

1. polrok

otázky

Jednotky sústavy SI

Chyby merania

Ťlmenie meracích prístrojov

Presnosť meracích prístrojov

Vlastná spotreba meracieho prístroja

Konštanta a citlivosť meracieho prístroja

Vonkajšie vplyvy na merací mechanizmus

Magnetoelektrické prístroje

Elektromagnetické prístroje

Elektrostatické prístroje

Elektrodynamické prístroje - wattmeter

Indukčné prístroje - elektromer

Rezonančné prístroje - frekventomer

Osciloskop, jeho časti

Osciloskop, vlastnosti, synchronizácia ČZ

VÝZNAM A ÚČEL ELEKTROTECHNICKÝCH MERANÍ

Meranie je proces poznávania spočívajúci v porovnávaní meranej veličiny s niektorou jej hodnotou, ktorá bola prijatá za jednotku. Elektrické meranie je proces, pri ktorom sa určujú veľkosti rôznych elektrických meraní. Zariadenie, ktoré slúži na porovnanie meranej veličiny s jednotkou merania, sa nazýva merací prístroj.

MERACIE JEDNOTKY

SI rozlišujeme:

- základné jednotky* - meter, kilogram, sekunda, ampér, kelvin, mol a kandela
- odvodené jednotky* - vytvárajú sa kombináciou základných jednotiek
- doplnkové jednotky* - pri nich nie je určené, či sú to základné jednotky alebo odvodené jednotky; patrí sem radián a steradián.
- vedľajšie jednotky* - minúta, hodina, deň, uhlový stupeň, uhlová minúta, sekunda, grad, stupeň Celzia, liter, tona.

CHYBY A PRESNOSŤ MERANIA

ROZDELENIE CHÝB Z HĽADISKA MERANIA

- Sústavné chyby* sú zväčša zapríčinené nedokonalosťou a nepresnosťou meracích prístrojov alebo nepresnosťou použitej meracej metódy.
- Náhodné chyby* vznikajú z náhodných príčin, vyskytujú sa iba občas a nepravidelne. Sú zapríčinené najmä náhlymi zmenami teploty, vlhkosti vzduchu.
- Omyly* vznikajú nepozornosťou merajúcej osoby, nesprávnym postupom pri meraní, nesprávnym odčítaním na stupnici prístroja.

ABSOLÚTNA A RELATÍVNA CHYBA MERANIA

Absolútna chyba merania

$$\Delta X = X_N - X_S$$

kde X_N je nameraná hodnota meranej veličiny a X_S - skutočná hodnota meranej veličiny. Môže mať kladné alebo záporné hodnoty. *Relatívna chyba* je pomer absolútnej chyby ku skutočnej hodnote meranej veličiny v percentách.

ELEKTROMECHANICKÉ MERACIE PRÍSTROJE

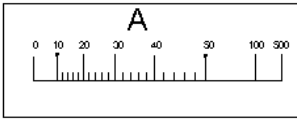
$$\delta_r = \frac{\Delta X}{X_S} \cdot 100\%$$

Skladajú sa z 2 častí:

- Merací systém - ak naň pôsobí meraná veličina - napr. prúd - vzniká v ňom moment sily, ktorý pôsobí na
- ukazovaciu časť, ktorá sa pohne a ukáže meranú hodnotu

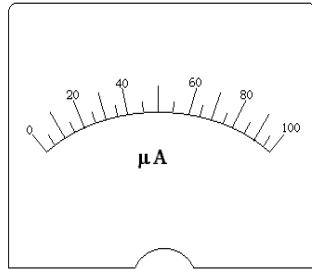
ZARIADENIE NA ODCÍTAVANIE MERACÍCH ÚDAJOV

Ukazovacie zariadenie sa skladá u ukazovateľa a číselníka. Najčastejšie je to ručička, ktorá ukazuje hodnotu meranej veličiny na stupnici. Veľmi citlivé prístroje majú ukazovaciú časť riešenú tak, že ručička je nahradená *svetelným lúčom*. Tento lúč sa premieta na zrkadielko upevnené na otočnej časti systému. *Číselník* je tá časť ukazovacieho zariadenia, na ktorej je zobrazená stupnica s číslami a iné predpísané znaky a značky. Jeho hlavnou časťou je *stupnica*. Môže byť stupnica *rovnomerná (lineárna)* alebo *nerovnomerná*.



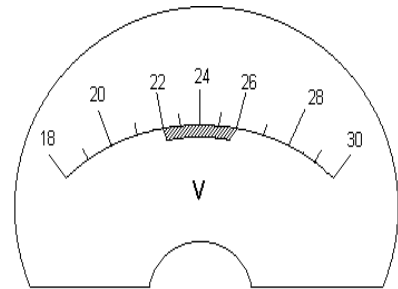
lineárna stupnica

stupnica bezpečnostného prístroja na ktorej sú hranice meracieho rozsahu vyznačené bodkami



