



GRAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

227296

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³
G 01 V 3/28

(22) Přihlášeno 24 11 82

(21) [PV 8405-82]

(40) Zveřejněno 26 08 83

(45) Vydáno 15 06 86

(75)

Autor vynálezu

WOLTĚR LEO ing., BRNO

(54) Indukční snímač elektromagnetické geofyzikální sondy

1

Vynález se týká indukčního snímače elektromagnetické geofyzikální sondy s budicí a měřicí cívkou pro měření elektrické vodivosti a magnetické susceptibility hornin ve vrtu a na mořském dně. Jeho účelem je potlačení poruch a dosažení vysoké stability kompenzace přímého napětí na měřicí cívce, zejména při elektromagnetickém rušení a při změnách okolní teploty.

Jsou známy indukční snímače sond pro měření magnetické susceptibility a elektrické vodivosti, jejichž součástí je budicí cívka napájená střídavým proudem a měřicí cívka připojená přes zesilovač k fázově citlivému obvodu [AO SSSR 275 250, 693 315]. Přímé napětí na měřicí cívce je u nich kompenzováno napětím z pomocného vinutí uloženého na budicí cívce a fázově citlivý obvod je řízen napětím, jehož fáze je shodná s fází signálu magnetické susceptibility na měřicí cívce nebo s fází signálu elektrické vodivosti. Pro zvýšení citlivosti vyloučením vlivu indukovaných napětí z cizích zdrojů na signál na měřicí cívce je u známých indukčních snímačů budicí i měřicí cívka opatřena feromagnetickým jádrem.

Feromagnetická jádra cívek u známých indukčních snímačů sice zvyšují odstup měřeného signálu od rušivých napětí z cizích zdrojů, ale nepříznivě ovlivňují stabilitu

2

kompenzace přímého signálu, neboť měnící se vnější magnetická pole snižují stabilitu magnetických momentů cívek.

Pro odstranění nestability magnetického momentu budicí cívky jsou u známých snímačů použity pomocné elektronické obvody, popřípadě pomocný transformátor zapojený v obvodu budicí a měřicí cívky [AO SSSR 490 060]. Pomocné elektronické obvody a transformátor komplikují zapojení, jsou potenciálním zdrojem funkčních poruch vedoucích k nestabilitě signálové nuly snímače, přitom zvyšují pracnost výroby i seřízení celé sondy. Nadto u těchto snímačů není zajištěna stabilita magnetického momentu měřicí cívky s feromagnetickým jádrem ani stabilita kompenzace přímého napětí narušovaná změnou rozměrů cívkového systému s teplotou.

Uvedené nevýhody odstraňuje indukční snímač elektromagnetické geofyzikální sondy s budicí cívkou a měřicí cívkou podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že budicí cívka je spojena s prvním rezonančním kondenzátorem a upevněna na konci podélného nosiče s teplotním koeficientem délkové dilatace, na jehož opačném konci je upevněna měřicí cívka spojená jedním koncem s druhým rezonančním kondenzátorem a druhým koncem s prvním výstupem

odporového děliče, mezi jehož první vstup a druhý vstup je zapojeno kompenzační vinutí těsně magneticky vázané ke středu budicí cívky, přitom teplotní koeficient délkové dilatace podélného nosiče je roven 0,6 ve dilatace podélného nosiče je roven 0,6 až 0,7 násobku součtu koeficientů obvodové dilatace cívek.

U indukčních snímačů pro sondy do štíhlých vrtů, u nichž je mezi cívkami velká vzdálenost je výhodné, když budicí cívka je opatřena feromagnetickým jádrem a kompenzační vinutí je uloženo na jeho povrchu.

Indukční snímače pro sondy k měření elektrické vodivosti je výhodné uspořádat tak, že rezonanční kondenzátory jsou zapojeny oba sériově nebo oba paralelně.

Indukční snímače pro sondy k měření magnetické susceptibility je výhodné uspořádat tak, že jeden z rezonančních kondenzátorů je zapojen sériově a druhý paralelně.

Výhody indukčního snímače podle vynálezu vyplývají z uložení cívek na podélný nosič s teplotní délkovou dilatací a z použití rezonančních kondenzátorů. Stabilita nuly měřeného signálu při změnách okolní teploty a výrazný odstup měřeného signálu od rušivých napětí z cizích zdrojů jsou zajištěny jednoduchými prostředky bez přídavných elektronických obvodů. Pro hodnotu přímého napětí na měřicí cívce platí vztah

$$U_0 = k \cdot S_1 \frac{S_2}{L^3},$$

kde U_0 je hodnota přímého napětí na měřicí cívce, k je veličina závislá na kmitočtu, budícím proudem a počtu závitů cívek, S_1 je plocha budicí cívky, S_2 je plocha měřicí cívky a L je vzdálenost mezi oběma cívkami.

