ČESKOSLOVENSKÁ SOCIALISTICKÁ REPUBLIKA
(19)

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

257914

(11) B 1

(61)
(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 13 11 85
(21) PV 8180-85

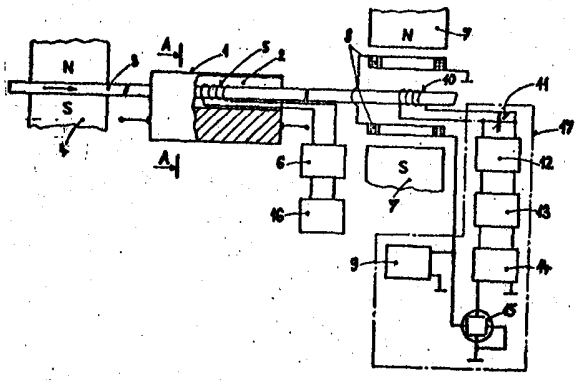
(51) Int. Cl.[4]
G 01 R 19/00,
G 01 R 33/24,
H 03 K 13/20

(40) Zveřejněno 12 11 87
(45) Vydáno 30.02.89

(75)
Autor vynálezu
FILIP ALEŠ ing., ČASTOLOVICE

(54) Číslicový ampérmetr

Ampérmetr využívá jevu jaderné magnetické rezonance při měření velkých stejnosměrných proudů a umožnuje snížení dolní hranice měření o jeden až dva řády. Ampérmetr sestává z polarizátoru, kterým prochází trubice vodního oběhu, Trubice dále prochází osou dutiny válcového primárního převodníku a je na ní uprostřed dutiny navinuta měřicí cívka, která je přes generátor sinusového signálu připojena ke kmitočtoměru. Z válcového primárního převodníku je trubice vedena vzduchovou mezerou analyzátoru, kde je opět uprostřed navinuta cívka, která je připojena na vstup měřicího bloku jaderné magnetické rezonance. Analyzátor je tvořen dvěma permanentními magnety, mezi nimiž jsou modulační cívky, které jsou připojeny k nízkofrekvenčnímu generátoru měřicího bloku. Číslicový ampérmetr je vhodný zejména pro metrologická měření.



Vynález se týká číslicového ampérmetru pro měření velkých stejnosměrných proudů, který využívá jevu jaderné magnetické rezonance.

Dosud známé ampérmetry pro měření velkých stejnosměrných proudů, které využívají jevu jaderné magnetické rezonance, jsou založeny na principu měření indukce magnetického pole vytvořeného měřeným proudem. Tyto ampérmetry jsou tvořeny primárním převodníkem měřeného proudu na stacionární homogenní magnetické pole, sondou jaderné magnetické rezonance a měřícím blokem jaderné magnetické rezonance, na jehož výstupu je připojený číslicový kmitočtoměr. V dutině primárního převodníku je umístěna sonda jaderné magnetické rezonance, obsahující pracovní tekutinu s vodíkovými jádry, např. H_2O, uzavřenou v pouzdru z nemagnetického a nevodivého materiálu, na kterém je navinuto detekční vinutí. Těmito ampérmetry lze měřit velké stejnosměrné proudy s relativní nepřesností nepřevyšující 0,01 %. Nejsou však vhodné pro měření proudů menších než stovky ampéry, protože indukce magnetického pole v pracovním prostoru primárního převodníku je při malých hodnotách měřeného proudu malá a proto poměr signál-šum je u signálu jaderné magnetické rezonance malý.

Uvedenou nevýhodu z velké části odstraňuje číslicový ampérmetr podle vynálezu, obsahující válcový primární převodník s dutinou, který je z nemagnetického materiálu, vodním oběhem s polarizátorem, analyzátorem a měřícím blokem jaderné magnetické rezonance a měřící cívkou připojenou přes generátor sinusového signálu ke kmitočtoměru. Jeho podstatou je, že trubice vodního

oběhu je vedena osou dutiny válcového primárního převodníku. Uprostřed této dutiny je na trubici navinuta měřící cívka.

Umístění trubice vodního oběhu s měřící cívkou v dutině válcového primárního převodníku umožňuje snížení dolní hranice měřených stejnosměrných proudů o jeden až dva řády.

Příklad číslicového ampérmetru podle vynálezu je uveden na připojeném výkresu. Na obr. 1 je znázorněno funkční schéma číslicového ampérmetru a na obr. 2 je nakreslen řez válcovým primárním převodníkem.

