AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
Sumqayıt Dövlət Universiteti nəzdində
Sumqayıt Dövlət Texniki Kolleci

ElektrikÖlçmələri

SUMQAYIT-2020

Müəllim –Cavadova Arzu

Elektrik ölçmələri fənnindən suallar və mühazirə

1. Elektrik ölçmələri haqqında ümumi məlumat
2. Elektrik ölçmələri vasitələri
3. Ölçmə vasitələrinin struktur sxemi
4. Ölçmələrin növləri
5. Elektrik ölçmə metodları
6. Ölçmə xətaları
7. Sistematik xətaların azaldılması metodları
8. Elektromexaniki ölçmə cihazlarının tərkibi və ümumi xassələri
9. Elektromaqnit ölçmə mexanizmləri
10. Elektrodinamik ölçmə mexanizmləri
11. Elektron ölçmə cihazları haqqında ümumi məlumat
12. Elektron voltmetrləri
13. Sabit cərəyan dövrələrində gücün ölçülməsi
14. İnformasiyanı qeydetmə üsulları
15. Düz çevirmə özüyazan cihazları
16. Körpü ölçmə metodları
17. Sabit cərəyan körpüləri
18. Rəqəm ölçmə cihazları
19. Maqnit kəmiyyətlərin ölçülməsi məsələləri
20. Maqnit selinin və gərginliyinin ölçülməsi
21. Ölçmə çevricilərinin xarakteristikası
22. Ölçmə çevriciləri metodları
23. İnformasiya ölçmə sistemləri
24. Ölçmə vasitələrinin xarakteristikaları
25. Sistematik xətalar
26. Təsadüfi xətalar
27. Maqnit-elektrik ölçmə mexanizmləri
28. Elektron ommetrləri
29. Dəyişən cərəyan körpüləri
30. Rəqəm ölçmə cihazlarının əsas xarakteristikaları
31. Informasiya ölçmə sistemlərinin əsas xarakteristikaları
32. Elektrik ölçmələri vasitələri.
33. Ölçmə çeviriciləri.
34. İnformasiya ölçmə sistemləri.
35. Ölçmə vasitələrinin xarakteristikaları.
36. Metraloji xarakteristikalar.
37. Çeviricinin çevirmə əmsalı.
38. Elektrik ölçmə metodları
39. Bilavasitə qiymətləndirmə metodu.
40. Müqayisə metodu.
41. Diferensial metodu və əvəzetmə metodu.
42. Ölçmə xətaları.
43. Yaranma şəraitindən asılı olaraq xətanın növləri.
44. Xətanın növləri.
45. Sistematik xətalar.
46. Alət və cihazın düzgün quraşdırılmasından yaranan xətalar.
47. Xarici təsirlərdən yaranan və metod xətaları.
48. Sistematik xətaların azaldılması metodları.
49. Əvəzetmə metodu.
50. Işarəyə görə kompensasiya metodu.
51. Qarşı qoyma metodu və simmetrik müşahidələr metodu.
52. Elektromexaniki ölçmə cihazlarının tərkibi və ümumi xassələri.

53. Elektromexaniki cihazların növləri.
54. Maqnit elektrik ölçmə mexanizmləri.
55. Ölçmə mexanizmləri konstruktiv quruluşuna görə növləri.
56. Ferrodinamik ölçmə mexanizmləri.
57. Maqnit –elektrik ampermetrlər
58. Maqnit –elektrik voltmetrlər.
59. Düzləndiricili cihazlar.
60. Elektromaqnit ampermetrlər.
61. Elektromaqnit voltmetrlər.
62. Elektrodinamik ampermetrlər.
63. Elektrdonamik voltmetrlər.
64. Elektron ölçmə cihazları
65. Elektron voltmetrləri.
66. Sabit cərəyan və birfazalı dəyişən dövrələrində gücün ölçülməsi.
67. Qeydedici cihazlar.
68. Qeydetmə
69. Informasiyanı qeydetmə üsulları.
70. Maddə qatının daşıyıcıya çəkilmə və yerinə yetirilən qeydetmə üsulları.
71. Daşıyıcıdan maddə qatının götürülməsi ilə yerinə yetirilən qeydetmə üsulları.
72. Müqayisə metodları ilə ölçmələr.
73. Sıfır metodu, diferensial və üst-üstə düşmə metodu.
74. Körpü ölçmə metodları.
75. Sabit cərəyan körpüləri.
76. Ikiqat sabit cərəyan körpüləri.
77. Avtomatik körpülər.
78. Kompensasiya ölçmə metodları.
79. Kampensatorlar.
80. Rəqəm ölçmə cihazları.
81. Rəqəm ölçmə cihazlarının və çeviricilərin üstünlükləri.
82. Rəqəm ölçmə cihazlarının nöqsanları.
83. Rəqəm ölçmə cihazalarının təsnifatı.
84. Say sistemləri və kdlar.
85. Rəqəm ölçmə cihazlarının təsnifatı.
86. Trigger.
87. Içarə indikatorları.
88. Vakuum luminessent indikatoru.
89. Rəqəmlərin elementlərə görə qurulması qurğusu.
90. Xüsusi qazboşalma lampaları.
91. Maye kristallar.
92. Birbaşa çevirməli rəqəm cihazları.
93. Müvazinətləndirmə ilə çevirməli rəqəm ölçmə cihazları.
94. Fəza parametrinə çevirməli RÖC.
95. Impluslar sayına çevirməli RÖC
96. Tezliyə çevirməli RÖC
97. Amplitudaya çevirməli RÖC
98. Zaman ərzində ardıcıl çevirməli RÖC.

GİRİŞ

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, birfazalı və üçfazalı dəyişən cərəyan dövrəsində gücü, aktiv və reaktiv gücü, elektrik enerjisi sərfinin ölçülməsini biləcəkdir.

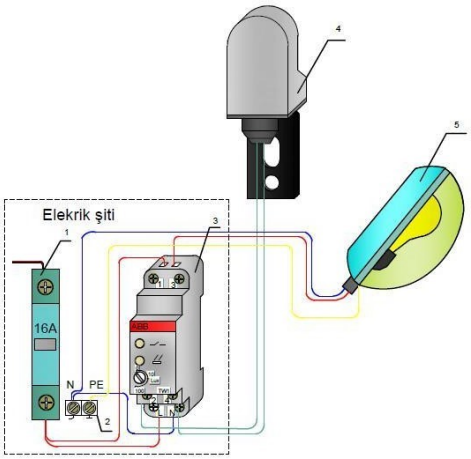
- **Əsas anlayışlar**

iziki 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 xətaları 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 siqnalının əsl qiymətinə görə müəyyən olunmuş qiyməti ilə giriş kəmiyyətinin əsl qiyməti arasındakı fərqə bərabərdir.



Şəkil 1.1 Elektrik şiti

Ölçülən kəmiyyətin (giriş siqnalının) 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 sıfıra yaxınlığını əks etdirən keyfiyyəti kimi başa düşülür.

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

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

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

Ölçmə vasitələrinin xətalarının dəyişmə xarakterindən asılı olaraq aşağıdakılar mövcuddur:

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

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

3) *kobud xətalar*-təcrübədə kobud səhvlər buraxılması nəticəsində gözlənildiyindən artıq alınan xətalardır.

Yaranma şəraitindən asılı olaraq aşağıdakı xətalar 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 xətadır.

Ölçmə üsulları

ə vasitələrinin eyniliyinin əsas xarakteristikası onların müəyyən edilmiş normalara n olmasıdır. Belə vəziyyətə nail olunması ölçmə vasitələrinin etibarlılığı ilə sıx dardır. Ölçmə göstəricilərinin müvafiq normalara uyğunluğu isə ölçmə metodlarının illiyi və cihazların sınaqlarının yerinə yetirilməsi keyfiyyəti və müddətlərindən lır.

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

- *düz və ya birbaşa* ölçmələrdə axtarılan kəmiyyətin qiyməti bilavasitə təcrübə yolu ilə alınan qiymətlərdir.
- *dolayı* ölçmələrdə axtarılan kəmiyyət birbaşa ölçmədən alınan qiymətlər ilə axtarılan kəmiyyət arasındakı aslılıqdan 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. Dolayı və nisbi ölçmə üsulları məhdud istifadə edilir.

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

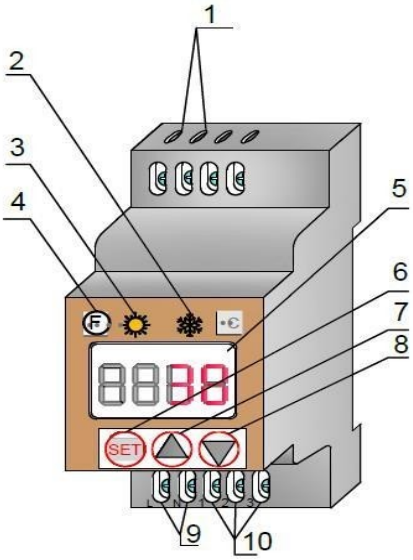
1-temperatura həssas elementin qoşulma yuvacıqları("1" və "2"); 2-soyuq temperaturu ölçmə zamanı közərən LED indikator; 3-isti temperaturu ölçmə zamanı közərən LED indikator; 4-Farenqeytlə ölçmə zamanı közərən LED indikator; 5-4 ədəd 7 seqmentli maye-kristal displey; 6-"SET" proqramlaşdırma düyməsi; 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 kontaktsız 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 doğruldur.

Elektrik cihazları avtomatik qurğular və ölçmə sistemlərində daha çox istifadə edilirlər. 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 *Şəkil1.3Flukeölçücihazı*

Ölçülən xətti kəmiyyət elektromexaniki çeviricilərin köməyi ilə elektrik kəmiyyətinə çevrilir.

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

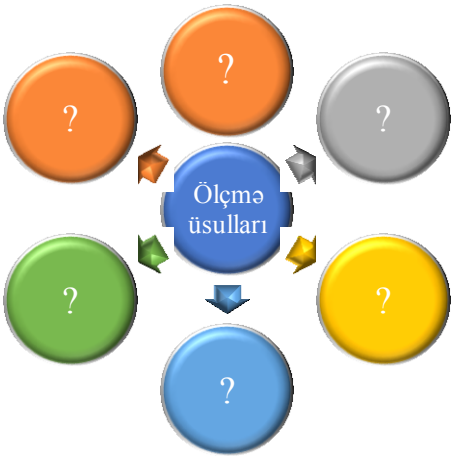
- Ölçmə yeri və nəticələrin alınma yerinin ərazi cəhətdən bölünmə imkanı;
- Elektrik kəmiyyətləri kimi alınmış ölçmə nəticələrini elektromexaniki, qeydedici və siqnal verici maşınlarda istifadə etmək imkanı;
- Istismarın rahat olması.

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

Elektrokontaktlı ölçü cihazları. Bu cihazlarda ölçülən kəmiyyətin dəyişmələrinin elektrik siqnalına 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 hazırlana bilməsi imkanı və yüksək məxsusi tezliyə nail olunmasıdır.



- **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 *çapedici 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.

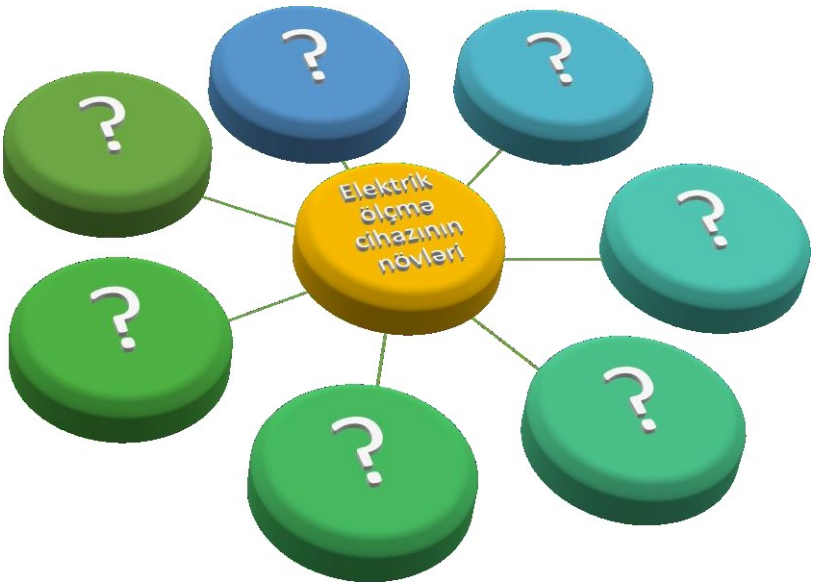
İÖS dörd qrupa bölünə bilər:

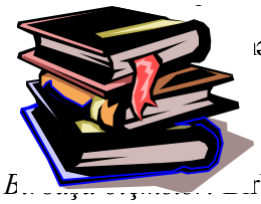
1. *Ölçmə sistemləri*. Bunlar yuxarıda göstərilən funksiyaları yerinə yetirir və ölçmə informasiyasını müşahidə, yaxud qeyd etmək üçün müvafiq formada təsvir edir.

2. *Avtomatika nəzarətsistemləri*. 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.





Ölçmə növləri

ə nəticələrinin alınma üsullarına görə ölçmələri aşağıdakı növlərə bölmək olar:

Birbaşa ölçmələr.

Dolayı ölçmələr.

Birgə ölçmələr.

B... ...rbaşa 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...

$y = F(x_1\ x_2 ... x_n)$ x_1 $x_2 ... x_n$ 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 temperaturlarda ölçməklə onun müqavimətinin temperaturdan asılı olaraq müxtəlif qiymətlər almasını təyin etmiş olarıq.

- **Ölçmə metodları**

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

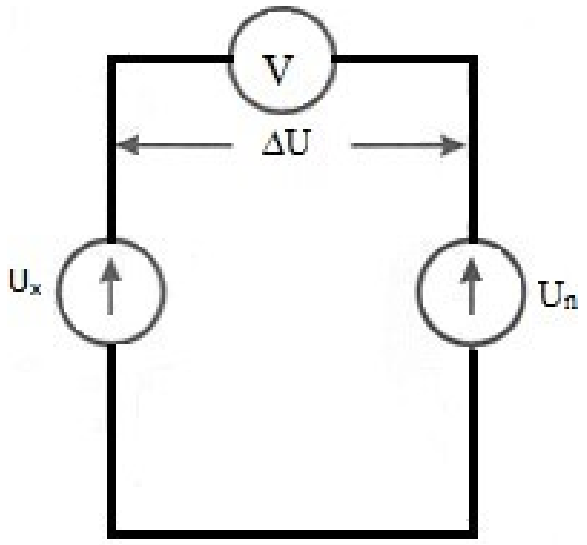
Bilavasitə qiymətləndirmə metodu

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 aparan 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 baxılmır.

- **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. Əvəzetmə metodu.
4. Üst-üstə düşmə metodu.

