

Міністерство освіти і науки України
КОЛЕДЖ
Кременчуцького національного університету
імені Михайла Остроградського

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання самостійних робіт з курсу «Електрорадіовимірювання»
Спеціальність 5.05010201 «Обслуговування комп'ютерних систем та мереж»

Кременчук 2017р.

Методичні вказівки для самостійних робіт по курсу “Електрорадіовимірювання”
для спеціальності 5.05010201 “Обслуговування комп’ютерних систем та мереж”

Укладач: _____ О. Ю. Білоус

Розглянуто на засіданні циклової комісії комп’ютерної техніки
Протокол № _____ від “_____” _____ 2017р.
Голова циклової комісії _____ С.І. Почтовюк.

Затверджено методичною радою Кременчуцького коледжу
Протокол № _____ від “_____” _____ 2017р.
Голова методичної ради _____ Р.В. Левченко

Перелік
навчально – методичної літератури

№	Назва, автори, рік видання	Кількість примірників
ОСНОВНА		
1	О.Г. Шаповаленко В.М. Бондар «Основи електричних вимірювань» 2010р	30
2	В.І. Нефедов «Електрорадіовимірювання» 2010р	30
3	Методичний посібник для виконання практичних робіт	25
4	Методичний посібник для виконання лабораторних робіт	25
Допоміжна		
6	Є.Г. Атамаян «Прибори та методи вимірювання електричних величин» 2009	25

Самостійна робота з предмету «Електрорадіовимірювання»

Тема 1.: Міри електричних величин.

Основні питання:

- 1.Поняття міри в електротехніці. Міри ЕРС.
- 2.Міри опору.
3. Міри ємності.
5. Міри індуктивності та взаємоіндуктивності.

Питання до самоконтролю:

- 1.Які міри використовуються в електротехніці.
2. Улаштування та параметри міри ЕРС.
3. Улаштування та параметри міри опору.
4. Улаштування та параметри міри індуктивності та взаємоіндуктивності

А.Г. Шаповаленко, В.М. Бондар "Основи електричних вимірювань", 2002р.ст 10-15.

- 1.В практиці електричних вимірювань широко використовують міри е.р.с., електричного опору, індуктивності, взаємоіндуктивності, опору. Мірою електрорушійної сили постійного струму є нормальний елемент, що має точно відому ЕРС. ЕРС такого елемента при температурі 20 градусів по Цельсію перебуває в межах 1,0185 – 1,0187 В і надзвичайно незначно змінюється з плином часу(десь не більше як 50 – 100 мкВ протягом року), але залежить від температури.
- 2.В якості міри електричного опору використовують зразкові котушки опору, які виконують на основі резисторів з манганінового дроту чи стрічки. Вони виконуються на номінальні значення опору від 0,001 до 100000 Ом і виробляються з класами точності 0,01 та 0,02. На основі котушок опору складають магазини опорів з класами точності 0,02, 0,05, 0,1, 0,2, і 0,5.
- 3.Мірами індуктивності та взаємо індуктивності служать зразкові котушки індуктивності які використовують у схемах вимірювальних мостів та потенціометрів змінного струму. Їх виробляють з величинами індуктивності від 0,0001 до 1,0 Гн, причому кожне номінальне значення величини індуктивності наступного типорозміру в 10 разів відрізняється від величини індуктивності котушки попереднього типорозміру.
- 4.Мірами ємності служать зразкові конденсатори постійної ємності з повітряним чи твердим діелектриком(переважно слюдяним). У разі необхідності використання багатозначних мір ємності застосовують повітряні конденсатори змінної ємності або магазини ємностей з конденсаторами, що мають твердий діелектрик. Міри ємності виготовляють з номінальними значеннями від0,001 до 1мкФ.

Тема 1.2.1 Характеристика основних видів вимірювання

1. Методи вимірювання.
2. Різновидності методу порівняння.

Питання до самоконтролю:

1. Які бувають сучасні методи вимірювання.
2. Надати характеристику метода безпосередньої оцінки.
3. Надати характеристику метода порівняння.
4. Привести класифікацію метода порівняння

Література:

1. А.Г. Шаповаленко, В.М. Бондар "Основи електричних вимірювань", 2002р.ст 20-23.

1. Сучасні методи вимірювання діляться на метод безпосередньої оцінки та метод порівняння.

При методі безпосередньої оцінки числене значення вимірюваної фізичної величини визначають безпосередньо по показанням вимірювального приладу(наприклад, вимірювання напруги вольтметром, струму – амперметром). Швидкість процесу вимірювання методом безпосередньої оцінки робить його розповсюдженим на практиці, незважаючи на те що точність його обмежена.

Метод порівняння – метод вимірювань, при якому вимірюєму величину порівнюють з величиною яка відтворюється мірою. Це може бути вимірювання напруги постійного струму шляхом зрівняння з ЕРС еталонного елемента. На відміну від приборів безпосередньої оцінки прибори порівняння мають більшу точність вимірювання.

2. Визначають наступні різновидності методу порівняння:

- Нульовий метод, при якому дія вимірювальної величини повністю урівноважується еталоною мірою.
- Диференціальний метод, коли вимірюється різниця між вимірюємою величиною і близькою їй по значенню відомою еталоною величиною
- Метод заміщення, при якому дія вимірювальної величини заміщується зразковою величиною.
- Компенсаційний метод при якому дія вимірювальної величини компенсується зразковою величиною.
- Мостовий метод, коли досягають нуля значення струму в вимірювальній діагоналі моста, в яку вмикається чутливий індикаторний прибор.

По способу перетворення вимірювальної величини і формі представлення результату вимірювання діляться на аналогові і цифрові.

Тема 1.2.2. Характеристика похибок вимірювання.

Основні питання:

1. Систиматичні похибки.
2. Класифікація систиматичних похибок
3. Випадкові похибки
4. Характеристика випадкових похибок

Питання до самоконтролю:

1. Яка похибка називається систиматичною?.
2. Як класифікуються систиматичні похибки?.
3. Яка похибка називається випадковою?.
4. Надайте характеристику похибок які відносяться до випадкових

Література:

А.Г. Шаповаленко, В.М. Бондар "Основи електричних вимірювань", 2002р.ст 23-25.

