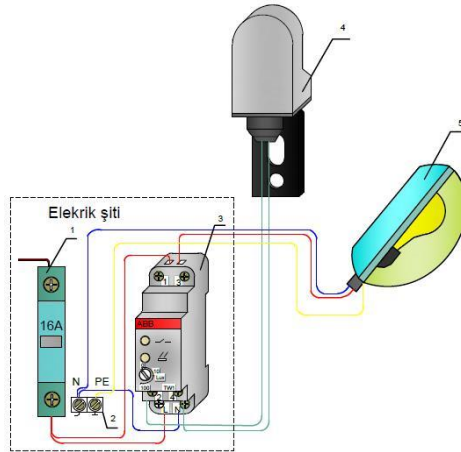
#### • Əsas anlayışlar

Fiziki kəmiyyətin ölçülməsi nəticəsində onun qiyməti təxmini təyin edilir. Ölçmə nəticəsində alınan bu qiymət kəmiyyətin əsl qiymətindən həmişə fərqlənir. Həmin fərq ölçmə xətası olub, müxtəlif səbəblərdən yaranır. Aşağıda ölçmə xətalrı və onların yaranma səbəbləri ətraflı nəzərdən keçirilir.

*Ölçünün mütləq xətası* onun nominal qiyməti ilə ölçünün təcəssüm etdirdiyi kəmiyyətin əsl qiyməti arasındakı fərqə bərabərdir.

*Elektrik ölçmə cihazının mütləq xətası* cihazın göstərişi ilə ölçülən kəmiyyətin əsl qiyməti arasındakı fərqə bərabərdir.

*Çeviricinin mütləq xətası* (girişə görə) ölçülən kəmiyyətin çeviricinin girişində dərəcələmə xarakteristikası əsasında çıxış signalının əsl qiymətinə görə müəyyən olunmuş qiyməti ilə giriş kəmiyyətinin əsl qiyməti arasındakı fərqə bərabərdir.



Şəkil 1.1 Elektrik şiti

Ölçülən kəmiyyətin (giriş signalının) əsl qiyməti məlum olmadığına görə "həqiqi qiymət" terminindən istifadə olunur. Belə qiymət kimi ölçmə vasitələrinin köməyi ilə müəyyən oluna bilən qiymət qəbul edilir. Həqiqi qiymət təcrübədən alınır; əsl qiymətin əvəzinə istifadə oluna bilməsi üçün həqiqi qiymət əsl qiymətə çox yaxın olmalıdır.

Mütləq xətanın ölçülən kəmiyyətin əsl qiymətinə olan nisbətinə *nisbi xəta* deyilir.

Ölçmə nəticəsi həqiqi qiymətdən artıq alınarsa, xəta müsbət, əks halda isə, mənfi olur.

Bəzi hallarda ölçmə vasitəsinin xarakteristikası kimi ölçmə vasitələrinin dəqiqliyi anlayışından istifadə olunur. Dəqiqlik-ölçmə vasitəsinin xətasının sifra yaxınlığını əks etdirən keyfiyyəti kimi başa düşülür.

Ölçülən kəmiyyətin zaman ərzində dəyişməsindən asılı olaraq ölçmə vasitələrinin aşağıdakı xətalrı vardır:

1) *Statik xəta*-zaman ərzində sabit qalan kəmiyyəti ölçdükdə yaranan xətaadır.

2) *Dinamik xəta*-dinamik rejimdəki xəta ilə baxılan zaman anında ölçülən kəmiyyətin qiymətinə uyğun olan statik xəta arasındakı fərqdır.

Ölçmə vasitələrinin xətalrının dəyişmə xarakterindən asılı olaraq aşağıdakılar mövcuddur:

1) *sistematik xətalər*-eyni bir kəmiyyətin təkrar ölçülməsində ya sabit qalır, ya da müəyyən qanunla dəyişir;

2) *təsadüfi xətalər*-eyni bir kəmiyyətin təkrar ölçülməsində təsadüfi olaraq dəyişir;

3) *kobud xətalər*-təcrübədə kobud səhvlər buraxılması nəticəsində gözlənilməyindən artıq alınan xətalərdir.

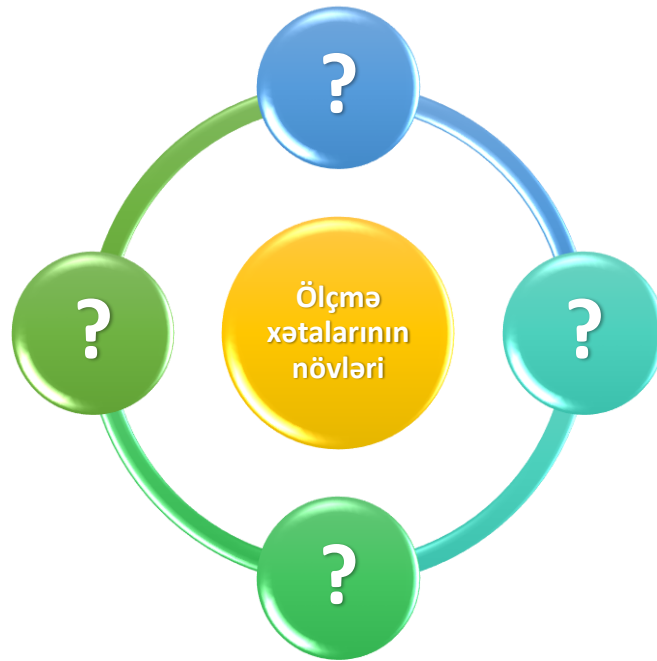
Yaranma şəraitindən asılı olaraq aşağıdakı xətlər mövcuddur:

1) *əsas xəta*-normal şəraitdə istifadə olunan ölçmə vasitəsinin xətası; 2) *əlavə xəta*-ölçmə vasitəsinə təsir edən kəmiyyətlərdən birinin normal qiymətə nisbətən meyletməsi və ya normal qiymətlər həddindən kənara çıxması nəticəsində yaranan xətdir.



### 1.1.2. *Tələbələr üçün fəaliyyətlər*

- Qrupu 3-5 nəfərdən ibarət qruplara bölün. İri ağ kağızda “Ölçmə xətalrı və onların növlərini karusel üsulundan istifadə edərək qeyd edin” tapşırığı verilir. Kağızı saat əqrəbi istiqamətində digər qruplara ötürün. “Karusel” üsulundan istifadə edərək tapşırıq verilmiş kağızı bütün qruplara ötürərək axırda öz qrupuna qaytarın. Sonda təqdimatı yazı lövhəsinə yapışdırın. Müzakirələr edib, ümumiləşdirmələr aparın.

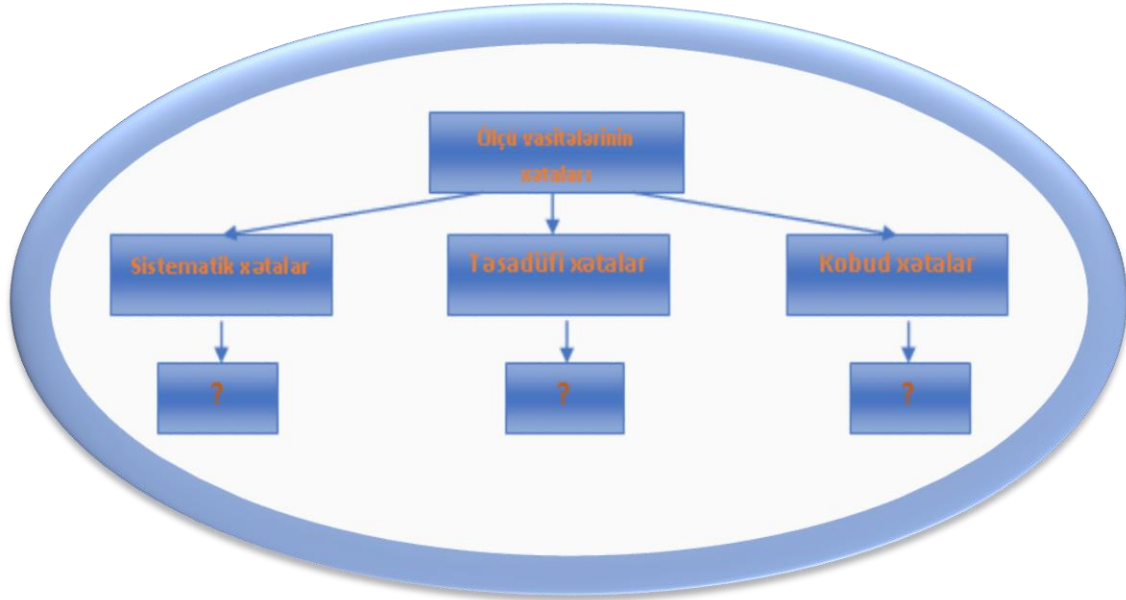


*Sxem 1.1*

- Statik xəta ilə dinamik xətanı araşdırın və müqayisə edin.
- Ölçmə vasitələrinin xətalrının dəyişmə xarakterindən asılı olaraq növlərini şaxələnmə iş üsulundan istifadə edərək araşdırın və sxemdə qeyd edin.

Bu üsula əsasən müəllim tərəfindən lövhədə və ya iş vərəqlərində dairə çəkilir və onun mərkəzində yazılmış anlayış ilə bağlı söz və ya ifadələr söyləmək şagirdlərə tapşırılır. Mərkəzdə yazılmış anlayışdan başlayaraq hər növbəti söz onunla əlaqəli sözlər xətlərlə birləşdirilir. Vaxt bitənə kimi mümkün qədər çox fikir yazmaq və onları əlaqələndirmək tövsiyə olunur. Vaxt bitəndən sonra alınan klaster müzakirə edilir və ümumiləşdirmə aparılır.





Sxem 1.2



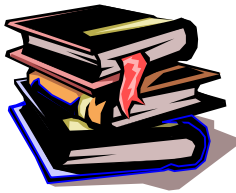
### 1.1.3. Qiymətləndirmə

Aşağıdakı qiymətləndirmə meyarına əsasən qiymətləndirəcəksiniz:

#### “Əsas anlayışları sadalayır”

- Ölçünün mütləq xətası nədir?
- Elektrik ölçmə cihazının mütləq xətası nədir?
- Çeviricinin mütləq xətası dedikdə nə başa düşürsünüz?
- Nisbi xəta nəyə deyilir?

### 1.2.1. Ölçmə üsullarını izah edir



#### • Ölçmə üsulları

Ölçmə vasitələrinin eyniliyinin əsas xarakteristikası onların müəyyən edilmiş normalara uyğun olmasıdır. Belə vəziyyətə nail olunması ölçmə vasitələrinin etibarlılığı ilə sıx əlaqədardır. Ölçmə göstəricilərinin müvafiq normalara uyğunluğu isə ölçmə metodlarının təkmilliyi və cihazların sınaqlarının yerinə yetirilməsi keyfiyyəti və müddətlərindən asılıdır.

Ölçmə üsul və vasitələrinin təsnifatı. Bütün ölçmələri 6 üsulla aparırlar:

- *düz və ya birbaşa* ölçmələrdə axtarılan kəmiyyətin qiyməti bilavasitə təcrübə yolu ilə alınan qiymətlərdir.
- *dolay* ölçmələrdə axtarılan kəmiyyət birbaşa ölçmədən alınan qiymətlər ilə axtarılan kəmiyyət arasındakı asılıqdan tapılır.
- *cəmləmə* ilə ölçmədə eyni adlı kəmiyyətlərin eyni zamanda ölçülməsi aparılır.
- *birgə* ölçmələr- aralarında asılılığı müəyyən etmək üçün müxtəlif adlı kəmiyyətlərin eyni zamanda ölçülməsidir.

*Mütləq ölçmə* - fiziki sabitlər istifadə etməklə və əsas kəmiyyətlərin birbaşa ölçülməsidir.

*Nisbi ölçmədə* - ölçünün kəmiyyəti əsas kimi qəbul edilərək eyni adlı kəmiyyətlə müqayisə edilir.

Ölçmə üsullarının göstərilən hər biri özlüyündə 7 növə bölünür. Xətti və bucaq ölçmələrində başlıca olaraq, birbaşa ölçmə üsulu tətbiq edilir. Dolay və nisbi ölçmə üsulları məhdud istifadə edilir.

Ölçmə vasitələri iş prinsipi, hərəkət xarakteri və quruluşuna görə 4 növdürlər: mexaniki, optik, pnevmatik, elektrik.

1-temperatura həssas elementin qoşulma yuvacıqları("1" və "2"); 2-soyuq temperaturu ölçmə zamanı közərən LED indikator; 3-isti temperaturu ölçmə zamanı közərən LED indikator; 4-Farenqeytlə ölçmə zamanı közərən LED indikator; 5-4 ədəd 7 seqmentli maye-kristal displey; 6-"SET" proqramlaşdırma düyməsi; 7-"Yuxarı" rəqəmləri artırma istiqaməti düyməsi; 8-"Aşağı" rəqəmləri azaltma istiqaməti düyməsi; 9-"L" və "N" şəbəkə gərginliyi üçün sıxaclı yuvacıqlar; 10- "12","13" və"14" nömrələnmiş çıxışı idarəetmə üçün istifadə olunan relenin kontaktları.

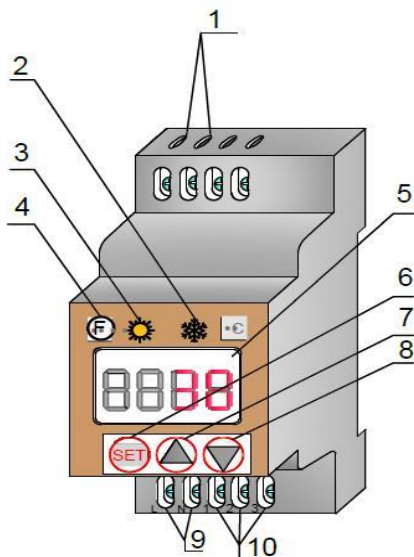
Mexaniki cihaz və alətlər xətti və bucaq ölçülərinin müəyyən edilməsində daha çox istifadə edilir. Mexaniki cihazlar nisbətən aşağı dəqiqliyə və ölçmə sürətinə malikdirlər.

Optik cihazlar yüksək dəqiqliyə, böyük ötürmə nisbətinə və şkala bölgülərinin kiçik qiymətinə malik olurlar. Optik cihazlarla ölçmələrin ən yüksək dəqiqliyinə nail olunur.

Pnevmatik cihazlar kontaktsiz metodla ölçmələrdə istifadə oluna bilər. Bu cihazlar yüksək dəqiqliyə və sürətli hərəkətə malikdirlər. Lakin onların sıxılmış hava şəbəkəsinə ehtiyacı olur və özlərini eyni obyektlərin kütləvi ölçmələrində doğruldu.

Elektrik cihazları avtomatik qurğular və ölçmə sistemlərində daha çox istifadə edirlər. Onlar sürətlə ölçməni yerinə yetirir, idarə olunması sadə, ölçmə məlumatlarını məsafəyə ötürən siqnalın gücləndirilməsi imkanına malikdir. Lakin bu cihazlar etibarlığına görə mexaniki cihazlardan geri qalırlar.

Xətti ölçmələr üçün elektrik ölçü cihazlarında ölçmə prosesi xətti kəmiyyətin elektrik parametrinə çevrilməsi ilə həyata keçirilir. Cihazın təyinatından asılı olaraq elektrik siqnalı öz növbəsində, şkala üzrə göstəricinin hərəkəti və ya avtomatik nəzarət cihazlarında ayrı – ayrı elementlərin mexaniki yerdəyişməsinə çevrilir.



Şəkil 1.2 Elektron rəqəmsal termostat



Şəkil 1.3 Fluke ölçü cihazı

Ölçülən xətti kəmiyyət elektromexaniki çeviricilərin köməyi ilə elektrik kəmiyyətinə çevrilir.

Elektrik cihazları mexaniki və ya optik cihazlara nisbətən aşağıdakı üstünlüyü vardır:

- Ölçmə yeri və nəticələrin alınma yerinin ərazi cəhətdən bölünmə imkanı;
- Elektrik kəmiyyətləri kimi alınmış ölçmə nəticələrini elektromexaniki, qeydedici və siqnal verici maşınlarda istifadə etmək imkanı;
- İstismarın rahat olması.

Çeviricinin iş prinsipinə görə elektrik cihazları elektrokontaktlı, induktiv, tutumlu elektrik ölçü cihazlarına bölünürlər.

*Elektrokontaktlı ölçü cihazları.* Bu cihazlarda ölçülən kəmiyyətin dəyişmələrinin elektrik signalına çevrilməsi elektrik kontakt dövrəsinin qapanması vasitəsilə baş verir. Kontaktları adətən volfram, bəzən isə nəcib metallardan hazırlayırlar.

*İnduktiv ölçmə cihazları.* Sex şəraitində hissələrin həqiqi ölçülərinin müəyyən edilməsində elektroinduktiv üsulların istifadəsi tövsiyə edilir.

*Tutumlu ölçü cihazları* - yoxlanan ölçünün statorun ara boşluğu məsafəsinin, bununla əlaqəli olan tutumun dəyişməsinə səbəb olur. Lakin tutumlu ölçmə metodunun üstünlüyü yüngül və sərt hərəkət edən elektrodların hazırlanma bilməsi imkanı və yüksək məxsusi tezliyə nail olunmasıdır.



