



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI  
TƏHSİL NAZİRLİYİ

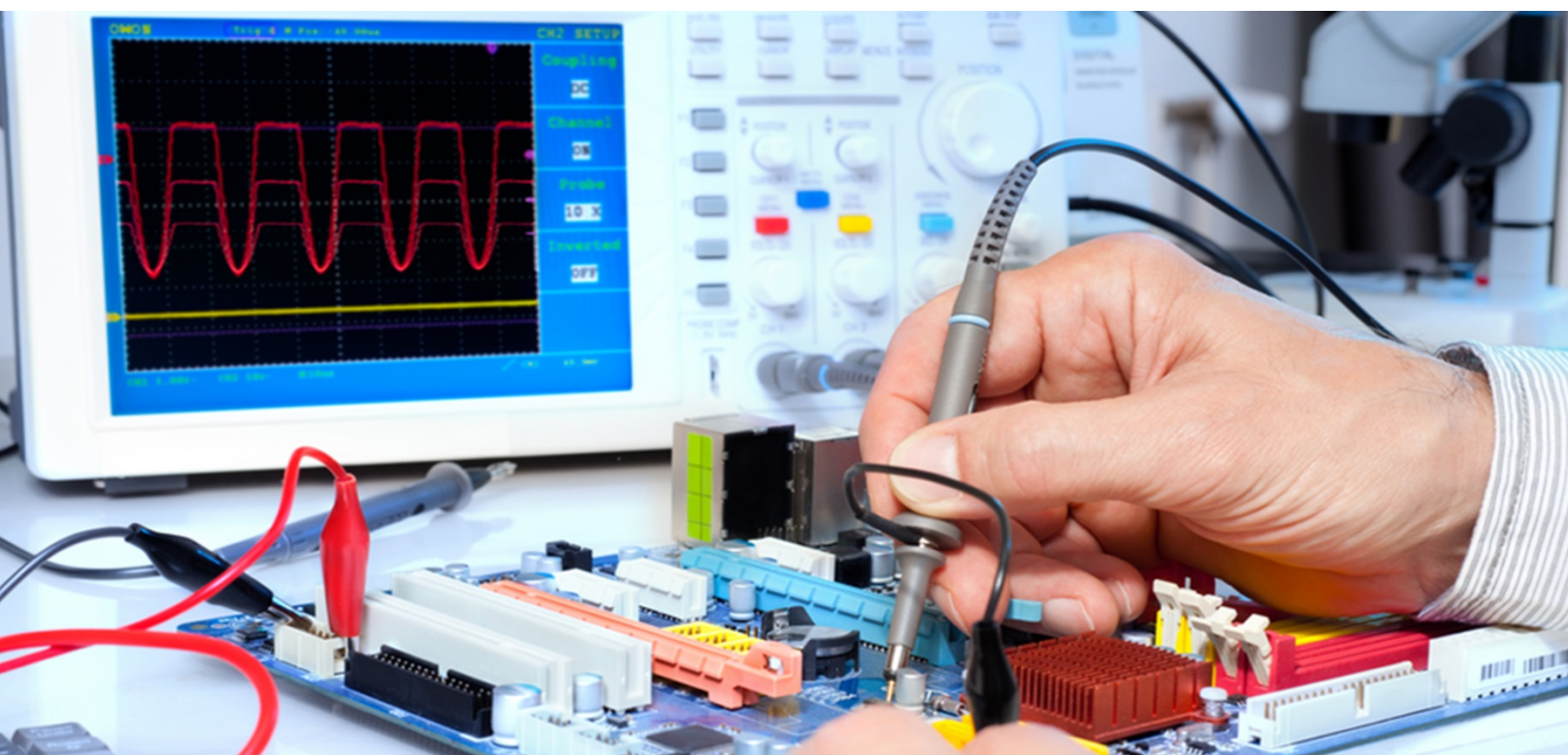


Layihə Avropa İttifaqı  
tərəfindən maliyyələşdirilir



TƏHSİL İNSTİTUTU  
Azərbaycan Respublikasının Təhsil İnstitutu

**İxtisasın adı: Tibbi avadanlıqların təmiri və xidməti üzrə elektromexanik**



**TİBBİ AVADANLIQLARIN DİAQNOSTİKASI**

Bakı 2020





Bu modul dərs vəsaiti Avropa İttifaqının texniki yardımı  r vəsində Azərbaycan Respublikasının Təhsil Nazirliyini dəstəkləmək  c n “Azərbaycanda Milli Kvalifikasiya  r v sinin İcrasına Dəstək” (EuropeAid/138339/DH/SER/AZ) layihəsi tərəfindən hazırlanmıřdır. Modulda ifadə olunan fikirlər v  məlumatlara görə Avropa İttifaqı, Azərbaycan Respublikasının Təhsil Nazirliyi və Təhsil İnstitutu məsuliyyət dařımır.

Modul dərs vəsaiti müvafiq təhsil proqramları (kurikulumlar)  zr  bilik və bacarıqların verilməsi məqsədilə hazırlanmıřdır v  peř  təhsili səviyyəsində müvafiq modulların tədrisi  c n tövsiyə edilir. Modul dərs vəsaitinin istifadəsi  d niřsizdir və kommersiya məqsədi ilə satıřı qadağandır.

**Müəlliflər:** Rəhim Rəhimov, Qadir Qafarov

**Modul üzrə məsləhətçi:** Mehpar  Əhmədova

  Bakı – 2020

Modulda ifadə olunan fikirlər müəllifə aiddir, istifadə olunmuş fotolar açıq mənbələrdən g t r lm řd r. Antiplagiat v  digər t dqiqtat etikasının tələblərinin təmin olunması modul müəlliflərinin məsuliyyətidir.



## MÜNDƏRİCAT

<b>ƏSAS ANLAYIŞLAR</b> .....	<b>6</b>
<b>GİRİŞ</b> .....	<b>8</b>
<b>MODULUN SPESİFİKASIYASI</b> .....	<b>9</b>
<b>TƏLİM NƏTİCƏSİ 1: PROBLEMI MÜƏYYƏN ETMƏK ÜÇÜN HAZIRLIQ İŞLƏRİNİ HƏYATA KEÇİRMƏK</b> .....	<b>11</b>
1.1. Effektiv yoxlanış və təmirə lazım olan alət, avadanlıq və sınaq qurğularını müəyyən edir.....	12
Tələbələr üçün fəaliyyətlər.....	25
Qiymətləndirmə.....	26
1.2. Problemləri müəyyən etmək üçün müvafiq sxem və təlimatları oxuyub şərh edin ....	27
Tələbələr üçün fəaliyyətlər.....	32
Qiymətləndirmə.....	33
<b>TƏLİM NƏTİCƏSİ 2: AVADANLIQ VƏ CİHAZLARDA NASAZLIQLARI AŞKAR ETMƏK ....</b>	<b>35</b>
2.1. Funksional ölçü cihazları və analizatorları müvafiq qaydada istifadə edir.....	36
Tələbələr üçün fəaliyyətlər.....	45
Qiymətləndirmə.....	46
2.2. Yaranmış nasazlıqları aşkar edir .....	47
Tələbələr üçün fəaliyyətlər.....	53
Qiymətləndirmə.....	54
2.3. Lazımi diaqnostika metodlarını seçir.....	55
Tələbələr üçün fəaliyyətlər.....	60
Qiymətləndirmə.....	61
2.4. Problemi müəyyən etmək üçün nasaz hissəni müvafiq qaydada yoxlayır .....	62
Tələbələr üçün fəaliyyətlər.....	72
Qiymətləndirmə.....	73
<b>ƏDƏBİYYAT SİYAHISI</b> .....	<b>74</b>

## ƏSAS ANLAYIŞLAR

**Hs** (hers) – tezliyin vahidi.

**GHs** – tezliyin vahididir, amma tezlik qiçahers mərtəbəsindədir ( $10^9$ ).

**Om** – müqavimətn vahidi.

**Mom** – müqavimətin mərtəbə vahidi ( $10^9$ ).

**F** – tutumun vahidi (Farad).

**mF** – tutumun mərtəbə vahidi( $10^{-3}$ ).

**Volt** – gərginliyin vahidi.

**Logic** – (ing.) məntiqi.

**Əməliyyat gücləndiricisi** – kiçik amplitudlu siqnalların gücləndirilməsi üçün istifadə olunan elektron qurğu.

**Analoq komparator** – analoq siqnalların müqaisə qurğusu.

**Analoq açarlar** – analoq siqnalların komutasiya elementi.

**Analoq multipleksor** – analoq siqnalların müasir komutasiya elementi.

**Optik izolyator** – bloklar arası məluat daşınması optiki əlaqə vasitəsi.

**Optocütlər** (“opto-coupler”) – fotoqəbuledici və fotoverici bir modulda yerləşdirilməsi ilə əldə olunan fotoelement.

**Analoq-rəqəm çevricisi** – analoq siqnalların rəqəm koduna çevirən sxem.

**Rəqəm-analoq çevricisi** – rəqəm kodunu analoq siqnala çevirən sxem.

**Tranzistor** – 3 elektrodlu yarımkəçirici cihaz.

**EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)** – silinəbilən proqramlanan daimi yaddaş qurğusu.

**Mikrokontroller** – idarəedici element.

**AC** – Dəyişən cərəyan.

**DC** – Sabit cərəyan.

**FK** – Fərdi kompüter.

**VAX** – Volt amper xarakteristikası.

**Kollektor** – tranzistorda keçid zonası.

**Emitter** – Tranzistorda keçid zonası.

**EKQ** – Elektrokardiorafiya.

**FUSE** – Əriyən qoruyucu.

**PCB (Printed Circuit Board)** – ingilis dilindən hərfi tərcüməsi çap dövrə platası mənasını verir, elementlərin montaj edildiyi platalar.

**BUS xətləri** – məlumatların ötürmə kanalları.

**TTL** – tranzistor transistor məntiq prinsipinə əsaslanan texnologiya.

**CMOS** – komplementar metal oksid yarımkəçirici texnologiyası əsasında əldə olunan yarımkəçirici element.

**İnterface** – (ing. “qoşmaq”, “uzlaşdırmaq” deməkdir) dar mənada qoşulma qurğularına, geniş mənada isə mexaniki, elektriki və proqram vasitələrinin yığımina deyilir.

**Mikroprosessor** – böyük inteqral mikrosxem.

**PCMCIA** – xarici qurğuların qoşulmasını təmin edən verilənlər şini.

**LAN (Local Area Network)** – yerli sahə şəbəkəsi.

**WLAN (Wireless Local Area Network)** – simsiz yerli sahə şəbəkəsi.

**QRS LED** – QRS dişciklərini indiqasiya edən LED.

**OFF** – bağlı.

**ON** – açıq.

**Power LED** – güc işıq diodu.

**TFT (Thin Film Transistor)** – nazik təbəqəli tranzistorları.

## GİRİŞ

### **Hörmətli oxucu!**

Tibbi aparat, cihaz, sistem və komplekslərdə zaman keçdikcə ətraf mühitin təsiri və ya özlüyündə hər hansı bir funksional dəyişikliyin yaranması səbəbilə ləngimələr, sıradan çıxmalar və tamamilə funksionallığı itirmə halları yaranır. Bu halda tibbi aparat və cihazlara ilkin diaqnostika aparılmalı və problemin yaranmasına səbəb olan amillər aradan qaldırılmalı və ya artıq yaranmış dəyişikliklər bərpa olunmalıdır. Bir sözlə tibbi aparat və cihazların təmir və texniki xidməti zamanı müəyyən diaqnostika işlərinin aparılması lazım olur. Tibbi cihaz sistemlərinin diaqnostikası digər texniki sistemlərə nəzərən daha məsuliyyətli və mürəkkəb işdir, çünki bu cihazlar pasiyentlərlə daim kontakt halındadır və potensial təhlükə daşıyıcısı olaraq insanlara zərər yetirə bilər. Tibbi cihazların diaqnostikasının əsas məqsədi cihazda yaranan funksional dəyişikliklərin aşkarlanması və aradan qaldırılmasından ibarətdir. Nəzərə alsaq ki, tibbi cihazlar olduqca bahalıdır, onlarda yaranmış nasazlıqların vaxtında və düzgün üsulla aradan qaldırılması böyük məsrəflərin qarşısını alır.

Hazırkı modulda bir çox məsələlərə nəzər yetirilmişdir. Tibbi avadanlıqlarda diaqnostika işlərini həyata keçirən texniki personalın sahib olması zəruri sayılan bilik və bacarıqlar özündə əks etdirən modul, 2 təlim nəticəsindən ibarətdir. Hər bir təlim nəticəsi üzrə qiymətləndirmə meyarlarının məzmunu açıqlanmış, verilən məzmunun möhkəmləndirilməsi üçün “Tələbələr üçün fəaliyyətlər” və təhsilalanın məzmunu hansı səviyyədə qavradığını qiymətləndirmək üçün “Qiymətləndirmə” bölməsi verilmişdir.

Birinci təlim nəticəsində təhsilalanlara nasazlıq vəziyyəti barədə məlumat verildikdən sonra, nasazlıqların yaranmasına səbəb olan faktorlar qeyd edilmişdir. Nasazlığı aşkarlamaq üçün praktiki bacarığa sahib olmaq keyfiyyətli diaqnostika prosesinin reallaşması deməkdir. Bu istiqamətdə əvvəlcə sistem barədə məlumat toplanılır (servis kitabçasından və digər təlimatlardan). Burada diaqnostika prosesi zamanı istifadə olunan alət və funksional ölçü cihazlarından bəhs edilir.

İkinci təlim nəticəsində nasazlığı aşkarlamaq üçün sistemə və nasazlığın təbiətinə uyğun olaraq diaqnostika üsulu və diaqnostika işini reallaşdıran cihaz və alətlərin tətbiqi məsələsi vurğulanır. Burada qeyd olunan diaqnostika işini reallaşdıran cihaz və alətlərin təsnifatı verilmiş və onlardan düzgün istifadə metodikası qeyd edilmişdir. Onu da nəzərə alsaq ki, tibbi cihazlar kompleks sistemlərdən təşkil olunmuşdur, yəni bir cihazda həm elektrik, həm pnevmatik–hidravlik sistemlər mövcud ola bilər, belə sistemlərdə yarana biləcək nasazlıqlar barədə məlumatlı olmaq effektiv diaqnostikanın reallaşması prosesini həyata keçirməyə imkan verir.

**Əziz təhsilalanlar!** Unutmayın ki, gələcək fəaliyyətinizin yüksək səviyyədə qurulmasının əsası, sizə təqdim edilən materialların həm nəzəri, həm də praktiki mənimsənilməsindən çox asılıdır.



## MODULUN SPESİFİKASIYASI

<b>Modulun adı:</b>	Tibbi avadanlıqların diaqnostikası
<b>Modulun kodu:</b>	SS-2020-00
<b>Modulun ümumi məqsədi:</b>	<i>Bu modulu uğurla tamamladıqdan sonra təhsilalan problemə uyğun alət, avadanlıq və sınaq qurğularını seçməyi, onlardan qaydalara uyğun istifadə edərək nasaz hissəni müəyyən etməyi bacaracaqdır.</i>
<b>Təlim (öyrənmə) nəticəsi</b>	<b>Qiymətləndirmə meyarları</b>
1. Problemi müəyyən etmək üçün hazırlıq işlərini həyata keçirmək	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Effektiv yoxlanış və təmirə lazım olan alət, avadanlıq və sınaq qurğularını müəyyən edir;</li> <li>➤ Problemləri müəyyən etmək üçün müvafiq sxem və təlimatları oxuyub şərh edir.</li> </ul>
2. Avadanlıq və cihazlarda nasazlıqları aşkar etmək	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Funksional ölçü cihazları və analizatorları müvafiq qaydada istifadə edir;</li> <li>➤ Yaranmış nasazlıqları müvafiq qaydada aşkar edir;</li> <li>➤ Müvafiq diaqnostika metodunu seçir;</li> <li>➤ Problemi müəyyən etmək üçün nasaz hissəni müvafiq qaydada yoxlayır</li> </ul>



# TƏLİM NƏTİCƏSİ 1

PROBLEMİ MÜƏYYƏN  
ETMƏK ÜÇÜN HAZIRLIQ  
İŞLƏRİNİ HƏYATA  
KEÇİRMƏK

## 1.1. Effektiv yoxlanış və təmirə lazım olan alət, avadanlıq və sınaq qurğularını müəyyən edir.

### Yoxlanış zamanı istifadə olunan alət və avadanlıqlar

Tibbi avadanlıqlarda yaranan əsas texniki nasazlıqları elektrik-elektronika əsaslı və mexaniki əsaslı hissələrə ayırmaq olar. Elektrik və elektron sistemlərdə yaranan nasazlıqların fəsadları çox ciddi və əhatə dairəsinə görə daha genişdir. Yaranmış problemlərin düzgün diaqnostikası üçün test cihaz və alətlərdən istifadə edilir. Buna görə də tibbi avadanlıqların təmiri və diaqnostikasına başlamazdan əvvəl lazım olan test cihaz və alətləri müəyyən etməliyik.

### Diaqnostika zamanı istifadə olunan testlər və alətlər

Problemlərin müəyyənləşdirilməsi üçün müvafiq test metodu və buna uyğun olaraq test cihaz və alətləri seçilməlidir. Tibbi aparatların diaqnostikasında istifadə olunan əsas ölçü və sınaq cihazları aşağıda qeyd olunmuşdur:

#### ➤ Elektrik təhlükəsizliyi test cihazı

Məişətdə, eləcə də tibbi texnologiyalar sahəsində böyük və kiçik ölçülü bir çox aparatlar elektrik enerjisi ilə işləyirlər. Aralarında insanlar üçün təhlükə yarada bilmə potensialına sahib cərəyan və gərginliklərin olduğu aparatlar da mövcuddur. Məhz bu aparatların təhlükəsizliyini təmin etmək üçün elektrik təhlükəsizlik test cihazlarından istifadə olunur. İlk öncə elektrik nöqtəyi-nəzərindən təhlükəsizliyin nə olduğunu qeyd etmək lazımdır. Təhlükəsizlik - istifadəçilərin cərəyan və gərginlik kimi insan sağlamlığına zərər yetirə bilmə riskinə malik faktorların istifadəçilərə zərər yetirməsinin qarşısını almaq üçün görülən bütün növ tədbirlərdir. Xüsusilə müəssisələrdə istehsal olunan cihazlarda layihələndirmə və istehsal xətlərinin olması halında aparatları istifadə edən işçilərin sağlamlığı təhlükə altına düşə bilər. Bu səbəbdən onların (yəni aparatların) müşahidə edilməsi, parametrlərinin ölçülməsi və qabaqleyici tədbirlərin görülməsi məqsədilə yoxlama işlərini həyata keçirən cihazlara elektrik təhlükəsizlik test cihazları deyilir (Şəkil 1.1). Bu cihazla izolyasiya müqavimətinin ölçülməsi, polyarlığın müəyyənləşdirilməsi, sızıntı cərəyanının müəyyənləşdirilməsi, kontakt cərəyanının yoxlanılması, şəbəkədə gərginlik və tezliyin ölçülməsi, gücün ölçülməsi və s. mümkündür.



Şəkil 1.1. Test cihazının nümunəsi

### ➤ Defibrilyator test cihazı

Bu test cihazı defibrilyatorların sınaqdan keçirilməsi, yəni cihaza aid texniki parametrlərin yoxlanılması məqsədilə istifadə olunan cihazdır (Şəkil 1.2). Bu növ test cihazı ilə defibrilyatorun enerjisi, dolma müddəti, sinxronizasiya prosesi, Pacer həssaslığı (ürək siqnallarının dəyişməsinə həssas olması) kimi bir çox parametrin yoxlanılması təmin edilir. Belə cihazlar portativ versiyada hazırlanır ki, bu da rahat istifadəyə imkan yaradır.

### ➤ Taxometr

Maşın, aqreqat, mexanizm, rotor, vallarda və s. kimi müxtəlif fırlanan parçaların fırlanma sürətini (vahid vaxta görə dövr sayı) ölçmək üçün nəzərdə tutulmuş ölçü alətidir (Şəkil 1.3). Taxometrlərin iki növü qeyd olunur: analoq və rəqəmsal taxometrlər. Bir çox üstün cəhətlərinin olması səbəbilə rəqəmsal taxometrlər daha geniş istifadə olunur. Rəqəmsal əl taxometri dövrlər sayını, fırlanma sürətini və uzunluğu ölçmək üçün istifadə olunan kompakt bir cihazdır. Cihaz tədqiqat laboratoriyalarında, xidməti iş yerlərində, maşınqayırma zavodlarında istehsal prosesinə nəzarət və eyni zamanda tibbi avadanlıqların diaqnostikası zamanı istifadə etmək üçün əlverişlidir. Rəqəmsal əl taxometrləri vasitəsilə mühərriklərin, turbinlərin, nasosların, sentrifuqaların (qarışdırıcı tibbi cihaz) və digərlərinin dövrlər sayını ölçmək olar. Bu cihazın iki ölçmə üsulu var. Birincisi optik və ya kontaktsiz, digəri isə mexaniki, yəni kontaklı üsuldur. Optik üsulla ölçmə zamanı dövrlər sayı əks etdirilən obyektə əks etdirici lent yapışdırılır. Əks etdirici lent işıq şüalarını toplayır. Nəticədə cihazın maye-kristallik ekranında ölçülən kəmiyyətin qiyməti əks etdirilir. Cihazın şüasını buraxdığı nöqtə ilə ölçülən obyekt arasındakı məsafə 600 mm qədər ola bilər. Bu üsulla əsasən dövrlər sayı ölçülür.



Şəkil 1.2. Defibrilyator test cihazının nümunəsi



Şəkil 1.3. Lazerli taxometrin nümunəsi

➤ **Təzyiq ölçən qurğu** (Şəkil 1.4)

Təzyiq ölçən qurğu təzyiq sensoru ilə təchiz olunmuşdur. Məhz sensor vasitəsilə təzyiqin qiyməti ölçülür. Təzyiq sensoru bir qayda olaraq qaz və mayelərin təzyiqini ölçür. Bu qurğu vasitəsilə bir çox tibbi cihazlarda təzyiq parametrini ölçmək mümkündür. Misal üçün sterilizatorlar, avtoklavlar və s.

➤ **Tezlik sayğacı** (Şəkil 1.5)

Tezlik sayğacı iki fərqli xüsusiyyətdə ola bilər. Birinci növ tezlik sayğacı 10 Hs ilə 2.6 GHz arasında ölçmə aparma imkanına sahibdir. Digər növ tezlik sayğacı isə əsasən laboratoriyalarda istifadə olunur və onun ölçmə tezlik diapazonu 0.1 Hs ilə 1.5 Ghs arasında dəyişir. Hər iki sayğac qrupundakı cihazlar yüksək keyfiyyətə sahib olub və IEC-1010-1, CAT II təhlükəsizlik normalarına cavab verən cihazlardır və bir çox dəqiq ölçmələr aparan zaman dövrədə tezliyin ölçülməsi üçün istifadə olunur. Bəzən tezlik sayğacına frekansmetrlər də deyilir.