- 1..Систематичною похибкою вимірювань називається складова похибки, яка остається незмінною або закономірно змінюється при повторних вимірюваннях однієї і тієї фізичної Ці похибки обумовлені факторами, котрі в процесі вимірювань залишаються постійними або змінюються по відповідному закону.
- 2.Класифікація систематичних похибок залежить від виникнення і характера прояви при вимірюваннях. В залежності від причини виникнення розрізняють чотири види систематичних похибок:
 - Похибки метода або теоретичні
 - Інструментальні похибки
 - Похибки обумовлені невірним встановленням і взаємним розташуванням засобів вимірювання.
 - Особисті похибки.
- 3.Випадкові похибки – це складові похибок вимірювань які змінюються випадковим чином по значенню і знаку при повторних вимірюваннях однієї і тієї фізичної величини в одніх і тих же умовах. Дані похибки проявляються при повторних вимірюваннях однієї і тієї фізичної величини у вигляді деякого розкидання одержуємих результатів. Описання і оцінювання випадкових похибок можливе тільки на основі теорії вірогідності і математичної статистики.
До випадкових похибок відносять: похибки методу вимірювання, інструментальні похибки засобів вимірювання, особисті похибки спостерігача, похибки положення засобів вимірювання.
- 4.Інструментальна похибка – це похибка засобу вимірювання, зумовлена недоліками схеми, конструкції, технології виготовлення, умовами експлуатації.
Особисті похибки – це похибки, пов'язані з особистістю спостерігача, з рівнем його кваліфікації, з вадами його зору тощо.

Похибка положення засобу вимірювання, як складова систематичної, для стаціонарних приладів може бути зумовлена неточним встановленням засобу вимірювання відносно положення, що вказане на шкалі цього засобу, або встановленням на панелі, товщина якої не відповідає тій, що рекомендована

Слід зазначити, що й особисті похибки, й похибки положення слід частково віднести й до складових випадкових похибок, особливо при використанні переносних засобів вимірювання, встановлення яких кожного разу дещо відрізняється від попереднього.

Тема 1.3.1: Системи вимірювальних приладів.

Основні питання:

1. Улаштування та принцип дії вимірювального механізму індукційної системи.
2. Улаштування, принцип дії вимірювального механізму вібраційної системи.

Питання до самоконтролю:

1. Вимірювальний механізм індукційної системи.
2. Вимірювальний механізм вібраційної системи.
3. В яких вимірювальних приладах застосовують вимірювальний механізм індукційної системи.
4. В яких вимірювальних приладах застосовують вимірювальний механізм вібраційної системи.

Література:

1. А.Г. Шаповаленко, В.М. Бондар "Основи електричних вимірювань", 2002р.ст 52-55

1. У вимірювальних механізмах індукційної системи обертовий момент рухомої частини створюється внаслідок взаємодії змінного магнітного потоку зі струмами, індукованими в замкненій обмотці, диску чи циліндрі зі струмопровідного не феромагнітного матеріалу. Такий механізм складається з двох обмоток розташованих на нерухомих магнітопроводах та рухомого алюмінієвого диска, закріпленого на осі. При використанні такого механізму в лічильниках електричної енергії одна обмотка вмикається на напругу джерела змінного струму, а друга обмотка вмикається у коло струму, який проходить від джерела до споживача. У цьому разі величина обертового моменту, створюваного механізмом, буде пропорційна споживаній потужності, як і швидкість обертання диска.

Механізми індукційної системи можуть бути використані як в лічильниках електричної енергії так і в вольтметрах або амперметрах.

2. У вимірювальних механізмах вібраційної системи використовується явище механічного резонансу коливань пружних пластин, збуджуваних дією електромагніта змінного струму. Вимірювальний механізм складається з електромагніта, якоря електромагніта, закріпленого на стрижні, що зв'язаний з основою приладу стрічковими пружинами. До стрижня прикріплені пружні пластини, частота власних коливань яких налаштовується за допомогою напоявання різної кількості припою на кінці пластин. При подачі на обмотки електромагніта змінної напруги якір починає вібрувати з частотою вдвоє більшою за частоту напруги, що живить обмотки. Вібрація якоря через стрижень передається пружним пластинам. Проте значна амплітуда вібрації спостерігається лише у тієї пластини, власна частота коливань якої збігається з частотою коливань стрижня. На основі подібних вібраційних вимірювальних механізмів створені частотоміри.

. Тема 1.3.2: Вимірювальні механізми теплової системи.

Основні питання:

1. Улаштування та принцип дії вимірювального механізму теплової системи.
2. Використання вимірювального механізму теплової системи.

Питання до самоконтролю:

1. На чому заснован принцип дії вимірювального механізму теплової системи?
2. Улаштування вимірювального механізму теплової системи?
3. Які прилади виготовляють на основі вимірювального механізму теплової системи?
4. Переваги вимірювального механізму теплової системи в зрівнянні з вимірювальними механізмами інших систем?

А.Г. Шаповаленко, В.М. Бондар "Основи електричних вимірювань", 2002р.ст 55-58

1. В вимірювальних механізмах теплової системи (рис. 1.7) котушки переміщення рухомої частини з покажчиком (стрілкою) відбувається під дією пружних сил натягнутої пружини 1 у разі деформації металевого дроту, крізь який проходить вимірюваний струм.

У цьому механізмі рухома частина складається з ролика 2, стрілки 3 та сектора заспокоювача коливань 8, закріплених на осі з кернами 6. Рухома частина механізму зв'язана з основою приладу через металевий дріт 5, гнучкі нитки 7 і пружину 1. Гнучка нитка 7 охоплює ролик 2 і перебуває завжди у натягнутому стані внаслідок дії сил пружності пружини 1 і металевого дроту 5, з яким вона механічно з'єднана гнучкою ниткою 7. Металевий дріт 5 прикріплено до

ізолюваних від основи приладу затискачів 4, котрі приєднують до контрольованого приладом електричного кола. Якщо прилад використовують як амперметр, то затискачі 4 приєднують у електричне коло послідовно зі споживачем, величину струму якого вимірюють. Якщо ж такий вимірювальний механізм застосовувати у вольтметрі, то один із його затискачів приєднують до резистора додаткового опору, а вільні затискачі вимірювального механізму і вказаного резистора точок електричного потрібно вимірювати приєднують до тих кола, між якими напругу.

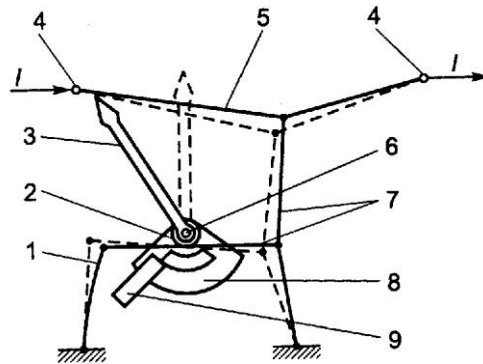


Рис. 1.7 Вимірювальний механізм теплової системи

Звичайно товщини дроту 5 у вимірювальних механізмах амперметра і вольтметра мають суттєво відрізнятися. У механізмі, який бажано використати для амперметра, цей дріт має бути значно товщим за той, який бажано використати для вольтметра, бо йому належить витримати нагрів контрольованим струмом (звичайно це одиниці — десятки ампер). Стосовно ж механізму, призначеного для вольтметра, то там товщина дроту має бути досить малою, щоб дріт був здатний деформуватися від нагріву зовсім малим струмом, обмеженим резистором додаткового опору (це одиниці — десятки міліампер). Постійний магніт 9, поле якого взаємодіє з сектором 8, призначений для заспокоювання коливань рухомої частини приладу після зміни величини струму в дроті 5. При протіканні струму металевим дротом 5 його температура підвищується. Дріт подовжується, що дає змогу пружині 1 перемістити гнучку нитку 7, що охоплює ролик 2. Це призводить до повороту ролика 2 і, разом з ним, до повороту осі рухомої частини механізму та до переміщення стрілки н і довж шкали.

