

1.polrok

otázky

Signálne generátory - princíp a rozdelenie

LC generátory

RC generátory

VF generátory

Záznejové generátory

Generátory nesínusových priebehov

Metódy merania frekvencie - rozdelenie

Analogová metóda merania frekvencie

Osciloskopická metóda merania frekvencie

Rezonančná metóda merania frekvencie

Meračstojatých vln

Diaľkové meranie

Amplitúdové systémy DM

Frekvenčné systémy DM

Impulzové systémy DM

Signálne generátory

Sú zariadenia určené na výrobu signálu pre napájanie obvodov, pri meraní ich vlastností. Sú to vlastne zdroje meracích signálov. Sú na ne kladené tieto požiadavky:

1. Stabílная frekvencia
2. Stále a od zaťaženia nezávislé výstupné napätie – býva od 1 μ V do 100V.
3. Stály a nemenný tvar signálu

Dajú sa rozdeliť na generátory:

- | | | |
|--------------------|-----------------|------------------------------|
| 1. Sinusové | d) rozmetávacie | c) trojuholníkové |
| a) nf | 2. Nesínusové | d) pilové |
| b) vf | a) obdĺžnikové | e) iné |
| c) vvf – nad 50MHz | b) ihlové | 3. Špeciálne – televízne ... |

Základnou časťou každého z nich je oscilátor, ktorý vyrába frekvenciu. Bývajú:

- | | | | |
|-------|-------|----------------------|--------------|
| a) LC | b) RC | c) Kryštáлом riadené | d) Záznejové |
|-------|-------|----------------------|--------------|

Frekvencia oscilátora sa môže meniť od teploty, zmenami napájacích napätí. Preto bývajú teplotne a napäťovo kompenzované. Striedavé napätie sa neodoberá priamo z oscilátora, ale z oddeľovacieho zosilňovača. Tým sa zabráni vplyvu zaťaženia na frekvenciu.

Výstupný zosilňovač môže byť usporiadaný:

1. symetricky – výstupné napätie oboch svoriek vzhľadom na uzemnený stred je rovnaké – v akustike a telekomunikačnej technike
2. nesymetrický – 1 zo svoriek je uzemnená – koaxiálny výstup

Výstupy signálnych generátorov bývajú:

1. odporové – viazané kapacitou -v technike vf
2. transformátorové – do 500kHz

Výstupné napätie sa reguluje deličom napätie – atenuátorom, a to buď plynulo, alebo po stupňoch.

NF generátory

1. LC generátory

Používajú sa na výrobu sínusových kmitov, zdrojom je paralelne zapojený LC obvod, ktorého frekvencia $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

Ak meníme L alebo C, meníme aj jeho frekvenciu. Plynulo sa mení zmenou C a skokom prepínaním závitov cievky – L.

Výhody:

1. Široký frekvenčný rozsah
2. Spoľahlivosť
3. Jednoduchosť

4. Možná AM

Nevýhody:

1. Veľké nelineárne skreslenie – tvarové

2. RC generátory

Tu je frekvencia určená hodnotami R a C, $f=1/2\pi RC$. Zmenu dosiahneme zmenou R – skokom, a plynulo – zmenou C.

Výhody:

1. Stabilita frekvencie
2. Malé nelineárne skreslenie
3. Od 0,1Hz

Nevýhodou je zložité zapojenie a iba do 1MHz.

3. Záznejové generátory

Ich úlohou je získať veľmi presnú frekvenciu od 0Hz – nízku, veľmi stálu. Robí sa to tak, že sa 2 veľmi podobné frekvencie f_1 a f_2 zmiešajú a ostane ich rozdiel $f=f_1-f_2$. Frekvencia je stála, lebo jeden oscilátor je kryštálom riadený = veľmi presná frekvencia, a druhý je preladiateľný. Napr. Ak $f_1=10001\text{Hz}$ a $f_2=10000\text{Hz}$, tak f bude po zmiešaní 1 Hz.

VF generátory

Vyrábajú jednu alebo viac vf signálov s konštantnou amplitúdou, alebo ako FM a AM. Musia mať stabilnú f s veľmi nízkym nelineárnym skreslením, s možnosťou preladičovania.

Základom je VFO - vf oscilátor, ktorého f možno meniť v širokom rozsahu, M je oddeľovací zosilňovač, ktorý zároveň vykonáva moduláciu.

