

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLUVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **28.11.2014**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **16.12.2015**
(Věstník č. 50/2015)

(21) Číslo dokumentu:

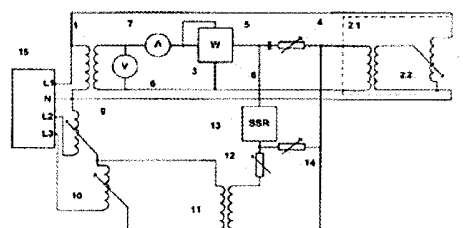
2014-827

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

G01R 31/02 (2006.01)
G01R 31/12 (2006.01)
G01R 19/00 (2006.01)
G01R 35/02 (2006.01)
G01R 31/06 (2006.01)

- (71) Přihlašovatel:
České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická, Praha 6, CZ
- (72) Původce:
doc. Ing. Václav Papež, CSc., Praha 10, CZ
- (74) Zástupce:
Ing. Hana Dušková, Na Kočově 180, 281 03
Chotutice



- (54) Název přihlášky vynálezu:
Zařízení pro testování řídicích transformátorů
- (57) Anotace:
Zařízení pro testování řídicích transformátorů metodikou přípustného okamžitého výkonu transformátoru, ve kterém zatížení testovaného transformátoru (1) je určováno průtokem proudu odporovou zátěží tvořenou prvním a druhým nastavitelným rezistorem (4, 12), na kterou je přivedeno rozdílové napětí mezi výstupním napětím testovaného transformátoru (1) a výstupním napětím pomocného zdroje. Pro zatížení tepelným výkonem je to první nastavitelný rezistor (4) a rekuperační zdroj napětí (2), pro zatížení okamžitým zdánlivým výkonem je to druhý nastavitelný rezistor (12) a zdroj napětí skládající se ze sériově spojeného rekuperačního zdroje napětí (2) a dalšího zdroje napětí, který je tvořen dvěma regulačními transformátory (9, 10) a oddělovacím transformátorem (11). Nastavením efektivní hodnoty a fázového posuvu výstupního napětí zdroje a odporu odporových zátěží lze podle údajů voltmetru (6), ampérmetru (7) a wattmetru (8) nastavit zatížení testovaného transformátoru (1) požadované pro normovaný test. Průběh testu je řízen polovodičovým relé (13) a výstupní napětí testovaného transformátoru (1) je měřeno v definované časové posloupnosti voltmetrem (6). Zařízení umožňuje rekuperaci většiny výkonu, kterým je testovaný transformátor (1) při testu zatěžován.

Zařízení pro testování řídicích transformátorů

Oblast techniky

Předkládané řešení se týká zařízení pro testování řídicích transformátorů, což jsou transformátory používané pro napájení řídicích obvodů. Jsou na ně kladeny ve srovnání s obyčejnými síťovými transformátory vyšší požadavky, protože jsou z nich, mimo jiné, napájena zařízení s vybavovacími elektromagnety, například stykače.

Dosavadní stav techniky

Důležitou veličinou pro testování řídicích transformátorů je přípustný okamžitý výkon transformátoru, který je definován jako maximální zdánlivý výkon, který může být připojen na sekundární vinutí transformátoru a nezpůsobí větší pokles výstupního napětí než 5 % ze jmenovité hodnoty, a to při zachování dalších podmínek.

Test je pro řídicí transformátor simulací jevu, při kterém je k transformátoru, který je zatížen a ohřát na ustálenou teplotu, dále připojeno další zařízení s vybavovacím elektromagnetem. U elektromagnetu tohoto zařízení je magnetický obvod otevřen a elektromagnet, krátkou dobu než dojde k přitahu kotvy, odebírá z transformátoru velký zdánlivý výkon. Přitom nesmí výstupní napětí transformátoru poklesnout natolik, že by k přitahu kotvy posledního připojeného elektromagnetu nedošlo, nebo že by odpadly kotvy elektromagnetů, které jsou k transformátoru připojeny, a k jejichž přitahu došlo dříve.

Měření přípustného okamžitého výkonu transformátoru je principiálně měření výstupního napětí transformátoru při definovaném zatížení.

V idealizovaném případě, pro transformátor s jedním primárním a sekundárním vinutím, lze měření provést v obvodu podle Obr. 1. Testovaný transformátor 1 je na primárních svorkách napájen normovaným síťovým napětím.