### 1.2.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər

- Karusel iş üsulundan istifadə edərək ölçmənin üsullarını araşdırın və sxemdə qeyd edin.



Sxem 1.3

- Ölçmə cihazlarını internet vasitəsi ilə araşdırın və klaster iş üsulundan istifadə edərək təbii sahələrini sxemdə qeyd edin.



Sxem 1.4

- Elektrik cihazları mexaniki və optik cihazlara nisbətən üstünlüyünü araşdırın, öyrənin.
- BİBÖ iş üsulundan istifadə edərək "Çeviricinin iş prinsipinə görə elektrik cihazlarının növlərini" araşdırın və nəticə çıxarın.

Müəllim lövhədə 3 sütundan ibarət cədvəl qurur. Şagirdlər problemlə bağlı bildiklərini söyləyir və cavablar birinci sütunda qeyd olunur. Həmin məsələ ilə bağlı bilmək istədikləri isə ikinci sütuna yazılır. Dərsin sonunda bir daha həmin cədvələ diqqət yetirilir və mövzu ilə bağlı öyrəndikləri üçüncü sütunda qeyd edilir.

Bilirəm	Bilmək istəyirəm	Öyrəndim

Cədvəl 1.1



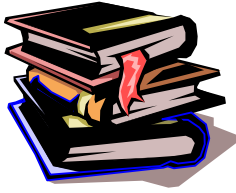
### 1.2.3. Qiymətləndirmə

Öyrənmə prosesinə bağlı olan qiymətləndirmə meyarı:

**“Ölçmə üsullarını izah edir”**

- Mexaniki cihazlar optik cihazlardan necə fərqlənir?
- Pnevmatik cihazlar hansı ölçmələrdə istifadə olunur?
- Elektrik cihazları harada tətbiq olunur?
- Elektrokontaktlı ölçü cihazlarında kontaktları hansı metallardan hazırlayırlar?

### 1.3.1. Elektrik ölçü cihazlarının təyinatını izah edir



#### • Elektrik ölçü cihazları

*Elektrik ölçmə cihazları* – müşahidəçinin bilavasitə qəbul edə bildiyi formada ölçmə informasiyası siqnalları, yəni ölçülən fiziki kəmiyyətlə funksional asılılığı olan siqnallar yaradan elektrik ölçmə vasitələrinə deyilir. Elektrik ölçmə cihazları iş prinsipinə və konstruktiv quruluşuna görə çox müxtəlifdir.

Göstərişləri ölçülən kəmiyyətin dəyişmələrinin kəsilməz funksiyası olan elektrik ölçmə cihazlarına *analoq cihazları* deyilir.

Göstərişləri rəqəm formasında təsvir olunan elektrik ölçmə cihazları *rəqəm cihazları* adlanır.



Şəkil 1.4 Ölçü cihazı



Şəkil 1.5 Vattmetr

Elektrik ölçmə cihazları göstərişləri oxuma və qeydetmə imkanından asılı olaraq iki qrupa ayrılır: *göstərici cihazlar* və *qeydedici cihazlar*. Əgər qeydedici ölçmə cihazı göstərişləri diaqram formasında qeyd edirsə, belə cihazlara *özüyazan cihazlar* deyilir. Göstərişləri rəqəm formasında çap edən qeydedici cihazlar *çapedic cihaz* adlanır.

Göstərişi iki və daha çox kəmiyyətin cəmi ilə funksional əlaqədar olan elektrik ölçmə cihazları cəmləyici cihazlar adlanır. Belə cihazlara bir neçə generatorun cəm gücünü ölçən vattmetr misal ola bilər.

Göstərişləri ölçülən kəmiyyətin zamana görə və ya digər asılı olmayan dəyişənə görə inteqralı ilə müəyyən olunan cihazlar inteqrallayıcı cihazlar adlanır.

Bəzi cihazlarda ölçülən kəmiyyət qiyməti məlum olan kəmiyyətlə bilavasitə müqayisə olunur. Belə elektrik ölçmə cihazlarına *müqayisə cihazları* deyilir. Bunlara körpülər, kompensatorlar misal ola bilər.

Bundan başqa, cihazlar tətbiq olunma xarakterinə görə stasionar, qeyri-stasionar (gəzdirilən), ölçülən kəmiyyətin növünə görə ampermetr, voltmetr, ommetr və s. cihazlara ayırırlar.

- **Ölçmə çeviriciləri** – ölçmə informasiyasını ötürmək, sonradan çevirmək, işləmək və ya yadda saxlamaq üçün münasib formada siqnallar yaradan elektrik ölçmə vasitəsidir. Lakin ölçmə çeviricilərinin yaratdığı siqnalları müşahidəçi bilavasitə qəbul edə bilmir.

Ölçülən kəmiyyətin növündən asılı olaraq ölçmə çeviricilərini iki qrupa ayırmaq olar:

1) elektrik kəmiyyətlərini elektrik kəmiyyətlərinə çevirənlər. Bunlara şuntlar, gərginlik bölücüləri, ölçmə transformatorları və s. aid ola bilər.

2) qeyri-elektrik kəmiyyətlərini elektrik kəmiyyətlərinə çevirənlər. Bunlara termorezistorlar, induktiv çeviricilər, pyezoelektrik çeviricilər və s. daxildir.

*Elektrik ölçmə qurğuları* – ölçmənin səmərəli təşkili üçün olan funksional və konstruktiv cəhətdən birləşmiş ölçmə vasitələri və köməkçi qurğular cəminə deyilir. Ölçmə qurğusu müəyyən ölçmə metodunun nəzərdə tutulmasına və əvvəlcədən ölçmə xətasının qiymətləndirilməsinə imkan verir.



*Şəkil 1.6 Elektrik ölçmə cihazları*

*İnformasiya – ölçmə sistemləri (İÖS)* – bir sıra mənbələrdən ölçmə informasiyasını avtomatik olaraq toplayan, onu rabitə kanalı ilə məsafəyə ötürən və təsvir edən ölçmə vasitələri və köməkçi qurğular cəminə deyilir. İÖS-də ölçmə informasiyası daşıyan eyni siqnal çeviricilərindən dəfələrlə istifadə olunur.

İÖS dörd qrupa bölünə bilər:

1. *Ölçmə sistemləri*. Bunlar yuxarıda göstərilən funksiyaları yerinə yetirir və ölçmə informasiyasını müşahidə, yaxud qeyd etmək üçün müvafiq formada təsvir edir.

2. *Avtomatika nəzarət sistemləri*. Bunlar nəzarət olunan kəmiyyətlərin qiymətlərinin nominal qiymətlərdən kənara çıxması haqqında informasiya almaq üçündür.

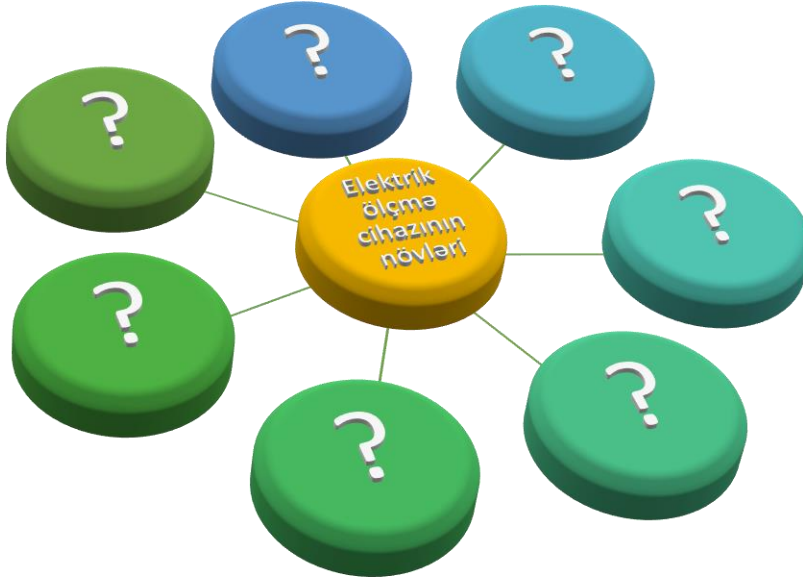
3. *Texniki diaqnostika sistemləri*. Bu sistemlər nasazlığın səbəblərinin aydınlaşdırılmasına və onların lokallaşdırılmasına imkan verir.

4. *Təsvirləri tanıma sistemləri*. Bunlar obyektləri müəyyən təsvirə uyğun etmək üçündür.



### 1.3.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər

- Göstərici cihazlar ilə qeydedici cihazlar arasındakı fərqi müqayisə edin.
- Karusel iş üsulundan istifadə edərək “Elektrik ölçmə cihazları iş prinsipinə və konstruktiv quruluşuna görə növlərini” araşdırın və qrafikdə qeyd edin.



Sxem 1.5

- Klaster iş üsulundan istifadə edərək “Elektrik ölçü cihazlarının ölçülən kəmiyyətin növü”nə görə araşdırın və müzakirə edin.



Sxem 1.6

- İnformasiya – ölçmə sistemlərini araşdırın və öyrənin.



### 1.3.3. Qiymətləndirmə

Öyrənmə prosesinə bağlı olan qiymətləndirmə meyarı:

#### “Elektrik ölçü cihazlarının təyinatını izah edir

- Elektrik ölçmə cihazları nəyə deyilir?
- Analoq cihazları nəyə deyilir?
- İnteqrallayıcı cihazlar hansı cihazlardır?
- İnformasiya – ölçmə sistemləri nədir?

### 1.4.1. Elektrik-ölçmə növləri və metodlarını müəyyən edir



#### • Ölçmə növləri

Ölçmə nəticələrinin alınma üsullarına görə ölçmələri aşağıdakı növlərə bölmək olar:

- Birbaşa ölçmələr.
- Dolayı ölçmələr.
- Birgə ölçmələr.

**Birbaşa ölçmələr.** Birbaşa ölçmələrdə nəticə bilavasitə təcrübədən alınır, məsələn, gərginliyin voltmetrlə, cərəyanın ampermetrlə ölçülməsi və s. Birbaşa ölçmədə ölçülən kəmiyyətin axtarılan qiyməti ( $y$ ), təcrübədən alınan nəticəyə

( $x$ )-ə bərabər olur. Yəni  $y = x$  olur.

**Dolayı ölçmələr.** Bu ölçmə zamanı nəticə hesablama yolu ilə alınan kəmiyyətlə birbaşa ölçmədən alınan kəmiyyət arasındakı məlum asılılıqdan alınır. Məsələn, müqavimətin gərginlik və cərəyana görə...

$$y = F(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$x_1, x_2, \dots, x_n$  ölçülən kəmiyyətlərin qiymətləridir.

**Birgə ölçmələr.** Belə ölçmə zamanı nəticə dolayı və birbaşa ölçmələrin nəticələrindən alınır.

Birgə ölçmə müxtəlif kəmiyyətlərin eyni vaxtda ölçülməsini həyata keçirmə və onlar arasındakı asılılığı müəyyənləşdirmək üçün istifadə olunur. Misal üçün termorezistorun müqavimətini müxtəlif temperaturalarda ölçməklə onun müqavimətinin temperaturdan asılı olaraq müxtəlif qiymətlər almasını təyin etmiş olarıq.

#### • Ölçmə metodları

Elektrik-ölçü cihazlarının istifadə üsullarından asılı olaraq elektrikölçmə metodları iki yerə bölünür. Bilavasitə qiymətləndirmə metodu və müqayisə metodu.

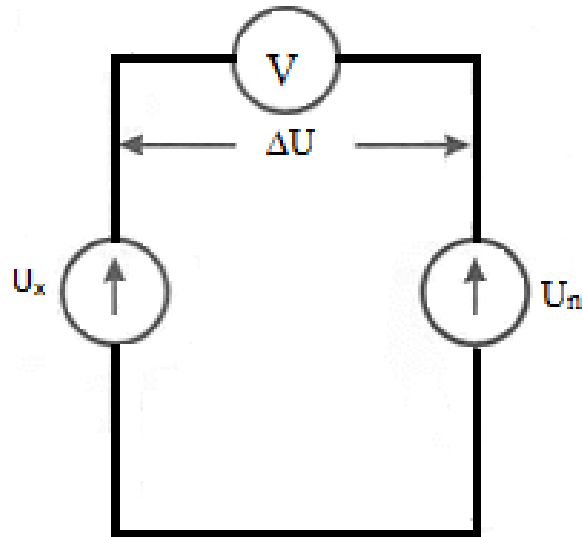
##### *Bilavasitə qiymətləndirmə metodu*

Bu metod vasitəsilə aparılan ölçünün nəticəsi birbaşa, heç bir əlavə əməliyyat aparılmadan alınır. Məsələn, gərginliyin voltmetrlə ölçülməsi. Bu metod çox sadədir və ölçünün nəticəsini tez bir zamanda əldə etmək mümkündür.

Cihaz ya daimi, ya da ölçmə aparılan zaman dövrəyə qoşula bilər. Bu halda ölçmənin dəqiqliyi o qədər də böyük alınmır (0,1%). Həmin göstərici elektrik ölçmə cihazının maksimal dəqiqliyidir. Burada bilavasitə qiymətləndirməni təmin edən, lakin işləmə prinsipi daha mürəkkəb olan - kompensasiya və açılış metodlarına əsaslanan rəqəmli cihazlara baxılır.

#### • Müqayisə metodu

Bu metodla aparılan ölçü etalon götürülmüş kəmiyyətlə müqayisə edilir. Müqayisə metodu öz növbəsində aşağıdakı növlərə bölünür:



Sxem 1.7

1. Sıfır metodu.
2. Diferensial metod.
3. Əvəztmə metodu.
4. Üst-üstə düşmə metodu.

1. Sıfır metodu. Bu metoddə nümunəvi  $U_n$  kəmiyyəti ilə ölçülən  $U_x$  kəmiyyətinin fərqi  $\Delta U$  sıfıra gətirilir. Yəni  $U_n - U_x = \Delta U$

Əgər  $\Delta U = 0$  olarsa, onda (şəkil)  $U_x = U_n$  olar.

Bu halda həmin fərqi ölçən cihaz deyil, onun olmadığını göstərən cihaz "sıfır-indikator" lazım olur.

2. Diferensial metod (fərq metodu). Bu halda ölçülən  $U_x$  kəmiyyəti ilə nümunəvi  $U_n$  kəmiyyəti arasındakı fərq ölçülür. Yəni  $U_n - U_x = \Delta U$

Bu metod ölçmə cihazının dəqiqliyindən yüksək dəqiqliklə ölçmə aparılmasına imkan verir.

3. *Əvəztmə metodu*. Bu metodla ölçü aparıqda ölçülən kəmiyyət uyğun cihazları olan ölçmə dövrələrinə qoşularaq tənzimlənir və ya dövrədə müəyyən rejim yaradır. Sonra ölçülən kəmiyyət əvəzinə dövrəyə uyğun nümunəvi ölçü qoşulur. Dövrədə əvvəlki rejim yaranana qədər tənzim olunur. Bu hal ölçülən kəmiyyətin qiymətinin nümunəvi ölçüsünün qiymətinə bərabər olduğu anda mümkündür. İki ölçülən nəticəyə görə isə ölçülən kəmiyyətin qiyməti müəyyən olunur.

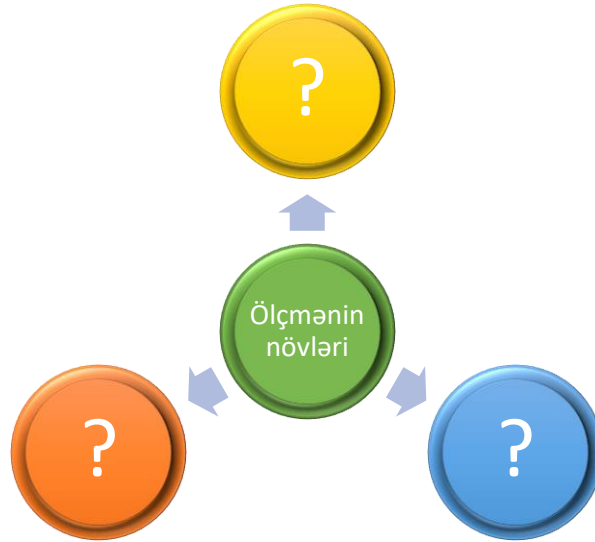
- **Üst-üstə düşmə metodu**. Bu metoddə şkanın müəyyən bölgələrinin və ya siqnalların üst-üstə düşməsindən istifadə edilir və o, ölçmə dəqiqliyini artırmaq üçün işlədilən cihazlarda geniş tətbiq olunur.





#### 1.4.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər

- Karusel üsulundan istifadə edərək “Ölçmənin növlərini” təyin edin



Sxem 1.8

- BİBÖ iş üsulundan istifadə edərək “Bilavasitə qiymətləndirmə metodu ilə müqayisə metodunu” araşdırın və nəticə çıxarın.

Bilirəm	Bilmək istəyirəm	Öyrəndim

Cədvəl 1.2

- Müqayisə metodunun növlərini müzakirə iş üsulundan istifadə edərək araşdırın və müzakirə edin.
- Bilavasitə qiymətləndirmə metoduna aid misallar göstərin.



