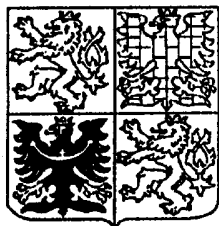


ČESKÁ  
REPUBLIKA

(19)



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

# UŽITNÝ VZOR

- (21) 594-93  
(22) 01.04.93  
(32) 01.04.93  
(33) CZ  
(47) 22.09.93  
(43) 17.11.93

(11) 686

(13) U

5(51)

G 01 R 29/08

G 01 N 27/72

G 01 R 29/08

(71) České vysoké učení technické fakulta elektrotechnická,  
Praha, CZ;

(54) Gradiometrická sonda

PŘÍL.	UR/ D PRŮM. ÚVĚHO VLASTNICTVÍ	01. IV. 93	016108	č.j.
			DOKŠLO	

Gradiometrická sonda

Oblast techniky

Technické řešení se týká gradiometrické sondy, umožňující měřit i gradienty magnetického pole několika řádů.

Dosavadní stav techniky

Měřiče gradientu magnetického pole se používají v technických měřeních při určování magnetických vlastností otevřených vzorků feromagnetických materiálů, v geofyzice pro měření magnetických vlastností hornin a prospekčních měření a v lékařské diagnostice k měření obsahu magnetických částic ve tkáních. Další použití gradiometrů zahrnuje vyhledávání kovových předmětů nebo detekce jejich pohybu, bezkontaktní měření proudu, např. v podzemních kabelech nebo stavebních konstrukcích a hygienická měření.

K měření zvláště slabých gradientů se v současné době používá SQUID gradiometrů. Podstatnou nevýhodou těchto přístrojů je nutnost chlazení tekutým heliem, není jimi možno měřit gradienty větší než desítky nT/m. K měření gradientů v rozsahu jednotek nT/m až do mT/m se používá diferenčního zapojení dvou magnetických senzorů, obvykle feromagnetická sonda nebo magnetka, s pevnou vzdáleností - tzv. gradiometrická báze, které měří magnetické pole ve směru společné osy obou sond. Rozdíl výstupních napětí obou sond je pak úměrný diferencii magnetického pole na dané bázi. Toto tradiční uspořádání má však několik nevýhod. Dvojici sond je nutno vybírat a nastavovat tak, aby výsledná soustava byla necitlivá na homogenní složku měřeného pole, tzv. astatizace. Tato procedura je velmi zdlouhavá a nákladná, protože astatismus musí být dodržen v širokém rozmezí teplot a vnějších polí. Další nevýhodou je, že gradiometrickou bázi nelze zkracovat

pod určitou mez, danou vzájemným působením jednotlivých senzorů: u gradiometru se dvěma feromagnetickými sondami je nejkratší báze asi 20 cm. Gradiometry s magnetkami, tzv. astatické magnetometry, jsou velmi citlivé na vibrace a teplotní změny, nelze je tedy používat pro terenní měření.

### Podstata technického řešení

Výše uvedené nedostatky odstraňuje gradiometrická sonda, sestávající z magnetického obvodu opatřeného budícím a snímacím vinutím. Její podstatou je, že magnetický obvod je tvořen jediným uzavřeným magnetickým jádrem ve tvaru oválu a snímací vinutí je rozděleno minimálně do dvou samostatných sekcí. Je výhodné, je-li systém těchto sekcí uspořádán symetricky vzhledem ke středu gradiometrické sondy.

Navrhovaná gradiometrická jednojádrová sonda umožňuje měření gradientu stejnosměrného nebo nízkofrekvenčního magnetického pole v jedné ose. Gradiometrická báze je daná vzdáleností středů měřicích vinutí a může činit několik jednotek milimetrů až jednotky centimetrů. Uvedená sonda má mnohé výhody oproti stávajícím zařízením. Protože se používá jednoho uzavřeného magnetického obvodu, je přirozená symetrie sondy vysoká a astatizace podstatně jednodušší. Změny magnetických vlastností jádra sondy, teplotní nebo způsobené stárnutím, ani změny parametrů budícího proudu jako je amplituda nebo spektrální složení, nemají vliv na vyvážení sondy. Další výhodou je, že elektronické obvody jsou v porovnání s použitím dvojice klasických feromagnetických sond jednodušší, sonda je odolnější vůči přetížení homogenní složkou pole. Na daném principu je možno realizovat gradiometrické sondy s velmi krátkou bází. Je též možné použitím většího množství měřicích cívek pomocí jedné sondy zároveň měřit homogenní složku pole i gradienty několika řádů.

### Přehled obrázků na výkresech

Gradiometrická sonda bude blíže popsána pomocí výkresů, kde na obr.1 je schematicky znázorněno uspořádání gradiometrické sondy se dvěma sekcemi snímacího vinutí a na obr.2 je uvedeno zapojení snímacího vinutí se třemi sekcemi pro současné měření gradientu a homogenní složky magnetického pole.

