



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

195 979

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita

(22) Přihlášeno

(21)

07 07 77
(PV 4545 - 77)

(51) Int. Cl.³ G 01 N 27/86
// G 01 N 27/82

(40) Zveřejněno

29 06 79

(45) Vydáno

01 1 82

(75)
Autor vynálezu

STLOUKAL IVAN ing.,

PRAHA

(54) Zapojení k vyhodnocování signálu diferenční sondy

1

Vynález se týká zapojení k vyhodnocování signálu diferenční sondy především pro defektometrii kovových povrchů.

Pro kontrolu povrchových defektů tělísek valivých ložisek, ale i jiných součástí, především pro indikování prasklin, převalků a pórů, které jsou téměř neviditelné a nedají se indikovat optoelektronicky, se zatím používají defektometry s jednoduchou aktivní sondou, kterou je feritová tyčinka s vinutím, tvořící indukčnost oscilátoru ovlivňovanou povrchovými defekty. Metoda s diferenční pasivní sondou, tvořenou dvěma rovnoběžnými feritovými tyčinkami s budícím vinutím kolem každé z tyčinek, navinutým tak, že magnetický tok se v obou tyčinkách uzavírá a se sekundárním vinutím navinutým kolem obou tyčinek se pro uvedený účel dosud neprosadil přesto, že tato metoda dává předpoklad některých výhodnějších vlastností. Především diferenční sonda indikuje pouze vzájemné rozdíly materiálu pod oběma jádry ležícími těsně vedle sebe a v důsledku toho potlačuje jeho pomalu se měnící nehomogenity a reaguje hlavně na čárové vady např. praskliny a bodové vady, např. póry. Ze stejného důvodu je i necitlivá ke změně vzdálenosti kontrolovaného povrchu od sondy, pokud změna probíhá od obou jader souhlasně. Dále u diferenční metody lze použít při detekci vysokofrekvenčního signálu tzv. fázovou selekci, která umožňuje zvýraznit určitý druh změn kontrolovaného povrchu, např. praskliny proti jiným změnám, které není žádoucí indikovat, např. změny elektrické a magnetické vodivosti materiálu. Vhodná fázová selekce

195 878

umožňuje dokonce kontrolovat současně praskliny i tvarové vady, které v zaleštěném stavu jsou rovněž obtížně zjištělné optoelektronicky.

Uvedené výhodné vlastnosti diferenční metody však nebylo možno pro daný účel dosud využít, a to rovněž v důsledku nevhodného způsobu vyhodnocování signálu diferenční sondy. U dosavadních zařízení je primární vinutí sondy napájeno nesymetricky, to je tak, že jeden jeho konec je připojen na výstup vysokofrekvenčního generátoru a druhý na kostru přístroje. Zařízení nemá možnost vyrovnání vlastní elektrické nesymetrie sondy a v důsledku toho je složka neužitečného napětí jejího sekundárního vinutí mnohonásobně větší než složka užitečného výstupního napětí v důsledku indikovaných změn kontrolovaného povrchu.

Fázová selekce signálu se provádí detekcí vysokofrekvenčního signálu pomocí fázově citlivého detektoru, na nějž se kromě zesíleného signálu sekundárního vinutí sondy přivádí ještě další napětí, vhodné fázově posunuté vůči napájecímu napětí primárního vinutí. Toto napětí se získává složitým postupem. Z napětí generátoru napájecího primární vinutí sondy se pomocí fázového obvodu získává napětí fázově posunuté o 90° , jímž se budí výkonový zesilovací stupeň. Napětím generátoru a napětím výkonového stupně se budí dvě statorová vinutí fázového variátoru, geometricky úhlově orientovaná rovněž o 90° . Napětí indukované v jeho rotorovém vinutí má fázový posuv závislý na úhlové poloze rotoru vůči statorovým vinutím, který může být měněn v rozsahu 0 až 360° . Nevýhodou je nutnost vyrábět technologicky náročný variátor i značná složitost celého zařízení, což zvyšuje jeho celkové výrobní náklady. Přitom možnost fázového posuvu napětí v rozsahu 0 až 360° je zcela zbytečná, neboť výstupní signál fázově citlivého detektoru se při fázovém posuvu o 180° již opakuje a má pouze opačnou polaritu, což je zcela lhostejné, neboť amplituda signálu vady se vyhodnocuje absolutně. Pro daný účel je dokonce využitelný pouze fázový rozsah menší než 90° . Výslednou nevýhodou celého zařízení, především zaviněnou nemožností kompenzovat signál nesymetrie sondy, je nemožnost využít stejnosměrnou složku výstupního signálu fázově citlivého detektoru k ustavení sondy vůči kontrolovanému povrchu, čímž se dokonce může stát, že při špatném ustavení sondy se zahltí zesilovač nebo fázově citlivý detektor. Na správné ustavení sondy vůči kontrolovanému povrchu je možno usuzovat jen podle průběhu signálu pozorovaného pomocí osciloskopu, což je vhodné pouze pro laboratoře, ale nevhodné a neekonomické pro provoz. Výstupní signál fázově citlivého detektoru nelze v tomto případě využít ani k statickému vyhledání vady, které je někdy účelné.

