

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы



SATBAYEV  
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары кафедрасы

Зейнолла Марлен Даулетқазыұлы

«Электрондық компоненттердің сипаттамаларын өлшеуге арналған  
құрылғыны әзірлеу»

дипломдық жобаға  
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

6В07113 - Робототехника және мехатроника

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы



SATBAYEV  
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

РТЖАТК кафедра меңгерушісі  
техника ғылымының кандидаты,  
профессор

Қ.Ә. Өжікенов

2024 ж.



дипломдық жобаға  
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

Тақырыбы: «Электрондық компоненттердің сипаттамаларын өлшеуге  
арналған құрылғыны әзірлеу»

6B07113 - Робототехника және мехатроника

Орындаған

Зейнолла М.Д.

Рецензент

Ғылыми жетекшісі

PhD, қауымдастырылған профессор

Т.Ғ.М., аға оқытушы

Муратов М.М.

колы

аты-жөні

Игембай Е.А.

« 01 » 06 2024 ж.

« 27 » 05 2024 ж.

Алматы 2024

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы



SATBAYEV  
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары кафедрасы

6B07113 - Робототехника және мехатроника

**БЕКІТЕМІН**

РТжАТК кафедра меңгерушісі

техника ғылымының кандидаты,

профессор

Қ.Ә. Өжікенов

2024 ж.



**Дипломдық жобаны орындауға арналған  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Зейнолла Марлен Даулетқазыұлы

Тақырыбы: «Электрондық компоненттердің сипаттамаларын өлшеуге арналған құрылғыны әзірлеу»

Университет ректорының 2023 жылғы «04» желтоқсан № 548-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «    » маусым 2024 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: Жарық өлшегіш, қуат көзі

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Жобаның негізгі мақсаты-Электронды компоненттердің әртүрлі түрлері үшін кедергі, ток және кернеу сияқты негізгі электрлік параметрлерді өлшеуге қабілетті амбебап құрылғыны құру.

б) Өлшеудің негізгі әдістері талданды, оңтайлы схемалық шешімдер мен компоненттер таңдалды.

в) Әзірленген аспапты электрондық компоненттерді тестілеу және талдау үшін білім беру, ғылыми және өнеркәсіптік мақсаттарда қолдануға болады.


Графикалық материалдың тізбегі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып): жұмыс презентациясы слайтарда 18көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 9 атаулардан


Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, әзірленетін сұрақтар тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескертпелер
Теориялық бөлім	08.02.2024	Орындалды
Зерттеу бөлімі	29.02.2024	Орындалды
Қорытынды бөлім	25.04.2024	Орындалды

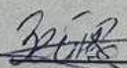
Аяқталған дипломдық жұмыс (жоба) үшін, оған қытысты бөлімдердің жұмыстарын (жобасын) көрсетумен, кеңесшілері мен қалып бақылаушының қолдары

Бөлімдердің атауы	Кеңесшілер, тегі, аты, әкеснің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қол
Қалып бақылаушы	Игембай Е.А. техника ғылымдарының магистрі, оқытушы	04.06.2024	

Ғылыми жетекшісі

 Игембай Е.А.

Білім алушы тапсырманы орындауға алды

 Зейнолла М.М.

Күні

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 ж.

## **АНДАТПА**

Бұл жұмыста - электронды компоненттердің сипаттамаларын өлшеуге арналған құралды әзірлеу қарастырылады. Жобаның негізгі мақсаты- Электронды компоненттердің әртүрлі түрлері үшін кедергі, сыйымдылық, индуктивтілік, ток және кернеу сияқты негізгі электрлік параметрлерді өлшеуге қабілетті әмбебап құрылғыны құру. Өлшеудің негізгі әдістері талданды, оңтайлы схемалық шешімдер мен компоненттер таңдалды. Құрылғы пайдаланушының ыңғайлы интерфейсін және өлшеу процесін автоматтандыру мүмкіндігін ұсынады. Әзірленген аспапты электрондық компоненттерді тестілеу және талдау үшін білім беру, ғылыми және өнеркәсіптік мақсаттарда қолдануға болады.

## **АННОТАЦИЯ**

В данной работе рассматривается разработка прибора для измерения характеристик электронных компонентов. Основная цель проекта заключается в создании универсального устройства, способного измерять основные электрические параметры, такие как сопротивление, емкость, индуктивность, ток и напряжение, для различных типов электронных компонентов. Проанализированы основные методы измерения, выбраны оптимальные схемотехнические решения и компоненты. Прибор предусматривает удобный интерфейс пользователя и возможность автоматизации процесса измерения. Разработанный прибор может быть применен в образовательных, научных и промышленных целях для тестирования и анализа электронных компонентов.

## **ANNOTATION**

In this paper, the development of a device for measuring the characteristics of electronic components is considered. The main goal of the project is to create a universal device capable of measuring basic electrical parameters such as resistance, capacitance, inductance, current and voltage for various types of electronic components. The main measurement methods are analyzed, optimal circuit solutions and components are selected. The device provides a user-friendly user interface and the ability to automate the measurement process. The developed device can be used for educational, scientific and industrial purposes for testing and analysis of electronic components.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе		7
1	Теориялық негіздері	8
1.1	Нарықтағы электр компоненттерді өлшеу құрылғыларға шолу	8
1.2	Fluke 117 Digital Multimeter	8
1.3	Agilent E4980A	9
1.4	Электрондық компоненттердің сипаттамаларын өлшеуге арналған құралды құру тарихы	11
1.5	Электрондық компоненттерді тестілеу стандарттары	12
2	Зерттеу бөлімі	14
2.1	Электр тізбектеріндегі кернеуді, токты, кедергіні, сыйымдылықты, индуктивтілікті, қуатты өлшеу принциптерін зерттеу	15
3	Практикалық бөлім	28
3.1	Макет құрастыру және жобалау	28
3.2	Ардуино Нано микроконтроллер	28
3.3	Электрлік схема	31
3.4	Бағдарламалық код жасау	32
Қорытынды		37
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі		38
Қосымша А		

## Кіріспе

Қазіргі электроникада электронды компоненттердің өнімділігін тиімді өлшеу зерттеушілердің, инженерлердің және энтузиастардың назарында. Электрондық компоненттер тұрмыстық техникадан бастап өнеркәсіптік жабдыққа дейінгі көптеген құрылғыларда қолданылады. Дәл және сенімді өлшеу электрондық жүйелердің сапасы мен сенімділігін қамтамасыз етудің негізгі факторы болып табылады.

Бұл тұрғыда электронды компоненттердің сипаттамаларын өлшеуге арналған әмбебап құралды жасау әсіресе өзекті болып отыр. Мұндай құрылғы қарсылық, сыйымдылық, индуктивтілік, ток және кернеу сияқты әртүрлі параметрлерді өлшей алуы керек. Сонымен қатар, мұндай құрылғыны тарату және сәтті пайдалану үшін оны пайдалану оңай және пайдаланушыға ыңғайлы интерфейске ие болу маңызды.

Бұл жұмыс Arduino платформасында электрондық компоненттердің сипаттамаларын өлшеуге арналған құралды әзірлеуді ұсынады. Arduino-ны пайдалану әртүрлі модульдер мен сенсорлардың көмегімен функционалдылықты кеңейту үшін қол жетімділік, төмен шығындар және кең мүмкіндіктер сияқты бірқатар артықшылықтарды ұсынады. Осының арқасында әзірленген құрылғы функционалды ғана емес, сонымен қатар Әмбебап болады, сонымен қатар білім беру, ғылыми және өнеркәсіптік мақсаттарда көптеген пайдаланушылар үшін қол жетімді болады.

Жұмыс аясында өлшеудің негізгі әдістері қарастырылады, оңтайлы компоненттер мен схемалық шешімдер таңдалады, сонымен қатар пайдаланушының ыңғайлы интерфейсі және Arduino платформасында өлшеу процесін автоматтандыру мүмкіндігі жасалады.

## **1 Теориялық негіздер**

### **1.1 Нарықтағы электр компоненттерді өлшеу құрылғыларға шолу**

Нарықта әртүрлі өндірушілердің электронды компоненттерінің параметрлерін өлшеуге арналған көптеген құрылғылар бар. Танымалдардың бірнешеуін қарастырайық және оларды Arduino негізіндегі құрылғының мүмкіндіктерімен салыстырайық.

Мультиметрлер-кернеуді, токты және кедергіні өлшеуге арналған ең көп таралған құрылғылар. Олар әртүрлі баға нүктелерінде келеді және бастаушы энтузиастардан кәсіпқойларға дейін пайдаланушылардың кең ауқымына сәйкес келеді. Дегенмен, олар көбінесе сыйымдылық пен индуктивтілікті өлшейтін функционалдылыққа ие емес.

LCR-метр - бұл құрылғылар қарсылық, сыйымдылық және индуктивтілік параметрлерін дәл өлшеуге арналған. Олардың дәлдігі мультиметрлерден асып түседі және олар электронды өнеркәсіпте және ғылыми зерттеулерде белсенді қолданылады.

Спектр анализаторлары радиожиіліктермен жұмыс істеу үшін жиі қолданылатын сигналдар спектрін зерттеуге мүмкіндік береді. Олар жоғары дәлдікті ұсынады, бірақ қымбат және пайдалану қиын болуы мүмкін.

Arduino платформасындағы құрылғы қол жетімділікті, икемділікті және функционалдылықты біріктіреді. Arduino көмегімен әртүрлі параметрлерді өлшеу үшін әртүрлі модульдер мен сенсорларды біріктіру оңай. Ашық код пен белсенді әзірлеушілер қауымдастығының арқасында Arduino құрылғысының функционалдығын кеңейту қарапайым және үнемді болады.

Осылайша, Arduino құрылғысы баға мен функционалдылықтың оңтайлы арақатынасын ұсынады, бұл оны білім беру мекемелерінен бастап ғылыми зертханалар мен электроника әуесқойларына дейін көптеген пайдаланушылар үшін тамаша таңдау жасайды.

### **1.2 Fluke 117 Digital Multimeter**

Fluke 117 Digital Multimeter-бұл әртүрлі электрлік параметрлерді дәл және сенімді өлшеуге арналған кәсіби құрал. Бұл мультиметр жоғары дәлдік пен ыңғайлылықты біріктіреді, бұл оны инженерлер, электротехниктер және электроника мамандары үшін тамаша құрал етеді.

Сипаттамалары:

Кернеуді өлшеу  $0,5\% + 2$  цифр дәлдігімен 0-ден 600 В-қа дейінгі диапазонда жүзеге асырылады. Мультиметр айнымалы және тұрақты кернеуді өлшеуге, сондай-ақ кернеудің минималды және максималды мәндерін анықтауға мүмкіндік береді.

Токты өлшеу үшін 10 А дейінгі диапазон бар, мультиметр тұрақты және айнымалы токты қолдайды. Бұл өлшеудің дәлдігі  $1,5\% + 3$  цифрды құрайды.



Қарсылықты  $0,9\% + 1$  дәлдікпен 40 МОм дейінгі диапазонда өлшеуге болады. Осы мүмкіндіктерден басқа, мультиметр қоңырау шалуды, диодты өлшеуді, континуит пен сыйымдылықты ұсынады.

Электротехника, электр жабдықтарына техникалық қызмет көрсету және жөндеу, инженерлік зерттеулер мен оқытуды қоса алғанда, әртүрлі салаларда кәсіби пайдалану үшін оңтайландырылған. Оның Автоматты диапазонды таңдау мүмкіндігі және кірістірілген дисплей жарығы оны әртүрлі жағдайларда қолдануға ыңғайлы етеді. Мультиметр және берік мультиметр корпусы құралдың ұзақ қызмет ету мерзімін қамтамасыз ететін өнеркәсіптік сапа стандарттарына сәйкес келеді.

Fluke 117 Digital Multimeter-кәсіби тапсырмалар үшін тамаша сенімді және дәл құрылғы. Оның көмегімен нақты жұмыс жағдайында күрделі және дәл өлшеулер жүргізуге болады, бұл мультиметрді кәсіби құралдар арасындағы ең жақсы таңдаулардың біріне айналдырады.



Сурет 1.1 - Fluke 117 Digital Multimeter

### 1.3 Agilent E4980A

Agilent E4980A - қазіргі уақытта Keysight Technologies деп аталатын Agilent Technologies компаниясының жоғары дәлдіктегі LCR метрі. Бұл құрылғы Электронды компоненттердің кедергісі (R), сыйымдылығы (C) және индуктивтілігі (L) параметрлерін дәл және сенімді өлшеуге арналған. Оның жоғары технологиялық функциялары мен мүмкіндіктері жиіліктер мен параметр мәндерінің кең ауқымында дәл өлшеуді қамтамасыз етеді.

Метрдің жиілік диапазоны 20 Гц-тен 2 МГц-ке дейін созылады, бұл оны төмен жиілікті және жоғары жиілікті аудандарда өлшеу үшін әмбебап етеді.

Қарсылықты өлшеуге қатысты құрылғы жоғары дәлдікпен 1 Гомға дейін өлшеуді қамтамасыз ете алады. Сыйымдылық 2 F дейін, ал индуктивтілік 2 Н дейін өлшенеді, бұл мәндердің кең ауқымында дәл нәтиже береді.

Agilent e4980a мамандығы оны ғылыми және инженерлік зерттеулерге қолдану болып табылады. Бұл зертханаларда, ғылыми-зерттеу орталықтарында, оқу орындарында және өнеркәсіптік қосымшаларда қолдануға өте ыңғайлы, мұнда Электронды компоненттердің кедергісі, сыйымдылығы және индуктивтілігі параметрлерін өлшеудің жоғары дәлдігі мен сенімділігі қажет. Сонымен қатар, оның кең мүмкіндіктері оны жаңа электронды құрылғыларды әзірлеу, өндіріс сапасын тексеру және электроника бойынша ғылыми зерттеулер жүргізу үшін таңдау құралына айналдырады.

Кіріктірілген пайдаланушы интерфейсі мен функционалдық түймелер басқарудың қарапайымдылығын және негізгі мүмкіндіктерге жылдам қол жеткізуді қамтамасыз етеді. Сондай-ақ, оның портам дизайнын атап өткен жөн, бұл оны портативті және жұмыс станциялары арасында қозғалуға немесе далада пайдалануға ыңғайлы етеді. Барлық осы сипаттамалар жоғары сапалы өлшемдермен бірге Agilent E4980A Precision LCR Meter-ді электроника және Радиотехника мамандары үшін таптырмас құралға айналдырады.



Сурет 1.2 - Agilent E4980A

Дегенмен, Agilent E4980A-ның кейбір кемшіліктері бар. Біріншіден, жоғары шығындар оны көптеген шағын және орта бизнес немесе жеке әзірлеушілер үшін қол жетімді етпейді. Сондай-ақ, көптеген мүмкіндіктер мен параметрлерге байланысты құрылғы жаңадан бастаушылар үшін қиын болып көрінуі мүмкін, бұл қосымша оқу уақытын қажет етеді. Компам дизайнына қарамастан, құрылғы әлі де салыстырмалы түрде үлкен және ауыр, бұл тасымалдану мәселелерін тудыруы мүмкін. Сонымен қатар, проблемалар

туындаған жағдайда, қызмет көрсету орталықтарының шектеулі қолдауы мен географиялық қол жетімділігіне байланысты техникалық қызмет көрсету немесе жөндеу қиынға соғуы мүмкін. Ақырында, уақыт өте келе құрылғы ескіруі мүмкін, оны ауыстыру немесе жаңарту қажет, бұл қосымша шығындарды қажет етуі мүмкін. Дегенмен, осы кемшіліктерге қарамастан, Agilent E4980A электроника мен радиотехникада кәсіби пайдалану үшін сенімді және жоғары сапалы құрал болып қала береді.