#### 1.4.3. Qiymətləndirmə

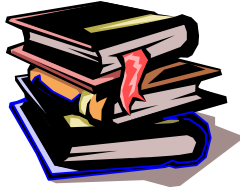
Öyrənmə prosesinə bağlı olan qiymətləndirmə meyarı:

**“Elektrik –ölçmə növləri və metodlarını müəyyən edir”**

- Birbaşa ölçmələr hansı ölçmələrdir?
- Dolayı ölçmələr hansı ölçmələrdir?
- Birgə ölçmə nəyə deyilir?
- Elektrik ölçmənin hansı metodları var?
- Müqayisə metodunun hansı növləri var?

## Təlim nəticəsi 2: Elektromexaniki cihazları təyin edə bilir

### 2.1.1. Elektrik dövrəsində cərəyanın ölçülməsini təyin edir



- **Elektrik dövrəsində cərəyanın ölçülməsi**

- **Cərəyan şiddəti vahidi.** Sərbəst elektrik vahidinin ölçmə sisteminə daxil edilməsi ilk dəfə 1893-cü ildə Çikaqoda elektriclərin Beynəlxalq konqresində təklif olundu. Burada təklif olundu ki, elektrik kəmiyyətlərinin iki mütləq vahidləri buraya daxil edilsin: biri volt və biri amper. Bunlardan birincisi gərginliyin ölçülməsi və ikincisi sabit elektrik cərəyanı şiddətinin ölçülməsi üçün istifadə olunur. Təcrübədə sabit elektrik cərəyanının şiddətini onun ətraf mühitə göstərdiyi təsire görə təyin edirdilər.

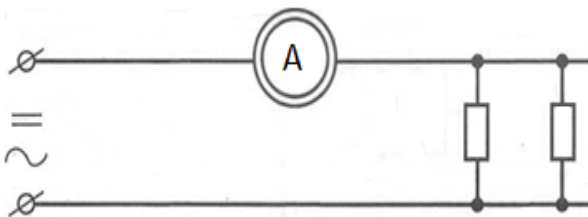
*Amper* – sabit cərəyanın şiddətidir. İki bir – birinə paralel düzxətli sonsuz uzunluğa və çox kiçik dairəvi en kəsiyi sahəsinə malik bir–birindən 1m məsafədə vakuumda ötürücülərdən keçən cərəyan bu ötürücülər arasında uzunluğu 1m olan sahədə  $2 \cdot 10^{-7}$  N qüvvə yarada bilər.

Elektrik dövrəsində cərəyan şiddətini ölçmək üçün mikroampermetr, milliampermetr, ampermetr və kiloampermetrdən istifadə olunur. Praktikada belə cihazlara sadə olaraq ampermetr deyirlər. Ampermetrlər dövrəyə ardıcıl qoşulur.

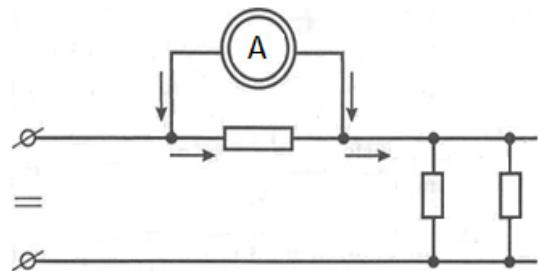
Cərəyan ampermetrin dolağından keçir (Sxem 2.1 2). Bu dolağın müqaviməti az olur. Ampermetrin ölçmə həddini genişləndirmək üçün cihazın dolağına paralel olaraq nisbətən kiçik olan sabit müqavimət qoşulur. Paralel qoşulan müqavimət şunt adlandırılır (Sxem 2.1 3.). Şuntlayıcı müqaviməti aşağıdakı formulaya əsasən seçirlər.



Şəkil 2.1 Ampermetr



Sxem 2.1 Ampermetrin dövrəyə qoşulması



Sxem 2.2 Ampermetrlərə şuntun

$$R_s = R_a / (n - 1)$$

$R_a$  – ampermetrin dolağının müqaviməti;  $n$  – ölçmə həddinin neçə dəfə böyüdülməsi.

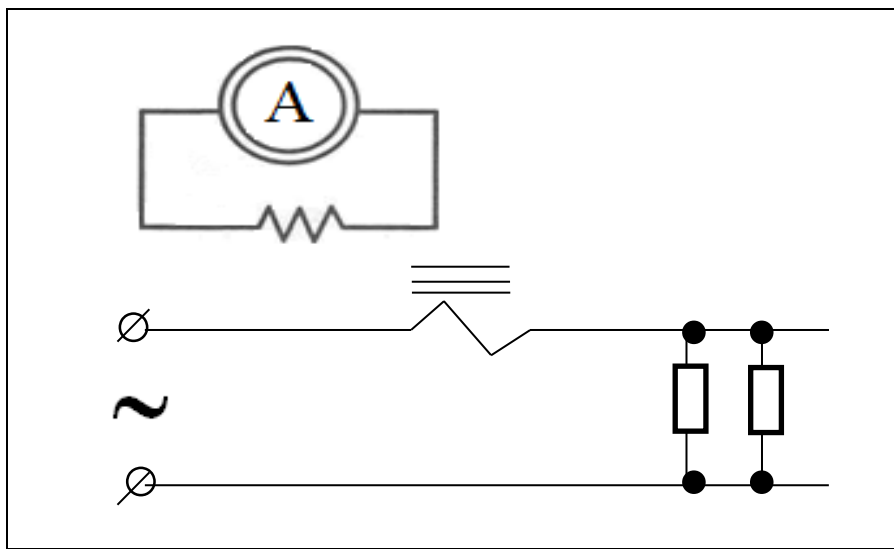
Şuntlar sabit cərəyan dövrlərində istifadə olunan ampermetrlərə tətbiq olunur. Şuntların müqaviməti temperaturdan asılı deyil. Onun materialı manqandan hazırlandığı üçün müxtəlif temperaturlarda müqaviməti dəyişmir. Sabit cərəyanı ölçmək üçün maqnitoelektrik mexanizmlə cihazlardan istifadə olunur.

- **Ampermetrin cərəyan transformatoru vasitəsilə dövrəyə qoşulması**

Dəyişən cərəyan dövrlərində ampermetrin ölçü həddini genişləndirmək məqsədilə əlavə cərəyan transformatorlarından istifadə olunur. Dəyişən cərəyan; ölçmək üçün elektromaqnit sistemli cihazlardan istifadə olunur. Ampermetr cərəyan transformatoru vasitəsilə dövrəyə qoşulma sxemi 2.1.4. göstərilmişdir.



Şəkil 2.2 Cərəyan transformatoru



Sxem 2.3 Amper-metrin cərəyan transformatoru vasitəsilə dövrəyə qoşulması

Cərəyan transformatoru dövrəyə ampermetrin qoşulmasına xidmət edir. Cərəyan transformatorunun birinci dolağı işlədiciyə ardıcıl qoşulur. İkinci dolağı isə ampermetrə qoşulur. Ampermetrin daxili müqaviməti çox az olur. Praktiki olaraq cərəyan transformatoru qısaqapanma rejimində işləyir. Bu transformatorlarda birinci dolağın cərəyanının ikinci dolağın cərəyanına nisbəti transformasiya əmsalı adlanır. Ampermetrin nominal cərəyanı adətən standart olaraq 5 A olur. Cərəyan transformatorunun ikinci tərəf dolağının dövrəsinin açıq halı yolverilməzdir və bu qəza halına səbəb ola bilər. Cərəyan transformatorunun ikinci tərəf dolağı açıq qaldıqda ondan cərəyan axmır. Nəticədə, maqnit seli maqnit dövrəsində həddindən çox artır. Bu zaman maqnitkeçirici içlik həddindən çox qızır. Bunun nəticəsində ikinci tərəf dolağında e.h.q. - gərginlik artır və nəticədə dolağın izolyasiyası pozulur. Bu isə qulluq edən işçilərin həyatı üçün təhlükəlidir. İndi isə belə bir ölçməni nəzərdən keçirək. Tutaq ki, cərəyan transformatorunun ikinci tərəfinə şkalası 5 A həddində olan ampermetr qoşulmuşdur. Cərəyan transformatorunun transformasiya əmsalı

$$K_T = \frac{I_1}{I_2} = \frac{300}{5} = 60$$

$I_1$  cərəyan transformatorunun 1-ci tərəf,  $I_2$  isə cərəyan transformatorunun 2-ci tərəf cərəyanıdır. Tutaq ki, ampermetrin şkalası 4 rəqəmini göstərir. Onda dövrədən axan cərəyan

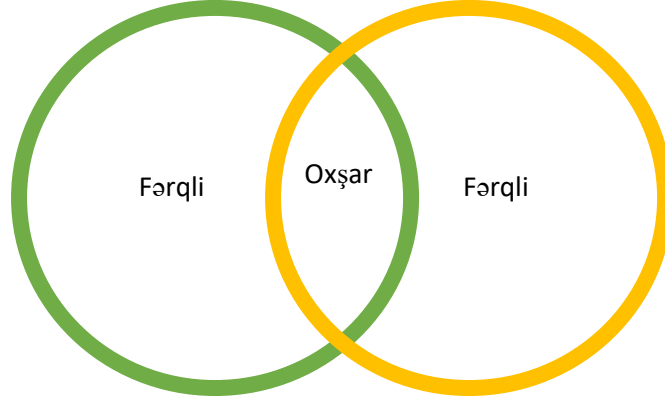
$$I_1 = I_2 \cdot K_T = 4 \cdot 60 = 240 \text{ A}$$

Hazırda istifadə olunan cərəyan transformatorlarını birinci tərəf dolağının cərəyan müxtəlif qiymətlərdə dəyişir. İkinci tərəf dolağının cərəyanı isə standart olaraq 5 A hesablanır.



### 2.1.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər

- Ampermetrin dövrəyə qoşulma sxemi ilə ampermetrlərə şuntun qoşulması sxemini venn diaqramı vasitəsilə müqayisə edin.



Sxem 2.4

- Müzakirə iş üsulundan istifadə edərək sabit cərəyanı ölçmək üçün istifadə olunan cihazla dəyişən cərəyanı istifadə olunan cihazı araşdırın və müzakirə edin.
- Ampermetrin cərəyan transformatoru vasitəsilə dövrəyə qoşulma sxemini araşdırın və öyrənin.
- BİBÖ iş üsulundan istifadə edərək ampermetrin dövrəyə qoşulma sxemi ilə ampermetrin cərəyan transformatoru vasitəsilə dövrəyə qoşulma sxemini müqayisə edərək müzakirə edin.

Bilirəm	Bilmək istəyirəm	Öyrəndim

Cədvəl 2.1



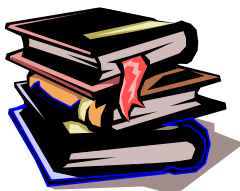
### 2.1.3. Qiymətləndirmə

Aşağıdakı qiymətləndirmə meyarına əsasən qiymətləndirəcəksiniz:

**“Elektrik dövrəsində cərəyanın ölçülməsini təyin edir”**

- 1 amper nəyə deyilir?
- Elektrik dövrəsində cərəyanı ölçmək üçün hansı cihazdan istifadə olunur?
- Ampermetrlərin ölçü həddini genişləndirmək üçün nə etmək lazımdır?
- Cərəyan transformatorlarında ikinci tərəf cərəyanı neçə amper olur?
- Cərəyan transformatorunun transformasiya əmsalı dedikdə nə başa düşülür?
- Cərəyan transformatorunun iş rejimi nəyə əsaslanır?
- Cərəyan transformatorunun ikinci tərəf dolağı açıq qaldıqda nə baş verər?

### 2.2.1. Elektrik dövrəsində gərginliyin ölçülməsini izah edir



- **Elektrik dövrəsində gərginliyin ölçülməsi**

Gərginliyi ölçmək üçün mikrovoltmetr, millivoltmetr, voltmetr, kilovoltmetrdən istifadə olunur. Əgər cihazın müqaviməti dəyişmirsə, onda

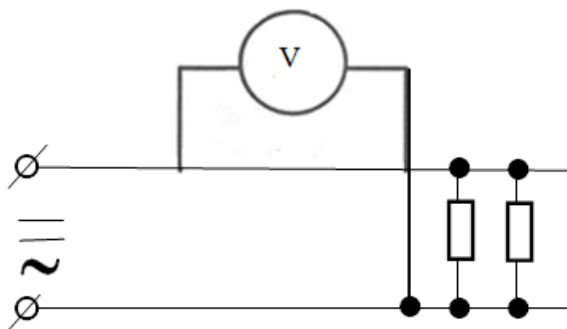
cihazın sıxaclarındaki gərginlik

$$U_n = I_n R_n$$

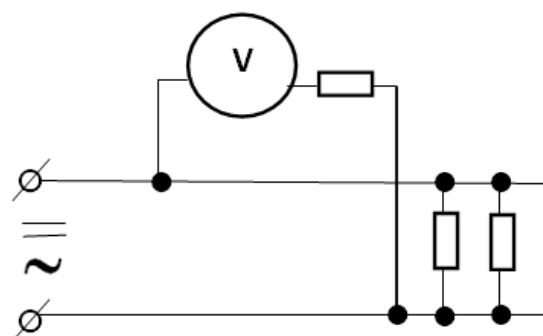
Elektrik dövrəsinin gərginliyini ölçmək üçün voltmetr dövrəyə paralel qoşulur (sxem2.2.1.). Sxem 2.2 3.-də voltmetrin ölçmə həddini genişləndirmək üçün ona ardıcıl olaraq əlavə müqavimət qoşulması göstərilmişdir. Bu müqaviməti aşağıdakı formula ilə təyin edirlər.



Şəkil 2.3 Voltmetr



Sxem 2.5 Voltmetrin dövrəyə qoşulması



Sxem 2.6 Voltmetrə əlavə müqavimətin qoşulması

$$R_a = R_v(n-1)$$

$R_v$  - voltmetrin dolağının müqavimətidir;  $n$  - ölçmə həddinin neçə dəfə artırılması.

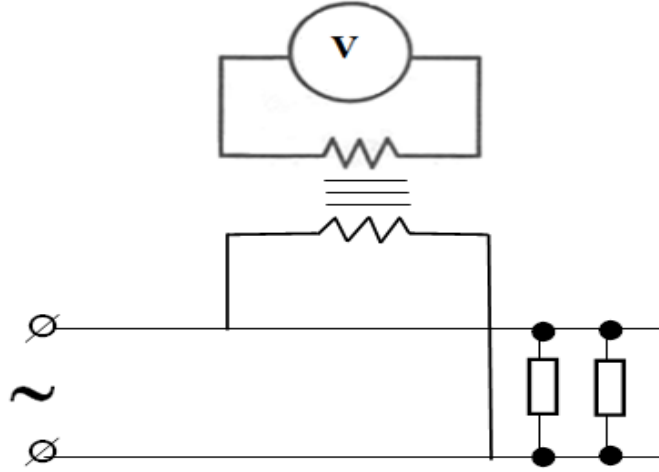
Əgər  $R_v = 3000$  Om olarsa, cihazın ölçmə həddini 4 dəfə genişləndirmək üçün

$$R_a = R_v(n-1) = 3000(4-1) = 3000 \times 3 = 9000 \text{ Om}$$

Şuntları və əlavə müqavimətləri cihazın gövdəsinin içərisinə yerləşdirmək və ya tıxaclara qoşmaq olar.

Sabit cərəyan elektrik dövrəsinin gərginliyini ölçmək üçün maqnit-elektrik, elektromaqnit, elektrostatik, ferrodinamik ölçü mexanizmlili voltmetrlərdən istifadə olunur. Dəyişən cərəyan elektrik dövrəsinin gərginliyini ölçmək üçün çox vaxt elektromaqnit ölçü mexanizmlili elektrik-ölçü cihazlarından - voltmetrlərdən istifadə olunur.

• **Voltmetrin transformator vasitəsilə dövrəyə qoşulma sxemi.** Gərginliyin yüksək həddini ölçmək üçün ölçü transformatoru gərginlik transformatorlarından istifadə olunur. Belə ölçü transformatorları yüksək gərginlikli xətlərin gərginliyini ölçməyə imkan verir. Voltmetrin - transformator vasitəsilə dövrəyə qoşulma sxemi 2.2.4.-də göstərilmişdir.

