

FEDERÁLNÍ ÚŘAD  
PRO VYNÁLEZY

# POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

274 403

(11)

(13) B2

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>  
G 01 R 27/14

(21) PV 4746-83  
(22) Přihlášeno 27 06 83  
(30) Právo přednosti od 05 07 82  
PL (P-237279)

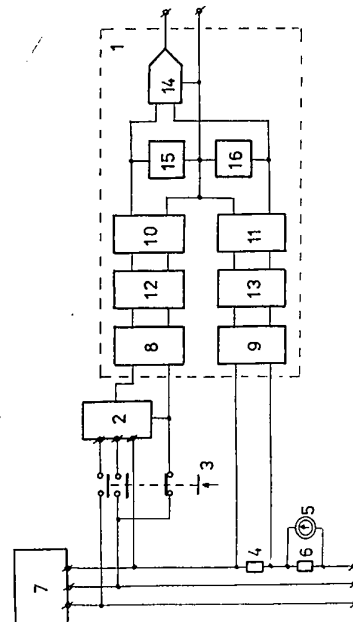
(40) Zveřejněno 12 09 90  
(45) Vydáno 30 10 92

(72) Autor vynálezu SZCZEPANIAK CZESLAW ing., NOWAK WOJCIECH ing.,  
DABKOWSKI KAZIMIERZ, VARŠAVA (PL)

(73) Majitel patentu INSTYTUT ELEKTROTECHNIKI, VARŠAVA (PL)

(54) Zapojení měřicího převodníku odporu  
vinutí asynchronních motorů a transfor-  
mátorů na stejnosměrné napětí za provozu

(57) Zapojení obsahuje zatěžovacím rezis-  
torem (6) přemostěný zdroj (5) stejnosměr-  
ného proudu, analogový měnič (1) podílu  
dvou stejnosměrných napětí se dvěma vzá-  
jemně galvanicky oddělenými a od vnějšího  
obvodu oddělenými vstupními otvory. Analo-  
gový měnič (1) podílu je připojen na zkou-  
šené zařízení (7) svým prvním vstupním ob-  
vodem pomocí obvodu (2) umělé nuly a tří-  
pólového přepínače (3) paralelně a svým  
druhým vstupním obvodem pomocí bočníkové-  
ho rezistoru (4) sériově. Analogový měnič  
(1) podílu je tvořen první a druhou pro-  
pustí (8 a 9) z nichž každá je pomocí so-  
bě přiřazeného stejnosměrného zesilovače  
(12, 13) připojena na vstupy prvního a  
druhého obvodu (10, 11) galvanického od-  
dělení. Výstupy prvního a druhého obvodu  
(10, 11) galvanického oddělení jsou spo-  
lečně připojeny k paralelně spojeným prv-  
nímu a druhému obvodu (15, 16) signaliza-  
ce překročení mezí a na vstupy analogové-  
ho dělicího obvodu (14). Měřicí měnič na-  
lezně uplatnění při zkoušení asynchron-  
ních motorů a transformátorů za provozu  
a může spolupracovat s minipočítači.



Vynález se týká zapojení měřicího převodníku odporu vinutí asynchronních motorů a transformátorů na stejnosměrné napětí za provozu, tvořeného sériovým zdrojem stejnosměrného proudu, sestaveným ze zdroje stejnosměrného proudu přemostěného zatěžovacím rezistorem.

Měřicí převodník odporu vinutí na stejnosměrné napětí je potřebný ke zkoušení asynchronních motorů a transformátorů při výzkumech v elektrických laboratořích a k optimalizaci součinnosti indukčních motorů s usměrňovači, jakož i ke kontrole teploty vinutí asynchronních motorů a transformátorů za provozu.

Podle doporučení Mezinárodní elektrotechnické komise pracují všechna známá spojení k měření odporu vinutí elektrických zařízení na střídavý proud pod provozním napětím na principu dvou měřících metod, a to volt-ampérmetrové metody, která se nazývá technickou metodou, a metody můstkové.

