

ČESKOSLOVENSKÁ  
SOCIALISTICKÁ  
REPUBLIKA  
(19)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU

## K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

257913

(11) B<sub>1</sub>

(61)

(23) Výstavní priorita  
(22) Přihlášeno 13. 11. 85  
(21) PV 8179-85

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>

G 01 R 19/00,  
G 21 K 1/12

(40) Zveřejněno 12. 11. 87  
(45) Vydáno 30. 02. 89

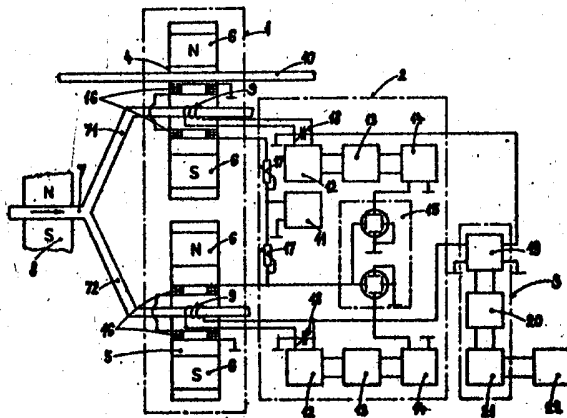
(75)  
Autor vynálezu

FILIP ALEŠ ing., ČASTOLÓVICE

(54)

Stejnoseměrný ampérmetr

Je řešen stejnosměrný ampérmetr využívající jaderné magnetické rezonance, který umožňuje měření v širokém rozsahu. Ampérmetr sestává z polarizátoru s vodním oběhem, primárního převodníku a měřicího bloku jaderné magnetické rezonance. Primární převodník je diferenční a sestává ze dvou magnetických obvodů s permanentními magnety, z nichž jedním prochází vodič s měřeným proudem. Trubice vodního oběhu je za polarizátorem rozdělena a každá z větví prochází vzduchovou mezerou vždy jednoho magnetického obvodu. Uprostřed vzduchové mezery jsou ve větvích navinuty registrační cívky, které jsou připojeny jednak na vstup dvojitého měřicího bloku jaderné magnetické rezonance a jednak na směšovače, který je přes dolní propust a vysokofrekvenční zesilovač spojen s číslicovým kmitočtoměrem.



Vynález se týká stejnosměrného ampérmetru pro měření v širokém rozsahu, který využívá jevu jaderné magnetické rezonance.

Jsou známé ampérmetry pro měření stejnosměrných proudů, které jsou založeny na principu dvojnásobného převodu měřené veličiny a které využívají jevu jaderné magnetické rezonance v tekoucí vodě. Tyto stejnosměrné ampérmetry sestávají z primárního převodníku, měřicího bloku jaderné magnetické rezonance a vodního oběhu spolarizátorem. Primární převodník je dále tvořený vodičem s měřeným proudem, který prochází magnetickým obvodem z magneticky měkkého materiálu, v jehož vzduchové mezeře mezi planoparalelními rovinami pólů v podobě permanentních magnetů je umístěna trubice s tekoucí vodou.

Nevýhodou uspořádání těchto stejnosměrných ampérmetrů jsou chyby, způsobené vnějšími rušivými poli, změnou teploty a nestabilitou permanentních magnetů.

Výše uvedené nevýhody odstraňuje z velké části stejnosměrný ampérmetr podle vynálezu, který je tvořen vodním oběhem s polarizátorem, primárním převodníkem a měřicím blokem jaderné magnetické rezonance. Primární převodník je tvořen magnetickým obvodem s permanentními magnety. Magnetickým obvodem prochází vodič s měřeným proudem a vzduchovou mezerou pak prochází trubice vodního oběhu, která má uprostřed vzduchové mezery na sobě navinutou registrační cívku, jejíž vývody jsou připojeny na měřicí blok jaderné magnetické rezonance. Podstatou tohoto stejnosměrného ampérmetru je, že primární převodník je diferenční a obsahuje dva magnetické obvody. Pouze jedním z těchto magnetických obvodů prochází vodič s měřeným proudem. Trubice vodního oběhu je za polarizátorem rozvětvena. Jedna větev prochází