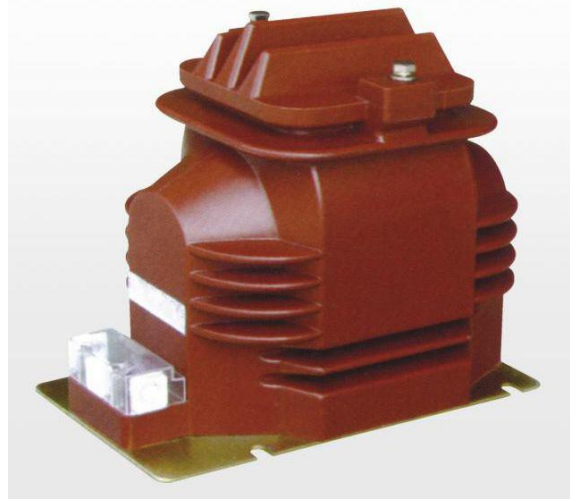


*Sxem 2.7 Voltmetrin transformator vasitəsilə dövrəyə qoşulması*

$U_1$  gərginliyi transformator vasitəsilə azaldılaraq voltmetrin ölçə biləcəyi gərginliyinə  $U_2$  gərginliyinə çevrilir. Tutaq ki, gərginlik transformatorunun birinci tərəf dolağı 6000 V, ikinci tərəf dolağının gərginliyi isə 100 V-dur. Onda bu ölçü transformatorunun transformasiya əmsalı

$$K = \frac{6000}{100} = 60$$

olur. Dövrənin gərginliyini təyin etmək üçün voltmetrin göstərişini transformasiya əmsalına vurmaq lazımdır. Gərginlik transformatoru praktiki olaraq yüksüz işləmə rejimində işləyir. Ölçü transformatorunun ikinci tərəf dolağı ilə birinci tərəf dolağı arasında keyfiyyətli izolyasiyanın olmasına baxmayaraq, onun ikinci tərəf dolağını təhlükəsizliyini artırmaq məqsədilə torpaqlayırlar.

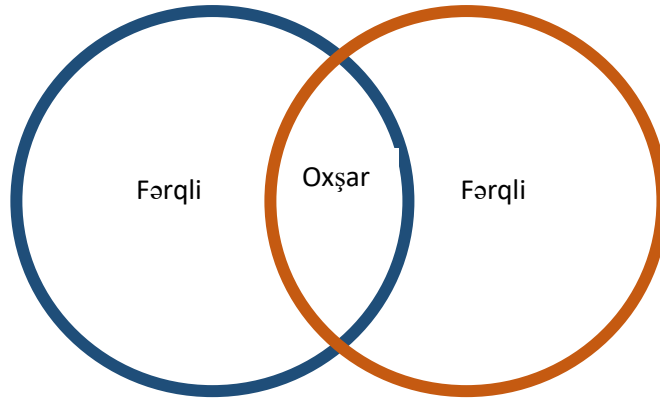


*Şəkil 2.4 Gərginlik transformatoru*



### 2.2.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər

- Voltmetrin dövrəyə qoşulma sxemi ilə voltmetrə əlavə müqavimətin qoşulması sxemini venn diaqramı vasitəsilə müqayisə edin.



Sxem 2.8

- Müzakirə iş üsulundan istifadə edərək sabit cərəyan elektrik dövrəsinin gərginliyini ölçmək üçün istifadə olunan cihazla dəyişən cərəyan elektrik dövrəsinin gərginliyini ölçmək üçün istifadə olunan cihazı araşdırın və müzakirə edin.
- Voltmetrin transformator vasitəsilə dövrəyə qoşulma sxemini araşdırın və öyrənin.
- BİBÖ iş üsulundan istifadə edərək voltmetrin dövrəyə qoşulma sxemi ilə voltmetrin transformator vasitəsilə dövrəyə qoşulma sxemini müqayisə edərək müzakirə edin.

Bilirəm	Bilmək istəyirəm	Öyrəndim

Cədvəl 2.2



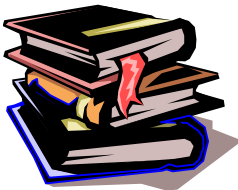
### 2.2.3. Qiymətləndirmə

Aşağıdakı qiymətləndirmə meyarına əsasən qiymətləndirəcəksiniz:

**“Elektrik dövrəsində gərginliyin ölçülməsini izah edir”**

- Gərginliyin ölçülməsi hansı cihazlarla yerinə yetirilir?
- Voltmetrin ölçmə həddini hansı yolla genişləndirmək olar?
- Sabit cərəyan dövrəsinin gərginliyini ölçmək üçün istifadə olunan voltmetrlər hansı daxili ölçü mexanizmləri olurlar?
- Dəyişən cərəyan dövrəsində istifadə olunan voltmetrlərin daxili ölçü mexanizmləri hansılardır?
- Gərginlik transformatorunun transformasiya əmsalı necə təyin olunur?

### 2.3.1. Müqavimətin ölçülməsi qaydasını şərh edir



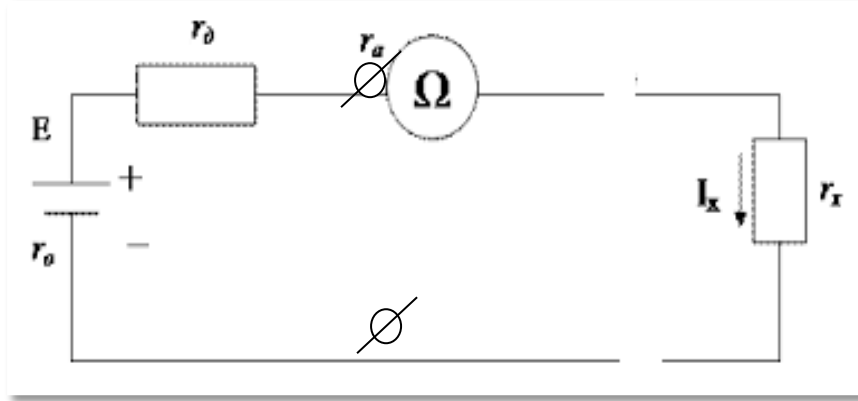
#### • Müqavimətin ölçülməsi

Elektrik qurğuları, onların detalları və birləşdirici naqilləri elektrik müqavimətinə malikdir. Bu müqavimətlər çox müxtəlif qiymətlərdə ola bilər.

Müqavimətin ölçülməsi əsasən aşağıdakı ölçmə metodları ilə yerinə yetirilir.

1. Ommetr vasitəsilə
2. Ampermetr və voltmetr vasitəsilə
3. Körpü üsulu ilə
4. Meqommetr vasitəsilə

- **Ommetr vasitəsilə müqavimətin ölçülməsi**



*Sxem 2.9 Müqavimətin ommetr vasitəsi ilə ölçülməsi*

Ommetr - maqnitoelektrik mexanizmlı ölçü cihazıdır. Sabit cərəyan mənbəyi- batareyalarla təchiz olunmuşdur. Ommetrin iş prinsipi Om qanununa əsaslanır

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

Sabit gərginlikdə elektrik dövrəsindəki cərəyan şiddəti müqavimətlə tərs mütənəsibdir. Bu asılılıq dövrədəki cərəyanın qiymətinə görə müqaviməti təyin etməyə imkan verir.

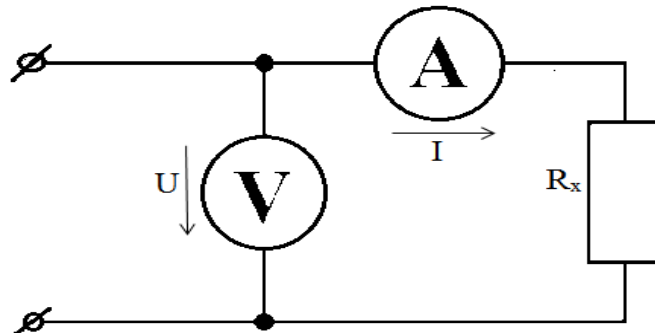
Cihazın daxili müqaviməti onun gərginliyi ilə tənzimlənir və cihazın əqrəbi "∞" vəziyyətinə gətirilir. 1 və 2 sıxaclarını qapadıqda əqrəbin göstərişi "0" vəziyyətinə gəlir. Əgər 1 və 2 sıxaclarına 1000 Om olan müqavimət birləşdirsək, əqrəbin göstərişi şkalanın 1000 bölgüsü üzərində dayanar.

Ommetrin ölçü mexanizmi maqnitoelektrik sistemli milliampmetrin eynidir. Bu cihazın dolağı ilə ardıcıl olaraq  $r_0$  əlavə müqaviməti və  $E$  daxili müqaviməti  $r_0$  olan batareya qoşulur. Mənbənin dəyişməz qiymətində cihazın göstərişi  $r_x$ -in müqavimətinin qiymətindən asılı olacaqdır. Cihazın şkalası omlarla dərəcələnilir.

- **Ampermetr və voltmetr vasitəsilə müqavimətin ölçülməsi**

Bu üsul da Om qanununa əsaslanır.

$$R_x = \frac{U_x}{I_x}$$



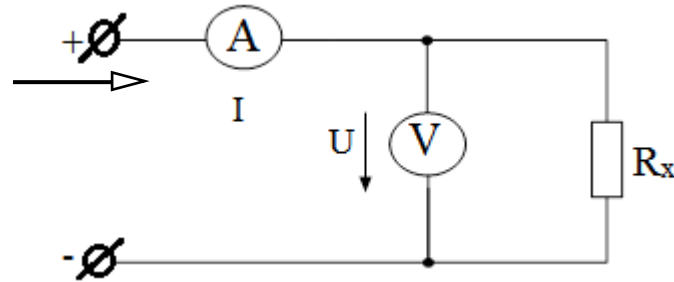
*Sxem 2.10 Böyük müqavimətlərin voltmetr və ampermetr vasitəsilə ölçülməsi*

Müqavimətin ölçülməsi iki üsulla aparılır. Böyük müqavimətlərin ölçülməsində 2.3.2.-ci sxemdən istifadə olunur. Kiçik müqavimətlərin ölçülməsində 2.3.3.-cü sxemdən istifadə olunur. 2.3.2.-ci sxemə əsasən  $R_x$  müqavimətini ölçdükdə onun qiyməti  $R_{xh}$ -in həqiqi müqavimətindən böyük olur.



Çünkü ölçməyə ampermetrin daxili müqaviməti də aid olur. Voltmetrin göstərişində isə ampermetrin və  $R$  həqiqi müqavimətin gərginliklərinin cəmi göstərilir.

$$\text{Onda } R_x = \frac{U_a + U_{xh}}{I_a} = R_a + R_{xh}$$

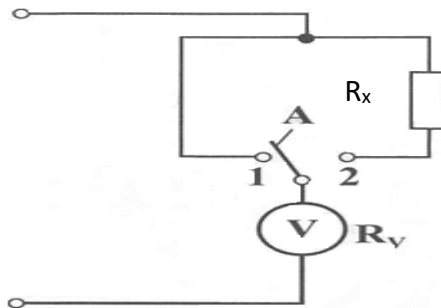


*Sxem 2.11 Kiçik müqavimətlərin voltmetr və ampermetr vasitəsilə ölçülməsi*

Müqavimətin 2.3.3.-cü sxemə əsasən ölçüldə müqavimətin qiyməti onun həqiqi qiymətindən kiçik olur. Onda cərəyanın qiyməti voltmetr və ölçüləcək müqavimətin cərəyanlarının cəminə bərabərdir.

$$R_x = \frac{U_x}{I_a + I_{xh}} = \frac{R_{xh} \cdot R_v}{R_{xh} + R_v}$$

Müqaviməti tək voltmetrlə də ölçmək mümkündür. Bunu 2.3.4.-cü sxemə əsasən yerinə yetirmək olar.



*Sxem 2.12 Müqavimətin tək voltmetrlə ölçülməsi*

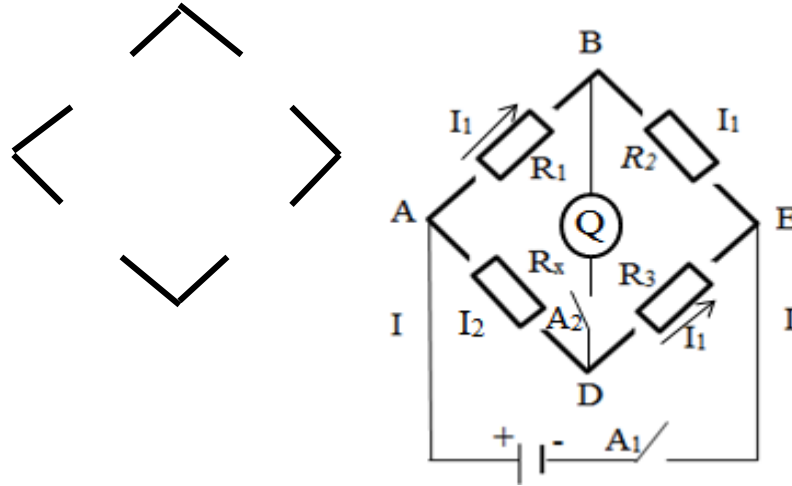
A - açarını 1 vəziyyətinə qoyduqda voltmetr dövrənin ii, gərginliyini göstərir. Açarın 2 vəziyyətində voltmetrin göstərişi  $U_2$  aşağı düşür. Onda müqavimət aşağıdakı ifadə ilə hesablanır.

$$R_v = R_v \frac{U_1 - U_2}{U_2}$$

$R_v$  - voltmetrin müqavimətidir.

• **Müqavimətin körpü üsulu ilə ölçülməsi**

Müqavimətin qiymətinin dəqiq ölçülməsi üçün ən əlverişli üsul körpü üsuludur. Belə körpü sxemi 2.3.5.-də verilmişdir. Sxemdən görünür ki, körpünün çiyinlərini  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  və  $R_x$  müqavimətləri təşkil edir.  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  müqavimətlərinin qiymətləri məlumdur. Bu müqavimətlər elə seçilir ki, dövrə qapandıqda cihazın əqrəbi tərpənməz qalır. Göstəriş "0" olur. Onda  $B$  və  $D$  nöqtələrinin potensialları bir-birinə bərabər olur.  $B$  və  $D$  nöqtələrinin potensialları o vaxt bir-birinə bərabər olur ki, gərginlik düşküsü  $R_1, R_x$  və  $R_2, R_3$  müqavimətlərində eyni olur.



*Sxem 2.13 Müqavimətin ölçülməsi üçün körpü sxemi*

$$I_1 R_1 = I_2 R_x$$

$$I_1 R_2 = I_2 R_3$$

Birinci bərabərliyi ikinci bərabərliyi bölsək

$$\frac{I_1 I_1}{I_1 R_2} = \frac{I_2 R_x}{I_2 R_3}$$

$I_1 = I_2$  olduğundan  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_x}{R_3}$  alarıq, buradan  $R_x$ -l tapaq

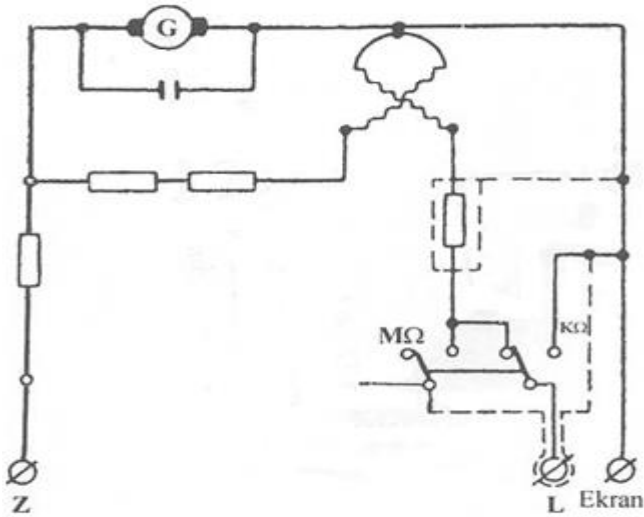
$$R_x = R_3 \frac{R_1}{R_2}$$

- **Müqavimətin meqommətr vasitəsilə ölçülməsi**

Hər bir elektrik qurğularında naqillərin və maşın gövdələrinin yerə nəzərən və öz aralarında izolyasiyanın müqavimətini yoxlamaq üçün meqommətr adlanan cihazdan istifadə olunur. Alçaq gərginlikli qurğularda yerə nəzərən izolyasiyanın müqaviməti işlək gərginliyin hər voltu üçün 1000 Om olmalıdır. Məsələn, gərginliyi 220 V olan qurğunun yerə nəzərən izolyasiyası  $220 \times 1000 = 220 \text{ k Om}$  olmalıdır.

Meqommətr maqnitoelektrik sistemli gəzdirilən elektrik-ölçü cihazıdır. Meqommətr iki əsas hissədən, ölçmə qurğusu və əl inteqrallı sabit cərəyan generatorundan ibarətdir. Şəkil 27-də meqommətrin sxemi verilmişdir.

Generatorun işlək gərginliyi 100; 500; 1000; 2500 V olur. İki naqıl arasında izolyasiyanın müqavimətini ölçmək üçün naqillərin hər ikisi şəbəkədən açılır və qoruyucular götürülür. Naqilin biri meqommətrin "L" sıxacına, o biri isə "Z" sıxacına birləşdirilir. Meqommətrin dəstəyini fırlatmaqla əqrəbin cihazın şkalasındakı vəziyyətinə görə izolyasiyanın müqavimətini təyin etmək olar.