Zapojení na principu technické měřící metody umožňují výpočet hodnoty odporu vinutí, které má být měřeno, podle údajů voltmetru nebo milivoltmetru a ampérmetru nebo miliampérmetru.

Podobně zapojení na principu můstkové metody umožňují přímé odečtení měřeného výsledku odporu vinutí, ale ne v okamžiku, kdy je můstek ručně vyrovnán.

Nevýhody dosud známých zapojení na principu uvedených dvou metod spočívají v tom, že tato zapojení nedávají kontinuální výsledek měření odporu vinutí, a proto se nehodí k analogovému zpracování odporu vinutí na stejnosměrný signál u zkoušených zařízení, která jsou pod pracovním napětím.

Nejčastěji používané zapojení pracující na principu můstkové metody, jakož i zapojení uveřejněné v IEC č. 279, je zapojení podle polského patentového spisu č. 43 719 z roku 1959. V následujících letech byla v zemi provedena zlepšení tohoto zapojení a na tato řešení byly v Polsku uděleny patenty č. 50 129, 59 024, 83 681, 87 186 a 95 407. Zapojení podle těchto patentů jsou určena k občasnému měření odporu vinutí elektrických strojů na střídavý proud a transformátorů za provozního stavu. Jsou to měřící zapojení, která pracují na principu využití Thomasonova můstku a podle metody superpozice, u které se zavádí stejnosměrný proud do pracovního obvodu střídavého proudu.

Nevýhoda těchto zapojení spočívá v tom, že se nehodí ke kontinuálnímu měření odporu vinutí a tím méně k přeměně tohoto odporu na napětí nebo na stejnosměrný proud. Kromě toho nelze toto zapojení použít zvláště tehdy, představuje-li zkoušené zařízení třífázový indukční motor nebo transformátor zapojený do hvězdy bez přístupu k nulovému bodu. Velké potíže zde způsobuje přizpůsobení těchto zapojení k elektrickým zařízením velkého jmenovitého výkonu, protože je nutno propojit paralelně zdroj stejnosměrného proudu s pracovním střídavým napětím.

Je známo zapojení, řešící tento problém nahražením paralelního stejnosměrného proudového zdroje sériovým proudovým zdrojem. Zde se tvoří sériový stejnosměrný proudový zdroj rezistor, který je zapojen v sérii do vedení pracovního proudu, a na kterém vzniká kromě úbytku střídavého napětí rovněž napěťový úbytek stejnosměrného proudu ze síťového napájecího vedení s celovlnným usměrněním.

Nevýhodou tohoto řešení však je, že takové napájecí vedení neřeší problém značného množství stejnosměrného proudu potřebného k určení odporu vinutí velkých elektrických zařízení.

Nejnovější zařízení k měření odporu vinutí představuje zařízení, které se skládá z digitálního mikroohmmetru typu 2227, napájecího vedení typu 5257 a z měřicího adaptéru typu 5910. Toto zařízení, známé od roku 1977, slouží k rychlému měření odporu vinutí transformátorů bez provozního napětí. Toto zařízení pracuje

tak, že se číslicově realizuje podíl dvou stejnosměrných napětí, to je, jednoho napětí, které je úměrné úbytku napětí měřeného vinutí, a druhého napětí, které je úměrné stejnosměrnému proudu protékajícího měřeným vinutím, načež je hodnota odporu měřeného vinutí indikována číslicově.

Nevýhodou tohoto zařízení je, že je nelze použít k měření odporu vinutí transformátorů pod provozním napětím, to je, v pracovním stavu.

Konečně je znám podle polského patentu č. 100 552 měřicí převodník k měření odporu elektrického obvodu napájeného pracovním napětím. Tento měřicí převodník zpracovává výsledný odpor obvodu střídavého proudu na stejnosměrné napětí, přičemž tento odpor představuje v případě indukčního motoru nebo transformátoru součet odporu vinutí a aktivních ztrát v železe.