Pro teplotní kompenzaci změn přímého napětí na měřicí cívce, způsobených změnami ploch S_1 a S_2 s teplotou, je vhodně využito teplotní dilatace podélného nosiče. Změní-li budicí cívka a měřicí cívka vlivem změn okolní teploty své obvody a tím i své plochy S_1 a S_2 , lze návazné nežádoucí změně přímého napětí U_0 zabránit změnou vzdálenosti cívek. Ke změně přímého napětí U_0 na měřicí cívce nedochází, když teplotní koeficient délkové dilatace dL podélného nosiče je ke koeficientu obvodové dilatace dP_1 budicí cívky a ke koeficientu obvodové dilatace dP_2 měřicí cívky ve vztahu

$$dL = -\frac{2}{3} (dP_1 + dP_2),$$

který lze odvodit ze vztahu pro přímé napětí U_0 na měřicí cívce.

Příklad konkrétního provedení indukčního snímače podle vynálezu je znázorněn na přiložených výkresech, kde obr. 1 představuje schéma zapojení indukčního snímače, vhodného zvláště pro elektromagnetickou geofyzikální sondu k měření elektrické vodivosti, na obr. 2 je schéma zapojení druhé

varianty indukčního snímače, vhodného zvláště pro elektromagnetickou geofyzikální sondu k měření magnetické susceptibility, na obr. 3 je jednoduchý vyhodnocovací obvod elektromagnetické sondy pro měření jen elektrické vodivosti nebo jen magnetické susceptibility v blokovém zapojení a na obr. 4 kombinovaný vyhodnocovací obvod elektromagnetické sondy pro měření jak elektrické vodivosti, tak magnetické susceptibility, rovněž v blokovém zapojení.

Součástí indukčního snímače podle vynálezu je budicí cívka 1, která je upevněna na konci podélného nosiče 10 (obr. 1). Na opačném konci podélného nosiče 10 je upevněna měřicí cívka 4. Paralelně je k měřicí cívce 4 mezi signálovou svorkou 6 a společnou svorkou 7 připojen druhý rezonanční kondenzátor 5 a k budicí cívce 1 mezi první napájecí svorkou 8 a druhou napájecí svorkou 9 první rezonanční kondenzátor 2. Měřicí cívka 4 je zapojena na první výstup 14 odporového děliče 16, jehož druhý výstup 15 je připojen ke společné svorce 7. Mezi první vstup 12 a druhý vstup 13 odporového děliče 16 je zapojeno kompenzační vinutí 3, těsně magneticky vázané ke středu budicí cívky 1.

V druhé variantě konkrétního provedení indukčního snímače podle vynálezu je budicí cívka 1 opatřena feromagnetickým jádrem 11 a kompenzační vinutí 3 je uloženo na jeho povrchu (obr. 2). Druhý rezonanční kondenzátor 5 je zařazen před signálovou svorkou 6 a spojen s měřicí cívkou 4 sériově.

Indukční snímač podle vynálezu lze použít ve spojení s jednoduchým vyhodnocovacím obvodem 17 i ve spojení s kombinovaným vyhodnocovacím obvodem 18. Jednoduchý vyhodnocovací obvod 17 elektromagnetické geofyzikální sondy sestává z výkonového generátoru 20, zapojeného na řídicí vstup prvního fázového demodulátoru 20, zapojeného na řídicí vstup prvního fázového demodulátoru 21 s první výstupní svorkou 23 a ze signálového zesilovače 19, zapojeného na signálový vstup prvního fázového demodulátoru 21. Kombinovaný vyhodnocovací obvod 18 elektromagnetické geofyzikální sondy obsahuje navíc druhý fázový demodulátor 22 s druhou výstupní svorkou 24, na jehož signálový vstup je připojen výstupem signálový zesilovač 19. S výkonovým generátorem 20 je řídicí vstup druhého fázového demodulátoru 22 spojen přes fázovací obvod 25.