Дріт 5 виготовляють із тугоплавкого матеріалу (з ніхрому чи зі сплавів платини). Шкала приладу, де використано такий вимірювальний механізм, завжди стиснута в початковій своїй частині й розтягнута в кінці. Це зумовлене тим, що потужність, яка витрачається у дроті, пропорційна другому ступеневі величини струму, що по ньому протікає, а температура нагріву дроту й величина його подовження майже пропорційні цій потужності (тобто пропорційні другому ступеневі величини струму). Саме тому, якщо величину подовження дроту за номінального значення струму прийнято за умовну одиницю, за величини струму десь низько 20 % від номінального (це — 1/5 від номінального), величина подовження дроту буде всього приблизно 0,04 (це 1/25) від цієї умовної одиниці. Тобто при струмі 1/5 від номінального відхилення стрілки вздовж шкали становить усього десь близько 4

% від загальної довжини шкали. Тобто початкова частина шкали зовсім непридатна для вимірювань. Саме з цієї причини у подібних приладів робоча ділянка шкали починається не менше ніж від $1/5$ номінального значення вимірюваної величини.

Заздалегідь встановивши ролик 2 на вісь 6 ексцентрично, можна трохи поліпшити характер шкали подібних приладів.

2. На основі вимірювальних механізмів теплової системи виконують вольтметри, міліамперметри та амперметри.

Інші прилади, порівняно з тими, що створені на основі вимірювальних механізмів, які ми розглянули раніше, мають незаперечну перевагу — малу залежність показань від величини частоти вимірюваних напруг і струмів. Це дає змогу рекомендувати прилади теплової системи при вимірюваннях як на постійному, так і на струмах промислової (50...60 Гц), підвищеної (до 10 000 Гц) і навіть високої частоти. Проте бажання використовувати теплові прилади на значних частотах потребує застосування якомога тоншого дроту 5 (щоб зменшити вплив поверхневого ефекту на підвищеній і високих частотах). Але чим тонший дріт, тим меншою буде його тепла інерція. А це призводить до того, що використання подібних приладів на дуже малих частотах (частки — десятки герц) стає неможливим через появу стійких коливань покажчика приладу з частотою, вдвоє більшою за частоту в контрольованому електричному колі.

Для роботи на струмах малих частот (їх часто називають струмами інфранизької частоти) розроблено теплові вимірювальні механізми з *термобіметалевими чутливими до електричного струму елементами*. Такі елементи створюють надзвичайно великі обертові моменти і мають значну теплову інерцію, завдяки чому ними можна користуватись у колах з інфранизькою частотою струмів.

У більшості випадків такі чутливі елементи самі є рухомою частиною вимірювального механізму.

Тема 1.3.2: Вимірювальні механізми логометрів

Основні питання:

1. Визначення та класифікація логометрів.
2. Улаштування та принцип дії вимірювального механізму логометра магнітоелектричної системи.
3. Улаштування та принцип дії вимірювального механізму логометра електромагнітної системи.

Питання до самоконтролю:

1. Надайте визначення логометра.
2. На основі яких вимірювальних механізмів можуть бути виготовлені логометри?
3. Поясніть улаштування та принцип дії магнітоелектричного логометра?
4. Поясніть улаштування та принцип дії електромагнітного логометра

1. Логометри — це вимірювальні прилади, показання яких залежать від відношення двох величин, що сприймаються вимірювальним механізмом логометра. При цьому жодна з цих величин безпосередньо не вимірюється, а пропорційна зміна обох величин не впливає на величину кута відхилення покажчика (частіше — стрілки) рухомої частини механізму.

Логометричні вимірювальні механізми, що використовуються в логометрах, можуть бути:

- магнітоелектричними;
- електродинамічними;
- феродинамічними;
- електромагнітними.

2. Магнітоелектричні логометри найчастіше використовують для вимірювань електричних опорів за допомогою визначення відношення двох струмів: пропорційного величині напруги, до якої приєднано схему з приладом, та такого, що створюється тією самою напругою, але залежить від величини вимірюваного опору.

Головна особливість вимірювальних механізмів логометрів полягає в тому, що у них на рухому частину водночас діють два обертових моменти, направлених у різних напрямках, причому обидва вони створюються взаємодією електричних струмів, що протікають у двох різних обмотках, з магнітним полем, створеним постійним магнітом чи магніторушійною силою третьої обмотки, механічно не зв'язаної з першими двома.

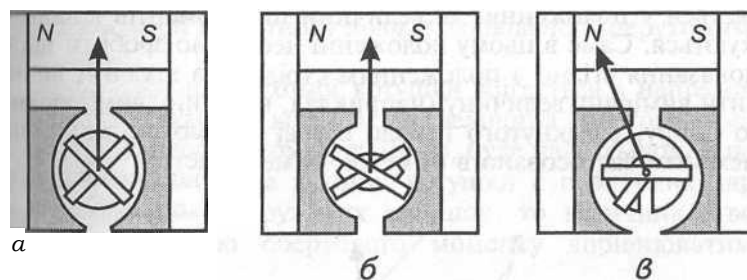


Рис. 4.9
механізми магнітоелектричних логометрів

Рис 1.9 Вимірювальні механізми магнітоелектричних логометрів

Логометричні вимірювальні механізми не мають пружин чи розтяжок, а струм надходить до обмоток, що розміщені на рухомій частині вимірювального механізму, через тонкі «безмоментні» струмопідводи, зроблені з малопружного металу, часто — з золота. Звичайно якийсь, дуже малий, момент такі струмопідводи все ж створюють, але його величина становить кілька десятих часток відсотка, порівняно з моментом дії, що його створює обмотка.

Можливі конструкції магнітоелектричних логометрів показано на рис. 1.9.

Для роботи логометра необхідно, щоб обертовий момент, створюваний обмотками, залежав від кута повороту рухомої частини. Така залежність

досягається: шляхом деякого зближення полюсних частин нерухомого магніта відносно центрального циліндричного магнітопроводу (рис. 1.9, а); шляхом застосування центрального магнітопроводу складної форми (рис. 1.9, б); шляхом зміщення центрального магнітопроводу складної форми вздовж вертикальної осі рисунка і застосування однієї звуженої обмотки, що має всього одну активну сторону, яка переміщується у повітряному проміжку, де діє магнітний потік (рис. 1.9, в).