Špeciálny vf generátor je vobler – rozmietač generátor. Používa sa na meranie prenosových charakteristík aktívnych aj pasívnych dvojbrán. Jeho úlohou je vyrábať frekvenciu, ktorá sa plynulo zvyšuje od f_1 po f_2 , potom sa okamžite vráti na f_1 a pokračuje znovu f_2 . Toto sa plynulo opakuje. Ak takýto signál predvedieme na napr. zosilňovač a zároveň na osciloskop, výstupný signál zo zosilňovača nám na osciloskope ukáže priamo prenosovú charakteristiku zosilňovača. Pracuje na princípe zmiešania 2 frekvencií, pričom jedna je stála a druhá sa mení podľa privedeného pilovitého napätia – pomaly stúpa k f_2 , a po jej dosiahnutí prudko klesne na f_1 a znova stúpa k f_2 .

Generátory nesínusových priebehov

Väčšina má takýto princíp:

Klasický sínusový generátor vyrobí frekvenciu, a tá sa tvarovacími obvodmi premení na požadovaný tvar:

- a) derivačný člen – na ihlový tvar
- b) integračný člen na pílový tvar
- c) amplitúdové obmedzenie a následné zosilnenie po niekoľkonásobnom opakovaní vyrobí obdĺžnikový priebeh.

Obdĺžnikový tvar sa ľahšie dosiahne preklápacím obvodom. Používa sa astabilný KO.

Metódy merania frekvencie

1. Analógové:

- a) mechanická – rezonančným jazýčkovým frekvenciomermom
- b) ručičkové: sínusové napätie sa premení na obdĺžnikové impulzy (postupným viacnásobným zosilnením a obmedzením amplitúdy) s konštantnou amplitúdou, tie sa v tvarovacom obvode premenia na trojuholníkové impulzy, ktoré meria klasický magnetoelektrický prístroj. Čím je ich viac – frekvencia je väčšia, tým väčšie napätie prístroj ukáže. Sú jednoduché a nie veľmi presné.

2. Rezonančné:

používa sa v rozsahu 50kHz až 110MHz tam, kde je dostatočný výkon danej frekvencie (vysielače). Princíp je vo fakte, že pri dostatočne silnej frekvencii je jej striedavé magnetické pole schopné rozkmitať rezonančný LC obvod – a to na rovnakú frekvenciu. Je to podobné, ako je ľudský hlas spievajúci jeden tón schopný cez vzduch rozkmitať strunu gitary v tej istej miestnosti. Tam to prenesú mechanické kmity, tu sú to magnetické kmity. Rezonančný vlnomer sa skladá zo snímačnej cievky, ktorá pomocou magnetického poľa prenáša kmity meranej frekvencie do merného rezonančného obvodu. Ten tvoria cievka a premenlivý kondenzátor. Pri meraní frekvencie priblížime meraciu cievku k zdroju meranej frekvencie, tá sa dostane do rezonančného obvodu a rozkmitá ho. Našou úlohou je meniť kapacitu kondenzátora dovtedy, kým nie je obvod v rezonancii – vtedy sú obe frekvencie – meraná i merná – v rezonancii. Rezonanciu zistíme tak, že ručička mikroampérmetra je na maxime. Kondenzátor je ociahovaný priamo v Hz.

3. Osciloskopom:

- a) Klasicky: na obrazovke odčítame z tvaru signálu dĺžku jednej periódy T v sekundách a frekvencia $f=1/T$.
- b) Lissajousovými obrazcami: používa sa špeciálny režim osciloskopu X-Y, keď jedna - známa - frekvencia vychyľuje lúč zhora nadol, a neznáma zľava doprava. Obrázec vznikne, ak je pomer oboch frekvencií celé číslo P , a z obrazca sa dá odčítať vydelením počtu priesečníkov obrazca s osou X a Y.

4. Meračom stojatých vln:

Slúži na meranie harmonických signálov elektromagnetických vln s veľmi vysokou f v rozsahu 100 - 3000 MHz. Pritom sa využíva fakt, že pri napájaní vedenia, ktorého záťaž nie je prispôsobená vlastnej impedancii vedenia sa na vedení vytvoria stojaté vlny napätia s f napájacieho signálu. Merné vedenie je:

- a) Lecherovo - sú to 2 Cu ale o mosadzné vodiče izolované od seba
- b) Koaxiálne vedenie je z Cu rúrky priemeru 20-50mm a dĺžky 1 - 2 m. Po celej dĺžke je štrbina, ktorou zasahuje do priestoru vedenia merač sondy.