Uvedené nedostatky odstraňuje předmět vynálezu, kterým je zapojení k vyhodnocování signálu diferenční sondy. Podstata vynálezu spočívá v tom, že na výstupy symetrického generátoru je jednak připojeno primární vinutí diferenční sondy, jednak samočinný přepínač fází a obvod pro volbu fázové selekce předvolitelnou plynule nebo po stupních a dále obvod pro vykompenzování reálné složky nesymetrie a obvod pro vykompenzování jalové složky nesymetrie diferenční sondy, na jejich spojené výstupy je připojen jeden konec sekundárního vinutí této diferenční sondy, přičemž druhý konec tohoto vinutí je veden na vstup rezonančního obvodu, jeho výstup je připojen na vstup zesilovače integrovaného obvodu, na jehož další vývod je připojen zpětnovazební potenciometr a výstup zesilovače je spolu s výstupem

obvodu pro samočinné přepínání fází nebo s výstupem obvodu pro volbu fázové selekce přes ručně ovládaný přepínač připojen ke vstupům fázové citlivého detektoru integrovaného obvodu a k jeho výstupu je připojen jeden vývod měřicího přístroje, přičemž jeho druhý vývod je připojen k výstupu proměnného napěťového děliče, jehož dva neproměnné vývody jsou připojeny k napájecímu napětí integrovaného obvodu.

Pokrok dosažený vynálezem spočívá v tom, že celé zapojení pro napájení diferenční sondy a pro vyhodnocování jejího signálu se zjednoduší a zlevní a přesto proti dosavadnímu zapojení umožňuje podle výchylky vestavěného měřicího přístroje vyvážení nesymetrie sondy, ustavení sondy vůči kontrolovanému povrchu i statické vyhledání vady. Především odpadne výrobně náročný fázový variátor s budicím výkonovým zesilovačem napětí fázově posunutého o 90° . Celá tato část se nahradí levným obvodem pro volbu fázové selekce předvolitelnou plynule nebo po stupních obvykle proměnným odporem R-C členu, který tento obvod tvoří. Kromě toho je možno celý vysokofrekvenční zesilovač výstupního signálu sondy včetně fázově citlivého defektoru realizovat jediným a levným integrovaným obvodem určeným pro vysokofrekvenční zesílení a detekci frekvenčně modulovaných rozhlasových signálů, čímž se celé zařízení dále zjednoduší a zlevní.

Vynález je znázorněn na přiloženém výkrese, kde na obr. 1 je schéma zapojení k vyhodnocování signálu diferenční sondy a na obr. 2 je vektorový diagram vysvětlující vyrovnání nesymetrie sondy a volbu fázové selekce.

Symetrický generátor 1 (obr.1) dvou stejně velkých napětí fázově posunutých o 180° napájí primární vinutí diferenční sondy 2 a současně i další obvody. Především je to obvod 2 pro vykompenzování reálné složky nesymetrie a obvod 6 pro vykompenzování jalové složky nesymetrie diferenční sondy 2. Oba obvody 2, 6 sestávají z potenciometru zapojeného mezi oba vývody symetrického generátoru 1 a děliče napětí připojeného mezi jejich jezdcem a kostrou. Rozdíl je pouze v tom, že dělič obvodu 2 pro vykompenzování reálné složky nesymetrie je vytvořen dvěma odpory a dělič obvodu 6 pro vykompenzování jalové složky nesymetrie je vytvořen kondenzátorem a odporem. Protože impedance kondenzátoru je mnohonásobně větší než hodnota odporu spojeného s kostrou, vzniká na tomto odporu kompenzační napětí téměř dokonale fázově posunutá o 90° proti napájecím napětím i proti kompenzačnímu napětí získanému v obvodu 2 pro vykompenzování reálné složky nesymetrie. Otáčením potenciometrů z jedné krajní polohy do jejich středů klesají kompenzační napětí na odporech napěťových děličů spojených s kostrou z maximální hodnoty do nuly, kde se skokem mění jejich fáze o 180° a při dalším otáčení potenciometrů narůstají opět napětí do maximální hodnoty s touto opačnou fází. Připojením diferenční sondy 2 zasunutím jejího konektoru se vývody kompenzačních napětí spojí, přičemž ke spojeným vývodům se připojí jeden konec jejího sekundárního vinutí. Protože obě kompenzační napětí jsou vzájemně fázově posunuta o 90° , je možno kombinací nastavení potenciometrů přivést k tomuto konci kompenzační napětí vhodné velikosti a v libovolném fázovém posuvu 0 až 360° .