V obou variantách konkrétního provedení indukčního snímače podle vynálezu jsou cívky 1, 4 zhotoveny z měděného drátu a každá z cívek vykazuje koeficient obvodové dilatace $22 \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$. Podélný nosič 10 je zhotoven z vrstvené fenolformaldehydové pryskyřice vykazující koeficient délkové teplotní dilatace $27 \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$.

Pro měření elektrické vodivosti hornin v hlubinném vrtu, na obr. nezakresleném, byl

použit indukční snímač podle vynálezu znázorněný na obr. 1 ve spojení s jednoduchým vyhodnocovacím obvodem 17 elektromagnetické geofyzikální sondy. Na jeho napájecí svorky 8, 9 byl zapojen výkonový generátor 20 a jeho signálová svorka 6 byla spojena se vstupem signálového zesilovače 19. Společná svorka 7 byla uzemněna. Indukční snímač podle vynálezu s jednoduchým vyhodnocovacím obvodem 17 elektromagnetické geofyzikální sondy byl spuštěn do hlubinného vrtu. Zapojením výkonového generátoru 20 se rozkmitá rezonanční obvod tvořený budicí cívkou 1 a prvním rezonančním kondenzátorem 2. Magnetický moment silně buzené budicí cívky 1 vyvolá v okolním prostředí vířivé proudy, které indukují do měřicí cívky 4 sekundární signálové napětí odpovídající elektrické vodivosti hornin. Odporový dělič 16 je nastaven tak, že jeho výstupní napětí na výstupech 14, 15 kompenzuje hodnotu přímého napětí na měřicí cívce 4. Sekundární signálové napětí je působením rezonančního obvodu tvořeného měřicí cívkou 4 a druhým rezonančním kondenzátorem 5 zvýrazněno proti amplitudě indukovaných napětí z cizích zdrojů nacházejících se na měřicí cívce 4 a působením druhého rezonančního kondenzátoru 5 fázově natočeno do souhlasu s fází budicího napětí na napájecích svorkách 8, 9.

Takto upravené sekundární signálové napětí je ze signálové svorky 6 připojeno na vstup signálového zesilovače 19 a po zesílení na signálový vstup prvního fázového demodulátoru 21. Budicí napětí z výkonového generátoru 20, jehož fáze je shodná s fází sekundárního signálového napětí na řídicím vstupu demodulátoru 21 způsobí, že na první výstupní svorce 23 je pouze zesílené sekundární signálové napětí odpovídající elektrické vodivosti hornin. Je oproštěné od primárního signálového napětí odpovídajícího magnetické susceptibilitě hornin i od zbytku rušivých napětí z cizích zdrojů. Vlivem zvýšené teploty ve vrtu dojde postupně ke zvětšení obvodu cívek 1, 4 a tím i ke zvětšení jejich ploch. Současně se však postupně ohřívá na stejnou teplotu i podélný nosič 10, který se prodlužuje. Protože součet koeficientů obvodové dilatace cívek 1, 4 je roven hodnotě $44 \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$, byl podélný nosič 10 zhotoven z materiálu s koeficientem délkové teplotní dilatace $27 \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$. Materiál s rozdílně volenou teplotní dilatací způsobuje, že při změně teploty indukčního snímače podle vynálezu se nezmění hodnota poměru ploch cívek 1, 4 k jejich vzájemné vzdálenosti, a tím ani hodnota přímého napětí na měřicí cívce 4. Poněvadž ani hodnota kompenzačního napětí odebíraného z výstupů 14, 15 odporového děliče 16 není závislá na změně teploty, neboť odporový dělič 16 je napájen z kompenzačního vinutí 3 těsně magneticky vázaného ke středu budicí cívky 1, nedochází při změně teploty in-

dukčního snímače podle vynálezu k poruchám kompenzace ani ke změnám jeho signálové nuly.

Pro měření magnetické susceptibility hornin v hlubinném vrtu, na obr. nezakresleném, byla použita druhá varianta indukčního snímače podle vynálezu (obr. 2) ve spojení s jednoduchým vyhodnocovacím obvodem 17 elektromagnetické geofyzikální sondy. Poněvadž u této varianty indukčního snímače je zapojen druhý rezonanční kondenzátor 5 do série s měřicí cívkou 4, zůstává primární signálové napětí odpovídající magnetické susceptibilitě hornin fázově v souhlasu s fází budicího napětí na napájecích svorkách 8, 9. Na první výstupní svorce 23 demodulátoru 21 je pouze zesílené primární signálové napětí, odpovídající magnetické susceptibilitě hornin, oproštěné od sekundárního signálového napětí odpovídajícího elektrické vodivosti hornin a oproštěné i od zbytku rušivých napětí z cizích zdrojů. K zesílení magnetického momentu budicí cívky 1 a tím i k zesílení signálových napětí je použita budicí cívka 1 s feromagnetickým jádrem 11, jehož magnetický moment je stabilizován silným buzením pomocí prvního rezonančního kondenzátoru 2. Kompenzační vinutí 3 je uloženo na povrchu feromagnetického jádra 11, ve středu budicí cívky 1, takže kompenzační napětí je teplotně nezávislé a signálová nula indukčního snímače je stabilizována.