1. Sıfır metodu. Bu metodda nümunəvi Un kəmiyyəti ilə ölçülən Ux kəmiyyətinin fərqi ΔU sıfıra gətirilir. Yəni Un - Ux= ΔU

Əgər ΔU=0 olarsa, onda (şəkil) $U_X=U_n$ olar.

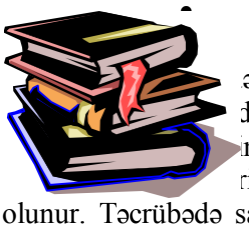
Bu halda həmin fərqi ölçən cihaz deyil, onun olmadığını göstərən cihaz "sıfır-indikator" lazım olur.

2. Diferensial metod (fərq metodu). Bu halda ölçülən U_x kəmiyyəti ilə nümunəvi $U_{,,}$ kəmiyyəti arasındakı fərq ölçülür. Yəni U_n - U_x= Δ U

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

3. *Əvəzetmə metodu.* Bu metodla ölçü apardıqda 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 metodda şkalanın müəyyən bölgələrinin və ya siqnalların üst-üstə düşməsindən istifadə edilir və o, ölçmə dəqiqliyini artırmaq üçün işlədilən cihazlarda geniş tətbiq olunur



Elektrik dövrəsində cərəyanin ölçülməsi

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

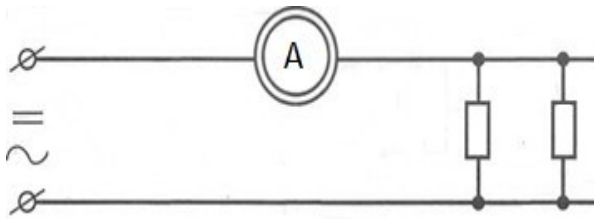
Amper – sabit cərəyanın şiddətidir. İki bir – birinə paralel düzxətli sonsuz uzunluğa və çox kiçik dairəvi en kəsiyi

sahəsinə malik bir–birindən 1m məsafədə vakuumda ötürücülərdən keçən cərəyan bu ötürücülər arasında uzunluğu 1m olan sahədə 2·10 N qüvvə yarada bilərdi.

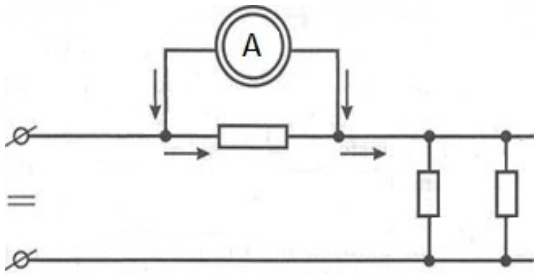
Elektrik dövrəsində cərəyan şiddətini ölçmək üçün mikroampermetr, milliampermetr, ampermetr və kiloampermetrdən istifadə olunur. Praktikada belə cihazlara sadə olaraq ampermetr deyirlər. Ampermetrlər dövrəyə ardıcıl qoşulur.

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

$$R_ş = R_a/(n - 1)$$

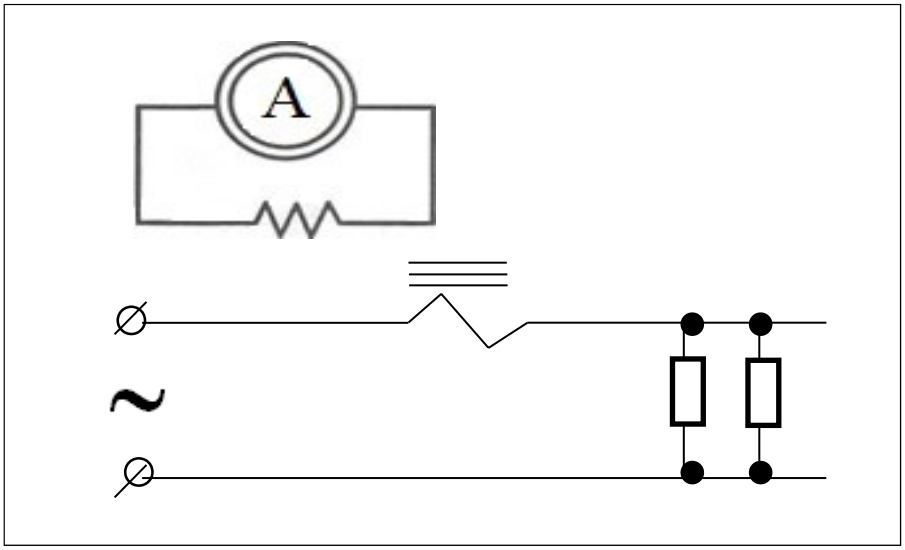
R_a – ampermetrin dolağının müqaviməti; n- ölçmə həddinin neçə dəfə böyüdülməsi.

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

- **Ampermetrin cərəyan trasformatoru vasitəsilə dövrəyə qoşulması**

Dəyişən cərəyan dövrələrində 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

$I_1=I_2 \cdot K_T=4 \cdot 60=240$ A

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

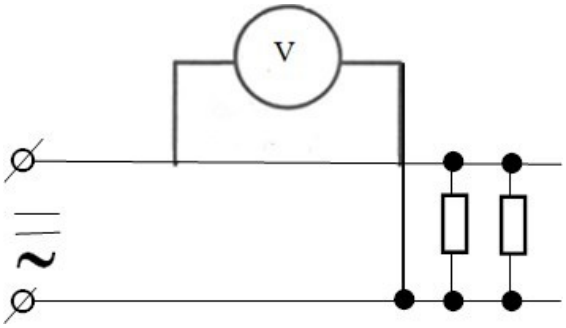
- **Elektrik dövrəsində gərginliyin ölçülməsi**

inliyi ölçmək üçün mikrovoltmetr, millivoltmetr, voltmetr, oltmetrdən istifadə olunur. Əgər cihazın müqaviməti dəyişmirsə, onda cihazın larındakı gərginlik

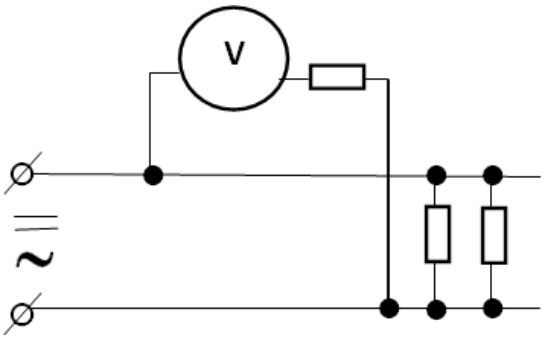
$$U_n = I_n R_n$$

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

$R_ə = R_v (n-1)$

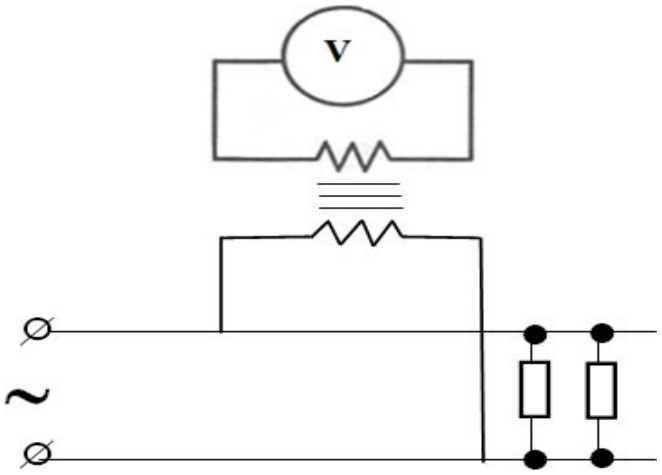
R_v - voltmetrin dolağının müqavimətidir; *n* - ölçmə həddinin neçə dəfə artırılması. Əgər R_v =3000 Om olarsa, cihazın ölçmə həddini 4 dəfə genişləndirmək üçün

$R_ə = R_v(n-1) = 3000\ (4-1) = 3000 \times 3 = 9000$ 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 mexanizmli voltmetrlərdən istifadə olunur. Dəyişən cərəyan elektrik dövrəsinin gərginliyini ölçmək üçün çox vaxt ektromaqnit ölçü mexanizmli 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

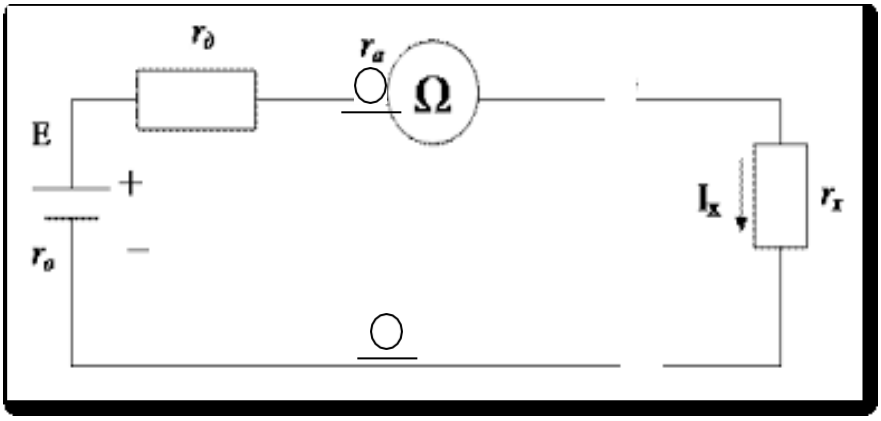
Müqavimətin ölçülməsi

rik qurğuları, onların detalları və birləşdirici naqilləri elektrik müqavimətinə :dir. Bu müqavimətlər çox müxtəlif qiymətlərdə ola bilər.

Müqavimətin ölçülməsi əsasən aşağıdakı ölçmə metodları ilə yerinə lir.

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

- **Ommetr vasitəsilə müqavimətinölçülməsi**



Sxem 2.9 Müqavimətin ommetr vasitəsi ilə ölçülməsi

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

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

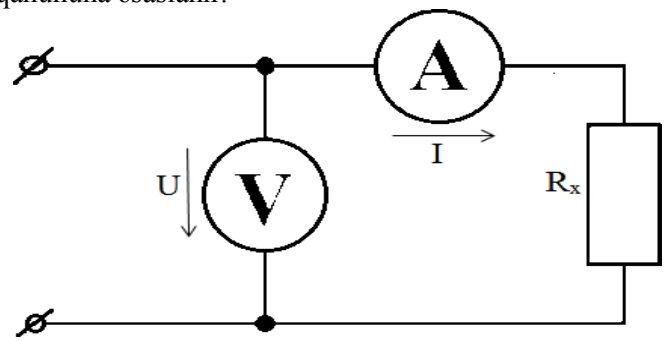
Cihazın daxili müqaviməti onun gərginliyi ilə tənzimlənir və cihazın əqrəbi "∞" vəziyyətinə gətirilir. 1 və 2 sıxaclarını qapadıqda əqrəbin göstərişi "O" vəziyyətinə gəlir. Əgər 1 və 2 sıxaclarına 1000 Om olan müqavimət birləşdirsək, əqrəbin göstərişi şkalanın 1000 bölgüsü üzərində dayanar.

Ommetrin ölçü mexanizmi maqnitoelektrik sistemli milliampermetrin eynidir. Bu cihazın dolağı ilə

ardıcıl olaraq r_0 əlavə müqaviməti və E daxili müqaviməti r_Q olan batareya qoşulur. Mənbənin dəyişməz qiymətində cihazın göstərişi r_x-in müqavimətinin qiymətindən asılı olacaqdır. Cihazın şkalası omlarla dərəcələnir.

- **Ampermetr və voltmetr vasitəsilə müqavimətin ölçülməsi**

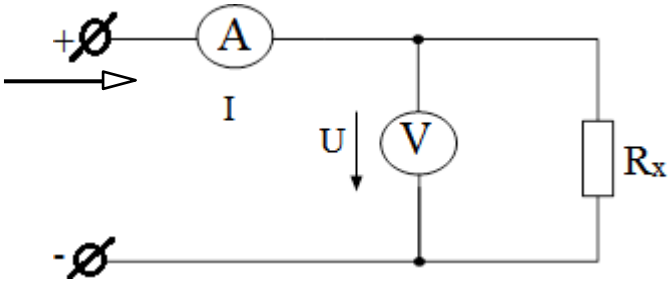
Bu üsul da Om qanununa əsaslanır.



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.

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

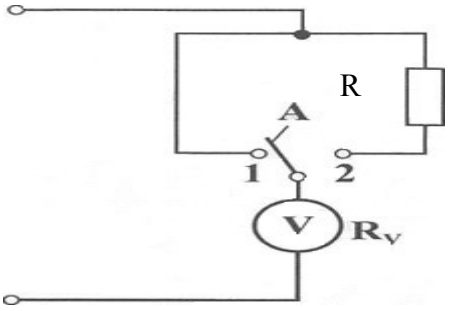


Sxem 2.11 Kiçik müqavimətlərin voltmetr və ampermetr vasitəsilə ölçülməsi

Müqavimətin 2.3.3.-cü sxemə əsasən ölçdükdə 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

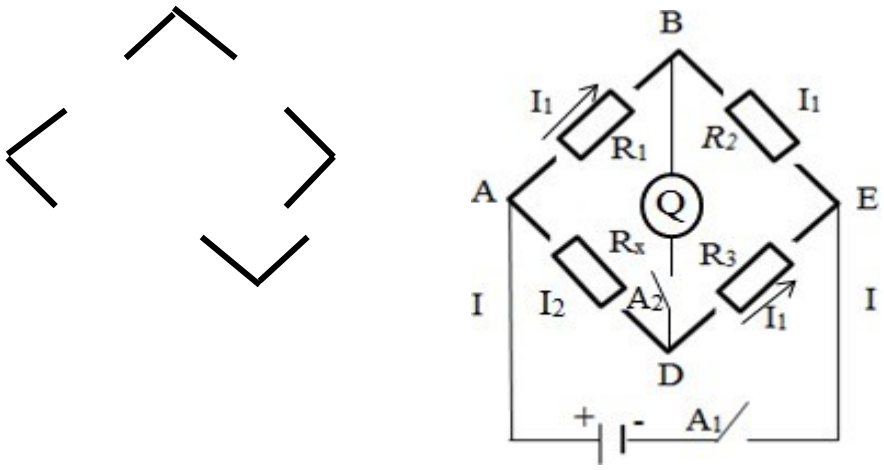
A - açarını 1 vəziyyətinə qoyduqda voltmetr dövrənin ii, gərginliyini göstərir. Açarın 2 vəziyyətində voltmetrin göstərişi U_2 aşağı düşür. Onda müqavimət aşağıdakı ifadə ilə hesablanır.

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

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_2R_3 müqavimətlərində eyni olur.