За відсутності струмів у обмотках положення рухомої частини логометра невизначене. Тобто стрілка приладу, де застосовано логометричний вимірювальний механізм, може перебувати в якому завгодно місці на шкалі. Однак при вимірюванні, коли в обмотках є струми і обертальні моменти обмоток діють один проти одного, рухома частина повертається у положення, де величини цих моментів врівноважуються. Саме в цьому положенні необхідно зробити відлік показання згідно з положенням стрілки на шкалі й визначити виміряну величину (наприклад, величину вимірюваного опору, ввімкнутого в коло однієї з обмоток, якщо цей механізм застосовано в омметрі чи мегомметрі).

2.В електродинамічному логометричному вимірювальному механізмі, який схематично зображено на рис. 1.10, є нерухомі котушки 1, які під дією струму створюють основне магнітне поле, в якому перебувають дві рухомі рамки 2, жорстко закріплені під кутом між собою і з віссю рухомої частини механізму, до якої також прикріплено стрілку 3.

На відміну від подібних механізмів магнітоелектричної системи, в електродинамічному логометричному вимірювальному механізмі не потрібні засоби одержання нерівномірного магнітного поля, що залежить від кута повороту рухомої частини механізму. Навпаки, у більшості електродинамічних логометрів нерухомі котушки роблять досить довгими, щоб одержати в місці дії рухомих рамок рівномірне магнітне поле. Зміни величини обертового моменту при повороті рухомої частини досягають природним шляхом, бо в такому полі величина обертового моменту залежить від величини кута між площиною рухомої рамки і напрямом ліній магнітного поля, створюваного нерухомими котушками.

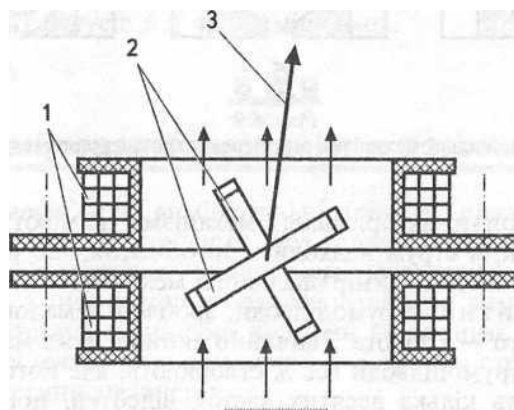


Рис. 4.10

Рис. 1.10 Вимірювальний механізм електродинамічного логометра

Якщо площа рухомої котушки збігається з напрямом лінії поля нерухомих котушок, то величина обертового моменту, створеного рухомою рамкою, буде найбільшою і, навпаки, коли площа рухомої котушки є перпендикулярною лініям поля нерухомих котушок, то величина створюваного рамкою обертового моменту дорівнюватиме нулю.

Таким чином, розташувавши рухомі котушки під кутом одна до одної (у цих механізмів — це близько 90°), можна одержати, бодай у однієї з них, обертовий момент, незмінний за напрямом дії й зі змінною величиною, залежно від величини кута повороту площини рамки у магнітному полі. Цей обертовий момент використовують як момент протидії. В той же час обертовий момент другої рухомої рамки використовують як активний момент дії вимірювального механізму.

Аналогічно магнітоелектричним логометричним вимірювальним механізмам у електродинамічних механізмів початкове положення рухомої частини (за відсутності струму в котушках) буде невизначеним, а за наявності таких струмів стійке положення рухомої частини (і стрілки на шкалі приладу) відповідатиме рівності обертових моментів обох рухомих рамок.

Вимірювальні електродинамічні логометричні механізми використовують головним чином у вимірювальних приладах, що працюють на змінному струмі: у фазометрах, частотомірах, вимірювачах індуктивностей і ємностей. Принципово такі механізми можуть бути використані й на постійному струмі, наприклад, для вимірювання величин опору резисторів, термометрів опору тощо.

Але це робити недоцільно, бо при постійному струмі кращими все ж таки будуть подібні вимірювальні прилади, виконані на основі магнітоелектричних логометричних механізмів. Це пояснюється значно меншою споживаною потужністю, що має особливе значення у переносних приладах, де джерела живлення мають обмежену ємність і де використання приладів на основі електродинамічних логометрів призвело б до передчасного розряджування джерела живлення (сухих елементів чи акумуляторів).

Тема 1.4.1.:Мостові вимірювальні кола.

Основні питання:

1. Улаштування та принцип дії подвійного мосту постійного струму
2. Улаштування та принцип дії вимірювального мосту змінного струму.

Питання до самоконтролю:

1. Улаштування подвійного вимірювального мосту.
2. Призначення та область застосування подвійного вимірювального мосту.
3. Особливості улаштування мостів змінного струму.
4. Що можливо виміряти за допомогою мостів змінного струму?

Література:

1. А.Г. Шаповаленко, В.М. Бондар "Основи електричних вимірювань", 2002р.ст 60-64

1. Подвійні мости постійного струму використовуються для вимірювання малих опорів. Вимірюваний опір приєднується до схеми мосту за допомогою чотирьох затискачів. В схему ввімкнено зразковий опір загальна величина якого незмінна, але опір його середньої частини може змінюватись при переміщенні по ньому рухомого контакту. У схему введено гальванометр, приєднаний до потенційних затискачів вимірюваного опору через два однакових резистора величиною, що значно перевищує як величину вимірюваного опору так і величину зразкового опору виконаного переважно у вигляді реохорда. Гальванометр також приєднано до зразкового опору двома однаковими за величиною резисторами, величина яких звичайно буває більшою за величину резисторів приєднаних до гальванометра у 10,100 і 1000 разів. Подвійний міст живиться від джерела живлення розрахованого на досить значний струм, наприклад до 10 – 20А. За допомогою подвійних мостів постійного струму можна вимірювати малі опори величиною до 10^{-6} Ом.
2. Мости змінного струму використовують для вимірювання параметрів реактивних елементів: величин ємності, індуктивності, діелектричних втрат у конденсаторах і т.і. На відміну від мостових схем постійного струму в мостових схемах змінного струму опір плеч моста носить реактивний характер. Тобто в плечі моста вмикаються реактивні елементи індуктивності, ємності. Напряга живлення на відміну від мостів постійного струму буде не постійною а змінною. Урівноваження мостової схеми забезпечують по черговим регулюванням змінних зразкових опорів або ємностей. Цю процедуру називають кроками, а кількість кроків визначає зходимість моста. Міст з доброю зходимістю має не більше п'яти кроків. Мости змінного струму роблять на низьких частотах: 500 5000Гц. Ости змінного струму більше чим мости постійного струму підпадають під вплив завад і паразитних зв'язків між плечами, плечем і землею і т. п. Тому похибки у мостів змінного струму більше, ніж у мостів постійного струму.