Pre obe vedenia platí, že vzdialenosť dvoch maxím od seba je vlnová dĺžka/2. Tak sa zistí vlnová dĺžka, a potom frekvencia $f=c/\lambda$, a c je rýchlosť svetla.

Diaľkové meranie

Používa sa na meranie na ťažko dostupných, nebezpečných alebo vzdialených miestach. Pri meraní sa meraná veličina premení na meronosnú, tá sa prenesie na určenú vzdialenosť a tam sa odmeria. Skladá sa z:

1. Vysielacia strana: snímač meranej veličiny S ju odmeria, vysielací prevodník VP to premení na meronosnú veličinu, a tú vysielacie zariadenie VZ vyšle po prenosovej ceste.

2. Prenosová cesta – je buď
 - a) káblová – vzdušná – holé Cu alebo mosadzné vodiče
- podzemná
 - b) bezdrôtová – v pásme krátkych vln
 - c) po pracovnom vedení vysokého napätia
3. Prijímacia strana: prijímacie zariadenie PZ signál prijme, prijímací prevodník ho premení na veličinu vhodnú na meranie – U alebo I, a to odmeria odčítací prístroj OP.

Amplitúdové systémy diaľkového merania

Sú najjednoduchšie. Meraná veličina sa premieňa na zodpovedajúcu veľkosť napätia alebo prúdu. Sú vhodné na kratšie vzdialenosti. Používa sa jednosmerný aj striedavý prúd. Pri ňom sa prejaví kapacita prenosovej cesty a ovplyvňujú nepriaznivo meranie. Ak chceme merať neelektrické veličiny, používa sa prevodník napr. tlak-napätie, teplota-napätie. Pri bezdrôtovom vedení je to AM.

Frekvenčné systémy diaľkového merania

Meraná veličina sa premení na frekvenciu striedavého signálu – čiže čím je väčší napr. meraný tlak, tým je väčšia frekvencia meranosného signálu. Pri bezdrôtovom vedení je to FM.

Impulzové systémy diaľkového merania

Meranosnou veličinou sú impulzy. Sú systémy:

1. s meranosným počtom impulzov: čím je meraný tlak väčší, tým je impulzov viac. Charakteristické je, že ak sa tlak nemení, diaľkové vedenie je bez prúdu. Pri poklese tlaku sú impulzy záporné.
2. s meranosnou dĺžkou impulzov: vedením prechádzajú impulzy stále, a mení sa len dĺžka samého impulzu. Ak tlak stúpa, impulzy sa predlžujú a medzera za impulzom sa skraca. Do vedenia sa vysiela stále rovnaký počet impulzov za sekundu.
3. s meranosnou frekvenciou impulzov: so zmenami tlaku sa mení počet impulzov za sekundu.

Impulzové systémy diaľkového merania

Meraná veličina sa premení na číslo v dvojkovovej sústave – PCM moduláciou a toto číslo sa preniesie na prijímaciu stranu, tam sa premení priamo na číslo v na displeji.

Meranie Q – metrom

Q meter je elektronický prístroj, ktorý pracuje na princípe rezonancie: je to stav, keď si cievka s kondenzátorom vymieňa energiu, cievka v podobe magnetického poľa a kondenzátor v podobe elektrického poľa. To sa deje iba pri jednej rezonančnej frekvencii $f = 1 / 2\pi LC$.

Q- metrom sa dá merať:

- A) Kvalita cievky Q :
Po zapojení cievky do Q metra uvedieme obvod do rezonancie pri známej frekvencii f pomocou kapacity C. Pri rezonancii bude výchylka voltmetra najväčšia. Q odčítame priamo na stupnici kondenzátora.
- B) Vlastná indukčnosť cievky:
Indukčnosť určíme zo vzťahu $L = 1 / 2 \pi f C$. Pri meraní – na generátore nastavíme frekvenciu a zmenou C nastavíme obvod do rezonancie. Hodnotu rezonančnej kapacity odčítame zo stupnice C a dosadíme ju do vzorca.
- C) Meranie vlastnej kapacity cievok:
Na C nastavíme C1 blízku maximu. Zmenou f nastavíme rezonanciu. Tá nastane pri f1. Potom nastavíme na generátore frekvenciu $f2 = 2.f1$ a znova privedieme rezonanciu zmenou C – nastane pri C2. Vlastná kapacita cievky CL vypočítame $CL = (C1 - 4.C2)/3$
- D) Kapacita kondenzátora:
Na c nastavíme maximum Cmax a pomocou neznámej ľubovoľnej cievky nastavíme rezonanciu zmenou f. Po pripojení meraného Cx do Qmetra znižujeme C dovtedy, kým nenastane rezonancia. Tá nastane pri C2. Potom $Cx = Cmax - C2$.