vzduchovou mezerou prvního magnetického obvodu a druhá větev vzduchovou mezerou druhého magnetického obvodu. Každá z těchto větví je uprostřed vzduchové mezery opatřena registrační cívkou jaderné magnetické rezonance. Každá z těchto registračních cívek je připojena vždy na jeden vstup dvojitého měřicího bloku jaderné magnetické rezonance a zároveň na vždy jeden vstup směšovače. Výstup směšovače je přes dolní propust a vysokofrekvenční zesilovač spojen s číslicovým kmitočtoměrem.

Výhodou stejnosměrného ampérmetru podle vynálezu je nezávislost naměřené hodnoty stejnosměrného proudu na zemském magnetickém poli, průmyslovém rušení a změnám okolní teploty. U tohoto stejnosměrného ampérmetru není nutné provádět složité stínění a náročnou termostatizaci.

Příklad uspořádání stejnosměrného ampérmetru podle vynálezu je blokově uveden na připojeném výkrese.

Stejnoseměrný ampérmetr obsahuje primární převodník 1, který je diferenční a je tvořen dvěma magnetickými obvody 4 a 5 z magneticky měkkého materiálu s póly 6 v podobě permanentních magnetů. Mezi planoparalelními rovinami pólů 6 procházejí dvě větve 71, 72 trubice 7 s tekoucí vodou od polarizátoru 8. Na těchto větvích 71, 72 trubice 7 jsou ve středu vzduchových mezer navinuty registrační cívky 9 jaderné magnetické rezonance. V tomto případě prvním magnetickým obvodem 4 prochází vodič 10 s měřeným proudem. Registrační cívky 9 jsou připojeny jednak na vstup dvojitého měřicího bloku 2 jaderné magnetické rezonance a jednak na směšovač 19.

Dvojité měřicí blok 2 jaderné magnetické rezonance obsahuje nízkofrekvenční generátor 11, dva vysokofrekvenční generátory 12, dva detektory 13, dva nízkofrekvenční zesilovače 14 a dvoupaprskový osciloskop 15. Modulační cívky 16 umístěné mezi póly 6 magnetických obvodů 4 a 5 jsou připojeny přes reostaty 17 k nízkofrekvenčnímu generátoru 11 a rovněž k horizontálním vstupům dvoupaprskového osciloskopu 15. Vertikální vstupy dvoupaprskového osciloskopu 15 jsou spojeny s výstupy nízkofrekvenč-

ních zesilovačů 14. Registrační cívky 9 jaderné magnetické rezonance jsou spojeny s kondenzátory 18 a tvoří tak dva kmitavé obvody vysokofrekvenčních generátorů 12. Výstupy vysokofrekvenčních generátorů 12 jsou spojeny se vstupy směřovacího bloku 3, který obsahuje směšovač 19 spojený přes dolní propust 20 s vysokofrekvenčním zesilovačem 21. Výstupní veličina z vysokofrekvenčního zesilovače 21 je zobrazena na číslicovém kmitočtoměru 22.

Funkce stejnosměrného ampérmetru podle vynálezu je následující. Během průtoku vody trubicí 7 v silném homogenním stacionárním poli polarizátoru 8 v ní vzniká nerovnovážná jaderná polarizace, která se při dalším proudění vody dvěma větvemi 71, 72 trubice 7, umístěnými ve slabém magnetickém poli, v důsledku přirozené relaxace zmenšuje a na vstupech prvního a druhého magnetického obvodu 4 a 5 diferenčního primárního převodníku 1 má hodnotu  $J$ .

Polarizaci  $J$  je úměrná intenzita  $A$  signálu jaderné magnetické rezonance podle vztahu

$$A = k \cdot J$$

kde  $J$  je polarizace

$A$  je intenzita signálu jaderné magnetické rezonance

$k$  je koeficient závislý na parametrech stejnosměrného ampérmetru a nehomogenitě pole v prvním a druhém magnetickém obvodu 4 a 5.