stupnica s potlačenou nulou

nulou



Číslo	Označenie	Značka
	Symboly vyznačujúce druh prúdu meraného prístroja	
B-1	Jednosmerný prúd	
B-2	Striedavý prúd	~
B-3	Jednosmerný a striedavý prúd	~
B-4	Trojfázový prístroj s jedným prúdovým okruhom a jedným napätovým okruhom	~ ~ ~
B-5	Trojfázový prístroj s dvoma prúdovými okruhmi a dvoma napätovými okruhmi	~ ~ ~ ~ ~
B-6	Trojfázový prístroj s tromi prúdovými okruhmi a tromi napätovými okruhmi	~ ~ ~ ~ ~ ~ ~
	C Značky ktoré vyjadrujú skúšky elektrickej pevnosti	
C-1	Skúšobné napätie 500V	☆
C-2	Skúšobné napätie vyššie ako 500V (napr. 2kV)	☆
C-3	Značka prístroja, pri ktorom sa nerobí skúška elektrickej pevnosti	☆
	D Značky polohy	
D-1	Prístroje určené na používanie vo zvislej polohe	⊥
D-2	Prístroje určené na používanie vo vodorovnej polohe	┌
	E Značka tried presnosti	
E-1	Značka triedy, ktorá sa vzťahuje na chyby vyjadrené v % najväčšie hodnoty meracieho rozsahu (napr. 1,5)	1,5
E-2	Značka triedy, ktorá sa vzťahuje na chyby vyjadrené v % dĺžky (napr. 1,5)	1,5 ✓
E-3	Značka triedy, ktorá sa vzťahuje na chyby vyjadrené v % skutočnej hodnoty (napr. 1,5)	①.5
	F Značka na označenie systému prístroja	
F-31	Značka uzemňovacej svorky	⊥
F-32	Nastavovač nulovej polohy	⊖



Na číselníku MP je okrem stupnice uvedené:

- značka výrobcu
- výrobné číslo
- značka meranej veličiny
- značka meracej sústavy
- značka skúšobného napätia
- poloha pri meraní
- druh prúdu s frekvenciou
- trieda presnosti a iné

Ručky môžu mať rôzny tvar – kopijovitá, nožová alebo jazýčková.

Uloženie pohyblivej časti meracieho mechanizmu

Musí spĺňať tieto požiadavky:

- ľahké
- malé trenie
- odolné voči otrasom
- presná poloha

Používa sa:

1. Ložiskové uloženie
 - a. hrotové
 - b. čapové
2. Závesné
 - a. jednoduché
 - b. dvojité

Na spoločnom vlákne z bronzu alebo kremíka visí zrkadielko aj cievka, ktorá vlákno pri meraní stáča a tým otáča aj zrkadlo, ktoré tým mení smer svetelného lúča na stupnici.

Otočná časť býva zabezpečená pred poškodením rpi manipuláciou alebo prenosom ARETÁCIOU. Tá vyradí pohyblivú časť prístroja z pohybu. Býva mechanická alebo elektrická.

Tlmenie meracích prístrojov

Pre správne a rýchle odčítanie potrebujeme, aby sa otočná časť systému s ručičkou čo najrýchlejšie a bez prekmitov ustálila na hodnote príslušajúcej hodnote meranej veličiny. To zabezpečí tlmenie. Podľa konštrukcie rozoznávame tlmenie:

- Vzduchové – ručička pri pohybe tlačí pred sebou vzduch a stláča ho
- Kvapalinové – je podobné, len s kvapalinou - olejom
- Magnetické – pomocou magnetického poľa vírivých prúdov v Al kotúči

Zariadenia na vytvorenie direktívnej sily

Je to, ktoré spôsobí, že po privedení meranej veličiny sa ručička pohne a zaujme príslušnú polohu. Pôsobením meranej veličiny na otočnú časť systému vzniká *moment systému* MS , ktorý vychýli ručičku z nulovej polohy do polohy zodpovedajúcej hodnote meranej veličiny. Ak hodnota meranej veličiny klesne na nulu, musí sa otočná časť systému vrátiť do pôvodnej polohy. To zabezpečuje *direktívny (radiaci) moment* MD . Pri meraní otočná časť systému zaujme takú polohu, v ktorej sú moment systému a direktívny moment rovnako veľké, teda $MS = MD$.

Direktívny moment možno vytvoriť

1. *pružinou špirálového tvaru*, ktorá je jedným koncom upevnená na oske otočnej časti, druhým koncom na niektorej pevnej časti meracieho systému.
2. *protizávažím na ručičke*
3. *skrúcaním kovového vlákna* – ak je závesné uloženie ukazovacej časti

Základné pojmy používané pri meraní s meracími prístrojmi

Rozsah meracích prístrojov

Merací rozsah prístroja je určitým špeciálnym spôsobom vyznačená časť rozsahu stupnice, kde môžeme merať s predpísanou presnosťou. Väčšinou je to prepínač rozsahov. Udáva sa v jednotkách meranej veličiny (napr. 30V).

Merací rozsah stupnice je celá dĺžka stupnice daná okrajovými hodnotami. Udáva sa v dielikoch (napr. 10d).

Konštanta meracieho prístroja K je hodnota meranej veličiny pripadajúca na jeden dielik stupnice. Teda $K = \text{rozsah prístroja} / \text{rozsah stupnice}$ ($30V/10d = 3V/d$).

Citlivosť meracieho prístroja C je to prevrátená hodnota konštanty K . Udáva o koľko dielikov sa ručička vychýli pri meraní 1 jednotky. V uvedenom príklade je to $1/3 d/V$.

Presnosť meracieho prístroja jeho trieda presnosti

Presnosť meracieho prístroja je daná hraničnou chybou. Je vyznačená na stupnici ako číslo nad znakom či prístroj meria jednosmerné alebo striedavé veličiny.

Hraničná chyba (najväčšia dovolená chyba), podľa ktorej sa vo väčšine prístrojov posudzuje presnosť prístroja, sa vyjadruje v percentách najväčšej hodnoty rozsahu. Takže pri rozsahu 200V a triede presnosti 2,5% je najväčšia dovolená chyba prístroja $\pm 5V$.