➤ **Rəqəmsal mikrosxem test cihazı** (Şəkil 1.6)

Bu test cihazı müxtəlif markalı məntiqi ("logic") mikrosxemlərin impuls siqnalları vasitəsilə sınaqdan keçirərək vəziyyətini qiymətləndirmə prosesini reallaşdırır. Proses çox sadə metod olub mikrosxemin test cihazının yuvasına birləşdirməkdən ibarətdir. Bundan sonra mikrosxem yoxlanılır. Rəqəm mikrosxemlərinin yoxlanılması həqiqilik cədvəlləri vasitəsilə yoxlanılır. Belə mikrosxemlərə misal kimi 75xx, 40, 45 markalı mikrosxemləri göstərmək olar.



Şəkil 1.4. Təzyiq ölçən qurğunun nümunəsi



Şəkil 1.5. Tezlik sayğacı nümunəsi



Şəkil 1.6. Rəqəmsal mikrosxem test cihazı

➤ **Analoq mikrosxem test cihazı** (Şəkil 1.7)

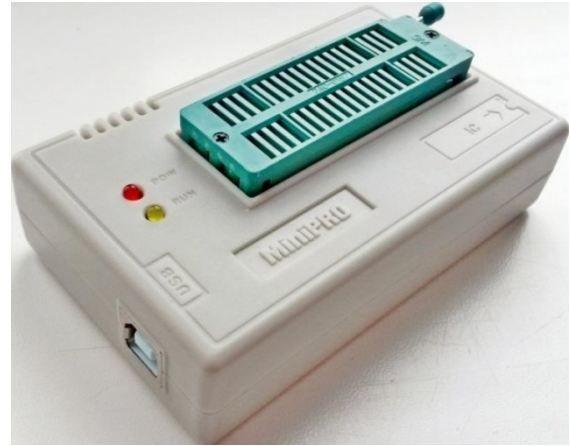
Cihaz 16 pinə malik olub, əməliyyat gücləndiricisi, analoq komparator, analoq açarlardan, analoq multipleksordan, optik izolyatordan, optocütlərdən (“opto-coupler”), analoq-rəqəm və rəqəm-analoq çeviricisindən və tranzistor seriyasından ibarətdir. Yeni mikrosxemlər mikrosxemlərin parametrlərini cihazın kitabxanasına yerləşdirmə imkanına malikdir. Bundan başqa üzərində kodu (seriya nömrəsi) oxunmayan mikrosxemləri yaddaşında tapmaq qabiliyyətinə də malikdir.



Şəkil 1.7. Analoq mikrosxem test cihazı

➤ **EPRoM proqramator** (Şəkil 1.8)

EPRoM (*Erasable Programmable Read Only Memory*) yaddaş texnologiyasının məhsulu olub, verilənlərin yaddaşda saxlanması üçün nəzərdə tutulur. EPRoM hərfi mənada “silinə bilən, yalnız oxumaq üçün nəzərdə tutulmuş yaddaş” qurğusudur. Bu yaddaş elementi hər bir mikrokontrollerin əmr kodlarını və ünvanlarını özündə ehtiva edir. Buna görə də mikrokontrollerlərə proqram daxil edilərkən proqram birbaşa EPRoM yaddaşa yazılır. Qeyd edilən prosesi proqramator reallaşdırır. Mikrokontroller (və ya digər proqramlaşdırıla bilən məntiqi mikrosxemlər (PLİC)) proqramatorun yuvasına bərkidilir. Bundan sonra proqramator vasitəsilə fərdi kompüterlə əlaqələndirilmiş mikrosxemə proqram yüklənir.



Şəkil 1.8. EPRoM proqramator nümunəsi

➤ **Rəqəmsal avometr (Multimetr və ya tester)** (Şəkil 1.9)

Rəqəmsal avometr cərəyan (A), gərginlik (V) və müqaviməti (R) ölçən cihaz olub, eyni zamanda qısaqapanmanı da təyin etmə imkanına malikdir. Avometrlerin analoq və rəqəmsal olmaqla iki növü vardır. Avometrler tətbiq ölçməni apardığı dövrənin növünə görə AC və DC parametrləri üzrə sazlanma bilmək xüsusiyyətinə də malikdir. Bu ölçü cihazına sonradan əlavə funksiyalar da daxil edilmişdir. Məhz buna görə də bu ölçü cihazı multimetr (“multi” - çoxlu, “metr” - ölçmə deməkdir) və ya tester olaraq adlandırıldı.



Şəkil 1.9. Rəqəmsal avometr

➤ **Osilloqraf** (Şəkil 1.10)

Bu növ test cihazı analizator rolunu oynayaraq elektrik rəqslərinin zaman oxunda açılışının əldə olunması məqsədilə istifadə olunur. Osilloqraf vasitəsilə siqnalın təsviri qurulur. Bunun sayəsində də siqnalın müşahidəsi mümkün olur. Osilloqraf vasitəsilə bir neçə parametr ölçülə bilər. Misal kimi period, tezlik, amplitud, impulsların davamətmə və fasilə müddətləri, faza sürüşməsi kimi parametrlər göstərilə bilər. Cihaz üç əsas hissədən ibarətdir: elektrik şüa borusu, üfüqi və şaquli meyiletdiricilər. Bu cihazların analoq və rəqəmsal olmaqla iki növü vardır. Elektron platalarda siqnallaşma səviyyələrinin müəyyən edilməsində olduqca geniş istifadə olunur.



Şəkil 1.10. Osilloqraf nümunəsi

➤ **Yüksək gərginlik ölçmə probu** (Şəkil 1.11)

Sabit və dəyişən cərəyan voltmetrlərində gərginliyin ölçmə həddini 40.000 volta qədər yüksəltmək üçün istifadə olunur. Bu prob vasitəsilə hər hansı bir qurğu və ya cihaz daxilində mövcud olan yüksək gərginliklərin ölçülməsi üçün istifadə olunur. Bu proba enerji paylayıcı şəbəkə sistemlərində ölçmə aparmaq olmaz. Prob 10 MΩ giriş impedansına (ölçmə prosesinin reallaşdırılan elektrodun daxili müqavimətidir) malik olan voltmetrlə istifadə olunduqda yüksək həssaslıqla ölçmə aparır.



Şəkil 1.11. Yüksək gərginlik ölçmə probu

➤ **Torpaqlama müqavimətini ölçən cihaz** (Şəkil 1.12)

Torpaqlama müqaviməti (torpaq müqaviməti) torpağın elektrik cərəyanını keçirə bilməsi zamanı göstərdiyi reaksiyadır. Torpaq əslində mis kimi normal keçiricilərə görə daha zəif bir keçiricidir. Ancaq cərəyan üçün sahə kifayət qədər böyükdürsə, müqavimət aşağı olub torpaq yaxşı keçirici halına gələ bilər. Tibbi müəssisələr qurulmazdan əvvəl bu ölçülər aparılır, lazımı hesablamalar və hazırlıqdan sonra qurğunun quraşdırılması həyata keçirilir. Torpağın xüsusi müqaviməti 1 kubmetr torpağın müqavimətidir. Qiyməti torpağın quruluşu və içindəki su miqdarına bağlıdır. Bir elektrodun torpağa keçid müqaviməti, torpağın müqavimətinə bağlıdır.



Şəkil 1.12. Torpaqlama müqavimətini ölçən cihaz



➤ **Lüksmetr** (Şəkil 1.13)

İşıq mənbəyi ilə mənbənin şüalandırdığı səth (və ya sahə) arasındakı işıqlanma gücü lüksmetr adlanan cihaz vasitəsilə ölçülür. İşıq enerjisini elektrik enerjisinə çevirən fotoelektrik batareya, lüks kəmiyyəti ilə kalibrasiya olunmuş çox həssas milli ampermetrdən təşkil edilmişdir. Lüksmetrin filtr sisteminin spektral həssaslığı insan gözünün spektral həssaslığına oxşar formada hazırlanmışdır. Lüksmetrlə işləmə qaydası olduqca sadədir. İşıqlanma şiddətinin ölçülməsi tələb olunan səthə doğru lüksmetrik detektorunu çevirmək, bəzi cihazlar üçün uyğun diapazonu seçmək və indikatorun işıq şiddətinin qiymətini oxumaqdan ibarətdir. Lüksmetr cihazı eyni zamanda fotometr də adlandırılı bilər.



Şəkil 1.13. Lüksmetr nümunələri

➤ **LCR metr** (Şəkil 1.14)

Bu cihaz passiv dövrə elementlərinin nominalının təyin edilməsi məqsədilə istifadə olunur. Burada LCR ifadəsi müvafiq olaraq induktivlik (L), kondensator (C), rezistor (R) sözlərinin ingilis dilində baş hərflərini ifadə edir. Bu cihazda da eynilə multimetrə olduğu kimi, ölçmə texnikası eynidir. Yəni əvvəlcə ölçüləcək parametərə uyğun cihazın komutatoru sazlanır. Bundan sonra ölçü elektrodları uyğun yuvalara bərkidilir. Artıq bundan sonra ölçmə prosesini aparmaq olar. Nəticə maye kristallı lövhədə əks olunur. Bu cihazların da iki növü qeyd olunur: analoq və rəqəmsal LCR metr.



Şəkil 1.14. LCR metr

➤ **Anesteziq qaz konsentrasiyası test cihazı** (Şəkil 1.15)

Bu test cihazı vasitəsilə anestezioloji aparatlarda qaz konsentrasiyası təyin edilir. Bu cihazla bir kanal üzərində vaporizatorada qaz konsentrasiyası daxil olmaqla bütün anestezioloji və reanimasyon qaz parametrlərinin ölçülməsi və yoxlanılması mümkündür. Test cihazı ilə axın sürəti, həcm, təzyiq, temperatur, müddət, anestezioloji qaz təyini kimi

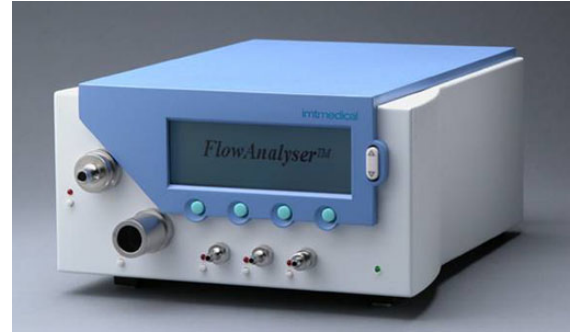
(OR 703 sensoru ilə) bir çox funksional parametri təyin etmək olar. Test cihazı anestezioloji aparatlarla yanaşı eyni zamanda ventilyator, aspiratorlar, spirometrlər, vakuüm manometrləri kimi bir çox cihazlara da tətbiq oluna bilər.

➤ **Ventilyator test cihazı** (Şəkil 1.16)

Kompakt ölçüyə sahib bu test cihazı portativ formada istehsal olunur və axın analizatoru kimi ventilyatorlarda kalibrasiya prosesində istifadə olunur. Bu test cihazı ilə tidal (daxil olan və xaric olan) həcm, dəqiqəlik həcm, oksigen, helium, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, tezlik təzyiqi (aşağı, yuxarı və orta təzyiq) kimi parametrləri yoxlamaq mümkündür. Ventilyator test cihazı ilə aspiratorlar, spirometrlər, O<sub>2</sub> manometrlər, axın manometrlər, təzyiq ölçən qurğular kimi qurğular kalibrasiya oluna bilər.

➤ **Multimetr ölçmə cihazı**

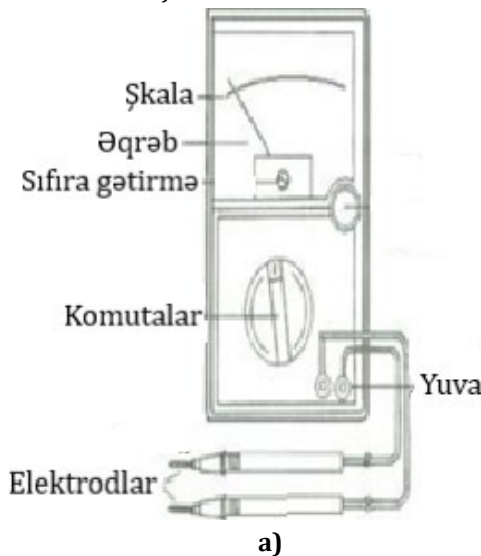
“AVO” metrlər - Amper, Volt və Om kəmiyyətlərin baş hərflərinin abreviaturasıdır (qısaldılmasıdır), AVO metrlər elektronika sahəsində geniş istifadə olunur. Ön panelində yerləşdirilmiş kamutatoru vasitəsi ilə ölçüləcək kəmiyyət təyin olunur və ölçmə prosesinə başlanılır. Ölçmə texnikasının inkişafı nəticəsində AVO metrlər təkmilləşdirilmiş və onlara bir çox yeni funksiyalar əlavə edilmişdir. Standart parametrlər, yəni gərginlik və müqavimət xaricində tezlik, temperatur, tutum, buzzer (diod yoxlama rejimi) və tranzistor parametrlərinin təyini kimi bir çox parametrlərin ölçülməsi tələb olunur.



Şəkil 1.15. Anestezi qaz konsentrasiya test cihazı



Şəkil 1.17. Ventilyator test cihazı



Şəkil 1.17. Analog tester: a) analog testerin ümumi görünüşü, b) analog testerin ölçü şkalası

Cərəyan, gərginlik və müqavimət xaricində çoxlu sayda parametrləri ölçən ölçmə cihazlarına multimetr və ya tester deyilir. Testerlərin analoq və rəqəmli olmaqla iki növü var. Hər iki testerdə ölçmənin texnikası eynidir. Arasındakı fərq komutatorun vəziyyəti və analoq testerlərdə şkalanın olması ilə yaranan subyektiv xətanın olmasıdır. Şəkil 1.17-də analoq tester və ölçmə şkalası göstərilmişdir.

Şəkildən də görüldüyü kimi, hər iki tester əsasən üç hissədən ibarət olmaqla, ölçmə elektrodları, komutator və şkaladan ibarətdir. Ölçmə elektrodları rənglərinə uyğun olaraq yuvalara yerləşdirilir. Komutator ölçmə parametrlərinə uyğun olan vəziyyətə gətirilir. Bu tip testerlərin əsas mənfi cəhəti tək bir şkalada birdən çox diapazon qeyd olunması və hər diapazonun yanında aid olduğu parametr göstərilməsidir. Ölçüləcək parametərə uyğun diapazon seçildikdən sonra aid olduğu göstərici şkaladan oxunmalıdır (Om, V, A).

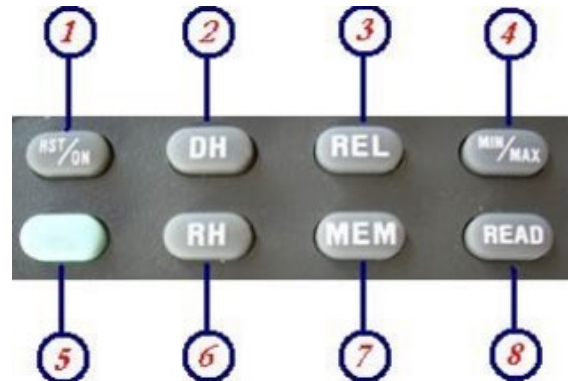
Rəqəmli testerlə ölçmə aparmaq daha asandır və subyektiv xəta demək olar ki, yaranmır. Rəqəmli testerlərlə müqavimət, induktivlik və tutumun ölçülməsini yüksək dəqiqliklə aparmaq mümkündür. Bir çox rəqəmli testerlər mövcuddur. Aşağıdakı tester vasitəsilə düzgün ölçmə aparmaq qaydasına baxaq (Şəkil 1.18).

Testerin ön panelinin yuxarisında yerləşdirilmiş düymələrin vəzifələri aşağıdakı kimidir (Şəkil 1.19).

1. RST\On düyməsi - hər hansı bir ölçmə zamanı tənzimlənən funksiyaların əvvəlki vəziyyətə qaytarılması üçün istifadə edilir;
2. DH düyməsi - hər hansı bir ölçmə apararkən ölçmənin sabit bir halda saxlanması üçün istifadə edilir;
3. REL düyməsi - ilk ölçməni apardıqdan sonra bu düymə sıxılır, ikinci ölçülən kəmiyyət ilk ölçülən kəmiyyətdən çıxılır və monitorda nəticə göstərilir;
4. Min\Max düyməsi - minimum və maksimum ölçülən kəmiyyəti göstərir;
5. Funksiya seçim düyməsi - Ölçmə apararkən bir funksiyadan digər funksiyaya keçməni təmin edir;
6. RH düyməsi - bu düymə ölçülməsi aparılacaq parametrin mərtəbələri arasında dəyişməni təmin edir. Məsəl üçün, müqaviməti ölçərkən meqaOm, Om və ya kiloOm mərtəbələrinə keçirmək mümkün olur;
7. Mem düyməsi - ölçülən kəmiyyəti yaddaşa qeyd edir;



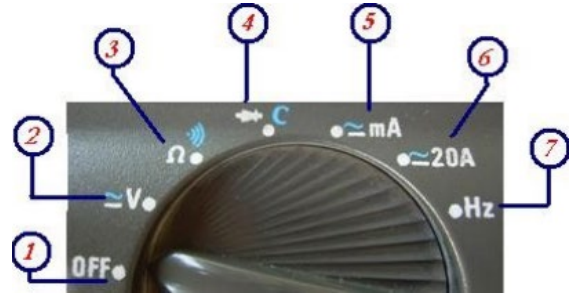
Şəkil 1.18. Rəqəmli testerin ümumi görünüşü



Şəkil 1.19 Testerin funksional düymələri

8. Read düyməsi - yaddaşa qeyd edilmiş ölçmə nəticəsinin monitorda göstərilməsini təmin edir.

Funksional seçim komutatoru – ölçülməsi istənilən parametr (gərginlik, cərəyan, müqavimət) bu komutator vasitəsilə seçilir və rəqəmli ekranda ölçmənin nəticəsi oxunur (Şəkil 1.20).



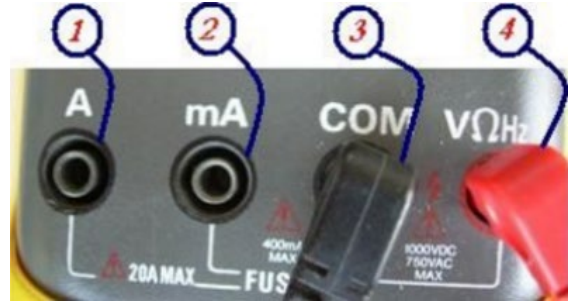
Şəkil 1.20. Komutator

1. OFF vəziyyəti: Testeri acıb-bağlamaq üçün istifadə edilir;
2. AC vəziyyəti: Sabit cərəyan parametrlərinin ölçülməsi zamanı komutator bu vəziyyətə gətirilməlidir;
  - a) Funksiya: AC şərti daxilində dəyişən gərginliyi ölçür;
  - b) Funksiya: DC şərti daxilində sabit gərginliyi ölçür;
3. Ω/Buzzer vəziyyəti: Elektron dövrlərdə nasaz elementlərin təyini və elektron elementlərin qiymətlərinin ölçülməsi zamanı istifadə edilir;
  - a) Funksiya: Müqaviməti ölçmək üçün istifadə edilir;
  - b) Funksiya: Qısa dövrə testi üçün istifadə edilir;
4. Diod\C vəziyyəti: Elektron dövrlərdə nasazlığın təyin edilməsində və elektron elementlərin qiymətlərinin ölçülməsi zamanı komutator bu vəziyyətə gətirilməlidir;
  - a) Funksiya: Diodun astana gərginliyini ölçmək üçün istifadə edilir;
  - b) Funksiya: Kondensatorun tutumunu ölçmək üçün istifadə edilir;
5. mA vəziyyəti: Cərəyan şiddətinin ölçülməsi zamanı komutator bu vəziyyətə gətirilməlidir.
  - a) Funksiya: AC şərti daxilində cərəyanın (milli amper mərtəbəsində) ölçmə zamanı istifadə edilir;
  - b) Funksiya: DC şərti daxilində cərəyanın (milli amper mərtəbəsində) ölçmə zamanı istifadə edilir;
6. 20A vəziyyəti: Cərəyan şiddətinin ölçülməsi zamanı komutator bu vəziyyətə gətirilməlidir;
  - a) Funksiya: AC şərti daxilində cərəyanı (amper mərtəbəsində) ölçmə zamanı istifadə edilir;
  - b) Funksiya: DC şərti daxilində cərəyanı (amper mərtəbəsində) ölçmə zamanı istifadə edilir;
7. Hz vəziyyəti: Tezliyi ölçmək üçün komutator bu vəziyyətə gətirilməlidir.

Giriş yuvaları ölçmə elektrodlarının bağlandığı dəliklərdir (Şəkil 1.21).

Şəkil 1.21-də qeyd olunan elektrod yuvalarının izahatı aşağıda qeyd olunmuşdur:

- Referans elektrod (qara elektrod) hər zaman 3 nömrəli yuvaya (girişə) taxılmalıdır;
- Cərəyan amper mərtəbəsində ölçülərkən qırmızı naqıl 1 nömrəli yuvaya taxılır;
- Cərəyan milli amper mərtəbəsində ölçülərkən qırmızı naqıl 2 nömrəli yuvaya taxılır;
- Gərginlik, müqavimət kimi digər parametrlər ölçülərkən qırmızı naqıl 4 nömrəli yuvaya taxılır.



Şəkil 1.21. Elektrod dəlikləri (yuvaları)

### Siqnalların müşahidə analizatoru

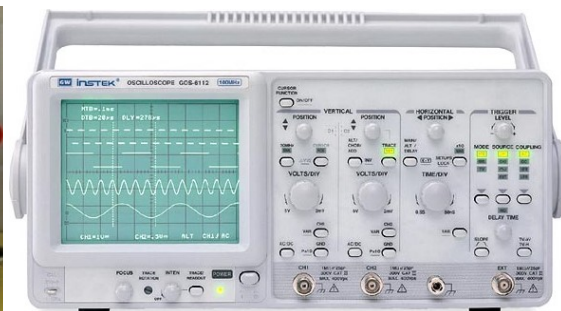
Multimetrilər ölçülən siqnalların qiymətini rəqəmsal və ya analog formasında göstərir. Osilloqraflar isə bütün elektrik siqnalların zamana görə açılışını təmin edən test cihazıdır. Girişinə tətbiq olunan elektrik siqnalının amplitud və zamana (period) görə açılışını təsvir edən ölçü qurğusuna osilloqraf deyilir. Təsvir qrafiki formada göstərilir. Osilloqraflar ölçdüyü siqnalın formasını göstərərək onun bütün spektrlərini görməyi təmin edir. Osilloqraflar əsasən üç bölmədən ibarətdir:

1. Katod şüa borusu (ekran) - katod şüa borusu qısa olaraq CRT (cathode ray tube) ilə ifadə edilir. Borunun daxili səthi fosfor (akvadak) təbəqəsi ilə örtülmüşdür. Bu təbəqə üzərinə elektron dəsti düşdüyündə işıqlanır. Borunun xarici səthi (ekran) siqnalların formasını dəqiq göstərmək və analiz etmək üçün hazırlanmışdır;
2. Şaquli idarəetmə sistemi - bu sistem vasitəsilə osilloqrafın girişinə tətbiq olunan siqnal şaquli istiqamətdə idarə edilir. Bu idarəetməni osilloqrafın ön panelində yerləşən Volt\div komutatoru təmin edir;
3. Üfüqi idarəetmə sistemi - bu sistem vasitəsilə osilloqrafın girişinə tətbiq olunan siqnal üfüqi istiqamətdə idarə edilir. Bu idarə etməni osilloqrafın ön panelində yerləşən Time\div komutatoru təmin edir.