Тема 1.5.1.: Електронні прилади для вимірювання струму.

Основні питання:

1. Особливості вимірювання малих струмів.
2. Улаштування електронного мікроамперметра. Принцип дії електронного мікроамперметра.

Питання до самоконтролю:

1. Які переваги мають електронні амперметри порівняно з магнітоелектричними?

2. Які недоліки електронних амперметрів порівняно з електромеханічними?
3. Яку перевагу мають електричні прилади при вимірюваннях величин струму, порівняно з магнітоелектричними приладами, що працюють із шунтами?

А.Г. Шаповаленко, В.М. Бондар "Основи електричних вимірювань", 2002р.ст 25-26.

1. Вимірювання струму можливо проводити як прямим так і косвеним методами. При прямому вимірі амперметр вмикають послідовно в розрив електричного кола, в якому проводять вимірювання сили струму. Вмикання в досліджуване коло амперметра робить результати вимірювання не точними. Похибка вимірювання буде тим вище чим більше внутрішній опір амперметра. Оскільки між напругою і струмом в електричному колі є лінійний зв'язок, то струм можливо вимірювати косвеним методом. При цьому, виміряв вольтметром напругу на опорі еталонного резистора R_E силу тока знайдемо по формулі: $I_x = \frac{U_{\Sigma}}{R}$ де U_{Σ} – напруга виміряна

вольтметром; I_x – струм який підлягає виміру; R_E – активний еталоний опір відомого номіналу. При вимірюванні малих струмів подібна методика може бути невірною В такому разі в вимірювальних приборах приміняють схему вхідного підсилювального каскаду з достатньо малим опором.

Розглянуті способи вимірювання сили струму малих рівней засновані головним чином на використанні підсилювачів. Для підсилення малих сигналів необхідно мати підсилювач з великим коефіцієнтом підсилення. Сучасний рівень розвитку електронної техніки дозволяє успішно вирішити це завдання. Тому не коефіцієнт підсилення, а внутрішні шуми підсилювача і джерела досліджуемого сигнала визначають можливо досягає мий поріг чутливості при вимірюванні малих сигналів.

Тема 1.6.1.: Цифрові вольтметри з кодоімпульсним перетворенням.

Основні питання:

1. Улаштування та принцип дії цифрового вольтметра з кодоімпульсним перетворенням.

Питання до самоконтролю:

1. Який принцип вимірювання напруги реалізується в цифрових вольтметрах з кодоімпульсним перетворенням.
2. З якою напругою в кодоімпульсних вольтметрах порівнюється вимірюєма напруга.
3. Де виробляється компенсуюча напруга в вольтметрах з кодоімпульсним перетворенням
4. Принцип дії вольтметра з кодоімпульсним перетворенням.

Література:

1. В.И. Нефедов «Электрорадиоизмерения» 2004р. ст. 144-147.

В кодоімпульсних с (порозрядним урівноваженням) цифрових вольтметрів реалізується принцип компенсаційного метода вимірювання напруги. Вимірюємо напруга U_x одержана з вхідного пристрою, порівнюється з компенсуючою напругою U_k виробляємою прецезійним поділювачем та джерелом опорної напруги. Компенсуюча напруга має кілька рівней, квантова них у відповідності з двійково-десятьковою системою зчислення. Наприклад, дворозрядний цифровий вольтметр, призначений для виміру напруги до 100В, може містити слідуєчі рівні напруги: 80,40,20,10,8,4,2,1В.

Порівняння вимірюємої U_x і компенсуючої U_k напруг проводиться послідовно по командам керуючого пристрою. Керуючі імпульси U_y через відповідні інтервали часу перемикають опори прецезійного поділювача таким чином, щоб на його виході послідовно виникали напруги: 80,40,20,10,8,4,2,1В; одночасово до відповідного виходу прецезійного поділювача підключають пристрій порівняння. Якщо U_k більше U_x то с пристрою порівняння надходить сигнал U_{cp} на відключенні в поділювачі відповідного звена, так , щоб зняти напругу U_k . Якщо U_k менше напруги U_x то сигнал з пристрою порівняння не надходить. Після закінчення процесу зрівняння сигнал $U_{код}$ положення ключів прецезійного поділювача і буде тим двійково-десятьковим кодом який зчитується цифровим відліковим пристроєм. Процес вимірювання напруги в кодоімпульсному приборі нагадує взвішування, тому прибори такого типу називають порозрядно – урівноважуючи. Точність кодоімпульсного прибора залежить від стабільності опорної напруги, точності виготовлення поділювача, порога спрацювання порівнюючого пристрою. Для створення нормальної завадозахищенності на вході прибора ставиться завадоподавляючий фільтр, тому такий прибор має добрі технічні характеристики і використовується як лабораторний.

Тема 2.1.1.: Засоби розширення меж вимірювання постійних струмів та напруг.

Основні питання:

- 1.Засоби розширення меж вимірювання постійних струмів.
- 2.Засоби розширення меж вимірювання постійних напруг

Питання до самоконтролю:

1. Що таке шунт та як до нього приєднують вимірювальний прилад?
2. Що таке "внутрішні шунти" та з якими приладами їх застосовують?
3. На які номінальні струми виготовляють шунти?
4. Для чого застосовують додаткові резистори?
5. Яким чином розраховується опір додаткового резистора?

Література:

О.Г. Шаповаленко В.М. Бондар «Основи електричних вимірювань» 2010р ст.238-242

1. Для розширення меж вимірювання постійних струмів служать шунти. Шунт це резистор постійного опору який приєднується паралельно амперметру і опір якого значно менше внутрішнього опору амперметра. Шунт приєднується для відведення частини електричного струму в обхід даної ділянки електричного кола. Шунт виконується з манганінових дротів, стрижнів або штаб, жорстко приєднаних з обох кінців до мідних чи латунних наконечників. Опір шунта розраховується по формулі

$$R_{ш} = \frac{R_A}{n-1}$$
 де n – це відношення струму який треба виміряти до номінального

струму амперметра, називає мий шунтуючим множником.

2. Для розширення меж вимірювання постійних струмів служать додаткові опори. Додатковий опір – це набір точно підібраних елементів опору (котушок, пластин, об'єднаних у одному корпусі й призначених для вмикання послідовно в коло вольтметра або в коло напруги ватметра для збільшення межі вимірювання напруги вольтметра чи межі напруги ватметра. Опір додаткового опору значно більший внутрішнього опору вольтметра і розраховується по формулі $R_d = R_v(n-1)$ де n – це відношення напруги яку треба виміряти до номінальної напруги вольтметра, називаємий множником додаткового опору.