Nevýhodou tohoto známého zařízení však je, že jej nelze využít k měření a kontrole odporu vinutí motoru a transformátoru a následnému případnému měření a kontrole teploty tohoto vinutí.

Uvedené nevýhody dosavadního stavu do značné míry odstraňuje zapojení měřicího převodníku odporu vinutí asynchronních motorů a transformátorů na stejnosměrné napětí za provozu, tvořené sériovým zdrojem stejnosměrného proudu, sestaveným ze zdroje stejnosměrného proudu přemostěného zatěžovacím rezistorem, jehož podstata spočívá v tom, že paralelní zapojení zdroje stejnosměrného proudu a zatěžovacího rezistoru je přes bočníkový rezistor spojeno s třetí vstupní svorkou zkoušeného zařízení a s třetí vstupní svorkou obvodu umělé nuly, přičemž vývody bočníkového rezistoru jsou jednotlivě připojeny ke druhým vstupním svorkám analogového měniče podílu dvou stejnosměrných napětí, jehož druhé vstupní svorky jsou přes obvod umělé nuly a s ním kaskádně spojeného třípólového přepínače připojeny k první až třetí vstupní svorce zkoušeného zařízení, kde analogový měnič podílu dvou stejnosměrných napětí je tvořen první dolní propustí, spojenou svými vstupními svorkami s prvními vstupními svorkami analogového měniče podílu dvou stejnosměrných napětí a svými výstupními svorkami přes první stejnosměrný zesilovač se vstupními svorkami prvního obvodu galvanického oddělení, jehož první výstupní svorka je spojena s prvním vstupem analogového dělicího obvodu a se vstupem prvního obvodu signalizace překročení mezí, a jehož druhá výstupní svorka je spojena s výstupními svorkami prvního obvodu signalizace překročení mezí a druhého obvodu signalizace překročení mezí, s druhou výstupní svorkou analogového dělicího obvodu, analogového měniče oddělení, který je spojen svou první výstupní svorkou se vstupní svorkou druhého obvodu signalizace překročení mezí a s druhou vstupní svorkou analogového dělicího obvodu a svými vstupními svorkami přes druhý stejnosměrný zesilovač s výstupními svorkami druhé dolní propustí, jejíž vstupní svorky jsou druhými vstupními svorkami analogového měniče podílu dvou stejnosměrných napětí, přičemž první výstupní svorku analogového dělicího obvodu je první výstupní svorkou analogového měniče podílu dvou stejnosměrných napětí.

Výhoda takového řešení zapojení měřicího převodníku odporu vinutí asynchronních motorů a transformátorů na stejnosměrné napětí za provozu je v tom, že zpracovává kontinuálním způsobem odpor vinutí elektrických zařízení o libovolných jmenovitých výkonech a ve velkém frekvenčním rozsahu pracovních napětí a umožňuje ruční, například místní nebo elektrické, například dálkové přepínání rozsahu změny odporu bez přerušování nebo rušení v obvodech pracovního střídavého proudu a pomocných stejnosměrných obvodech. Měřicí převodník podle vynálezu umožňuje kromě toho propojovat střídavý obvod se stejnosměrným snadno, bez vzájemného ovlivňování těchto obvodů a umožňuje snadno odfiltrovat značné střídavé složky z malých stejnosměrných napětí.

Předmět vynálezu je znázorněn jako příklad provedení na výkresech, kde obr. 1

představuje blokové schéma měniče odporu vinutí společně s třífázovým zařízením, které má být měřené a na obr. 2 je obvod předpětové signalizace.