Osilloqrafların əsasən analog və rəqəmsal olaraq iki növü vardır (Şəkil 1.22):



a) analog



b) rəqəmsal

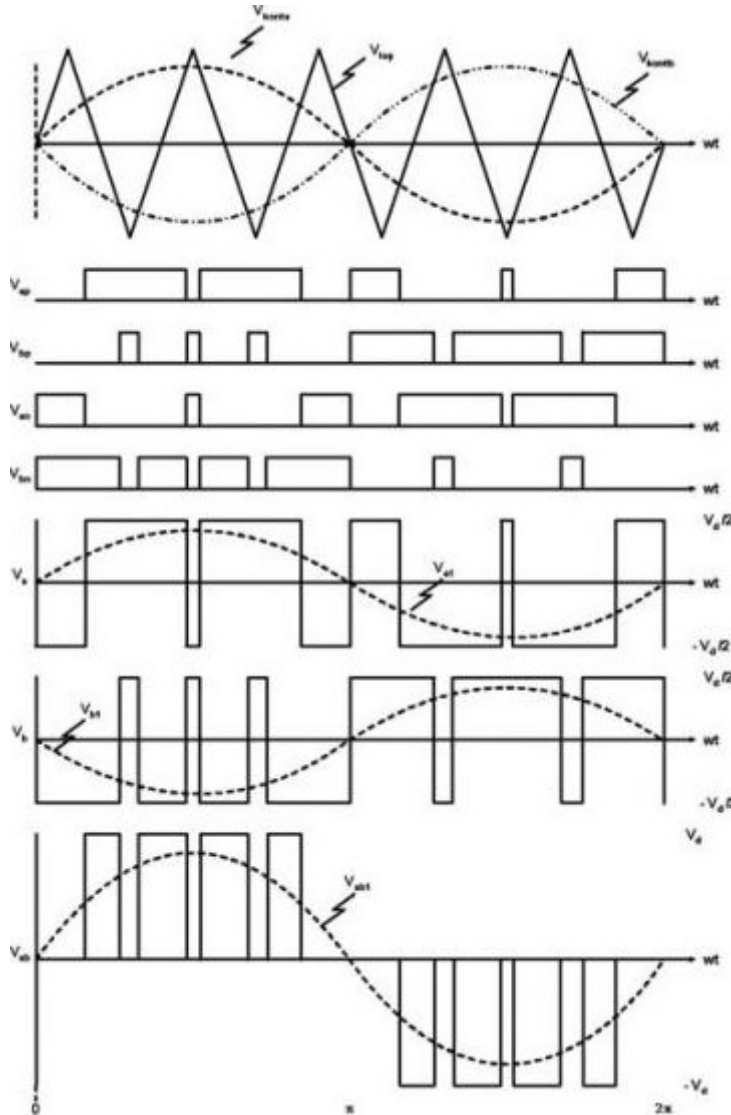
Şəkil 1.22. Osilloqrafların növləri

Analoq və rəqəmsal osilloqraflar yuxarıdakı şəkildə verilmişdir. Analoq osilloqraflar rəqəmsal osilloqraflara nəzərən funksional imkanlar səbəbindən daha az tətbiq olunur. Onu da nəzərə alaq ki, rəqəmli osilloqraflarda ölçmə prinsipi analoq osilloqraflarda olduğu kimidir. Rəqəmli osilloqrafda istifadə üstünlükləri, yüksək dəqiqliyi və bir neçə əməliyyatın eyni zamanda aparılmasıdır. Rəqəmli osilloqraflar fərdi kompüterə USB vasitəsilə qoşula bilər və ölçüləcək siqnalları kompüterin yaddaşında qeyd etmək olar (Şəkil 1.23).



Şəkil 1.23. Fərdi kompüterli osilloqraf

Proqramla idarə olunan fərdi kompüterli (FK) osilloqrafların portativ olması, verilənlərin qeydiyyatının aparılması kimi üstünlüklərə malikdir.



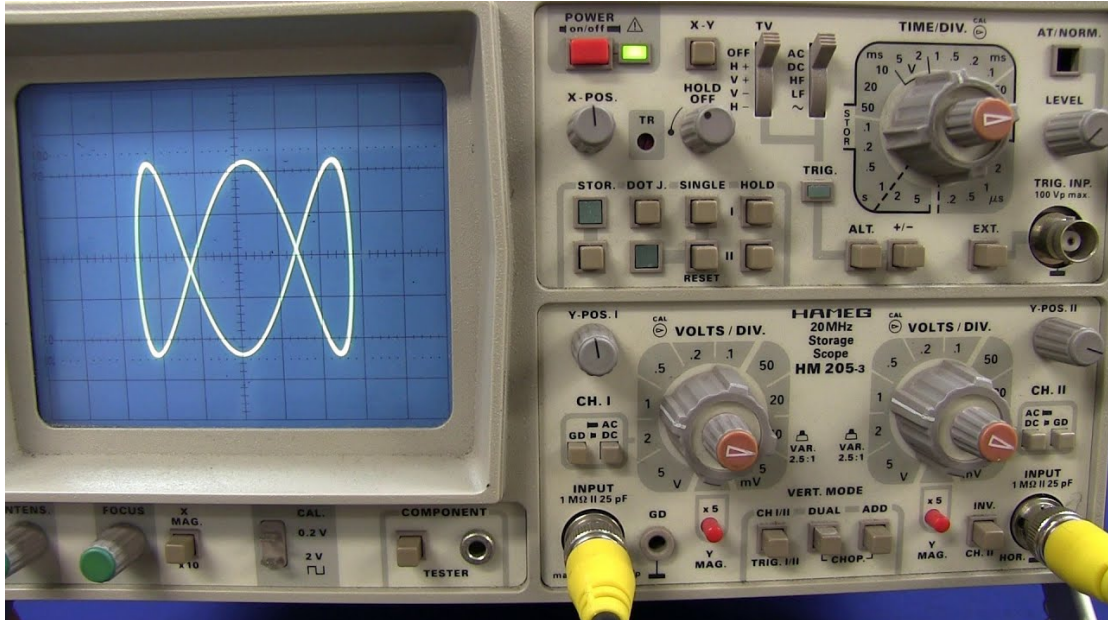
Şəkil 1.24. Müxtəlif formalı elektrik siqnalları

Şəkil 1.24-də göstərilən əsas siqnal formalarının osilloqraf vasitəsiylə təsviri alınır. Osilloqraf vasitəsilə aşağıdakı siqnalların parametrləri ölçülə bilər.

- AC (dəyişən) və DC (sabit) gərginliklərin qiymətlərini;
- Dəyişən elektrik siqnalları;
- Dövrədən axan cərəyanı;
- Fazalar fərqi;
- Siqnalın periodunu və tezliyini;
- Yarımkeçirici elementlərin xarakteristikalarını;
- Kondensatorun dolma və boşalma qrafiklərini və s.

Osilloqraf vasitəsilə səlis və təhlükəsiz ölçmələr aparmaq üçün komutator, açar və ucluq bağlantılarından düzgün istifadə edilməlidir.

Analoq osilloqraf vasitəsiylə onun düymələrinin funksiyalarını və istifadə qaydalarını öyrənmək üçün şəkil 1.25-a müraciət edək.



Şəkil 1.25. Analoq osilloqraf

**İNTENSİTY (İNTEN-İNT)** – parlaqlığın idarə olunması. Ekranla təsvir olmayanda intensity çevirgəcini ən son vəziyyətə gətirib, sonra onu yavaş-yavaş hərəkət etdirmək lazımdır. Parlaqlıq (intensity) idarəsi saat əqrəbi istiqamətində hərəkətə gətirildiyi zaman ekranda təsvir olunan siqnal parıldayır. Ancaq idarəetmə düyməsini istifadə edərkən diqqətli olmaq lazımdır. Yüksək parlaqlıq fosfor təbəqəsinin dağılmasına səbəb ola bilər. Bu səbəbdən də osilloqrafa şəbəkə gərginliyi verilməzdən əvvəl intensity çevirgəci minimum parlaqlıq vəziyyətində olmalıdır.

**FOCUS** – Bu çevirgəc vasitəsiylə siqnalın ekran boyunca yayılmasının dəqiqliyi və ya fokuslanması tənzimlənir. Bu funksiya vasitəsilə ekrandakı siqnalın fokus məsafəsini dəyişdirərək siqnalın düzgün formada təsvirinin alınması təmin olunur.

**X-POS** – ekrandakı siqnalın üfüqi istiqamətdə açılışını təmin edir.

**Y-POS** – ekrandakı siqnalın şaquli istiqamətdə açılışını təmin edir.

**AC** – dəyişən siqnalların müşahidəsi üçün cihazın ön panelində yerləşdirilmiş üç vəziyyətli sürüngəc “AC” vəziyyətinə keçirilməlidir.

**DC** – sabit siqnalların müşahidəsi üçün cihazın ön panelində yerləşdirilmiş üç vəziyyətli sürüngəc “DC” vəziyyətinə keçirilməlidir.

**AC\GND\DC** – osilloqrafla ölçüləcək siqnalın xarakterinə uyğun olaraq bu vəziyyətlərdən biri təyin edilməlidir. Bu osilloqrafın ön panelində yerləşdirilmiş üç funksiyalı sürüngəcdir. Hər hansı bir siqnalı ölçməzdən əvvəl sürüngəc “GND” vəziyyətinə gətirilərək üfüqi mərkəz xətti ekranda işıqlanaraq təyin edilir.

**VOLTS\DIV** – ölçülən siqnalın amplituduna görə tənzimlənməlidir. Ekrandakı şaquli istiqamətdə bir kvadrat məsafə üçün neçə volt olduğunu təyin edir. Məsələn üçün sinusoidal siqnal şaquli vəziyyətdə maksimum və minimum nöqtələri üç kvadrat məsafədə yerləşir. Volts\div komutatoru 2 V vəziyyəti seçilib. Buna görə ekranda təsvir olunan siqnalın ölçü həddi daxilində amplitudu 6 V təşkil edəcəkdir. Analox osilloqraflarda ekrandakı hər bir kvadratın ölçüləri 1sm \* 1sm-dir.

**TIME\DIV** – ekrandakı siqnalın üfüqi istiqamətdə hər bir kvadrat üçün neçə saniyə olmasını təyin edir. Bu çevirgəc vasitəsilə tezliyin qiyməti hesablanır. Məsələn üçün, sinusoidal siqnalın üfüqi istiqamətdə bir periodu 4 kvadrat məsafədə yerləşir. Time\div çevirgəci 5 ms vəziyyətində olduğunu qəbul etsək, onda ekranda təsvir olunan siqnalın periodu  $4 \times 5 = 20$  ms olacaqdır, yəni period  $T = 20$  ms-dir. Siqnalın tezliyi isə  $f = 1/T = 1/0.020 = 50$  Hz olaraq hesablanır.

**CH1 və CH2** – osilloqrafın giriş kanallarıdır, Channel-1 və Channel-2 ingilis sözlərinin qısaldılmış formalarıdır.

**SCALEILLUM** – ekranın parlaqlığını təmin edir.

**DUAL** – Əgər hər iki kanal vasitəsilə siqnalları müşahidə etmək lazımdırsa, bu düymə sıxılır və onda CH1 və CH2 kanallarındakı siqnallar eyni vaxtda ekranda təsvir edilir.

Osilloqrafla işləməzdən əvvəl aşağıda qeyd olunanlar yerinə yetirilməlidir:

1. Cihazı qidalandırmaq üçün o, torpaqlanmış şəbəkəyə qoşulmalıdır;
2. Cihazla ölçməyə başlamazdan əvvəl kalibrləşdirilməlidir (yəni cihaz sazlanmalıdır, bunun üçün cihazın problemlərini sinxronizasiya generatoruna birləşdirilməli). Bunun üçün osilloqrafın daxilində yerləşdirilmiş sinxronizasiya generatorunun çıxışları CH1 və ya CH2 girişlərinin hər hansı birinə qoşulmalıdır;
3. Osilloqraf toz və nəmin olmadığı şəraitdə istifadə edilməli və qorunmalıdır. Həssas ölçmələr aparılacaqsa, laboratoriya otağının orta temperaturun norma daxilində olması məsləhət görülür;
4. Volt\div çevirgəci ən yüksək vəziyyətə gətirilərək ölçməyə başlanılmalıdır. Bu proses Time\div çevirgəcində də yerinə yetirilir.





## Tələbələr üçün fəaliyyətlər

1. İnternet brauzerindən istifadə edərək EKQ (elektrokardioqraf) stimulyatorların dövrəyə qoşulma sxemini araşdırın.
2. Multimetrlərin hansı “Elektromaqnit sistemli” ölçü cihazı olduğunu araşdırın.
3. V/D və T/D komutatorların idarəsi osilloqrafın daxili konstruksiyasında hansı mexanizmin köməyi ilə reallaşdığını müəyyənləşdirin.
4. Qrup formasında analoq və rəqəmsal ölçü cihazları barəsində məlumat toplayaraq iki dəstəyə ayrılıb fərqli və oxşar cəhətləri müzakirə edin.
5. Sınıf daxilində iki qrupa ayrılaraq aşağıda qeyd olunan tədqiqat sxemini doldurun. Bundan sonra alınan nəticələri sinifə elan edin.

Multimetrlə ölçmə

- Hansı kəmiyyətlər ölçülür?
- Necə dövrəyə qoşulur?

Osilloqrafla ölçmə

- Hansı kəmiyyətlər ölçülür?
- Necə dövrəyə qoşulur?

6. Dövrə hissəsində gərginliyin səviyyəsinin ölçülməsi tələb olunursa, multimetrlin dövrəyə necə qoşulacağını araşdırın.



## Qiymətləndirmə

Aşağıdakı qiymətləndirmə meyarına əsasən qiymətləndiriləcəksiniz:

**“Effektiv yoxlanış və təmirə lazım olan alət, avadanlıq və sınaq qurğularını müəyyən edir”.**

1. Tibbi avadanlıqların diaqnostikasında (yoxlanılmasında) istifadə olunan hansı cihazları tanıyırsınız?
2. Osilloqrafların neçə növü vardır?
3. Multimetr vasitəsilə faza sürüşməsinə ölçmək olarmı?
4. Osilloqrafda yerləşən VOLTS\DIV komutatorun vəzifəsi nədən ibarətdir?
5. Əgər dövredə cərəyanın ölçülməsi tələb olunursa, hansı cihazdan istifadə edərək ölçmə aparmaq lazımdır?
6. Time\div çevirgəci 0.2 ms vəziyyətində olduğu qeyd olunarsa, bu nə deməkdir?

## 1.2. Problemləri müəyyən etmək üçün müvafiq sxem və təlimatları oxuyub şərh edin

### Sxem və təlimatlar

Tibbi cihazlarda bir çox səbəblərdən (cihaz daxili problemlər, ətraf mühit təsirləri və digər faktorlar) nasazlıqlar yaranır. Tibbi cihazların diaqnostikasını reallaşdıran texniki işçi konkret bir cihaz üzərində yaranan nasazlığı müəyyən etmək üçün ilk öncə cihaz barəsində məlumat toplamalı, istehsalçı firma tərəfindən müəyyən edilmiş texniki göstəricilər ilə tanış olmalı və cihazın şəbəkəyə qoşulma sxemi barəsində məlumatlı olmalıdır. Qeyd edilən məlumatlar cihazın servis manualında (kitabçasında) qeyd olunur.

#### Servis manualda məlumatların toplanması

Cihazın servis manualında “təmir və ya nasazlığın aradan qaldırılması təlimatı” (*troubleshooting guide*), “hissələrin dəyişdirilməsi” (*replacement of parts*), “dövrə sxemləri” (*wiring diagrams*) və “kalibrasiya” (*calibration*) başlıqlarını əsas götürəcəyik. Bu kataloqlar təbii ki, müxtəlif təlimat kitablarında ayrı başlıqlar kimi qeyd olunur. Aşağıdakı şəkildə rentgen şüalandırıcısına aid servis kitabçasından bir bölmə qeyd olunmuşdur (Şəkil 1.26). Burada “servis tənzimləmələri” (*service adjustments*), “sxemlər” (*schematics*), “diaqnostika” (*diagnostic*) və “hissələrin dəyişdirilməsi” (*renewal parts*) kimi başlıqlar qeyd olunmuşdur.

SERVICE ADJUSTMENTS.....	29
SCHEMATICS.....	30
DIAGNOSTICS .....	31
Troubleshooting SCR Block Gates.....	31
Troubleshooting Main SCR Gate Drive .....	31
Troubleshooting the Backup SCR Gate Drive.....	31
Renewal Parts.....	33

Şəkil 1.26. Rentgen şüalandırıcısına aid servis kitabçasından bir hissə

Şəkil 1.26-da verilən ingilis dilindəki ifadələrin Azərbaycan dilində mənası:

- **Service adjustments** – servis tənzimləmələri;
- **Schematics** – sxemlər;
- **Diagnostic** – diaqnostika;
- **Troubleshooting SCR block gates** – SCR blokunun problemlərinin aradan qaldırılması;
- **Troubleshooting main SCR gate drive** – əsas SCR qapı idarə edicisinin problemlərinin aradan qaldırılması;
- **Troubleshooting the backup SCR gate drive** – ehtiyat SCR qapı idarə edicisinin problemlərinin aradan qaldırılması;
- **Renewal parts** – hissələrin dəyişdirilməsi.

#### Nasazlığın aradan qaldırılması üzrə bələdçi

Nasazlığın aradan qaldırılma bələdçisi hər hansı bir nasazlıq anında cihaza müdaxilə

etmək üçün lazımi məlumat və istiqamətlərin cəmləşdiyi vacib bölmələrindən biridir. Müəyyən nasazlıqlar qarşısında mümkün ola bilən həll və müdaxilə yollarından təşkil olunan bu bölmədə bəzən “axın diaqramları” (blok sxemlər vasitəsilə icra olunacaq proseslərin mərhələləri) vasitəsilə də verilə bilər. Bununla yanaşı bu bölmədə, əgər cihaz müəyyən proqram təminatına malikdirsə, xəta kodları (*error codes*) da qeyd olunaraq hər birinin izahatı verilir. Nasazlığın aradan qaldırılması təlimatlarda bəzən təmir (*repair*) başlığı altında da verildiyini yadda saxlamaq lazımdır. Şəkil 1.27-də verilən “mündəricat” bölməsində nasazlıq təyini təlimatı müxtəlif üsulla “texniki xidmət” başlığı altında qeyd olunmuşdur.

<b>IV. Care and Maintenance</b>	
STIMUPLEX Dig RC Short Test .....	.16
To Check Remote Control .....	.17
Cleaning .....	.17
Battery replacement .....	.17
Replacement of the Electrode Cable .....	.18
Instructions for Electrode Cable Replacement .....	.18
<b>Troubleshooting</b> .....	.19
Service and Technical Support .....	.20

Şəkil 1.27. Sinir stimulyatoruna aid servis manualının bir hissəsi

Şəkil 1.27-də verilən ingilis dilindəki ifadələrin Azərbaycan dilində mənası:

- **Care and maintenance** – təmir və texniki xidmət;
- **Stimuplex dig RC short test** – stimuplex qısa RC qaz yoxlaması;
- **To check remote control** – məsafədən idarə etməni yoxlamaq;
- **Cleaning** – təmizlik, **battery replacement** – batareyanın dəyişdirilməsi;
- **Replacement of the electrode cable** – elektrod kabelinin dəyişdirilməsi;
- **Instructions for electrode cable replacement** – elektrod kabelinin dəyişdirilmə təlimatları;
- **Troubleshooting** – problemlərin aradan qaldırılması;
- **Service and technical support** – servis və texniki dəstək.

Səhifə 28-i açsaq Şəkil 1.27-də qeyd olunan “troubleshooting” başlıq görünər, cihaza dair nasazlıqlar və onların aradan qaldırılma üsulları qarşımıza çıxacaq. Bundan sonra şəkil 1.28-dəki cədvəl qarşımıza çıxacaqdır. Cədvəldəki müəyyənləşdirilmiş problemlərə qarşı onların həll üsulları qeyd olunmuşdur.

<b>Troubleshooting:</b>	
<b>PROBLEM:</b>	Yellow light (LED) does not light during short test.
<b>SOLUTION:</b>	See technical testing on page 21 of this manual.
<b>PROBLEM:</b>	During the procedure, the digital display flashes and the signal tone does not change its length.
<b>SOLUTION:</b>	(i) Check skin electrode to confirm you have sufficient contact with the patient's skin. (ii) Check that the alligator clip is secured to the skin electrode (iii) Check that there is a secure connection between the needle and the cable. Perform the technical testing (see page 21) to confirm cable operation.
<b>PROBLEM:</b>	Red "Bat" LED flashes (continuously).
<b>SOLUTION:</b>	The red LED will flash if battery voltage drops below 6 volts. A blockade which is in progress can be continued, but the battery must be replaced afterwards.
<b>PROBLEM:</b>	There is no audio signal after the unit is switched on.
<b>SOLUTION:</b>	The battery is low, replace the battery.