### **1.3 Rigol DSA815-TG Spectrum Analyzer**

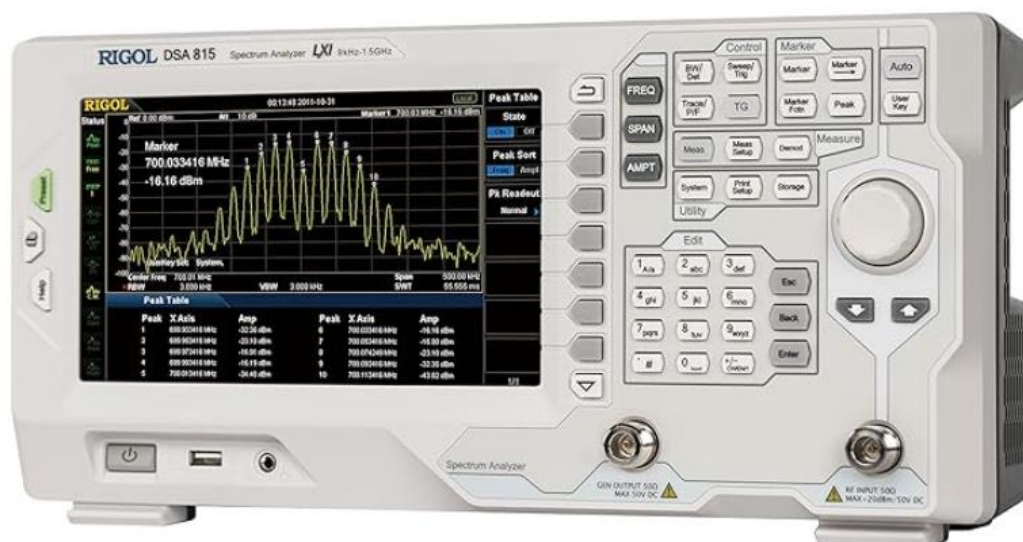
Rigol dsa815-TG Spectrum Analyzer-RIGOL Technologies әзірлеген жоғары сапалы құрылғы, ол спектр анализаторы мен кірістірілген сигнал генераторының функцияларын біріктіреді. Бұл оны радиожилік пен телекоммуникация саласында жұмыс істейтін инженерлер мен зерттеушілер үшін тамаша құрал етеді.

Сипаттамалары:

Анализатордың жиілік диапазоны 9 кГц-тен 1,5 ГГц-ке дейін созылады, бұл радиожиліктердің кең ауқымында өлшеуге мүмкіндік береді. Амплитудалық бит 1 МДБ құрайды, бұл жоғары сезімталдық сигналдарының амплитудасын дәл өлшеуге мүмкіндік береді. Құрылғының уақытша ажыратымдылығы 10 мкс құрайды, бұл жылдам өзгеретін сигналдар мен импульстік оқиғаларды жоғары бөлшектермен талдауға мүмкіндік береді.

RIGOL dsa 815-TG мамандануы оның әмбебаптығы және радиожиліктермен жұмыс істеу мүмкіндігі болып табылады. Кірістірілген сигнал генераторы радиожилік жабдықтарын сынау және калибрлеу үшін әртүрлі сигнал түрлерін жасауға мүмкіндік береді. Бұл әсіресе радиожилік жүйелерін жобалау, жөндеу және сапаны бақылау үшін, сондай-ақ радиотехника саласындағы ғылыми-зерттеу жұмыстары үшін пайдалы.

Rigol DSA815-TG Spectrum Analyzer-радиожилік сигналдарын өлшеу және талдау үшін тамаша қуатты және икемді құрал. Оның жоғары сезімталдығы, кең жиілік диапазоны және сигнал генераторының кіріктірілген функциялары оны радиожилік, телекоммуникация және зерттеу саласында кәсіби пайдалану үшін қажет етеді.



Сурет 3 - Rigol dsa815-TG Spectrum Analyzer

Біріншіден, RIGOL dsa815-TG құны оны шағын және орта бизнес немесе жеке әзірлеушілер үшін қол жетімді етпейтін маңызды фактор болып табылады. Оның бай функционалдылығымен бірге пайдаланудың күрделілігі де пайда болады: жаңадан бастағандар немесе спектр анализаторларымен үнемі жұмыс істемейтіндер құрылғыны зерттеуге және түсінуге уақыт алады. Сонымен қатар, құрылғы салыстырмалы түрде үлкен және ауыр, бұл оны портативті пайдалануды қиындатады.

Кірістірілген сигнал генераторы анализатордың функционалдығын кеңейтсе де, жеке сигнал генераторларымен салыстырғанда шектеулі мүмкіндіктерге ие болуы мүмкін, бұл кейбір нақты талаптарды қанағаттандырмауы мүмкін. Сонымен қатар, техникалық қызмет көрсету мен жөндеуге қол жетімділік шектеулі болуы мүмкін, бұл құрылғыда ақаулар туындаған жағдайда қиындықтар тудыруы мүмкін. Ақырында, кейбір тапсырмаларды орындау үшін қосымша жабдықтар немесе керек-жарақтар қажет болуы мүмкін, бұл жалпы құнын арттырады және жұмыс процесін қиындатады.

#### 1.4 Электрондық компоненттердің сипаттамаларын өлшеуге арналған құралды құру тарихы

Электрондық компоненттердің өнімділігін өлшейтін құралдың құрылу тарихы электронды құрылғылар күнделікті өмірге және өнеркәсіпке енді ғана ене бастаған дәуірден басталады. Радио және телекоммуникацияның дамуымен резисторлар, конденсаторлар және индуктивтілік сияқты Электронды компоненттердің параметрлерін өлшеу үшін дәл және сенімді құралдар қажет болды.

Электрондық компоненттерді өлшеуге арналған алғашқы құрылғылар қарапайым және функционалды емес болды. Олар көбінесе оларды пайдалану

үшін арнайы дағдыларды қажет етті және тек қарсылық пен кернеу сияқты негізгі параметрлерді өлшей алды. Уақыт өте келе, технологияның дамуымен және Интегралды микросхемалар мен микроконтроллерлер сияқты жаңа Электронды компоненттердің пайда болуымен кеңейтілген мүмкіндіктері мен жоғары өлшеу дәлдігі бар аспаптардың жаңа класы қажет болды.

20 ғасырда жартылай өткізгіш технология мен Микроэлектрониканың дамуымен алғашқы заманауи мультиметрлер мен LCR-метрлер пайда болды. Бұл құрылғылар электронды өнеркәсіпте, ғылыми зертханаларда және білім беру мекемелерінде кеңінен қолданыла бастады. Олар тек қарсылықты ғана емес, сонымен қатар жоғары дәлдік пен сенімділікпен Электронды компоненттердің сыйымдылығын, индуктивтілігін және басқа параметрлерін өлшеуге мүмкіндік берді.

Технология мен миниатюризацияның дамуымен Электронды компоненттердің өнімділігін өлшеуге арналған құралдар барған сайынақтам, дәл және қолдануға ыңғайлы болды. RIGOL DSA815-TG Spectrum Analyzer және Agilent E4980A Precision LCR Meter сияқты заманауи құрылғылар заманауи электрондық өнеркәсіп пен зерттеу қызметінің қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін әзірленген кең мүмкіндіктері мен көптеген мүмкіндіктері бар жоғары технологиялық құрылғылар болып табылады.

Осылайша, Электронды компоненттердің сипаттамаларын өлшеуге арналған құралдарды құру тарихы электронды технологияның эволюциясының тарихы болып табылады, мұнда дәл және сенімді өлшеу қажеттілігі өлшеу техникасы саласындағы жаңа технологиялар мен инновациялардың дамуына түрткі болды.

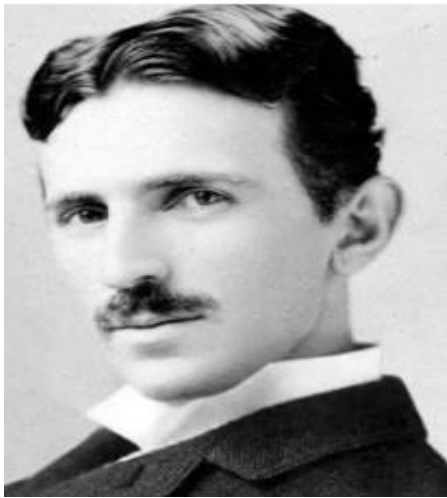
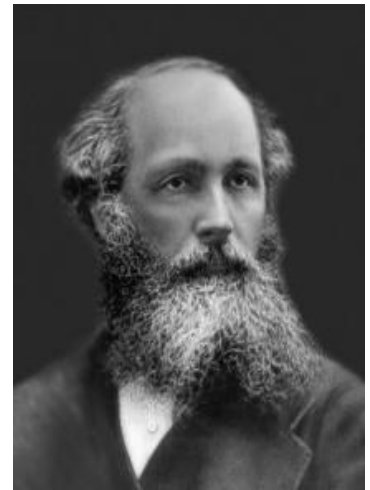
Зерттеулер мен әзірлемелер Электронды компоненттердің сипаттамаларын өлшеуге арналған құралдарды жасауға әсер еткен ең танымал ғалымдар мен инженерлерді Андре Мари Ампер, Джеймс Клерк Максвелл және Никола Тесла деп атауға болады.

Андре Мари Ампер көптеген өлшеу құрылғыларын құруға негіз болған электромагнетизм заңдарын әзірлеу арқылы электрлік құбылыстарды түсінуге үлес қосты.

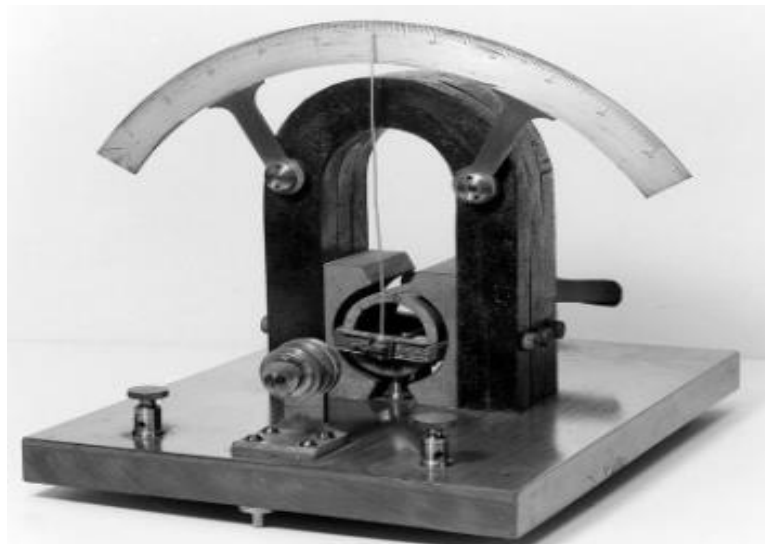
Джеймс Клерк Максвелл электромагниттік толқындар мен процестерді сипаттайтын математикалық теңдеулерді тұжырымдады, бұл радиожиилік сигналдары мен спектрін өлшеу технологиясының дамуына ықпал етті.

Радиотехника және сымсыз энергия беру саласындағы зерттеулерімен танымал Никола Тесла сонымен қатар электромагниттік құбылыстарды өлшеу және талдау технологиясының дамуына айтарлықтай үлес қосты.

20-шы ғасырда электронды техниканың дамуымен Hewlett-Packard (Қазіргі Keysight), Fluke, Rigol және Agilent сияқты компаниялар соңғы технологиялық жетістіктер мен инновацияларды Өз өнімдеріне біріктіре отырып, Электронды компоненттердің өнімділігін өлшеуге арналған заманауи құралдарды жасауда көшбасшы болды.



Сурет 4 – Андре Ампер, Джеймс Клерк Максвелл, Никола Тесла



Сурет 5 – алғашқы мультиметр

Алғашқы мультиметрлер 20 ғасырдың ортасында пайда болды. Мультиметрдің алғашқы мысалдарының бірі-1920 жылдары енгізілген "Triplett Model 310" моделі. Алайда, мультиметрлер 1950-1960 жылдары электронды технологияның дамуымен кең таралды және танымал болды.

Осылайша, мультиметр ойлап табылды және 20 ғасырдың ортасында, шамамен 1920 жылдардан бастап кеңінен қолданыла бастады және бүгінгі күнге дейін дамып, жетілдірілуде деп айтуға болады.

## **1.5 Электрондық компоненттерді тестілеу стандарттары**

Электрондық компоненттерді тестілеу стандарттары Электрондық жабдықты әзірлеу, өндіру, жөндеу және сапаны қамтамасыз ету процестерін біріктіруде шешуші рөл атқарады. Олар сондай-ақ тұтынушылық сипаттамаларды белгілеуге және олардың аймақтық және халықаралық стандарттарға сәйкестігін қамтамасыз етуге негіз болады.

ISO/IEC 17025-электронды өнімді әзірлеушілер кеңінен қолданатын халықаралық стандарттардың бірі. Бұл стандарт компоненттерді тексеретін зертханалар үшін критерийлерді белгілейді және құзыреттілік пен сапаны бақылау саласындағы нұсқауларды анықтайды.

ANSI/ESD S20.20-бұл электронды өнімдерді өңдеу, сақтау және тасымалдау процестерінде электростатикалық разрядты бақылауға арналған әкімшілік және техникалық талаптарды қамтитын американдық стандарт. Бұл стандарт сонымен қатар ПХД құрамдас бөліктері мен электр тізбектерін калибрлеуді және жерге қосуды қарастырады.

IEC 60068-температураның өзгеруі, ылғалдылық, механикалық әсер, қысым және химиялық заттардың әсерін қоса алғанда, қоршаған ортаның әртүрлі жағдайларына төзімділікті тексеру процедуралары мен критерийлерін анықтайтын халықаралық стандарт. Бұл стандарт компоненттердің қолайсыз сыртқы факторларға төтеп беру қабілетін бағалау үшін экстремалды сынақтарды ұсынады.

## **2 Зерттеу бөлімі**

### **2.1 Электр тізбектеріндегі кернеуді, токты, кедергіні, сыйымдылықты, индуктивтілікті, қуатты өлшеу принциптерін зерттеу**

Тұрақты және айнымалы кернеуді өлшеу. Тұрақты және айнымалы кернеуді өлшеу кернеудің тиісті түрімен жұмыс істеуге арналған вольтметрлердің көмегімен тікелей жүзеге асырылуы мүмкін. Егер берілген вольтметрге қарағанда кернеуді өлшеу қажет болса, оған сыртқы резисторды дәйекті түрде қосу керек. Бұл жағдайда өлшенген кернеудің бір бөлігі сыртқы резисторда жоғалады, ал қалған бөлігі құрылғыға түседі. Сыртқы резистордың кедергісінің дұрыс мәнін таңдай отырып, үлкен кернеулерді өлшеу ауқымын

едәуір кеңейтуге болады. Вольтметрдің ішкі кедергісі туралы ақпаратпен  $R_{вм}$  және өлшеу диапазонының кеңею коэффициентін таңдау арқылы

$$n = U_x / U_{пр} \quad (1.1)$$

мұндағы,  $U_x$  - өлшенетін максималды кернеу;  
 $U_{пр}$  - вольтметрмен өлшеудің максималды шектері, өлшеу процесін тиімді басқаруға болады.