Тема 2.2.1.: Засоби розширення меж вимірювання змінних струмів та напруг.

Основні питання:

1. Вимірювальні трансформатори струму. Схеми вмикання вимірювальних трансформаторів струму.

2. Вимірювальні трансформатори напруги. Схеми вмикання вимірювальних трансформаторів напруги

Питання до самоконтролю:

1. Для чого застосовують вимірювальні трансформатори струму?
2. Для чого застосовують вимірювальні трансформатори напруги
3. Чому не можна розмикати коло вторинної обвитки трансформатора струму?
4. Для чого заземляють вторинні обвитки вимірювальних трансформаторів струму і напруги?

. Література:

1. О.Г. Шаповаленко В.М. Бондар «Основи електричних вимірювань» 2010р ст 242-248

1. Для розширення меж вимірювання змінних струмів та напруг використовують вимірювальні трансформатори струму та вимірювальні трансформатори напруги. Вимірювальний трансформатор струму – це знижувальний електричний трансформатор, що дає змогу вимірювати струм у колах зі значними струмами та з високою напругою за допомогою електричних приладів з відносно невеликими

границями вимірювань. Цей трансформатор зменшує величину струму, що проходить по його первинній обмотці, та ізолює електричне коло, у яке ввімкнено електричний прилад, від кола, де проходить первинний вимірювальний струм. Залежно від виконання первинної обмотки такі трансформатори можуть бути котушковими або одновитковими. Вторинна обмотка трансформатора струму у більшості випадків розрахована на номінальний струм 5А. Всі трансформатори струму розраховані на те, що їхні вторинні обмотки будуть замкнені на амперметри, чи струмові обмотки ватметрів, лічильників та інших приладів, що мають, як і амперметр, досить малий опір.

2. Вимірювальний трансформатор напруги – це знижувальний електричний трансформатор, що дає змогу вимірювати напругу в межах зі значною напругою за допомогою електричних приладів з відносно невеликими границями вимірювань. Трансформатори напруги працюють у режимі, близькому до режиму холостого ходу, і величина опору, приєднаного до його вторинної обмотки, повинна бути не меншою за величину, при якій споживана від вторинної обмотки трансформатора потужність (при напрузі 1000В) не перевищує номінальної потужності трансформатора, позначеної на його табличці. Такий трансформатор зменшує величину напруги до безпечного рівня та ізолює електричну мережу, до якої приєднано первинну обмотку, від електричного кола, в яке ввімкнено вимірювальні прилади або їхні окремі кола (наприклад кола напруги ватметрів, лічильників, фазометрів тощо).

Тема 2.3.1.: Мостові методи вимірювання ємності та індуктивності.

Основні питання:

1. Улаштування і принцип дії мостової схеми призначеної для вимірювання ємності і індуктивності.

Питання до самоконтролю:

1. За допомогою чого одержують найліпші результати при вимірюванні ємності і індуктивності.
2. Рівняння балансу плеч моста.
3. Що служить джерелом живлення в мостах змінного струму.

1. Література:

1. О.Г. Шаповаленко В.М. Бондар «Основи електричних вимірювань» 2010р ст.174-176

При вимірюванні ємності та індуктивності найліпші результати можна одержати за допомогою мостів змінного струму. Плечами моста є три відомих активних або реактивних опорів Z_1, Z_2, Z_3 і невідомий вимірюваний опір Z_x . Принцип роботи мостів змінного струму такий як і мостів постійного струму: при рівності по величині і фазі подільної напруги в Z_1 і Z_x , а також в Z_2 і Z_3 струм в діагоналі моста буде дорівнювати нулю і прилад ввімкнений в дану діагональ покаже ноль. Процес вимірювання значно ускладнюється тим що при урівноваженні моста необхідно забезпечити не тільки необхідне співвідношення числених значень опорів

відповідних плеч, але також і рівенство кутів зсуву фаз між падіннями напруг і струмів в них. При вимірюваннях на мостах змінного струму необхідно регулювати опори двох плеч. Джерелом живлення мостів змінного струму служить мережа змінного струму технічної частоти або генератори підвищеної частоти (1000 – 10000 Гц) Мости змінного струму підрозділяють на наступні класи точності: 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; і 5.

Тема 2.3.2 Вимірювання дуже великих опорів

Основні питання

1. Улаштування та принцип дії потенціометра великого опору
2. Схема вмикання потенціометра в електричне коло

Питання до самоконтролю:

- 1.3 якою метою в коло потенціометра введені заміщувальні декади?
2. Для яких цілей використовуються потенціометри великого опору?
3. Як вимірюють величини опору потенціометром постійного струму?

Література:

1. О.Г. Шаповаленко В.М. Бондар «Основи електричних вимірювань» 2010р ст.174-176

1. Схему потенціометра великого опору наведено на рис. 1.12. У цьому потенціометрі окрім п'яти основних декад є ще три заміщувальні. Ці декади ввімкнено у коло робочого струму потенціометра таким чином, що в разі зменшення (чи збільшення) опору основної декади опори заміщувальних декад відповідно збільшуються (чи зменшуються). При цьому величина загального опору кола робочого струму потенціометра не змінюється. Заміщувати опір першої і п'ятої декад немає потреби, бо їх ввімкнено за потенціометричною схемою, де всі опори цих декад назавжди ввімкнені у коло робочого струму і загальні опори цих декад не залежать від положення рухомих контактів їхніх перемикачів.