2.polrok

otázky

BS , hlavné časti osciloskopu

Časová základňa, synchronizácia

Obrazovka osciloskopu

Špeciálne osciloskopy

Merania na tyristore

Merania na dióde

Merania na tranzistore

Merania na nfz

Merania na nfz - citlivosť

Merania na nfz – frekvenčná a fázová charakteristika a impedancie

Merania na jednosmerných strojoch

Merania na AM

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 neznámeho 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.

Meranie na polovodičových súčiastkach

Merania na dióde

Meria sa Volt Ampérová charakteristika VACHA v oboch smeroch. Prípustné hodnoty napätie v priamom a spätnom smere závisia od použitej diódy a zistíme ich z katalógu podľa údajov výrobcu. Pri ich prekročení by sme mohli diódu zničiť.

Zenerová dióda umožňuje merať v spätnom smere aj s väčšími napätiami, keďže sa stáva vodivou nedeštruktívne, dióda sa nezničí.

Merania na tyristore

Tyristor má 3 PN priechody, 4 polovodičové vrstvy a 3 elektródy. Bez prúdu do riadiacej elektródy sa neotvorí.

2. Meria sa tiež VACHA v oboch smeroch. Pri meraní v spätnom smere a blokovacej charakteristiky sa riadiaca elektróda nepripája. Z blokovacej časti VACHA sa zmeria blokovacie napätie U_{bo} , pri ktorom tyristor samovoľne zopne. Pri meraní v spätnom smere treba dodržať rovnaký postup, ako pri dióde.
3. Meria sa aj prídružný prúd – to je najmenší prúd potrebný na udržanie tyristora v zopnutom stave po jeho prepnutí z blokovacieho do vodivého stavu, keď zanikne spúšťači signál na riadiacej elektróde. Postup: tyristor privedieme do zopnutého stavu impulzom na riadiacej elektróde. Ten potom zrušíme, a postupne znižujeme prúd tečúci cez tyristor, a v určitom okamihu prejde tyristor do zablokovaného stavu – prúd klesne na 0. Ten posledný prúd, z ktorého klesol na 0, je prídružný. Meria sa viac x , a vypočíta sa aritmetický priemer.
4. Meria sa aj zapínací prúd a napätie riadiacej elektródy: na tyristor privedieme jeho blokovacie napätie. Postupne zvyšujeme prúd do riadiacej elektródy, až kým sa tyristor neotvorí. Prúd a napätie tesne pred zopnutím sú tie, ktoré meriame.

Meranie na tranzistore

- a) Meranie zvyškových prúdov: meria sa prúd oboch PN priechodov v závernom smere pri odpojenej tretej elektróde.
- b) Meranie statických charakteristík. Dú to vlastne jednotlivé časti VACHA tranzistora. Keďže tranzistor má 3 elektródy, má 4 statické charakteristiky:
 - výstupné charakteristiky – je to závislosť kolektorového prúdu od kolektorového napätia pri konštantnom bázovom prúde. Prvá charakteristika sa robí pri najväčšom bázovom prúde, postupne sa zmenšuje.
 - Vstupné charakteristiky – je to závislosť bázového prúdu od napätia báza – emitor pri konštantnom napätí kolektor – emitor.
 - Prevodové charakteristiky – meria sa závislosť prúdu kolektora od prúdu bázy, pri konštantnom kolektorovom napätí. Meranie sa ukončí, ak prúd kolektora dosiahne maxima podľa výrobcu.
 - Spätné prevodové charakteristiky – je to závislosť napätia báza – emitor od kolektorového napätia pri konštantnom prúde bázy.

Všetky uvedené charakteristiky platia pre zapojenie SE.

Po nakreslení charakteristík sa odčítajú jednotlivé činitele tranzistora h . Z výstupnej charakteristiky sa získa výstupná admitancia naprázdno h_{22e} , z prevodovej charakteristiky prúdový zosilňovací činiteľ h_{21e} , z vstupnej charakteristiky vstupná impedancia nakrátko h_{11e} a zo spätnej charakteristiky spätný napäťový činiteľ h_{12e} . Podmienkou určenia je zvolenie pracovného bodu tranzistora.