U elektromagnetické geofyzikální sondy pro měření magnetické susceptibility a současně i elektrické vodivosti hornin ve vrtu byl použit stejný indukční snímač podle vynálezu jako v předchozím případě, avšak ve spojení s kombinovaným vyhodnocovacím obvodem 18, jehož fázovací obvod 25 natáčí napětí o 90° do druhého fázového demodulátoru 22. Na první výstupní svorce 23 kombinovaného vyhodnocovacího obvodu 18 je zesílené primární signálové napětí odpovídající magnetické susceptibilitě hornin a na druhé výstupní svorce 24 je zesílené sekundární signálové napětí odpovídající elektrické vodivosti hornin.

V indukčním snímači podle vynálezu, který je určen jen pro měření elektrické vodivosti hornin lze při zachování stejné funkce zapojit první rezonanční kondenzátor 2 k budicí cívce 1 sériově buď za první napájecí svorku 8, nebo za druhou napájecí svorku 9, potom však je třeba zapojit i druhý rezonanční kondenzátor 5 k měřicí cívce 4 sériově před signálovou svorku 6. Obdobně jako v tomto případě lze zapojit první rezonanční kondenzátor 2 u indukčního snímače podle vynálezu určeného pro měření magnetické susceptibility hornin (obr. 2). Potom však druhý rezonanční kondenzátor 5 musí být připojen k měřicí cívce 4 paralelně, a to mezi signálovou svorku 6 a společnou svorku 7. S kombinovanou elektromagnetickou karotážní sondou 18 může být

spojen indukční snímač podle vynálezu v kterékoli variantě konkrétního provedení.

Indukční snímač elektromagnetické geofyzikální sondy podle vynálezu lze využít i

v sondách pro měření poloprostoru, například v sondách pro spojitá měření magnetické susceptibility a elektrické vodivosti mořského dna.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Indukční snímač elektromagnetické geofyzikální sondy s budicí cívkou a měřicí cívkou, vyznačený tím, že budicí cívka (1) je spojena s prvním rezonančním kondenzátorem (2) a upevněna na konci podélného nosiče (10) s teplotním koeficientem délkové dilatace, na jehož opačném konci je upevněna měřicí cívka (4) spojená jedním koncem s druhým rezonančním kondenzátorem (5) a druhým koncem s prvním výstupem (14) odporového děliče (16), mezi jehož první vstup (12) a druhý vstup (13) je zapojeno kompenzační vinutí (3) těsně magneticky vázané ke středu budicí cívky (1), přitom teplotní koeficient délkové dilatace podélného nosiče (10) je roven 0,6 až 0,7ná-