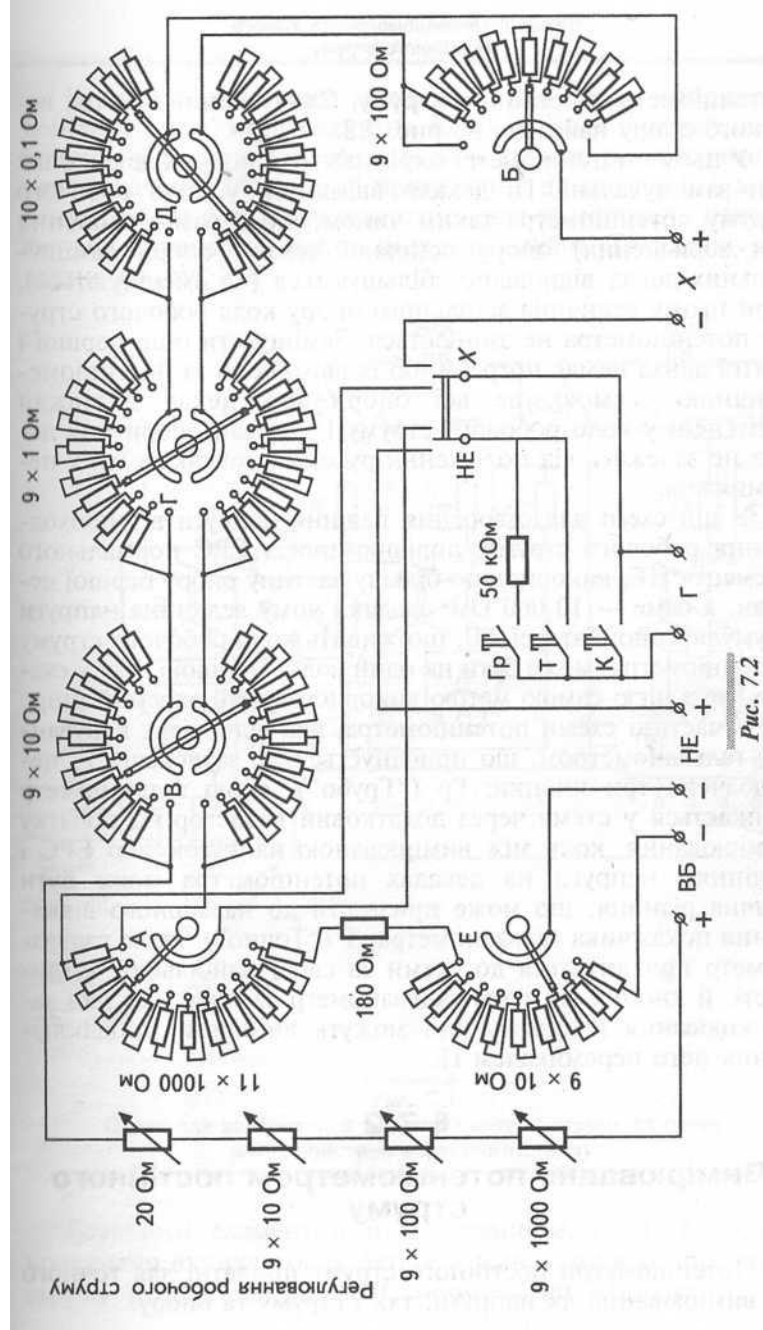


Рис. 7.2
Схема потенціометра великого опору

Рис.1.12 Схема
потенціометра
великого опора

У цій схемі для створення падіння напруги від проходження робочого струму, порівняно з ЕРС нормального елемента НЕ, використано більшу частину опору першої декади, а саме — 10000 Ом, завдяки чому величина напруги акумуляторної батареї АБ, що живить коло робочого струму потенціометра, може бути на один вольт меншою, ніж у схемах, де з цією самою метою використовують окремий опір.

2. У частині схеми потенціометра, яка відповідає керуванню гальванометром, що приєднується до затискачів Г, передбачено три кнопки: Гр (“Грубо”), якою гальванометр вмикається у схему через додатковий резистор на початку вимірювання, коли між вимірюваною напругою або ЕРС і падінням напруги на декадах потенціометра може бути значна різниця, що може призвести до надмірного відхилення покажчика гальванометра; Т (“Точно”), якою гальванометр приєднується до схеми за своєї найбільшої чутливості, й кнопка К, якою гальванометр замикається для заспокоювання коливань, що можуть виникати за відключення його перемикачем П

Тема 2.4.1 Вимірювання параметрів елементів методом урівноважуючого перетворення

Основні питання:

1. Метод урівноважуючого перетворення
2. Улаштування та принцип дії потенціометра постійного струму

Питання до самоконтролю:

1. Визначення і призначення потенціометра.
2. В чому полягає принцип дії потенціометра?
3. Чому дорівнює величина робочого струму в більшості потенціометрів?
4. Яким чином вимірюється величина електрорушійної сили за допомогою потенціометра?

Література:

1. О.Г. Шаповаленко В.М. Бондар «Основи електричних вимірювань» 2010р ст.90-93

1. Потенціометр — це прилад для визначення величин електрорушійних сил, напруг, струмів та опорів компенсаційним методом. Використовуючи потенціометр у сукупності з мірами опору чи вимірювальними перетворювачами, можна вимірювати потужність, температуру, тиск тощо.

Електрорушійна сила чи напруга вимірюються потенціометром без споживання струму. Це можливо тому, що вимірювана потенціометром напруга урівноважується відомою напругою потенціометра, створеною проходженням точно відомого струму по точно відомому опору. Якщо ж струм у гальванометрі, який контролює наявність (чи відсутність) різниці напруг, відсутній, то роблять висновок, що вимірювана напруга і напруга потенціометра рівні між собою.

2. Принципову схему **потенціометра постійного струму** показано на рис. 1.11. Потенціометр, схема якого обведена штриховою лінією, потребує приєднання до нього, окрім вимірюваної напруги U_x ще й акумуляторної батареї АБ, нормального елемента НЕ та гальванометра Г.

Принцип дії потенціометра полягає в тому, що вимірювана напруга U_x величина якої ще не відома, порівнюється з падінням напруги U_{Π} викликаною проходженням відомого робочого струму потенціометра I_p по частинах опорів r_1 і r_2 величини яких точно відомі. Величини частин цих опорів на потенціометрі оператор виставляє, керуючись показами гальванометра Г, прагнучи одержати найменше відхилення його покажчика від нульової позначки.

Величина вимірюваної напруги зчитується за цифрами, що відповідають положенням рухомих перемикачів П1 і П2, бо потенціометр є дводекадним.

Залежно від класу точності потенціометра, число декад опорів (що відповідає числу наявних перемикачів) сягає чотирьох-п'яти.

Величина робочого струму I_p у більшості потенціометрів дорівнює 0,1 чи 1,0 мА. У потенціометрів, розрахованих на вимір ЕРС термопар, цей струм може бути

дещо більшим. Така мала величина робочого струму в потенціометрах дає змогу, точно встановивши його номінальну величину резистором r_b ще до початку вимірювань, протягом тривалого часу його не коригувати, бо акумуляторна батарея АБ, від якої живиться коло робочого струму потенціометра, здатна працювати при номінальних струмах, у тисячі разів більших за струм I_p , і протягом тривалого часу (іноді кількох годин) не буде змінювати величини своєї ЕРС.