Zatěžovací obvod na sekundáru testovaného transformátoru 1 má dvě větve. První je větev s proměnným činným odporem R a druhá větev je s proměnnou impedancí tvořící zátěž Z, u které jsou nastavitelné reálná i imaginární složka této impedance.

V běžném případě, je-li jmenovitý tepelný výkon transformátoru činný, lze jej při testu obvykle s dostatečnou přesností nastavit proměnným činným odporem R v první větvi podle údajů voltmetru 6 a ampérmetru 7. Obtížné ale při tom může být nalezení ustáleného stavu při teplotní rovnováze, protože při ohřevu se neustále mění ohmický odpor vinutí testovaného transformátoru 1 a tyto změny je nutno změnou nastavení zátěže Z kompenzovat.

Druhá větev s proměnnou impedancí slouží k nastavení zatěžovacího zdánlivého výkonu testovaného transformátoru 1 při měření jeho přípustného okamžitého výkonu. Nastavení požadovaného zdánlivého zatěžovacího výkonu testovaného transformátoru 1, z hlediska velikosti účinníku, je principiálně možné použitou nastavitelnou zátěží Z, u které lze ovládat její reálnou i imaginární složku, podle údajů voltmetru 6, ampérmetru 7 a wattmetru 8.

K připojování zatěžovací impedance do obvodu testovaného transformátoru 1 slouží speciální spínač, například polovodičové relé 13, kterým je možné zátěž Z vhodně zvoleným a při každém sepnutí dodržovaným způsobem připojit. Měření může být ale značně obtížné. Stav je způsoben skutečností, že měření probíhá při proudu ve vinutí testovaného transformátoru 1, který několikanásobně, obvykle třikrát, převyšuje jmenovitý proud a měření musí být, podle podmínek stanovených normou, provedeno do 50 ms po přiložení měřicí zátěže Z, aby nebylo zkresleno dodatečným ohřevem vinutí testovaného transformátoru 1. Jako ampérmetr 7, voltmetr 6 a wattmetr 8 musí být proto použity číslicové měřicí přístroje minimálně umožňující synchronizovaný odečet efektivní hodnoty napětí a proudu a střední hodnoty činného výkonu během jedné periody nebo aspoň číslicový paměťový osciloskop umožňující matematické zpracování dat zapisovaných průběhů.

Obtíže ale způsobuje nastavení zátěže Z podle požadovaného výkonu testovaného transformátoru 1 a odečet výstupního napětí testovaného transformátoru 1 během takto krátké doby. Provedením nastavování během několika cyklů, mezi kterými je testovaný transformátor 1 odlehčen a vychladne, lze při odečtu platných měřených

hodnot nastavení provést. Celková doba potřebná pro měření se ale mnohonásobně prodlužuje.

Další obtíže způsobuje i nestabilita síťového napětí a jeho zkreslení na primární straně testovaného transformátoru 1, protože k měření vlastně nakonec může docházet při jiných jeho vstupních parametrech, než pro jaké byly měřicí podmínky nastavovány.

Komplikace při realizaci zařízení, zvláště u zařízení pro větší výkony, způsobuje i realizace proměnných nastavitelných zátěží pro výkony řádu stovek až tisíc W nebo VA, které musí být dostatečně robustní a musí být i odpovídajícím způsobem chlazeny, aby při provozu zachovávaly jednou nastavené konstantní parametry.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nevýhody odstraňuje zařízení pro testování řídicích transformátorů podle předkládaného řešení. Toto zařízení obsahuje měřicí obvod sestávající z voltmetru, ampérmetru a wattmetru. Voltmetr je svojí první svorkou spolu s první svorkou sekundárního vinutí ~~měřeného~~ ^{testovaného} transformátoru propojen se zemní sběrníci měřicího obvodu. Jeho druhá svorka je spolu s druhou svorkou sekundárního vinutí měřeného transformátoru propojena přes ampérmetr s prvními svorkami napěťového a proudového obvodu wattmetru. Druhá svorka napěťového vstupu wattmetru je propojena se zemní sběrníci měřicího obvodu. Podstatou nového řešení je, že druhá svorka proudového obvodu wattmetru je propojena přes kompenzační kondenzátor s jedním koncem prvního nastavitelného rezistoru. Druhý konec prvního nastavitelného rezistoru je propojen s druhou svorkou výstupního obvodu rekuperačního zdroje napětí, jehož první svorka je propojena se zemní sběrníci měřicího obvodu. První svorka vstupního obvodu rekuperačního zdroje napětí je spolu s první svorkou primárního vinutí měřeného transformátoru propojena s nulovou svorkou trojfázového napájecího zdroje. Druhá svorka vstupního obvodu rekuperačního zdroje napětí je spolu s druhou svorkou primárního vinutí měřeného transformátoru propojena s první fázovou svorkou trojfázového napájecího zdroje. Druhá svorka výstupního obvodu rekuperačního zdroje napětí je dále spolu s jedním koncem druhého nastavitelného rezistoru propojena s první svorkou sekundárního