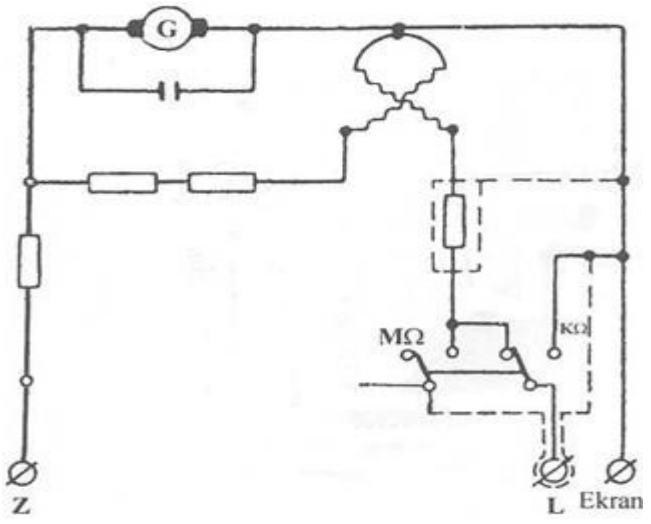
Sxem 2.13 Müqavimətin ölçülməsi üçün körpü sxemi

- **Müqavimətin meqommetr vasitəsilə ölçülməsi**

Hər bir elektrik qurğularında naqillərin və maşın gövdələrinin yerə nəzərən və öz aralarında izolyasiyanın müqavimətini yoxlamaq üçün meqommetr 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 x 1000 = 220 k Om olmalıdır.

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

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



Sxem 2.14 Meqommetr

Şəkil2.6AM-2004.Meqommetr

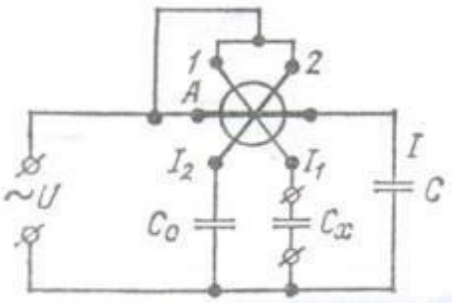
Elektrik dövrəsinin parametrlərin ölçülməsi

rik dövrələrinin parametrlərinin-müqavimətin, tutumun, induktivliyin, qarşılıqlı ctivliyin ölçülməsi müxtəlif cihazlar və üsullar vasitəsilə yerinə yetirilə bilər. Bu və gər şərtin seçilməsi məsələnin qısa şərtlərindən – ölçülən kəmiyyətin gözlənilən ətindən, tələb olunan dəqiqlikdən və eksperiment aparan şəxsin əlində olan cihaz və ınlıqlardan və s. asılıdır.

Dəqiq ölçmələr üçün (xətalar 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 dərəcələnmiş 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 sarğacların 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

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

Loqometrin hərəkət edən hissəsinin meyletməsi hərəkət edən sarğacın dolaqlarındakı cərəyanların nisbəti ilə müəyyən olunur, yəni

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

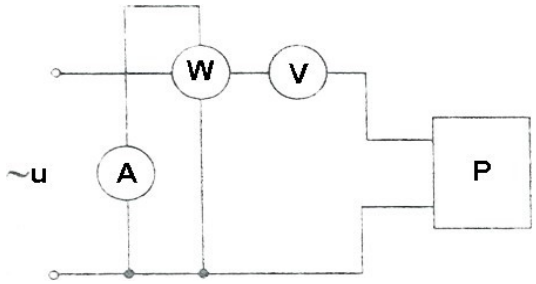
I_2 C_0

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.

- **Induktivliyin 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.

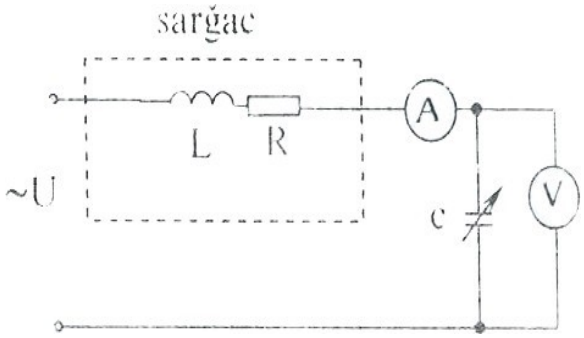


Sxem 2.33 də ampermetr, voltmetr və vattmetrdən istifadə etməklə induktiv xarakterli qəbuledicinin parametrlərinin təyin edilməsi

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 sarğacdan 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 ω məlum olmalıdır.

Elektron ölçmə cihazları.

ron ölçü cihazlarının əsas elementləri elektron ölçmə çeviriciləri və çıxış kəmiyyətini maqnit-elektrik mexanizmlər və ya osilloqrafdan ibarət olur. Elektron cihazların əsas lükləri onun cəld işləməsi və dəqiqliyidir. Elektron cihazlarda istifadə olunan entlərin həcminin 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 işlənilən materialların və cihazların hazırlanma texnologiyasının yaxşılaşdırılması ilə yanaşı olaraq təkmilləşdirilmişdir. Mikrokiçiltmə elektron cihazlarının stabilliyinin və etibarlılığının artmasına, onların ölçü və çəkilərinin kiçildilməsinə, digər istismar göstəricilərinin yaxşılaşdırılmasına səbəb olur.

Şəkil 3.1 Elektronölçmə cihazı

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 – fazafırlandırıcılar, attenyuatorlar (siqnal zəiflədiciləri) və s. aiddir.

Elektron voltmetrləri

ron voltmetrlər – sabit və dəyişən cərəyan dövrələrində gərginliyi ölçmək üçün ən yayılmış elektron cihazlardır. Elektron voltmetrlər giriş gərginlik bölücüsündən, ndiricidən və maqnitoelektrik ölçmə mexanizmindən ibarətdir. Təyinatından asılı q aşağıdakı qruplara ayrılır.

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

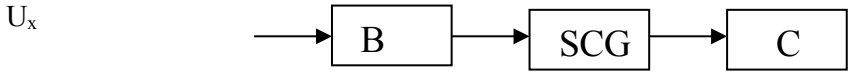
Elektron voltmetrlərin giriş müqavimətləri çox böyük olur. Bu müqavimət $10^8 \div 10^{13}$ Om-a qədər olur, bu da onlardan çox kiçik güclü dövrələrdə ölçmələr aparmağa imkan verir.

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.

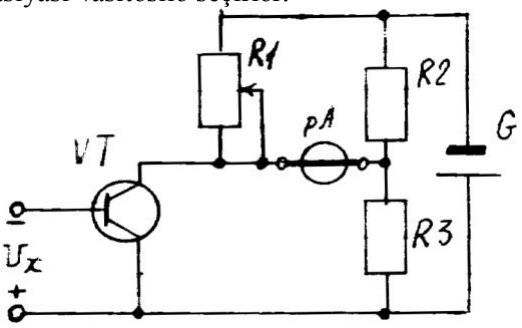
- **Sabit cərəyan voltmetrləri**

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 yarımkeçirici 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 sıfrını 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.

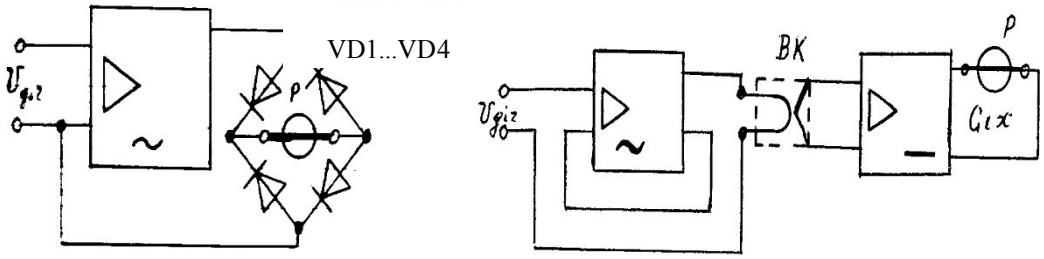
- **Dəyişən cərəyan voltmetrləri**

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 analoji birləşdirilmiş dövrələrdir. Voltmetrlərin bəzi tiplərində ölçmə diapazonunu əks rabitəsindəki 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.

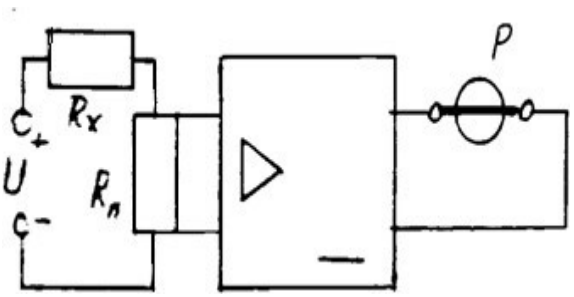


Sxem 3.4 Dəyişən cərəyanın orta və təsiredici qiymətlərini ölçən voltmetrlərin struktur sxemləri

- **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 düşgülərinin 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 cərəyana görə gücləndirilir və göstərici cihaza, maqnitoelektrik 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.

- **Elektron vattmetrlər**

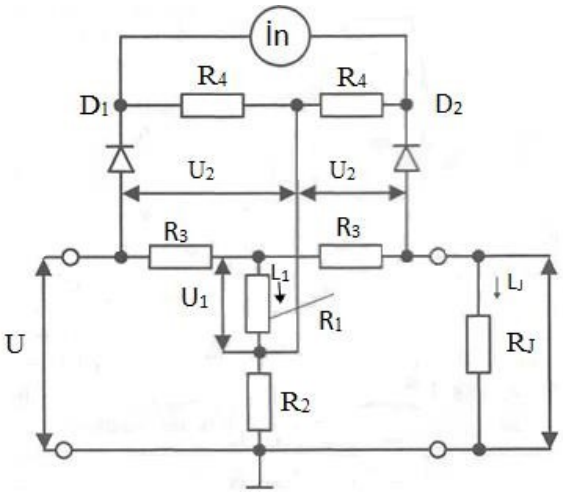
son diodlarda, stabilitronlarda və s.) yığılır. Bu elektron cihazlar elektromexaniki cihazlara nisbətən müəyyən üstünlüklərə malikdir. Bunlardan hərəkət edən mexanizmin olmaması, geniş tezlik diapazonunda işləməsi, yüksək həssaslığa malik olması, ölçü nəticəsinin məsafəyə ötürməsi kimi xassələri göstərmək 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 $U_1 = i_1R_1 = r_y U_y \cdot R_y$ 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.

$U_2=i_yR_3=r_2iy$

Onda D_1 diodunda müəyyən zaman anında

$U' = U_1 + U_2 = r_1u_y + r_2i_y$

cəmi, D_2 diodunda isə $U' = U_1 - U_2 = r_1U_y - r_2 I_y$

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

$i'' = r_3(U_1 - U_2)^2$ olur və ΔU-nun qiyməti aşağıdakı asılılıqdan müəyyən olunur. $\Delta U = 4U_1 U_2U_3 R_4 = 4rui_y$ $=r_0P$ P gücün ani qiymətidir. Maqnit elektrik İN-indukatoru ΔU-nun orta qiymətindən təsirləndiyi üçün onun hərəkət edən hissəsinin a dönmə bucağı gücə mütənasib olur.

Şəkil 3.6 Elektron vattmetr

Rəqəmsal elektron cihazları

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

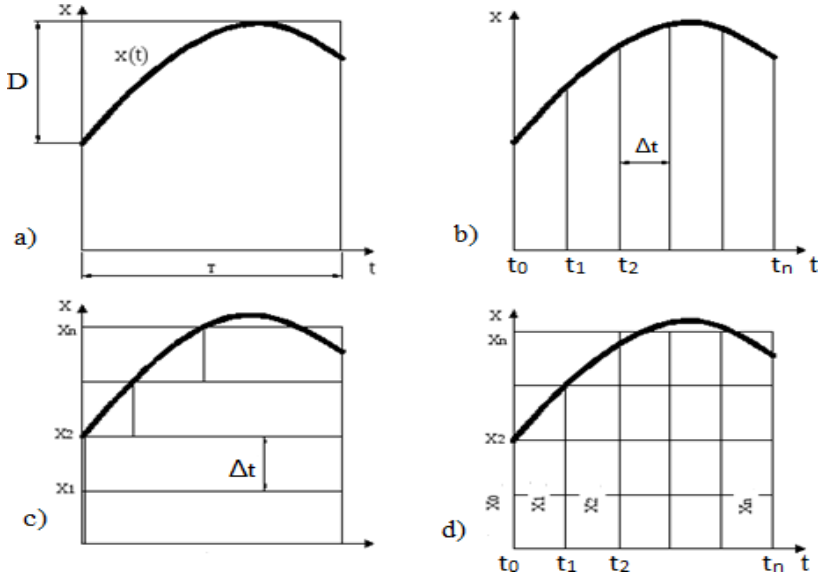
Diskretləşmiş kəmiyyətin qiyməti sıfırdan zamanın yalnız müəyyən anlarında fərqlənir. Vaxta görə fasiləsiz, qiymətinə görə fasiləli kəmiyyəti *kvantlanmış* (Sxem 3.4 1.c) adlandırırlar. Kvantlanmış kəmiyyətin *D* diapazonunda ancaq son qiymətləri qəbul edə bilər.

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.

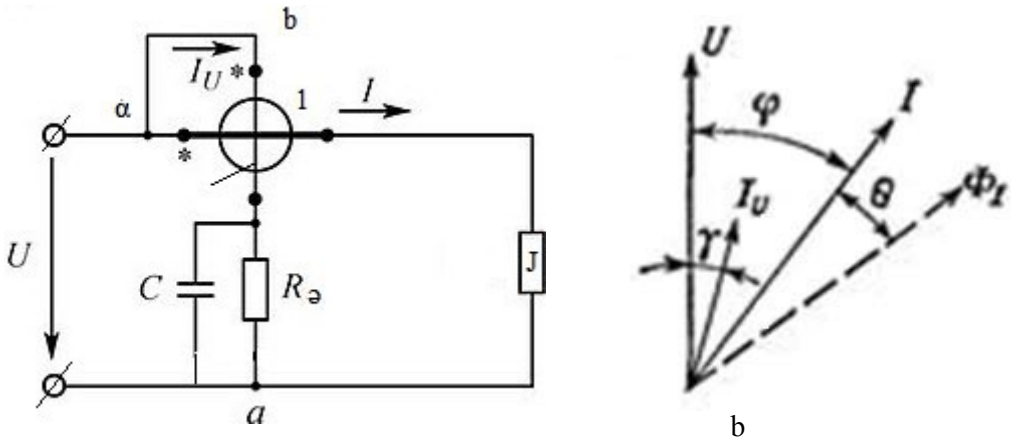
Rəqəmli voltmetrlərin sxem həlli analoq-rəqəm çevrilməsinin istifadə olunan metodundan asılı olur. Bu baxımdan zaman–impuls, tezlik–impuls çevrilməli voltmetrlər geniş tətbiq tapmışdır. Nümunə kimi zaman – impulslu voltmetrlərin quruluş prinsipinə baxaq.