Na obr. 1 je znázorněno blokové schéma zapojení měřicího převodníku odporu vinutí podle vynálezu, skládající se z měniče 1 podílu dvou stejnosměrných napětí, k jehož prvním vstupním svorkám je přes obvod 2 umělé nuly připojen třípólový přepínač 3 a jehož druhé vstupní svorky jsou přemostěny bočnickovým rezistorem 4, s nímž je do série zapojen paralelní obvod, připojený ke druhému bočnickovému rezistoru 4 a tvořený sériovým zdrojem 5 stejnosměrného proudu a zatěžovacím rezistorem 6. Třípólový přepínač 3 je dále spojen s první a druhou vstupní svorkou zkoušeného zařízení 7, zatímco třetí svorka zkoušeného zařízení 7 je připojena ke třetí svorce obvodu 2 umělé nuly a s prvním vývodem bočnickového rezistoru 4. Měníč 1 podílu dvou stejnosměrných napětí je tvořen první dolní propustí 8, jehož vstupní svorky tvoří první vstupní svorky měniče 1 podílu dvou stejnosměrných napětí a jehož výstup je spojen přes první stejnosměrný zesilovač 12 se vstupními svorkami prvního obvodu 10 galvanického oddělení, jenž první výstupní svorka je spojena s prvním vstupem analogového dělicího obvodu 14 a se vstupem prvního obvodu 15 signalizace překročení mezí. Druhá výstupní svorka prvního obvodu 10 galvanického oddělení je spojena s výstupními svorkami prvního obvodu 15 signalizace překročení mezí a druhého obvodu 16 signalizace překročení mezí, s druhou výstupní svorkou analogového dělicího obvodu 14 analogového měniče 1 podílu dvou stejnosměrných napětí a druhého obvodu 11 galvanického oddělení, který je spojen svou první výstupní svorkou se vstupní svorkou druhého obvodu 16 signalizace překročení mezí a s druhou vstupní svorkou analogového dělicího obvodu 14. Druhé vstupní svorky analogového měniče 1 podílu dvou stejnosměrných napětí jsou spojeny se vstupními svorkami druhé dolní propusti 9, která je přes druhý stejnosměrný zesilovač 13 připojena ke vstupním svorkám druhého obvodu 11 galvanického oddělení. První výstupní svorka analogového dělicího obvodu 14 je první výstupní svorkou analogového měniče 1 podílu dvou stejnosměrných napětí.

Na obr. 2 je znázorněn první či druhý obvod 15 nebo 16 signalizace překročení mezí, na jehož vstupu je zapojen odporový dělič referenčního napětí, tvořený sériovým zapojením prvního rezistoru 17 a druhého rezistoru 18. První rezistor 17 je přitom zapojen mezi invertující vstup prvního operačního zesilovače 19 a neinvertující vstup druhého operačního zesilovače 20. Neinvertující vstup prvního operačního zesilovače 19 a invertující vstup druhého operačního zesilovače 20 jsou navzájem spojeny a tvoří vstupní svorku zapojení. Výstup prvního operačního zesilovače 19 je spojen s anodou první usměrňovací diody 21, jejíž katoda je spojena s katodou první svítivé diody 22, jejíž katoda je spojena s katodou druhé usměrňovací diody 23 a s prvním vývodem cívky prvního relé 24. Výstup druhého operačního zesilovače 20 je spojen s anodou třetí usměrňovací diody 25, jejíž katoda je spojena s anodou druhé svítivé diody 26, spojené svou katodou s katodou čtvrté usměrňovací diody 27 a s prvním vývodem cívky druhého relé 28, jejíž druhý vývod je uzemněn a spojen s druhým vývodem cívky prvního relé 24, a anodou druhé usměrňovací diody 23 a s anodou čtvrté usměrňovací diody 27. První vstupní obvod měřicího převodníku odporu vinutí, tvořený obvodem 2 umělé nuly a třípólovým přepínačem 3, je napětovým obvodem a vstup analogového měniče 1 podílu dvou stejnosměrných napětí, na nějž je připojen výstup obvodu 2 umělé nuly, se nazývá vstup čitatele. Druhý vstupní obvod měřicího převodníku odporu vinutí, tvořený bočnickovým rezistorem 4 a zatěžovacím rezistorem 6, k němuž je paralelně připojen sériový zdroj 5 stejnosměrného proudu a který je v příkladném provedení třífázovým síťovým stejnosměrným zdrojem s šestivlnným usměrňováním, je proudovým obvodem a vstup analogového měniče 1 podílu dvou stejnosměrných napětí, k němuž je tento vstupní obvod připojen, se nazývá vstupem jmenovatele.