Сыртқы резистордың кедергі мәнін келесі формула бойынша есептеуге болады:

$$R_c = R_{пр}(n-1) \quad (1.2)$$

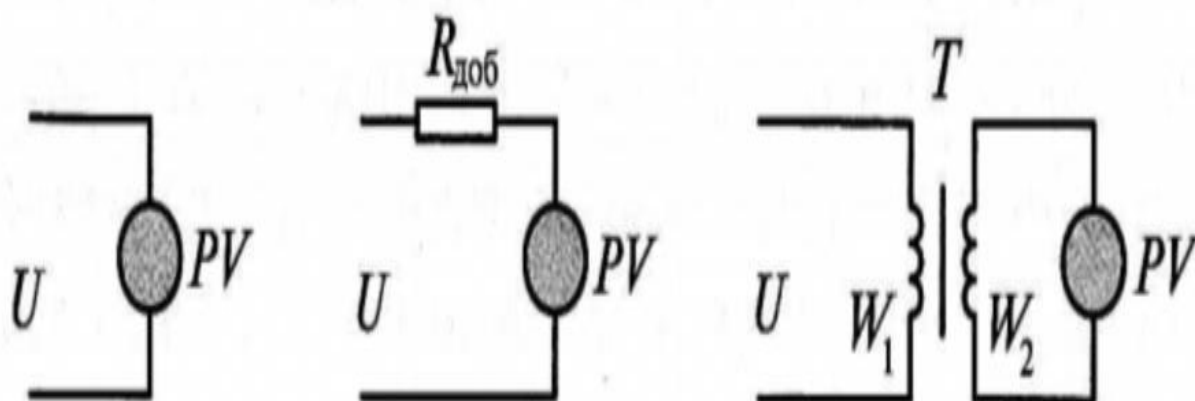


Деректерді өндіру және өңдеу процесін жеңілдету үшін әдетте коэффициент таңдалады -  $n$ , 2, 5 немесе 10 еселігі.

Айнымалы кернеудің жоғары мәндерін өлшеу үшін кернеуді өлшеу трансформаторлары жиі қолданылады. Бұл трансформаторлар  $W_1$  бастапқы орамасына қарағанда вольтметр қосылатын  $W_2$  қайталама орамасында аз бұрылыстармен төмендеткіш ретінде жұмыс істейді. Өлшеу диапазонының кеңею коэффициенті.

$$n = W_1 / W_2, \quad (1.3)$$

Кернеуді өлшеуге арналған вольтметрлерді қосу схемалары 1.2 -суретте көрсетілген.

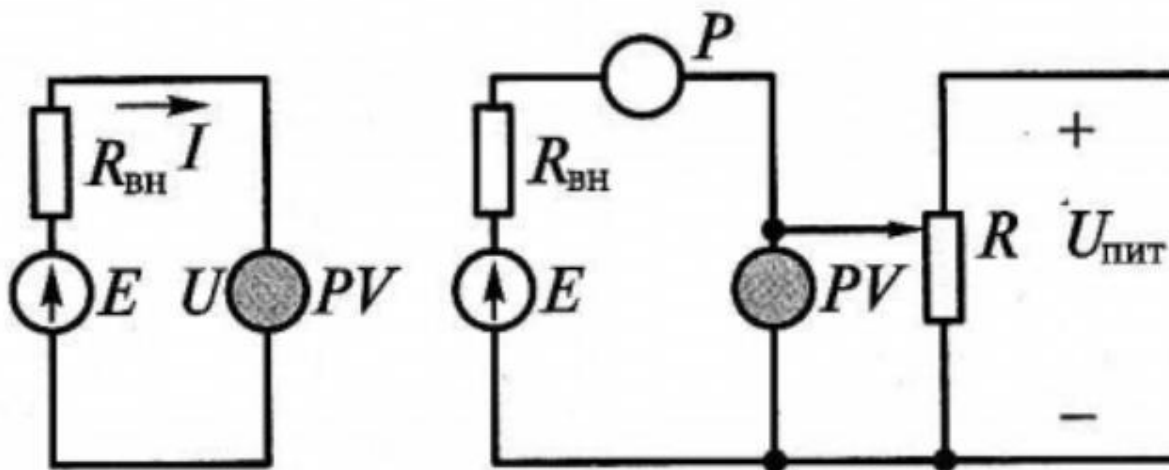


Сурет 1.2 - вольтметрлерді қосу схемалары

Электр қозғаушы күшін өлшеу. Е өлшемінің өзіндік ерекшеліктері бар. Вольтметрді ЭҚК көзіне қосқан кезде оны өлшеу үшін ток әрқашан өтеді, ал кез-келген ЭҚК көзі  $R_{iшкі}$  ішкі кедергісіне ие болғандықтан, мұндай көздегі кернеу мен вольтметр ЭҚК-ден аз шаманы өлшейді.

$$U = E - IR_{iшкі} \quad (1.4)$$

Егер ЭҚК Күшін өлшеудің жоғары дәлдігі қажет болмаса, онда ток ағынын азайту үшін электронды вольтметр сияқты ішкі кедергісі жоғары вольтметрді қолдануға болады. Бұл жағдайда өлшенген кернеуді шамамен  $U$  ЭМӨ күшіне сәйкес келеді  $E$ . ЭМӨ Күшін дәлірек өлшеу үшін мамандандырылған компенсациялық схемалар қолданылады (1.3-суретті қараңыз).

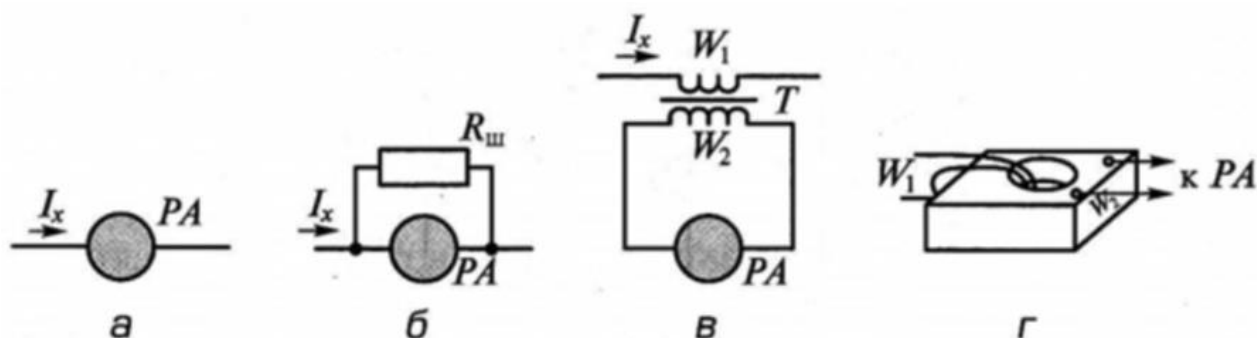


Сурет 1.3 - электр қозғаушы күшін өлшеу схемасы

Бұл тізбектерде PV вольтметрімен өлшенетін және R айнымалы резисторынан алынған кернеу ЭҚК көзіндегі кернеумен салыстырылады.

Потенциометр деп те аталатын айнымалы резистордың шығысындағы кернеуді өзгерту арқылы өлшеу құралы P ЭҚК көзі арқылы токтың жоқтығын көрсететін жағдайға қол жеткізуге болады. Бұл жағдайда вольтметрдің көрсеткіштері көздің ЭҚК күшінің шамасына дәл сәйкес келеді, яғни  $U=E$ .

Токты өлшеу. Токты өлшенетін тізбектің үзілуіне қосылған амперметрмен тікелей өлшеуге болады (сурет 1.4, а).



Сурет 1.4 - Ток күшін өлшеу схемалары

Егер амперметрдің өлшеу диапазонын кеңейту қажет болса, оған параллель резисторды қосу керек, оны көбінесе шунт деп атайды (1.4-суретті қараңыз, б). Содан кейін амперметр арқылы токтың бір бөлігі ғана өтеді, ал қалдық шунт арқылы өтеді. Амперметрлердің кедергісі әдетте аз болғандықтан, өлшеу диапазонын едәуір кеңейту үшін шунттың кедергісі өте аз болуы керек. Шунттың кедергісін есептеуге арналған формулалар бар, бірақ

іс жүзінде амперметрдің көмегімен токты басқара отырып, оның параметрлерін қолмен реттеу қажет.

Жоғары айнымалы токтарды өлшеу үшін токтың өлшеу трансформаторлары жиі қолданылады (1.4, в суретін қараңыз). Оларда өлшенетін тізбектің үзілуіне қосылатын бастапқы ораманың бұрылыстары аз болады  $W_1$  бұрылыстар санымен салыстырғанда  $W_2$  екінші орамада. Демек, трансформатор кернеудің жоғарылауын қамтамасыз етеді, бірақ токтың төмендеуі. Амперметр ток трансформаторының екінші орамасының шығысына қосылады. Кейбір жағдайларда токтың зертханалық трансформаторларында алдын-ала дайындалған бастапқы орам мүлдем болмайды; олардың корпусында кең саңылау бар, ол арқылы экспериментатордың өзі қажетті бұрылыстарды орайды (1.4-суретті қараңыз, г). Екінші орамның бұрылыстарының санын біле отырып (бұл әдетте ток трансформаторының корпусында көрсетілген), трансформация коэффициентін таңдауға болады  $n = W_1/W_2$ , және өлшенетін токты анықтаңыз  $I_x$  амперметр көрсеткіштері бойынша  $I_{пр}$  келесі формула бойынша:

$$I_x = I_{пр}/n \quad (1.5)$$

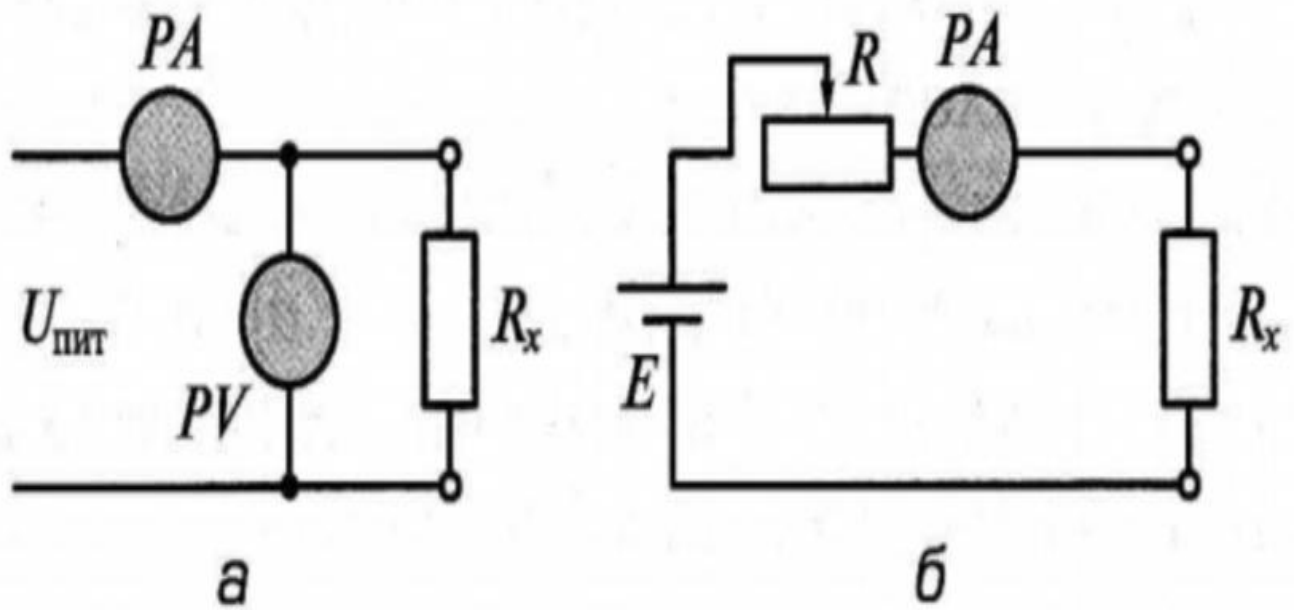
Әдетте электронды тақтада орындалатын және кез-келген өзгеріске ұшырау қиын болатын электрондық тізбектерде токтарды өлшеу басқаша жүреді. Олардағы олқылықтарды жасау іс жүзінде мүмкін емес. Мұндай тізбектердегі токтарды өлшеу үшін вольтметрлер жиі қолданылады (әдетте электронды тізбектің жұмысына аспаптың әсерін азайту үшін ішкі кедергісі жоғары электронды), олар шамалары белгілі немесе алдын-ала өлшенуі мүмкін тізбектердің резисторларына қосылады. Ом заңын қолдана отырып, ток күшін анықтауға болады.

$$I = U/R \quad (1.6)$$

Кедергіні өлшеу. Көбінесе электр қондырғыларымен жұмыс істегенде немесе электронды тізбектерді жөндегенде әртүрлі кедергілерді өлшеу қажет. Кедергіні өлшеудің қарапайым әдістерінің бірі екі өлшеу құралын қолдануды қамтиды: амперметр және вольтметр. Кедергідегі кернеу мен токты өлшеу арқылы Қуат көзіне қосылған  $R$  және Ом заңын қолдану қажетті қарсылықтың мәнін анықтай алады.

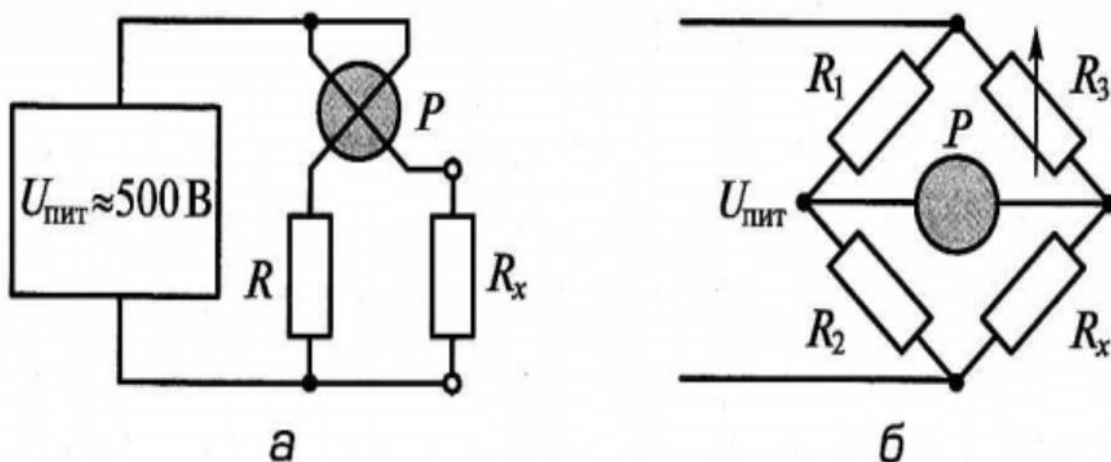
$$R = U/I \quad (1.7)$$

Алайда, кедергіні өлшеудің бұл әдісі амперметр мен вольтметрдің ішкі кедергілерінің нәтижелерге әсеріне байланысты дәлдікпен шектелген. Мысалы, 4-суретте амперметр кедергі арқылы токты ғана емес, сонымен қатар вольтметр арқылы токты да өлшейді, бұл өлшеудің әдістемелік қателігіне әкеледі.