Sxem 3.8 Fasiləsiz kəmiyyətin diskretləşmə və kvantlanması

Sabit cərəyan və birfazalı dəyişən cərəyan dövrəsində güc

və dəyişən cərəyan dövrələrində gücü ölçmək üçün əsasən elektrodinamik və linamik vattmetrlərdən istifadə olunur. Elektrodinamik vattmetrlər sabit cərəyan və ən cərəyan (2000 hs tezliyə qədər) dövrələrində gücü ölçmək üçün tətbiq olunur. , bir qayda olaraq, qeyri- stasionar hazırlanır və yüksək dəqiqliyə malik olur. dinamik vattmetrlər,
adətən, stasionar hazırlanır, nisbətən kiçik dəqiqlikli, (1,0; 1,5) olur və əsasən 50hs 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) *Rə* əlavə müqaviməti ilə birlikdə yükə paralel qoşulur və *paralel sarğac* adlanır.

Sabit cərəyan dövrəsinə qoşulduqda vattmetr üçün aşağıdakı ifadə alınır:

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

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

α=SUI=SP,

burada

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

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

Paralel dövrədəki cərəyan

$$I_u = \frac{U}{\square_u + R_{ə}} \cos\Upsilon$$

Axırıncı ifadədən görünür ki, vattmetr gücü yalniz iki halda $\Upsilon = 0$ və $\Upsilon = \varphi$ olduqda düzgün ölçür.

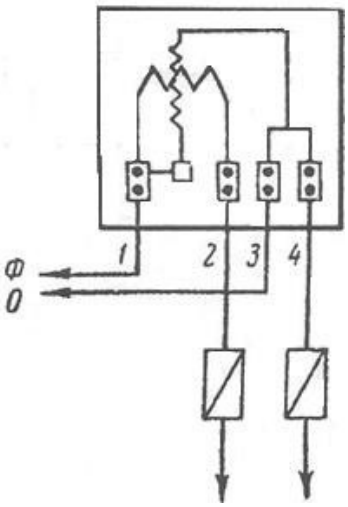
$\Upsilon = 0$ şərti paralel dövrədə gərginliklər rezonansı yaratmaqla, məsələn, 4.1.1. *a* şəklində göstərildiyi kimi, müəyyən tutumlu *C* kondensatoru qoşmaqla yerinə yetirilə bilər. Ancaq gərginliklər rezonansı müəyyən bir tezlikdə baş verir. Tezlik dəyişdikdə $\Upsilon = 0$ şərti də pozulacaq. $\Upsilon \neq 0$ olduqda vattmetr gücü $\beta\Upsilon$ xətasi ilə ölçəcəkdir. Bu xətaya bucaq xətası deyilir və o, aşağıdakı kimi təyin olunur:

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

Elektrik enerjisi sərfininölçülməsi

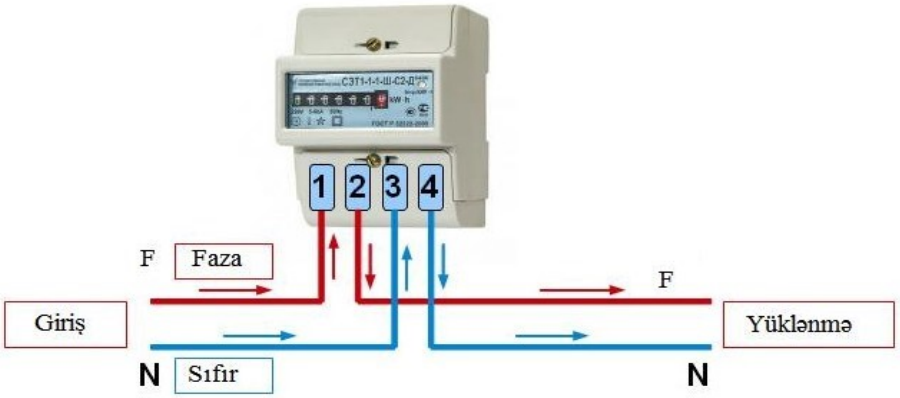
rik enerjisi sərfiyyatını ölçmək üçün elektrik enerji sayğaclarından istifadə olunur. acların vattmetrlərdən fərqi ondan ibarətdir ki, vattmetrlər zamanın hər hansı anında nin gücünü göstərir. Sayğaclar isə müxtəlif zaman intervalında sərf olunan gücün etini göstərir. Hazırda dəyişən cərəyan dövrəsinin enerji sərfini ölçmək üçün sion sistemli cihazlardan,
sabit cərəyan dövrəsinin enerji sərfini ölçmək üçün elektrodinamik ölçü mexanizmli cihazlardan istifadə olunur.

Sayğacların dövrəyə qoşulma sxemləri vattmetrlərin dövrəyə qoşulma sxemlərindən fərqlənmir. Sayğaclarda ölçü həddini genişləndirmək məqsədilə ölçü transformatorlarından istifadə edilir. Birfazalı cərəyan dövrəsinin aktiv enerji sərfini ölçmək üçün Sxem 4.2 1.-də sayğacın dövrəyə qoşulması verilmişdir.

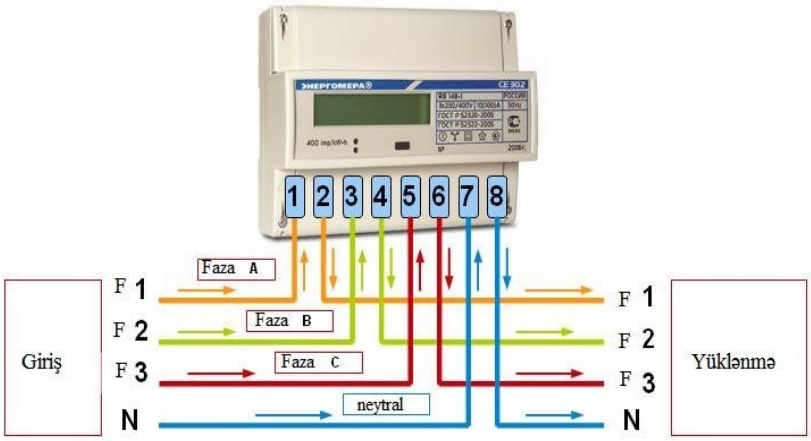


Sxem 4.3 Sayğacın dövrəyə qoşulması

Şəkil 4.1 Sayğacın quraşdırılması



Şəkil 4.2 Birfazalı elektrik dövrəsinin sayğaca qoşulması



Şəkil 4.3 Üçfazalı elektrik dövrəsinin sayğaca qoşulması

Üçfazalı dövrənin enerji sərfini ölçmək üçün sayğacların dövrəyə müxtəlif növ qoşulma sxemləri ilə tanış olaq.

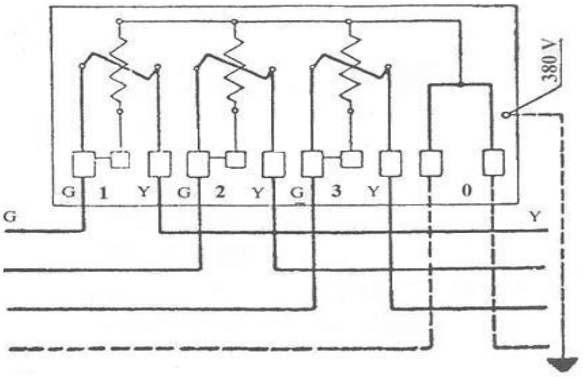
G - generator; Y - yük.

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.

Üçfazalı sayğacların müxtəlif tipləri mövcuddur. Bu sayğaclar induksiya sistemli ölçü cihazlarıdır ki, onlar 50 Hs tezlikli şəbəkə üçün nəzərdə tutulur. Belə sayğacların dəqiqlik sinfi 2-dir. Reaktiv sayğaclarda isə dəqiqlik sinfi 3-dür.



Sxem 4.4 Üçfazalı elektrik dövrəsinin sayğaca qoşulması sxemi

- **Üçfazalı elektrik dövrəsində aktiv gücü və enerjisi**

zalı dəyişən cərəyan dövrələrində aktiv gücün və enerjinin ölçülməsi prinsip etibarı rfazalı dövrələrdən fərqlənmir. Burada da gücü ölçmək üçün vattmetrlərdən, enerjini ək üçün isə hesablayıcılardan istifadə edilir. Hər iki cihazın, yəni həm vattmetr, həm esablayıcının dövrəyə qoşulmasında heç bir fərq olmadığı üçün bundan sonrakı lər həm gücün, həm də enerjinin ölçülməsinə aid olacaqdır.

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

Üçfazalı 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 üçfazalı 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 üçfazalı cihaz hazırlanmışdır.

Əgər dördməftilli üçfazalı 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:

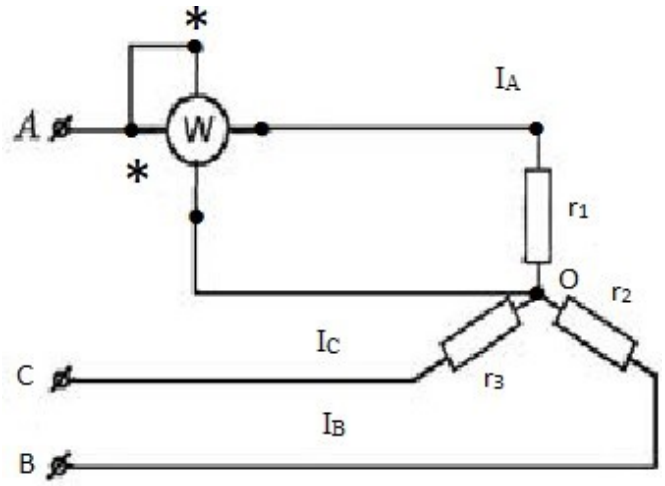
$P = 3\, U_f I_f \cos\varphi = \sqrt{3}\, U_x I_x \cos\varphi$

$t_1 \div t_2$ 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, üçfazalı cərəyan mənbələri üçün ümumi güc birləşmələrdən asılı deyildir; dolaqları istər ulduz və istərsə də üçbucaq birləşmiş mənbələr üçün güc eyni qiymətdə alınır: $P = \sqrt{3}\, UI \cos\varphi$

Burada U və I –sistemin xətt gərginliyi və xətt cərəyanın effektiv qiymətləri; φ- faza kəmiyyətləri arasındakı fazalar fərqidir.



Sxem 4.6 Simmetrik yüklənmiş üçfazalı dövrənin gücünün bir vattmetrlə ölçülməsi

- **Üçfazalı elektrik dövrələrində reaktiv gücün ölçulməsi**

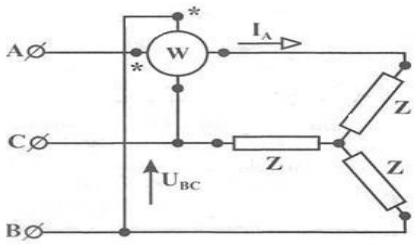
sir dövrdə sabit cərəyanın gücünün, üç fazalı dəyişən cərəyanın reaktiv gücünün məsi tələb olunur. Reaktiv gücün ölçülməsi ancaq üçfazalı cərəyandan istifadə edən lektrik enerjisi istehsalçıları üçün praktik əhəmiyyət daşıyır. Reaktiv gücün məsində xəta ± (0.01 0.5) % arasında lıdır.

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

Üçfazalı 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

$Q = UI\sin\varphi$

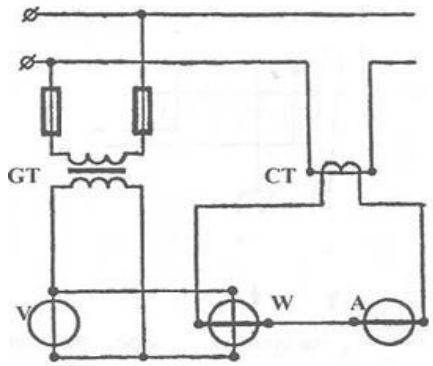
Ölçü vahidi volt-amper reaktivdir. Onda üçfazalı dövrənin reaktiv gücü ayrı-ayrı fazaların reaktiv gücləri cəminə bərabər olar.

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

Üçfazalı simmetrik dövrə üçün bu ifadəni belə yazmaq olar.

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

Üçfazalı 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.

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"

ÖLÇMƏ VASİTƏLƏRİNİN XARAKTERİSTİKASI.

Metroloji xarakteristikalar - metraloji xarakteristikalar ölçmə vasitələrinin seçilməsi və ölçmə nəticələrinin dəqiqliyinin qiymətlərinin dəqiqliyinin qiymətləndirilməsi üçündür. Ölçmə nəticələrinin əsas metraloji xarakteristikalarından biri xətadır. Mühüm metroloji xarakteristikalardan biri cihazın göstərişlərinin variasiyasıdır. Variasiya giriş kəmiyyəti qiymətinin artan və azalan istiqamətdə yavaş dəyişmələrində müəyyən olunur. bu halda ölşmə diapazonunun müəyyən nöqtəsinə yaxınlaşma prosesində cihazın giriş kəmiyyətinin eyni bir həqiqi qiymətinə uyğun olan göstərişləri arasındakı fərq ***variasiya*** adlanır. Metroloji xarakteristikalara ölçmə vasitələrinin dinamik xarakteristikaları aiddir. Bunlar ölçmə vasitəsinin çıxış siqnalının zaman ərzində dəyişən kəmiyyətlərdən - giriş siqnalının parametrlərindən, xarici təsiredici kəmiyyətlərdən, yükdən asılığını müəyyən edir. Ölçmə vasitəsinin dinamik xassələrinin təsvir olunma tamlığından asılı olaraq tam və xüsusi dinamik xarakteristikalar mövcuddur. Ölçmə vasitələrinin metraloji xarakteristikalarına giriş və çıxış müqavimətləridə aiddir. Ölçmə vasitəsinin ölçmə dövrəsində az güc mənimsəməsi üçün giriş müqaviməti böyük olmalıdır. Çıxış müqaviməti isə ölçmə vasitəsinə qoşula biləcək yükün qiymətini müəyyən edir və kiçik olması daha çox arzu olunur. Ölçmə vasitələrinin xassələrini qiymətləndirmək, onların bu və ya digər istismar şəraitində tətbiq olunma imkanlarını, etibarlılığını və digər göstəricilərini müəyyən etmək üçün aşağıdakı xarakteristikalardan istifadə olunur. Ölçülən x kəmiyyətinə elektrik ölçmə cihazının həssaslığı(S) əqrəbin yerdəyişməsindən həmin kəmiyyətə görə alınmış törəməyə deyilir. Elektrik ölçmə cihazalrının böyük qrupunda əqrəbin bucaq yerdəyişməsindən istifadə olunur. Belə cihazlar üçün həssaslıq əqrəbin α bucaq yerdəyişməsindən x kəmiyyətinə görə alınmış törəməyə görə müəyyən olunur, yəni ; $S= d\alpha / dx = F(x)$ ifadəsinə əsasən şkalanın istənilən nöqtəsində cihazın həssaslığı müəyyən edilir. Əgər