Sxem 2.14 Meqommetr

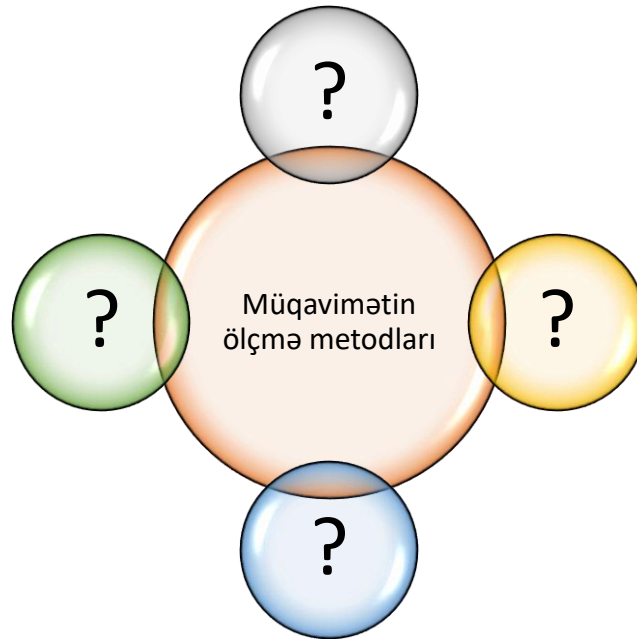


Şakil 2.6 AM-2004. Meqommetr



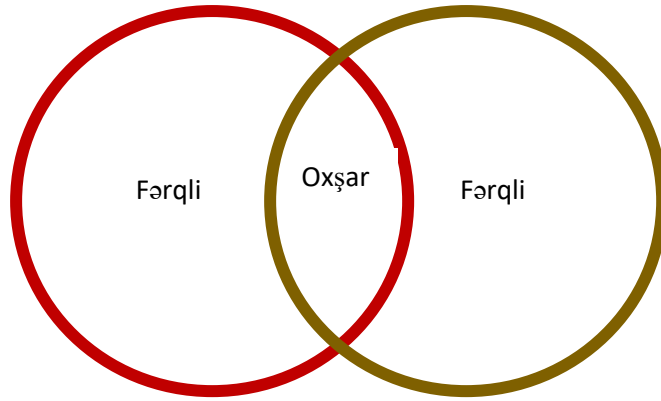
### 2.3.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər

- Karusel üsulundan istifadə edərək müqavimətin ölçmə metodlarını araşdırın və qrafikdə qeyd edin.



Sxem 2.20

- Ommetr vasitəsilə müqavimətin ölçülməsi üsulunu ampermetr və voltmetr üsulu ilə müqavimətin ölçülməsini venn diaqramı vasitəsilə müqayisə edin.



Sxem 2.31

- Müzakirə iş üsulundan istifadə edərək müqavimətin tək voltmetrlə ölçülməsi üsulunu araşdırın və müzakirə edin.
- Müqavimətin körpü sxemi ilə ölçülməsi üsulunun tətbiq sahələrini internet vasitəsilə araşdırın və öyrənin.
- BİBÖ iş üsulundan istifadə edərək müqavimətin meqometr vasitəsi ilə ölçülməsini araşdırın və müzakirə edin.

Bilirəm	Bilmək istəyirəm	Öyrəndim

Cədvəl 2.3



### 2.3.3. Qiymətləndirmə

Aşağıdakı qiymətləndirmə meyarına əsasən qiymətləndirəcəksiniz:

#### “Müqavimətin ölçülməsi qaydasını şərh edir”

- Müqavimətin hansı ölçmə üsullarını deyə bilərsiniz?
- Ommetr vasitəsilə müqavimətin ölçülməsinin üstün cəhəti nədir?
- Ommetrin iş prinsipi nəyə əsaslanır?
- Ommetrin daxili ölçü mexanizmi hansıdır?
- Ampermetr və voltmetr üsulu ilə müqavimətin ölçülməsi hansı qanuna əsaslanır?
- Müqavimətin körpü üsulu ilə ölçülməsinin üstün cəhəti nədir?
- Meqometr vasitəsilə hansı müqavimətlər ölçülür?
- Meqometr əsasən neçə hissədən ibarətdir?

### 2.4.1. Elektrik dövrəsinin parametrlərin ölçülməsini barədə məlumat verir



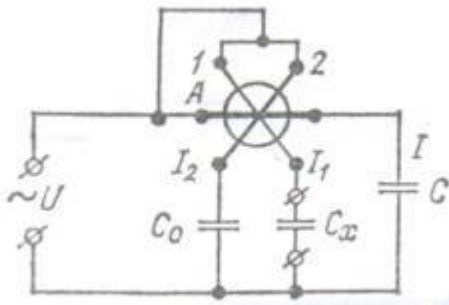
#### • Elektrik dövrəsinin parametrlərin ölçülməsi

Elektrik dövrələrinin parametrlərinin-müqavimətin, tutumun, induktivliyin, qarşılıqlı induktivliyin ölçülməsi müxtəlif cihazlar və üsullar vasitəsilə yerinə yetirilə bilər. Bu və ya digər şərtin seçilməsi məsələnin qısa şərtlərindən – ölçülən kəmiyyətin gözlənilən qiymətindən, tələb olunan dəqiqlikdən və eksperiment aparan şəxsin əlində olan cihaz və avadanlıqlardan və s. asılıdır.

Dəqiq ölçmələr üçün (xətalər 1÷1.5%-dən az olduqda) körpülərdən, potensiometrdən və rəqəm ölçü cihazlarından istifadə olunur. Çox dəqiqlik tələb olunmayan halda isə elektromexaniki cihazlar tətbiq edilir.

Bu zaman ya ölçülən kəmiyyətin vahidləri ilə dərəcələnməmiş cihazlar (ommetrlər, faradmetrlər) yaxud da bir neçə cihazdan istifadə edirlər. Bir neçə cihaz istifadə etdikdə onların göstəricilərinə görə ölçülən kəmiyyəti hesablamaq olar (bilavasitə ölçmə növü).

*Faradmetr:* Faradmetr dəyişən cərəyan loqometridir (elektro-dinamiki). Sxem 2.4 1.-də sabit C tutumlu kondensatorla ardıcıl birləşmiş tərpənməz A sarğacı dəyişən cərəyan şəbəkəsinin U gərginliyinə qoşulur. 1 və 2 hərəkət edən sarğacın dövrəsinə uyğun olaraq tutumu ölçülən  $C_x$  Sxem kondensatoru və sabit  $C_0$  tutumlu kondensator qoşulur.



2.32 Sabit C tutumlu kondensator



Şəkil 2.7 Loqometr

Sarğacın müqaviməti kondensatorların müqavimətinə nisbətən elə kiçik hazırlanır ki, onları qorumaq olsun və hesab etmək olsun ki,  $I_1 = U \omega c$ ;  $I_2 = U \omega C_0$

Loqometrın hərəkət edən hissəsinin meylətməsi hərəkət edən sarğacın dolaqlarındakı cərəyanların nisbəti ilə müəyyən olunur, yəni

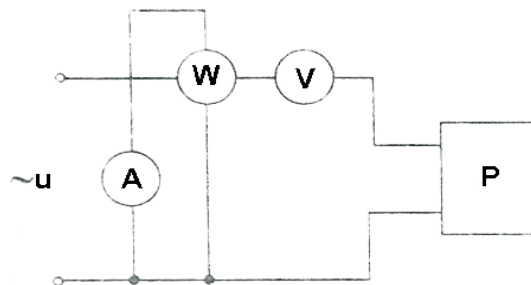
$$\alpha = F \left( \frac{I_1}{I_2} \right) = F \left( \frac{C_x}{C_0} \right)$$

Yəni  $C_x$  tutumunun hər qiymətinə cihazın hərəkət edən hissəsinin müəyyən vəziyyəti uyğun gəlir ki, nəticədə şkalanı tutumun vahidləri ilə dərəcələmək lazımdır.

Faradmetrin göstərişi qidalanma gərginliyindən asılı deyildir.

- **İnduktivliyin və tutumun ölçülməsi**

$L$  induktivlik və  $c$  tutumunu ölçmək üçün bilavasitə və müqayisəli ölçü cihazları tətbiq edilir. Sarğacın induktivliyini ampermetr, voltmetr və vattmetr vasitəsilə dolayı metoddan istifadə etməklə təyin edirlər,  $C$  tutumunu faradmetr adlanan cihaz vasitəsilə bilavasitə ölçürlər. Bundan başqa tutumu körpü metodu ilə də ölçmək mümkündür.

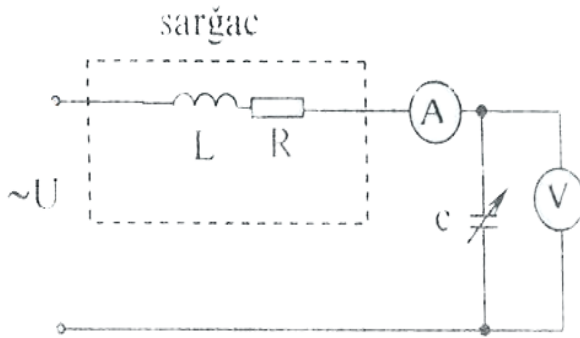


Sxem 2.33 də ampermetr, voltmetr və vattmetrdən istifadə etməklə induktiv xarakterli qəbuledicinin parametrlərinin təyin edilməsi

Ölçmələrin nəticəsində cərəyanın və gərginliyin təsiredici qiymətləri  $I$  və  $U$ ,  $P$  aktiv gücü, qəbuledicinin tam müqavimətini  $Z_x = \frac{U}{I}$ , aktiv müqaviməti  $R_x = \frac{P}{I^2}$ , reaktiv müqaviməti  $X = \sqrt{Z_x^2 - R_x^2}$  hesablamağa imkan verir. Ölçülən obyekt induktiv sarğacdən ibarət olduqda, onun induktivliyi

$$L = \frac{X_L}{\omega}$$

Sxem 2.34-də rezonans metodundan istifadə etməklə induktiv sarğacın  $L$  induktivliyini daha dəqiq təyin etməyə imkan verən sxem təsvir edilmişdir.



Sxem 2.34



Şəkil 2.8 İnduktivliyi və tutumu ölçən cihaz

$C$  kondensatorunun tutumunu dəyişərək dövrədəki cərəyanın maksimum qiymət almasına müvəffəq olurlar ki, bu da gərginliklər rezonansı rejiminə uyğun gəlir. Bu halda axtarılan induktivlik

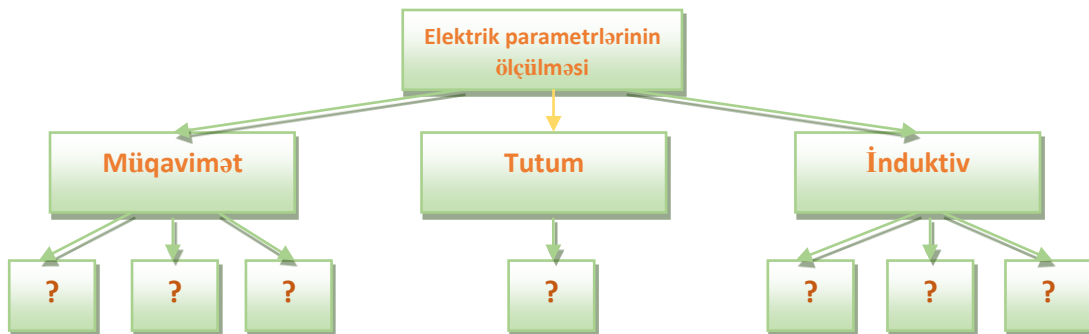
$$L = 1/\omega^2 c$$

Qida mənbəyinin bucaq tezliyi  $\omega$  məlum olmalıdır.



#### 2.4.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər

- Faradmetr (laqometr) vasitəsilə kondensatorun tutumunu təyin edilməsini araşdırın və müzakirə edin.
- Şaxələnmə iş üsulundan istifadə edərək elektrik dövrlərinin parametrlərinin ölçülməsini internet vasitəsilə araşdırın və sxemdə qeyd edin.



Sxem 2.35

- BİBÖ iş üsulundan istifadə edərək rezonans metodundan istifadə etməklə  $L$  induktivliyini təyin edin.

Bilirəm	Bilmək istəyirəm	Öyrəndim

*Cədvəl 2.4*



### *2.4.3. Qiymətləndirmə*

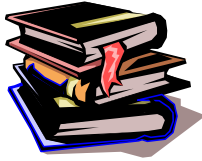
Aşağıdakı qiymətləndirmə meyarına əsasən qiymətləndirəcəksiniz:

**“Elektrik dövrəsinin parametrlərin ölçülməsini barədə məlumat verir”**

- Dəqiq ölçmələr üçün hansı cihazlardan istifadə edilir?
- Elektromexaniki cihazlara hansı cihazlar aid edilir?
- İnduktivlik və tutumunu ölçmək üçün hansı ölçü cihazlarından istifadə edilir?
- Ölçülən obyekt induktiv sarğacdən ibarət olduqda onun induktivliyini yazın.

### Təlim nəticəsi 3: Elektron ölçmə cihazlarını təyin edə bilir

#### 3.1.1. Elektron ölçmə cihazları haqqında məlumat verir



- **Elektron ölçmə cihazları.**

Elektron ölçü cihazlarının əsas elementləri elektron ölçmə çeviriciləri və çıxış kəmiyyətini ölçən maqnit-elektrik mexanizmlər və ya osilloqrafdan ibarət olur. Elektron cihazların əsas üstünlükləri onun cəld işləməsi və dəqiqliyidir. Elektron cihazlarda istifadə olunan elementlərin həcmnin kiçik olması onun ölçü və çəkisinin kiçik olmasına zəmin yaradır.

Əgər elektron cihazlarını elektromexaniki cihazlarla müqayisə etsək, o halda aşağıdakı müsbət cəhətləri qeyd etmək olar.

Giriş müqavimətinə (ölçülən dövrədən elektrik enerjisi sərfinə), cəld işləməyə, tezlik diapazonuna görə onlar daha üstündür. Elektron cihazlarının yüksək həssaslığını təmin etmək çətin problem deyildir. Dəqiqlik kimi mühüm metroloji xarakteristikaya gəldikdə isə elektron cihazları son illərə qədər elektromexaniki cihazlardan geri qalırdı. Lakin hazırda elektron cihazlarında istifadə olunan sxemotexniki həllər və element bazası işlənən materialların və cihazların hazırlanma texnologiyasının yaxşılaşdırılması ilə yanaşı olaraq təkmilləşdirilmişdir. Mikrokiçiltmə elektron cihazlarının stabilliyinin və etibarlılığının artmasına, onların ölçü və çəkirlərinin kiçildilməsinə, digər istismar göstəricilərinin yaxşılaşdırılmasına səbəb olur.

Bunlarla yanaşı, qeyd etmək lazımdır ki, göstərişlərin cərəyan və ya gərginlik əyrilərinin formasından asılılığı, qidalandırma mənbəyinə tələbat, nisbətən baha olmaları bir çox elektron cihazlarının ümumi nöqsanları hesab edilir.

Analoq elektron ölçmə cihazlarını dörd əsas qrupa ayırmaq olar. Birinci ən böyük qrupa siqnalların parametrlərini və xarakteristikalarını ölçən cihazları (voltmetrlər, osilloqraflar, tezlikölçənlər, spektr analizatorları və s.) aid etmək olar. İkinci qrupa elektrik və elektron sxemlərinin parametrlərini və xassələrini, həmçinin aktiv və passiv ikiqütblü, dördqütblülərin xarakteristikalarını ölçmək üçün olan cihazlar aiddir. Bunlara müqavimət, tutum, induktivlik, elektron lampaları və tranzistorların parametrlərini ölçən cihazları misal göstərmək olar. Üçüncü qrupa müxtəlif səviyyəli, formalı və tezlikli siqnallar mənbəyi olan ölçmə generatorları daxildir. Dördüncü qrupa isə ölçmə sxemlərinin elementləri – fəzafırlandırıcılar, atenuatorlar (siqnal zəiflədiciləri) və s. aiddir.

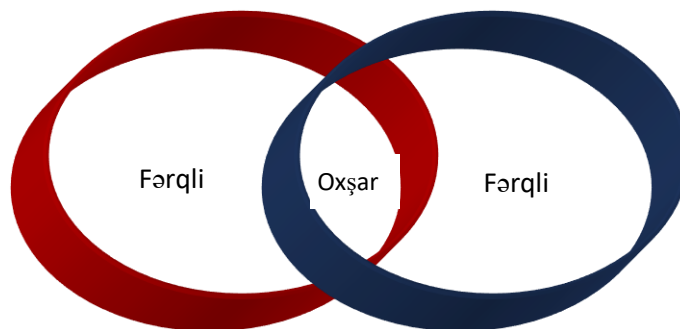


Şəkil 3.1 Elektron ölçmə cihazı



#### 3.1.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər

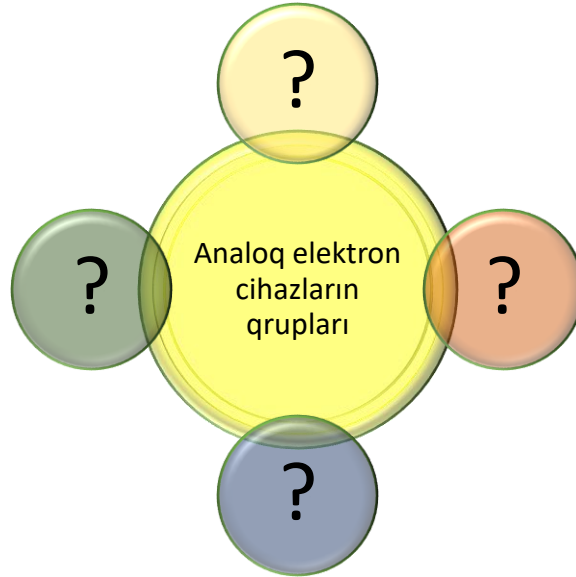
- Müzakirə iş üsulundan istifadə edərək “Elektron ölçü cihazlarının əsas elementlərini” araşdırın və müzakirə edin.
- Elektron cihazların elektromexaniki cihazlardan oxşar və fərqli cəhətlərini venn diaqramından istifadə edərək müqayisə edin.