Сурет 1.5 - Амперметр және вольтметр (а) әдісімен кедергілерді өлшеуге арналған және омметр (б) схемасы

Бұл өлшеу әдісі әдетте омметрлер сияқты арнайы құрылғылар болмаған жағдайда қолданылады. Омметрдің мүмкін схемаларының бірі (4 - суретті қараңыз, б) - сериялық. Ол дербес қуат көзін пайдаланады  $E$ , айнымалы резистор  $R$  және магнитоэлектрлік типтегі миллиамперметр  $PA$ . Әдетте кернеуі 1,4-тен 4,5 в-қа дейінгі құрғақ ұяшықтар немесе батареялар қуат көзі ретінде пайдаланылады.  $R_x$ , өлшеу қажет, осы кедергінің шамасына байланысты ток тізбек арқылы өтеді. Миллиамперметр бұл токты өлшейді, сондықтан оның шкаласы оммен калибрленуі мүмкін. Мұндай омметрдің шкаласы кері: нөл оң жақта, өйткені кірісте нөлдік кедергі болған кезде (қысқа тұйықталу режимінде) амперметр арқылы максималды ток өтеді. Егер сыртқы тізбек үзіліп, кірістегі шексіз үлкен кедергіге сәйкес келсе, миллиамперметр көрсеткісі шкаланың басында "х" белгісі көрсетілген жерде орналасады. Омметр шкаласы күрт сызықты емес, бұл нәтижелерді оқуды қиындатады. Айнымалы омметр резисторы құрылғыны онымен жұмыс жасамас бұрын нөлге орнату үшін қолданылады. Ол үшін омметрдің сымдары қысқарады және айнымалы резистордың тұтқасын айналдыру арқылы құрылғының нөлдік көрсеткіштеріне қол жеткізіледі. Қуат көзінің кернеуі уақыт өте келе разрядқа байланысты төмендейтінін ескере отырып, мұндай нөлдік қондырғыны мезгіл-мезгіл тексеріп отыру керек. Мұндай омметрлер бірнеше омнан бірнеше жүз киломға дейінгі қарсылықты өлшеуге мүмкіндік береді.



Сурет 1.6 - мегаомметр (а) және электр көпірі (б) схемалары

100 МОм-ға дейінгі үлкен кедергілерді өлшеу әдетте мегометрлерді қолдану арқылы жүзеге асырылады (5, А-суретті қараңыз). Классикалық нұсқада мегометр - бұл дербес қуат көзі мен өлшеу құралының-логометрдің тіркесімі. Логометр-бұл магнитоэлектрлік құрылғының бір түрі, онда бір-біріне белгілі бір бұрышпен жалғанған екі жақтау бар. Кәдімгі магнитоэлектрлік құрылғы сияқты, олар тұрақты магниттің магнит өрісінде, ал аспаптың инесі осы жақтаулармен байланысты. Рамалық орамалар арқылы ток өткізу арқылы олар қарама-қарсы белгілердің айналу моменттерін жасайды және көрсеткі позициясы шеңбердегі токтардың қатынасына байланысты. Резистор бір жақтау тізбегіне енгізілген  $R$ , ал екіншісінде қарсылық  $R_x$ , оның мәнін анықтау керек. Логометр қолданылады, өйткені оның көрсеткіштері тек шеңбердегі токтардың қатынасымен анықталады және қоректену кернеуінің өзгеруіне тәуелді емес  $U_{пит}$ . Мегометрлер әдетте кернеу көзінен жұмыс істейді, ол оператор басқаратын индуктор немесе электронды кернеу түрлендіргіші бар батарея болуы мүмкін. Бұл қуат жүйесі қажет, өйткені мегометрдің жұмыс істеуі үшін оның орамаларында қалыпты жұмыс істеуі үшін жеткілікті ток беру үшін шамамен 500 В Жоғары кернеу қажет. Автономды қуат көзін пайдалану мегометрлердің кернеуі өшірілген кабельдердің оқшаулауын өлшеу үшін жиі қолданылатындығына байланысты. Сонымен қатар, олардың көмегімен электр желісіне қол жетімділігі жоқ үй-жайлардан тыс жерлерде өлшеу жиі жүргізіледі.

Шағын кедергілерді (1 Ом-нан аз) және басқа да кедергілерді жоғары дәлдікпен өлшеу үшін электр көпірлері кеңінен қолданылады.

Электр көпірі (5-суретті қараңыз, б) - төрт кедергіден тұратын құрылғы (олардың бірі -  $R_x$  - өлшеуге жатады), сақиналық схема бойынша қосылған. Қарсылықтардың әрқайсысы көпірдің иығын құрайды. Тұрақты питания  $U_{пит}$

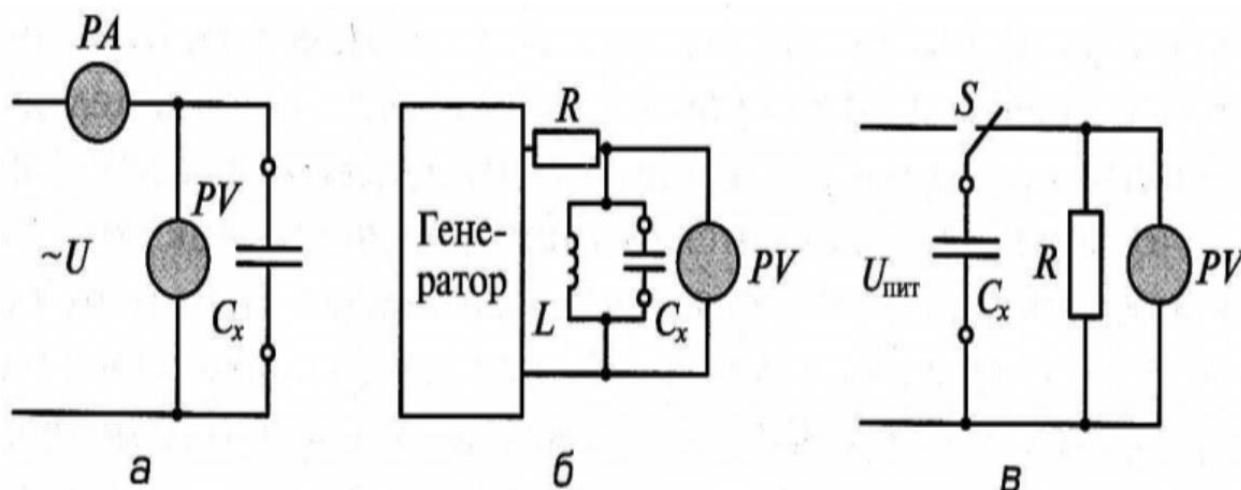
көпірдің бір диагоналіне беріледі, ал өлшеу құралы-гальванометр Р-екіншісіне қосылады. Гальванометр - шкаланың ортасында нөлі бар жоғары сезімтал құрылғы, оның міндеті-ток нөлге тең болатын сәтті анықтау. Мұндай типтегі құрылғылар көбінесе нөлдік индикаторлар деп аталады. Көпірдің иығындағы бір немесе екі қарсылық айнымалы түрде жасалады, олар құрылғының нөлдік көрсеткіштеріне жету үшін реттеледі. Көпір теңдестірілген кезде қарама-қарсы иықтардың қарсыласу өнімі тең болады, яғни  $R_1R_x = R_2R_3$ . Көпірді теңестіргеннен кейін барлық қарсылықтардың мәндерін біле отырып, белгісіздің мәнін анықтауға болады .

$$R_x = \frac{R_2}{R_1} \times R_3 \text{ немесе } R_x = N \times R_3 \quad (1.8)$$

мұндағы,  $N = R_2 / R_1$  — мультипликатор.

Тұрақты ток көпірлерін пайдалану жоғары өлшеу дәлдігіне қол жеткізуге мүмкіндік береді. Алынған нәтижелер бес маңызды саннан көп болуы мүмкін. Алайда, көпірді теңестіру процесі белгілі бір уақыт пен оператордың шеберлігін қажет етеді, бұл өлшеу процесін баяулатады және оны аз жұмыс істейді.

Сыйымдылықты өлшеу. Конденсатордың немесе сыйымдылығы бар басқа құрылғылардың сыйымдылығын анықтау әртүрлі тәсілдермен де жүзеге асырылуы мүмкін. Олардың ең қарапайымы-амперметр-вольтметр әдісі (сурет. 6, а).



Сурет 1.7 - Сыйымдылықты өлшеу схемалары

Қарсылықты өлшеудің бұл әдісі қарсылықты өлшеу әдісіне ұқсас, тек бұл жағдайда тізбек төмен немесе жоғары жиілікті генератордан (немесе желіден) ауыспалы синусоидалы кернеумен қоректенеді. Конденсатордың сыйымдылық кедергісінің мәні келесі формула бойынша анықталады:

$$X_c = \left(\frac{1}{2pfc}\right) \quad (1.9)$$

мұндағы  $f$ -айнымалы кернеу жиілігі.

Сыйымдылық кедергісі аспаптардың көрсеткіштері бойынша Ом заңы бойынша болады.

$$X_c = \frac{U}{I} \quad (1.10)$$

Шағын контейнерлерді өлшеу резонанс әдісін қолдану арқылы ыңғайлы (6, б суретті қараңыз). Өлшенетін конденсатор  $C_x$  белгілі индуктивтілікке қосылады  $L$ , тербелмелі контурды қалыптастыру. Тізбекке генератордан синусоидальды кернеу қолданылады. Электронды вольтметрдің көмегімен резонанс кезінде максимумға жететін тізбектегі кернеу өлшенеді.

Тізбектің резонанстық жиілігін келесі формула арқылы анықтауға болатыны белгілі:

$$F_0 = \frac{1}{(2p\sqrt{LC_x})} \quad (1.11)$$

Демек, контурдағы белгілі индуктивтілік шамасында және вольтметрдің максималды көрсеткіштерімен анықталған резонанстың белгіленген жиілігінде қажетті сыйымдылық мәнін есептеуге болады  $C_x$ .

Электролиттік конденсаторлар сияқты үлкен контейнерлерді өлшеу үшін ең қарапайым әдіс-белгілі кедергі арқылы конденсатордың разряды  $R$ . конденсатордың разряд тізбегінің уақыт тұрақтысына тең уақыт ішінде оның кернеуі төмендейтіні белгілі  $e$  рет, мұндағы  $e=2,71...$  - табиғи Логарифмнің негізі. Резистор арқылы конденсатордың разряд тізбегінің уақыт константасы келесі қатынаспен анықталады:

$$t = RC \quad (1.12)$$

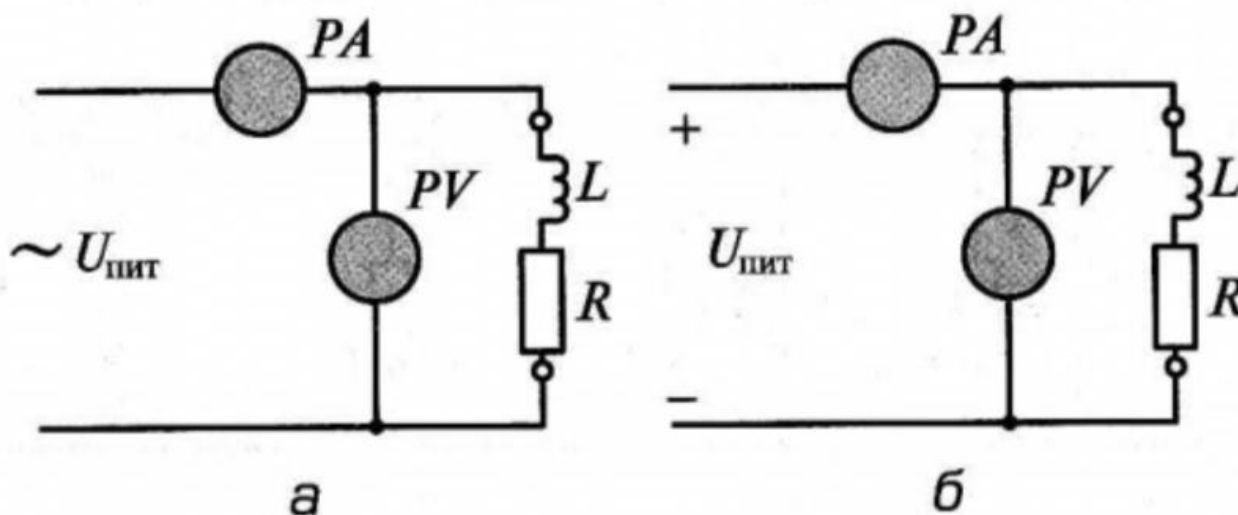
Осы схема бойынша сыйымдылықты өлшеу әдісі (6, в суретін қараңыз) тұрақты кернеу көзін, резистордың белгілі кедергісін қамтиды  $R$ , электронды вольтметр  $PV$ , қосқыш  $S$  және конденсаторды қосуға арналған терминалдар. Коммутаторды пайдалану  $S$  конденсаторы  $C_x$  қуат көзінің кернеуіне дейін зарядталады, содан кейін конденсаторды секундомермен разрядқа ауыстырғаннан кейін уақыт өлшенеді  $t$ , ол үшін конденсатор кернеуге дейін разрядталады  $U_{шт}/e$ . конденсатордың сыйымдылығы тиісті формула бойынша анықталады.

$$C = \frac{R}{T} \quad (1.13)$$

Индуктивтілікті өлшеу. Индуктивтілікті өлшеу сәл қиынырақ. Бұл кез-келген катушканың (мысалы, трансформатордың орамасы және т.б.) индуктивтілікке ғана емес, сонымен қатар резистивті қарсылыққа ие болуына байланысты. Сондықтан көптеген жағдайларда индуктордың жалпы кедергісі алдын ала өлшенеді:

$$z = \sqrt{R^2 + x_L^2} \quad (1.14)$$

Мұны амперметр мен вольтметр әдісі арқылы айнымалы кернеудегі тиісті өлшеу құралдарының көмегімен кернеу мен токты өлшеу арқылы есептеуге болады (1.7, а суретті қараңыз), мұнда  $z=U / I$  тізбектегі тұрақты кернеуді қолданған кезде (1.7-суретті қараңыз, б), бұрын айтылғандай, катушканың резистивті кедергісін анықтауға болады R.



Сурет 1.7 - Индуктивтілікті өлшеу схемалары

Қуатты өлшеу. Электр тізбектерінде тұрақты және айнымалы ток тізбектері үшін қуатты өлшеуді бөлек қарастырған ыңғайлы.