Při rezonanci, když kmitočet vysokofrekvenčních generátorů 12 souhlasí s kmitočtem precese jader vodíku, se jakost kmitavých obvodů, tvořených registrační cívkou 9 a kondenzátorem 18, zmenšuje v důsledku pohlcení energie jádry atomů, což má za následek snížení napětí na těchto kmitavých obvodech. Pro dosažení periodického procházení rezonancí je magnetické pole ve vzduchových mezerách modulováno v blízkosti rezonančního maxima pomocí modulačních cívek 16 napájených z nízkofrekvenčního generátoru 11, přičemž ve vzduchové mezeře druhého magnetického obvodu 5 je pole vytvořeno jen permanentními magnety 6 a ve vzduchové mezeře prvního magnetického obvodu 4 je magnetické

pole rovno superpozici pole vytvořeného permanentními magněty 6 a pole vyvolaného měřeným proudem protékajícím vodičem 10. Vysokofrekvenční napětí modulované signály jaderného magnetického pohlčení je přiváděno na detektory 13 a z nich nízkofrekvenční signály jaderné magnetické rezonance přes nízkofrekvenční zesilovače 14 přicházejí na vertikální vychylovací destičky dvoupaprskového osciloskopu 15 a na obrazovce se objeví dva signály jaderné magnetické rezonance. Protože za periodu modulace nastanou podmínky rezonance dvakrát, objeví se na stínítku dva a dva signály se symetrickým rozložením, jejichž středy rozmítání odpovídají nasazení rezonance při nulové hodnotě modulačního pole. Dále jsou vysokofrekvenční napětí od registračních cívek 9 jaderné magnetické rezonance přivedena na vstup směšovacího bloku 3, kde po průchodu signálu směšovačem 19, dolní propustí 20 a vysokofrekvenčním zesilovačem 21 je získán rozdílový kmitočet, který je měřený číslicovým kmitočtoměrem 22.

Postup při měření stejnosměrného proudu je následující. Nejprve se změří rozdílový rezonanční kmitočet  $f_0$  při nulovém měřeném proudu. Dále se změří číslicovým kmitočtoměrem 22 rozdílový kmitočet  $f_i$  za přítomnosti měřeného proudu. Rozdíl kmitočetů  $f_i - f_0$  je přímo úměrný měřenému proudu.

Stejnoseměrný ampérmetr podle vynálezu je vhodný pro metrologická měření stejnosměrných proudů v širokém rozsahu, zejména v podmínkách s průmyslovým rušením a kolísáním teploty.

## PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Stejnoseměrný ampérmetr na principu jevu jaderné magnetické rezonance, sestávající z vodního oběhu s polarizátorem, primárního převodníku, tvořeného magnetickým obvodem s permanentními magnety, kde magnetickým obvodem prochází vodič s měřeným proudem a vzduchovou mezerou prochází trubice vodního oběhu, která je uprostřed vzduchové mezery opatřena registrační cívkou, jež je připojena na vstup měřicího bloku jaderné magnetické rezonance, vyznačující se tím, že primární převodník /1/ je diferenční a sestává ze dvou magnetických obvodů /4 a 5/, z nichž pouze jedním prochází vodič /10/ s měřeným proudem a trubice /7/ vodního oběhu je za polarizátorem /8/ rozdělena do dvou větví /71, 72/, z nichž jedna prochází vzduchovou mezerou prvního magnetického obvodu /4/ a druhá vzduchovou mezerou druhého magnetického obvodu /5/ a každá z větví /71, 72/ trubice /7/ vodního oběhu je uprostřed vzduchové mezery opatřena registrační cívkou /9/ jaderné magnetické rezonance, kde tyto registrační cívky /9/ jsou spojeny jednak vždy s jedním vstupem dvojitého měřicího bloku /2/ jaderné magnetické rezonance a jednak s jedním vstupem směšovače /19/, jehož výstup je přes dolní propust /20/ a vysokofrekvenční zesilovač /21/ spojen s číslicovým kmitočtoměrem /22/.

1 výkres