F(x) sabitdirsə yəni cihaz müntəzəm şkalaya malikdirsə, o halda həssaslıq əqrəbin vəziyyətinin dəyişməsinin ölçülən kəmiyyətin dəyişməsinə olan nisbətinə və ya xüsusi halda əqrəbin tam yerdəyişməsinin cihazın ölçdüyü kəmiyyətin ən böyük qiymətinə olan nisbətinə bərabərdir. Həssaslığın tərs qiymətinə cihazın sabiti deyilir. C= 1/S . Həsassaslığın belə ifadəsi inteqrallayıcı cihazlara və rəqəm cihazlarına aid deyildir. Əgər cihazın həssaslığı sabit deyildirsə, onda belə cihaz üçün ölçmə diapazonu adlanan ölçülən kəmiyyətin qiymtələrinin müəyyən sahəsində buraxılabilən xəta normalaşdırıla bilər. Cihazın göstərişini hiss ediləbilən qədər dəyişdirən giriş kəmiyyətinin ən kiçik qiymətinə ***həssaslıq həddi*** deyilir. Həssaslıq həddi anlayışı rəqəm cihazlarına və sayğaclara da aiddir. *Çeviricinin çevirmə əmsalı* onun çıxışındakı siqnalının dəyişməsinin girişindəki siqnalın dəyişməsinə nisbəti deyilir. Bu tərif yalnız xətti çevirmə funksiyasına malik olan çevirilər üçün doğrudur. Çevirmə funksiyası qeyri - xətti olduqda çevirmə əmsalı sabit kəmiyyət olmur. Belə halda çevirmə əmsalının qiyməti dərəcələnmə xarakteristikasının hər hansı bir nöqtəsində çıxış siqnalından giriş siqnalına görə alınmış törəmə təyin edilir. Çeviricinin çevirmə əmsalı, adətən, onun normal şəraitdə tətbiq olunduğu hal üçün verilir. Ölçmə vasitələrinin əsas xarakteristikalarından biri onların etibarlılığıdır. Ölçmə vasitəsinin etibarlılığı dedikdə onun verilmiş xarakteristikalarlı müəyyən işləmə şəraitində verilmiş zaman müddətində saxlaması qabiliyyəti başa düşülür. Ölçmə vasitələrinin xarakteristikalarına həmçinin onun işçi rejimə qəraralaşma müddəti, elektiriki davamlılığı, izolyasiya müqaviməti, mexaniki təsirlərə dayanıqlığı və s. aiddir.

ELEKTRİK ÖLÇMƏ METODLARI.

Ölçmə vasitələri və ölçmə prinsiplərindən istifadə üsullarından asılı olaraq elektrik ölçmə metodları bilavasitə qiymətləndirmə metoduna və müqayisə metoduna bölünür. Aşağıdakı bu metodlar haqqında qısa məlumat verilir.

1. Bilavasitə qiymətləndirmə metodu. bu halda ölçmə nəticəsi birbaşa, heç bir əlavə əməliyyat yerinə yetirilmədən alınır, məsələn, gərginliyin voltmetrlə ölçülməsi. Nəticənin tez alınmasına və sadəliyinə görə bu metoddan geniş istifadə olunur. Cihaz ya daimi, ya da ölçmə aparılan zaman qoşula bilər. Bu halda ölçmə dəqiqliyi o qədər də böyük alınmır. Həmin göstərici elektrik ölçmə cihazlarının maksimal dəqiqliyidir. Burada bilavasitə qiymətləndirməni təmin edən, lakin işləmə prinsipi daha mürəkkəb olan - kompensasiya və açılmış metodlarına əsaslanan rəqəmli cihazlara baxılmır.

2. Müqayisə metodu. Bu metodda ölçülən kəmiyyət nümunəvi ölçü kimi götürülmüş kəmiyyətlə müqayisə edilir. Müqayisə metoduna öz növbəsində aşağıdakılar aiddir; a) sıfır metodu b) diferensial metod v) əvəzetmə metodu q) üst - üstə düşmə metodu. Sıfır metodu - bu metoda geniş məlum olan kompensasiya və körpü metodları aiddir. Həmin nümunəvi U_n kəmiyyəti ilə ölçülən U_x kəmiyyətinin fərqi ΔU sıfıra gətirilir, yəni $U_n - U_x = \Delta U$; əgər $\Delta U = 0$ olarsa, $U_x = U_n$. Bu halda həmin fərqi ölçən deyil, onun olmadığını göstərən cihaz -"cihaz - indikator" lazım olur. Belə yüksək həssaslıq tələb olunur. Yüksək həssaslığı olan cihaz yaradılması, yüksək dəqiqlikli cihaz yaradılmasından asandır. Müasir maqnit - elektrik qalvanometrinin həssaslığı 10^{-9} / 10^{-12}A- dır və elektron texnikası həssalığı xeyli yüksəltməyə imkan verir. Diferensial metod - bu halda ölçülən U_x kəmiyyəti ilə nümunəvi U_n kəmiyyəti arasındakı fərq ölçülür, yəni burada U_n-U_x =ΔU. Bu metod ölçmə cihazının öz dəqiqliyindən yüksək dəqiqliklə ölçmə aparılmasına imkan verir. Əvəzetmə metodu - bu metodla ölçmə belə aparılır - ölçülən kəmiyyət uyğun cihazları olan hər hansı ölçmə dövrəsinə qoşularaq ya müvazinətlənir, ya da dövrədə müəyyən rejim yaradılır. Sonra ölçülən kəmiyyət əvəzinə dövrəyə uyğun nümunəvi ölçü qoşulur və o, dövrədə əvvəlki rejim yaranana qədər tənzim

edilir. Bu hal ölçülən kəmiyyətin qiymətinin nümunəvi ölçünün qiymətinə bərabər olduğu anda mümkündür.

Beləliklə, iki ölçmənin nəticəsinə görə ölçülən kəmiyyət müəyyən oluna bilər. Üst - üstə düşmə metodu - bu metodda şkalanın müəyyən bölgülərinin və ya siqnalların üst - üstə düşməsindən istifadə edilir və o, ölçmə dəqiqliyini artırmaq üçün işlədilən cihazlarda geniş tətbiq olunur.

ÖLÇMƏ XƏTALARI HAQQINDA ƏSAS ANLAYIŞLARI.

Fiziki kəmiyyətin ölçülməsi nəticəsində onun qiyməti təxmini təyin edilir. Ölçmə nəticəsində alınan bu qiymət kəmiyyətin əsil qiymətindən həmişə fərqlənir. Həmin fərq ölçmə xətası olub, müxtəlif səbəblədən yaranır. Aşağıda ölçmə xətaları və onların yaranma səbəbləri ətraflı nəzərdən keçirilir. *Ölçünün mütləq xətası* onun nominal qiyməti ilə ölçünün təcəssüm etdirdiyi kəmiyyətin əsil qiyməti arasındakı fərqə bərbərdir. *Elektrik ölçmə cihazının mütləq xətası* cihazın göstərişi ilə ölçülən kəmiyyətin əsil qiyməti arasındakı fərqə bərabərdir. Çeviricinin mütləq xətası ölçülən kəmiyyətin çeviricinin girişində dərəcələmə xarakteristikası əsasında çıxış siqnalının əsil qiymətinə görə müəyyən olunmuş qiyməti ilə giriş kəmiyyətinin əsil qiyməti ilə giriş kəmiyyətinin əsil qiyməti arasındakı fərqə bərabərdir. Ölçülən kəmiyyətin əsil qiyməti məlum olmadığına görə "həqiqi qiymət" terminindən istifadə olunur. Belə qiymət kimi ölçmə vasitələrinin köməyi ilə müəyyən oluna bilən qiymət qəbul qiymət qəbul edilir. Həqiqi qiymət təcrübədən alınır; əsil qiymətin əvəzinə istifadə oluna bilməsi üçün həqiqi qiymət əsil qiymətə çox yaxın olmalıdır. Mütləq xətanın ölçülən kəmiyyətin əsil 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 sıfra yaxınlığını əks etdirən keyfiyyəti kimi başa düşülür. Ölçülən kəmiyyəti zaman ərzində dəyişməsindən asılı olaraq ölçmə vasitələrinin aşağıdakı xətaları vardır;

1. Statik xəta - zaman ərzində sabit qalan kəmiyyəti ölçdükdə yaranan xətadır.
2. Dinamik xəta - dinamik rejimdəki xəta ilə baxılan zaman anında ölçülən kəmiyyətin qiymətinə uyğun olan statik xəta arasındakı fərqdir.

Ölçmə vasitələrinin xətalarının dəyişmə xarakterindən asılı olaraq aşağıdakılar mövcuddur.

1. Sistematik xətalar- eyni bir kəmiyyətin təkrar öçülməsində ya sabit qalır, ya da müəyyən qanunla dəyişir.
2. Təsadüfi xətalar - təcrübədə kobud səhvlər buraxılması nəticəsində gözlənildiyindən artıq alınan xətalardır.

Yaranma şəraitindən asılı olaraq aşağıdakı xətalar 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 xətadır.

SİSTEMATİK XƏTALAR.

Ölçmə sistematik xətası ölçmə xətasının təşkiledici olub, eyni bir kəmiyyətin təkrar ölçülməsində ya sabit qalır, ya sabit qalır, ya da müəyyən qanunla dəyişir. Onları əksər hallarda nəzərə almaq və ya ölçmə zamanı aradan qaldırmaq olar. Aşağıdakılar sistematik xətalara misal ola bilər:

1. cisim çəkilərkən havanın itələmə qüvvəsi təsirindən yaranan xətalar
2. ölçülən cismin və ölçmə alətinin müxtəlif temperatur əmsallarına malik olmasından yaranan xətalar.
3. sıfrın sürüşməsi, yaxud göstəricinin oxunun və şkalanın mərkəzinin üst - üstə düşməsindən yaranan xətalar.

Sistematik xətalar özünü göstərmə formasına görə sabit və dəyişən ola bilər. Dəyişən sistematik xətalara ölçmə prosesində qiymətini dəyişən xətalar aiddir; onlar bir neçə şəkildə ola bilər.

a) proqressiv - tədricən azalan və ya artan;məsələn, kompensatorun qidalandırma mənbəyinin gərginliyinin eyni ölçüdə azalması nəticəsində yaranan xətalar.

periodik - öz qiymət və işarəsini periodik dəyişənlər; məsələn, mərkəzi əqrəbin oxuna görə sürüşmüş dairəvi şkalalı cihazdan istifadə olunması və ya faza çeviricisində hava aralığının eyni ölçülü olmaması nəticəsində yaranan xətalar.

b) mürəkkəb qanunla dəyişənlər- bu xətalar, adətən, əyri və ya düstür şəklində təsvir olunur; məsələn, cərəyan transformatorunun xətası və ya normal elementinin e.h.q -nin dəyişməsi.

Sistematik xətalar yaranma səbəblərinə görə aşağıdakılara ayrılır:

1. Alət xətaları - cihazın konstruksiyasının qeyri - mükəmməliyindən və onun hazırlanma texnologiyasından yaranır. Bunlara sürtünmənin, lüftün olması, şkalanın düzgün yerləşdirilməməsi və ya düzgün dərəcələnməməsi və s. aiddir. Cihaz köhnəldikdə onun xətası artır. Bu xətaları aradan qaldırmaq və onların qiymətini müəyyən etmək üçün ölçmə aparatına sistematik nəzarət etmək lazımdır.

2. Cihazın düzgün quraşdırılmamasından yaranan xətalar - cihazın qərarlaşmamasından, əyintiyə imkan verməyən dayaqların konstruksiyasından meydana gəlir. Müəyyən vəziyyətdən

meyl etməyə imkan verməyən cihazlar, adətən, yerləşdirməni təmin edən qurğulara təchiz olunur.

3. Xarici təsirlərdən yaranan xətalar - ətraf mühitin təsiredici amillərinin dəyişməsindən, xarici elektrik, maqnit, elektromaqnit sahələrinin təsirindən meydana gəlir. Onları aradan qaldırmaq üçün cihazın elementlərini termostatlayır, ekranlayır və astatik düzəldirlər.

4. Metod xətaları - ölçmə vaxtı qəbul olunmuş bu və ya digər ehtimallardan, tətbiq olunan düsturların sadələşdirilməsindən, ölçmə cihazının ölçmə obyektinə təsirindən və s-dən yaranır.

5. Subyektiv xətalar - ölçmə aparan şəxsin xüsusiyyət və vərdişlərindən asılı olaraq yaranır. Məsələn, əksər insan cihaza bir qədər yandan baxmağa adət edibsə, o zaman parallaksdan yaranan xəta və ya görmə, eşitmə, reaksiya tezliyi xüsusiyyətləri ilə əlaqədar olan xətalar və s. meydana çıxır.

SİSTEMATİK XƏTALARIN AZALDILMASI METODLARI.

Sistematik xətaları azaltma metodlarını iki əsas qrupa ayırmaq məqsədəuyğundur:

1. Ölçmə prosesi aparılana qədər tətbiq olunan və xəta mənbələrini aradan qaldırmaqdan ibarət olan metodlar;
2. Ölçmə prosesində tətbiq olunan metodlar.

Ölçməyə başlamazdan əvvəl sistematik xətaları mümkün qədər aradan qaldırmaq və ya azaltmaq üçün tədbirlər görmək lazımdır. Əgər xətanı yaradan səbəb aradan götürülə bilmirsə, onda ikinci qrupa aid olan xüsusi metodlara müraciət edilir. Bu metodlar göstərilən xətanın bu və ya digər dərəcə aradan qaldırılmasına imkan verir və onlara aşağıdakılar aiddir:

a) Əvəzetmə metodu əsasən nümünəvi ölçü və ölçülən kəmiyyətin müqayisəsi ilə ölçmə apardıqda, məsələn, körpü və kompensasiyalı ölçmələrdə tətbiq olunur.

Elektrik ölçmələrində sıfır- indikatorun saz halında əgər tətbiq olunan körpü və ya kompensatorun sistematik xətaya malik olması şübhəsi yaranırsa, aşağıdakı əməliyyatlar yerinə yetirilir: ölçülən kəmiyyət müvazinətlənir, sonra onun yerinə tənzim oluna bilən nümunəvi kəmiyyət qoşulur və ölçmə cihazı yenidən müvazinət vəziyyətinə gətirilənə qədər həmin kəmiyyət tənzim olunur. Aydındır ki, nümunəvi müqavimətin qiyməti ölçülənə bərabər olacaqdır;

b) İşarəyə görə kompensasiya metodu. Bu metodla ölçmələrdə təbiəti məlum, qiyməti isə naməlum olan xəta ölçmə nəticəsinə müxtəlif işarələrlə daxil olur. Məsələn, təbiəti məlum olan xətaya Yerin maqnit sahəsinin təsirindən yaranan xətanı göstərmək olar. Bu xətanı aradan qaldırmaq tələb olunursa, onda cihazı 180^0 çevirməklə iki dəfə ölçmə aparılır.