Dále bude popsána činnost zapojení podle vynálezu.

Stejnoseměrné napětí, které vznikne na výstupu analogového dělicího obvodu 14, je výstupní napětí měřicího měniče 1 odporu vinutí. Hodnota tohoto napětí je během práce měřicího měniče úměrná hodnotě odporu vinutí měřeného zařízení 7, které je pod třífázovým pracovním napětím.

Kontakty prvního a druhého relé 24 a 28 tvoří dva nezávislé vnější obvody, které slouží k dálkové signalizaci překročení úrovně vstupního napětí. Lokální signalizace hodnoty tohoto napětí se provádí pozorováním svícení první a druhé svítivé diody 22 a 26. Při snížení vstupního napětí pod minimální přijatou hodnotu začne svítit druhá svítivá dioda 26 a kontakt druhého relé 28 je sepnut. Při zvýšení vstupního napětí nad horní přijatou hranici začne naproti tomu svítit první svítivá dioda 22 a kontakt prvního relé 24 je sepnut. Je-li vstupní napětí na hodnotě mezi dolní a horní hranicí, první ani druhá svítivá dioda 22 a 26 nesvítí a kontakty prvního i druhého relé 24 a 28 jsou rozpojeny. Hodnotu horní meze omezuje referenční napětí a dolní mez závisí na poměru odporů prvního rezistoru 17 a druhého rezistoru 18. První a třetí usměrňovací dioda 21 a 25 jistí první a druhou svítivou diodu 22 a 26 proti přepólování polaritý napětí a druhá a čtvrtá dioda 23 a 27 omezují přepětí vzniklá na cívkách prvního a druhého relé 24 a 28.

Po připojení zkoušeného zařízení 7 a po připojení střídavého napětí napájecího zkoušené zařízení 7 se připojí ke střídavému pracovnímu proudu stejnosměrný proud tekoucí ze zdroje 5 stejnosměrného proudu. Hlavní část tohoto stejnosměrného proudu teče jen zatěžovacím rezistorem 6 a malá část stejnosměrného proudu teče bočnickovým rezistorem 4 a vinutími zkoušeného zařízení 7. Smíšené napětí, které má dvě složky, to je střídavou a stejnosměrnou složku, a které je na vinutích zkoušeného zařízení 7, se připojí pomocí obvodu 2 umělé nuly a třípólového přepínače 3 na první propust 8. Třípólový přepínač 3 je stlačen, jestliže třífázové zkoušené zařízení 7 je uvnitř zapojeno do hvězdy a třípólový přepínač 3 je vytažen, jestliže zkoušené zařízení 7 je zapojeno do trojúhelníku. Analogicky se smíšené napětí, které obsahuje dvě složky, to je střídavou a stejnosměrnou, a které je na bočnickovém rezistoru 4, přivede na druhou dolní propust 9.

První a druhá dolní propust 8 a 9 odfiltrovávají střídavé složky obou napětí. Výstupní stejnosměrné napětí první dolní propusti 8 se po zesílení pomocí prvního stejnosměrného zesilovače 12 přivádí na vstup prvního obvodu 10 galvanického oddělení. Analogicky se přivede stejnosměrné napětí z druhé dolní propusti 9 po zesílení pomocí druhého stejnosměrného zesilovače 13 na vstup druhého obvodu 11 galvanického oddělení. První i druhý obvod 10 a 11 galvanického oddělení plní úlohu oddělovacích zesilovačů, jejichž výstupní napětí mají společný pól. Výstupní napětí prvního a druhého obvodu 10 a 11 galvanického oddělení se přivádí na analogový dělicí obvod 14, který dělí první napětí druhým napětím. Výsledkem tohoto dělení je na výstupu analogového dělicího obvodu 14 stejnosměrné napětí o hodnotě, která je přímo úměrná odporu vinutí zkoušeného zařízení 7.