Sxem 3.1



- Karusel iş üsulundan istifadə edərək “Analoq elektron ölçmə cihazlarını” araşdırın və qrafikdə qeyd edin.



Sxem 3.2



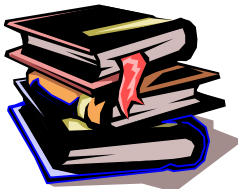
### 3.1.3. Qiymətləndirmə

Aşağıdakı qiymətləndirmə meyarına əsasən qiymətləndirəcəksiniz:

#### “Elektron ölçmə cihazları haqqında məlumat verin”

- Elektron cihazlarının nöqsan cəhətləri hansılardır?
- Elektron cihazlarının mikrokiçiltməsi nəyə səbəb olmuşdur?
- İkinci qrupa aid edilən elektron ölçmə cihazlarına hansı cihazlar aiddir?

### 3.2.1. Elektron voltmetrləri və ommetrləri haqqında məlumat verin



#### • Elektron voltmetrləri

Elektron voltmetrlər – sabit və dəyişən cərəyan dövrlərində gərginliyi ölçmək üçün ən geniş yayılmış elektron cihazlardır. Elektron voltmetrlər giriş gərginlik bölücüsündən, gücləndiricidən və maqnitoelektrik ölçmə mexanizmindən ibarətdir. Təyinatından asılı olaraq aşağıdakı qruplara ayrılır.

1. Sabit cərəyan voltmetrləri.
2. Dəyişən cərəyan voltmetrlər.
3. İmpuls voltmetrləri.
4. Fazahəssas voltmetrlər.
5. Selektiv voltmetrlər.
6. Universal voltmetrlər.

Elektron voltmetrlərin giriş müqavimətləri çox böyük olur. Bu müqavimət  $10^8 \div 10^{13}$  Om-a qədər olur, bu da onlardan çox kiçik güclü dövrlərdə ölçmələr aparmağa imkan verir.

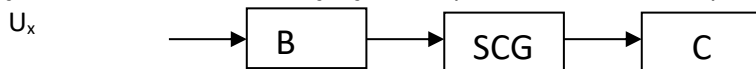
Elektron voltmetrlər elektromexaniki cihazlara nisbətən daha artıq yüklənmə qabiliyyətinə malikdir.

Voltmetrin tərkibində sabit və dəyişən cərəyan gücləndiriciləri sabit gərginliyi dəyişən

gərginliyə, dəyişən gərginliyi isə sabit gərginliyə çevirən ölçü çeviriciləri olur. Elektron voltmetrlərin çıxış qurğusu kimi maqnit-elektrik mikroampermetrdən istifadə edilir.

- **Sabit cərəyan voltmetrləri**

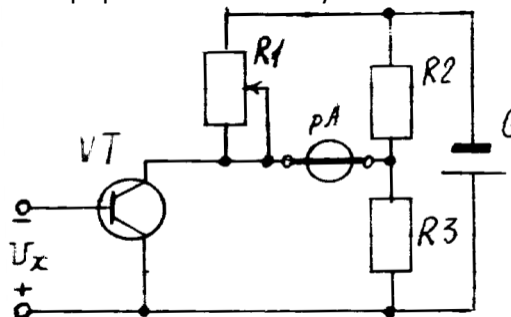
Sabit cərəyan voltmetrlərində ölçülən gərginlik bölücüdən B sabit cərəyan gücləndiricisinin GCG girişinə daxil olur ki, onun da çıxışına maqnitoelektrik mikroampermetr C qoşulmuşdur.



Gərginlik bölücüsü voltmetrin ölçmə diapazonunu seçməyə xidmət edir. Onu ardıcıl birləşdirilmiş rezistorlar qrupundan yığırlar. Onların hər biri müəyyən gərginlik düşgüsünə hesablanmışdır. Ölçmə diapazonunu uyğun rezistorlar qrupunun kommutasiyası vasitəsilə seçirlər.



Şəkil 3.2 Sabit cərəyan elektron voltmetri  
4-30v



Şəkil 3.3 Sabit cərəyan elektron voltmetrin  
prinsipial sxemi

Elektron voltmetrin sabit cərəyan gücləndiricisi elektrovakuum və ya yarımkəçirici cihazlar əsasında körpü sxemi üzrə yerinə yetirilmişdir. Nümunə kimi sxem 3.2.1.-də voltmetrin tranzistorlu sadə sxemi verilmişdir. Belə cihazda körpü sxemi R1, R2, R3 rezistorları və tranzistorun VT kollektor-emitter keçidinin müqaviməti ilə yaradılmışdır. Dəyişən R1 rezistoru ilə cihazın sıfırını quraşdırırlar. Belə voltmetrin çatışmazlığı – sxemin parametrlərinin qeyri – stabilliyidir, bu da əslində onun xətasını yaradır. Qeyri – stabilliyi azaltmaq üçün gücləndiricini simmetrik sxem üzrə iki tranzistorda yerinə yetirirlər.

- **Dəyişən cərəyan voltmetrləri**

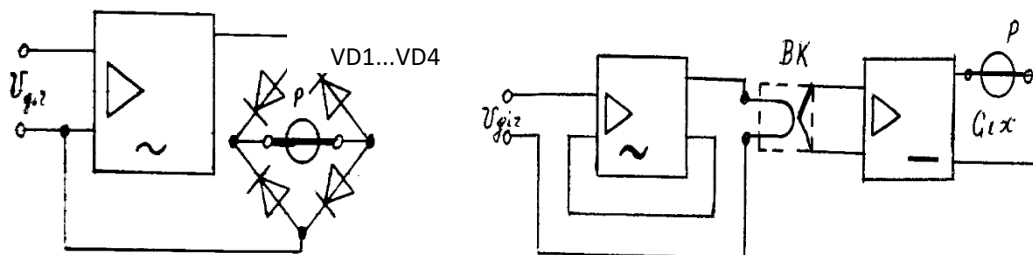
Dəyişən cərəyan voltmetrlərində ölçüləcək gərginlik, gərginlik bölücüsü vasitəsilə dəyişən cərəyan gücləndiricisinə daxil olur. Gücləndirdikdən sonra gərginlik orta, təsiredici və ya amplituda qiymətləri çeviricilərinə (cihazın təyinatından asılı olaraq) daxil olur.

Dəyişən cərəyan voltmetrlərində gərginlik bölücüləri sabit cərəyan voltmetrlərinin giriş dövrələri kimi analogi birləşdirilmiş dövrələrdir. Voltmetrlərin bəzi tiplərində ölçmə diapazonunu əks rəltəsindəki müqaviməti dəyişməklə seçirlər.



Şəkil 3.4 Dəyişən cərəyan elektron voltmetri

Gərginliyin orta və təsiredici qiymətlərinin, elektron voltmetrlərdə istifadə olunan çeviricilərini gücləndiricinin çıxışına qoşurlar. Gərginliyin amplitud qiymətinin çeviricisini adətən sabit cərəyan gücləndiricisinin girişinə qoşurlar.



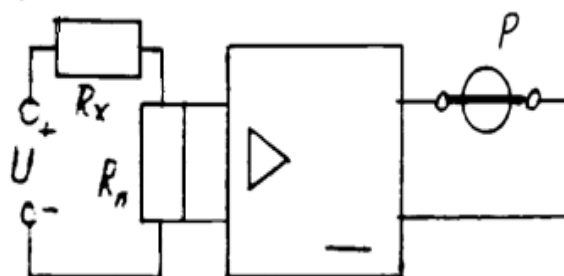
Sxem 3.4 Dəyişən cərəyanın orta və təsiredici qiymətlərini ölçən voltmetrlərin struktur sxemləri

- **Elektron ommetrləri**

Müqavimətlərin bir başa ölçülməsi üçün istifadə olunan elektron cihazlar elektron ommetrlər adlanırlar. Belə cihazların iş prinsipi stabilləşdirilmiş qida zamanı cihaza ölçüləcək və nümunəvi rezistorlardakı gərginlik düşgünlərinin müqayisəsinə əsaslanır. Sxem nümunəvi  $R_n$  və naməlum  $R_x$  rezistorlarından ibarət olan gərginlik bölücüsündən, sabit cərəyan gücləndiricisindən və göstərici cihazdan P ibarətdir.



Şəkil 3.5 Elektron ommetr



Sxem 3.5 Elektron ommetr

Nümunəvi rezistordakı gərginlik düşküsü cərəyanı görə gücləndirilir və göstərici cihaza, maqnetoelektrik mikroampermetrə daxil olur. Mikroampermetrin hərəkətli hissəsinin yerdəyişməsi  $R_x$ -ə mütənasib olduğundan onu müqavimət vahidlərinə görə bölgüləyirlər.

Elektron ampermetrlərlə ölçmələrin xətası nümunəvi rezistorun hazırlanma keyfiyyətindən, qida mənbəyinin və sabit cərəyan gücləndiricisinin stabilliyindən asılıdır.

Müasir elektron ommetrlərin ölçmə diapazonu  $10^{-4}$ -dən  $10^{12}$ Om-a qədərdir. Cihazların gətirilmiş xətası 1,5...2,5%-dir.

Kənd təsərrüfatı istehsalatında elektron ommetrləri əsasən elektrik qurğularının izolyasiyasının ölçülməsi üçün, elektrik verilişi xətlərində zədə yerlərinin təyin edilməsi üçün və s. istifadə edirlər.



### 3.2.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər

- “Elektron voltmetrləri” karusel iş üsulundan istifadə edərək təyinatına görə araşdırın və qrafikdə qeyd edin .



Sxem 3.6

- Sabit cərəyan elektron voltmetrin prinsipial sxemini öyrənin və qeydiyyat dəftərinizdə çəkin.
- Dəyişən cərəyan elektron voltmetrin prinsipial sxemini öyrənin və qeydiyyat dəftərinizdə çəkin.
- Elektron ommetrlərin tətbiq sahələrini araşdırın və müzakirə edin.



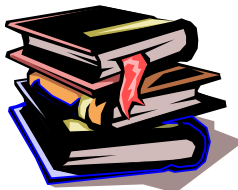
### 3.2.3. Qiymətləndirmə

Aşağıdakı qiymətləndirmə meyarına əsasən qiymətləndirəcəksiniz:

**“Elektron voltmetrləri və ommetrləri haqqında məlumat verir”**

- Elektron cihazların üstün cəhətləri hansılardır?
- Elektron voltmetrlərlə hansı gərginlik diapazonunu ölçmək mümkündür?
- Elektron voltmetrləri müxtəlif gərginlik pilləsini ölçmək üçün necə tənzimləyirlər?
- Elektron voltmetrlərdə hansı ölçü mexanizmi cihazlardan istifadə edilir?
- Elektron ommetr vasitəsilə hansı parametrlər ölçülür?
- Elektron ommetrin iş prinsipi necədir?
- Elektron ommetr nəyə deyilir?

### 3.3.1. Elektron vattmetrlərin işini izah edir



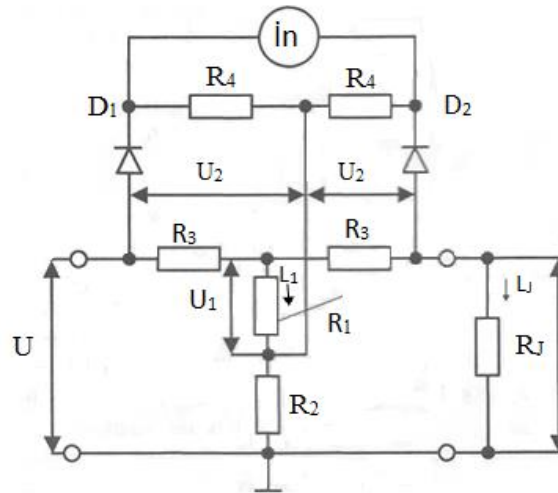
#### • Elektron vattmetrlər

Son diodlarda, stabiltronlarda və s.) yığılır. Bu elektron cihazlar elektromexaniki cihazlara nisbətən müəyyən üstünlüklərə malikdir. Bunlardan hərəkət edən mexanizmin olmaması, geniş tezlik diapazonunda işləməsi, yüksək həssaslığa malik olması, ölçü nəticəsinin məsafəyə ötürməsi kimi xassələri göstərmək olar. Elektron elementlərdən yığılmış vattmetrin sadələşdirilmiş sxemi 3.3.1.-də göstərilmişdir. Burada qidalandırma mənbəyinə  $R_1$  və  $R_2$  rezistorlarından ibarət gərginlik bölücüsü qoşulur və onun müqaviməti

$$(R_1 + R_2) \gg R_1$$

bərabərsizliyi əsasında seçilir.  $R_1$  rezistorunda düşən gərginlik ( $U_1$ ) şəbəkənin gərginliyinə mütənasibdir. Yəni şəbəkədə  $U_1 = i_1 R_1 = r_y U_y$ .  $R_y$  müqaviməti ilə ardıcıl iki eyni  $R_3 \ll R_y$  müqaviməti

qoşulur və onlardan  $i_y$  yük cərəyanı axır.



*Sxem 3.7 Elektron vattmetrin prinsipial sxemi*

Onda  $R_3$  müqavimətində gərginlik düşgüsü belə olar.

$$U_2 = i_y R_3 = r_2 i_y$$

Onda  $D_1$  diodunda müəyyən zaman anında

$$U' = U_1 + U_2 = r_1 u_y + r_2 i_y$$

cəmi,  $D_2$  diodunda isə  $U' = U_1 - U_2 = r_1 u_y - r_2 i_y$

fərqi tətbiq olunacaq. İN-indikatorunda  $\Delta U = (i' - i'') R_4$

gərginlik fərqi yaranacaqdır. Burada  $i'$  və  $i''$   $D_1$  və  $D_2$  diodlarına tətbiq olunmuş gərginliyin kvadratına mütənasib olan düzləndirilmiş cərəyanlardır.

$$Onda i' = r_3 (U_1 + U_2)^2$$

$$i'' = r_3 (U_1 - U_2)^2 \text{ olur və } \Delta U \text{-nin qiyməti aşağıdakı asılılıqdan müəyyən olunur. } \Delta U = 4 U_1 U_2 U_3$$

$R_4 = 4 r u i_y = r_0 P$   $P$  gücün ani qiymətidir. Maqnit elektrik İN-induktoru  $\Delta U$ -nin orta qiymətindən təsirləndiyi üçün onun hərəkət edən hissəsinin  $\alpha$  dönmə bucağı gücə mütənasib olur.



*Şəkil 3.6 Elektron vattmetr*



### 3.3.2. Tələblər üçün fəaliyyətlər

- Gücü və enerjini ölçmək üçün hansı cihazlardan istifadə edildiyini araşdırın və müzakirə edin.
- Elektron cihazların elektromexaniki cihazlara nisbətən üstünlüklərini araşdırın və fikirlərinizi yoldaşlarınızla paylaşın.

- Elektron vattmetrin prinsipial sxemi öyrənin və qeydiyyat dəftərinizdə çəkin.
- Aşağıdakı şəkillərə əsasən vattmetrləri müqayisə edərək müzakirə edin.



Şəkil 3.7 elektron vattmetrlər



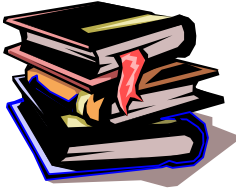
### 3.3.3. Qiymətləndirmə

Aşağıdakı qiymətləndirmə meyarına əsasən qiymətləndirəcəksiniz:

#### “Elektron vattmetrlərin işini izah edir”

- Elektron vattmetrlərin və sayğacların üstün cəhətləri nədən ibarətdir?
- Elektron cihazlar hansı elementlərdən təşkil olunmuşdur?
- Qidalandırma mənbəyinə qoşulan gərginlik bölücüsü necə seçilir?