195 979

Druhý vývod sekundárního vinutí diferenční sondy 2 je připojen přes rezonanční obvod 7 naladěný na kmitočet symetrického generátoru 1 k vysokofrekvenčnímu zesilovači, od kterého je i galvanicky odděluje. Jako vysokofrekvenční zesilovač včetně fázově citlivého detektoru a emitorového sledovače je s výhodou použit jediný integrovaný obvod určený pro vysokofrekvenční zesílení a detekci frekvenčně modulovaných rozhlasových signálů (např. MA- 661). Zisk zesilovače se nastavuje zpětnovazebním potenciometrem 2. Propojení vysokofrekvenčního zesilovače s fázově citlivým detektorem je provedeno přímo v integrovaném obvodu.

Pro zajištění fázové selekce při vyhodnocování signálu diferenční sondy 2 je třeba k fázově citlivému detektoru integrovaného obvodu 8 přivést ještě napětí konstantní amplitudy a fázově vhodně posunuté vůči napájecímu napětí diferenční sondy 2. U použitého zapojení se toto napětí získává obvodem 4 pro volbu fázové selekce, který tvoří jednoduchý R-C člen, zapojený mezi oba vývody symetrického generátoru 1. Fázový posuv napětí získávaného tímto obvodem v rozsahu téměř 0 až 180° je možno realizovat jedním nebo oběma proměnnými prvky RC členu. Nejjednodušší je použití proměnného odporu. Vektorové znázornění získávání napětí pro fázovou selekci je na obr. 2. Je-li napětí na jednom vývodu symetrického generátoru V_1 a na druhém V_2 , pohybuje se při změně jednoho nebo obou prvků R-C členu konec vektoru napětí V_F pro fázovou selekci po půlkružnici nad průměrem tvořeným součtem obou stejně velkých napětí $V_1 + V_2$. Pro přístroj určený k laboratorním účelům je výhodné použít RC člen s jedním plynule proměnným prvkem. Pro průmyslové použití je vhodnější použít RC člen s přepínáním hodnoty jednoho prvku po stupních, kterými se pevně předvolí fázová selekce. Pro povrchovou defektometrii elementů valivých ložisek postačí dvě předvolená napětí, např. V_{F1} a V_{F2} , přičemž jedno slouží pro optimální fázovou selekci vad typu prasklina s největším potlačením vlivu jiných nehomogenit povrchu na signál a druhé pro kompromisní fázovou selekci vhodnou jak pro indikaci vad typu prasklina, tak pro indikaci tvarových vad, například typu zaleštěná ploška. Na obr.1 je pro jednoduchost znázorněn jeden RC člen s možností předvolby fázové selekce proměnným odporem.

Kromě mnoha výhod má integrovaný obvod MAA 661 použitý pro vyhodnocování signálu diferenční sondy 2 i jednu nevýhodu. Stejnoseměrná úroveň výstupu fázově citlivého detektoru není nulová. Je sice stabilní, ale současně je i závislá na velikosti napájecího napětí V_n (obr.1). Aby bylo možno k výstupu připojit měřicí přístroj 11 s nulou uprostřed, určený k vyvážení nesymetrie diferenční sondy 2, k ustavení polohy této sondy vůči kontrolovanému povrchu a případně k statickému vyhledávání vady, je nutno druhý vývod měřicího přístroje 11 připojit k výstupu proměnného napěťového děliče 12, zapojeného mezi napájecí napětí V_n a kostru. Při vyvažování nesymetrie diferenční sondy 2 při jejím ustavování vůči kontrolovanému povrchu i při provozní kontrole jejího vyvážení a ustavení bylo by vždy nutno nejdříve zkontrolovat a případně dostavit nulovou výchylku měřicího přístroje 11, při skratovaném vstupu zesilovače integrovaného obvodu 8, což by předpokládalo komplikaci prováděných operací. Aby to nebylo nutné, je zapojení vybaveno samočinným přepínačem fází 3, který po přepnutí ručně ovládaného přepínače 10 připojuje v