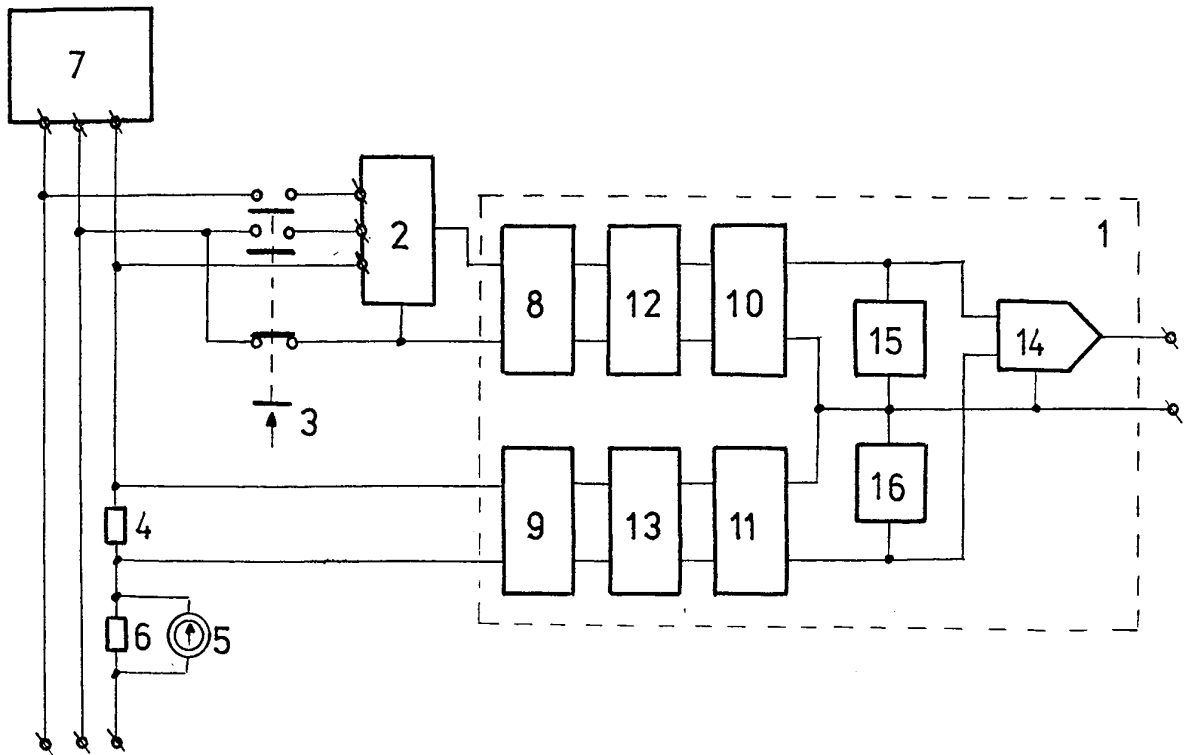
Odporový měřicí převodník vinutí asynchronních motorů a transformátorů za provozu v zapojení podle vynálezu je určen ke zpracování hodnoty odporu vinutí jednofázových a třífázových zařízení o jmenovitém výkonu od nejmenších hodnot, například zlomku wattu, do asi 5 MW a při frekvenci napájecího napětí 10 Hz až asi 100 Hz, to je tehdy, jestliže taková zařízení jsou napájena ze střídavých měničů.

Díky elektrickému přepínání rozsahu změny odporu a technice dálkové signalizace přepětí měřicích signálů může tento měřicí měnič spolupracovat s minipočítačovými systémy.