Şəkil 1.28. Nasazlığın müəyyənləşdirilməsi və aradan qaldırılması

Şəkil 1.28-də verilən ingilis dilindəki ifadələrin Azərbaycan dilində mənası:

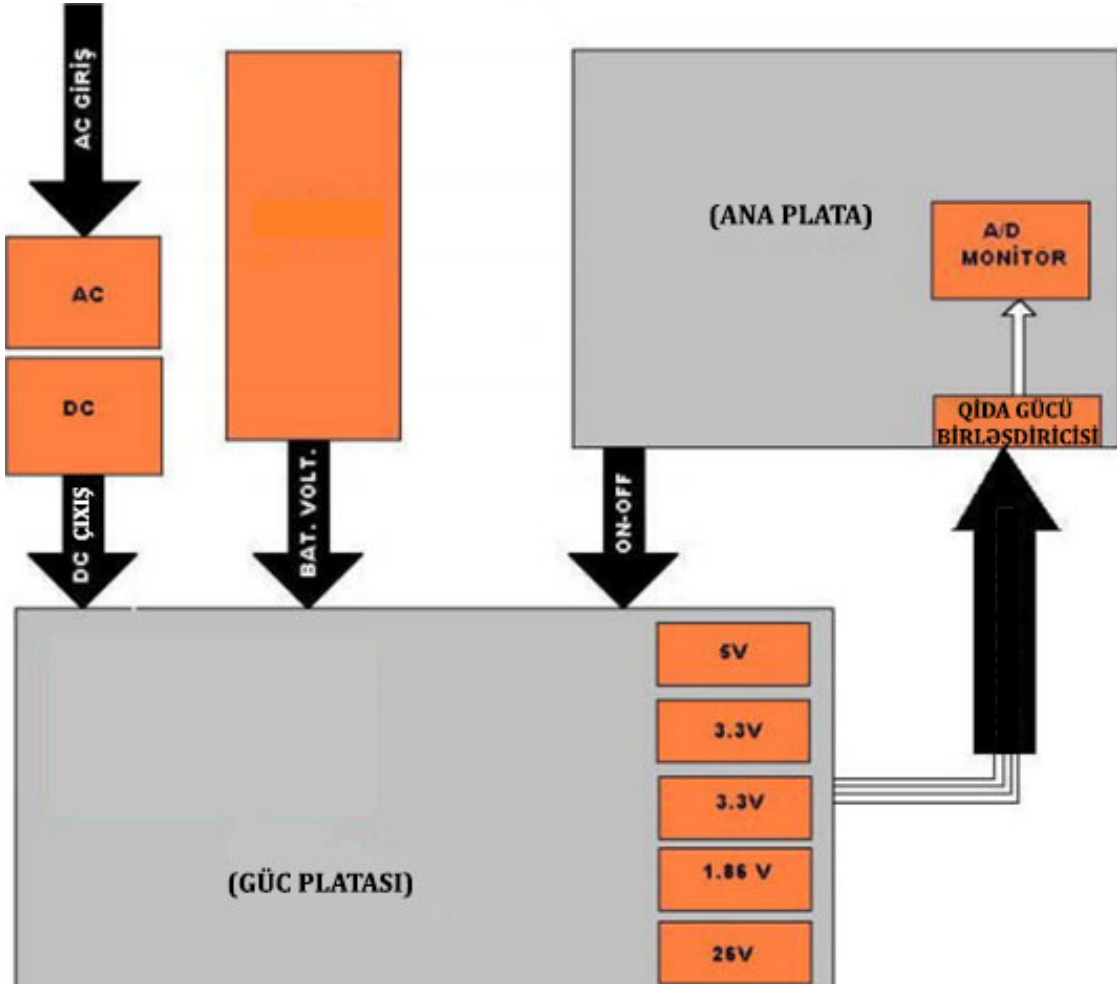
- **Troubleshooting problem** – problem;
- **Yellow light (LED) does not light during short test** – sarı işıq (LED) qısa test ərzində yanmır, solution – həll;
- **See technical testing on page 21 of this manual** – bu manualda səhifə 21-dəki texniki test üsullarına baxın;
- **Problem** – problem;
- **During the procedure, the digital display flashes and the signal tone does not change its length** – proses ərzində rəqəmsal ekran yanıb-sönür və siqnal səsi uzunluğunu dəyişmir;
- **Solution** – həll;
- **The battery is low, replace the battery** – batareya boşalmaq üzrədir, batareyanı əvəz edin.

### Elektrokardioqrafik cihazın struktur sxemi

EKQ (elektrokardioqraf) ölçmə traktı elektrokardioqraf olaraq adlandırılır. Elektrokardioqraf vasitəsilə qeyd edilən qrafiki təsvir (əyri) elektrokardioqramma adlanır. Qeydiyyat kağız üzərinə aparıldığı kimi bir maqnit yaddaşa və ya elektron yaddaşa da



daxilində xüsusi sxem vasitəsilə amplitudu azaldılaraq DC (sabit cərəyan) gərginliyə çevrilir. Uyğunlaşdırıcı qida dövrəsi batareyanı dolduracaq gərginliyi formalaşdırarkən eyni zamanda bu blokda cihazın ana kartı və köməkçi kartları üçün lazım olan müxtəlif amplitudlu gərginlikləri də hasil edir.



Şəkil 1.30. EKQ cihazının blok diaqramı

Şəbəkə gərginliyinin olmadığı hallarda cihaz üçün lazımi elektrik enerjisi batareyaya dövrəsindən təmin edilir. Bu batareyalar yenidən doldurula bilən Ni-Cd, Ni-mH və ya Li-ion kimi batareyaya tipləridir.



## Tələbələr üçün fəaliyyətlər

1. EKQ cihazının servis manualından “xəta kodları” (error codes) bölməsini taparaq mövcud kodları araşdırın.
2. Sterilizatorun pnevmatik sxemini taparaq blokların vəzifələrini araşdırın.
3. Rentgen borusunun dövrəyə qoşulma sxemi əsasında idarəetmə blokunda yaranan nasazlıqların aradan qaldırılmasını araşdırın.
4. Müalicəvi məqsədlə istifadə olunan cihazların elektron sxemlərini araşdırın və hansı elementlərdən təşkil olunduğunu müzakirə edin.
5. Diaqnostik cihazlarda “ölçmə informasiyasının emalı” blokunda yarana biləcək nasazlıqların həlli yollarını servis manualda müəyyən edin.
6. Osillometrik metodla təzyiq ölçən cihazların batareyalarının qoşulma sxemlərində hansı nasazlıqlar yarana bilər?





## Qiymətləndirmə

Aşağıdakı qiymətləndirmə meyarına əsasən qiymətləndirəcəksiniz:

**“Problemləri müəyyən etmək üçün müvafiq sxem və təlimatları oxuyub şərh edir”.**

1. “Troubleshooting guide” başlığı altında servis manualda hansı mövzulara baxılır?
2. Şəbəkə gərginliyi və eyni zamanda batareyalarla işləyən cihazların hansı funksiyaları vardır?
3. EKQ cihazının funksional sxemi hansı bloklardan təşkil olunmuşdur?
4. Şəhər şəbəkəsində neçə volt gərginlik mövcuddur?



# TƏLİM NƏTİCƏSİ 2

AVADANLIQ VƏ CİHAZLARDA  
NASAZLIQLARI AŞKAR  
ETMƏK

## 2.1. Funksional ölçü cihazları və analizatorları müvafiq qaydada istifadə edir

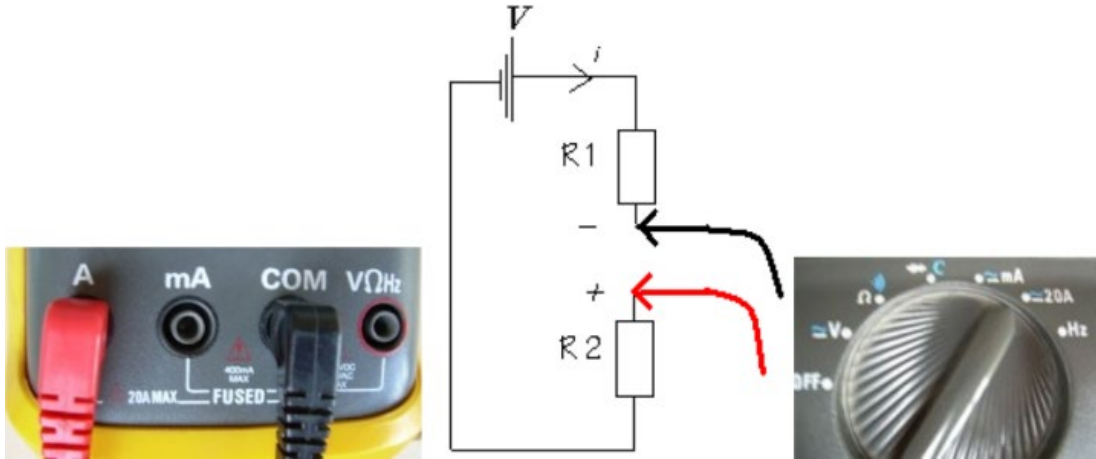
### Funksional ölçü cihazları və analizatorların ölçülməsi

Tibbi avadanlıqların diaqnostikasında, qeyd etdiyimiz kimi, müxtəlif diaqnostika üsulları tətbiq olunur. Bu üsulların reallaşması əlbəttə ki, texniki vasitələrin köməyi ilə mümkündür. Burada müxtəlif ölçü cihaz və analizatorları tətbiq olunur. Tibb avadanlıqlarının diaqnostika işlərini həyata keçirən personal bu avadanlıqlar barəsində məlumatlı olmalı və o, həmin cihaz və alətləri iş prosesində tətbiq etməyi bacarmalıdır.

### Multimetrlə parametrlərin ölçülməsi

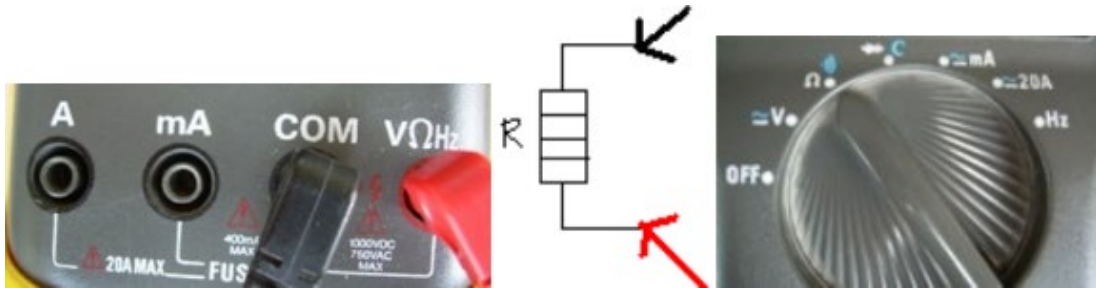
Aşağıdakı sadə bir dövrə üzərində multimetrin istifadəsini öyrənək.

Bilmək lazımdır ki, cərəyanı ölçərkən, ölçülməsi tələb olunan yerə naqillər ardıcıl bağlanılmalıdır. Əks halda ölçmə nəticəsi düzgün olmaz. Qara naqili referans (COM) yuvasına taxmaq lazımdır. Komutator AC və ya DC vəziyyətinə gətirilməli və ölçmə parametrlərinin mərtəbəsi seçilməlidir (Şəkil 2.1).



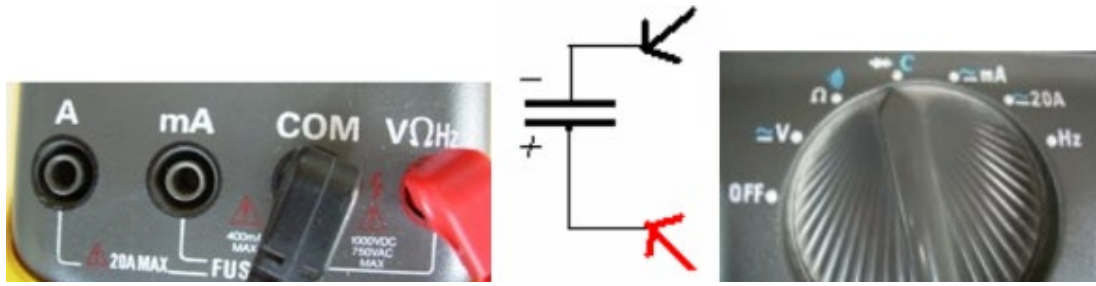
Şəkil 2.1. Cərəyanın ölçülməsi

Rezistorun müqavimətini ölçərkən qırmızı naqil yuvalara gərginlik ölçülür kimi taxılır və istənilən rezistor dövrədən tək başına ölçülür. Komutatorun vəziyyəti də düzgün seçilməlidir (Şəkil 2.2).



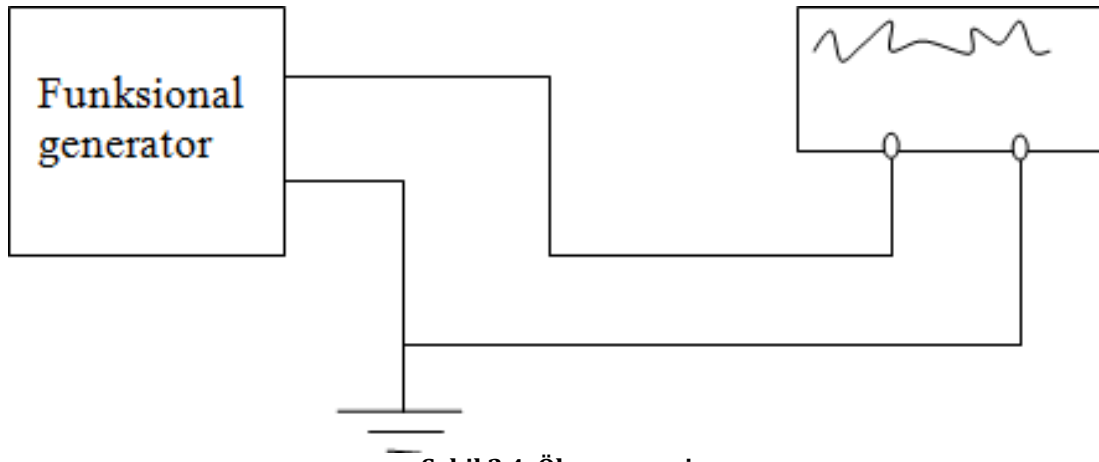
Şəkil 2.2. Rezistorun müqavimətinin ölçülməsi

Kondensatorlarda tutumu ölçərkən qırmızı naqil yuvaya gərginlik ölçülür kimi taxılır və istənilən kondensator dövrədən tək başına ölçülür. Komutatorun vəziyyəti də düzgün seçilməlidir (Şəkil 2.3).



Şəkil 2.3. Kondensatorun tutumunun ölçülməsi

### Osilloqraf vasitəsilə ölçmə



Şəkil 2.4. Ölçmə sxemi

Osilloqrafın ekranında siqnalın ölçülməsi zamanı aşağıdakı hesablamalardan istifadə olunur.

$$\text{Siq.max.gər} = \text{Volt} \backslash \text{div} \times \text{Şaq.xana.say} \quad (2.1)$$

$$\text{Siq.period} = \text{Time} \backslash \text{div} \times \text{Üfiq.xana.say} \quad (2.2)$$

Sinusoidal siqnalı parametrlərini ölçmək üçün cədvəl 2.1-də verilən  $V \backslash \text{div}$  və  $T \backslash \text{div}$  parametrlərini təyin edərək ölçmə prosesinə başlamaq olar.

$V \backslash D$ və $T \backslash D$	Şaquli xana sayı	Üfüqi xana sayı	Ölçülmüş ax gərginlik	Ölçülmüş tezlik və period	Siqnalın effektiv qiyməti	Siqnalın orta qiyməti
2V\div, 0.1ms\div						
5V\div, 0.2ms\div						

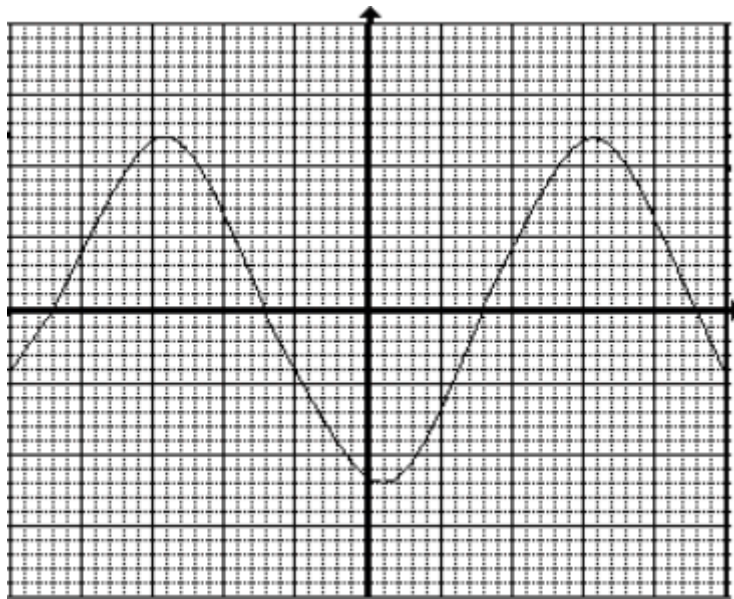
Cədvəl 2.1. Tədqiqat sxemi

Bu siqnalın (yəni sinusoidanın) amplitudunu, tezliyini, effektiv və orta qiymətini təyin etmək mümkündür (Şəkil 2.5).

Osilloqraf vasitəsilə ölçmə metodikasını mənimsəmək məqsədilə praktiki olaraq ölçmə prosesinə nəzər salmaq lazımdır.

Osilloqrafın kanalına elektrod vasitəsilə verilmiş siqnalın parametrlərini təyin edərək aşağıdakı cədvəli qurmaq metodikasının mənimsənilməsində olduqca böyük rola malikdir

(Cədvəl 2.1).



Şəkil 2.5. Sinusoidal siqnal

Sxemdən də görüldüyü kimi əvvəlcə  $T \setminus D$  və  $V \setminus D$  ilkin qiymətləri sazlanır. Bundan sonra siqnal ekranda stabil vəziyyətə gətirilərək şaquli və üfüqi xanaların sayı qeyd olunur. Qeyd olunmuş qiymətləri 2.1 və 2.2 bərabərliklərində yerinə yazaraq hesablama aparmaq lazımdır. Alınmış nəticə siqnalın perioduna və amplituduna bərabər olacaqdır.

#### **Funksional ölçü cihazı vasitəsilə rezistorların nasazlıq diaqnostikası**

Rezistorlar demək olar ki, bütün elektron sxemlərdə tətbiq olunur. Platada element sayı etibarlı ilə digər elementlərdən çox olduğu üçün elektron sxemlərdə ən çox nasazlanan elementlərdir ki, onun nasazlığına əsas səbəblər aşağıdakılardır:

- Rütubət, nəmişlik;
- Rezistordan maksimal cərəyanın axması;
- Rezistora maksimal gərginliyin tətbiq olunması.

Buna görə də bu elementlərin yoxlanılma texnikasını bilmək vacibdir. Belə ki, rezistorların iki növ test metodu vardır.

- Ən çox istifadə olunan sadə metod visual müşahidə metodudur ki, bəzən bu üsuldən istifadə əlverişli olmur. Bəzi rezistor növləri öz funksiyasını itirdikdə bu hadisəni öz konstruktiv quruluşunda biruzə verir. Belə rezistorlara karbonlu rezistorları misal göstərmək olar. Karbonlu rezistorlar nasaz olanda karbonun “partlaması” nəticəsində rezistorun gövdəsinin orta hissəsində qabarma yaranır ki, bunu da gözlə müşahidə etmək olur. Lakin bəzi rezistor növləri də mövcuddur ki, rezistorun funksional dəyişikliyi onun konstruksiyasına təsir göstərmir. Belə rezistorlara film (sarıq formasında olduğuna görə belə adlandırılır) rezistorlarını misal göstərmək olar. Bu metoda ümumiyyətlə hissi orqanlardan istifadə edərək platada yaranan defektlərin aşkarlanması da aid edilir.
- Digər metod isə texniki metodudur. Dəqiq ölçmə və analiz nəticəsində ölçmədə

düzgün informasiya almaq mümkündür. Bu metoddə müxtəlif ölçü cihazları və analizatorları vasitəsilə aparılan ölçmə əməliyyatları aid edilir. Ölçü cihazları kimi voltmetr, ampermetr, ommetr və müasir dövrdə istifadə olunan multimetrləri qeyd edə bilərik. Ölçü analizatorlarına isə osilloqraf və impedans analizatorunu misal göstərmək olar.

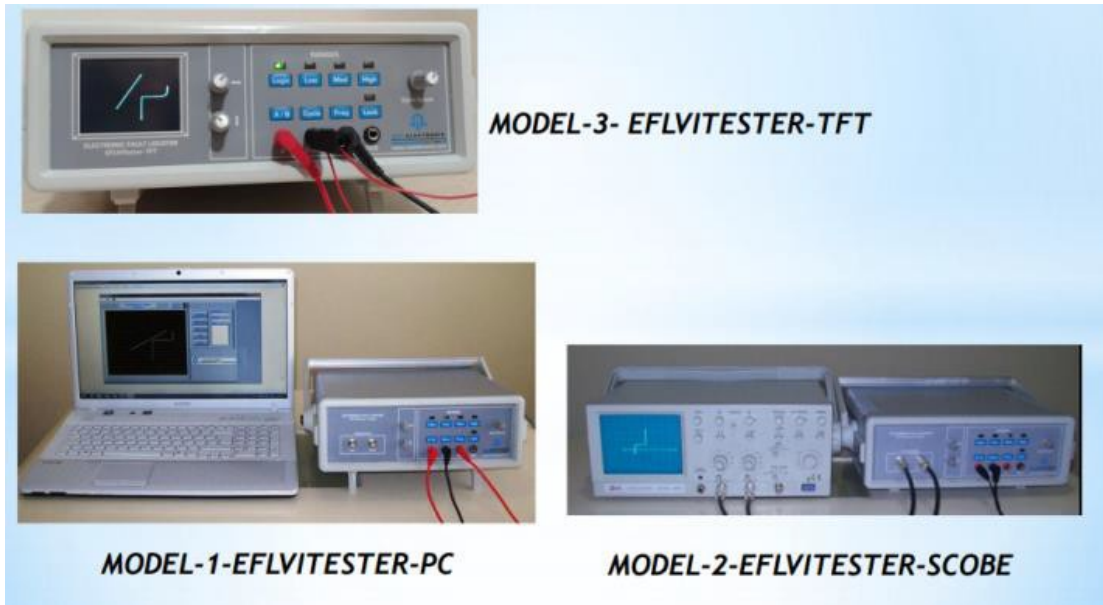
Qeyd etdiyimiz kimi, rezistorların sadə yoxlanılma üsulu multimetr vasitəsilə aparılır. Burada əsas şərt multimetrin funksional açarının, yəni komutatorun vəziyyətinin düzgün seçilməsidir. Multimetrin qoşulma sxemi aşağıdakı şəkildə verilmişdir (Şəkil 2.6):

Burada iki növ – analog və rəqəmsal multimetrdən istifadə etmək olar. Əvvəlcədən də qeyd etdiyimiz kimi, rəqəmsal multimetrdən istifadə daha məqsədə uyğundur.