### 3.4.1. Rəqəmsal cihazları haqqında məlumat verir



#### • Rəqəmsal elektron cihazları

Rəqəmsal elektron cihazlarının iş prinsipi fasiləsiz kəmiyyətlərin diskret təsəvvürünə əsaslanır. *Fasiləsiz kəmiyyət*  $x(t)$ - $T$  intervalında sonsuz sayda vaxt anlarında verilmiş  $D$  diapazonunda sonsuz böyük sayda qiymətləri ola bilən kəmiyyətdir (Sxem 3.4 1. a). Kəmiyyət qiymətinə, yaxud vaxta görə fasiləsiz ola bilər. Qiymətinə görə fasiləsiz, vaxta görə fasiləli kəmiyyəti *diskretləşmiş* (Sxem

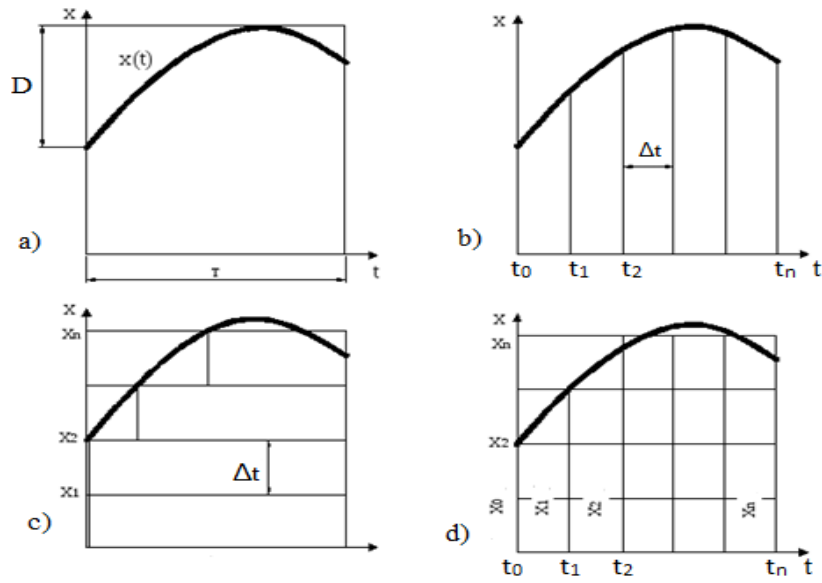
3.4 1., b) adlandırırlar.

Diskretləşmiş kəmiyyətin qiyməti sıfırdan zamanın yalnız müəyyən anlarında fərqlənir. Vaxta görə fasiləsiz, qiymətinə görə fasiləli kəmiyyəti *kvantlanmış* (Sxem 3.4 1.c) adlandırırlar. Kvantlanmış kəmiyyətin  $D$  diapazonunda ancaq son qiymətləri qəbul edə bilər.

Fasiləsiz kəmiyyət eyni zamanda diskretləşmiş və kvantlanmış ola bilər (Sxem 3.4 1. d).

Hər hansı rəqəmli elektron cihazının, o cümlədən, voltmetrin mahiyyətini *analoq – rəqəm* çevrilməsi prosesi təşkil edir. Ölçülən kəmiyyətin növünə görə voltmetrlər sabit cərəyan, dəyişən cərəyan və impuls voltmetrlərinə bölünürlər. Bundan başqa texniki ölçmələrdə universal voltmetrlər də istifadə edilir.

Rəqəmli voltmetrlərin sxem həlli analoq-rəqəm çevrilməsinin istifadə olunan metodundan asılı olur. Bu baxımdan zaman–impuls, tezlik–impuls çevrilməli voltmetrlər geniş tətbiq tapmışdır. Nümunə kimi zaman – impulsu voltmetrlərin quruluş prinsipinə baxaq.



Sxem 3.8 Fasiləsiz kəmiyyətin diskretləşmə və kvantlanması



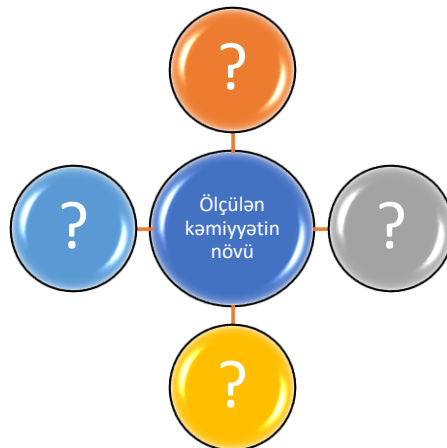
### 3.4.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər

- BİBÖ iş üsulundan istifadə edərək rəqəmli elektron cihazlarını internet vasitəsilə araşdırın və cədvəldə qeyd edin.

Bilirəm	Bilmək istəyirəm	Öyrəndim

Cədvəl 3.1

- “Ölçülən kəmiyyətin növünə görə voltmetrləri” karusel iş üsulundan istifadə edərək araşdırın və qrafikdə qeyd edin.



Sxem 3.9

- Zaman – impulsu voltmetrlərin quruluş prinsipini araşdırın və müzakirə edin.



### 3.4.3. Qiymətləndirmə

Aşağıdakı qiymətləndirmə meyarına əsasən qiymətləndirəcəksiniz:

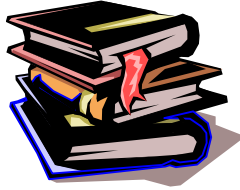
**“Rəqəmsal cihazları haqqında məlumat verir”**

- Hansı rəqəmli voltmetrlərdən geniş istifadə edilir?
- Hansı kəmiyyət diskretləşmiş adlanır?
- Hansı kəmiyyət kvantlanmış adlanır?



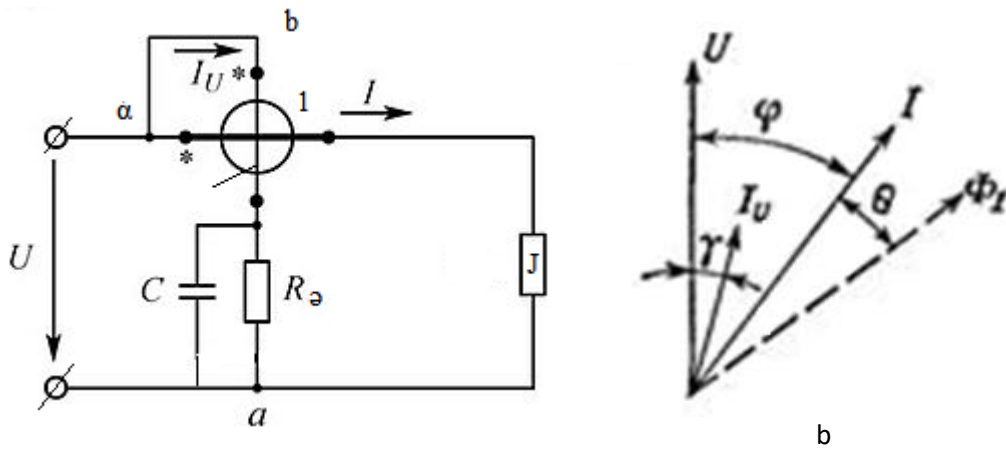
## Təlim nəticəsi 4: Güc və enerjinin ölçülməsi barədə bilir

### 4.1.1. Sabit cərəyan və birfazlı dəyişən cərəyan dövrəsində gücü təyin edir



#### • Sabit cərəyan və birfazlı dəyişən cərəyan dövrəsində güc

Sabit və dəyişən cərəyan dövrlərində gücü ölçmək üçün əsasən elektrodinamik və ferrodinamik vattmetrlərdən istifadə olunur. Elektrodinamik vattmetrlər sabit cərəyan və dəyişən cərəyan (2000 Hz tezliyə qədər) dövrlərində gücü ölçmək üçün tətbiq olunur. Onlar, bir qayda olaraq, qeyri-stasionar hazırlanır və yüksək dəqiqliyə malik olur. Ferrodinamik vattmetrlər, adətən, stasionar hazırlanır, nisbətən kiçik dəqiqlikli, (1,0; 1,5) olur və əsasən 50 Hz tezlikdə istifadə olunur. Yüksək tezliklərdə gücü ölçmək üçün termoelektrik və elektrik vattmetrləri də tətbiq olunur.



Sxem 4.1 a) Elektrodinamik vattmetr b) Vektor diaqramı

Elektrodinamik vattmetrin sxemi, onun  $J$  yükündə sərf olunan gücü ölçmək üçün qoşulması və vektor diaqramı sxem 4.1.1.-də göstərilir. Vattmetrin tərpənməz sarğacı (1) yük dövrəsinə ardıcıl qoşulur və *ardıcıl sarğac* adlanır. Vattmetrin hərəkət edən sarğacı (2)  $R_0$  əlavə müqaviməti ilə birlikdə yükə paralel qoşulur və *paralel sarğac* adlanır.

Sabit cərəyan dövrəsinə qoşulduqda vattmetr üçün aşağıdakı ifadə alınır:

$$\alpha = \frac{1}{W_\alpha} I_u I \frac{dM_{1,2}}{d_a} = \frac{1}{W_\alpha} \frac{UI}{R_U + R_0} \frac{dM_{1,2}}{d_a}$$

və  $\frac{dM_{1,2}}{d_a} = \text{const}$  qəbul edildiyi halda yuxarıdakı tənliyi belə yazmaq olar:

$$\alpha = SUI = SP,$$

burada

$$S = \frac{1}{W_\alpha (R_U + R_0)} \cdot \frac{dM_{1,2}}{d_a}$$

Elektrodinamik vattmetrin dəyişən cərəyan dövrəsinə qoşulduğu hala baxaq. Sxem 4.1 1. b –də göstərilmiş vektor diaqramı yükün induktiv xarakter daşdığı hal üçün qurulmuşdur. Vektor diaqramından görüldüyü kimi, hərəkət edən sarğac müəyyən qədər induktivliyə malik olduğu üçün paralel dövrənin cərəyan vektoru  $I_u$  gərginlik vektoru  $U$ -dan  $\gamma$  bucağı qədər geri qalır.

Paralel dövrədəki cərəyan

$$I_u = \frac{U}{R_u + R_0} \cos \gamma$$

Axırncı ifadədən görünür ki, vattmetr gücü yalnız iki halda  $\gamma = 0$  və  $\gamma = \varphi$  olduqda düzgün ölçür.

$\gamma = 0$  şərti paralel dövrədə gərginliklər rezonansı yaratmaqla, məsələn, 4.1.1. a şəklində göstəriləyi kimi, müəyyən tutumlu  $C$  kondensatoru qoşmaqla yerinə yetirilə bilər. Ancaq gərginliklər

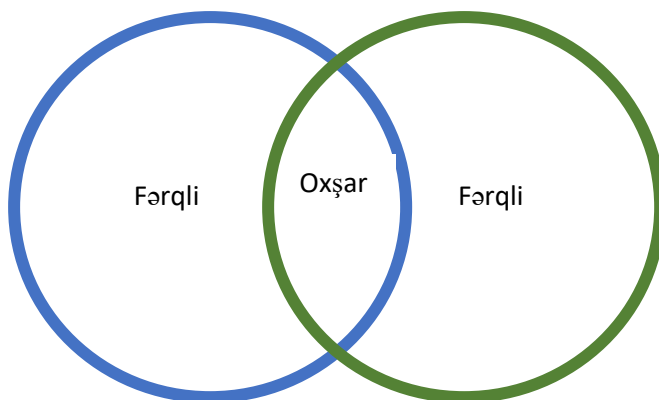
rezonansı müəyyən bir tezlikdə baş verir. Tezlik dəyişdikdə  $\gamma = 0$  şərti də pozulacaq.  $\gamma \neq 0$  olduqda vattmetr gücü  $\beta\gamma$  xətası ilə ölçəcəkdir. Bu xəyata bucaq xətası deyilir və o, aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\beta_\gamma = \frac{UI \cos(\varphi - \gamma) \cos \gamma - UI \cos \varphi}{UI \cos \varphi}$$



#### 4.1.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər

- Elektrovattmetrlərlə ferrodinamik vattmetrləri araşdırın və venn diaqramından istifadə edərək müqayisə edin.



Sxem 4.2

- BİBÖ iş üsulundan istifadə edərək bucaq xətasını araşdırın və qeydiyyat dəftərinizdə qeyd edin

Bilirəm	Bilmək istəyirəm	Öyrəndim

Cədvəl 4.1

- Vektor diaqramından istifadə edərək cərəyan vektoru  $I_u$  –nun gərginlik vektoru  $U$ -dan hansı bucaq qədər geri qaldığını tapın.



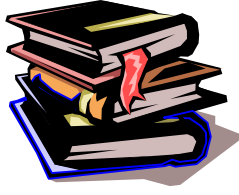
#### 4.1.3. Qiymətləndirmə

Aşağıdakı qiymətləndirmə meyarına əsasən qiymətləndirəcəksiniz:

**“Sabit cərəyan və birfazlı dəyişən cərəyan dövrəsində gücü təyin edir”**

- Elektrodinamik vattmetrlərdən hansı dövrlərdəki gücü ölçmək üçün istifadə edirlər?
- Elektron vattmetrlərdən neçə hs tezlikli gücü ölçmək üçün istifadə edirlər?
- Ardıcıl sarğac nədir?
- Paralel sarğac nədir?

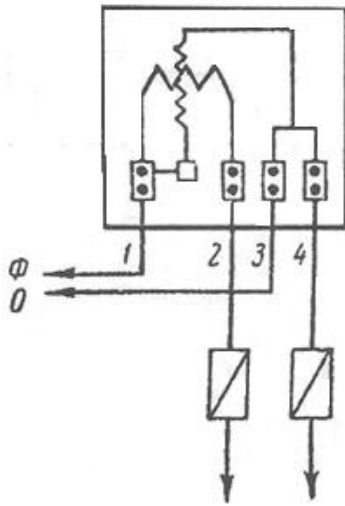
#### 4.2.1. Elektrik enerjisi sərfinin ölçülməsi müəyyən edir



##### • Elektrik enerjisi sərfinin ölçülməsi

Elektrik enerjisi sərfiyyatını ölçmək üçün elektrik enerji sayğaclarından istifadə olunur. Sayğacların vattmetrlərdən fərqi ondan ibarətdir ki, vattmetrlər zamanın hər hansı anında dövrənin gücünü göstərir. Sayğaclar isə müxtəlif zaman intervalında sərf olunan gücün qiymətini göstərir. Hazırda dəyişən cərəyan dövrəsinin enerji sərfini ölçmək üçün induksion sistemli cihazlardan, sabit cərəyan dövrəsinin enerji sərfini ölçmək üçün elektrodinamik ölçü mexanizmlili cihazlardan istifadə olunur.

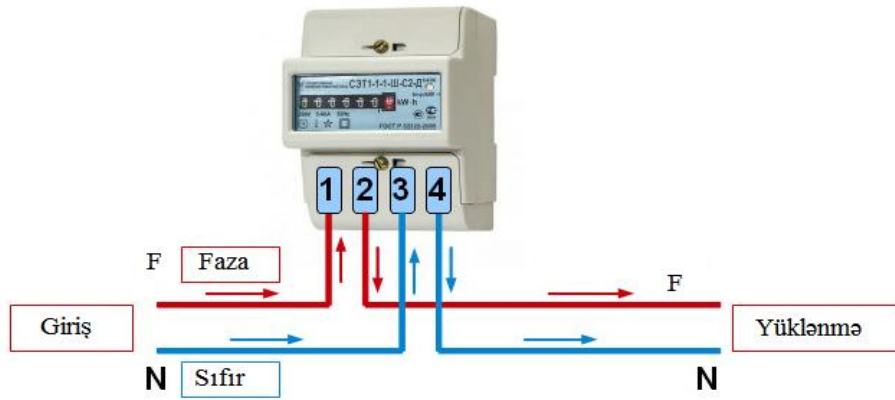
Sayğacların dövrəyə qoşulma sxemləri vattmetrlərin dövrəyə qoşulma sxemlərindən fərqlənir. Sayğacları ölçü həddini genişləndirmək məqsədilə ölçü transformatorlarından istifadə edilir. Birfazlı cərəyan dövrəsinin aktiv enerji sərfini ölçmək üçün Sxem 4.2 1.-də sayğacların dövrəyə qoşulması verilmişdir.



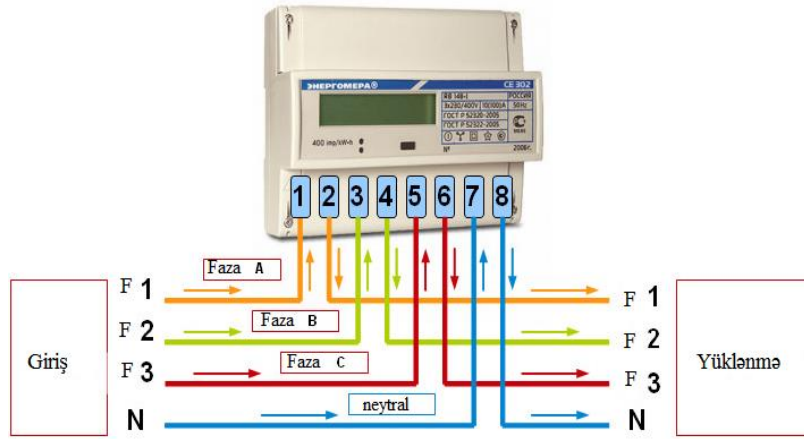
Sxem 4.3 Sayğacların dövrəyə qoşulması



Şəkil 4.1 Sayğacların quraşdırılması



Şəkil 4.2 Birfazlı elektrik dövrəsinin sayğacları qoşulması



Şəkil 4.3 Üçfazlı elektrik dövrəsinin sayğaca qoşulması

Üçfazlı dövrənin enerji sərfini ölçmək üçün sayğacın dövrəyə müxtəlif növ qoşulma sxemləri ilə tanış olaq.

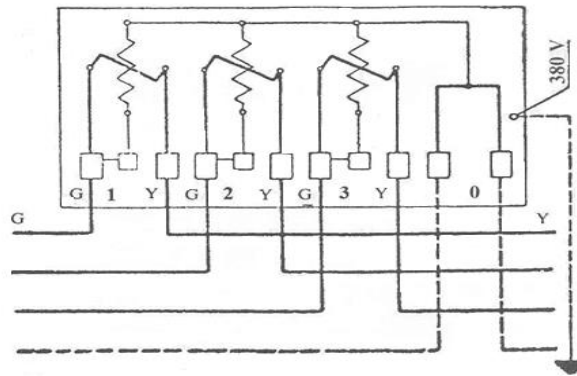
G - generator; Y - yük.