Prístroje zaraďujeme do niektorých tried presnosti:

- 0,1%; základné prístroje, ktoré sa používajú na kontrolu veľmi presných laboratórnych prístrojov,
- 0,2%; veľmi presné laboratórne prístroje,
- 0,5%; presné laboratórne prístroje,
- 1% ; montážne a laboratórne prístroje,
- 1,5%; niektoré montážne a presné rozvádzačové prístroje,
- 2,5%; rozvádzačové prístroje,
- 5% ; iné menej presné prístroje.

Preťažiteľnosť meracích prístrojov

Udáva, ako prístroj znáša prekročenie max. hodnoty rozsahu.

Trvalé preťaženie, nazývame tiež *tepelné*, musia zniesť všetky prístroje bez poškodenia dlhodobo.

Krátkodobé preťaženie, nazývame tiež *dynamické*, nastáva pri prudkom zvýšení prúdu alebo napätia na krátky čas.

Elektrická pevnosť prístrojov

Elektrická pevnosť prístrojov je vyjadrená skúšobným napätím, ktoré izolácia zniesla 60 sekúnd.

Vlastná spotreba meracích prístrojov

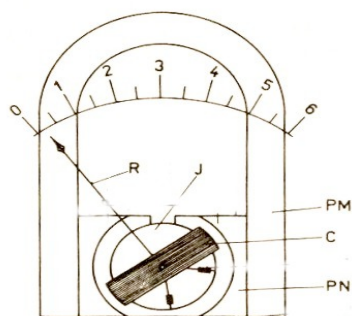
Vlastná spotreba meracích prístrojov je príkon odoberaný prístrojom z obvodu na dosiahnutie plnej výchylky. Vlastná spotreba zatažuje meraný obvod a spôsobuje *oteplenie*. Udáva sa vo wattoch pre jednosmerné prístroje a vo VA pre striedavé prístroje.

Rušivé vplyvy pôsobiace na merací mechanizmus

1. Teplota – uplatňuje sa najčastejšie. Prístroje sú vyhotovené a nastavené tak, aby merali najpresnejšie pri teplote 20°C. Vplyv teploty obmedzujeme prirodzeným chladením.
2. Cudzie magnetické polia, vytvorené prípadne aj inými prístrojmi, môžu značne ovplyvniť presnosť merania.
3. Elektrostatické pole môže tiež značne ovplyvniť presnosť merania.
4. Presnosť merania sa môže zhoršiť aj mechanickými vplyvmi. Prudkým nárazom sa môže deformovať ručička, pri mechanických nárazoch sa môže poškodiť uloženie otočnej časti.

MAGNETOELEKTRICKÉ PRÍSTROJE (DEPRÉZSKE)

Princíp:



meraný prúd sa privádza do cievky C, okolo nej sa vytvorí magnetické pole. Okolo cievky je magnetické pole stáleho magnetu PM a silové pôsobenie oboch polí spôsobí, že sa cievka s ručičkou R natočí. Merajú len jednosmerné veličiny. PN sú pólóvé nadstavce, J je jadro.

Tlmenie je magnetické. Vytvárajú ho vírivé prúdy indukované v hliníkovom rámečku, na ktorom je navinutá cievka.

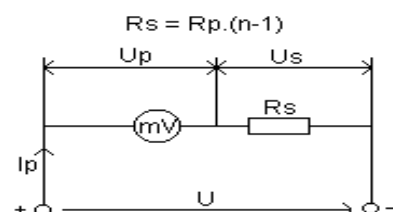
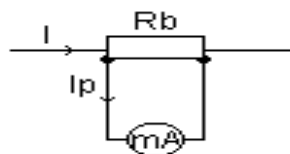
Zmena rozsahov

Rozsah zväčšujeme pri

- a) ampérmetri bočným - R_b

$R_b = R_p / n - 1$, kde R_p je odpor prístroja a n je počet koľkokrát chceme zväčšiť jeho rozsah.

- b) Voltmetri predradeným rezistorom R_s



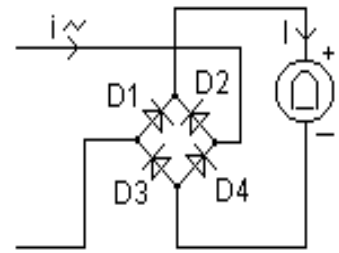
Vonkajšie vplyvy

1. Teplota - zmeny teploty sa najviac prejavujú zmenou odporu cievky.
2. Vonkajšie magnetické polia - pretože indukcia vo vzduchovej medzere je veľká, vplyv cudzích magnetických polí je zanedbateľný.

Použitie

Magnetoelektrické prístroje sú vhodné na meranie jednosmerného prúdu a napätia vo veľmi veľkých rozsahoch (prúdy od μA do kA, napätia od mV do kV). Majú malú vlastnú spotrebu (od μW do mW), sú však citlivé na hrubé mechanické a elektrické zaobchádzanie.

Ak zapojíme magnetoelektrický prístroj na striedavý prúd, systém nestačí sledovať okamžité zmeny prúdu a ustáli sa na strednej hodnote. Pre harmonický priebeh sa táto hodnota rovná nule. Preto na meranie striedavých veličín sa používa usmerňovač.