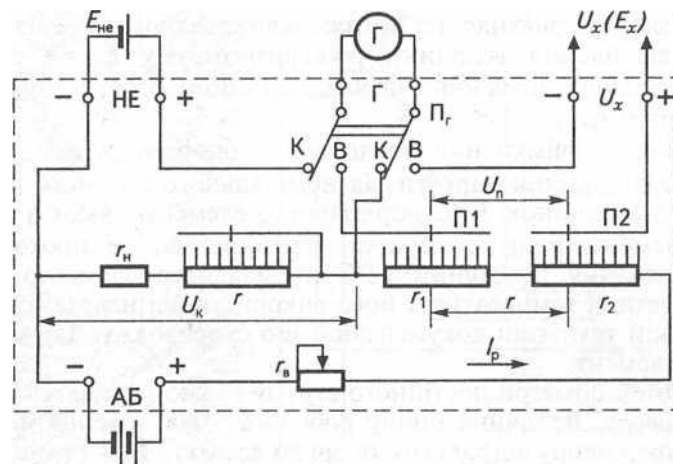


Рис. 7.1

Рис. 1.11 Принципова схема потенціометра постійного струму

Для контролю за величиною робочого струму в робочому колі потенціометра є постійний резистор r_n і регульований, ступінчасто змінюваний (якщо це треба), резистор r_1 . Величина падіння напруги на цих резисторах (при номінальному значенні робочого струму I_p) точно дорівнює ЕРС нормального елемента НЕ. Про рівність $E_{не}$ і U_k свідчитиме відсутність відхилення покажчика гальванометра після перемикавання його перемикачем Π_r з положення В (“вимір”) у положення К (“контроль”).

Наявність відхилення покажчика гальванометра свідчить про відхилення величини робочого струму I_p від свого номінального значення і необхідність його коригування резистором r_b .

Опір r_1 , ввімкнений послідовно з опором r_n , дає змогу узгодити падіння напруги від номінального робочого струму I_p з величиною ЕРС нормального елемента, яка є у цього елемента при температурі приміщення, де проходить вимірювання. Величини ЕРС нормального елемента при конкретних температурах його використання наведені у заводській технічній документації, що супроводжує нормальний елемент.

Потенціометри постійного струму бувають великого і малого опору. Величина опору робочого кола потенціометрів великого опору від кількох тисяч до десятків тисяч омів, робочі струми — 0,1 або 1,0 мА. Вони здатні вимірювати ЕРС і напруги величиною до 1,0...2,0 В. Величини опору робочого кола потенціометрів малого опору від кількох десятків до кількох тисяч омів, а робочі струми — 1,0; 10 або 100 мА. Вони здатні вимірювати ЕРС і напруги величиною до 0,1 В. Для вимірів більших значень ЕРС і напруг застосовують подільники напруги.

Потенціометри великого опору використовують для градування і повірки приладів з класами точності 0,1; 0,2 і 0,5 (для менш точних приладів доцільно користуватись зразковими приладами безпосереднього відліку). Потенціометри малого опору використовують головним чином для вимірювання ЕРС термопар. Розглянута принципова схема (див. Рис. 1.11) є істотно спрощеною і наведено її лише для пояснення принципу дії потенціометра постійного струму.

Тема 3.2.1: Основні параметри електронно-променевої трубки.

Основні питання:

- 1.Чутливість електронно-променевої трубки.
2. Полоса пропускання.
- 3 Тривалість післясвічення. Площа екрану.

Питання до самоконтролю:

- 1.Що таке чутливість ЕПТ і як вона визначається?
- 2.Що таке полоса припущення ЕПТ і як вона впливає на чутливість?
- 3.Світові параметри ЕПТ.

Література:

1. А.Г. Шаповаленко, В.М. Бондар "Основи електричних вимірювань", 2002р.ст97-100.

1.Основні характеристики електронно – променевої трубки - чутливість, полоса пропускання, тривалість після свічення, площина екрана. Чутливість трубки $S_T=L_T/U_T$, де L_T -відхилення луча на екрані трубки під дією напруги U_T , прикладеної до пари відхиляючих пластин. В більшості випадків S_T складає 1 мм/В. Із збільшенням частоти досліджуємого сигналу чутливість трубки зменшується.

2.Верхню межу полоси пропускання ЕПТ встановлюють на рівні, де чутливість складає приблизно 0,7 від номінального значення. Для універсальних осцилографів широкого застосування ця частота досягає 200 МГц. В сучасних осцилографах часто використовують багатопроменеві трубки; для чого збільшують кількість електродів. Більш економічним є використання однопроменевого осцилографа в режимі подачі двох сигналів на відхиляючі пластини. За рахунок ефекта після свічення трубки і властивості ока людини на екрані спостерігається одночасове зображення двох сигналів, які наразі подають по чергові.

3.До світових параметрів ЕПТ Відносять:
Діаметр світового п'ятна, котрий при достатній яркості визначаєдозволяючу властивість ЕПТ.
Максимальна яскравість свічення екрана, залежить від щільності електронного променя і регулюється зміною негативної напруги на модуляторі.
Колір свічення екрана, найчастіше використовується зелений і жовтий кольори які забезпечують найменшу стомлюваність очей.
Час післясвічення, для покращення візуального прийняття осцилограми час свічення екрана повинен бути більше часу впливу на нього електронів.

Тема 3.3.1.:Резонансні методи вимірювання частоти. Основні питання:

- 1.Принцип дії вібраційного частотоміра.
- 2.Улаштування і принцип дії електродинамічного частотоміра

Питання до самоконтролю:

- 1.Яке явище використовується в частотомірах вібраційної системи
- 2.Як улаштован частотомір електродинамічної системи
- 3.Принцип дії частотоміра електродинамічної системи.
- 4.Чому в частотомірі на основі електродинамічної системи відсутнє пристосування для створення протидіючого момента

1. Література:

1. О.Е. Евдокимов «Общая злектротехника», 1990г., ст. 167-172.

1.В енергетиці чи не найбільшого поширення набули електромагнітні вібраційні частотоміри. Їхня дія базується на явищі механічного резонансу коливань пружних пластин під дією збуджувальних коливань, створюваних силами тяжіння електромагніта, котушка котрого живиться від джерела змінного струму, частоту якого бажано виміряти.

2.Електродинамічні частотоміри – це прилади зі стрілковим покажчиком, виконані на основі електродинамічного логометра. Вони відрізняються відносно високим класом точності, зручністю в користуванні, бо дають можливість робити відлік за положенням стрілки на шкалі, градуйованій безпосередньо у герцах. Електромагнітний частотомір виконано на основі двокотушкового електромагнітного логометра, котрий має на своїй рухомій частині два феромагнітних осердя, кожне з яких взаємодіє з одною із нерухомих котушок. Обертові моменти електромагнітних систем, до яких входять згадані котушки і осердя, спрямовані зустрічно. Кожну з обмоток котушок ввімкнено послідовно з дроселем конденсатором, які налаштовано в резонанс на відмінні величини частот. Одна – нижче за найменшу вимірювану частоту, друга – вища за найбільшу вимірювану частоту. Завдяки цьому рівність обертових моментів, що діють протилежно, в згаданих раніше системах буде одержано при різних величинах вимірюваної частоти у певних положеннях покажчика приладу на шкалі. Рухома частина цього приладу не має ні моментних пружин, ні безмоментних струмо підводів.