Sayğac iki dolaqdan ibarət olan maqnit sistemindən təşkil olunmuşdur. Bu dolaqlardan biri dövrəyə ardıcıl, o biri isə paralel qoşulmuşdur.

Hər bir dolaqdan keçən dəyişən cərəyan dəyişən maqnit seli yaradır. Dəyişən maqnit seli alüminium diski kəsərək burulğanlı cərəyan yaradır və bu fırlanmağa başlayır.

Fırlanma hərəkəti dişli çarx vasitəsilə hesablama mexanizminə ötürülür.

Üçfazlı sayğacın müxtəlif tipləri mövcuddur. Bu sayğac induksiya sistemli ölçü cihazlarıdır ki, onlar 50 Hz tezlikli şəbəkə üçün nəzərdə tutulur. Belə sayğacın dəqiqlik sinfi 2-dir. Reaktiv sayğaclarda isə dəqiqlik sinfi 3-dür.

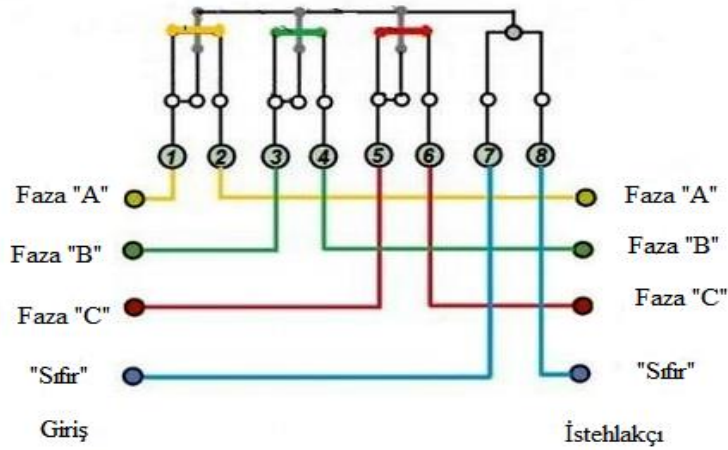


Sxem 4.4 Üçfazlı elektrik dövrəsinin sayğaca qoşulması sxemi



#### 4.2.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər

- Üçfazlı sayğacın istehlakçıya qoşulma sxemini internet vasitəsi ilə araşdırın və izah edin.



Sxem 4.5

- Müzakirə iş üsulundan istifadə edərək “Dəyişən cərəyan dövrəsinin enerji sərfini ölçən cihazla sabit cərəyan dövrəsinin enerji sərfini ölçən cihazı” araşdırın və müzakirə edin.
- Sayğacların dövrəyə qoşulma sxemi ilə vattmetrin dövrəyə qoşulma sxemi arasında nə kimi fərq var?



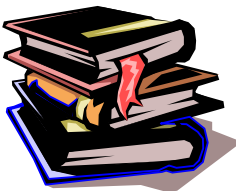
#### 4.2.3. Qiymətləndirmə

Aşağıdakı qiymətləndirmə meyarına əsasən qiymətləndirəcəksiniz:

##### “Elektrik enerjisi sərfinin ölçülməsi müəyyən edir”

- Elektrik enerjisinin sərfini hansı cihazla ölçürlər?
- Sabit cərəyan dövrəsinin enerji sərfini hansı ölçü sistemli cihazla ölçürlər?
- Dəyişən cərəyan dövrəsinin enerji sərfini ölçmək üçün hansı ölçü mexanizmləri cihazlardan istifadə olunur?

#### 4.3.1. Üçfazlı elektrik dövrəsində aktiv gücü enerjini təyin edir



##### • Üçfazlı elektrik dövrəsində aktiv gücü və enerjisi

Üçfazlı dəyişən cərəyan dövrələrində aktiv gücün və enerjinin ölçülməsi prinsip etibarlı ilə birfazlı dövrələrdən fərqlənir. Burada da gücü ölçmək üçün vattmetrlərdən, enerjini ölçmək üçün isə hesablayıcılardan istifadə edilir. Hər iki cihazın, yəni həm vattmetr, həm də hesablayıcının dövrəyə qoşulmasında heç bir fərq olmadığı üçün bundan sonrakı sxemlər həm gücün, həm də enerjinin ölçülməsinə aid olacaqdır.

Üçfazlı sistemlər ya dördməftilli, ya da üç məftilli ola bilər. Belə sistemlərdə cərəyanların paylanması bir-birindən fərqli olduğu üçün, cihazların qoşulmalarında da fərq olmalıdır.

Üçfazlı dördməftilli sistemin tam aktiv gücünü və ya enerjisini ölçmək üçün üç cihazdan istifadə edilir. Burada hər cihazın cərəyan dolağı ayrı-ayrı fazalara, gərginlik dolaqlarının başlanğıcları həmin fazalara (cərəyan dolaqları qoşulmuş fazalara), ucları isə sıfır xəttinə qoşulur. Bu halda hər cihaz qoşulduğu fazanın gücünü və ya enerjisini ölçdüyündən bunların göstərişlərinin cəmi üçfazlı sistemin tam aktiv gücünü və ya tam enerjisini verəcəkdir.

Praktikada üç cihazın qoşulması və istismarı çətinlik törətdiyindən və üç cihazdan alınan xəta nisbətən böyük olduğundan həmin üç cihaz birləşdirilib bir üçfazlı cihaz hazırlanmışdır.

Əgər dördməftilli üçfazlı sistem simmetrik və ya bərabər yüklənmiş olarsa, o zaman tam aktiv gücü və ya enerjini ölçmək üçün fazalardan hər hansına qoşulmuş bir cihazdan istifadə etmək mümkündür.

Sistem tam simmetrik olduqda tənlik aşağıdakı kimi yazılır:

$$P = 3 U_f I_f \cos \varphi = \sqrt{3} U_x I_x \cos \varphi$$

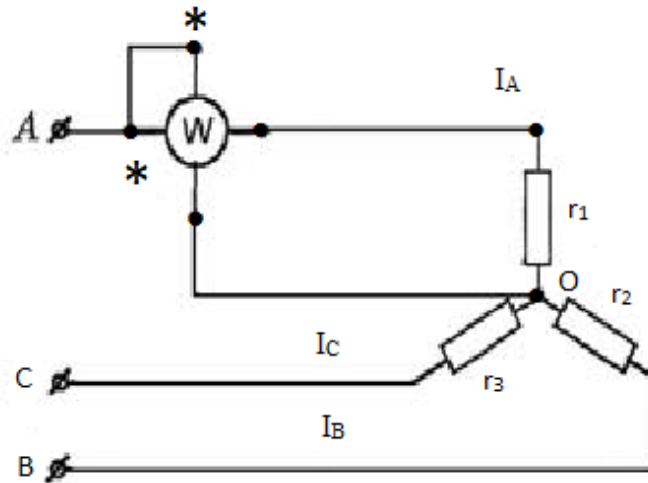
$t_1 \pm t_2$  müddətində sərf olunan enerji aşağıdakı kimi yazılır

$$W = 3 \int_{t_1}^{t_2} U_f I_f \cos \varphi dt = \sqrt{3} \int_{t_1}^{t_2} U_x I_x \cos \varphi dt$$

Deməli, üçfazlı cərəyan mənbələri üçün ümumi güc birləşmələrdən asılı deyildir; dolaqları istər ulduz və istərsə də üçbucaq birləşmiş mənbələr üçün güc eyni qiymətdə alınır:

$$P = \sqrt{3} UI \cos \phi$$

Burada  $U$  və  $I$  – sistemin xətt gərginliyi və xətt cərəyanının effektiv qiymətləri;  $\phi$  – faza kəmiyyətləri arasındakı fazalar fərqi.

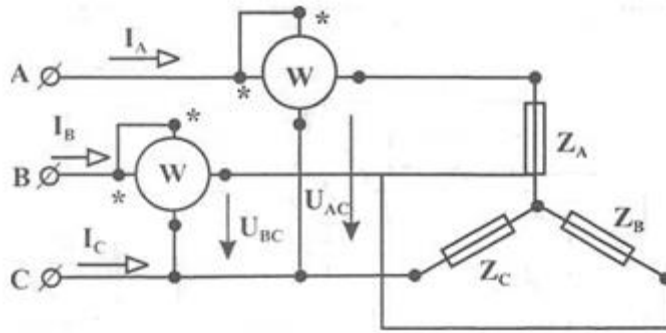


Sxem 4.6 Simmetrik yüklənmiş üçfazlı dövrənin gücünün bir vattmetrlə ölçülməsi



#### 4.3.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər

- Müzakirə iş üsulundan istifadə edərək “Bifazlı elektrik dövrəsində vattmetrin qoşulma sxemi ilə üçfazlı elektrik dövrəsində vattmetrin qoşulma sxemini” müqayisə edərək müzakirə edin.
- Üçfazlı dördməftilli sistemin tam aktiv gücünü və ya enerjisini ölçmək üçün cərəyan dolağı ilə gərginlik dolaqlarının birləşmə yerini araşdırın və fikirlərinizi yoldaşlarınızla bölüşün.
- Üçfazlı dövrədə aktiv gücün iki vattmetr vasitəsilə ölçülməsi sxemində cərəyan dolaqlarının və gərginlik dolaqlarının qoşulma xətlərini araşdırın, (bu cür qoşulma sxemində iki vattmetrin göstərişləri cəmi üçfazlı dövrənin  $P$  aktiv gücünə bərabərdir  $P=?$ ) müzakirə edin.



Sxem 4.7



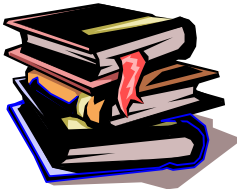
#### 4.3.3. Qiymətləndirmə

Aşağıdakı qiymətləndirmə meyarına əsasən qiymətləndirəcəksiniz:

**“Üçfazlı elektrik dövrəsində aktiv gücü enerjini təyin edir”**

- Üçfazlı dördməftilli sistemin tam aktiv gücünü və ya enerjisini ölçmək üçün gərginlik dolaqlarının başlanğıc və son ucları hansı xəttə qoşulur?
- Dördməftilli üçfazlı sistemdə aktiv gücü ölçmək nə üçün bir vattmetrdən istifadə edilir?
- Üçfazlı sistemdə enerjini ölçmək üçün hansı cihazdan istifadə edilir?

#### 4.4.1. Üçfazlı elektrik dövrlərində reaktiv gücü ölçür



##### • Üçfazlı elektrik dövrlərində reaktiv gücü ölçə bilir

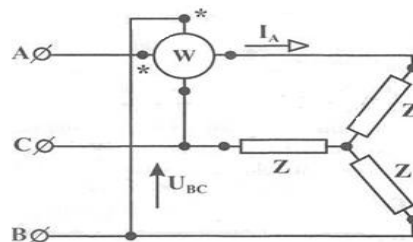
Müasir dövrdə sabit cərəyanın gücünün, üç fazlı dəyişən cərəyanın reaktiv gücünün ölçülməsi tələb olunur. Reaktiv gücün ölçülməsi ancaq üçfazlı cərəyandan istifadə edən iri elektrik enerjisi istehsalçıları üçün praktik əhəmiyyət daşıyır. Reaktiv gücün ölçülməsində xəta  $\pm (0.01 \dots 0.5) \%$  arasında olmalıdır.

Reaktiv enerjinin ölçülməsi ancaq sənayedə istifadə olunan üçfazlı dövrlər üçün aktualdır. Buna görə də bu dövrlərdə cərəyanın ölçmə diapazonunun aşağı həddi 1 A, gərginliyin ölçmə diapazonunun aşağı həddi isə 100 volt səviyyəsində qərarlaşır.

Üçfazlı dəyişən cərəyan dövrəsinin reaktiv gücünü bir aktiv güc vattmetri ilə də ölçmək mümkündür. Bunun üçün vattmetrin cərəyan dolağı bir xəttə ardıcıl qoşulur, gərginlik dolağı isə digər xətlərə qoşulur. Bu qoşulma sxemi 4.4.1.-də verilmişdir.

Reaktiv gücü ölçmək üçün istifadə olunan vattmetrlərin gərginlik dövrəsinə əlavə müqavimət və induktivlik qoşulur. Reaktiv gücü ölçmək üçün elektrodinamik və ferrodinamik vattmetrlərdən istifadə olunur. Belə vattmetrlər reaktiv vattmetrlər adlandırılır.

Reaktiv güc transformatorlarda və generatorlarda əlavə itkilərin yaranmasına sərf olunan gücdür.



Sxem 4.8 Reaktiv gücü ölçmək üçün aktiv güc vattmetrinin qoşulması

$$Q = U I \sin \varphi$$

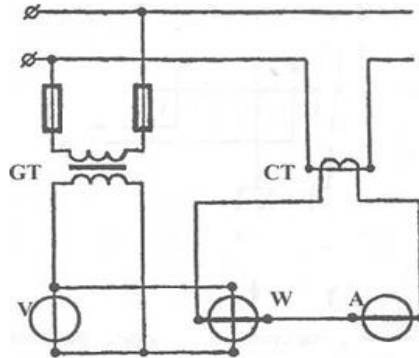
Ölçü vahidi volt-ampere reaktivdir. Onda üçfazlı dövrənin reaktiv gücü ayrı-ayrı fazaların reaktiv gücləri cəminə bərabər olar.

$$Q = U_{1f} I_{1f} \sin \varphi_1 + U_{2f} I_{2f} \sin \varphi_2 + U_{3f} I_{3f} \sin \varphi_3$$

Üçfazlı simmetrik dövrə üçün bu ifadəni belə yazmaq olar.

$$Q = 3 U_f I_f \sin \varphi = \sqrt{3} U_x I_x \sin \varphi$$

Üçfazlı dəyişən cərəyan dövrəsində gücü ölçmək üçün vattmetrin ölçü həddini genişləndirmək məqsədilə cərəyana və gərginliyə görə əlavə şuntlar, müqavimətlər və ölçü transformatorları istifadə olunur (Sxem 4.4 2.).



*Sxem 4.9 Vattmetrin ölçü transformatorları vasitəsilə qoşulması*

Ölçü transformatorlarının qoşulması zamanı vattmetrin göstərişi ölçü transformatorlarının transformasiya əmsalları ilə vattmetrin şkala göstəricisinin hasilinə bərabər olur.



#### 4.4.2. Tələbələr üçün fəaliyyətlər

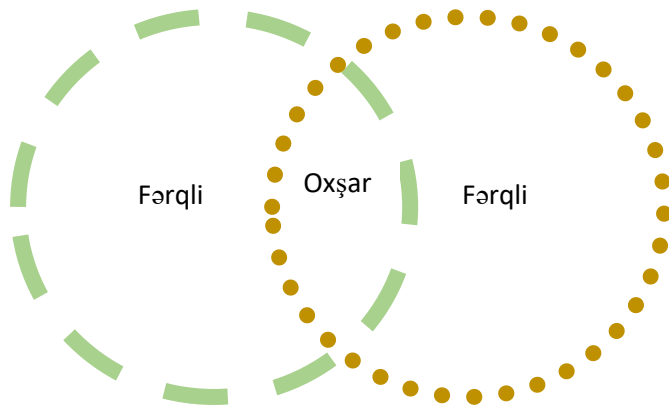
- Karusel iş üsulundan istifadə edərək gücü ölçmək üçün vattmetrin ölçü həddini genişləndirmək üçün cərəyana və gərginliyə qoşulan elementləri araşdırın və qrafikdə qeyd edin.



*Sxem 4.10*

- Reaktiv gücü ölçmək üçün istifadə olunan vattmetrlərin gərginlik dövrəsinə qoşulan ideal parametrlərini araşdırın və təqdimat hazırlayın.
- Reaktiv vattmetrlərə aid olan vattmetrləri araşdırın və venn diaqramından istifadə edərək müqayisə edin.





Sxem 4.11



#### 4.1.3. Qiymətləndirmə

Aşağıdakı qiymətləndirmə meyarına əsasən qiymətləndirəcəksiniz:

##### **“Üçfazlı elektrik dövrlərində reaktiv gücü ölçür”**

- Reaktiv gücün ölçülməsi nə üçün praktik əhəmiyyət daşıyır?
- Reaktiv gücün ölçülməsində xəta hansı interval arasında dəyişir?
- Hansı gücə reaktiv güc deyilir?
- Reaktiv gücün vahidi nədir?

### İstifadə olunan mənbələr

1. H.S. Əliyev "Elektroenergetikada ölçmə texnikası"
2. Z.İ. Kazımzadə "Elektrotexnikanın nəzəri əsaslar"
3. E.B. İsgəndərzadə Z.Y. Aslanov "Ölçmə və nəzarətin üsul və vasitələri"
4. Muradlı C.Ə. "Ekoloji proseslərdə elektrik ölçmələri"
5. T.M. Əliyev, R.M. Mirsəlimov, T.Ə.Həsənov "Elektrik ölçmələri"
6. Ş.İ. Əliyev "Elektrik-ölçü cihazları"