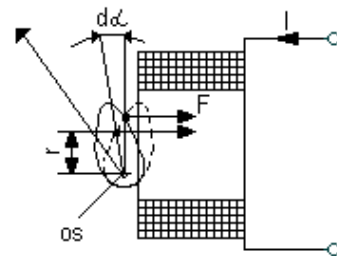
Polovodičový mostíkový usmerňovač

Použitý usmerňovač plní funkciu prevodníka striedavého napätia na jednosmerné. V-A charakteristika polovodičového usmerňovača nie je lineárna, preto je nerovnomerná aj stupnica prístroja pre striedavé veličiny. Tento usmerňovač umožňuje merať až do 20kHz. Okrem polovodičových sa používa aj termoelektrický prevodník – termočlánok, ktorý sa môže použiť aj na nesinusové priebehy do 100 MHz, ale má väčšiu vlastnú spotrebu, malú preťažiteľnosť, len jeden rozsah a tepelnú zotrvačnosť.

FEROMAGNETICKÉ (ELEKTROMAGNETICKÉ) PRÍSTROJE

Feromagnetický prístroj s plochou cievkou

Pliešok z magneticky mäkkého materiálu je vplyvom magnetického poľa cievky vtáhaný do úzkej medzery cievky. Čím je prúd v cievke väčší, tým je pliešok viac vtáhaný do cievky.



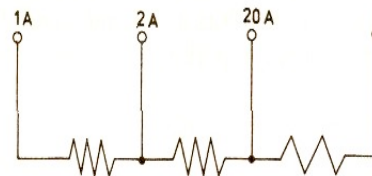
Feromagnetický prístroj s plochou cievkou

Vlastnosti a použitie

Používajú sa ako ampérmetre a voltmetre. Merajú jednosmerné aj striedavé veličiny, častejšie sa používajú na striedavé. Vydržia veľké preťaženie. Sú jednoduché a lacné.

Zmeny rozsahov

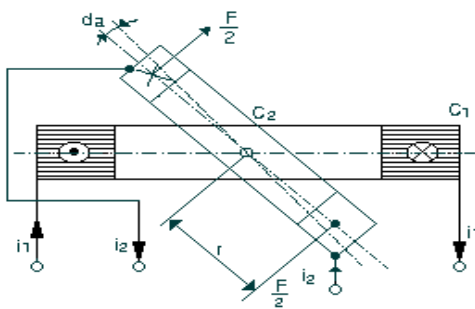
1. ampérmetrov sa realizujú prepínaním počtu závitov cievky. Každý rozsah má samostatnú stupnicu.
2. voltmetrov sa uskutočňujú predradenými rezistormi, môžu sa kombinovať s prepínaním odbočiek cievky.



Vonkajšie vplyvy

1. Teplota pri voltmetroch
2. Magnetické polia pôsobia silno, odstráni sa magnet. tieniťm

ELEKTRODYNAMICKÉ PRÍSTROJE (Feromagnetické)



Princíp

Pri meraní ja prúd privádza do pevnej a aj do pohyblivej cievky. Okolo cievok sú magnetické polia, ktoré na seba pôsobia tak, že sa pohyblivá cievka natáča spolu s ručičkou dovtedy, kým sa obe magnetické polia nevyrovnejú. Prúd do pohyblivej cievky sa privádza špirálovými pružinami, ktoré vytvárajú aj direktívny moment. Tlmenie je vzduchové.

a – konštrukčné usporiadanie, b – silové pôsobenie, C₁ – pevná cievka, C₂ – pohyblivá cievka, VT – vzduchové tlmenie, R – ručička

Vonkajšie vplyvy

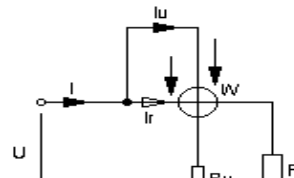
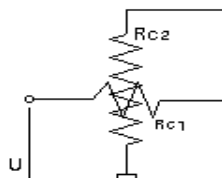
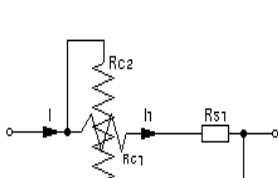
1. Vplyv teploty - je malý
2. Vplyv vonkajších magnetických polí - môže mať veľký vplyv. Vplyv cudzích magnetických polí sa znižuje tieniťm z feromagnetického krytu.
3. Vplyv vonkajších elektrických polí - je prakticky zanedbateľný.

Vlastnosti

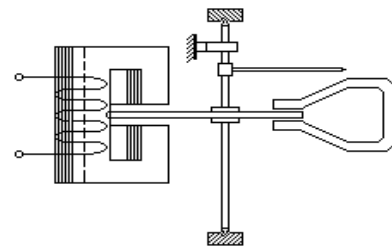
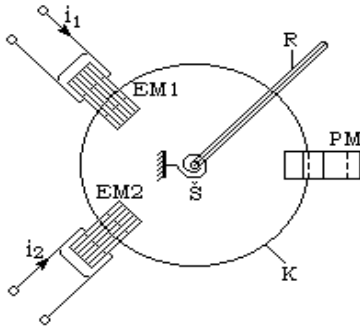
preťažiteľnosť je malá. Nevýhodou je, že pri meraní na ručičke nemusí byť preťaženie jednej z cievok vodiť.