Əgər hər hansı dövrənin müqaviməti ölçülürsə və birləşmələrdə termo- e.h.q yarana bilərsə, o halda tətbiq olunan gərginliyin polyarlığını dəyişməklə iki dəfə aparılır. Birinci ölçmədə xəta nəticə ilə toplanırsa $X_1 = X + \Delta X$ iknici halda o, nəticədən çıxılır: $X_2 = X - \Delta X$. Deməli; $x= x_1 + x_2 /2$

c) Qarşı qoyma metodu. Bu metod Qauss tərəfindən çəkmə prosesində qolların qeyri - bərabərliyini aradan qaldırmaq məqsədilə təklif olunmuşdur. Bu metodla ölçmələr iki dəfə aparılır və xətanın səbəbi həmin ölçmələrə əks istiqamətdə təsir göstərir. Belə olduqda cihazın və ya ölçmə qurğusunun bu və ya digər elementindən yaranan xəta aradan qaldırılır və xətanın qiymətinin təyin edilməsi imkanı yaranır.

d) Simmetrik müşahidələr metodu. Sabit cərəyan kompensatorunun köməyi ilə e.h.q -ni ölçdükdə yaranan proqressiv sistematik xətanın azaldılması misalına baxaq. Fərz edək ki, sabit cərəyan mənbəyinin zəifləməsi nəticəsində kompensatorun işçi cərəyanı zaman görə düz mütənasib olaraq azalır və hər dəfə onun müəyyən edilməsi imkanı olmur. Bu halda eyni zaman fasiləsindən sonra bir neçə ölçmə aparılır, birinci və axırıncı ölçmə nəticələrinin fərqi götürülür. Sonra bu fərq ölçmələrin sayından bir vahid qədər kiçik olan ədədə, yəni ölçmələr arasındakı fasilələr sayına bölünür.

Alınan nəticə düzəliş olacaqdır. İkinci ölçmənin dəqiq qiymətini almaq üçün bu düzəlişi birinciyə əlavə etmək lazımdır. Üçüncü ölçmənin dəqiq qiymətini almaq üçün isə birinci ölçmə nəticəsinə düzəlişin ikiqat qiymətini əlavə etmək lazımdır və s.

ELEKTROMEXANİKİ ÖLÇMƏ CİHAZLARININ TƏRKİBİ VƏ ÜMUMİ XASSƏLƏRİ.

Elektromexaniki cihaz üç əsas hissədən - ölçmə dövrəsi(ÖD) , ölçmə mexanizmi (ÖM) və göstərici qurğudan (GQ) ibarətdir. Ölçmə dövrəsi ölçülən x kəmiyyətini birbaşa ölçmə mexanizminə təsir edən başqa bir y kəmiyyətinə çevirir. Qeyd etmək lazımdır ki, x müxtəlif xarakterli (İ, U, E,R,L və s.) kəmiyyətlər olduğu halda y həmişə cərəyan və ya gərginlik olur.

Ölçmə mexanizmində elektrik enerjisi hərəkət edən hissənin yerdəyişmə enerjisinə çevrilir. Adətən, bucaq yerdəyişməsi tətbiq olunduğu üçün cihazda təsir edən qüvvələr deyil, momentlər nəzərdən keçirilir. Beləliklə, elektromexaniki cihazlarda x y z çevrilməsi yerinə yetirilir. Göstərici qurğu (GQ) x kəmiyyətinin qiymətləri ilə dərəcələnir.

Elektromexaniki cihazda ölçülən kəmiyyətin təsirindən yaranan və hərəkət edən hissəni göstərişləri artma istiqamətdə döndərən momentə ***fırlandırıcı moment deyilir.*** Fırlandırıcı moment M ilə işarə olunur; o ölçülən x kəmiyyəti ilə müəyyən edilir və ümumi halda hərəkət edən hissənin dönmə bucağı α -dan da asılı ola bilər, yəni:

$$M = \int (x, \alpha)$$

Elektromexaniki cihazlar üçün fırlandırıcı momentin ümumi ifadəsi Laqranj tənliyinə əsasən belə yazılır:

$$M = d\, w_e / d\alpha$$

burada w_e - ölçmə mexanizmində toplanmış elektrokinetik enerjisidir. Hərəkət edən hissənin dönməsinə maneə olmazsa, o, ölçülən kəmiyyətin sıfırdan fərqlənən istənilən qiymətində dayağa toxununa qədər dönər. Dönmə bucağı α -nın ölçülən x kəmiyyətindən asılı olması üçün cihazda, fırlandırıcı momentin, əksinə yönələn ***əks - təsir momenti M_α yaradılır.***

Əks təsir momentinin yaranma üsuluna görə elektromexaniki cihazlar iki qrupa ayrılır:

1. Mexaniki əks - təsir momentli.
2. Elektrik əks -təsir momentli.

Birinci qrup cihazlarda əks -təsir momenti elastik elementlər vasitəsilə yaradılır. Bu hala ; $M_\alpha = w_\alpha * \alpha$

burada w_α - xüsusi əks təsir momenti adlanır; bu, elastik elementin xassələrindən asılıdır. İkinci qrup cihazlar ölçmə texnikasında loqometrlər adlandırılır. Loqometrlərdə əks - təsir momenti M_α fırlandırıcı moment kimi yaradılır.

Elektromexaniki cihazlarda adi və güzgülü şkalalardan başqa işıq şüalı göstəricilər də geniş tətbiq olunur. Bu halda ölçmə nəticəsi cihazın şkalasına düşən fokuslanmış işıq şüasının vəziyyətinə görə müəyyən olunur. Belə oxuma qurğuları konstruktiv cəhətdən mürəkkəb olmalarına baxmayaraq, onlar əqrəbli göstəricilərə nisbətən bir sıra üstünlüklərə malikdirlər.

MAQNİT - ELEKTRİK ÖLÇMƏ MEXANİZMLƏRİ.

Maqnit - elektrik ölçmə mexanizmlərində fırlandırıcı moment sabit mqnitin sahəsi ilə sarğac şəklində hazırlanmış cərəyanlı naqilin maqnit sahəsinin qarşılıqlı təsirindən yaranır. Deməli, maqnit - elektrik cihazlarda ölçmə mexanizminə verilən y kəmiyyəti sarğacdan axan cərəyandır. Bu ölçmə mexanizmləri aşağıdakı müxtəlif konstruktiv quruluşlarda olur:

a) sabit maqnitin qütblərə və içlik ilə yaranan hava aralığında çərçivə dönə bilir - bunlar xarici maqnitli mexanizmlərdir.
b) sabit maqnit çərçivənin daxilində yerləşdirilir və çərçivə onun ətrafında dönə bilir. Bunlar daxili maqnitli mexanizmlərdir.
c) tərpənməz sarğacın oxu üzrə yerləşdirilmiş sabit maqnit dönə bilir. Bunlar hərəkət edən maqnitli mexanizmlərdir. Bu mexanizmlərdən xarici maqnitli ölçmə mexanizmi daha geniş tətbiq olunur.

Maqnit - elektrik ölçmə mexanizminin iş prinsipinə baxaq
Şəkildə radial maqnit sahəsində yerləşən ölçmə mexanizminin
hərəkət edən çərçivəsi göstərilmişdir. Çərçivənin dolaqlarından
cərəyan axdıqda yaranan F qüvvələri çərçivəni elə çevirməyə
çalışır ki, onun müstəvisi maqnit qüvvə xətləri istiqamətinə perpendikulyar yerləşsin. Fırlandırıcı və əks - təsir momentləri bərabər olduqda hərəkət edən hissə dayanır.

Dönmə bucağı ilə sabit cərəyan arasında asılılıq çıxarmaq üçün fırlandırıcı momentin ümumi ifadəsindən istifadə edək. Baxdığımız hal üçün

$$M = d\, W_e / d_\alpha = d\,(\Phi J) / d_\alpha$$

burada Φ - çərçivənin sarğacı ilə ilişmə seli; J - çərçivənin dolağından axan cərəyandır.

Maqnit - elektrik mexanizmlərin əsas üstünlükləri başqa mexanizmlərə nisbətən böyük dəqiqlik və həssaslığa, kiçik güc sərfinə , xətti çevirmə funksiyasına, böyük fırlandırıcı momentə, böyük keyfiyyət əmsalına malik olmalarıdır. Bu üstünlüklərinə görə maqnit - elektrik cihazlarının tətbiq sahələri xeyli genişdir. Onlar birbaşa qiymətləndirmə cihazlarında - ölçmə

hədləri mikroamperin onda birindən və mikrovoltdan başlayan sabit cərəyan ampermetr və voltmetrlərində, yüksək həssaslıqlı cihazlarda - qalvanometrlərdə, müxtəlif düzləndiricili və çeviricili qurğularla birlikdə sabit və dəyişən cərəyan dövrələrində cərəyan, gərginlik, müqavimət, müxtəlif maqnit və qeyri - elektrik kəmiyyətlərinin ölçülməsində tətbiq olunur.

FERRODİNAMİK ÖLÇMƏ MEXANİZMLƏRİ.

Qeyedici cihazlarda, dəyişən cərəyan loqometrlərində titrəyiş, silkələnmə şəraitində ferrodinamik ölçmə mexanizmlərindən istifadə olunur. Şəkildə ferrodinamik ölçmə mexanizminin iki konstruktiv quruluşu göstərilir.

Onlar elektrodinamik cihazlardan tərpənməz sarğacın (1) maqnit sahəsini gücləndirmək üçün yumşaq maqnit materialından içliyə malik olmaları ilə fərqlənir. Mexanizmin maqnit sistemi maqnit- elektrik mexanizminin maqnit sisteminə oxşayır. Burada sabit maqnit elektromaqnit ilə əvəz olunmuşdur. Maqnit keçiricisinin (2) hava boşluğunda , adətən , müntəzəm və radial sahə yaranır. Hərəkət edən sarğac(3) dairəvi içliyin (4) ətrafında dönə bilir. Fırlandırıcı moment tərpənməz sarğacın maqnit sahəsi ilə hərəkət edən sarğacın cərəyanının qarşılıqlı təsirindən yaranır.

Elektrodinamik mexanizm üçün həm sabit, həm də dəyişən cərəyanda alınan fırlandırıcı momentin ifadələri əsasən ferrodinamik mexnizmlər üçün də qüvvədə qalır. Lakin bu mexanizmlərdə hava boşluğunun işçi hissəsində sahə, adətən, müntəzəm və radial olduğuna görə onlar üçün $d M_{1,2}/d\alpha = const$ olur.

Ferrodinamik mexanizmlərin elektrodinamik mexanizmlərə görə üstün cəhəti xarici maqnit sahələrinin onlara təsirinin zəifliyi, kiçik xüsusi güc sərfi , böyük fırlandırıcı momentə malik olması və bunun da nəticəsində mexaniki təsirlərə davamlılığıdır. Digər tərəfdən polad içliyin olması bir sıra əlavə xətaların yaranmasına səbəb olur. Sabit cərəyan dövrəsində işlədikdə ölçülən kəmiyyətin artımı və azalması zamanı histerezis xətaları yaranır. Dəyişən cərəyanda işlədikdə hərəkət edən sarğacın yalnız induktivliyi deyil, həm də hərəkət edən hissə döndükdə induktivliyin dəyişməsi, içlikdəki itkilər, içliyin materialının maqnitlənmə əyrisinin qeyri -

xəttiliyi nəzərə alınmalıdır. Bütün bu səbəblər ferrodinamik cihazların dəqiqliyini azaldır və onların tezlik diapazonunu məhdudlaşdırır.

Ferrodinamik mexanizm parametrlərinin yaxşılaşdırılması üçün yüksək keyfiyyətli, böyük maqnit nufuzluluğuna və kiçik itkilərə malik ferromaqnit materialların tətbiqi məqsədəuyğundur. Ferrodinamik mexanizmlərin əsas tətbiq sahəsi stasionar və qeyri - stasionar dəyişən cərəyan cihazları, həmçinin böyük fırlandırıcı moment tələb edən qeyedici cihazlardır.

MAQNİT - ELEKTRİK AMPERMETRLƏR VƏ VOLTMETRLƏR.

Sabit cərəyan dövrələrində cərəyan və gərginliyi ölçmək üçün maqnit - elektrik ampermetr və voltmetrlərdən geniş istifadə olunur. Maqnit - elektrik ölçmə mexanizmini ampermetr kimi bir başa dövrəyə qoşduqda nisbətən kiçik cərəyanları ölçmək olur. Çərçivə dolağının nazik naqilini və siqnal yayları 20- 30 mA -dən artıq cərəyanla yükləmək olmaz.; ona görə də maqnit -elektrik ölçmə mexanizmindən mikro və milliampermetr kimi istifadə olunur. Yüksək həssaslıqlı maqnit - elektrik ölçmə mexanizmi əsasında güzgü şkalalı qalvanometrlər hazırlanır. Böyük cərəyanları ölçdükdə ÖM ölçmə mexanizminə paralel birləçdirilən şuntlardan istifadə olunur. Bu halda şuntun $R_ş$ müqaviməti elə seçilir ki, ölçülən J cərəyanının əsas hissəsi ($J_ş$) şuntdan keçsin, qalan $J_ö$ cərəyanı isə ölçmə mexanizmi dolağının buraxıla bilən cərəyanından artıq olmasın. $J / J_ö = n$ şuntlama əmsalı adlanır. Ölçülən cərəyan $J = n J_ö$

Şuntların müqaviməti aşağıdakı bərabərlikdən tapılır;

$$J_ş R_ş = J_ö R_ö \qquad R_ş = J_ö R_ö / J_ş = R_ö / J_ş / J_ö$$

$J_ş = J - J_ö$ olduğu üçün $R_ş = R_ö / n-1$

Burada $R_ö$ - ölçmə mexanizmi çərçivəsinin müqavimətidir. Şuntlar , adətən, müqavimətinin temperatur əmsalı kiçik olan ərintidən - manqanindən hazırlanır. Şuntların konstruksiyası və onlardan istifadə olunma şərtləri ampermetrlərin ölçmə hədlərindən və nə məqsəd üçün istifadə olunmalarından asılıdır. Nisbətən kiçik cərəyanları ölçmək üçün istifadə olunan şuntlar cihazın gövdəsinin daxilində yerləşdirilir və *daxili şuntlar adlanır.* Böyük cərəyanları ölçmək üçün *xarici şuntlardan* istifadə olunur. Şuntların ölçmə dövrəsinə qoşulmaq üçün cərəyan sıxacları və ampermetrin ölçmə mexanizmini qoşmaq üçün potensial sıxacları vardır. Maqnit - elektrik ölçmə mexnizmindən voltmetr kimi bir-başa istifadə edildikdə ölçülən gərginliyin qiyməti millivoltlardan artıq olmur.