Merania na nf zosilňovači

Na nf zosilňovači (NFZ) sa najčastejšie merajú:

1. citlivosť:

Obvod napájame frekvenciami 600Hz, 1kHz a 1,6kHz a pri regulátore zosilnenia nastavenom na maximum nastavíme a odmeriame také vstupné napätie, ktoré zosilňovač vybudí na výkon 50mW. Výsledná citlivosť je potom aritmetickým priemerom všetkých troch nameraných hodnôt.

2. frekvenčná charakteristika:

Zosilňovač sa napája nominálnym napätím a meria sa výstupné napätie U_2 . Mení sa frekvenciu vstupného signálu, pri konštantnom vstupnom U_1 a meria sa U_2 . Frekvenčná charakteristika je závislosť U_2 od frekvencie. Nie je úplne rovná (čo by bolo ideálne), lebo v zosilňovači vzniká vplyvom kapacít a indukčností lineárne skreslenie a preto niektoré frekvencie zosilňovač zosilňuje lepšie a iné horšie.

3. vstupná impedancia:

Meria sa pri nominálnych podmienkach pri frekvencii 1kHz. Na výstupe je nominálny R_2 . Odpor R_g na vstupe je $0,1 \times$ predpokladaná vstupná impedancia zosilňovača. Na vstupe je menovité U_1 (udané výrobcom) a regulátorom zosilnenia sa na výstupe nastaví menovité U_2 (výrobca). Potom vstupná

$$Z_1 = U_1 \cdot R_g / U_g$$

kde U_g je napätie na R_g a U_1 je vstupné napätie bez odporu R_g

4. výstupná impedancia:

Meria sa za podmienok bodu 3), len regulátorom zosilnenia sa zníži zosilnenie tak, aby výstupný signál poklesol o 10dB. Najprv sa zmeria U_0 - výstupné napätie pri vypnutom vypínači a potom U_2 pri zapnutom. Výstupná impedancia $Z_2 = R_2 \cdot (U_0 - U_2) / U_2$

5. fázová charakteristika:

Na vstup NFZ privedieme $U_1 = 100mV$ a meníme jeho frekvenciu. Na osciloskope pre každú frekvenciu zmeriame fázový posun napätí U_1 a U_2 . Tieto posuny zapisujeme a podľa nich nakreslíme fázovú charakteristiku = závislosť posunu od frekvencie.

K fázovému posunu dochádza vplyvom väzbových členov (L, C) a tie posúvajú výstupné napätia voči vstupnému o nejaký uhol φ . Ten je iný pri každej frekvencii. Pri meraní sme na vstupe museli použiť prispôsobovací odpor R_1 , lebo výstupná impedancia nf generátora je veľmi malá a vstupná impedancia zosilňovača je veľká.

Merania na asynchrónnych motoroch AM

Trojfázový indukčný motor sa skladá zo statora a rotora. Na statore je vinutie, ktoré tvoria v podstate tri cievky vzájomne posunuté po obvode vrtania stroja. Aby sme dosiahli priebeh magnetického poľa vo vzduchovej medzere čo možno najviac k sínusovke, jednotlivé cievky sú rozložené do viacerých drážok. Rotor môže mať alebo rozložené vinutie vyvedené k trom krúžkom, alebo klietku. Asynchrónny motor sa v praxi vždy napája do statora. Je totiž ľahšie prenášať veľké výkony cez svorky na nehybný stator, ako cez krúžky na otáčajúci sa rotor. Keď pripojíme trojfázový motor na trojfázovú sústavu, pretekajú jeho statorovým vinutím prúdy, ktoré vytvárajú vo vzduchovej medzere stroja otáčavé magnetické pole. Vo vodičoch rotora sa indukuje pôsobením otáčavého poľa napätie. Ak je rotorový obvod uzavretý, preteká ním prúd vzniká točivý moment. Rotor sa roztočí v smere otáčavého poľa. Rotor nikdy nedosiahne otáčky otáčavého poľa. Pri rovnosti otáčok by sa vo vodičoch rotora neindukovalo napätie, netiekol by prúd a nevytváral by sa točivý moment.