Digər bir test üsulu impedans analizatorları (cihazları) vasitəsilə həyata keçirilir. Burada hər hansısa bir qiymət deyil, xarakteristik qrafik qurularaq element analiz olunur. Qeyd olunan cihazın görünüşü aşağıdakı şəkildə verilmişdir (Şəkil 2.7):



Şəkil 2.6. Rezistorun multimetrlə yoxlanılması



Şəkil 2.7. İmpedans analizatoru

Bu cihaz xüsusi proqram təminatı ilə işləyir. Bu cihazların bəzi növlərində monitordan, bəzilərinə isə fərdi kompüterdən (FK) istifadə olunur ki, bu da FK-da qrafiki təsvirlərin alınmasına xidmət edir. Bu cihaz vasitəsilə bütün növ elektron elementlərin test edilməsini həyata keçirmək mümkündür. Bu cihazın iş prinsipi radioelementlərin VAX-ın (volt-ampere xarakteristikası) qurulmasına əsaslanır. Belə ki, tədqiq olunan elementlər (baxılan halda

rezistor) giriş yuvalarına daxil edilir. Cihazın daxilində yerləşdirilmiş proqramla idarə olunan mənbədən element üzərində cərəyan axıdılır. Mənbənin parametrləri idarə olunaraq elementin xarakteristik qrafiki FK-ya ötürülür. Qeyd edək ki, bu cihaz vasitəsilə rəqəmli (misal üçün 7400, 7401 tipli) mikrosxemləri də test etmək mümkündür.

İndi isə rezistorun xarakteristik əyrisinə nəzər salaq (Şəkil 2.8).



Şəkil 2.8. Rezistorun xarakteristik qrafiki

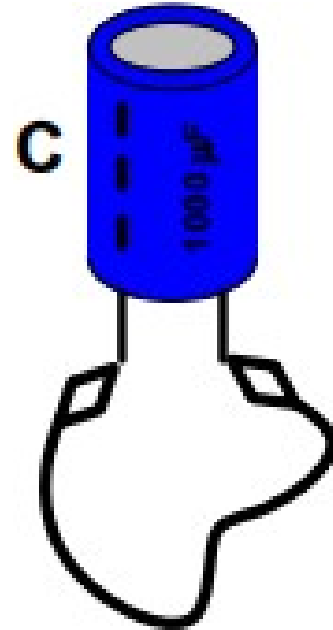
a) düzgün, yəni saz element; b) səhv, yəni nasaz element.

### Ölçü cihazları vasitəsilə kondensatorların nasazlıq diaqnostikası

Bir dövrdə kondensatorun nasaz olmasından şübhə edilirsə, kondensator yerindən sökülərək ölçü aləti ilə aşağıdakı kimi test edilir.

İlk öncə kondensatorun uclarında (sıxaclarında) qısa qapanma edilərək deşarj (boşaldılır) edilir (Şəkil 2.9). Bu xassə elektrolit kondensatorlara aiddir.

Boşalma problemini aşağı qiymətli rezistordan istifadə edərək həll etmək də mümkündür. Belə ki, rezistorun çıxışları ilə kondensatorun çıxışları kontakt halına gətirilərək 3-5 dəqiqə gözləmək lazımdır ki, kondensatorda qalıq yüklər tamamilə boşalsın.



Şəkil 2.9. Kondensatorun boşaldılması

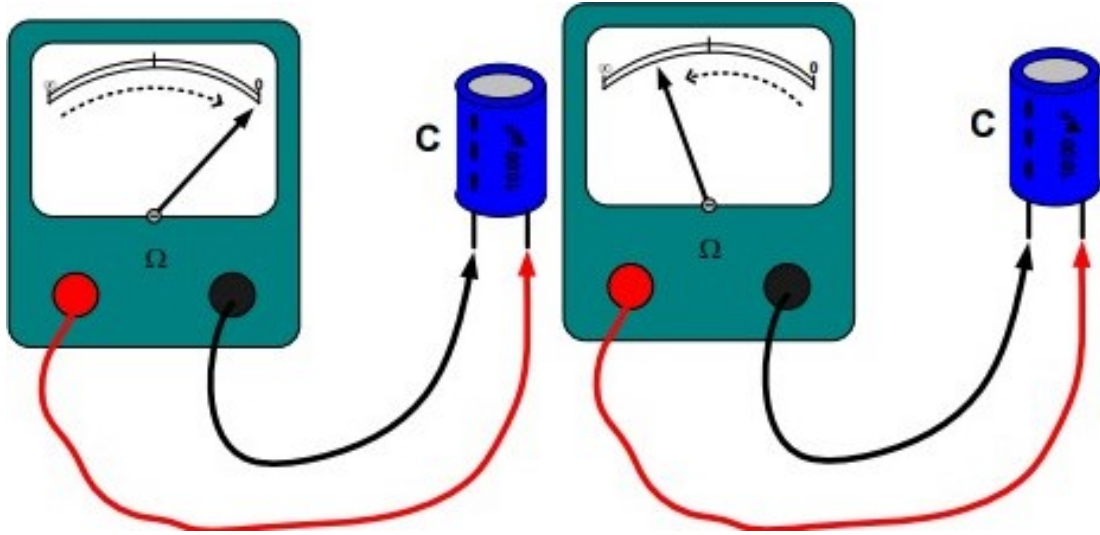
Kondensatorun nasazlığını yoxlayarkən yuxarıda da qeyd edildiyi iki cihazdan - multimetr və impedans analizatorundan istifadə etmək olar.

Kondensatorları multimetrlə yoxlayarkən komutatorun vəziyyəti kondensatorun nominal qiymətinə uyğun sazlanmalıdır. Multimetrlə də kondensatorun birbaşa olaraq tutumunu ölçmə funksiyası yoxdur (bəzi multimetrlər istisna olmaqla). Bunun üçün LCR metr ölçmə cihazından istifadə edilir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, kondensatorların nominal qiymətləri onların funksional vəziyyətləri barəsində kifayət qədər informasiya vermir. Bunun üçün multimetrdə "Om" vəziyyətində kondensator analiz olunur.

İlk öncə sıfır Om-a doğru hərəkətə gələn əqrəb, kondensatorun ommetr batareyası ilə



dolduğundan əqrəb geriye istiqamətlənərək böyük müqavimət göstərir (sonsuz  $\Omega$ ). Rəqəmsal multimetrlərdə də əvvəlcə sıfır qiyməti, sonra isə müəyyən müqavimət qiyməti əks olunacaqdır (Şəkil 2.10).



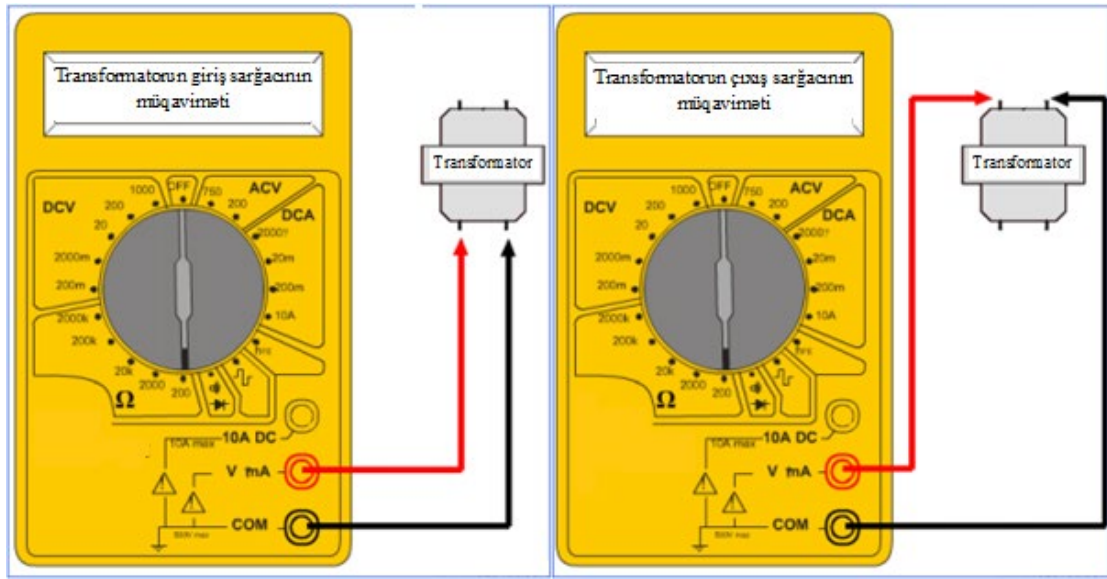
Şəkil 2.10. Əqrəbin sıfıra doğru hərəkəti və geriye hərəkəti

Kondensator tam dolduğu halda böyük müqavimət göstərir. Kondensator elektrolitik kondensatordursa, ölçü elektrodlarının qoşulmasına diqqət yetirmək lazımdır. Bu yolla yoxlama 1 mF və aşağı qiymətli kondensatorlar üçün məsləhətli deyildir. Çünki əqrəbin sonsuzdan sıfıra gedib təkrar sonsuzluğa geri qayıtmasını görmək mümkün deyil. Ancaq aşağı qiymətli kondensatorlarda qısa dövrənin olmadığı bu metod ilə aşkarlana bilər. Kondensator istifadəyə yararlıdırsa, ölçü elektrodlarının kontakta gətirildiyi anda əqrəb sıfır  $\Omega$ -a gedər və yavaş-yavaş ən böyük qiymətə doğru gəlməyə başlayar. Əqrəbin dayandığı qiymət çox böyük olan lövhələr arasındakı keçiricilik müqavimətinin qiymətidir. Bu qiymət praktikada sonsuz qəbul edilmişdir. Elektrolitik kondensatorlarda keçiricilik müqaviməti 1  $\Omega$ -dan daha aşağıdır.

Digər nisbətən asan metod isə qrafik metod olan impedans metodudur. Burada kondensatorun çıxışlarını analizatorun ölçü yuvalarına daxil etmək lazımdır. Bundan sonra monitorda əks olunan qrafik əsasında kondensatorun nasazlığı haqqında fikir söyləmək olar.

### Transformatorların diaqnostikası

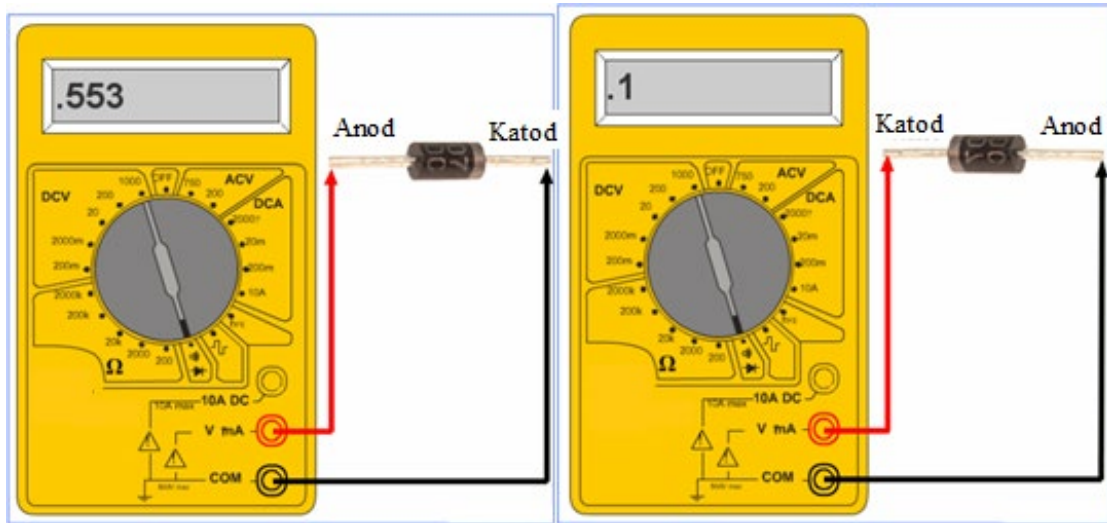
Transformatorun sarğılarında ən çox rastlanan nasazlıq açıq dövrə problemdir. Sarğacla dövrədən ayrılaraq ommetr ilə yoxlanılmalıdır. Əgər “qopuqluq” varsa, ommetr sonsuz müqavimət göstərəcəkdir, yox əgər sarğacla saz vəziyyətdədirsə, ommetrin göstəricisi sıfıra yaxın qiymətə (yəni naqilin öz müqavimətinə) bərabər olacaqdır. Bəzən həddindən artıq cərəyanın axması səbəbilə sarğılar qızaraq izolyasiyasını sıradan çıxarır və nəticədə sarğılar arası qısa qapanma yaranır. Bu hal da sarğacın müqavimətinin azalmasına səbəb olur (Şəkil 2.11).



Şəkil 2.11. Transformatorun ommetr rejimində yoxlanılması

### Diodun funksional ölçü cihazı vasitəsilə yoxlanılması

Diod bir istiqamətdə cərəyan keçirən aktiv dövrə elementidir. Rəqəmsal multimetrlərdə diodun birbaşa yoxlanılması üçün funksiya (yəni multimetrin çevirgəci üzərində diod yoxlama rejimi) mövcuddur. Bu rejim diod simvolu ilə ( $\rightarrow$ ) işarə olunur.



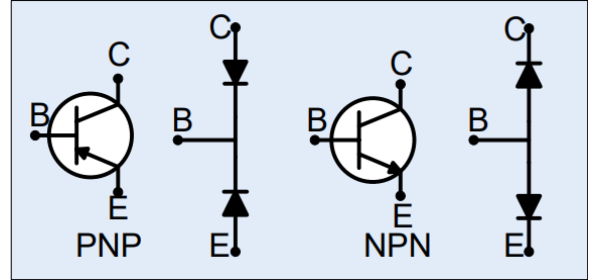
Şəkil 2.12. Diodun nasazlıq diaqnostikası

Diod yoxlama rejimi çevirgəc vasitəsilə aktiv edilərək yoxlanılan diodun katoduna ölçü cihazının "COM (-)" terminalı, anoduna isə "VΩ (+)" terminalı birləşdirilir. Bu halda ölçü cihazında düz qoşulma astana gərginliyinin qiyməti (0,5 – 0,7 volt (Si üçün) və ya 0,2 – 0,3 volt (Ge üçün)) qiyməti indikasiya olunacaqdır. Bu rejimdə dioddan axan cərəyan 2 mA ilə məhdudlaşdırılmışdır. Dioda birləşdirilmiş ölçü cihazının terminallarının vəziyyətini dəyişdirərək, yəni anoda "COM (-)" terminalı, katoda isə "VΩ (+)" terminalı birləşdirilərsə, ölçü alətinin növündən asılı olaraq LCD monitorunda "OL" və ya "1" ifadələri indikasiya olunacaqdır (bu hal diodda maksimum gərginlik səviyyəsinin olması deməkdir) (Şəkil 2.12). Düz və əks qoşulmada qeyd olunan parametrlər və qiymətlər olduğu kimi qeyd olunarsa, bu

o deməkdir ki, diod saz vəziyyətdədir. Ölçmə əsnasında hər iki istiqamətdə kiçik gərginlik səviyyəsi qeyd olunarsa, diodda qısaqapanma problemi yaranmışdır, yəni diod sıradan çıxmışdır. Hər iki istiqamətdə maksimum əks gərginlik səviyyəsi qeyd olunarsa, deməli, diodda açıq dövrə problem yaranmışdır, yəni diod sıradan çıxmışdır.

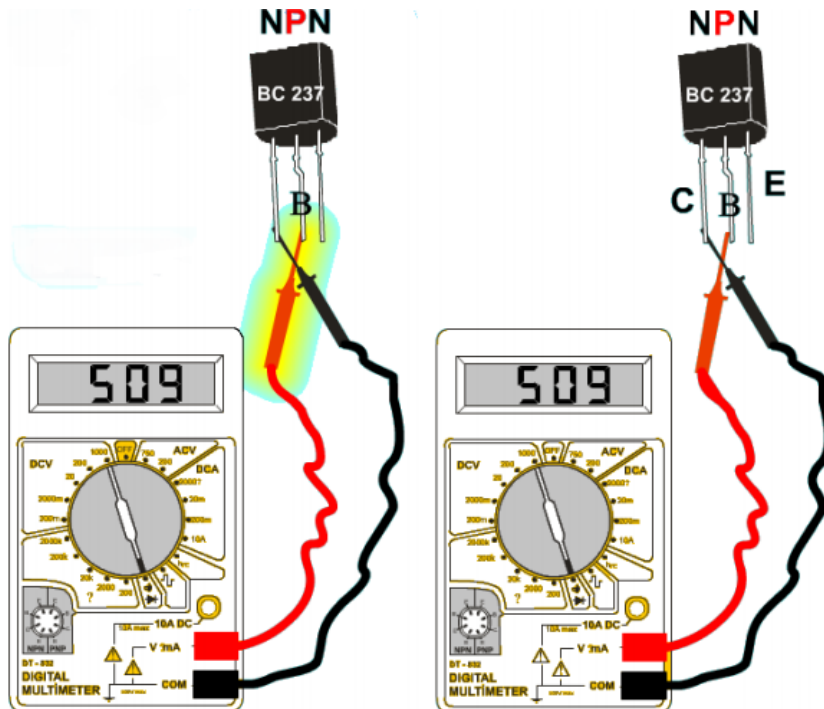
### Tranzistorların funksional ölçü cihazı vasitəsilə yoxlanılması

Tranzistorun diod ekvivalent dövrəsini nəzərə alsaq, tranzistorları nasazlıq diaqnostikası və terminallarının müəyyənləşdirilməsi prosesi sadələşər. Tranzistorun düz və əks istiqamətdə ardıcıl birləşdirilmiş iki ədəd diod kimi düşünülməsi nasazlığın aşkarlanmasında olduqca faydalıdır. p-n-p tipli tranzistorların katodları bir-birinə birləşdirilmiş iki diod, n-p-n tipli tranzistoru isə anodları bir-birinə birləşdirilmiş iki diod kimi təsəvvür etmək olar (Şəkil 2.13).



Şəkil 2.13. Tranzistorun diod ekvivalent modeli

Ölçü cihazının probu tranzistorun bir ayağında sabit vəziyyətdə toxundurularaq digər probu isə yerdə qalan iki ayağa növbə ilə toxundurmaq lazımdır. Ölçü cihazında bir-birinə yaxın iki qiymət oxunana qədər polyarlıq yer dəyişdirməlidir (yəni qırmızı və qara elektrodların vəziyyəti dəyişdirilməlidir). Ölçü cihazının sabit vəziyyətdə toxundurulmuş probu tranzistorun bazasını müəyyən etmək üçün istifadə olunur. Daha aşağı qiymət göstərən ayaq (yəni tranzistorun terminalı) kollektor (tranzistorda elektronların toplandığı zona), digəri isə emitter (tranzistorda keçid zonası) ayağı olduğu deməkdir. Bazada sabit toxundurulmuş probun rəngi qırmızıdırsa, onda tranzistor p-n-p, yox əgər qaradırsa, tranzistor n-p-n tiplidir (Şəkil 2.14).



Şəkil 2.14. Tranzistorun emitter və kollektor terminallarının tapılması

Yoxlama apararı zaman ölçü cihazında düz qoşulmada tranzistorun astana gərginlik qiyməti əks olunur.

Ölçmə apararı zaman emitter(baza astana gərginliyinin baza)kollektor astana gərginliyindən nisbətən böyük olduğu müşahidə edilir.

Misal üçün, BC 547 tranzistorunda:

$$V_{BE} = 0.582 \text{ volt}$$

$$V_{BC} = 0,576 \text{ volt}$$

Misal üçün, BC 547 tranzistorunda:

$$V_{BE} = 0.455 \text{ volt}$$

$$V_{BC} = 0.447 \text{ volt}$$

Tranzistorun emitter(baza və baza)kollektor keçidləri əks qoşularsa, ölçü cihazı "OL" və ya "1" formasında maksimum gərginlik qiymətini göstərəcəkdir.



## Tələbələr üçün fəaliyyətlər

1. Multimetr vasitəsilə hansı kəmiyyətlərin ölçülməsinin mümkün olduğunu müəyyən edin.
2. Aktiv dövrə elementlərinin impedans analizatorunda VAX-sını müəyyən edin.
3. Kondensatorların LCR metrə yoxlanılması zamanı kondensatorda qısa qapanma yaradılmasının səbəbini araşdırın.
4. Radiodetalların VAX-sının necə qurulduğunu araşdırın.
5. Multimetrlə cərəyan və gərginliyin ölçülməsi zamanı onların dövrəyə qoşulma sxemlərini müqayisə edin və fərqləri izah edin.
6. Tranzistor və diodlarda yaranan nasazlıqlara səbəb olan prosesləri müəyyənəşdirin.



## Qiymətləndirmə

Aşağıdakı qiymətləndirmə meyarına əsasən qiymətləndirəcəksiniz:

**“Funksional ölçü cihazları və analizatorları müvafiq qaydada istifadə edir”.**

1. Ardıcıl birləşmiş 3 ədəd rezistordan ibarət olan ( $R_1 = 1\text{Kom}$ ,  $R_2 = 3\text{Kom}$ ,  $R_3 = 200\text{ Om}$ ) dövrə 2V-luq mənbəyə birləşmişdir. Dövrədən axan cərəyanı və rezistorlar üzərinə düşən gərginlik düşgüsünü multimetrlə necə ölçmək olar?
2. 2 V-luq dəyişən cərəyan mənbəyini osilloqrafın CH1 girişinə qoşaraq siqnalı ekranda necə stabilləşdirmək olar?
3. LCR metr vasitəsilə induktivlik və kondensatorların nominalını necə müəyyən etmək olar?
4.  $V_D = 0.5\text{mV}$  olan  $T_D = 2\text{ ms}$  qiymətlərinə sazlanan osilloqrafın girişinə verilən 3 V-luq siqnalın xanalarını saymaqla nəyi təyin etmək olar?
5. Dəyişən cərəyan dövrəsində kondensatorun dolma-boşalma qrafikini osilloqraf vasitəsilə necə müəyyən etmək olar?
6. BC tipli tranzistorlardan hər hansı birində emitter, baza və kollektor terminallarını təyin edin.

## 2.2. Yaranmış nasazlıqları aşkar edir

### Nasazlıqların aşkar edilməsi

Tibbi cihazlarda yaranan nasazlıqların aşkarlanması üçün nasazlığın yaranmasına səbəb olan amilləri, cihazın funksiyası və bloklarının vəzifəsini bilmək lazımdır. Misal üçün, stimulyator qurğusunda çıxışda siqnal səviyyəsi qeyd olunmursa və ya qeyd olunan siqnalın forması standartda uyğun deyildirsə, deməli generator blokunda problem yaranmışdır. Onu da qeyd edək ki, tibbi cihazlar çox mürəkkəb cihazlar olub bir neçə sistemin birgə işi əsasında fəaliyyət göstərir. Sterilizatorlarda pnevmatik, hidravlik və elektron sistemlər mövcuddur. Bu da onu göstərir ki, hər bir sistemdə baş verə biləcək nasazlıqlar barəsində xəbərdar olmaq lazımdır.