Тұрақты токта қуатты анықтаудың негізгі формулалары келесідей:

$$P = U \times I \quad (1.16)$$

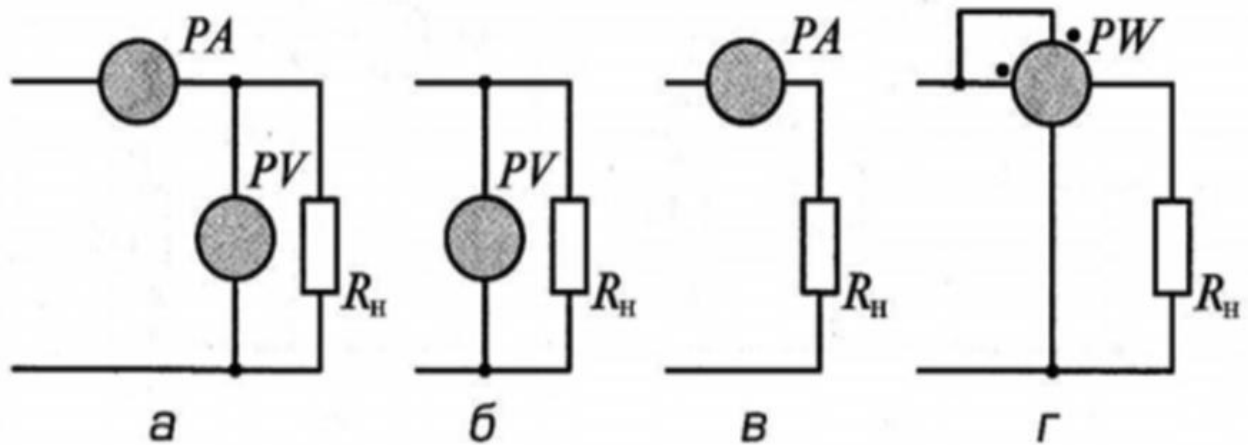
$$P = \frac{U^2}{R} \quad (1.17)$$

$$P = RI^2 \quad (1.18)$$

Көрсетілген формулаларға сәйкес белгілі бір жүктеме кедергісіндегі қуат



R-ді үш жолмен өлшеуге болады: вольтметрді де, амперметрді де (8, А суретті қараңыз), тек вольтметрмен (8, б суретті қараңыз) және тек амперметрмен (8, в суретті қараңыз). Өлшеу құралдарынан көрсеткіштерді алғаннан кейін нақты қуатты анықтау үшін математикалық есептеулер жүргізу қажет.



Сурет 1.8 - Тұрақты ток тізбектеріндегі қуатты өлшеу схемалары

Кернеуді, токтарды және кедергілерді өлшеу қателіктерін есептеу

Жоғарыда айтылғандай, жалпы өлшеу қателігі-бұл барлық мүмкін факторлардың қосындысы аспаптық, әдістемелік және анықтамалық қателіктер [2]. Осылайша, уақыт бойынша тұрақты физикалық шамаларды өлшеу кезінде (динамикалық қатені есепке алмағанда) жалпы қатенің шекті мәндері (бірлік сенімділік ықтималдығына қол жеткізілетін максималды қосынды жағдайында) келесі теңдеулермен анықталады.

$$\left. \begin{aligned} \Delta_{ВП,\Sigma} &= \Delta_{ВП, осн} + \sum_1^k \Delta_{ВП,дп,i} + \Delta_{ВП,отс} + \Delta_{ВП,мет}, \\ \Delta_{НП,\Sigma} &= \Delta_{НП, осн} + \sum_1^k \Delta_{НП,дп,i} + \Delta_{НП,отс} + \Delta_{НП,мет}, \end{aligned} \right\} \quad (1.14)$$

мұндағы,  $\Delta_{ВП,\Sigma}$  және  $\Delta_{НП,\Sigma}$  - жиынтық қатенің жоғарғы және төменгі шектері;

$\Delta_{ВП, осн}$  және  $\Delta_{НП, осн}$  - негізгі қатенің жоғарғы және төменгі шектері;

$\sum \Delta k 1$  івп.дп және  $\sum \Delta k 1$  інп.дп, - әсер ететін шамалар қалыпты жағдайлардан ауытқыған кезде қосымша қателіктердің жоғарғы және төменгі шектерінің қосындысы;

$\Delta_{ВП,отс}$  және  $\Delta_{НП,отс}$  - санау қателігінің жоғарғы және төменгі шектері;

$\Delta_{\text{вп.мет}}$  және  $\Delta_{\text{нп.мет}}$  - әдістемелік қатенің жоғарғы және төменгі шектері.

Негізгі қатенің шекаралары қолданылатын құрылғының дәлдік класына сәйкес анықталады. Қосымша қателік шектері әсер етуші факторлардың мәндерін ескере отырып есептеледі және стандартталады. Анықтамалық қателік шекаралары көрсеткіштің орналасуына сәйкес келетін шкаланың бөліну үлесінің дұрыс бағаланбауынан және бөліну ішіндегі интерполяция кезінде дөңгелектенуден туындайды, мысалы, бөлудің жартысына немесе оннан біріне дейін.

Көп жағдайда аналогтық вольтметрлер үшін бөлудің 0,1-0,2 үлесіне дейін дөңгелектеу арқылы санау жүргізілсе, аспаптық вольтпен салыстырғанда санау қателігін елемеуге болады.

$$\Delta_{\text{п.отс}} = \pm 0,2\text{бөлү. Сбөлү}, \quad (1.15)$$

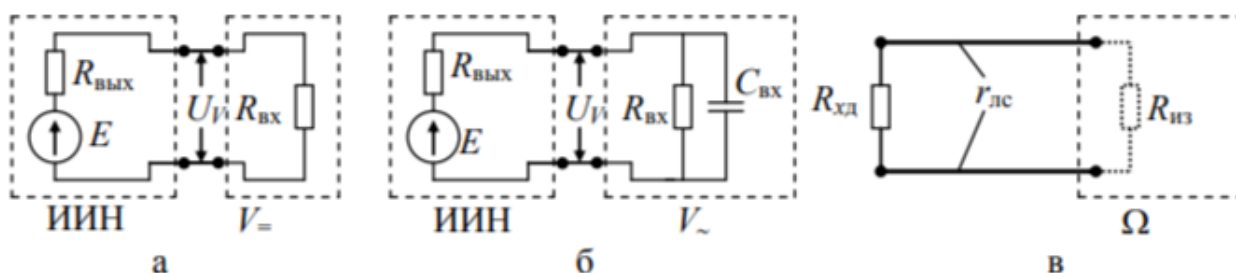
мұндағы, Сбөлү =  $XN / \alpha_{\text{шк}}$  - шкаланы бөлу бағасы;  
 $\alpha_{\text{шк}}$  - ХН нормалау мәніне сәйкес келетін шкаланың бөліну саны;

$$[\text{Сбөлү}] = [X] / \text{бөл} - \text{өлшемдері Сбөлү.}$$

Цифрлық құралдарға -  $\Delta_{\text{отс}} = 0$ .

Кернеулерді өлшеу кезінде өлшенетін кернеу көзінің Шығыс кедергісінің (ЖСН) шектеулі мәндеріне, сондай-ақ кіріс кедергісі мен вольтметрдің кіріс сыйымдылығына байланысты әдістемелік қателік пайда болады. Бұл қателік әдетте өзара әрекеттесу қатесі деп аталады.

Өзара әрекеттесу қателігін анықтау үшін тұрақты кернеу өлшенетін жағдайды қарастырыңыз. Өлшенетін кернеу көзінің (ЖСН) эквивалентті схемасы әрқашан электр қозғаушы күші (ЭҚК)  $E$  және  $R$  Шығыс кедергісі бар электрлі екі полюсті қамтитын қос полюс түрінде ұсынылады (8, а-суретті қараңыз). RVC кіріс кедергісі бар вольтметрді кернеу көзіне қосу көз түйреуіштеріндегі кернеудің төмендеуіне әкеледі ( $U_V < E$ ).



Сурет 1.9 - кернеу көзінің (ЖСН) эквивалентті схемасы

(1-қосымшаны қараңыз) берілген конфигурация үшін (1-Тендеу) және (2-тендеу) келесідей болатынын көрсетуге болады:

$$\Delta_{\text{кк}} = U_v \left( 1 - \sqrt{\left( 1 + \frac{R_{\text{шығыс}}}{R_{\text{кіріс}}} \right)^2 + \omega^2 C_{\text{кіріс}}^2 R_{\text{шығыс}}^2} \right) \quad (1.16)$$

$$\Delta_{\text{КК}} = -U_v \left( \frac{R_{\text{шығыс}}}{R_{\text{кіріс}}} \right) - 0.5 U_v \omega^2 C_{\text{кіріс}}^2 R_{\text{шығыс}}^2 \quad (1.17)$$

(1.16) - (1.17) құрамына кіретін  $R_{\text{шығыс}}$ ,  $R_{\text{кіріс}}$  және  $C_{\text{кіріс}}^2$  нақты мәндерінің көпшілігі әдетте белгісіз. Алайда, өзара әрекеттесу қателігінің жоғарғы және төменгі шектерін бағалау кезінде осы параметрлердің экстремалды мәндерін және есептеулерде сәйкес комбинацияларды қолдануға болады.

Токты өлшеу кезіндегі әдістемелік қателік амперметр мен аспап тармақтардың біріне қосылатын тізбектің өзара әрекеттесуімен де байланысты.

$$\Delta_{\text{КК}} = - I_A R_A / R_{\text{шығыс}} \quad (1.18)$$

Кедергілерді өлшеу кезіндегі әдістемелік қателік байланыс сымдарының (байланыс желілері) кедергісінің әсерінен болады  $R_{\text{Бс}}$  және омметрдің кіріс терминалдары арасындағы оқшаулау кедергісі ( $\Omega$ )  $R_{\text{из}}$  (8-суретті қараңыз, в). Сондықтан,

$$\Delta_{\text{әдістемелік}} = R_{\text{өзгеріс}} - R_{\text{хд}} = R_{\text{Бс}} - \frac{R_{\text{с}}^2}{R_{\text{оқшаулау}}} \quad (1.19)$$

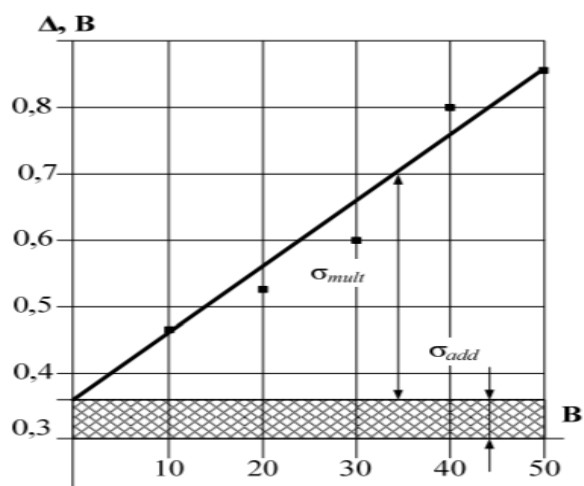
Соңғы екі жағдайда әдістемелік қателіктердің шекті мәндері ұқсас бағаланады.

Қателік түрлері. Кездейсоқ қателіктер тұрақты емес факторларға байланысты пайда болады және ықтималдық заңдарына толығымен бағынады. Олар математикалық статистика әдістерін қолдана отырып өңделеді. Физикалық шаманың нақты мәндерін және кездейсоқ қателіктерді анықтау үшін өзгермейтін жағдайларда бірқатар өлшеулер жүргізу қажет. Жүйелік қателіктер өлшеу процесіне тұрақты факторлардың әсерінен туындайды.

Мысалдарға құрғақ батареялардың ЭҚК-ін өлшеу, әр түрлі сағаттармен уақытты санау, бағыттаушы аспаптарды пайдалану кезінде параллактсты есепке алу, тігінші метр сияқты әр түрлі өлшеу құралдарын қолдана отырып ұзындықты өлшеу жатады.

Жүйелік қателіктерді анықтау өлшеу шарттары өзгерген кезде немесе белгілі бір параметрдің өзгеруімен өлшеу кезінде ғана мүмкін болады.

Мысал ретінде, әр 10 вольт сайын 0-ден 50 В-қа дейінгі кернеуді өлшеу кезінде (10, 20, 30, 40, 50), келесі қателер сериясы алынды: 0,47; 0,53; 0,6; 0,8; 0,86. Кернеу мәндері  $u$  абсцисса осі бойынша, ал қателік мәндері - ординат осі бойынша қойылады (1.10 суретті қараңыз).



Сурет 1.10 - Кездейсоқ және жүйелі графикалық бейнелеу қателік компоненттері

Алынған нүктелердің орналасуын түзу сызықпен жуықтауға болады, оның теңдеуі  $\Delta = 0,337 + 0,0105 U$ . бұл кернеу мәндеріне қарамастан, қателік әрқашан кем дегенде 0,337 в құрайды дегенді білдіреді. жинақталған бұл тұрақты қателік аддитивті деп аталады және өлшеу кезінде кездейсоқ процестерге байланысты. Басқаша айтқанда, бұл жалпы өлшеу қателігінің кездейсоқ факторы. Қатенің екінші компоненті ( $0,0105 U$ ) кернеудің жоғарылауымен артады, сондықтан мультипликативті деп аталады. Бұл параметрдің жүйелі ұлғаюына байланысты және жалпы өлшеу қателігінің жүйелі құрамдас бөлігі болып табылады. 2.3-суретте қатенің кездейсоқ және жүйелі компоненттерінің графикалық бейнесі көрсетілген.

$$\Delta = 0,337 + 0,0105U,$$

$$\sigma_{add} = 0,337 (B),$$

$$\sigma_{mult} = 0,0105U (B).$$

Абсолютті аддитивті қателер өлшенетін  $x$  шамасына тәуелді емес, ал мультипликативті қателер  $x$  мәніне тура пропорционал. Құрылғының көмегімен өлшеуге болатын шаманың минималды мәні қатенің осы санатына байланысты. Мультипликативті қателіктер сыртқы факторлардың әсерінен және электромеханикалық аспаптарда қарсы моментті қамтамасыз ететін қола серіппелі металдың шаршауы сияқты аспаптардың элементтері мен түйіндерінің қартаюынан туындауы мүмкін. Өлшеу процесінде кездейсоқ және жүйелі қателер бір уақытта пайда болады: жалпы қателік-барлық қателіктердің қосындысы.

$$\Delta = \Delta_{кездейсоқ} + \Delta_{жүйелік}$$

## **3 Практикалық бөлім**

### **3.1 Макет құрастыру және жобалау**

Arduino Nano, I2C СКД, сағат түймесі және бірнеше резисторларды пайдаланып Arduino негізіндегі электрондық компоненттерді сынаушыны құруға болады. Бастау үшін I2C СКД-ны Arduino Nano-ға қосыңыз, SDA-ны A4 түйреуішіне, SCL-ді A5 түйреуішіне қосыңыз, сонымен қатар VCC-ді 5V және GND-ді Arduino Nano-да жерге қосыңыз. Әрі қарай, сағат түймесін қосыңыз, оның бір ұшын Arduino Nano-дағы 2 түйреуішке, ал екіншісін Arduino Nano жеріне 10K резистор арқылы қосыңыз. 470 кОм және 680 Ом резисторлары өлшеу үшін сіздің тестеріңізде қолданылатынын ескеріңіз, бірақ олардың нақты қосылуы іске асырылатын өлшеу тізбектеріне байланысты.