1. Meranie odporu vinutí

Odpor vinutí meriame voltampérovou metódou. Obvod napájame z jednosmerného zdroja, pričom hodnotu prúdu nastavíme vzhľadom na menovitú hodnotu tak, aby sa vinutie nadmerne neohrievalo. Odpor vinutia určíme zo vzťahu:

$$R = \frac{1}{2} \cdot R_V$$

2. Meranie asynchrónneho motora v stave naprázdno

Cieľom merania je zistiť prúd naprázdno, straty v železe, mechanické straty, účinník naprázdno a sklz naprázdno. Pod stavom naprázdno sa rozumie ustálený chod asynchrónneho motora bez zaťaženia, pričom stator sa napája menovitým napätím s menovitou frekvenciou. Rotorové vinutie je spojené nakrátko. Stroj spúšťame pri zníženom napätí, aby sme znížili prúdový náraz. Merať začneme pri 110 % menovitého napätia U_n , ktoré postupne znižujeme na 30 % U_n . Na prístrojoch odčítavame napätie, prúd, výkon a otáčky. Pri napätí nižšom ako 30 % U_n prechádza stroj do labilného stavu – zastaví sa. Sklz stroja pri meraní naprázdno je veľmi malý, lebo otáčky motora sú skoro synchronné. Pretože pri chode naprázdno je prúd v rotore veľmi malý, zanedbávame straty vo vinutí rotora.

3. Meranie asynchrónneho motora v stave nakrátko

Cieľom merania je zistiť prúd nakrátko, straty nakrátko a účinník nakrátko. Pod stavom nakrátko asynchrónneho motora rozumieme ustálený stav, ak je motor zabrzdený a spojený na krátko. Rotor stroja zabezpečíme proti otáčaniu a na svorky privedieme znížené napätie, ktoré postupne zvyšujeme tak, aby bol prúd pri meraní maximálne 1,2 I_n . tomu zodpovedá napätie 12 až 30 % U_n . Pri meraní odčítavame napätie nakrátko U_k , prúd nakrátko I_{1k} a príkon nakrátko ΔP_k . Meranie sa má robiť čo najrýchlejšie, aby sa vinutie zbytočne nezahrievalo.

Merania na jednosmerných strojoch

Jednosmerné stroje môžu pracovať ako motory alebo ako dynamá. Ako motory sa používajú najmä v pohonoch, kde je potrebné plynulo a hospodárne meniť otáčky. Vo funkcii dynamá sa používajú najčastejšie ako budiče synchronných strojov. Ak chceme jednosmerný stroj použiť ako motor, musíme budiace vinutie a vinutie kotvy napájať jednosmerným prúdom. Ak chceme, aby jednosmerný stroj pracoval ako dynamo, musíme rotor otáčať mechanickým momentom a budiace vinutie napájať jednosmerným prúdom.

Podľa spôsobu napájania budiaceho vinutia poznáme štyri druhy jednosmerných strojov:

- stroje s cudzím budením – budiace vinutie sa napája zo samostatného zdroja
- derivačné stroje – budiace vinutie sa pripája paralelne k vinutiu kotvy
- sériové stroje – budiace vinutie sa zapája do série s vinutím kotvy
- kompaundné stroje – časť budiaceho vinutia sa zapája paralelne a časť vinutia do série k vinutiu kotvy

1. Nastavenie kľeď do neutrálnej polohy

Kefy sa najľahšie nastavujú na zastavenom stroji tak, že na kotvu pripojíme magnetoelektrický voltmeter a na budiace vinutie batériu, ktorú striedavo zapíname a vypíname. Kefy sú v neutrálnej polohe vtedy, keď sa pri zapínaní a vypínaní nevychýli ručička na voltmetri. Kefy posúvame tak dlho, až tento stav dosiahneme a potom ich zafixujeme v tejto polohe.

2. Meranie charakteristiky naprázdno dynamá s cudzím budením

Pod charakteristikou naprázdno rozumieme závislosť napätia indukovaného v kotve od budiaceho prúdu pri konštantných otáčkach (meria sa väčšinou pri menovitých otáčkach). Meraný stroj poháňame pohonným motorom s konštantnými otáčkami (napr. jednosmerný dynamometer). Aby stroj bežal skutočne naprázdno, jeho kotvu nezaťažujeme ani prúdom budiaceho vinutia, ale toto vinutie napájame z cudzieho zdroja. Budenie zvyšujeme postupne od nuly až na takú hodnotu, aby sa v kotve indukovalo napätie 110 až 120 % U_n .