Böyük gərdinlikləri ölçdükdə ölçmə mexanizmi ilə ardıcıl qoşulan əlavə rezistor $R_ə$ vasitəsilə cərəyan məhdudlanır. Əgər ölçmə mexanizminin gərginliyi $U_ö$ ölçmə həddini m dəfə genişləndirmək lazımdırsa, yəni $U = mU_ö$, onda əlavə $R_ə$rezistorunun müqaviməti belə

hesablanır. $J_v = U_ö / R_ö = mU_ö / R_ö + R_ə = U / R_v$ burada $R_ö$ - ölçmə mexanizmi çərçivəsinin müqaviməti ; R_v - volymetrin tam müqavimətidir.

Ölçməni asanlaşdırmaq üçün voltmetrləri bir neçə ölçmə həddinə hazırlayırlar. Əlavə rezistorlar izolə olunmuş manqanin məftildən hazırlanır. Onlar ya voltmetrin gövdəsində yerləşdirilmiş daxili, ya da xarici əlavə müqavimətlər kimi tətbiq olunur. Maqnit - elektrik voltmetrlər digər sistemli voltmetrlərdən yüksək dəqiqliyi və böyük həssaslığı ilə fərqlənir. Yuxarıda göstərilən müsbət cəhətlərinə görə maqnit - elektrik ölçmə mexanizmindən dəyişən cərəyan dövrələrində də istifadə etməyə çalışırlar.Bunun üçün dəyişən cərəyan sabit cərəyana çevrilir və sonra maqnit -elektrik ölçmə mexanizmi vasitəsilə ölçülür. Dəyişən cərəyanı sabit cərəyana çevirən çeviricilər kimi yarımkeçirici düzləndiricilərdən, termoçeviricilərdən, elektron lampalarından və tranzistorlardan istifadə olunur.

SABİT CƏRƏYAN VƏ BİRFAZALI DƏYİŞƏN CƏRƏYAN DÖVRƏLƏRİNDƏ GÜCÜN ÖLÇÜLMƏSİ.

Sabit və dəyişən cərəyan dövrələrində gücü ölçmək üçün əsasən elektrodinamik və ferrodinamik vattmetrlərdən istifadə olunur. Elektrodinamik vattmetrlər sabit cərəyan və dəyişən cərəyan 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 olur və əsasən 50 hs tezlikdə istifadə olunur. Yüksək tezliklərdə gücü ölçmək üçün termoelektrik və elektron vattmetrləri də tətbiq olunur.

Elektrodinamik vattmetrin sxemi, onun yükündə sərf olunan gücü ölçmək üçün qoşulması və vektor diaqramı çəkildə göstərilir(şəkil 1) . Vattmetrin tərpənməz sarğacı yük dövrəsinə ardıcıl qoşulur və ardıcıl sarğac adlanır. Vattmetrin hərəkət edən sarğacı əlavə müqaviməti ilə birlikdə yükə paralel qoşulur və paralel sarğac adlanır. Sabit cərəyan dövrəsinə qoşuldukda vattmetr üçün aşağıdakı ifadə alınır;

$$\alpha = 1 / w_{\alpha} J_u J \, dM_{1,2} /d\alpha = 1/ w_{\alpha} U J / R_U + R_ə \; dM_{1,2} /d\alpha$$

Vattmetrin iki cüt sıxacı (ardıcıl və paralel dövrələrin) vardır ; onların dövrəyə qoşulmasından asılı olaraq əqrəbin dönmə istiqaməti müxtəlif ola bilər. Vattmetrin düzgün qoşulması üçün hər iki cüt sığacdan biri qeyd olnur və generator sıxacı adlanır. Vattmetri ümumi dövrədən qidalandırdıqda generator sıxaclarını mənbənin eyni bir qütbünə bağlamaq, yəni onları birləşdirmək lazımdır.

Şəkil ;

QEYDEDİCİ CİHAZLAR.

İstehsalatda texnoloji proseslərə nəzarət etdikdə, elmi - tədqiqat və eksperimental işlərdə, tibbi praktikada və başqa sahələrdə bəzi parametrləri ölçmək və avtomatik olaraq qeyd etmək üçün qeyedici cihazlardan istifadə olunur. Qeydetmə - geniş mənada proses və ya hadisələrin hər hansı materialdan olan daşıyıcıda görünən və gizli təsvir formasında yazılmasına deyilir. Ölçmə informasiyası analoq və ya rəqəm formasında qeyd edilə bilər. Daşıyıcıda (D) iz buraxan qurğu qeydedici orqan (QO) adlanır. Qeydedici cihazın (QC) tərkibinə qeydedici orqanı olan ölçmə mexanizmi və daşıyıcını hərəkət etdirən qurğu daxildir. Analoq qeydetmədə, adətən, informasiya D -yə ölçülən kəmiyyətin zamanın və ya digər arqumentlərin funksiyalarının qrafikləri şəklində yazılır. Analoq kəmiyyətləri qeyd etdikdə QC -nın texniki xarakteristikalarına statik və dinamik xətalar aid olur. Statik xəta ölçülən kəmiyyətin sabit qiymətində və ya yavaş dəyişmələrində müəyyən olunur. bu xətanın gətirilmiş qiyməti bərabərdir; $\alpha_{st} = \Delta X_{maks} / X_{nor} * 100\%$

Qeydetmənin gətirilmiş statik xətası ölçmə mexanizminin dəqiqlik sinfi və həlletmə qabiliyyəti (HQ) ilə müəyyən olunur. Həlletmə qabiliyyəti dedikdə daşıyıcının 1mm uzunluğunda yerləşən və bir -birindən seçilən xətlərin ən böyük sayı başa düşülür.

Qeydetmənin dinamik xətası ölçülən cəlddəyişən kəmiyyətin qeyd edildiyi zaman yaranan xətadır. Bu xəta QO-nı olan ölçmə mexanizminin cəldişləməsi, daşıyıcının yerdəyişməsi sürəti və ölçülən kəmiyyətin özünün xarakteri ilə müəyyən olunur. Qeydedici cihazın cəldişləməsi əsasən ya bir saniyədəki ölçmələrin sayı ilə, ya da QC ilə yazılan siqnalın maksimal tezliyi ilə xarakterizə oluna bilər. Qeydetmə formasından asılı olaraq bu cihazlar özüyazan və çahedən ölçmə cihazlarına ayrılır. Birincilər göstərişləri diaqram şəklində yazır, ikincilər isə rəqəm formasında çap edir. Diaqramda göstərişlər kəsilməyən və nöqtəvi qeyd oluna bilər. Birinci halda ölçülən kəmiyyətin qiymətləri diaqramda bütov xətlə qeyd edilir və belə cihazlara kəsilməyən yazılı özüyazan cihazlar deyilir.

Struktur sxemindən asılı olaraq özüyazan cihazlar iki qrupa ayrılır; düz çevirmə və kompensasiya ilə çevirmə özüyazan cihazları. Axırıncılara izləyici çevirmə özüyazan

cihazlarda deyilir. Elektrik ölçmələrində zaman ərzində həm yavaş dəyişən , həm də cəld dəyişən kəmiyyətləri ölçmə tələbatı meydana çıxır. Yavaş və cəld dəyişən kəmiyyətlər arasında qədd qoyulmur. Düz çevirmə özüyazan cəldişləyən cihazlarda dəyişmə tezliyi 100- 200 hs -dən artıq olmayan kəmiyyətləri yazmaq olar.

İNFORMASİYANI QEYDETMƏ ÜSULLARI.

Ölçmə informasiyanı qeyd etmək üçün müxtəlif üsullar mövcuddur. bu üsullar QC - lara olan aşağıdakı əsas tələbləri təmin etməlidir;

1. qeydetmə nəticəsi əyani və aydın görünüşlü olmalıdır.
2. daşıyıcıya köçürülmüş simvolların sonlu ölçüləri olması nəticəsində qeyd etmə xətası mümkün qədər kiçik olmalıdır.
3. cəldişləmə və , deməli QC-nin tezlik diapazonu daha geniş olmalıdır.
4. QC- nin yenidən doldurulması və tənzim edilməsi yerinə yetirilmədən işləmə müddəti mümkün qədər böyük olmalıdır.

Qeydetməni yerinə yetirmək üçün daşıyıcıya təsir edən üsullar üç qrupa bölünür;

1. Maddə qatının daşıyıcıya çəkilməsi ilə yerinə yetirilən qeydetmə üsulları. Bu qrup üsulların əsas növləri pero-mürəkkəbqabı və pero-kapillayarın köməyi ilə mürəkkəblə qeyetmədir. Axırıncı halda bir kiçik rezervuardan qidalanan bir neçə perodan istifadə edilə bilər. Mürəkkəb şırnaqlı qeydetmədə mürəkkəb şırnağı müəyyən təzyiq altında pero-kapillyarın ucluğundan çıxır. Bu halda QO ilə D arasında sürtünmə olmur. Mürəkkəblə qeydetmənin əsas nöqsanı - böyük kütlə və böyük ətalət momentinə görə kiçik cəldişləməyə malik olmasıdır. Mürəkkəblə qeydetmənin maksimal cəldişləməsi yazılan siqnalların 150 -200 hs tezliyinə, şırnaqla qeydetməninki isə bir neçə khs tezliyə uyğun olur.
2. Daşıyıcıdan maddə qatının götürülməsi ilə yerinə yetirilən qeydetmə üsulları. Bunların en geniş yayılmış növləri kəsici dişli və eridilmə üsullarıdır. Kəsici dişli üsulda QO kimi bərk materialdan olan nazik kəsici dişdən istifadə olunur. Daşıyıcı kimi rənglənmiş parafin qatı və ya hislə örtülmüş adi ağ kağız, yaxud tabaşirli parafin qatı, ya da çox nazik tozlanmış metal qatı ilə örtülmüş qara kağızdan istifadə olunur. QO daşıyıcı üzərində yerini dəyişdikdə maddənin göstərilən nazik qatı kəsilir və daşıyıcının üzərində qalınlığı 50-100 mkm olan ağ və ya qara xətt şəkilində iz qalır.
3. Daşıyıcının maddəsinin fiziki vəziyyətini dəyişməklə yerinə yetirilən qeydetmə üsulları. Bu üsullara optik və maqnit üsulları aiddir. Bunlar QC - də əvvəl baxdığımız üsullara

nisbətən az tətbiq olunur. Optik metod əsasən işıqşüalı ossiloqraflarda tətbiq olunur. Bu halda QO kimi işıq şüasını fokuslaşdıran xüsusi başlıq, D kimi işığahəssas materiallardan istifadə olunur. İşıq mənbəyi kimi adi közərmə lampası və ya ultrabənövşəyi şüalanma mənbəyi olan xüsusi civəli lampa işlədilir.

ELEKTRİK ÖLÇMƏLƏRİ VASİTƏLƏRİ.

Elektrik ölçmələrində istifadə edilən və normalaşdırılmış meroloji xarakteristikaları olan texniki vasitələr *elektrik ölçmələri* vasitələri adlanır. Elektrik ölçmələri vasitələri növlərinin təsnifatı;

Ölçülər – məlum fiziki kəmiyyəti özündə təcəssüm etdirən ölçmə vasitəsinə deyilir. Ölçülər birqiymətli, çoxqiymətli və ölçülər dəstinə ayrılır. Birqiymətli ölçü – vahid ölçülü fiziki kəmiyyəti, çoxqiymətli ölçü isə eyni adlı müxtəlif ölçülü fiziki kəmiyyətləri təcəssüm etdirir. Çoxqiymətli ölçülərə dəyişən tutumlu kondensator misal ola bilər. Ölçülər dəsti bir sıra eyni adlı, müxtəlif ölçülü kəmiyyətləri təcəssüm etdirən xüsusi seçilmiş ölşülər kmplektindən ibarətdir. Ölçülər dəstinə müqavimətlər, tutumlar, induktivliklər mağazası və s. misal ola bilər. *Elektrik ölçmə cihazları* – müşahidəçinin bilavasitə qəbul edə bildiyi formada ölçmə informasiya siqnalları, yəni ölçülən fiziki kəmiyyətlə funksinal əlaqəli olan siqnallar, yaradan elektrik ölçmə vasitələrinə deyilir. Elektrik ölçmə cihazları iş prinsipinə və konstruktiv qurluşuna görə çox müxtəlifdir. Bu cihazlar müxtəlif əlamətlərinə görə siniflərə bölünür. Həmin təsnifat əlamətlərin rolu və əhəmiyyətinə, həmçinin onların birinciliyinə əsaslanır. Göstərişləri ölçülən kəmiyyətin dəyişmələrinin kəsilməyən funksiyası olan elektrik ölçmə cihazlarına *analoq cihazları* deyilir. Ölçmə informasiyasının diskret siqnallarını avtomatik yaradan və göstərişləri rəqəm formasında təsvir olunan elektrik ölçmə cihazları *rəqəm cihazları* adlanır. Elektrik ölçmə cihazları göstərişləri oxuma və qeydetmə imkanından asılı olaraq iki qrupa ayrıklır*; göstərici cihazlar qeydedici cihazlar.* əgər qeydedici ölçmə cihazı göstərişləri diaqram formasında qeyd edirsə, belə cihazlara *özüyazan cihazlar deyilir*. Göstərişləri rəqəm firmasında çap etməyə imkanı olan qeydedici cihazlar *çapedici cihaz adlanır.*

Göstərişləri iki və daha çox kəmiyyətin cəmi ilə funksional əlaqədar olan elektrik ölçmə cihazları *cəmləyici cihazlar adlanır.* Cəmləyici cihazlara bir neçə generatrun 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, kompensatrlar misal

ola bilər. Göstərilənlərlə yanaşı elektrik ölçmə cihazları bir sıra digər əlamətlərinə görə də siniflərə bölünə bilər. Məsələn, tətbiq olunma xarakterinə görə onlar stasionar və qeyr-stasionar, ölçülən kəmiyyətin növünə görə ampermetr, voltmetr, ommetr və s. cihazlara ayrılır.

Ölçmə çeviriciləri – ölçmə informasiyasını ötürmək, sonradan çevirmək, işləmək və ya yadda saxlamaq üçün münasib formada siqnallar yaradan elektrik ölçmə vasitələridir. 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;
2. Qeyri- elektrik kəmiyyətlərini elektrik kəmiyyətlərinə çevirənlər.