### Příklady provedení

Magnetický obvod gradiometrické sondy je tvořen uzavřeným magnetickým jádrem 1 ve tvaru oválu, na kterém je navinuto budící vinutí 2. Snímací vinutí je v prvním příkladě tvořeno dvěma samostatnými sekcemi 3 a 4, které jsou zde uspořádány symetricky vzhledem ke středu gradiometrické sondy.

Princip činnosti gradiometrické sondy je velmi podobný principu feromagnetické sondy. Periodický proud do budícího vinutí 2 o frekvenci  $f$  mění efektivní permeabilitu magnetického jádra 1 s frekvencí  $2f$ . Jestliže je v ose sekcí 3 a 4 snímacího vinutí nenulové magnetické pole, bude se do těchto sekcí indukovat napětí s kmitočtem  $2f$ . Rozdíl napětí dvou krátkých sekcí 3 a 4 snímacího vinutí je úměrný rozdílu magnetických polí v místě středu těchto sekcí 3 a 4 za předpokladu, že magnetické jádro 1 je dostatečně protáhlé, takže je možno zanedbat demagnetizaci.

V praxi to znamená, že při měření gradientu 1.řádu uspořádáním gradiometrické sondy podle popsaného příkladu, jsou začátky první a druhé sekce 3 a 4 snímacího vinutí spojeny a výstupem je napětí mezi konci těchto sekcí 3 a 4 snímacího vinutí. Tímto uspořádáním lze měřit i homogenní složku magnetického pole, tedy gradient 0.řádu. V tomto případě jsou propojeny začátek jedné sekce 3 resp. 4 s koncem druhé sekce 4 resp. 3 snímacího vinutí a výstupem je napětí mezi zbyva-

jícími nepropojenými vývody.

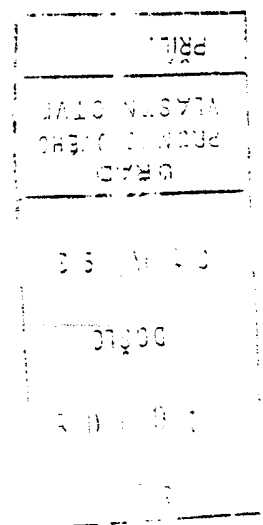
Při použití rozdělení snímacího vinutí do tří sekcí 3, 4 a 5 podle obr.2, je princip funkce stejný. Výhodou tohoto uspořádání je, že umožňuje zároveň měřit gradient 0. i 1.řádu. V tomto případě je gradient 1.řádu měřen při zapojení krajních sekcí 3 a 4 snímacího vinutí tak, jak je uvedeno v předchozím příkladě a gradient 0.řádu je měřen mezi vývody prostřední sekce 5 snímacího vinutí.

#### Průmyslová využitelnost

Takto vytvořenou gradiometrickou sondu lze použít například při určování magnetických vlastností otevřených vzorků feromagnetických materiálů či hornin, při prospekčních měřeních, v lékařské diagnostice, při vyhledávání kovových předmětů nebo při detekci jejich pohybu nebo při bezkontaktním měření proudu.

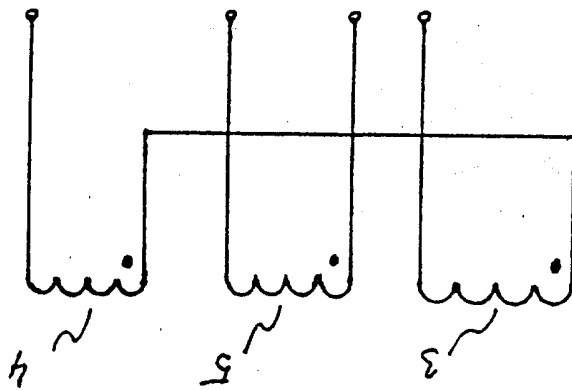
### N Á R O K Y   N A   O C H R A N U

1. Gradiometrická sonda sestávající z magnetického obvodu, opatřeného budícím a snímacím vinutím, v y z n a č u j í c í s e t í m, že magnetický obvod je tvořen jediným uzavřeným magnetickým jádrem (1) ve tvaru oválu a snímací vinutí je rozděleno minimálně do dvou samostatných sekcí (3), (4).
  
2. Gradiometrická sonda podle bodu 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že systém jednotlivých samostatných sekcí (3), (4), (5) je uspořádán symetricky vzhledem ke středu gradiometrické sondy.



067.2

811  
- P  
BOŽIC  
01.11.93  
URAD  
PRONOSI UVEHO  
VLASTN  
PRIL.



067.1