poměru spínacích dob asi 1:10 obě fáze symetrického generátoru 1 k fázově citlivému detektoru. V této poloze ručně ovládaného přepínače 10 udává měřicí přístroj 11 výchylky ve směru nevyvážení reálné složky nesymetrie diferenční sondy 2 a krátkým cukáním ručičky směr, kterým má být tato složka vyrovnávána. Když cukání ustane, je reálná složka nesymetrie diferenční sondy 2 zcela vykompenzována, neboť s napájecím napětím jedné fáze V_1 ani s reálným napětím druhé fáze V_2 fázově posunutým o 180° nevzniká žádný rozdíl výstupních napětí a na výstupu je stejnosměrná úroveň odpovídající nulovému napětí na vstupu zesilovače. Na tuto úroveň je nyní možno nastavit úroveň proměnného napěťového děliče 12 vyrovnaním výchylky měřicího přístroje 11 na nulu. Výstupní napětí fázově citlivého detektoru 8 se vede nejen na měřicí přístroj 11, ale i k dalšímu zpracování.

Postup vyrovnaní nesymetrie diferenční sondy 2 a jejího ustavení vůči kontrolovanému povrchu je následující. Ručně ovládaný přepínač 10 se přepne na výstup samočinného přepínače fází 3. Vyrovnaním výchylky měřicího přístroje 11 pomocí potenciometru obvodu pro vykompenzování reálné složky nesymetrie 5 tak daleko, až periodické cukání ručičky ustane, se vykompenzuje reálná složka V_{R1} celkové nesymetrie V_n (obr. 2). Neudává-li měřicí přístroj 11 po tomto vyrovnaní nulu, dostaví se potenciometrem proměnného napěťového děliče 12. Ručně ovládaný přepínač 10 se přepne na výstup obvodu 4 pro volbu fázové selekce a vyrovnaní jalové složky nesymetrie V_j se provede potenciometrem obvodu 6 pro vykompenzování jalové složky nesymetrie. Ať je tento obvod laděn plynule nebo po skocích, je vhodné, aby vektor napětí pro fázovou selekci V_F byl při tomto úkonu přibližně kolmý na vektory napětí V_1 a V_2 symetrického generátoru 1. Podle vektorového znázornění na obr.2 je tedy vhodnější V_{F1} než V_{F2} . Není-li tato podmínka splněna, objeví se po zpětném přepnutí ručně ovládaného přepínače 10 nevyvážení reálné složky nesymetrie V_{R2} a je ji nutno ještě dokompenzovat potenciometrem obvodu 5 pro vykompenzování reálné složky nesymetrie. Obvykle to však již není nutné. Konečně se ustaví náklon diferenční sondy 2 vůči povrchu kontrolované součásti tak, aby výchylka měřicího přístroje 11 zůstala opět přibližně nulová. Přepnutím ručně ovládaného přepínače 10 na výstup obvodu 4 pro volbu fázové selekce při současné vhodné předvolbě této fázové selekce je přístroj připraven k provozu.

Provozní kontrola vzájemného ustavení diferenční sondy 2 vůči povrchu kontrolované součásti, která je nejčastější, neboť se může při provozu zařízení změnit, se provede přepnutím ručně ovládaného přepínače 10 na výstup samočinného přepínače fází 3, případnou korekcí ustavení diferenční sondy 2 a zpětným přepnutím ručně ovládaného přepínače 10.

Vyvážení nesymetrie diferenční sondy 2 i její ustavení vůči kontrolovanému povrchu není příliš kritické. Jde pouze o to, aby fázově citlivý detektor integrovaného obvodu 8 nebyl zahlcen příliš velkým vstupním napětím.