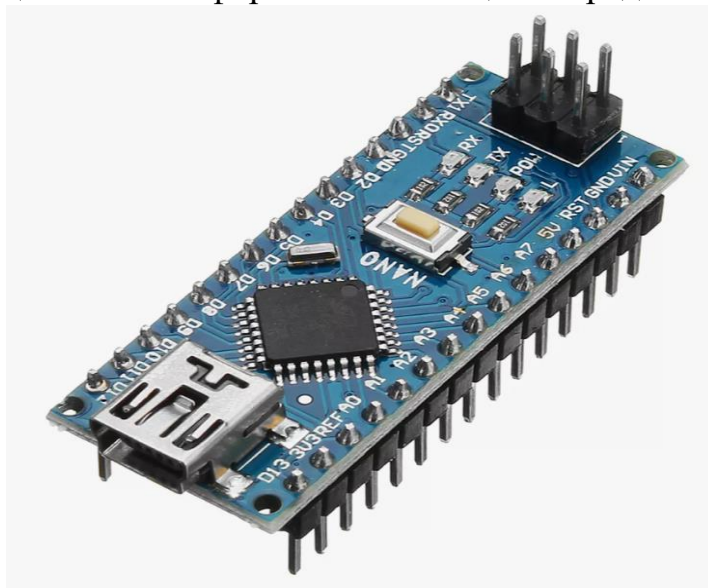
Кодты жазу үшін Arduino IDE немесе өзіңіз қалаған басқа даму ортасын пайдаланыңыз. Сізге Wire кітапханалары қажет LIQUIDCRYSTAL\_I2C. h СКД-мен жұмыс істеуге арналған. Содан кейін setup () функциясындағы экран мен түймені инициализациялаңыз, содан кейін loop() функциясында сіз СКД дисплейінде ақпаратты көрсетуді және режимдер арасында ауысу немесе өлшемдерді орындау үшін түймені басуды өңдеуді қоса, тестердің логикасын жүзеге асыра аласыз.

### **3.2 Arduino Nano микроконтроллері**

Arduino-бағдарламалық және аппараттық жобаларды әзірлеуге арналған инновациялық ашық платформа. Ол микроконтроллер орналасқан физикалық тақтадан және сол тақтаға бағдарламалар жасауға және жүктеуге мүмкіндік беретін бағдарламалық жасақтамадан тұрады. Arduino-ның негізгі компоненттеріне AVR немесе ARM микроконтроллерлері, әртүрлі құрылғыларды қосуға арналған кіріс-шығыс порттары, компьютермен өзара әрекеттесуге арналған USB қосқыштары және әртүрлі компоненттермен жұмыс істеуге дайын коды бар кітапханалар кіреді. Arduino IDE бағдарламаларды жазуды, құрастыруды және тақтаға жүктеуді жеңілдетеді. Arduino платформасы хобби электроникасында кеңінен қолданылады прототиптеу оның қол жетімділігіне, пайдаланушылардың кең қауымдастығына және робототехника мен Сенсорлардан бастап ақылды үй мен интерактивті қондырғыларға дейінгі жобалардың алуан түрлілігіне байланысты.

Arduino платформасы пайдаланудың қарапайымдылығымен, икемділігімен және кең мүмкіндіктерімен өзекті және сұранысқа ие болып қала береді. Жыл сайын әзірлеушілер қауымдастығы кеңейіп, жаңа және инновациялық жобалардың пайда болуына ықпал етеді. Arduino қол жетімділігі мен компоненттер мен кітапханалардың кең ауқымына байланысты білім беру мақсатында да, кәсіби дамуда да қолданылады. Тұрақты жаңартулар мен қоғамдастықтың қолдауының арқасында Arduino

робототехника, автоматтандыру, Заттар интернеті және т.б. жобалардың кең ауқымын құрудың өзекті платформасы болып қала береді.



Сурет 2 – ардуино нано

Сұйық кристалды дисплей (LCD) - бұл ұялы телефондардан сандық сағатқа дейін әртүрлі электрондық құрылғыларда мәтін мен графиканы шығару үшін қолданылатын экран түрі. Ол электр өрісі қолданылған кезде оптикалық сипаттамасын өзгертетін сұйық кристалмен толтырылған көптеген кішкентай жасушалардан тұрады. Бұл ұяшықтар матрицада ұйымдастырылған және мәтін мен кескіндерді жасау үшін басқарылады.

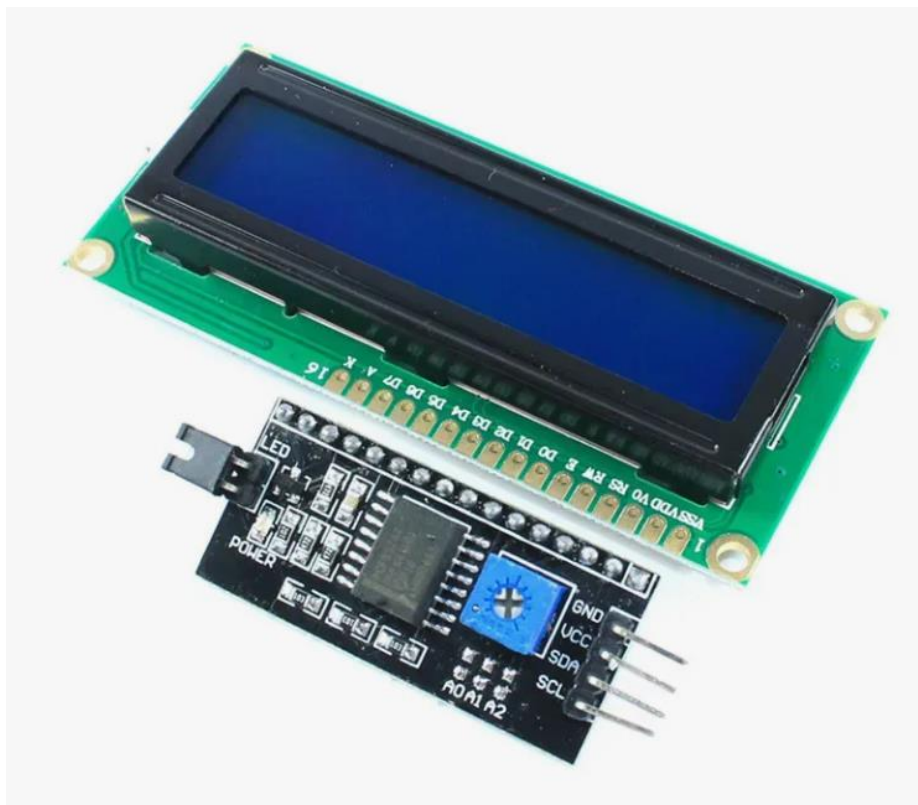
LCD дисплейлері ақпаратты шығару мүмкіндігіне байланысты кеңінен қолданылады. Олар әртүрлі өлшемдер мен ажыратымдылықтарда қол жетімді, бұл оларды көптеген қолданбалар үшін бір терезе таңдауына айналдырады.

Кейбір LCD дисплейлерінде артқы жарық (әсіресе қараңғы уақытта жұмыс істеу үшін), сенсорлық мүмкіндіктер, контраст пен жарықтықты өзгерту мүмкіндігі сияқты қосымша сипаттамалар бар.

I2C LCD дисплейлері, сіздікі сияқты, I2C шинасы арқылы микроконтроллерлерге немесе басқа құрылғыларға қосылатын LCD дисплейлерінің белгілі бір түрі, бұл оларды басқаруды жеңілдетеді және тиімдірек етеді. Бұл қосылуға болатын түйреуіштер санына шектеулер бар жобалар үшін ыңғайлы.

Сұйық кристалды дисплейлер (LCD) қазіргі электроника әлемінде өзекті және сұранысқа ие болып қала береді. Олар әмбебаптығы мен әртүрлілігіне байланысты әртүрлі құрылғыларда кеңінен қолданылады. Мобильді құрылғылар мен компьютерлік мониторлардан бастап тұрмыстық техникаға, автокөлік құралдарына және медициналық құрылғыларға дейін LCD дисплейлері пайдаланушыға ақпаратты көрсетуде маңызды рөл атқарады.

Компактдылығы, төмен қуат тұтынуы және нақты уақыттағы мәтін мен графиканы шығару мүмкіндігі арқасында олар көптеген қолданбалар үшін танымал таңдау болып қала береді. Сонымен қатар, жақсартылған артқы жарығы, сенсорлық мүмкіндіктері және контраст пен жарықтылықты өзгерту мүмкіндігі бар LCD дисплейлерінің пайда болуы олардың функционалдығы мен әзірлеушілер мен тұтынушылар үшін тартымдылығын кеңейтуді жалғастыруда.



Сурет 3 – ЛСД дисплей



Сурет 4 – резистор

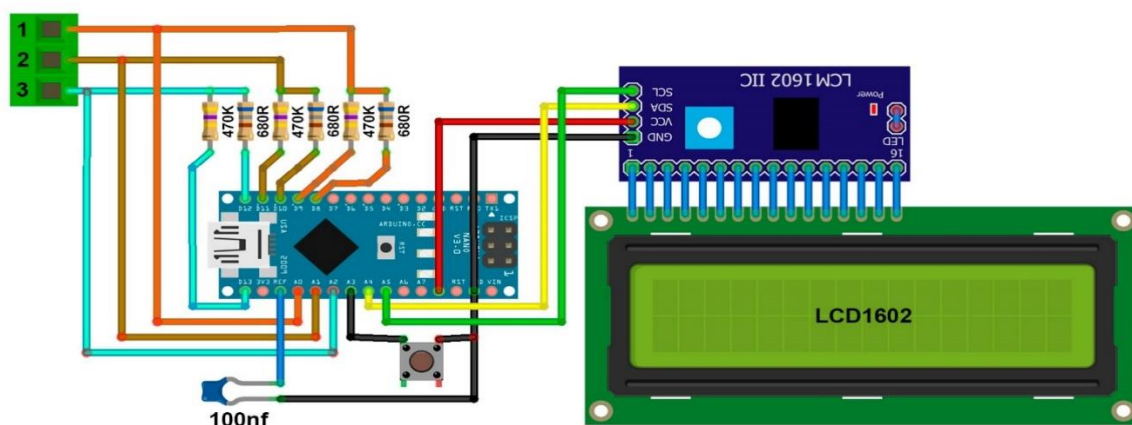




Сурет 5 – керамикалық конденсатор

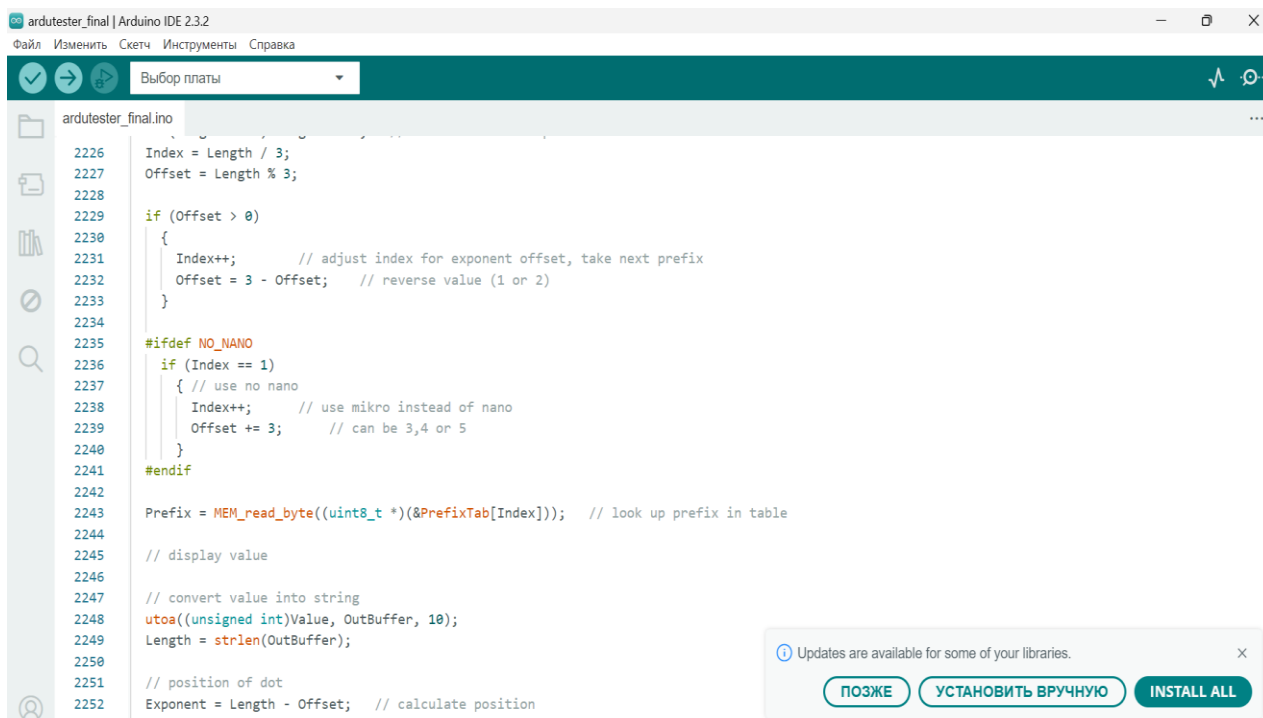
### 3.3 Электрлік схема құру

Электр тізбегі кез-келген электронды құрылғыны құруда шешуші рөл атқарады. Бұл жүйенің барлық компоненттерінің және олардың өзара байланыстарының визуалды көрінісі. Электр тізбегінің маңыздылығы-бұл құрылғының құрылымы мен жұмысын түсінуді қамтамасыз етеді, жүйені физикалық іске асыруға дейін жобалауға және жөндеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, электр тізбегі ПХД жасау және бағдарламалық жасақтаманы жазу үшін негіз болып табылады, бұл оны электрониканы дамыту процесінің ажырамас бөлігі етеді. Электр тізбегінің арқасында инженерлер өз тұжырымдамаларының дұрыстығына көз жеткізе алады және құрылғыны құрудың әр кезеңінде салмақты шешімдер қабылдай алады.