Číslicový ampérmetr podle obr. 1 obsahuje primární převodník 1 válcového tvaru s měřeným proudem vyrobený z nemagnetického materiálu, jehož excentrickou válcovou dutinou 2 prochází trubice 3 s tekoucí vodou od polarizátoru 4, přičemž ve středu válcové dutiny 2 primárního převodníku 1 je na trubici 3 navinuta měřící cívka 5, spojená s generátorem 6 sinusového signálu. Trubice 3 dále prochází vzduchovou mezerou analyzátoru tvořeného permanentními magnety 7, mezi kterými jsou umístěny modulační cívky 8, připojené k nízkofrekvenčnímu generátoru 9. Cívka 10 analyzátoru navinutá na trubici 3 mezi permanentními magnety 7, tvoří s proměnným kondenzátorem 11 kmitavý obvod vysokofrekvenčního generátoru 12, který spolu s detektorem 13, nízkofrekvenčním zesilovačem 14, osciloskopem 15 a nízkofrekvenčním generátorem 9 je částí měřícího bloku 17 jaderné magnetické rezonance. Číslicový kmitočtoměr 16 je přes nízkofrekvenční generátor 9 připojen k měřící cívce 5.

Funkce číslicového ampérmetru podle vynálezu je následující. Nejdříve voda protéká silným stacionárním homogenním magne-

tickým polem polarizátoru 4, kde v ní vzniká nerovnovážná jaderná polarizace. Spojovací trubicí 3 protéká polarizovaná voda přes primární převodník 1 do analyzátoru jaderné magnetické rezonance. V dutině 2 primárního převodníku 1 působí na proud polarizovaných jader ve směru příčném stacionární homogenní magnetické pole způsobené měřeným proudem a ve směru toku jader je měřící cívkou 5 vytvářené oscilující magnetické pole. V případě, že kmitočet tohoto střídavého pole souhlasí s kmitočtem precese jader vodíku, vektor magnetické polarizace mění svůj směr. Původní směr magnetické polarizace byl shodný se směrem magnetické indukce příčného homogenního stacionárního pole v dutině 2. Změnou směru magnetické polarizace vzniknou příčné složky magnetické polarizace, které se během dalšího proudění zruší. Do analyzátoru jaderné magnetické rezonance vstupuje voda s polarizací závislou na předchozím působení měřící cívky 5.

V analyzátoru, kde je jaderná magnetická rezonance indikována metodou vynucené precese, působí na proud jader ve směru kolmém stacionární homogenní magnetické pole, permanentních magnetů 7, jehož homogenita je lepší než 10^{-3} % na cm a ve směru toku jader je cívkou 10 analyzátoru, připojenou k vysokofrekvenčnímu generátoru 12, vytvářeno vysokofrekvenční magnetické pole. Jaderná magnetická rezonance v analyzátoru nastává tehdy, když kmitočet vysokofrekvenčního generátoru 12 souhlasí s kmitočtem precese jader a činitel jakosti kmitavého obvodu tvořeného cívkou 10 a kondenzátorem 11 se zmenšuje v důsledku pohlcení energie atomovými jádry, což má za následek snížení napětí na kmitavém obvodu. Aby docházelo k periodickému procházení jaderné magnetické rezonance, je magnetické pole ve vzduchové mezeře analyzátoru modulované v blízkosti rezonančního maxima pomocí modulačních cívek 8 napájených z nízkofrekvenčního generátoru 9.

Nízkofrekvenční signál jaderné magnetické rezonance je od modulovaného vysokofrekvenčního signálu oddělen detektorem 13, zesílen nízkofrekvenčním zesilovačem 14 a zobrazen na stínítku osciloskopu 15.

Kmitočtu generátoru 6 sinusového signálu, při kterém je amplituda signálu jaderné magnetické rezonance na obrazovce osciloskopu 15 největší, je přímo úměrná velikost měřeného proudu.