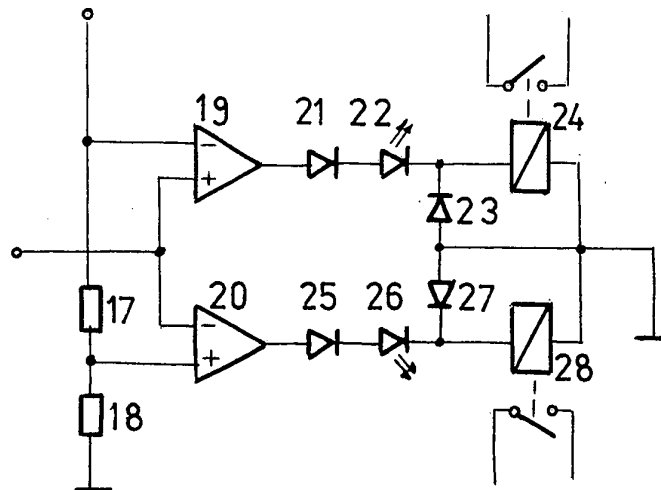
Asynchronní motory a transformátory zkoušené pomocí měřicího měniče podle vynálezu je možno připojit v zapojení uzavřeného nebo otevřeného trojúhelníka, případně hvězdy, a to s přístupným nebo nepřístupným nulovým bodem.

#### P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Zapojení měřicího převodníku odporu vinutí asynchronních motorů a transformátorů na stejnosměrné napětí za provozu, tvořené sériovým zdrojem stejnosměrného proudu, sestaveným ze zdroje stejnosměrného proudu přemostěného zatěžovacím rezistorem, vyznačující se tím, že paralelní zapojení zdroje (5) stejnosměrného proudu a zatěžovacího rezistoru (6) je přes bočníkový rezistor (4) spojeno s třetí vstupní svorkou zkoušeného zařízení (7) a s třetí vstupní svorkou obvodu (2) umělé nuly, přičemž vývody bočníkového rezistoru (4) jsou jednotlivě připojeny ke druhým vstupním svorkám analogového měniče (1) podílu dvou stejnosměrných napětí, jehož druhé vstupní svorky jsou přes obvod (2) umělé nuly a s ním kaskádně spojeného třípólového přepínače (3) připojeny k první až třetí vstupní svorce zkoušeného zařízení (7), přičemž analogový měnič (1) podílu dvou stejnosměrných napětí je tvořen první dolní propustí (8), spojenou svými vstupními svorkami s prvními vstupními svorkami analogového měniče (1) podílu dvou stejnosměrných napětí a svými výstupními svorkami přes první stejnosměrný zesilovač (12) se vstupními svorkami prvního obvodu (10) galvanického oddělení, jehož první výstupní svorka je spojena s prvním vstupem analogového dělicího obvodu (14) a se vstupem prvního obvodu (15) signalizace překročení mezí, přičemž druhá výstupní svorka prvního obvodu (10) galvanického oddělení je spojena s výstupními svorkami prvního obvodu (15) signalizace překročení mezí a druhého obvodu (16) signalizace překročení mezí, s druhou výstupní svorkou analogového dělicího obvodu (14), analogového měniče (1) podílu dvou stejnosměrných napětí a druhého obvodu (11) galvanického oddělení, který je spojen svou první výstupní svorkou se vstupní svorkou druhého obvodu (16) signalizace překročení mezí a s druhou vstupní svorkou analogického dělicího obvodu (14) a svými vstupními svorkami přes druhý stejnosměrný zesilovač (13) s výstupními svorkami druhé dolní propusti (9), jejíž vstupní svorky jsou druhými vstupními svorkami analogového měniče (1) podílu dvou stejnosměrných napětí, přičemž první výstupní svorka analogového dělicího obvodu (14) je první výstupní svorkou analogového měniče (1) podílu dvou stejnosměrných napětí.



Obr.1



Obr.2