Použitie

1. ampérmetre - Pri meraní malých prúdov (do 500 mA) zapájame cievky do série. Pre väčšie prúdy zapájame cievky paralelne.
2. voltmetre - Pri meraní napätia zapájame cievky do série a predradíme im predradený rezistor R_s.
3. wattmetre - elektrodynamický prístroj je vhodný aj na meranie výkonu (v zapojení ako wattmeter). Cievky zapájame do obvodu tak, že pevnú cievku zapojíme do série so záťažou Z. Nazývame ju potom prúdová cievka. Je hrubá a má málo závitov. Pohyblivú cievku zapájame paralelne k záťaži; nazývame ju napäťová cievka. Tá má veľa závitov a je z tenkého drôtu.



INDUKČNÉ PRÍSTROJE (FERRARISOVE)



- otočná časť s kotúčom, EM₁, EM₂ – elektromagnety, R – ručička, Š – direktívna špirála, PM – permanentný magnet, K - kotúč

Princíp indukčného pr. s 2 striedavými magnetickými tokmi

Prúdy v oboch cievkach vytvoria magnetické polia, tie spôsobia v Al kotúči vírivé prúdy a okolo nich sú slabé vírivé magnetické polia. Tieto polia sa navzájom snažia dobehnúť, ale keďže sú cievky upevnené, hýbe sa len Al kotúč.

Vonkajšie vplyvy

veľký je vplyv teploty, frekvencie. Keďže elektromery sú v bytovkách alebo domoch, neuplatňujú sa.

Použitie

v súčasnosti sa používajú len ako elektromery.

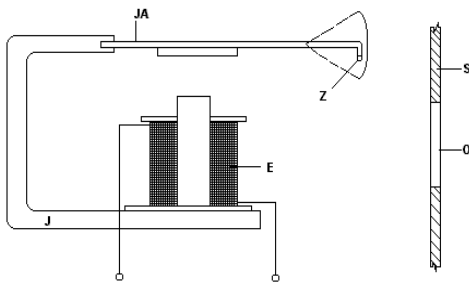
REZONANČNÉ ELEKTROMECHANICKÉ PRÍSTROJE

využívajú mechanickú rezonanciu pohyblivej časti prístrojov s kmitmi meraného elektrického prúdu. Patrí sem najmä vibračný frekventomer.

Princíp

Prístroj sa skladá z elektromagnetu, jadra a jazýčkov z priečneho oceľového plechu. Tieto jazýčky tvoria pohyblivú časť jazýčkového vibračného frekventomera. Každý jazýček je mechanicky naladený na určitú vlastnú rezonančnú frekvenciu. Pri meraní frekvencie striedavý prúd prechádza cez elektromagnet, ten rozkmitá celé jarmo a od neho sa rozkmitá len jazýček s tou istou rezonančnou frekvenciou.

JA – jazýček, Z – zástavka, E – elektromagnet, J – jarmo, O – okienko, S – stupnica



POMEROVÉ PRÍSTROJE

merajú pomer dvoch elektrických veličín. Rovnováha nastáva v polohe, pri ktorej sa navzájom rovnajú moment systému jednej a druhej meranej veličiny; momenty musia pôsobiť proti sebe.

Osciloskop

Je elektronický prístroj na meranie tvaru, amplitúdy, frekvencie a fázového posuvu signálov. Jeho výhodami sú veľký vstupný odpor, vysoká citlivosť, malá zotrvačnosť a široký frekvenčný rozsah. Skladá sa:

1. obrazovka – vákuová elektrónka, kde sú elektróny vytrhávané z katódy vysokým napätím a po dopade na vrstvu luminoforu sa tento materiál rozsvieti. Svieta tým viac, čím je viac elektrónov. Chceme, aby sa lúč pohyboval po celej obrazovke – zľava hore až po vpravo dole. To sa robí:
 - magnetickým poľom – v TV
 - elektrostatickým poľom – v osciloskopoch najčastejšie
2. vertikálny vychýľovací systém – vychýľuje v zvislom smere pomocou elektrostatického poľa, pripájame naň neznáme merané napätie

3. horizontálny vychýľovací systém – vychýľuje vo vodorovnom smere, tiež elektrostatickým poľom, robí to osciloskop sám, volá sa to obvod časovej základne, ktorá aby obraz na obrazovke stál – musí synchronizovať časovú základňu, čo znamená:
 - zistiť frekvenciu neznáameho meraného napätia
 - nastaviť frekvenciu oscilátora časovej základne OČZ tak, aby jeho frekvencia bola celočíselným násobkom frekvencie meraného napätia. Napr. ak meriame frekvenciu 1000Hz, časová základňa musí mať 1000, 2000, ... alebo 500, 250Hz, aby obraz stál – bol synchronizovaný.
4. napájanie a ostatné obvody

Požiadavky na osciloskop používaný v televíznej technike:

1. Dostatočný jas a citlivosť
2. Kvalitná synchronizácia
3. Šírka pásma 17.5MHz pri poklese o 1dB
4. Veľký vstupný odpor, malá vstupná kapacita

Niektoré osciloskopy sú pamäťové, čiže po zobrazení zmeraného signálu sú schopné pamätať si jeho tvar dovtedy, kým nie je vymazaný užívateľom.

2.polrok

otázky

Meranie U
Meranie I
Meranie R VA metódou
Mostíková metóda merania odporu
Meranie zemného odporu
Meranie R nepriamo
Meranie LC VA metódou
Meranie LC rezonančnou metódou
Meranie el. výkonu
Meranie el. práce
Meranie prevodu transformátora
Meranie transformátora naprázdno
Meranie transformátora nakrátko
Číslicové MP
Prevod U na číslo - dvojtaktná integračná metóda

Meranie napätia a prúdu

Napätie sa meria Voltmetrom, čo je prístroj, ktorý sa zapája priamo na svorky zdroja meraného napätia, čiže paralelne k zdroju. Jeho vnútorný odpor je preto čo najväčší, teda cievka voltmetra je z tenkého drôtu s veľkým počtom závitov.