3. Meranie zaťažovacej charakteristiky dynamá

Pod zaťažovacou charakteristikou dynamá rozumieme závislosť svorkového napätia od zaťažovacieho prúdu pri konštantných otáčkach a konštantnom budení. Vonkajšia (zaťažovacia) charakteristika je závislosť $U = f(I)$. Merané dynamo poháňame pohonným zariadením s konštantnými otáčkami. Budiace vinutie napájame z cudzieho zdroja s konštantným napätím, budiaci prúd bude teda konštantný. Napätie v kotve bude teda približne konštantné. Svorkové napätie kotvy je menšie o úbytok na odpore jej obvodu. Pretože je tento odpor malý, svorkové napätie dynamá len mierne klesá so

zaťažením. Ak by nastal v obvode kotvy skrat, môže prúd stúpnuť na nebezpečnú hodnotu, čím sa môže dynamo zničiť. Pri meraní meníme odpor R_z prúd kotvy až po hodnotu $1,2I_n$, pričom súčasne odčítavame hodnoty napätia U .

4. Zaťažovanie derivačného dynamo

Aj pri tomto meraní udržujeme otáčky pohonného motora na konštantnej hodnote rovnajúcej sa menovitým otáčkam. Pretože sa budiace vinutie napája zo svoriek vlastnej kotvy, zvyšovanie zaťaženia (znižovanie zaťažovacieho odporu R_z) spôsobí zníženie budiaceho prúdu. Budiaci prúd bude teda pri väčších záťažach so vzrastom záťaže silne klesať, preto bude klesať aj napätie indukované na kotve. Pri úplnom skrate sú budiaci prúd a svorkové napätie nulové a v kotve sa indukujú iba malé napätie od remanentného magnetizmu. Prúd nakrátko je veľmi malý, úplný skrat teda nie je pre derivačné dynamo nebezpečný. Meriame závislosť napätia kotvy U od prúdu kotvy I , pričom odpor v obvode budenia ostáva konštantný.

Meranie a skúška synchronných strojov

Synchronný stroj sa skladá z rotora, napájaného jednosmerným prúdom, a z kotvy, v ktorej sa indukujú napätie. Kotvou je s výnimkou malých strojov stator. Je totiž výhodnejšie viesť veľké prúdy cez pevné kontakty ako cez krúžky a kefy. Ako zdroj jednosmerného prúdu používame pre budiace vinutie derivačné dynamo, ktoré je na spoločnom hriadeľi s rotorom synchronného stroja, alebo je poháňané pomocným asynchronným motorom. Synchronný stroj môže pracovať ako generátor, motor alebo asynchronný kompenzátor. V statorovom vinutí vznikne vplyvom trojfázových prúdov otáčavé magnetické pole a v rotore jednosmerné magnetické pole. Rotor sa otáča rovnako rýchle ako otáčavé magnetické pole statora. Synchronný stroj pracuje najčastejšie ako alternátor. Rotor napájame budiacim prúdom a súčasne mechanicky otáčame, v statorovom vinutí sa vtedy indukujú napätie. Ak sa napája statorové vinutie trojfázovým prúdom a súčasne budiace vinutie jednosmerným prúdom, vznikne na rotore točivý moment a synchronný stroj pracuje ako motor.

1. Meranie charakteristiky naprázdno a nakrátko synchronného motora

a) Charakteristika naprázdno

Meraním naprázdno zisťujeme závislosť statorového napätia U_0 od veľkosti budiaceho prúdu I_b $U_0 = f(I_b)$ pri nezaťaženom stroji a konštantných otáčkach n . Meranie sa robí v generátorovom stave. Skúšaný generátor roztočíme pohonným zariadením na menovité otáčky a udržujeme ich počas merania konštantné. Budiaci obvod napájame z jednosmerného zdroja, pričom budiaci prúd meriame ampérmetrom A_b a regulujeme rezistorom R_b . Budiaci prúd odoberaný z cudzieho zdroja zvyšujeme postupne z nulovej hodnoty po hodnotu zodpovedajúcu asi 120 % menovitého napätia naprázdno U_{10} . Potom budiaci prúd znižujeme na nulu. Z nameraných hodnôt vypočítame strednú hodnotu a nanesieme ju do grafu:

$$U_{10} = \frac{U_1 + U_2 + U_3}{3} \quad (V)$$

Z grafu vyplýva, že pri znižovaní budiaceho prúdu I_b nameriame väčšie napätie ako pri jeho zvyšovaní pre rovnaké hodnoty prúdu. Rozdiel je spôsobený remanentným magnetizmom.