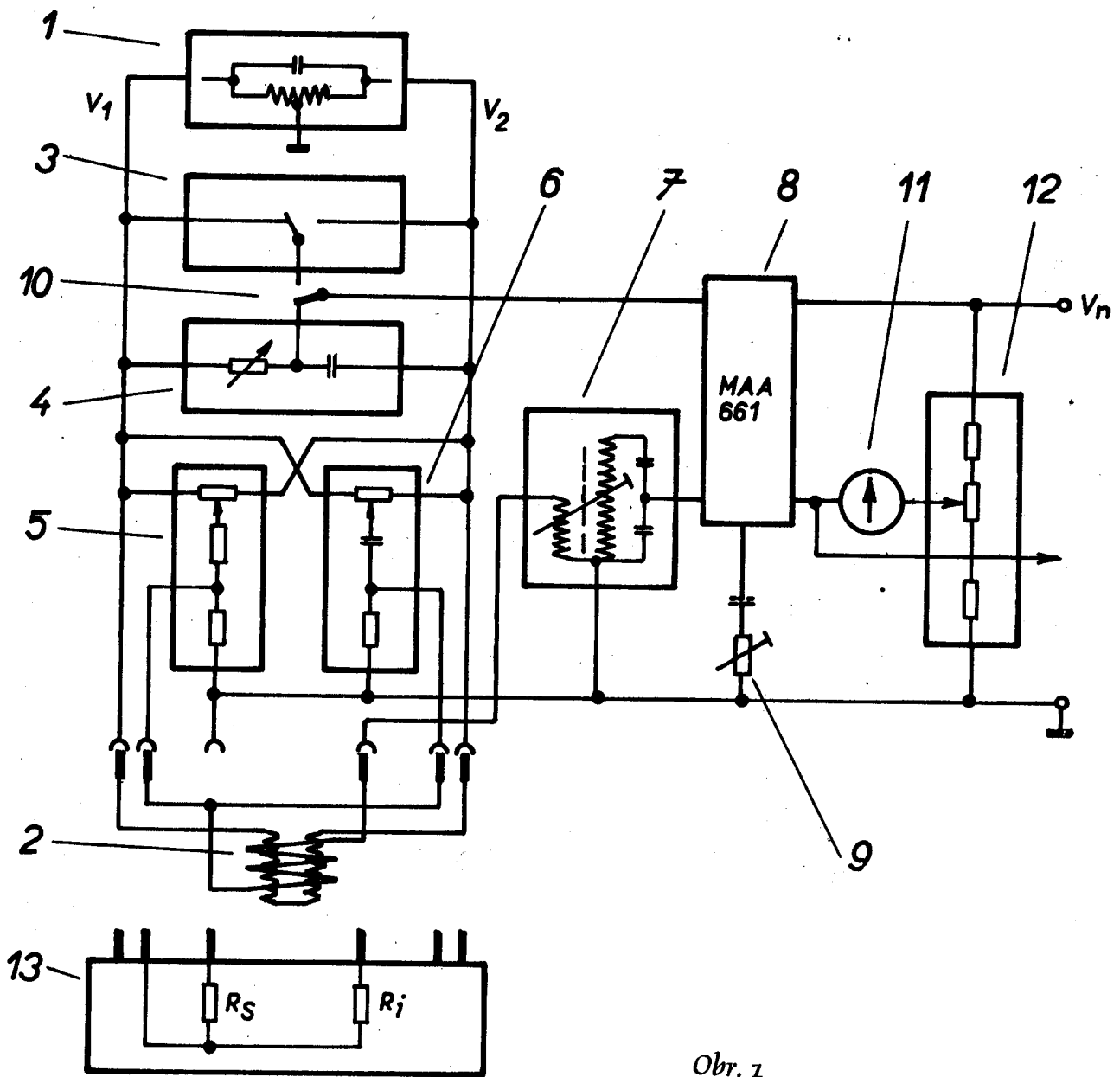
Uvedené zapojení má i některé další výhody. Nahradí-li se sonda jednoduchým přípravkem 13 ze dvou odporů z nichž odpor R_g snižuje výstupní napětí obvodu 5 pro vykompenzování reálné složky nesymetrie diferenční sondy 2 na vhodnou hodnotu a odpor R_i