Zmena rozsahu voltmetra sa robí predradeným odporom do série s voltmetrom. Jeho veľkosť je $R_p = R_v \cdot (a - 1)$, kde R_v je odpor voltmetra a a je koľkokrát chceme rozsah voltmetra zväčšiť.

Prúd sa meria Ampérmetrom, ktorý sa zapája do série so záťažou, vez ktorú prúd meriame. Jeho odpor je teda minimálny, lebo by zmešil meraný prúd. Jeho cievka je teda z hrubého drôtu s veľkým počtom závitov.

Zmena rozsahu sa robí bočníkom, teda odporom, ktorý sa zapája paralelne k ampérmetru. Jeho veľkosť sa určí podľa $R_b = R_a / (a - 1)$, kde R_a je odpor voltmetra a a je koľkokrát chceme rozsah ampérmetra zväčšiť.

Meranie odporu

1. Voltampérová metóda
Spočíva v zapojení meraného odporu na zdroj napätia, a zmeraní tohoto napätia a prúdu cez odpor. Potom $R = U/I$. Túto metódu využívajú aj súčasné Ohmmetre a univerzálne meracie prístroje, vo vnútri pripoja meraný odpor na svoj vnútorný zdroj – baterku a zmerajú prúd cez odpor pretekajúci. Na displeji ve vlastne prúd prepočítaný na ohmy.
2. Mostíková metóda
Spočíva v pripojení neznámeho odporu R_x na svorky meracieho mostíka. Ten tvoria ďalšie 3 odpory, ktorých hodnota sa dá meniť – otáčaním a prepínaním, a citlivý ampérmeter – galvanometer. Úlohou je dostať zmenou odporov mostík do rovnováhy – hovoríme že je vyvážený – tak, aby ručička galvanometra ukazovala 0. Potom z hodnôt na premenlivých odporoch odčítame hodnotu odporu. Používa sa Wheatstonov a Thomsonov mostík.
3. Porovnávaním odporov
Spočíva v porovnávaní nášho neznámeho odporu a známych odporov. Porovnávajú sa prúdy tečúce cez neznámy a známy odpor. Napr. ak cez 10Ω tečie prúd 5mA a cez náš neznámy odpor tečie 10mA , jeho veľkosť je polovičná, teda 5Ω (lebo prúd je dvojnásobný).

Meranie zemného odporu

Zemný odpor sa meria pomocou 2 sond: napäťová sonda sa zapichne do zeme 20m od zemniča, ktorého odpor ideme merať. Prúdová sa zapichne 40m od zemniča v tom istom smere. Obe sondy jako aj zemnič sa káblami pripoja k Terrometu, čo je prístroj na meranie zemného odporu. Po zatočení kľukou (vyrobí napätie) terromet ukáže hodnotu odporu. Predpísané hodnoty pre 1 zemnič sú menej jako 15Ω a pre zemniacu sústavu 4Ω .

Meranie indukčnosti a kapacity

Voltampérová metóda

Je to rovnaké jako u odporu, len zdroj napätia je striedavý, a musíme poznať jeho frekvenciu f . U cievky najprv zmeriame je odpor R , a potom V-A metódou so striedavým napätím zmeriame U a I . Potom

$$L = \frac{1}{2\pi \cdot f} \sqrt{\frac{U^2}{I^2} - R^2}$$

U kondenzátora sa odpor nemeria, považuje sa za nekonečný, a meria sa striedavé napätie a prúd. Potom $C = U/2\pi f$.

Mostiková metóda

Je rovnaká jako u odporov, len při vyvažovaní mostíka pripájame nie jednosmerný, ale striedavý zdroj. Opäť mostík vyvažujeme – dostávame sa otáčaním a prepínaním dostať ručičku na 0. Po vyvážení odčítame hodnotu kapacity resp. Indukčnosti.

Mostíky na meranie L a C sú De Sautyho, Wienov, Scheringov, resp. Maxwell-Wienov mostík.

Rezonančná metóda

Je založená na fakte, že cievka a kondenzátor zapojené paralelne tvoria rezonančný obvod. Po pripojení

striedavého napätia s rezonančnou frekvenciou ($f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$) si cievka a kondenzátor vymieňajú energiu: nabíja

kondenzátor sa začne vybíjať cez cievku a okolo nej stúpa magnetické pole. Při vybitom kondenzátore sa zasa vybíja cievka a nabíja kondenzátor. Teda cievka a kondenzátor si vymieňajú energiu: cievka v podobe magnetického poľa okolo nej a kondenzátor v podobe elektrického poľa medzi platňami. Je to ale len při tej rezonančnej frekvencii.

Meranie sa robí tak, že napr. ak meriame cievku L_x , zapojíme ju paralelne k známemu C a pripojíme na striedavý zdroj s premenlivou frekvenciou f . Na cievke je voltmeter. Potom meníme frekvenciu zdroja dovtedy, kým výchylka voltmetra nie je maximálna, vtedy je v obvode rezonancia a platí

$$L = 1/(2\pi f)^2 \cdot C$$

Meranie elektrického výkonu

Elektrický výkon sa meria Wattmetrom. Je to elektrodynamický prístroj – 2 cievky, prúdová a napäťová. Jedna je v sérii a druhá paralelne k záťaži. Každá má svoj prepínač rozsahov – pozor na preťaženie, nie je viditeľné na ručičke!