vinutí oddělovacího transformátoru, jehož druhá svorka je propojena s jedním koncem třetího nastavitelného rezistoru. Druhý konec třetího nastavitelného rezistoru je spolu s druhým koncem druhého nastavitelného rezistoru propojen s první svorkou polovodičového relé. Toto relé je svojí druhou svorkou propojeno s druhou svorkou proudového obvodu wattmetru. Druhá svorka primárního vinutí oddělovacího transformátoru je propojena na běžec prvního regulačního transformátoru, jehož vinutí je zapojeno mezi nulovou svorku trojfázového napájecího zdroje a druhou fázovou svorku trojfázového napájecího zdroje. První svorka primárního vinutí oddělovacího transformátoru je propojena na běžec druhého regulačního transformátoru, jehož vinutí je zapojeno mezi běžec prvního regulačního transformátoru a třetí fázovou svorku trojfázového napájecího zdroje.

V jednom možném provedení je rekuperační zdroj napětí realizován dalším transformátorem, který je shodný s měřeným transformátorem a třetím regulačním transformátorem. Sekundární vinutí tohoto dalšího transformátoru je výstupním obvodem rekuperačního zdroje napětí. Primární vinutí dalšího transformátoru je připojeno na výstup třetího regulačního transformátoru, jehož vinutí je zapojeno jako vstupní obvod rekuperačního zdroje napětí.

Další možností je, že výše uvedený další transformátor a třetí regulační transformátor jsou realizovány jedním transformátorem s oddělenými vinutími pro vstupní a výstupní obvod rekuperačního zdroje napětí, dimenzovaným na dvojnásobný až trojnásobný výkon, než má měřený transformátor a se sekundárním napětím přibližně o 10 % menším, než má měřený transformátor.

Výhodou uvedeného řešení je, že umožňuje snadno a rychle testovat transformátory z hlediska přípustného okamžitého výkonu transformátoru.

Další výhodou je, že výkon zatěžující transformátor lze zpětně rekuperovat do sítě, aniž bude disipován. Rekuperace výrazně sníží spotřebu elektrické energie testovacího zařízení i zlevní realizaci testovacího zařízení, protože v něm nebudou disipovány velké výkony.



Na Obr. 1 je uvedeno schéma zařízení pro testování řídicích transformátorů odpovídající dosavadnímu stavu techniky. Příklad zapojení zařízení podle nového řešení je uveden na Obr. 2.