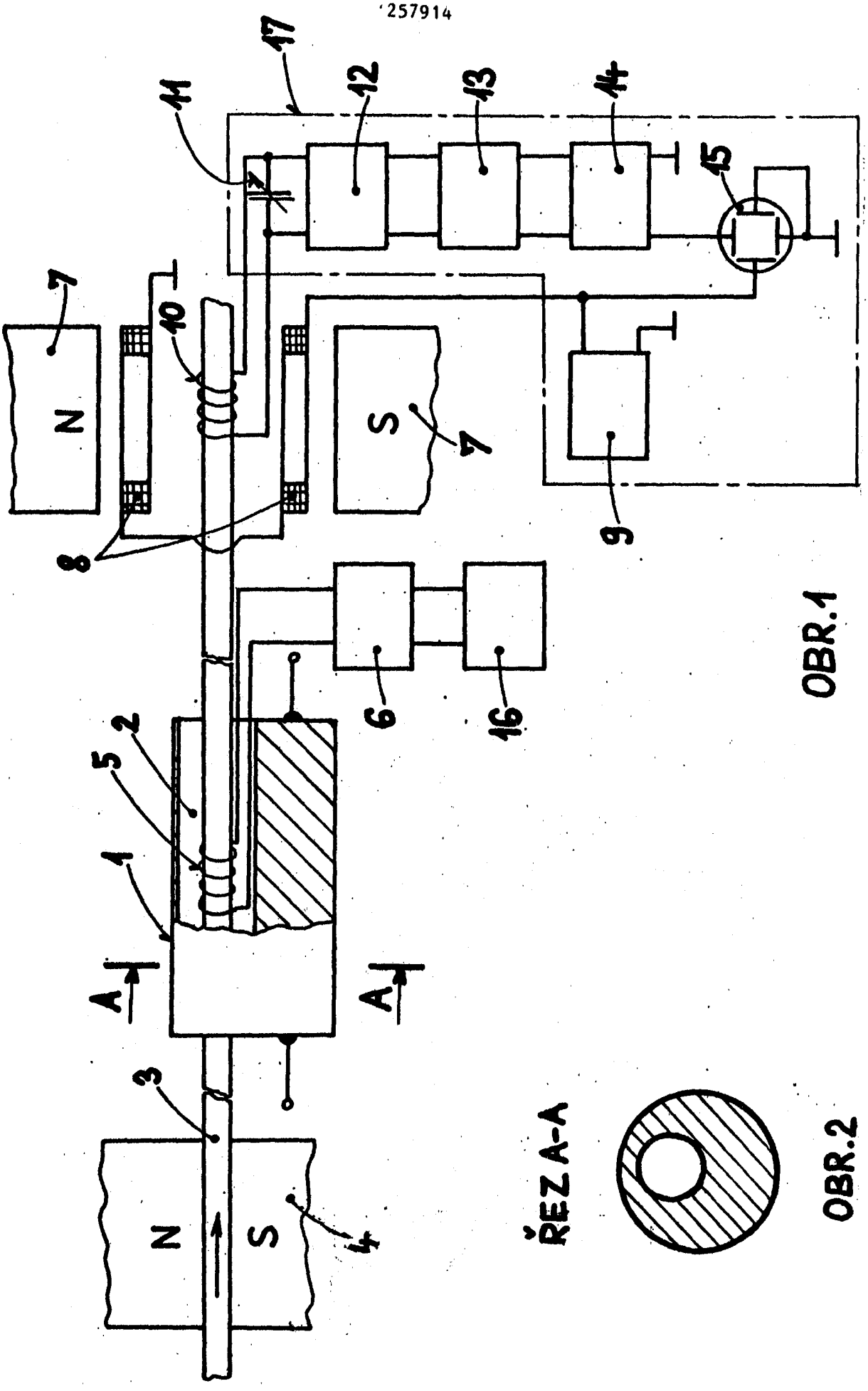
Při vhodné volbě rozměrů primárního převodníku 1 lze docílit, že konstanta přístroje může být rovna 10^n, kde n je celé číslo. Toto umožní přímo z číslicového kmitočtoměru 16 odečítat velikost měřeného proudu.

Číslicový ampérmetr podle vynálezu umožňuje absolutní měření velkých stejnosměrných proudů. Je vhodný zejména pro metrologická měření. Pro svoji jednoduchost je rovněž vhodný i pro provozní měření.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Číslicový ampérmetr pro měření velkých stejnosměrných proudů, využívající jevu jaderné magnetické rezonance, tvořený válcovým primárním převodníkem s dutinou, vodním oběhem s polarizátorem, analyzátorem, měřícím blokem jaderné magnetické rezonance a měřící cívkou připojenou přes generátor sinusového signálu ke kmitočtoměru vyznačující se tím, že trubice /3/ vodního oběhu je umístěna v ose dutiny /2/ válcového primárního převodníku /1/ a měřící cívka /5/, kterou je trubice /3/ vodního oběhu opatřena, je umístěna uprostřed této dutiny /2/.

1 výkres



OBR.1

ŘEZ A-A

OBR.2