### Tibbi cihazlarda yaranan nasazlıqlar

Tibbi cihazlar da digər cihazlar kimi müxtəlif səbəblərdən dolayı nasaz vəziyyətə düşə bilər. Bununla birlikdə cihazların nasaz vəziyyətə düşməsinin qarşısını almaq üçün qabaqlayıcı tədbirlərin görülməsi mütləqdir. Ümumi olaraq alt strukturu düzgün təşkil edilmiş sistemlərdə nasaz vəziyyətə düşmə ehtimalı azalır. Xarici hava şəraitinə qarşı görülən tədbirlər, cihaz, montaj və ətraf mühit təhlükəsizlik tədbirlərinin düzgün yerinə yetirilməsi nasazlığın qarşısını alan tədbirlərə aiddir.

Cihazın qabaqlayıcı texniki xidmətinin və kalibrləşməsinin professional şəxslər tərəfindən vaxtında aparılması, uyğun ehtiyat hissələri və materiallarının istifadəsi nasazlığın yaranmamasına təsir göstərən digər bir vacib faktordur. Biotibbi cihazlarda baş vermiş nasazlıqlar çox müxtəlif səbəblərdən yaranma bilər. Bu nasazlıqların təsnifatlaşdırılması nasazlığın aradan qaldırılması istiqamətində servis işçisinə köməklik göstərir.

Ümumi olaraq nasazlıq mənbələri aşağıdakı kimi təsnif oluna bilər:

- Yerləşdiyi mühitin təsiri;
- Şəbəkə qoşulmaları (qaz, elektrik, maye qoşulmaları və s.);
- İstifadəçi xətalari;
- Cihazın öz daxili problemləri;
- İstifadə olunan ehtiyat hissələrdə yaranan problemlər;
- Xəstələrin səbəb olması nəticəsində yaranan problemlər.

Nasazlıqlar fiziki olaraq da xarakterizə olunur:

- Texniki sistemdə yaranan nasazlıqlar;
- Proqram təminatında yaranan nasazlıqlar.

Nasazlıqlar əhatə dairəsi baxımından da aşağıdakı kimi xarakterizə olunur:

- Dar (qismən) əhatəli,
- Geniş əhatəli.

Nasazlıq mənbələrini nasazlığın yaranma zonasına görə də təsnifatlaşdırma bilər:

- Cihaz daxili yaranan;
- Keyfiyyət və son yoxlama səbəbilə yaranan;

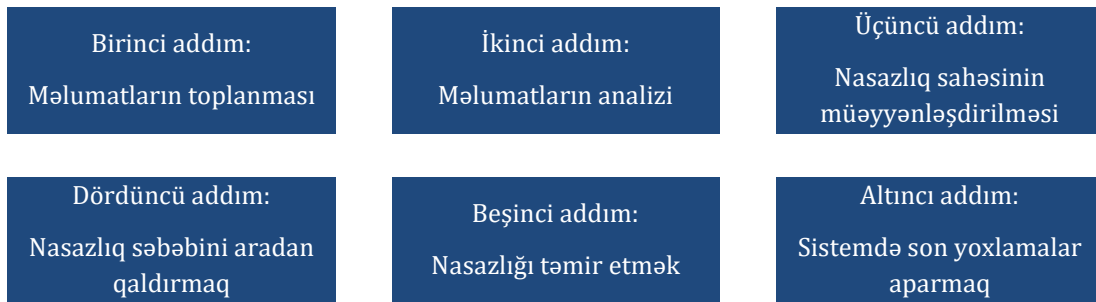
- Xarici mühit səbəbilə yaranan;
- Montaj xətlərinin xaricində yaranan;
- Xəstə və ya xəstə yaxınları səbəbindən yaranan nasazlıqlar.

### Nasazlığın təhlili /diaqnostikası

Biotibbi cihazlarda tətbiq olunan texnologiyanın daim yenilənməsi və cihazların mürəkkəb strukturu səbəbi ilə nasazlığın diaqnostikası bacarığı olan işçilərə ehtiyac yaranır. Nasazlığın diaqnostikasının sürətli və düzgün aparılması vacib şərtidir. Bunun üçün bəzi nasazlıq diaqnostikası metodlarının istifadəsi həm nasazlığın müəyyənləşdirilməsi və aradan qaldırılma yolunun tapılması, həm də sistemli olaraq işlər aparıldığı üçün yarana biləcək təhlükələrin qarşısının alınmasıdır.

Nasazlığın diaqnostikasında müxtəlif metodlar istifadə olunur.

Nasazlığın diaqnostikasında əldə edilən məlumatların (nasazlığa dair cihazı istifadə edən personal və ya həkimdən toplanan) məntiqi yolla sistemlik qiymətləndirilməsi nasazlığı müəyyənləşdirmə və aradan qaldırılma proseslərini sadələşdirir. Burada altı əsas nasazlıq diaqnostikası üçün lazım olan addımlardan (addımlar dedikdə nasazlığın lokallaşdırılması və müəyyənləşdirilməsi üçün icra olunan mərhələlər nəzərdə tutulur) bəhs edəcəyik (Şəkil 2.15).



Şəkil 2.15. Nasazlığın aradan qaldırma mərhələləri

Bu sistemdə yuxarıda göstərilmiş addımlar sırası ilə məntiqi yolla nasazlığın qiymətləndirilməsi halında nasazlıq diaqnostikası və aradan qaldırılması olduqca sadələşir. Servis işçisi hər hansı bir cihazın nasazlığı ilə qarşılaşdıqda cihazın istifadəçisindən nasazlığa səbəb ola biləcək vəziyyətlər ilə əlaqədar məlumat toplamalıdır.

İkinci olaraq əldə edilən məlumatlar və şübhələrlə birlikdə cihaz ya da sistem müşahidə edilməli, lazım olan yoxlamalar aparılmalı, cihazın çıxış informasiyalarını gözdən keçirib istehsalçı məlumatları ilə müqayisə edərək nasazlıq lokalizasiyası (yəni nasazlıq sahəsini tapmaq üçün məhdudlaşdırma) həyata keçirilməlidir.

Nasazlığa səbəb olan element və ya modul (hər hansı bir nasazlığa səbəb olan bir şey) müəyyən edildikdən sonra nasazlığa səbəb olan mühit (şərait) aradan qaldırılmalıdır. Nasazlıq istehsalçı firmanın qoyduğu texniki göstəricilər əsasında aradan qaldırıldıqdan sonra təlimatlara görə sistem yenidən yoxlanılıb istifadəçiyə təhvil verilməlidir.

Nasazlığın təyini texnikası əvəzinə çox vaxt xəta analizi anlayışından istifadə olunur. Xəta analizinin ən dolğun izahat yolunu vermək üçün ilk öncə bu suala cavab tapmaq lazımdır: *Əgər X elementi Y dövrəsində nasazdırsa, dövrdə hansı dəyişikliklərə səbəb*



*olacaqdır?*

Bu suala cavab tapmaqla elektron sistemin lokalizasiyası həyata keçirilir. Lokalizasiya dedikdə, elektron sistemdə nasazlıq sahəsinin məhdudlaşdırılması başa düşülür. İlk öncə lokalizasiya tədqiqatçının bilik və bacarığından asılıdır.

Test nöqtəsində yalnız (normadan kənar) gərginlik ölçülərsə, siqnal izləmə metodu ilə və nasazlığı məlum dövrəni izolə edərək xəta analizi həyata keçirilir. Dövrənin iş prinsipi haqqında nəzəri məlumatlardan yararlanaraq test nöqtəsində normadan kənar gərginliyin əmələ gəlməsinə səbəb olan xətalı elementin dövrənin iş prosesində rolunu təyin edib xəta analizini aparmaq lazımdır. Xətalı işləyən və ya heç işləməyən dövrə və ya sistemin nasazlığının aradan qaldırılması prosesində ardıcıl olaraq aşağıdakı əməliyyatlardan istifadə olunur.

Tibbi cihazdakı dəyişiklikləri aşağıdakı ardıcılıqların reallaşdırılması ilə təyin etmək mümkündür.

1. Enerji sistemi yoxlanılır;
2. Hissi orqanlardan istifadə edərək yoxlama aparılır;
3. Xəta izolə edilir (xəta sahəsi məhdudlaşdırılır);
4. Xətanın səbəbini təyin etmək üçün xəta sahəsi tək element və ya element qrupuna qədər lokallaşdırılır;
5. Problemi həll etmək üçün elementlər (və ya ümumilikdə elektron sistem) yenisi ilə əvəz olunur.

Yuxarıda qeyd edilənlər sistemli olaraq yerinə yetirilməsi xəta analizinin müvəffəqiyyətlə başa çatması deməkdir.

### **Mexaniki hissələrdə nasazlıq səbəbləri**

Tibbi aparatların mexaniki hissələrinin nasazlıq səbəbləri cihazlarda istifadə olunan mexaniki elementlərin bir çox fiziki təsirlərə həsas olmasıdır. Materialların xüsusiyyətləri aşağıdakı təsirlərə qarşı həssaslığı müəyyənləşdirilərək bu istiqamətdə qabaqlayıcı tədbirlər görülməlidir.

- Zərbələrə qarşı;
- Titrəyişə qarşı;
- İşığa qarşı;
- Temperatura qarşı.

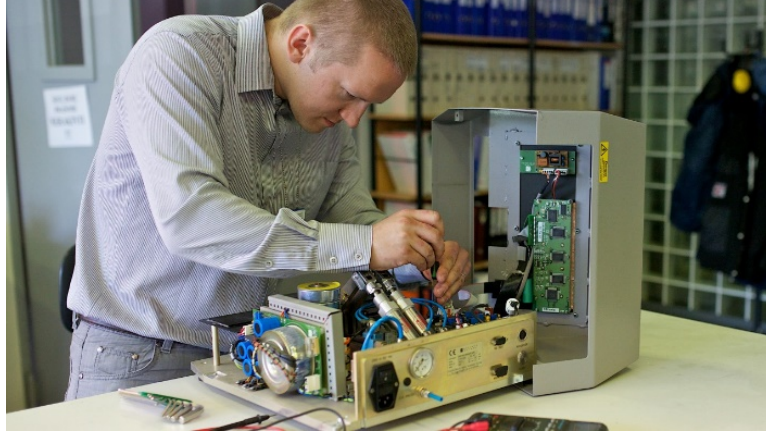
Mexaniki birləşmələrdə tozun təsiri ilə aşağıdakı problemlər yarana bilər:

- Hərəkətli mexaniki birləşmələr sürtünmə səbəbilə dağılmasına və yeyilməsinə səbəb olur;
- Yağların xüsusiyyətini (axıcılığını) itirməsinə səbəb olur;
- Mexaniki elementlərin hərəkətinə (bir-birinə sıxılaraq birləşməsinə) mane olur;
- Axın yollarının (pnevmatik elementlərdə) tıxanmasına və daralmasına səbəb olur;
- Cihazların "kirli" və pis görünməsinə və xarici səthlərinin çızılmasına səbəb olur.

Başqa bir nasazlıq səbəbi təmir və ya montaj zamanı yaranan zərbələr və titrəyişlərdir. Cihazlarda sökülən birləşmə hissələrində istifadə olunan vintlərdə mexaniki

zədələri misal gətirmək olar:

- Vint və ya bolt dişlərinin yeyilməsi;
- Vint və ya boltun qırılması, oyuq və dəliklərin səhv əl aləti istifadəsi nəticəsində genişlənməsi;
- Hərəkətli birləşmələrin xüsusiyyətlərini itirməsi nəticəsində mexaniki zədəyə məruz qalıb sınıması, yəni sıradan çıxması;
- Vint, bolt və digər birləşdirici elementlərin itirilməsi (Şəkil 2.16).

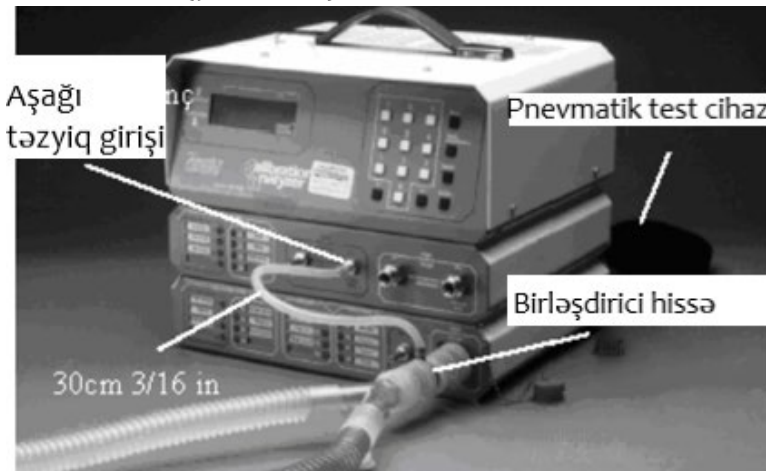


Şəkil 2.16. Avadanlığın vintlərinin sökülməsi

Son misal kimi gətirilməsinə baxmayaraq, vintlərin və digər mexaniki hissə birləşdiricilərinin itirilməsi və ya yerinə birləşdirilməsinin yaddan çıxması böyük problemlərin yaranmasına səbəb ola bilər. Misal üçün rentgen montajında yaddan çıxarılan bir vint bütün sistemin işini ləngidər. Nasaz bir cihazın təmiri üçün xarici korpusunu açıb təkrar yerinə yığarkən mexaniki hissələr adlandırdığımız qutuların (korpuslarının) möhkəm plastik materialdan hazırlandığını yadda saxlamaq lazımdır.

### Hidravlik və pnevmatik sistemlərin nasazlığı

Bu növ sistemlərin diaqnostika üsullarını müəyyən etmək üçün ventilyator cihazını misal gətirə bilərik. Ventilyator cihazında pnevmatik sistemlərin yoxlanılması üçün xüsusi test cihazından istifadə olunur (Şəkil 2.17).

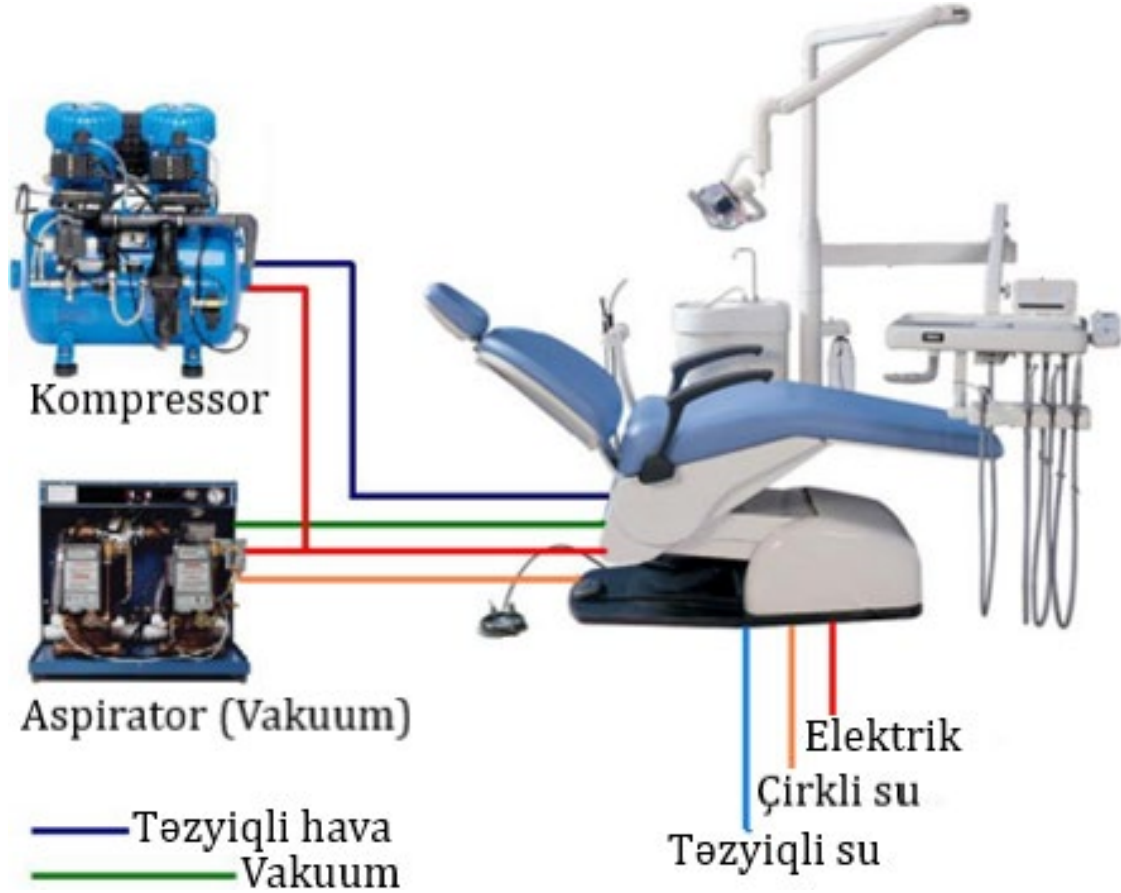


Şəkil 2.17. Pnevmatik test cihazı

Bu diaqnostika üsulunun əsas məqsədi ventilyatoru test cihazı ilə əlaqələndirərək

sistemdə texniki göstəricilərdən sapmaların müəyyənləşdirilməsidir.

Hava təzyiqi və ya vakuumin təsiri ilə işləyən maşınlar, alətlər və sistemlərin xüsusiyyətlərini özündə əks etdirən elm sahəsinə pnevmatika deyilir. Hidravlika, ümumi mənada, təzyiqli mayelərin güc istehlakı, idarəedilməsi və ötürülməsi ilə əlaqəli texnologiyaları özündə cəmləşdirmişdir. Stomatoloji masalar hidravlik və pnevmatik sistemlərin geniş tətbiq olunduğu cihazlardan biridir. Stomatoloji masaların hidravlik və pnevmatik elementləri şəkil 2.18-də göstərilmişdir.



Şəkil 2.18. Stomatoloji masanın pnevmatik-hidravlik sistemi

Bəzi tipik nasazlıqlara nəzər salmaq:

Stomatoloji masalar aşağıda qeyd olunmuş dörd əsas sistemlə təchiz olunmuşdur. Bu sistemlər vəzifələrini yerinə yetirməməsi nəticəsində nasazlıqlar meydana çıxır:

- Axın kanalları;
- Təzyiqli hava sistemi;
- Vakuum nasos sistemi;
- Su sistemi və təzyiqli su sistemi.

Misal üçün, stomatoloji masalarda “təzyiqli hava yoxdur” nasazlığının diaqnostikasına nəzər salmaq.

Bunun üçün aşağıdakı mərhələli yoxlamalar aparılmalıdır:

- Kompressorun çıxışı sınaqdan keçirilməli, əgər kompressorda havanın təzyiqi

- aşağıdırsa, filtr blokuna nəzər salmaq lazımdır;
- Ötürmə kanalları yoxlanılmalı, əgər boruda deşilmə və bükülmələr varsa, dəyişdirmək lazımdır;
  - Ötürmə kanalları və birləşmə kanalları yoxlanılmalı, sıxıcı hissələr və digər birləşdirici elementlər (misal üçün köpüklər) sıradan çıxarıla bilər;
  - Tənzimləyici və filtr blokları sınaqdan keçirilməli, bunun üçün çıxışlarına manometr qoşaraq təzyiqin səviyyəsini ölçmək lazımdır.

Digər tez-tez rast gəlinən nasazlıq isə təzyiqli suyun olmamasıdır. Qeyd edilən problemin diaqnostikası üçün aşağıdakı mərhələlər izlənilməlidir:

- Şəhər şəbəkəsindən daxil olan təzyiqli suyu yoxlamalı, əgər burda su yoxdırsa, digər blokların yoxlanılmasına keçmək lazım deyildir.
- Giriş filtrlərinin təmiz olub-olmamasını yoxlamaq lazımdır, çünki kirli filtrlər suyun təzyiqini aşağı salır.
- Klapanların vəziyyətini yoxlamaq lazımdır, əgər nasazdırsa, yenisi ilə əvəz olunmalıdır.



## Tələbələr üçün fəaliyyətlər

1. Şəhər şəbəkəsində yaranmış problem nəticəsində Rentgen cihazlarında hansı nasazlıqlar yarana biləcəyini araşdırın.
2. EKQ qeydiyyatı zamanı kağız daşıyıcı üzərində kardioqramma əyrisi təsvir olunmur. Buna nasazlıq hansı amillər nəticəsində yarana biləcəyini qeyd edin.
3. Sterilizatorda yaranmış “qapaq açılmır” nasazlığının diaqnostikasını aparın.
4. Biokimyəvi qan analizatorlarında baş verə biləcək xəta kodlarının siyahısını tərtib edin.
5. Ventilyator cihazında “güc blokunda” yaranmış nasazlığa uyğun mərhələli diaqnostika prosesini aparın.
6. Kompresorlarda yarana biləcək nasazlıqları müəyyən edin.



## Qiymətləndirmə

Aşağıdakı qiymətləndirmə meyarına əsasən qiymətləndirəcəksiniz:

### **“Yaranmış nasazlıqları aşkar edir”**

1. Nasazlığın effektiv diaqnostikası üçün hansı mərhələlər əsasında diaqnostika prosesi reallaşmalıdır?
2. Bolt və vintlərin dişlərinin yeyilməsi hansı problemlərin yaranmasına səbəb ola bilər?
3. Stomatoloji masalar hansı sistemlərdən ibarətdir?
4. Nasazlığın diaqnostikasının birinci mərhələsinə nələr aiddir?
5. Pnevmatik axın kanallarında deşilmələrin, bükülmə və əzilmənin yaranması nə ilə nəticələnəcəkdir?

## 2.3. Lazımi diaqnostika metodlarını seçir

### Diaqnostika metodlarının seçilməsi

Tibbi avadanlıq və cihazların elektron kartlarında yaranan problemləri həll etmək üçün ilk öncə hansı problemlərin yarana biləcəyini bilmək lazımdır və baş verməsi mümkün olan problemlərə uyğun olaraq düzgün diaqnostika üsulu seçilməlidir. Bu məqsədlə elektron cihaz və kartların təmirində istifadə olunan diaqnostika üsullarını bilmək məqsədə uyğundur.

#### Diaqnostika metodları

Elektron sistemin qəza vəziyyətinə düşməsi halında ən sadə üsuldən başlanaraq kompleks üsullara doğru irəliləyən əməliyyat ardıcılığı reallaşdırılmalıdır. Yadda saxlamaq lazımdır ki, çox böyük və çətin zənn edilən nasazlıqların səbəbi çox sadə həll yolu ilə tapıla bilər. Məsələn, işləməyən bir ultrasəs sistemində cihazın daxili sistemini açıb yoxlamalar aparmaq əvəzinə ilk öncə enerji kabellərini\cihaz sığortalarını (FUSE) (ingiliscədən hərfi tərcüməsi “ərimək”dir, dövrədə rolu elektron element və blokları artıq yüklənmə cərəyanından qorumaqdır) yoxlamaq daha məqsədə uyğundur. Problem həll olunmazsa, daha ətraflı araşdırmalara keçid etmək lazımdır.