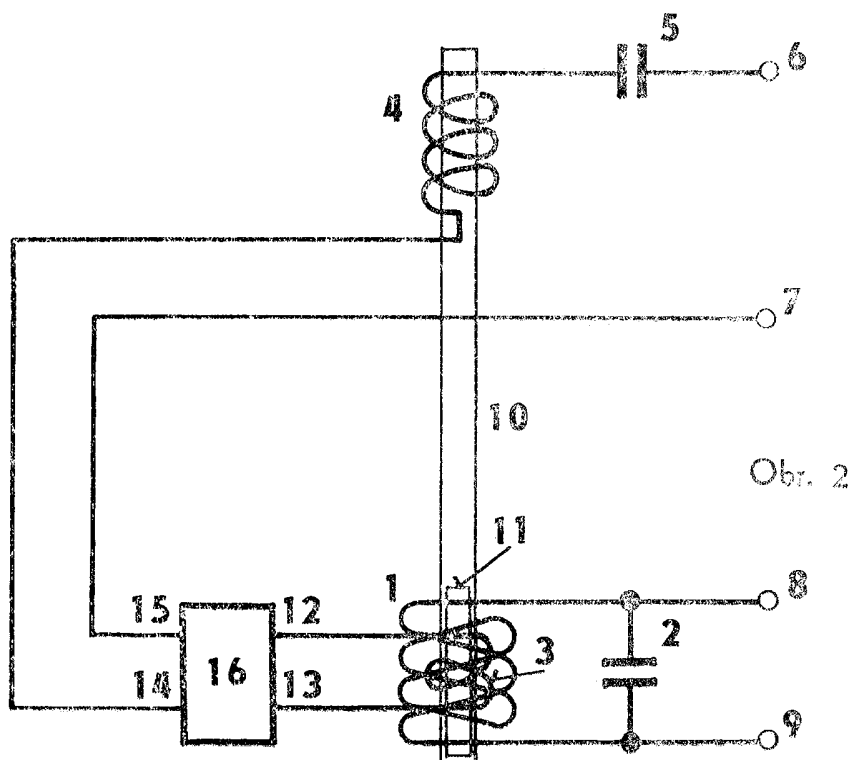
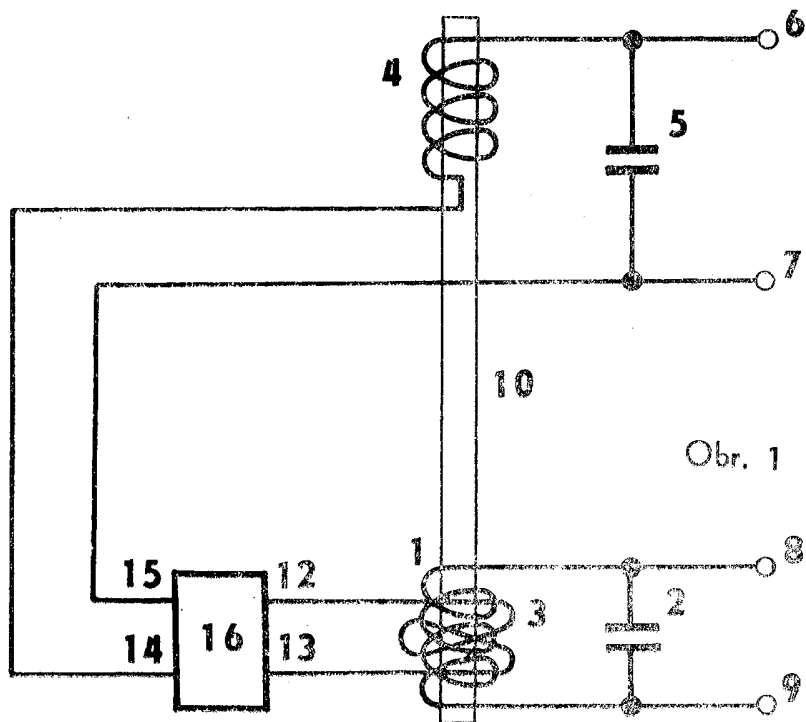
sobku součtu koeficientů obvodové dilatace cívek (1, 4).

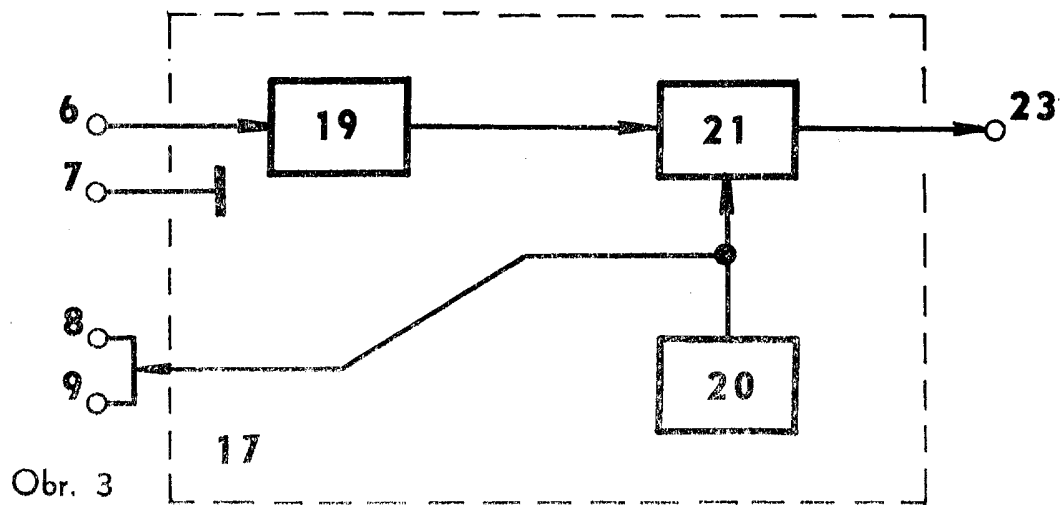
2. Indukční snímače podle bodu 1, vyznačený tím, že budicí cívka (1) je opatřena feromagnetickým jádrem (11) a kompenzační vinutí (3) je uloženo na jeho povrchu.