b) Charakteristika nakrátko

Meraním zisťujeme závislosť statorového prúdu I_{lk} od budiaceho prúdu I_b pri statorových svorkách spojených nakrátko a pri konštantných otáčkach. Podobne ako pri meraní naprázdno roztočíme skúšaný stroj na menovité otáčky. Svorky statora synchronného generátora spojíme cez ampérmetre nakrátko. V budiacom obvode nastavíme najskôr nulový prúd a potom postupne zvyšujeme hodnotu budiaceho prúdu I_b tak, aby statorový prúd I_{lk} dosiahol asi 120 % menovitej hodnoty. Z nameraných hodnôt zistíme strednú hodnotu prúdu:

$$I_{lk} = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \quad (A)$$

2. Zaťažovanie synchronného stroja v motorovom a generátorovom stave

Paralelný chod synchronného alternátora

Paralelný chod je spolupráca niekoľkých alternátorov do jednej siete tak, aby napätie U a frekvencia f boli konštantné. Pre paralelnú spoluprácu alternátorov sú predpísané tieto podmienky:

- Sled fáz siete a alternátora musí byť rovnaký
- Veľkosť napätia a frekvencie oboch sústav musí byť rovnaká
- Priebehy napätí siete a alternátora majú byť rovnaké
- Fázový posun medzi napätiami siete a alternátora musí byť minimálny (rovnaké okamžité hodnoty napätí v čase pripojenia alternátora na sieť).

Splnenie podmienok sa kontroluje:

- V tomto prípade ide vlastne o zistenie smeru otáčania magnetického poľa vytvoreného sieťou a alternátorom. Kontroluje sa väčšinou sledovačom fáz, čo je vlastne malý asynchronný motorček. Ak motorček pripojíme na rovnako označené fázy siete a alternátora, musí sa otáčať rovnakým smerom.
- Napätia kontrolujeme voltmetrami V_1 a V_2 , frekvenciu pomocou frekvenciometrov F_1 a F_2 . Ak sa napätia líšia, doregulujeme napätie alternátora budením. Ak sa líšia frekvencie, doregulujeme frekvenciu alternátora zmenou otáčok pohonného stroja.
- Priebehy napätia môžeme sledovať pomocou osciloskopu.
- Fázový posun sa sleduje na osciloskope.

3. Meranie kriviek V synchronného stroja

Krivky V vyjadrujú závislosť statorového prúdu synchronného stroja pracujúceho paralelne so sieťou od budiaceho prúdu I_b pri konštantnom výkone P . Merajú sa pre motorový a generátorový stav. Vo väčších strojoch sú krivky pre obidva stavy prakticky totožné. Synchronný stroj poháňame jednosmerným alebo komutátorovým motorom, aby sa dali plynulo meniť otáčky v širokom rozsahu.

Pred vlastným meraním kriviek V sfázujeme synchronný alternátor so sieťou. Reguláciou otáčok pohonného stroja môžeme dosiahnuť, aby alternátor bežal naprázdno. Ak teraz budeme otáčky pohonu znižovať, prejde synchronný stroj do motorového stavu (výsledný výkon je záporný), alebo zvyšovaním otáčok pohonu prejde synchronný stroj do generátorového stavu (výsledný výkon je kladný). V motorovom alebo generátorovom stave môžeme reguláciou budiaceho prúdu rezistorom R_b dosiahnuť podbudený alebo prebudený charakter. Pri konštantnom výkone a určitej hodnote budiaceho prúdu $I_b = I_m$ bude mať statorový prúd minimálnu hodnotu. Tomuto stavu zodpovedá $\cos\varphi = 1$. znižovaním budiaceho prúdu pod hodnotu I_m bude statorový prúd narastať a hovoríme, že stroj je podbudený. Zvyšovaním Budiaceho prúdu nad hodnotu I_m bude statorový prúd opäť narastať a hovoríme, že stroj je prebudený. Pri zisťovaní úplnej krivky V musíme pri pripojení synchronného stroja na sieť nastaviť konštantnú záťaž a udržiavať ju na nastavenej hodnote počas merania jednej krivky V . Ak máme nastavenú konštantnú hodnotu záťaže, znížime hodnotu budiaceho prúdu I_b , až kým statorový prúd nedosiahne menovitú hodnotu. Potom postupne zvyšujeme veľkosť budiaceho prúdu. Statorový prúd bude klesať až na minimum a znova sa zvyšovať až po menovitú hodnotu. Vyneseným hodnôt statorového a budiaceho prúdu dostaneme krivku v tvare písmena V . Takýmto spôsobom môžeme získať niekoľko kriviek pre rôzne záťaže. Spojením minimálnych hodnôt statorového prúdu dostaneme krivku pre $\cos\varphi = 1$, ktorá nám rozdelí krivku V na podbudenú a prebudenú oblasť.