195 978

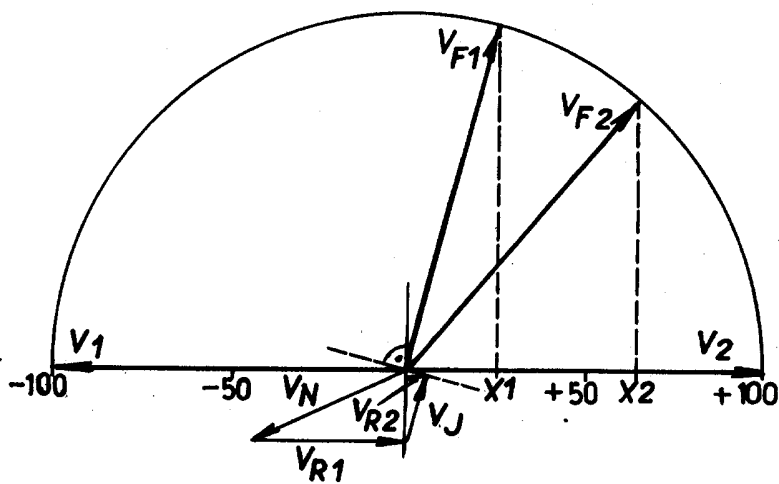
nahrazuje vnitřní odpor diferenční sondy 2 a přivádí napětí na rezonanční obvod 7, je možno provést řadu výrobních i provozních nastavení nebo kontrol. Při nastavení potenciometru obvodu 2 pro vykompenzování reálné složky nesymetrie do některé z krajních poloh, je na rezonanční obvod 7 přiveden přesně definovaný zlomek konstantního napětí V_1 nebo V_2 symetrického generátoru 1. Při ručně ovládaném přepínači 10 přepnutém na výstup obvodu pro samočinné přepínání fází 3 je na fázově citlivý detektor přiváděno napětí V_1 nebo V_2 , které je ve fázi s definovaným vstupním napětím přiváděným na rezonanční obvod 7. Podle maximální výchylky měřicího přístroje 11 je možno naladit rezonanci tohoto obvodu na kmitočet symetrického generátoru 1 a podle plné výchylky měřicího přístroje 11 je možno zpětnovazebním potenciometrem 2 nastavit definovaný zisk zesilovače a fázově citlivého detektoru integrovaného obvodu 8, včetně zisku rezonančního obvodu 7. Pokud je základní zesílení pro určité použití nevyhovující, je možno podle výchylky měřicího přístroje 11 nastavit vyšší nebo nižší zesílení v definovaném násobku nebo zlomku zesílení základního. Po přepnutí ručně ovládaného přepínače 10 k výstupu obvodu pro volbu fázové selekce 4 udává měřicí přístroj 11 výchylku X , která odpovídá stonásobně hodnotě $\cos \alpha$ úhlu svíraného vektorem napětí V_F pro fázovou selekci se směrem vektorů V_1 a V_2 . Podle obr. 2 odpovídá napětí V_{F1} hodnota X_1 a napětí V_{F2} hodnota X_2 . Pomocí přípravku 13 je tedy možno předvolit nebo kontrolovat předvolbu fázové selekce. Poněvadž má přípravek 13 pouze dva odpory, je účelné je vestavět do stejného konektoru jaký je používán pro sondu. Tím je velmi levný a přesto je možno pomocí něj provádět kromě nastavení kmitočtu a amplitudy napětí symetrického generátoru 1 celé výrobní sladění a všechny případné kontroly nebo přestavení v provozu.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Zapojení k vyhodnocování signálu diferenční sondy, vyznačené tím, že na výstupy symetrického generátoru (1) je jednak připojeno primární vinutí diferenční sondy (2), jednak samočinný přepínač fází (3) a obvod (4) pro volbu fázové selekce předvolitelnou plynule nebo po stupních a dále obvod (5) pro vykompenzování reálné složky nesymetrie a obvod (6) pro vykompenzování jalové složky nesymetrie diferenční sondy (2), na jejich spojené výstupy je připojen jeden konec sekundárního vinutí této diferenční sondy (2), přičemž druhý konec tohoto vinutí je veden na vstup rezonančního obvodu (7), jeho výstup je připojen na vstup zesilovače integrovaného obvodu (8), na jehož další vývod je připojen zpětnovazební potenciometr (9) a výstup zesilovače je spolu s výstupem obvodu pro samočinné přepínání fází (3) nebo s výstupem obvodu (4) pro volbu fázové selekce přes ručně ovládaný přepínač (10) připojen ke vstupům fázově citlivého detektoru integrovaného obvodu (8) a k jeho výstupu je připojen jeden vývod měřicího přístroje (11), přičemž jeho druhý vývod je připojen k výstupu proměnného napěťového děliče (12), jehož dva neproměnné vývody jsou připojeny k napájecímu napětí integrovaného obvodu (8).



Obr. 1



Obr. 2