Nasazlığın diaqnostikasında ən sadə metodu seçmək lazımdır. Cihazda nasazlığın diaqnostikası məqsədlə yanaşdıqda aşağıda qeyd olunan mərhələlər yerinə yetirilməlidir:

- Göz ilə (yəni vizual) yoxlama (Şəkil 2.19);
- Əl ilə (manipulyasiyalarla) yoxlama;
- Cihazda yanan və formasını dəyişdirən elementlərin yoxlanılması.



Şəkil 2.19. Göz ilə müşahidə edilən nasazlıq

Yuxarıda qeyd olunan metodlar cihaza xaricdən fiziki müdaxilələr nəticəsində aparılan müşahidələrdir. Cihazın daxili nasazlıqları üçün aşağıda qeyd olunan metodlar tətbiq olunur.

Cihazın daxili nasazlıqlarının diaqnostikası ümumilikdə elektron kartlar üzərində reallaşan nasazlığın təyini metodlarıdır. Elektron kartlarda aşağıdakı tipdə nasazlıqlarla rastlaşa bilərik:

- Materialın (komponentlərin) nasazlığı;

- Ötürmə kanallarında yaranan problem;
- Açıq/qısa qapanma dövrləri;
- Soyuq lehimlər;
- Proqramlı elementlərin proqramlarında yaranan problemlər.

Hər hansısa bir nasazlığı təyin etmək üçün aşağıdakı metodlar vasitəsilə analiz aparılıb nasazlığa səbəb olan proses təyin edilə bilər:

- V-I impedans analizi;
- Funksional test;
- Qısa qapanma testi;
- Proqramlanmış element testi.

Hər hansı bir sənədə və materiala ehtiyac olmadan, elektron karta (yəni çap platasına) enerji tətbiq etmədən nasazlığı müəyyən etmək üçün aparılan əməliyyatlar ardıcılığı aşağıda qeyd olunan kimidir:

- Nasaz olmayan kartı əsas götürərək nasaz kart ilə müqayisəsi;
- PCB (Printed Circuit Board - ingilis dilindən hərfi tərcüməsi “çap dövrə platası” mənasını verir, elementlərin montaj edildiyi platalardır) üzərində bütün növ diod, müqavimət, tranzistor, kondensator, transformator, mikrosxem və s. elementin cərəyan-gərginlik (impedans) xarakteristikasını müəyyən etməklə;
- Müxtəlif gərginlik və tezlik səviyyələrində yoxlamalar aparmaqla;
- Material xəttləri, “yol qırıqlıqları” (cərəyan daşıyan kanallarda yaranan problemlər), açıq/qısa qapanmış dövrlər, materialdakı qiymətlərin sayması, səhv birləşmələr və s. nasazlıqların müəyyənəndirilməsi;
- Lazım gəldikdə nasaz olmayan kartdakı məlumatların kompüter mühitində saxlanması, növbəti əməliyyatlarda nasaz olmayan kartdan istifadə etmədən test imkanı.

### V-I impedans analiz

Materialların (bütün növ dövrə elementlərinin) dövrə daxilində və ya xaricində işə qoşaraq saz və ya nasaz olub olmadıqlarını müəyyənəndirmək lazımdır. Materialların işə qoşulması üçün lazımi gərginlik və siqnallar tətbiq olunaraq işə qoşulduqda nominal qiymətlərini alınıb-alınmadıqlarının müəyyənəndirilməsidir (Şəkil 2.20).



Şəkil 2.20. V-I analizatoru



Burada aparılan proseslər aşağıdakılardır:

- Materiala gərginlik tətbiq edilərək test etmək;
- TTL, CMOS, Anqloq, İnterface, Mikroprosessor və s. mikrosxem dövrələrini kart üzərində və ya xaricində test etmək;
- Üç terminallı yarımkəçirici materialları taktlaşdıraraq test etmək;
- Müəyyən zaman kəsiyində meydana çıxan və temperaturdan asılı olaraq yaranan nasazlıqları müəyyənləşdirmək;
- Korpusunda kod nömrəsi silinmiş, hansı elementi olduğu bilinməyən mikrosxem dövrələrin kod nömrəsini müəyyənləşdirmək və nasazlığa müdaxilə etmək.

V-I impedans analizi kompüter dəstəklı analizləri əhatə edir. Bu metod müqayisəli qrafiklər vasitəsilə nasazlığın təyin edilmə məqsədini daşıyır. Qeyd edilən proseslər üçün müxtəlif firmalar tərəfindən hazırlanmış test proqramlarından istifadə olunur.

### Qısa qapanma testi

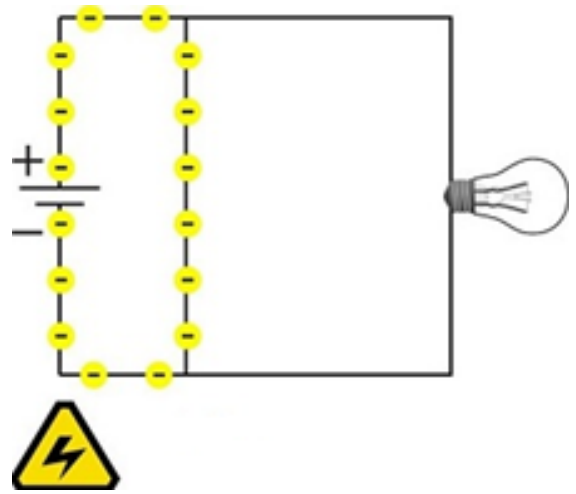
Tək/cüt səth və ya çox qatlı kartlarda yarana biləcək nasazlıq səbəbləri:

- Qida-torpaq xətləri (Şəkil 2.21);
- PCB-lərdəki BUS xətləri (məlumatların ötürmə kanalları);
- Artıq cərəyan çəkən elementlər (şəkil 2.22);
- Qısa qapanmaya məruz qalmış elementlər.

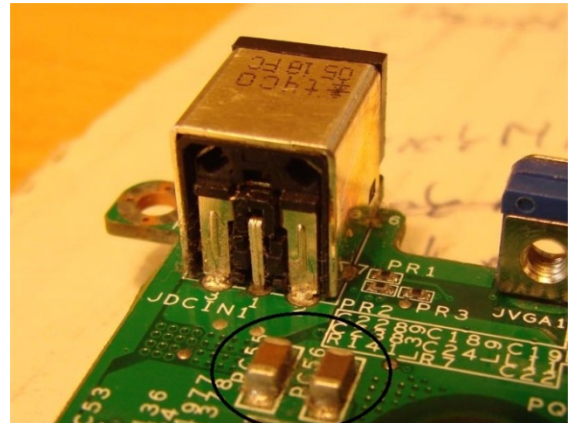
Qısa qapanmaya görə test cihazları ilə nasaz kart birləşmə və informasiya daşıyan kanallar yoxlanılır. Cihazın torpaq (GND) birləşmələri test cihazı ilə əlaqələndirilir. Cihazdakı puls probu qida gərginliyinə birləşdirilərək cihazı aktiv vəziyyətə keçir. Biotibbi cihazların nasazlıqlarının aradan qaldırılmasında əsasən istifadə olunan test metodudur.

### Funksional test metodu

Elektron kartlarda elementlərə gərginlik və ya siqnallar tətbiq olunaraq çıxış vəziyyətlərinin yoxlanılmasının aparıldığı diaqnostika üsuluna funksional test deyilir. Proqram vasitəsilə reallaşdırılan bu tip testlərin biotibbi cihazlarda tətbiqi olduqca genişdir. Bu test əhatəsində aparılan proseslərə misal olaraq aşağıda qeyd olunanları sıralaya bilərik:

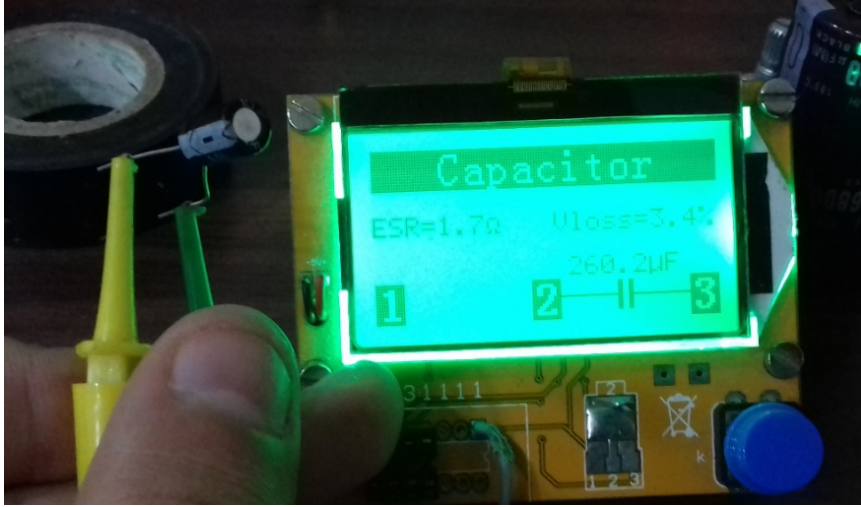


Şəkil 2.21. Qısa qapanma



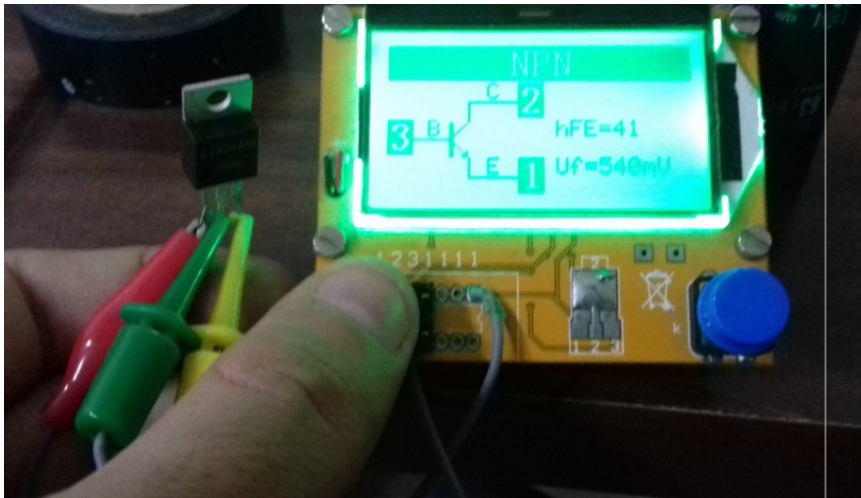
Şəkil 2.22. Qısa qapanmaya məruz qalmış SMD rezistorlar

- Elementlərə gərginlik tətbiq edərək test etmək (Şəkil 2.23);



Şəkil 2.23. Kondensatorun funksional testi

- TTL, CMOS, Analoq, İnterface, Mikroprosessor və s. mikrosxem dövrələrinin kart üzərində və ya xaricində test etmək;
- Üç terminallı yarımkəçirici materialları taktlaşdıraraq test etmək (Şəkil 2.24);



Şəkil 2.24. Bipolyar tranzistorun funksional testi

- Müəyyən zaman kəsiyində meydana çıxan və temperaturdan asılı olaraq yaranan nasazlıqları müəyyənləşdirmək;
- Korpusunda kod nömrəsi silinmiş, hansı elementi olduğu bilinməyən mikrosxem dövrələrin kod nömrəsini müəyyənləşdirmək və nasazlığa müdaxilə etmək.

### Proqramlara bilən materialların testi

EEPROM, EPROM, Flash, PROM, Micro tipindəki materialların testi:

- Proqramların oxunması;
- Proqram müqayisəsinin aparılması;
- Kompüter mühitində proqramların saxlanması;
- Lazım gəldikdə yeni bir materiala proqram yüklənməsinin aparılması;

- Program yazma/proqrama müdaxilə (Şəkil 2.25).



Şəkil 2.25. Proqramlara bilən materialların test edilməsi



## Tələbələr üçün fəaliyyətlər

1. Ardıcıl dövrlərdə rezistorların nasazlığını yoxlamaq məqsədilə hansı metodun istifadəsinin effektiv olduğunu müəyyən edin.
2. Kondensatorların bəzi növlərində yaranan defektlər nəticəsində konstruktiv quruluşunun necə dəyişdiyini araşdırın.
3. Tibbi aparatların qida bloklarında cərəyan daşıyan kanalları və hər bir düyünə daxil olan gərginlikləri müəyyən edin (hər hansı bir cihaz əsasında).
4. 74HC00 rəqəmsal mikrosxemin yoxlanılması üçün optimal sxem seçin.
5. Elektron kartda hər hansı bir passiv dövrə elementinin terminalları arasında müqavimətin ölçülməsi zamanı multimetr buzzer rejimində "SİQNAL" verir. Bu siqnalın hansı səbəbdən yarandığını araşdırın.
6. Qısa qapanma rejiminin fiziki mahiyyətini müəyyən edin.



## Qiymətləndirmə

Aşağıdakı qiymətləndirmə meyarına əsasən qiymətləndirəcəksiniz:

**“Lazımi diaqnostika metodlarını seçir”.**

1. Nasazlığın həllində hansı diaqnostika metodları istifadə olunur?
2. Elektron kartlarda hansı tipdə nasazlıqlarla rastlaşa bilərik?
3. Hər hansı bir dövrə elementinin üzərindən hesablanmış qiymətindən artıq miqdarda cərəyan axmışdır. Burada hansı proseslər baş verəcəkdir?
4. Üç terminallı yarımqeçirici elementlərin yoxlanılmasında hansı metod və ya metodlar istifadə oluna bilər?
5. Yaddaş dövrlərinin yoxlanılmasında hansı diaqnostika metodu tətbiq oluna bilər?

## 2.4. Problemi müəyyən etmək üçün nasaz hissəni müvafiq qaydada yoxlayır

### Nasaz hissələrin yoxlanması

Tibb avadanlıqlarının diaqnostika işlərini təşkil edən texniki personal avadanlıqlarda mövcud nasazlıqları aşkarlamaq və aşkarlanmış nasazlığa müdaxilə etmək məqsədilə avadanlığın funksional vəziyyəti, onun qoşulma sxemini, avadanlığın daxili blokları barəsində məlumatlı olmalıdır. Qeyd edilən parametrlər və anlayışlar avadanlığın servis kitabçasında öz əksini tapır.

### EKQ stimulyatorunun funksional diaqnostikası

Manual yoxlama (əl ilə diaqnostika) əsasən cihaz üzərində yerləşdirilmiş hissələrin və cihazın öz funksiyalarını yoxlamaq məqsədilə aparılır. Yeni nəsil EKQ cihazlarında bu funksional yoxlama cihazın işə qoşulması ilə birlikdə avtomatik olaraq öz-özünə yoxlama (*self test*) icra olunur. Avtomatik test prosesində cihazın bəzi hissələri sınaqdan keçirilir. Bunlardan bəziləri aşağıda qeyd olunmuşdur:

- Ekran;
- Klaviatura;
- Qeydedici;
- Güc bloku.

Əgər yoxlama zamanı xəta baş verdiyi indikasiya olunarsa, xəta və xəta kodu servis kitabçasındakı xəta kodu ilə qarşılaşdırılaraq bunun hansı səbəbdən yarandığı və hansı yolla aradan qaldırılması müəyyənləşdirilir. Aparılan funksional test nəticəsində cihaz üzərində icra olunacaq əməliyyatlar:

- Xarici hissələrin nasazlığının aradan qaldırılması;
- Daxili hissələrin nasazlığının aradan qaldırılması;
- Proqram təminatında yaranan nasazlığını aradan qaldırılması.

Xarici hissələr üçün cihazın ümumi yoxlamalarını həyata keçirmək və xarici hissələri bir-bir yoxlamaq lazımdır. Yoxlanılacaq xarici hissələr:

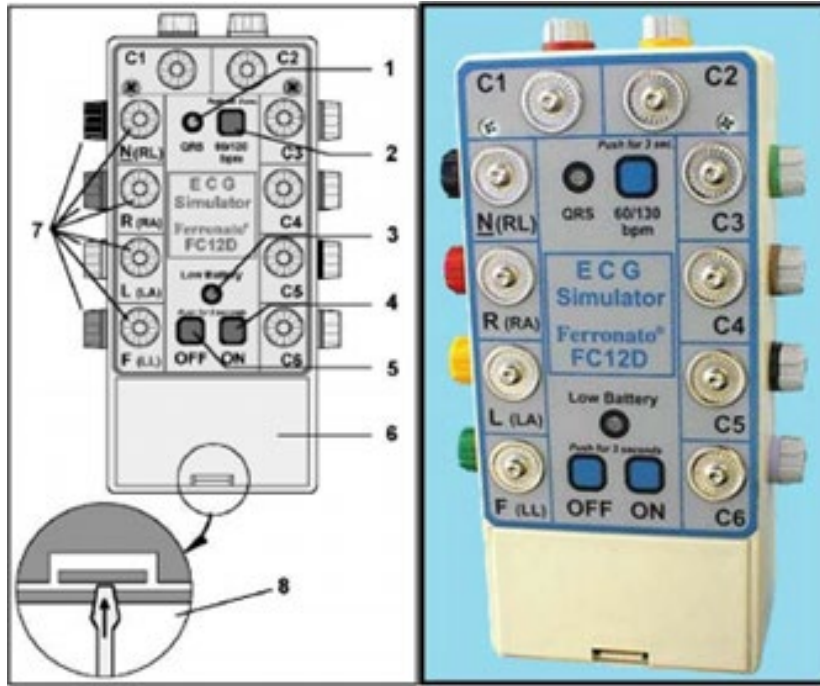
- Xəstələrlə əlaqə yaradan kabel və LED-ləri;
- Klaviatura;
- Batareya;
- Kağız tutucu;
- AC (dəyişən cərəyan deməkdir) güc kabeli;
- PCMCIA (The Personal Computer Memory Card International Association- xarici qurğuların qoşulmasını təmin edən verilənlər şini) kartları (LAN (Local Area Network (yerli sahə şəbəkəsi)) və WLAN (Wireless Local Area Network (simsiz yerli sahə şəbəkəsi)) kartları);
- Fleş yaddaş oxuyucu;
- Modem;
- Xarici kabellər və s.

Daxili hissələrin nasazlığının aradan qaldırılması üçün cihazın xarici korpusu

sökülərək daxilinin açılması lazımdır. Bu halda diaqnostika işlərini həyata keçirən şəxs sökmə prosesində diqqətli olmalı və sökülən hər bir birləşməni qeyd etməlidir ki, cihaz yenidən yığılarkən problemlər yaranmasın. Cihaz söküldükdən sonra yoxlanılması lazım olan hissələr:

- Ana kart;
- Ekran idarəedici dövrə;
- Daxili qeydedici;
- Güc dövrəsi.

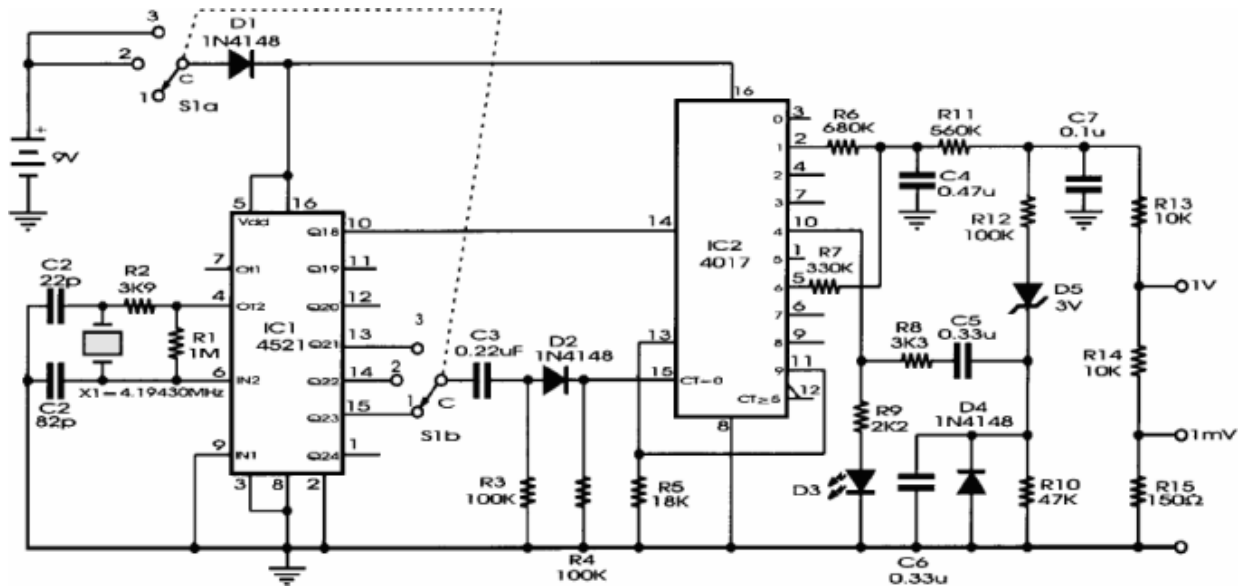
EKQ stimulyatoru ürəyin elektrik fəaliyyəti nəticəsində yaranan EKQ siqnal parametrlərini özündə əks etdirən kalibrasiya siqnalını hasil edən qurğudur (Şəkil 2.26). Elektrodların cihaza birləşdirilməsi ilə istənilən dalğa forması simulyasiya edilə bilər. Şəkil 2.27-dəki dövrə verilən stimulyator bir kristal vasitəsilə hasil etdiyi siqnalı çıxışda QRS dalğa formasına çevirir. Siqnalın amplitudu 1V və 1 mV olaraq tənzimləyə bilər.



Şəkil 2.26. EKQ stimulyatoru

Cihaz üzərində:

- QRS LED (QRS-EKQ dişçikləridir, LED isə işıq diodudur), hər QRS dalğasında yanıb sönür;
- 60/130 bmp tənzimləmə açarı;
- Batareya LED, batareyanın dolma səviyyəsini göstərir;
- İşə qoşma/ayırma botunu;
- Batareya qutusu;
- Çıxış konnektoru;
- “Banana” tipli konnektor.



Şəkil 2.27. EKQ stimulyatorunun elektron dövrəsi

Bu cihazın diaqnostikasını effektiv formada aparmaq üçün aşağıda qeyd olunmuş cədvəldə verilən mərhələlər əsasında işi təşkil etmək lazımdır.