Birinci qrupa şuntlar, gərginlik bölücüləri, ölçmə transformatorları və s. aid ola bilər. Bunlara ölçülən elektrik kəmiyyətlərini koda çevirən çeviriciləri də aiddir. Qeyri –elektrik kəmiyyətləri elektrik kəmiyyətlərinə çevirən ölçmə çeviricilərinə qeyri –elektrik kəmiyyətlərinin elektrik ölçmələrində istifadə olunan böyük çeviricilər qrupu aiddir. Bunlara termorezistorlar, induktiv çeviricilər və s. daxildir. *Elektrik ölçmə qurğuları* – ölçmənin səmərəli təşkili üçün olan funksional və konstruktiv cəhətdən birləşmiş ölçmə vasitələri və köməkçi qurğular cəminə deyilir. *Informanasiya – ölçmə sistemləri* – 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 dörd qrupa ayrıla bilər.

1. Ölçmə sistemləri 2. Avtomatik nəzarət sistemləri. 3. Texniki diaqnostika sistemləri. 4. Təsvirləri tanıma sistemləri.

ELEKTROMAQNİT AMPERMETR VƏ VOLTMETRLƏR.

Elektromaqnit ampermetrlərdə sarğacın sayı cərəyanın nominal qiymətində mexanizmin hərəkət edən hissəsinin tam yerdəyişməsini təmin etmək üçün seçilir. Elektromaqnit ampermetrlər stasionar və qeyri-stasionar hazırlanır. Birincilər müəyyən birhədli , ikincilər isə çoxhədli olub, ölçmə mexanizminin sarğacı bir neçə seksiyalı hazırlanır.

Elektromaqnit ampermetrlərin ölçmə həddi cərəyan transformatorlarının köməyi ilə genişləndirilir, yəni dəyişən cərəyan nominal hədli ampermetrlə ölçülmək üçün azaldılır. Bu halda, bir qayda olaraq, elektromaqnit ampermetrlər, başqa ampermetrlər kimi , kiçik daxili müqavimətə malik lur. Ona görə də cərəryan transformatorları qısaqapanma rejiminə yaxın rejimdə işləyir. Cərəyan tranformatorunda xüsusi ferromaqnit materialdan ibarət olan içliyin üzərində bir –birindən izolə olunmuş dolaqlar yerləşdirilir. Birinci tərəf dolağı ω_1 sarğılar sayından ibarət olur və J_1 cərəyanlı ölçmə dövrəsinə qoşulur. Ikinci tərəf dolağı ω_2 sarğılar saylı və J_2 cərəyanlı olub, ampermetrə qoşulur.

Ölçülən J_1 cərəyanı ampermetrin göstərişinin nominal transformasiya əmsalına olan hasilinə görə tapılır; $J_1 = K_{1n} * J_2$

Nominal transformasiya əmsalı birinci və ikinci tərəf cərəyanlarının nominal qiymətlərinin nisbətinə bərabərdir və hər bir transformator üçün sabit kəmiyyətdir; $K_{1n} = J_{1n} / J_{2n}$

Birinci tərəf asılı olur və sabit qalmır. Ona görə də K_{1n} əmsalından istifadə olunurki, bu da müəyyən xəta yaradır. Bu xətanın nisbi qiyməti :

$$\alpha_1 = J^1_1 - J_1 / J_1 *100 = K_{1n} - K_1 / K_1 * 100$$

Voltmetrlərin dəyişən cərəyanda ölçmə hədlərini artırmaq üçün əlavə rezistorlar tətbiq edilməsindən başqa ölçmə gərginlik transformatorlarından istifadə olunur. bu transformatorlar cərəyan transformatorlarından yüksüz işləmə rejiminə yaxın rejimdə işləmələri ilə fərqlənir: ikinci tərəf ω_2 sarğılar saylı dolağa daxili müqaviməti çox böyük olan voltmetr qoşulur. Transformatorun birinci tərəf dolağının sarğılar sayı $\omega_1 \geq \omega_2$ olur və ona ölçülən U_1 gərginliyi qoşulur. Bu gərginlik voltmetrin U_2 göstərişinin nominal transformasiya əmsalına olan hasilinə görə tapılır.

$$U_1 = K_{Un} * U_2$$

Həqiqi transformasiya əmsalı əvəzinə nominaldan istifadə olunması nəticəsində yaranan gərginliyi ölçmə xətası

$$\alpha_U = U^1_1 - U_1 / U_1 * 100 = K_{Un} - K_U / K_U * 100$$

burada $K_U = U_1 / U_2$ – həqiqi transformasiya əmsalıdır.

ELEKTRON ÖLÇMƏ CİHAZLARI.

Analoq elektron cihazlarının əsas funksional bəndləri müxtəlif elektron ölçmə çeviriciləri və digər xüsusi elektron qurğularıdır.Əksər elektron cihazlarında çıxış qurğusu kimi maqnit – elektrik mexanizmlər, bəzi cihazlarda isə elektron şüa borularından istifadə olunur.Əgər elektron cihazlarını elektromexaniki cihazlarla müqayisə etsək, o halda aşağıdakı müsbət cəhətləri qeyd etmək olar. Giriş müqavimətinə,cəldişləməyə, tezlik diapazonuna görə onlar daha üstündür. Elektron cihazlarının yüksək həssaslığını təmin etmək çətin prblem deyildir.Dəqiqlik kimi mühüm metroloji xarakteristikaya gəldikdə isə elektron cihazları son illərə qədər elektromexaniki cihazlardan geri qalırdı.Lakin hazırda elektron cihazlarında istifadə olunan sxemotexniki həlledilmələr və element bazası işlənilən materialların və cihazların hazırlanma texnlogiyasının yaxşılaşdırılması ilə yanaşı olaraq təkmilləşdirilir.Ona görə də bəzi hallarda elektron cihazları elektromexaniki cihazların dəqiqliyi ilə müqayisə oluna bilən dəqiqliyi təmin edə bilir. Mikrokiçiltmə elektron cihazlarının stabilliyinin və etibarlılığının artmasına, onların ölçü və çəkilərinin kiçildilməsinə, digəır istismar göstəricilərinin yaxşılaşdırılmasına səbə 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 aid etmək olar. Ikinci qrupa elektrik və elektron sxemlərinin parametrlərini və xassələrini, həmçinin aktiv və passiv ikiqütblü , dördqütblülərin xarakteristikalarını ölçmək üçün olan cihazlar aiddir. Bunlara müqavimət, tutum, induktivlik, elektrn 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 – faza fırlandırıcılar, siqnal zəiflədiciləri və s. aiddir.

ELEKTRODİNAMİK AMPERMETR VƏ VOLTMETRLƏR.

Nisbətən kiçik cərəyanları ölçmək üçün elektrodinamik ampermetrin prinsipial şəkildə göstərilir(şəkil1). Bu halda hərəkət edən və tərpənməz sarğaclar ardıcıl birləşdirilir və ölçülən cərəyan onlardan axır. 0,5 A –dən böyük cərəyanları ölçmək üçün tərpənməz və hərəkət edən sarğaclar paralel birləşdirilir. (şəkil2). Dövrələrin müqavimətləri elə seçilir ki, hərəkət edən sarğacdan axan J_2 cərəyanı kifayət qədər kiçik olsun; çünki dövrədən böyük cərəyan buraxmaq olmaz.

Bir çox hllarda ampermetrlər üçün (şəkil 3) şəkildə göstərilmiş sxemə üstünlük verilir. Bu halda ölçülən cərəyanın hamısı tərpənməz sarğacdan axır, hərəkət edən sarğacın dövrəsi isə bu dövrə üçün şunt olan $R_ş$ müqavimətinə qoşulur.

2ci şəkildəki sxemdə $R_{ə1}$ və $R_{ə2}$ müqavimətləri misdən, manqanindən hazırlanır və temperatur xətasının aradan qaldırılmasına xidmət edir. 3cü şəkildəki sxemdə hərəkət edən sarğacın müqavimətinin temperaturdan asılı olaraq dəyişməsindən yaranan xəta manqanindən hazırlanan müqavimətini qoşmaqla aradan qaldırılır. Bu sxemdə tezlik xətasını aradan qaldırmaq üçün əlavə müqavimətin müəyyən hissəsi C tutumu ilə şuntlanır.

Elektrodinamik voltmetrlərdə tərpənməz və hərəkət edən sarğaclar manqanindən olan əlavə müqavimətlə ardıcıl qoşulur. (şəkil4) . Bu sxemdə əlavə müqaviməti seksiyalara ayırmaqla müxtəlif ölçmə hədləri almaq olar. Elektrodinamik voltmetrlərin ölçmə hədlərini genişləndirmək üçün əlavə müqavimətlərdən başqa, digər vasitələrdən – cihazın dolaqlarını seksiya ayırmaqdan, ölçmə cərəyan və gərginlik transformatorlarından istifadə olunur. Eletrodinamik voltmetrdə temperatur xətası sarğacların və əlavə rezistorun müqavimətlərinin qiymətindən asılıdır. Əlavə rezistorun müqaviməti nə qədər böyük olarsa, sarğacların müqavimətlərinin dəyişməsindən yaranan xəta bir o qədər kiçik olur. Voltmetrdə tezlik xətası – sarğacların tam müqavimətinin reaktiv təşkiledicinin dəyişməsindən yaranır. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, bu xətanı kompensasiya etmək üçün əlavə rezistorun bir hissəsinə tutum qoşulur.

ELEKTRON VOLTMETRLƏRİ.

Bu voltmetrlər elektron ölçmə cihazları arasında ən geniş yayılmışdır. Elektron voltmetrləri ölçmə sxemi ilə müxtəlif elementlərin (elektrn lampaları, yarımkeçirici elementlər və ölçmə mexanizmləri) birləşməsindən ibarətdir. Elektron voltmetrləri təyinatına və sxemlərinə görə müxtəlifdir. Onların köməyi ilə geniş dinamikvə tezlik diapazonunda gərginlikləri ölçmək mümkündür. Təyinatlarına görə aşağıdakı elektrn voltmetrləri müvcuddur;

- Sabit cərəyan voltmetrləri.
- Dəyişən cərəyan voltmetrləri
- Impuls voltmetrləri
- Fazahəssas voltmetrlər
- Selektiv(seçiçi) voltmetlər
- Universal voltmetrlər

Gərginliyin ölçülən parametrlərindən asılı olaraq aşağıdakı elektron voltmetrləri vardır;

- Amplituda (maksimal və ya pik) qiyməti votmetrləri.
- Təsiredici (effektiv və ya kvadratik) qiymət voltmetrləri
- Orta qiymət voltmetrləri.

Elektron voltmetrlərinin fərqləndirici xüsusiyyəti giriş müqavimətinin çox böyük olmasıdır (10^8 Oma qədər, xüsusi voltmetrlərdə isə 10^{13} Oma qədər); bu da onlardan çox kiçik güclü elektrik dövrələrində ölçmələrdə istifadə etməyə imkan verir. Bundan başqa, elektrn voltmetrləri elektromexaniki cihazlara nisbətən daha artıq yüklənməyə qabildir. Onların həssaslığı təxminən 0,1 mkV – a çata bilər. Elektron voltmetrlərinin nöqsanı ölçmə xətalarının hələlik kifayət qədər kiçik olmamasıdır. Voltmetrlərin tərkibində sabit və dəyişən gərginliyə və sabiti dəyişənə çevirən ölçmə çeviriciləri, gərginlik bölücüləri olur. Çıxış qurğusu kimi əsasən maqnit –elektrik mikroampermetrlərindən istifadə edilir.

Voltmetrlərin metrolji xarakteristikalarına onların tərkibinə daxil olan sabit və dəyişən cərəyan gecləndiriciləri xeyli təsir göstərir. Sabit cərəyan gücləndiricilərinin əsas nöqtəsi

çıxış gərginliyinin sıfır səviyyəsinin yavaş dəyişməsi, yəni sıfırın dreyfidir. Elektron voltmetrlərinin tərkibinə daxil lan gücləndiricilərin gücləndirmə əmsalını stabilləşdirmək üçün mənfi əks – rabitədən istifadə olunur. Eyni zamanda mənfi əks rabitənin daxil edilməsi gücləndiricinin giriş müqavimətini artırır və çıxış müqavimətini azaldır. Digər tərəfdən məınfi əks rabitə daxil edilməsi gücləndiricinin tezlik zolağını genişləndirməyə imkan verir.

Dəyişən gərginlik voltmetrlərində dəyişən gərginliyin amplituda, orta və təsiredici qiymətləri çevricilərindən istifadə olunur. bu çeviricilərin çıxışında alınan sabit gərginlik dəyişən gərginlik göstərilən qiymətlərindən birinə mütanasib olur.

MÜQAYİSƏ METODLARI İLƏ ÖLÇMƏLƏR.

Müqayisə əməliyyatının xarakterinə görə ölçmə metodlarını eyni və müxtəlif zamanlarda keçirilən müqayisə metodlarına ayırmaq olar. Eyni zamand a aparılan müqayisə metodunda ölçü və ölçülən kəmiyyət ölçmə prosesində bir vaxtda iştirak edir. Bu metod üç müqayisə metodundan : sıfır, diferensial və üst – üstə düşmə metodlarından ibarətdir. Sıfır metodu həm aktiv (gərginlik, cərəyan), həm də passiv (müqavimət, induktivlik, tutum) elektrik kəmiyyətlərini ölçmək üçün tətbiq olunur. Bu metodlar əsası körpü sxemi və kompensasiya sxemi olan qurğuların köməyi ilə realizə olunur. Diferensial metod iki kəmiyyətin qiymətləri fərqini müəyyən etmək üçün bilavasitə qiymətləndirmə və ya müqayisə cihazlarının istifadəsi ilə tətbiq olunur. Üst - üstə düşmə metodu ölçülən kəmiyyətin qiymətini təyin etmək üçün xüsusi ölçmə vasitələrindən və ya ümumi təyinatlı cihazlardan istifadə yolu ilə tətbiq olunur. Müxtəlif zamanlarda aparılan müqayisə metodunda ölçü və ölçülən kəmiyyət ölçmə prosesində müxtəlif vaxtlarda iştirak edir. Bu halda ölçmə iki mərhələyə ayrılır və ölçmə nəticəsi iki ölçməyə görə müəyyən olunur. Birinci mərhələdə ölçülən kəmiyyət, ikinci mərhələdə isə ölçü iştirak edir. Müxtəlif zamanlarda aparılan müqayisə metoduna əvəzetmə metdu aiddir. Məsələn, bu metddan istifadə edərkən R_x rezistorunun müqavimətini ölçmək üçün U gərginlik mənbəyi və ampermetrdən ibarət dövrəyə çevirgəcin köməyi ilə əvvəlcə R_x müqaviməti qoşulur və J_x cərəyanı ölçülür, sonra isə ölçü R_n qoşulur və yenidən J_n cərəyanı ölçülür. Birinci halda $J_x = U / R_x$, ikinci halda isə $J_n = U / R_n$ olur.