3. Indukční snímač podle bodů 1 a 2, vyznačený tím, že rezonanční kondenzátory (2, 5) jsou zapojeny oba sériově nebo oba paralelně.

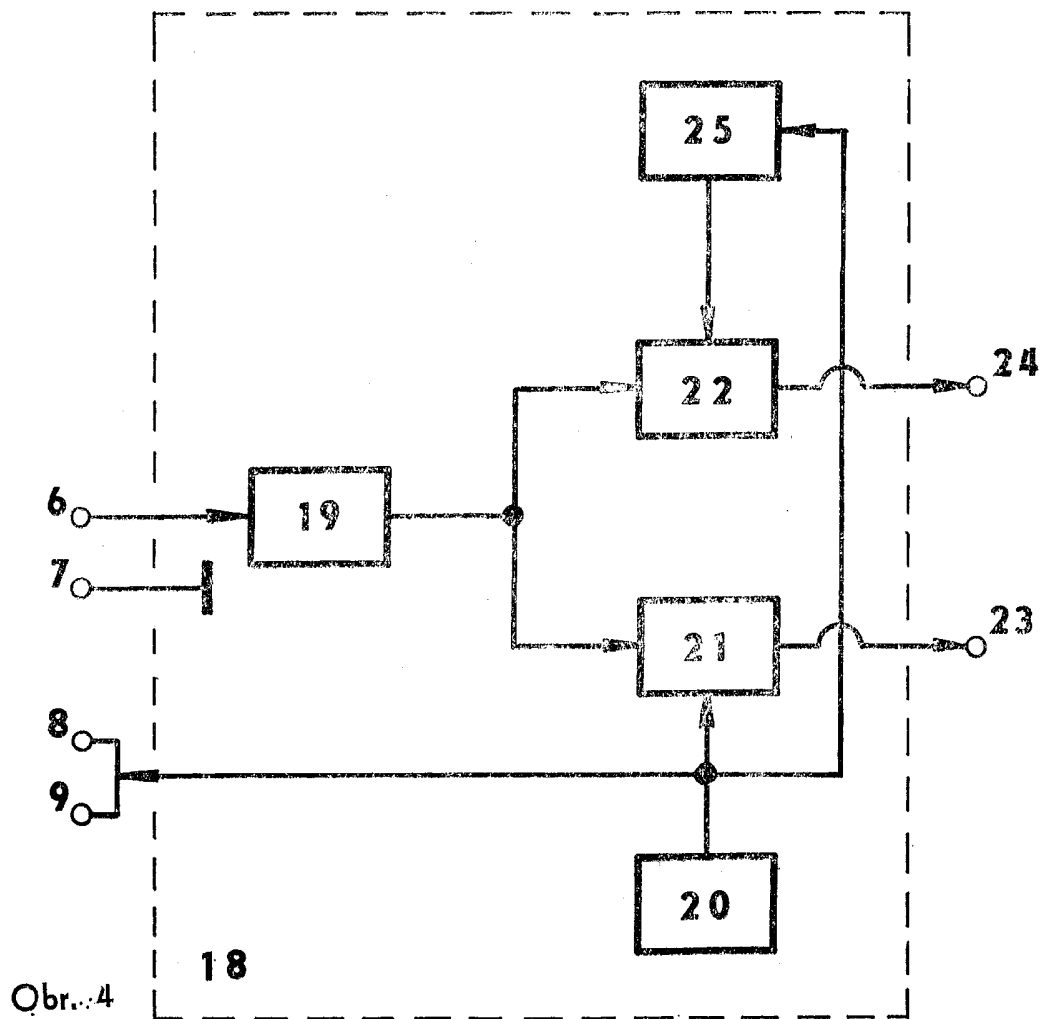
4. Indukční snímač podle bodů 1 a 2, vyznačený tím, že jeden z rezonančních kondenzátorů (2, 5) je zapojen sériově a druhý paralelně.

2 listy výkresů





Obr. 3



Obr. 4