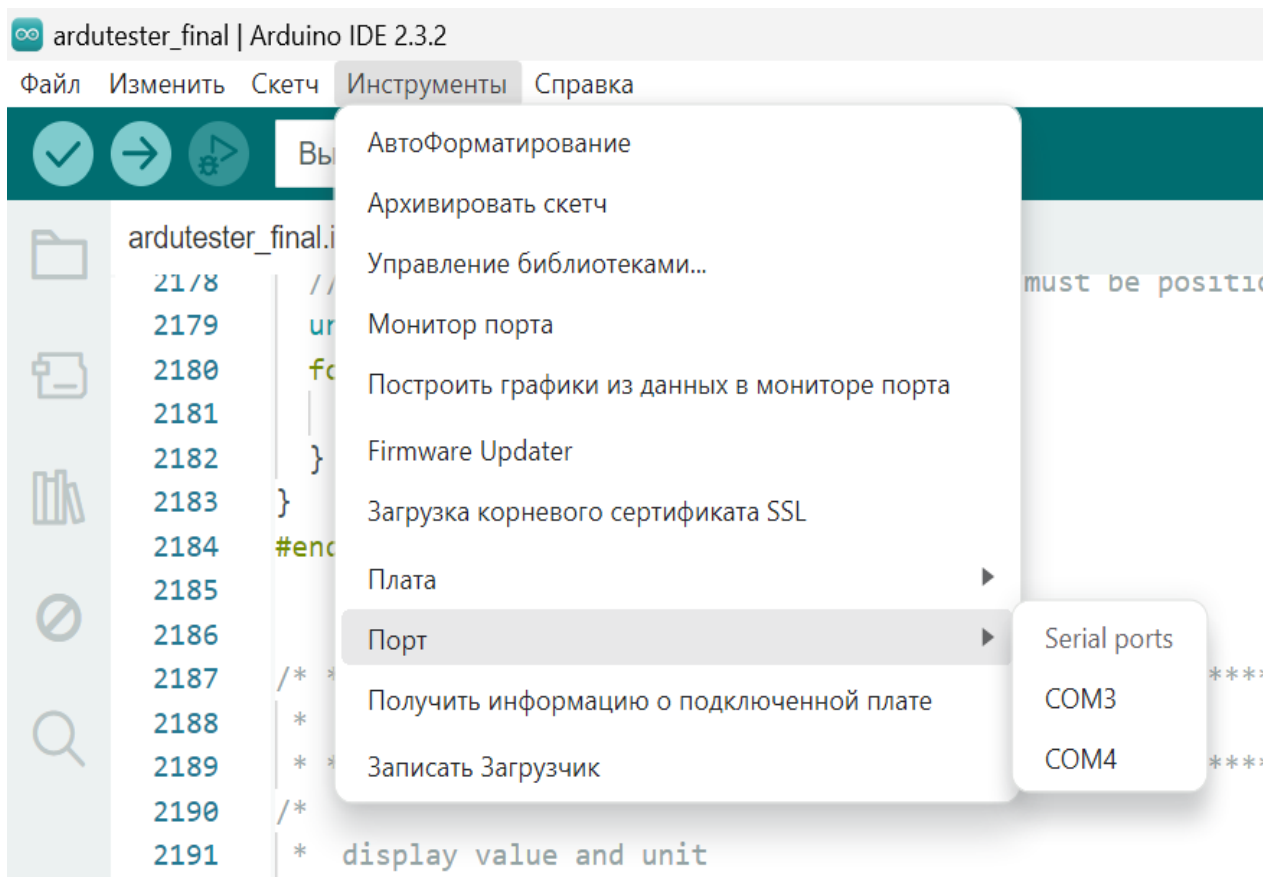


Сурет 2.1 – электрлік схема

### 3.4 Бағдарламалық код жазу



Сурет 2.3 – Arduino IDE бағдарламасы



Сурет 2.4 – электрлік схема

## Бағдарламалық код

```
#define ADC_PORT PORTC
#define ADC_DDR DDRC
#define ADC_PIN PINC
#define TP1 0
#define TP2 1
#define TP3 2
#define TPext 3
// Port pin for 2.5V precision reference used for VCC check (optional)
#define TPREF 4
// Port pin for Battery voltage measuring
#define TPBAT 5

/*
  exact values of used resistors (Ohm).
  The standard value for R_L is 680 Ohm, for R_H 470kOhm.
  To calibrate your tester the resistor-values can be adjusted:
*/
#define R_L_VAL 6800 // standard value 680 Ohm, multiplied by 10 for 0.1
Ohm resolution
//#define R_L_VAL 6690 // this will be define a 669 Ohm
#define R_H_VAL 47000 // standard value 470000 Ohm, multiplied by 10,
divided by 100
//#define R_H_VAL 47900 // this will be define a 479000 Ohm, divided by 100

#define R_DDR DDRB
#define R_PORT PORTB

/*
  Port for the Test resistors
  The Resistors must be connected to the lower 6 Pins of the Port in following
  sequence:
  RLx = 680R-resistor for Test-Pin x
  RHx = 470k-resistor for Test-Pin x
  RL1 an Pin 0
  RH1 an Pin 1
  RL2 an Pin 2
  RH2 an Pin 3
  RL3 an Pin 4
  RH3 an Pin 5
*/

#define ON_DDR DDRD
#define ON_PORT PORTD
#define ON_PIN_REG PIND
#define ON_PIN 18 // Pin, must be switched to high to switch power
on
```

## ЖАЛҒАСЫ

```
#ifndef STRIP_GRID_BOARD
// Strip Grid board version
#define RST_PIN 0 // Pin, is switched to low, if push button is
pressed
#else
// normal layout version
#define RST_PIN 17 // Pin, is switched to low, if push button is
pressed
#endif

// Port(s) / Pins for LCD

#ifdef STRIP_GRID_BOARD
// special Layout for strip grid board
#define HW_LCD_EN_PORT PORTD
#define HW_LCD_EN_PIN 5

#define HW_LCD_RS_PORT PORTD
#define HW_LCD_RS_PIN 7

#define HW_LCD_B4_PORT PORTD
#define HW_LCD_B4_PIN 4
#define HW_LCD_B5_PORT PORTD
#define HW_LCD_B5_PIN 3
#define HW_LCD_B6_PORT PORTD
#define HW_LCD_B6_PIN 2
#define HW_LCD_B7_PORT PORTD
#define HW_LCD_B7_PIN 1
#else
// normal Layout
#define HW_LCD_EN_PORT PORTD
#define HW_LCD_EN_PIN 6

#define HW_LCD_RS_PORT PORTD
#define HW_LCD_RS_PIN 7

#define HW_LCD_B4_PORT PORTD
#define HW_LCD_B4_PIN 5
#define HW_LCD_B5_PORT PORTD
#define HW_LCD_B5_PIN 4
#define HW_LCD_B6_PORT PORTD
#define HW_LCD_B6_PIN 3
#define HW_LCD_B7_PORT PORTD
#define HW_LCD_B7_PIN 2
#endif
```

## ЖАЛҒАСЫ

```
// U_VCC defines the VCC Voltage of the ATmega in mV units

#define U_VCC 5000
// integer factors are used to change the ADC-value to mV resolution in ReadADC !

// With the option NO_CAP_HOLD_TIME you specify, that capacitor loaded with 680
// Ohm resistor will not
// be tested to hold the voltage same time as load time.
// Otherwise (without this option) the voltage drop during load time is
// compensated to avoid displaying
// too much capacity for capacitors with internal parallel resistance.
// #define NO_CAP_HOLD_TIME

// U_SCALE can be set to 4 for better resolution of ReadADC function for resistor
// measurement
#define U_SCALE 4

// R_ANZ_MESS can be set to a higher number of measurements (up to 200) for
// resistor measurement
#define R_ANZ_MESS 190

// Watchdog
// #define WDT_enabled
/*
   If you remove the "#define WDT_enabled" , the Watchdog will not be activated.
   This is only for Test or debugging usefull.
   For normal operation please activate the Watchdog !
*/

// ##### End of configuration

#if R_ANZ_MESS < ANZ_MESS
    #undef R_ANZ_MESS
    #define R_ANZ_MESS ANZ_MESS
#endif
#if U_SCALE < 0
    // limit U_SCALE
    #undef U_SCALE
    #define U_SCALE 1
#endif
#if U_SCALE > 4
    // limit U_SCALE
    #undef U_SCALE
    #define U_SCALE 4
#endif
```

## ЖАЛҒАСЫ

```
#ifndef REF_L_KORR
#define REF_L_KORR 50
#endif

// the following definitions specify where to load external data from: EEPROM or
flash
#ifdef USE_EEPROM
#define MEM_TEXT EEMEM

#if E2END > 0X1FF
#define MEM2_TEXT EEMEM
#define MEM2_read_byte(a) eeprom_read_byte(a)
#define MEM2_read_word(a) eeprom_read_word(a)
#define lcd_fix2_string(a) lcd_fix_string(a)
#else
#define MEM2_TEXT PROGMEM
#define MEM2_read_byte(a) pgm_read_byte(a)
#define MEM2_read_word(a) pgm_read_word(a)
#define lcd_fix2_string(a) lcd_pgm_string(a)
#define use_lcd_pgm
#endif

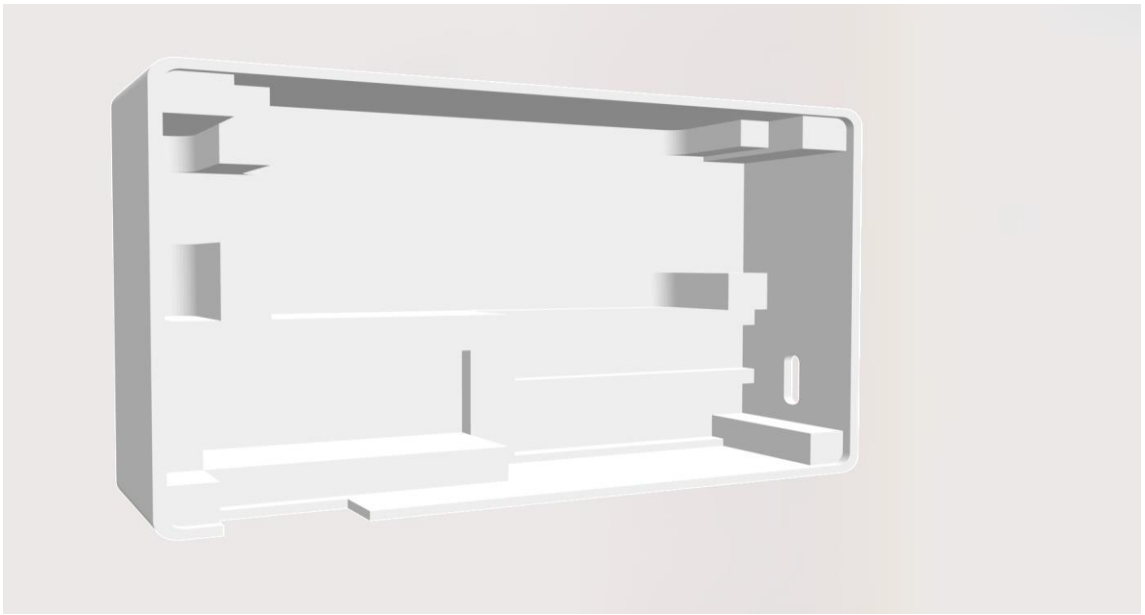
#define MEM_read_word(a) eeprom_read_word(a)
#define MEM_read_byte(a) eeprom_read_byte(a)

#else
#define MEM_TEXT PROGMEM
#define MEM2_TEXT PROGMEM
#define MEM_read_word(a) pgm_read_word(a)
#define MEM_read_byte(a) pgm_read_byte(a)
#define MEM2_read_byte(a) pgm_read_byte(a)
#define MEM2_read_word(a) pgm_read_word(a)
#define lcd_fix2_string(a) lcd_pgm_string(a)
#define use_lcd_pgm
#endif

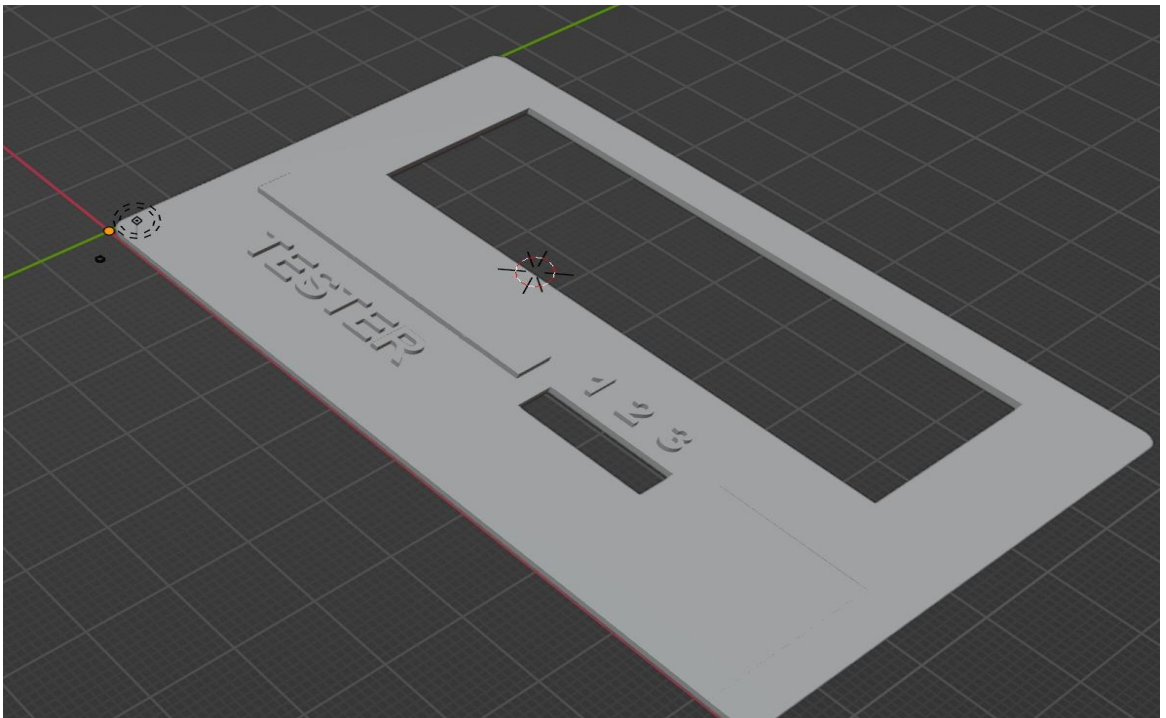
// RH_OFFSET : systematic offset of resistor measurement with RH (470k)
// resolution is 0.1 Ohm, 3500 defines a offset of 350 Ohm
#define RH_OFFSET 3500

// TP2_CAP_OFFSET is a additionally offset for TP2 capacity measurements in pF
units
#define TP2_CAP_OFFSET 2
```

### 3.5 Макеттің 3Д моделі



Сурет 3.5 – 3Д модель



Сурет 3.6 – 3Д модель

### 3.6 Қорытынды макет



Сурет 3.7 – резистор өлшеу



Сурет 3.8 – диод өлшеу



## Қорытынды

Электрондық компоненттердің өнімділігін өлшеуге арналған құрылғыны жобалау электроника мен инженерия саласындағы маңызды міндет болып табылады. Мұндай құрылғы резисторлар, конденсаторлар, диодтар және транзисторлар сияқты әртүрлі компоненттердің жұмысын тиімді тексеруге және талдауға мүмкіндік береді, бұл сапалы электронды құрылғыларды жасау үшін қажет.

Тиісті тізбектерді, сенсорларды және бағдарламалық жасақтаманы пайдалану арқылы кедергі, сыйымдылық, индуктивтілік және басқалары сияқты компоненттердің параметрлерін дәл өлшеуге мүмкіндік беретін құрал жасауға болады. Бұл инженерлер мен электрониктерге соңғы құрылғылардың сапасы мен сенімділігін жақсартып отырып, компоненттерді мұқият тексеруге және таңдауға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, мұндай құрылғыны дамыту студенттерге, хобби энтузиастарына және ұмтылатын инженерлерге Электронды компоненттердің жұмысының негізгі принциптері мен олардың сипаттамаларын үйренудің қол жетімді және түсінікті құралын ұсына отырып, электрониканы оқытуға және танымал етуге ықпал етуі мүмкін.