Na meranie jednofázového výkonu stačí 1 wattmeter. Na meranie 3f výkonu sa používa:

- ak je záťaž symetrická, stačí 1 wattmeter s napäťovou cievkou medzi fázou a pracovným vodičom a jeho údaj sa násobí 3
- ak je záťaž nesymetrická, potrebujeme 3 wattmetre – keď každá fáza má svoj.

Problémom by mohlo byť meranie v sústave, kde nie je vyvedený stredný vodič – do trojuholníka. Potom je treba vytvoriť umelý uzol a pripojiť naň konce napäťových cievok wattmetrov.

Jalový výkon sa meria Varmetrom, čo je prístroj, ktorý priamo ukáže jeho hodnotu. Častejšie sa ale používa nepriama metóda – zmeraním U, I a zistením účinného výkonu pomocou wattmetra, je potom

$$Q = \sqrt{(U \cdot I)^2 - P^2}$$

Zdanlivý výkon sa vypočíta $S = U \cdot I$.

Účinník siete sa meria fázomerom, čo je už popísaný pomerový elektrodynamický prístroj, ktorý ukáže priamo účinník. Nepriamo sa dá vypočítať

$$\cos\varphi = \frac{P}{U \cdot I}$$

Meranie elektrickej práce

Elektrická práca sa meria pomocou elektromeru – vysvetlené v Indukčnej sústave. Meria sa spotreba za určitý čas. Na začiatku sa odčíta hodnota elektromera, na konci tiež a ich rozdiel je spotreba v kWh. Na elektromeri je údaj napr. 1 kWh = 2000 otáčok, t.j. po 2000 otáčkach Al kotúča stúpne údaj elektromera o 1 kWh.

Práca sa dá merať aj nepriamo, ak sa záťaž počas času nemení. Stačí mať wattmeter, merať odoberaný výkon a čas, za ktorý je odoberaný. Potom $A = P \cdot t$, len je treba správne dosadiť, čas v hodinách a výkon v kW.

Meranie na transformátore

Transformátor je netočivý elektrický stroj, ktorý slúži na zmenu striedavého napätia alebo prúdu bez zmeny jeho frekvencie. Jeho činnosť je založená na magnetickej indukcii. Skladá sa z týchto hlavných častí:

1. vinutie
2. magnetický obvod – plechy od seba izolované
3. izolácia
4. svorkovnica
5. ostatné – chladenie ...

Pri činnosti transformátora vznikajú straty, ktoré súvisia s jeho účinnosťou. Tá býva až 90%, čo je jedna z najlepších účinností elektrických strojov. V transformátore vznikajú straty v:

1. vinutí – závisia len od prúdu vo vinutí
2. železe – závisia od veľkosti napätia a tvoria ich:
 - a) straty vírivými prúdmi – to sú prúdy, ktoré magneticou indukciou vznikajú v magnetickom obvode, sú náhodné a obmedzujú sa práve odizolovaním plechov od seba
 - b) straty hysterézne – závisia od druhu materiálu magnetického obvodu a čím je hysterézna slučka materiálu užšia, tým sú menšie.

Merania na transformátore

1. Kontrola súhlasnosti vinutí
 2. Meranie napäťového prevodu transformátora
Robí sa tak, že postupne zvyšujeme napätie na primárnej strane až po nominálne a meriame sekundárne napätie. Prevod p vypočítame pti každom meraní ako: $p=U1/U2$. Výsledný prevod je aritmetický priemer všetkých vinutí. Potom strany vymeníme – napájame sekundárnu stranu a meriame napätie primárnej. Prevod v opačnej strane by mal byť prevrátená hodnota predchádzajúceho prevodu.
 3. Meranie transformátora naprázdno
Cieľom merania je zistiť prúd naprázdno a straty v železe. Stav naprázdno je taký, keď je transformátor nezaťažený, sekundárne svorky sú nezapojené: žiadna záťaž znamená, že všetko, čo do traťa vtečie, sa premení na straty, a keďže prúd je pri meraní malý, straty vo vinutí môžeme zanedbať. Preto takto nameraný príkon traťa do primárnej strany môžeme prehlásiť za straty v železe. Meria sa pri nominálnom napätí, pričom je na primárnej strane ampérmeter – zmeria prúd naprázdno I_0 – a wattmeter – ukáže straty v železe (vo vinutí zanedbávame).
 4. Meranie transformátora nakrátko
Stav nakrátko znamená skratované sekundárne vinutie, meria sa pri hodnote nominálneho prúdu – čo je veľký prúd, preto treba meranie urobiť čo najrýchlejšie. Schémas zapojenia je rovnaká, ako pri meraní naprázdno (len svorky sú skratované). Cieľom je zmerať napätie nakrátko – ukáže voltmeter a straty vo vinutí – ukáže wattmeter. Teraz je malé napätie, takže straty v železe sú malé a môžeme ich zanedbať. Preto wattmeter ukazuje straty vo vinutí.
- Meraniami 3 a 4 sa zistia základné vlastnosti traťa, ako sa chová pri plnom zaťažení.