Nö	Qiymətləndirmə	Bəli	Xeyr
1.	Diaqnostikası aparılan EKQ cihazını texniki cəhətdən təhlükəsiz işçi masada yerləşdirdinizmi?		
2.	Xəstəyə birləşdirilən elektrodları rəng koduna görə EKQ test cihazına birləşdirdinizmi?		
3.	Diaqnostikası aparılan EKQ cihazını torpaqlanmış şəbəkəyə qoşaraq ON-OFF açarını aktiv etdinizmi?		
4.	Diaqnostika cihazının sağ tərəfində yerləşdirilmiş ON-OFF açarı ilə işə qoşdunuzmu?		
5.	EKQ cihazında hansı funksional yoxlamaların aparılmasını istəyirsinizsə buna uyğun testi seçərək daxil etdiniz mi? Hansı testi aparmaq istəyirsinizsə, test cihazındaki cədvəldə həmin testin kod nömrəsini daxil etdinizmi?		
6.	Giriş kodunu daxil edib ENTER düyməsini sıxdınızımı?		
7.	Test cihazını aktiv vəziyyətə gətirdikdən sonra "ECG RATE" düyməsi (test cihazının üzərində yerləşir) və ya 02 kodunu daxil edərək ENTER düyməsini sıxdınızımı?		
8.	Ürək ritm nisbətini azaltmaq və ya çoxaltmaq üçün (30-300 bpm diapazonunda seçmək imkanı) yuxarı aşağı düymələrini istifadə etdinizmi?		
9.	Test cihazına daxil etdiyiniz ürək ritm nisbətindəki EKQ signalı diaqnostikası aparılan EKQ cihazın ekranında təsvir olunan signalı analiz etdinizmi?		
10.	EKQ cihazının yoxlama blankını doldura bildinizmi?		

Cədvəl 2.1. Diaqnostika prosesinin mərhələləri



### Ventilyatorlarda yaranan nasazlıqların diaqnostikası

Ventilyatorların elektrik və pnevmatik hissələrinin düzgün işləyib-isləmədiyini yoxlamaq, müəyyən edilmiş diaqnostika üsulları ilə reallaşdırılır. Xüsusilə montaj əməliyyatından sonra təhlükəsizlik yoxlamaları aparılmalıdır. Bu bölmədə "Puritan Bennet 740" ventilyatoru əsasında aparılan təhlükəsizlik yoxlamalarına və diaqnostika üsullarına baxılacaqdır (Şəkil 2.28). Fərqli ventilyator cihazı üzərində diaqnostika işləri aparılırsa, mütləq həmin cihazın servis kitabçasından istifadə etmək lazımdır.

Ventilyator elektrik hissələrinin yoxlanılması cihazın istismar fəaliyyətinin mütəmadiyi baxımından olduqca vacibdir. Burada aşağıdakı yoxlamalar aparıla bilər:

- Ventilyatorun güc açarının OFF vəziyyəti;
- Rəqəmsal multimetrə güc naqilinin torpaq xəttinin müqavimətinin ölçülməsi;
- Güc naqilinin torpaq xəttinin müqaviməti  $<0.2$  Om olduğu halda ətraflı yoxlamalara başlanılmalıdır;
- Güc naqilinin digər uclarının keçiriciliyi yoxlanılır;
- Güc naqili şəbəkəyə qoşularaq ON vəziyyətinə gətirilir, ventilyatorun pnevmatik sisteminin işi yoxlanılır;
- Əsas klapanların işi müşahidə olunur.



Şəkil 2.28. Ventilyator

### Tibbi cihazlarda istifadə olunan batareyaların diaqnostikası

Batareyaların düzgün işləyib-isləməməsini yoxlamaq üçün diaqnostika üsullarından istifadə olunur. Həm xarici, həm də daxili batareyaların diaqnostikası aparılır.

#### Xarici batareyaların diaqnostikası:

- Ventilyatorun güc kabeli şəbəkəyə birləşdirilir;
- Ventilyatorun güc açarı ON vəziyyətinə gətirilir;
- Şəbəkədən güc kabeli ayrılır;

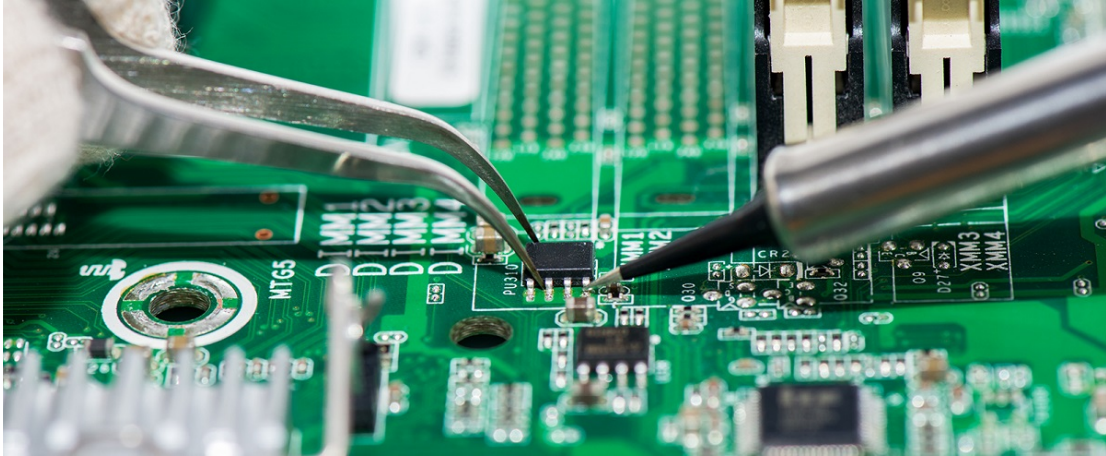
- Batareya displeyində (monitorunda) dolmadığı və batareyanın dövrəyə qoşulması müşahidə edilir;
- Ventilyatordan xarici batareyanın əlaqələri kəsilir;
- Bu halda ventilyator öz işini daxili batareyası vasitəsilə apardığı batareyaya displeyində müşahidə olunur.

#### **Daxili batareyaların diaqnostikası:**

- Xarici batareyaya yoxdursa, daxili batareyaya diaqnostikası aparılır;
- Ventilyatorun güc kabeli şəbəkəyə birləşdirilir;
- Ventilyatorun güc açarı ON vəziyyətinə gətirilir;
- Şəbəkədən güc kabeli ayrılır;
- Daxili batareyaya displeyindən dolmanın bağlı olduğu müşahidə edilir.

#### **Qida bloklarının diaqnostikası:**

- Cihazın gövdə korpusu öz yerindən ayrılır;
- PCB-dən xaricə çıxan test çıxışları (bundan sonra pinlər) rəqəmsal multimetre birləşdirilir;
- Multimetre birləşdirərkən COM probu PCB-nin torpaq (yəni sıfır potensiallı nöqtəyə) birləşməsinə qoşulur;
- Digər prob PCB üzərindəki pinlərə növbə ilə birləşdirilir (Şəkil 2.29);
- 1.2 V, +5V, +15V, 24V, – 5V, və – 15V qiymətlərinin pinlərdə mövcudluğu yoxlanılır.



Şəkil 2.29. PCB üzərində funksional yoxlamalar

#### **Küvez cihazlarının nasazlıqları**

Küvez cihazlarının monitor və müşahidəedici bloklarının nasazlıqlarını aradan qaldırmadan əvvəl servis kitabçasında əlaqəli bölmələri oxuyub, bu sistem haqqında ilkin məlumatlar əldə etmək lazımdır. Küvez cihazlarında körpələrin bədən funksiyalarını və küvez öz mühit şərtlərini müşahidə altında saxlayan cihazlara müşahidəedici cihazlar/monitorlar mövcuddur (Şəkil 2.30). Kompüter vasitəsilə müşahidə olunan cihazdan əldə olunan məlumatlar küvez istifadəediciyinə ötürülərək sistemə vaxtında müdaxilə imkanını təqdim edir. Küvezə inteqrasiya olunmuş bu sistemlərlə yanaşı kamera ilə vizuallaşdırma, müşahidə və qeydiyyat sistemləri də əlavə edilmişdir (Şəkil 2.31).



Şəkil 2.30. Küvez müşahidə cihazı



Şəkil 2.31. Müasir küvez və müşahidə sistemi

Müşahidə və monitor sistemlərində yaranan nasazlıqlar əsasən siqnal analizi vasitəsilə aşkarlanır. Bu sistemlərin diaqnostikası üçün aşağıdakı ardıcılığa riayət olunmalıdır:

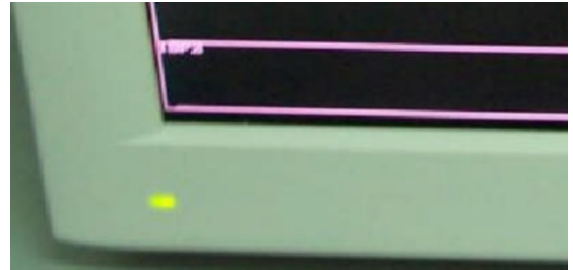
- Lazımi alət və avadanlıqlarla təmin olunmalı;
- İstifadəçi şikayətlərinə diqqət yetirməli;
- Fiziki yoxlamalar aparmalı;
- Monitor güc kabelləri yoxlanılmalı;
- Monitorun güc bloku ətraflı analiz olunmalı;
- Güc blokundakı yaranan nasazlığa uyğun təmir üsulunu seçərək tətbiq etməli;
- Siqnal müşahidəsi aparmaq üçün ölçmə və test cihazlarını seçməli;

- Siqnal müşahidəedici osilloqrafları diaqnostika aparmaq üçün seçməli;
- Problemlı naqıl, birləşmə və qoşulmalar varsa, terminalları dəyişdirilməli;
- Sensorlardan daxil olan siqnalı test etməli;
- Sensor lazımı siqnalı hasil etmərsə, sensor dəyişdirilməli;
- Sensorlardan daxil olan siqnallar standart parametrlər səviyyəsindədir (yəni siqnal qəbuledilmiş göstəricilərlə uzlaşır), ancaq monitorda öz əksini tapmır, onda təsvirin vizuallaşdırma sistemində və monitorda ətraflı analizlər aparmalı;
- Daxil olan siqnallar digər saz vəziyyətdə olan monitora ötürülərək sınaqdan keçirilməli.

Nəticələr müsbətdirsə, nasaz olduğu müəyyənləşdirilən vizuallaşdırma cihazı ya da monitor yenisi ilə əvəz olunmalıdır.

### Xəstə başı monitorlarda yaranan nasazlıqlar

Xəstə başı monitorlarda tez-tez rast gəlinən nasazlıqlardan biri ekran nasazlığıdır (Şəkil 2.32). Ekran nasazlıqlarında tez-tez qarşılaşılan ekranın tamamilə qara rəngdə olmasıdır. Bu halda batareya və şəbəkə gərginliyinin olub-olmamasını yoxlamaq lazımdır. Güc işığı (Power LED) indikasiya edirsə, TFT ((Thin Film Transistor – nazik təbəqəli tranzistorları) maye kristallıq lövhə texnologiyasında yeni xüsusiyyətdir, hər bir piksel tranzistor ilə idarə olunur) ilə ana kart birləşmə naqilləri və konnektorları yoxlanılmalıdır. Burada da nasazlıq yoxdursa, torpaq birləşmələri yoxlanılmalıdır. Problemin davam etməsi vəziyyətində backlight (arxa işıq) invertorun çıxış səviyyəsi yoxlanılmalıdır (Şəkil 2.33). Bu dövrənin də nasaz olmadığı müəyyənləşdirilərsə, TFT-nin yeni bir TFT ilə dəyişdirilməsi lazımdır.



Şəkil 2.32. Qara ekran nasazlığı



Şəkil 2.33. İnvertor və TFT birləşməsi

### **Elektrotoker cihazlarında xarakterik nasazlıqlar**

Cihazın işə qoşma düyməsini basıb açdıqda cihaz 4 saniyəyə özünü yoxlayacaqdır: nasazlıq olmadığı halda cihaz istifadə üçün hazır vəziyyətə gətirilir. Cihaz istifadəyə hazır vəziyyətə gəldikdə 3 tonlu səsle istifadəçini məlumatlandırır. Son istifadə olunan rejimi və çıxış qiymətləri yaddaşda saxlanılaraq aktiv vəziyyətə keçdikdə cihaz bu parametrlərlə yüklənir. Yüklənmə zamanı əgər hər hansı bir nasazlıq yaranarsa, bu nasazlıq xüsusi kodlarla LCD ekranda təsvir olunur.

İndi isə bəzi nasazlıqlara və onların aradan qaldırılma yollarına baxaq:

**PROBLEM 1.** Cihaz şəbəkəyə qoşulub, gərginlik yoxdur.

#### **Səbəb:**

- Cihaz şəbəkəyə qoşulub;
- Cihazın ON-OFF düyməsi aktiv edilməyib;
- Cihazda "FUZE" (əriyən qoruyucu) sıradan çıxmışdır;
- Şəbəkədə gərginlik yoxdur.

**PROBLEM 2.** Cihazda çıxış parametrləri müşahidə edilmir.

#### **Həll:**

Cihaz LCD ekranda *error* (xəta) kodunu verərək çıxış parametrlərini kəsəcəkdir. Cihazda yaranan nasazlığı aradan qaldırıdıqdan sonra *reset* (yeniləmək) edib yenidən yoxlamaq lazımdır.

Bəzən də xüsusi kodlarla xəta mesajları cihazın monitorunda əks olunur. Bunlardan bəziləri aşağıda qeyd olunmuşdur:

**"İndefrent elektrod qoşulmayıb" mesajı:** Xəstəyə birləşdirilmiş neytral elektrodun xəstə ilə təması azaldıqda və ya qısaqapanma yarandıqda çıxış avtomatik olaraq kəsilir. Cihazın qəbul etdiyi neytral elektrodun müqaviməti 20 ilə 120 Om arasındadır.

#### **Səbəb:**

- Elektrod xəstəyə birləşdirilməyib;
- Naqillərdə bükülmə, əzilmə mövcuddur;
- İdarəetmə dövrəsi nasazdır.

**"Yüklənmiş güc" mesajı:** xəstəyə ötürülən güc tənzimlənən gücdən artıq olduğu üçün çıxış parametrləri kəsilir.

#### **Səbəb:**

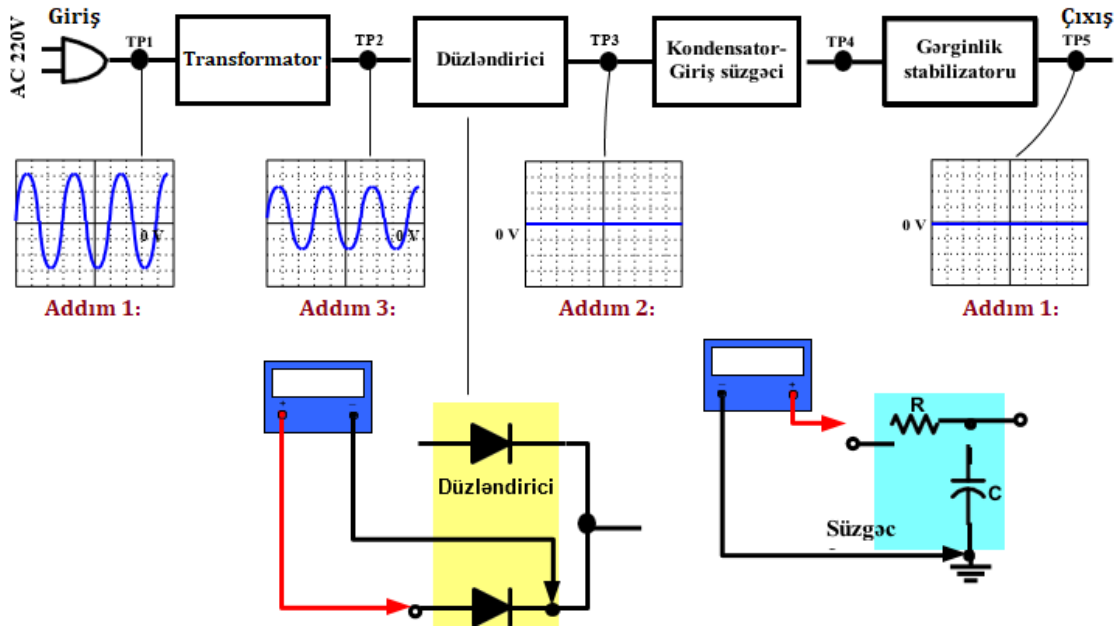
- Cihazdakı elektron dövrələrində təsadüfi xəta meydana gəlib.

### **Tibbi aparatların qida bloklarında yaranan nasazlıqların aradan qaldırılma texnikası**

Qida mənbəsində nasaz elementi təyin edək (Şəkil 2.34):

Enerjinin yoxlanılmasında və hissi orqanlar ilə aparılan müşahidələrdə problemin olmadığını qəbul edək.

Təklif olunan xəta analiz prosesi:



Şəkil 2.34. Qida blokunda nasazlığın təyinetmə mərhələləri

**Addım 1:** Nasazlığın həlli zamanı ilk aparılan proseduralardan biri də girişlə çıxış arasında əlaqənin mövcudluğunun yoxlanılmasıdır. Verilmiş şərtlər daxilində ölçmə zamanı girişdə siqnalın müşahidə edildiyi lakin girişə uyğun siqnalın çıxışda mövcud olmadığını qəbul edək.

**Addım 2:** Siqnal müşahidənin ikiyə bölmə metodunu tətbiq edərək TP 3-də gərginliyin səviyyəsinin izlənməməsi onu bildirir ki, nasazlıq giriş ilə TP 3 nöqtəsi arasındadır. TP 3-də gərginlik 0 volt olduğuna görə süzgəcin girişi ilə sıfır nöqtəsi arasında qısa qapanmanın yarandığı qənaətinə gəlmək olar.

**Addım 3:** TP 2-dəki gərginlik səviyyəsini yoxlayaq. TP 2-də gərginlik müşahidə edilmirsə bu o deməkdir ki, transformator da nasazlıq yaranmışdır. TP 2-də qərarlaşmış səviyyədə gərginlik müşahidə olunursa problem düzləndirici diodlarda ola bilər və ya süzgəc girişində qısa qapanma yaranması ehtimalı da qiymətləndirilməlidir. TP 2-də ölçülən gərginlik əsasında nasazlıq zonasını diodlara və ya süzgəcin girişinə qədər lokallaşdırmaq olar.

**Addım 4:** Dövrənin şəbəkə ilə əlaqəsini kəsdikdən sonra ölçü aləti ilə süzgəc giriş dövrəsinin sıfır nöqtəsi ilə qısa qapanmanın yaranması ehtimalını yoxlamaq lazımdır. Süzgəc girişində qısaqapanmanın yaranmadığını qəbul edək. O zaman nasazlığın diod dövrəsində yarandığı fikrinə gəlmək olar. Bu proses əvvəldə də qeyd etdiyimiz nasazlıq dövrəsinin lokalizasiyası prosesinə əyani misal göstərilə bilər.

**Addım 5:** Nasazlıq analizini tətbiq edərək çıxışın 0 volt olmasına səbəb olan düzləndirici dövrəsindəki elementi və ya elementləri təyin etmək lazımdır. Diodlardan hər hansısa biri açıq dövrə məruz qalmışdırsa yarımperiodlu düzləndiricinin çıxış siqnalı müşahidə edilər. Lakin axtardığımız nasazlıq bu deyil. Çıxışın 0 volt olması üçün hər iki diodun açıq dövrəyə qoşulması lazımdır.

**Addım 6:** Enerjini dövrəyə qoşmazdan əvvəl ölçü aləti ilə diodların parametrlərinin yoxlanılması prosesinə başlanılmalıdır. Bütün diodları yoxlamaq lazımdır. Təyin olunmuş nasaz diodlar yenisi ilə əvəz olunmalıdır. Bundan sonra enerjini dövrəyə qoşmaq olar və uyğun şərtlərlə dövrənin iş fəaliyyətini müşahidə etmək və yenidən bəzi zəruri ölçmə əməliyyatlarını təkrarən aparmaq lazımdır.



## Tələbələr üçün fəaliyyətlər

1. Fizioterapevtik cihazın (misal üçün, TENS) çıxışında siqnal müşahidə edilmir. Bu problemin hansı səbəblərdən yarandığını araşdırın.
2. Qan sayma cihazlarında monitorun şaquli xanalarında qaralmalar baş verir. Bu problemin hansı səbəblərdən yarandığını araşdırın.
3. Kompüterli tomoqrafiya şəbəkəyə qoşulmuşdur. Bütün parametrlər işlək vəziyyətdədir. Lakin xəstə masası idarə olunmur (mexaniki idarə). Bu problemin hansı səbəblərdən yarandığını araşdırın.
4. Elektrotoker cihazında qida blokunda yarana biləcək nasazlıqların siyahısını tərtib edin.
5. Ultrasəs cihazının idarəetmə sistemində yarana biləcək nasazlıqlar üçün diaqnostika prosesinin mərhələləri üzrə cədvəl tərtib edin.
6. Qida blokunda süzgəclərin vəzifəsini və süzgəcdə yaranan nasazlıqların çıxışda hansı dəyişikliklərə səbəb olacağını araşdırın.





## Qiymətləndirmə

Aşağıdakı qiymətləndirmə meyarına əsasən qiymətləndirəcəksiniz:

**“Problemi müəyyən etmək üçün nasaz hissəni müvafiq qaydada yoxlayır”.**

1. EKQ stimulyatorların daxili blokları hansılardır?
2. “İndefrent elektrod qoşulmayıb” nasazlığı hansı səbəblərdən baş verə bilər?
3. Hansı ekran nasazlıqlarını misal gətirə bilərsiniz?
4. PCB üzərində elementlərin nominalı necə təyin olunur?
5. Ventilyatorlarda yerləşdirilmiş sensorların vəziyyəti necə yoxlanılır?
6. Çıxışı 9 Volt olan qida mənbəsinin çıxışında 5–6 volt arası pulsasiya edən sinusoidal siqnal müşahidə olunur. Bu cür nasazlığa səbəb ola biləcək amilləri müəyyən edin.

## ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. BROWN Mark, RAWTANI Jawahar, PATIL Dinesh, Practical Troubleshooting of Electrical Equipment and Control Circuits, Elsevier, The Netherlands, 2005.
2. PEASE Robert A, Troubleshooting Analog Circuits, Butterworth-Heinemann, California, 1991.
3. KARAGÖZ Ürfan, Tibbi Teknoloji Yönetimi, Haberal Eğitim Vakfı, Ankara, 1998.
4. TS EN 60601-1, Elektrikli Tibbi Cihazlar Genel Güvenlik Kuralları, 1996
5. QAFAROV Qadir. "Elektrik ölçmələri", 2019.
6. [https://brainmaster.com/software/pubs/brain/The\\_Biomedical\\_Engineering\\_Handbook.pdf](https://brainmaster.com/software/pubs/brain/The_Biomedical_Engineering_Handbook.pdf)
7. <https://biomed.erciyes.edu.tr/acaliskan/Sonikihafta.pdf>
8. [http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Ar%C4%B1za%20Analiz%20Y%C3%B6ntemleri%20Ve%20Ar%C4%B1za%20Giderme.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Ar%C4%B1za%20Analiz%20Y%C3%B6ntemleri%20Ve%20Ar%C4%B1za%20Giderme.pdf)
9. <https://isurplus.com.au/manuals/Nihon%20Kohden%209010K%20Service%20Manual.pdf>