Электронды компоненттердің сипаттамаларын өлшеуге арналған құрылғыны әзірлеу қолданудың кең спектріне ие және кәсіби әзірлеушілер үшін де, білім беру мақсаттары үшін де маңызды, бұл жалпы электронды техниканың дамуы мен жетілдірілуіне ықпал етеді.

## Пайдаланған әдебиеттер тізімі

- [1] Тестер полупроводниковых радиоэлементов на микроконтроллере . электрондық ресурс, URL:[https://radiokot.ru/publ/izmeriteli/tester\\_poluprovodnikovyykh\\_radioehlementov\\_na\\_mikrokontrollere/15-1-0-415](https://radiokot.ru/publ/izmeriteli/tester_poluprovodnikovyykh_radioehlementov_na_mikrokontrollere/15-1-0-415)
- [2] Чип компоненттерінің сипаттамаларын өлшеуге және талдауға арналған тиімді жүйе.URL: [https://sernia.ru/training/kak\\_izmerit\\_kharakteristiki\\_komponentov\\_elektronny/](https://sernia.ru/training/kak_izmerit_kharakteristiki_komponentov_elektronny/)
- [3] Разработка электронных элементов систем контроля.URL: [https://lib.kgeu.ru/irbis64r\\_15/scan-new/273эл.pdf](https://lib.kgeu.ru/irbis64r_15/scan-new/273эл.pdf)
- [4] Электрондық компоненттерді сынауға арналған аспап.URL: <https://www.radiokot.ru/circuit/analog/measure/25/>
- [5] Измерение тепловых характеристик полупроводниковых электронных компонентов //Технологии в электронной промышленности. Вяхирев В. – 2013. – №. 8. – С. 82-85.
- [6] Прибор для измерения электрических характеристик электронных компонентов //Датчики и системы. Бакеренков А. С. и др. – 2012. – №. 11. – С. 30-35.
- [7] Задача классификации электронной компонентной базы //Сибирский аэрокосмический журнал. – 2014. – №. 4 (56). – С. 55-61. Казаковцев Л. А. и др.
- [8] Электрическая принципиальная схема управления мультиконтактной коммутационной системой с 4 контактами и микроконтроллерным блоком управления Arduino Nano V3. 0 CH340 для демонстрационного стенда //Научный журнал молодых ученых. Лансберг А. А., Панфилов А. А. – 2019. – №. 2 (15). – С. 69-75.
- [9] Nano A. Arduino nano //А MOBICON Company. – 2018. – С. 30.

## А ҚОСЫМШАСЫ

```
#define ADC_PORT PORTC
#define ADC_DDR DDRC
#define ADC_PIN PINC
#define TP1 0
#define TP2 1
#define TP3 2
#define TPext 3
// Port pin for 2.5V precision reference used for VCC check (optional)
#define TPREF 4
// Port pin for Battery voltage measuring
#define TPBAT 5

/*
  exact values of used resistors (Ohm).
  The standard value for R_L is 680 Ohm, for R_H 470kOhm.
  To calibrate your tester the resistor-values can be adjusted:
*/
#define R_L_VAL 6800 // standard value 680 Ohm, multiplied by 10 for 0.1
Ohm resolution
//#define R_L_VAL 6690 // this will be define a 669 Ohm
#define R_H_VAL 47000 // standard value 470000 Ohm, multiplied by 10,
divided by 100
//#define R_H_VAL 47900 // this will be define a 479000 Ohm, divided by 100

#define R_DDR DDRB
#define R_PORT PORTB

/*
  Port for the Test resistors
  The Resistors must be connected to the lower 6 Pins of the Port in following
sequence:
  RLx = 680R-resistor for Test-Pin x
  RHx = 470k-resistor for Test-Pin x
  RL1 an Pin 0
  RH1 an Pin 1
  RL2 an Pin 2
  RH2 an Pin 3
  RL3 an Pin 4
  RH3 an Pin 5
*/

#define ON_DDR DDRD
#define ON_PORT PORTD
#define ON_PIN_REG PIND
#define ON_PIN 18 // Pin, must be switched to high to switch power
on
```

## ЖАЛҒАСЫ

```
#ifndef STRIP_GRID_BOARD
// Strip Grid board version
#define RST_PIN 0 // Pin, is switched to low, if push button is
pressed
#else
// normal layout version
#define RST_PIN 17 // Pin, is switched to low, if push button is
pressed
#endif

// Port(s) / Pins for LCD

#ifdef STRIP_GRID_BOARD
// special Layout for strip grid board
#define HW_LCD_EN_PORT PORTD
#define HW_LCD_EN_PIN 5

#define HW_LCD_RS_PORT PORTD
#define HW_LCD_RS_PIN 7

#define HW_LCD_B4_PORT PORTD
#define HW_LCD_B4_PIN 4
#define HW_LCD_B5_PORT PORTD
#define HW_LCD_B5_PIN 3
#define HW_LCD_B6_PORT PORTD
#define HW_LCD_B6_PIN 2
#define HW_LCD_B7_PORT PORTD
#define HW_LCD_B7_PIN 1
#else
// normal Layout
#define HW_LCD_EN_PORT PORTD
#define HW_LCD_EN_PIN 6

#define HW_LCD_RS_PORT PORTD
#define HW_LCD_RS_PIN 7

#define HW_LCD_B4_PORT PORTD
#define HW_LCD_B4_PIN 5
#define HW_LCD_B5_PORT PORTD
#define HW_LCD_B5_PIN 4
#define HW_LCD_B6_PORT PORTD
#define HW_LCD_B6_PIN 3
#define HW_LCD_B7_PORT PORTD
#define HW_LCD_B7_PIN 2
#endif
```

## ЖАЛҒАСЫ

```
// U_VCC defines the VCC Voltage of the ATmega in mV units

#define U_VCC 5000
// integer factors are used to change the ADC-value to mV resolution in ReadADC !

// With the option NO_CAP_HOLD_TIME you specify, that capacitor loaded with 680
// Ohm resistor will not
// be tested to hold the voltage same time as load time.
// Otherwise (without this option) the voltage drop during load time is
// compensated to avoid displaying
// too much capacity for capacitors with internal parallel resistance.
// #define NO_CAP_HOLD_TIME

// U_SCALE can be set to 4 for better resolution of ReadADC function for resistor
// measurement
#define U_SCALE 4

// R_ANZ_MESS can be set to a higher number of measurements (up to 200) for
// resistor measurement
#define R_ANZ_MESS 190

// Watchdog
// #define WDT_enabled
/*
   If you remove the "#define WDT_enabled" , the Watchdog will not be activated.
   This is only for Test or debugging usefull.
   For normal operation please activate the Watchdog !
*/

// ##### End of configuration

#if R_ANZ_MESS < ANZ_MESS
  #undef R_ANZ_MESS
  #define R_ANZ_MESS ANZ_MESS
#endif
#if U_SCALE < 0
  // limit U_SCALE
  #undef U_SCALE
  #define U_SCALE 1
#endif
#if U_SCALE > 4
  // limit U_SCALE
  #undef U_SCALE
  #define U_SCALE 4
#endif
```

## ЖАЛҒАСЫ

```
#ifndef REF_L_KORR
#define REF_L_KORR 50
#endif

// the following definitions specify where to load external data from: EEprom or
// flash
#ifdef USE_EEPROM
#define MEM_TEXT EEMEM

#if E2END > 0X1FF
#define MEM2_TEXT EEMEM
#define MEM2_read_byte(a) eeprom_read_byte(a)
#define MEM2_read_word(a) eeprom_read_word(a)
#define lcd_fix2_string(a) lcd_fix_string(a)
#else
#define MEM2_TEXT PROGMEM
#define MEM2_read_byte(a) pgm_read_byte(a)
#define MEM2_read_word(a) pgm_read_word(a)
#define lcd_fix2_string(a) lcd_pgm_string(a)
#define use_lcd_pgm
#endif

#define MEM_read_word(a) eeprom_read_word(a)
#define MEM_read_byte(a) eeprom_read_byte(a)

#else
#define MEM_TEXT PROGMEM
#define MEM2_TEXT PROGMEM
#define MEM_read_word(a) pgm_read_word(a)
#define MEM_read_byte(a) pgm_read_byte(a)
#define MEM2_read_byte(a) pgm_read_byte(a)
#define MEM2_read_word(a) pgm_read_word(a)
#define lcd_fix2_string(a) lcd_pgm_string(a)
#define use_lcd_pgm
#endif

// RH_OFFSET : systematic offset of resistor measurement with RH (470k)
// resolution is 0.1 Ohm, 3500 defines a offset of 350 Ohm
#define RH_OFFSET 3500

// TP2_CAP_OFFSET is a additionally offset for TP2 capacity measurements in pF
// units
#define TP2_CAP_OFFSET 2
```



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ  
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

**6B07111 – Робототехника және Мехатроника** мамандығы

Зейнолла Марлен Даулетқазыұлы  
дипломдық жобасына ғылыми жетекшінің

**ПІКІР**

Тақырыбы: **« Электрондық компоненттердің сипаттамаларын  
өлшеуге арналған құрылғыны әзірлеу »**

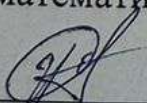
Дипломдық жұмыстың мақсаты: Электронды компоненттердің әртүрлі түрлері үшін кедергі, сыйымдылық, индуктивтілік, ток және кернеу сияқты негізгі электрлік параметрлерді өлшеуге қабілетті әмбебап құрылғыны құру. Өлшеудің негізгі әдістері талданды, оңтайлы схемалық шешімдер мен компоненттер таңдалды. Құрылғы пайдаланушының ыңғайлы интерфейсін және өлшеу процесін автоматтандыру мүмкіндігін ұсынады. Әзірленген аспапты электрондық компоненттерді тестілеу және талдау үшін білім беру, ғылыми және өнеркәсіптік мақсаттарда қолдануға болады.

Жұмыс аясында өлшеудің негізгі әдістері қарастырылады, оңтайлы компоненттер мен схемалық шешімдер таңдалады, сонымен қатар пайдаланушының ыңғайлы интерфейсі және Arduino платформасында өлшеу процесін автоматтандыру мүмкіндігі жасалады.

Жалпы дипломдық жобаға қойылған тапсырма толығынан орындалған, студент Зейнолла Марлен Даулетқазыұлы дипломдық жобаны орындау кезінде өзінің белсенділігін, білімділігін көрсетті, сондықтан оған робототехника және мехатроника мамандығының бакалавры деген академиялық дәреже беруге лайық деп санаймын және жасаған жұмысын **өте жақсы** деп бағалаймын.

**Ғылыми жетекші**

Физика-математика ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор



Игембай Е.А.

(қолы)

« 04 » мамыр 2024 ж.





## Метаданные

Название

**Электрондық компоненттердің сипаттамаларын өлшеуге арналған құрылғыны әзірлеу**

Автор

**Зейнолле Марлен Дәулетқазыұлы**

Научный руководитель / Эксперт

**Ерболат Игембай**

Подразделение

**ИАИТ**

## Тревога

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся текстовых искажений. Эти искажения в тексте могут говорить о ВОЗМОЖНЫХ манипуляциях в тексте. Искажения в тексте могут носить преднамеренный характер, но чаще, характер технических ошибок при конвертации документа и его сохранении, поэтому мы рекомендуем вам подходить к анализу этого модуля со всей долей ответственности. В случае возникновения вопросов, просим обращаться в нашу службу поддержки.

Замена букв		21
Интервалы		0
Микропробелы		10
Белые знаки		0
Парафразы (SmartMarks)		4

## Объем найденных подобиий

КП-ия определяют, какой процент текста по отношению к общему объему текста был найден в различных источниках.. Обратите внимание!Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.

**25**

Длина фразы для коэффициента подобия 2

**5567**

Количество слов

**45982**

Количество символов

## Поиск контента ИИ

Интегрированный модуль поиска контента AI. Нажмите «Подробнее», чтобы узнать больше о результатах и алгоритме поиска.

### Коэффициент вероятности ИИ



## Подобия по списку источников

Ниже представлен список источников. В этом списке представлены источники из различных баз данных. Цвет текста означает в каком источнике он был найден. Эти источники и значения Коэффициента Подобия не отражают прямого плагиата. Необходимо открыть каждый источник и проанализировать содержание и правильность оформления источника.

### 10 самых длинных фраз

Цвет текста

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	ЦВЕТ ТЕКСТА
1	<a href="http://www.spsl.nsc.ru/FullText/konfe/elibrary_43061308_39217812.pdf">http://www.spsl.nsc.ru/FullText/konfe/elibrary_43061308_39217812.pdf</a>	21	0.38 %

2	<a href="http://nano-e.ucoz.ru/publ/kompjuternyj_praktikum_i_it_mifi/konspekty/izmerenie_karakteristik_ehlektronnnykh_komponentov/4-1-0-164">http://nano-e.ucoz.ru/publ/kompjuternyj_praktikum_i_it_mifi/konspekty/izmerenie_karakteristik_ehlektronnnykh_komponentov/4-1-0-164</a>	18	0.32 %
3	<a href="http://nano-e.ucoz.ru/publ/kompjuternyj_praktikum_i_it_mifi/konspekty/izmerenie_karakteristik_ehlektronnnykh_komponentov/4-1-0-164">http://nano-e.ucoz.ru/publ/kompjuternyj_praktikum_i_it_mifi/konspekty/izmerenie_karakteristik_ehlektronnnykh_komponentov/4-1-0-164</a>	6	0.11 %
4	<a href="http://www.spsl.nsc.ru/FullText/konfe/elibrary_43061308_39217812.pdf">http://www.spsl.nsc.ru/FullText/konfe/elibrary_43061308_39217812.pdf</a>	6	0.11 %
5	<a href="http://www.spsl.nsc.ru/FullText/konfe/elibrary_43061308_39217812.pdf">http://www.spsl.nsc.ru/FullText/konfe/elibrary_43061308_39217812.pdf</a>	6	0.11 %

из базы данных RefBooks (0.00 %) ■

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из домашней базы данных (0.00 %) ■

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из программы обмена базами данных (0.00 %) ■

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из интернета (1.02 %) ■

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	<a href="http://www.spsl.nsc.ru/FullText/konfe/elibrary_43061308_39217812.pdf">http://www.spsl.nsc.ru/FullText/konfe/elibrary_43061308_39217812.pdf</a>	33 (3)	0.59 %
2	<a href="http://nano-e.ucoz.ru/publ/kompjuternyj_praktikum_i_it_mifi/konspekty/izmerenie_karakteristik_ehlektronnnykh_komponentov/4-1-0-164">http://nano-e.ucoz.ru/publ/kompjuternyj_praktikum_i_it_mifi/konspekty/izmerenie_karakteristik_ehlektronnnykh_komponentov/4-1-0-164</a>	24 (2)	0.43 %

## Список принятых фрагментов

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	СОДЕРЖАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
	<a href="http://www.spsl.nsc.ru/FullText/konfe/elibrary_4...">http://www.spsl.nsc.ru/FullText/konfe/elibrary_4...</a> <input checked="" type="checkbox"/>	33 (0.59%)
	<a href="http://nano-e.ucoz.ru/publ/kompjuternyj_praktiku...">http://nano-e.ucoz.ru/publ/kompjuternyj_praktiku...</a> <input checked="" type="checkbox"/>	24 (0.43%)