Číslicové MP

Vznikli na požiadavku skonštruovať prístroj, ktorý by vylúčil vplyv človeka a jeho chyby pri odčítaní z ručičky. V nich sa meraná spojité – analógová veličina premení na číslo, čiže nespojitú veličinu. Kým analógový signál nesie informáciu v amplitúde alebo frekvencii, číslicový ju nesie v počte alebo kombinácii 1 a 0 (voláme ho aj kód). Proces premeny robí A/Č prevodník.

Výhodou je univerzálnosť, teda to, že do takéhoto prístroja sa vloží akýkoľvek prevodník veličina – napätie, to sa premení na číslo a ukáže meranú veličinu. Čiže 1 prístroj zmera $U, I, R, C,$ teplotu...

V bežnej praxi človek používa desiatkovú sústavu, kde základom je číslo 10 a číslice sú 0,1,2 ...9, teda dokopy je ich tiež 10. V číslicovej technike sa používa dvojková sústava, kde základom je číslo 2 a číslice sú 0 a 1. Je to preto, lebo možnosť omylu techniky pri rozlišovaní 2 stavov 0 (nie je signál) a 1 (je signál) je oveľa menšia, ako keby sa rozlišovalo z 10 stavov.

Prevod čísla z dvojkovej sústavy do desiatkovej sa robí:

V desiatkovej je číslo 1995 čítané 1000900906 ale píšeme sa len násobky mocnín desiatky, t.j. $1995 = 1.10^3 + 9.10^2 + 9.10^1 + 5.10^0$. To isté platí aj v dvojkovej sústave, len namiesto čísla 10 sa píše 2. Číslo 10011 = $1.2^4 + 0.2^3 + 0.2^2 + 1.2^1 + 1.2^0 =$ naše 19 To platí aj za desatinnou čiarkou, 2^{-1} je 0.5, 2^{-2} je 0.25 atď.

Prevod z desiatkovej sústavy do dvojkovej sa robí:

Ak chceme zistiť, ako vyzerá číslo v dvojkovej sústave, robí sa to takto: napíšeme naše číslo a postupne ho delíme dvomi, pričom na pravú stranu píšeme len zvyšok po delení (1 alebo 0), ale píšeme ho odzadu! Pod naše číslo píšeme postupne deliteľ'a bez zvyšku, ktorý je vpravo. Nakoniec nám zostane len číslo 1 a to napíšeme ako prvé na pravej strane. Toto číslo je naše číslo v dvojkovej sústave.

Pr. $95 : 2 = 47$ zvyšok 1

$47 : 2 = 23$ zvyšok 1

23 :2 = 11 zvyšok 1
11 :2 = 5 zvyšok 1
5 :2 = 2 zvyšok 1
2 :2 = 1 zvyšok 0

1 sa napíše dopredu ako prvé. Ak opíšem za túto 1 zvyšky odspodu nahor, bude to číslo 95 v dvojkovej sústave, t.j. 1011111.

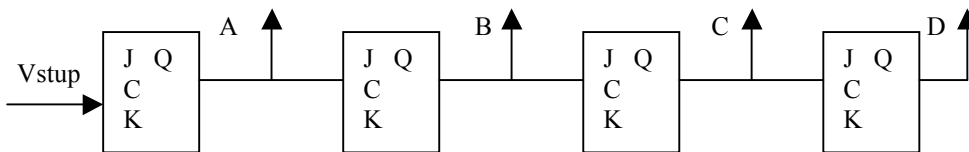
Pri premene na číslo dochádza vlastne k zaokrúhľovaniu, lebo prístroj vlastne porovnáva skutočnú hodnotu meranej veličiny s najbližšou nižšou (alebo vyššou – podľa konštrukcie). Napríklad ak rozsah voltmetra je 100V a voltmeter premieňa každú hodnotu na 8-miestne číslo v dvojkovej sústave. Pomocou 8 jednotiek alebo núl sa dá vyjadriť $2^8 = 256$ rôznych čísel (od 00000000 po 11111111). Ak 00000000 bude 0V a 11111111 bude 100V, tak voltmeter zaokrúhľuje na kvant= $100/256V=0,39V$. Takže menšie rozlíšenie pri meraní nedosiahneme, t.j. prístroj bude ukazovať rovnakú hodnotu pri skutočnej 82,44 aj 82,70 (rozdiel medzi nimi je menší ako kvant 0,39V).

Premena napätia na číslo – dvojtaktná integračná metóda

Spočíva v 2 krokoch:

1. V pevne stanovenom čase T_R sa kondenzátor nabíja neznámym neraným napätím U_x . Je samozrejmé, že čím je napätie väčšie, tým sa kondenzátor viac nabije.
2. Potom sa nechá kondenzátor vybíjať, pričom je zaručená rýchlosť vybíjania. Vybíja sa dovtedy, kým sa nevybije. Je jasné, že čím bol viac nabitý, tým sa dlhšie vybíja. Počas tejto doby vybíjania sa privádzajú pravouhlé impulzy z generátora do čítača, ktorý ich spočítava a spočítanú hodnotu ukáže jako číslo. Takto sa premenilo napätie – jeho veľkosť na číslo.

Čítač impulzov je obvod, ktorého základom je klopný obvod JK. Ten sa na výstupe preklopí do druhého stavu len vtedy, keď jeho vstup C zaregistruje skok z 1 na 0. Ak zapojíme za seba 4 obvody JK, ich výstupy zoradené zozadu dopredu ukazujú prečítaný počet impulzov v dvojkovom tvare.



Výstupy v poradí DCBA sú vlastne prevodom počtu impulzov na vstupe do dvojkovej sústavy. Výhodou číslicových MP je aj mechanická odolnosť.