Příklady uskutečnění vynálezu

Jak již bylo uvedeno, hlavním cílem je realizace zařízení umožňujícího snadno a rychle testovat řídicí transformátory z hlediska jejich přípustného okamžitého výkonu. K tomu je zejména nutné aby předepsanou definovanou trvalou zátěž transformátoru i předepsanou definovanou krátkodobou zátěž bylo možná nastavovat nezávisle, nebo aspoň s minimálním ovlivňováním nastaveného trvalého zatížení krátkodobou zátěží, a aby bylo možné krátkodobou zátěž nastavovat s minimálním ovlivňováním jejího účinku velikostí zdánlivého výkonu. Toho lze například pro činnou trvalou zátěž dosáhnout zatížením transformátoru impedancí složenou z kondenzátoru a odporu, přičemž velikost kondenzátoru je volena tak, aby kompenzovala rozptylovou indukčnost transformátoru a velikostí odporu je pak, prakticky bez ovlivnění účinku, nastavován činný výkon zátěže. Zatížení transformátoru odpovídající předepsané definované krátkodobé zátěži lze provést například tak, že sekundární vinutí transformátoru nebude k tomuto účelu jednoduše zatěžováno nastavitelnou impedancí, ale zatěžovací proud transformátoru bude realizován průchodem proudu vodivostí připojenou mezi jeden konec sekundárního vinutí transformátoru a jednu svorku zdroje referenčního napětí, který je svou druhou svorkou propojen s druhým koncem sekundárního vinutí transformátoru. Nastavením fázového posuvu mezi vektorem rozdílu napětí mezi napětím zdroje a napětím na vinutí transformátoru a vektorem napětí na vinutí transformátoru je určen účinek zátěže, velikostí připojené vodivosti nebo velikostí vektoru rozdílu napětí mezi napětím zdroje a napětím na vinutí transformátoru je nastavován zdánlivý proud zátěží prakticky bez ovlivnění jejího účinku.

Snadno proveditelná musí být i úplná automatizace měření. Odečet veličin při zatížení transformátoru krátkodobou zátěží lze za všech okolností provádět pouze číslicovým měřicím zařízením nebo aspoň kvalitním číslicovým paměťovým osciloskopem, protože při měření požadovaný rychlý odečet napětí transformátoru a



předepsané definované nastavení krátkodobé zátěže během této doby nelze jinak zabezpečit. Pokud bude číslicové měřicí zařízení umožňovat řízení nastavitelných zátěží směrem k dosažení pro zkoušku předepsaných definovaných parametrů, bude zařízení pracovat zcela automaticky.

Výhodné je i pokud je možné výkon zatěžující transformátor zpětně rekuperovat do sítě, aniž bude v zátěžích disipován. Rekuperace výrazně sníží spotřebu elektrické energie testovacího zařízení i zlevní realizaci testovacího zařízení, protože v něm budou používány zátěže dimenzované pouze na zlomky výkonů, které zatěžují transformátor při zkoušce.

Principiální schéma analogového měřicího zařízení dle předkládaného řešení je uvedeno na Obr. 2. Toto zařízení pro testování řídicích transformátorů obsahuje měřicí obvod sestávající z voltmetru 6, ampérmetru 7 a wattmetru 8, tak jako u příkladu na Obr. 1. Voltmetr 6 je svojí první svorkou spolu s první svorkou sekundárního vinutí testovaného transformátoru 1 propojen se zemní sběrnici 3 měřicího obvodu. Druhá svorka voltmetru 6 je spolu s druhou svorkou sekundárního vinutí testovaného transformátoru 1 propojena přes ampérmetr 7 s prvními svorkami napěťového a proudového obvodu wattmetru 8. Druhá svorka napěťového vstupu wattmetru 8 je propojena se zemní sběrníci 3 měřicího obvodu a jeho druhá svorka proudového obvodu je propojena přes kompenzační kondenzátor 5 s jedním koncem prvního nastavitelného rezistoru 4. Druhý konec prvního nastavitelného rezistoru 4 je propojen s druhou svorkou výstupního obvodu rekuperačního zdroje 2 napětí. První svorka rekuperačního zdroje 2 napětí je propojena se zemní sběrníci 3 měřicího obvodu. První svorka vstupního obvodu rekuperačního zdroje 2 napětí je spolu s první svorkou primárního vinutí testovaného transformátoru 1 propojena s nulovou svorkou N trojfázového napájecího zdroje 15. Druhá svorka vstupního obvodu rekuperačního zdroje 2 napětí je spolu s druhou svorkou primárního vinutí testovaného transformátoru 1 propojena s první fázovou svorkou L1 trojfázového napájecího zdroje 15. Druhá svorka výstupního obvodu rekuperačního zdroje 2 napětí je dále spolu s jedním koncem druhého nastavitelného rezistoru 14 propojena s první svorkou sekundárního vinutí oddělovacího transformátoru 11. Druhá svorka sekundárního vinutí oddělovacího transformátoru 11 je propojena s jedním koncem třetího nastavitelného rezistoru 12, jehož druhý konec je spolu s druhým koncem druhého nastavitelného rezistoru 14 propojen s první svorkou polovodičového relé



13. Toto polovodičové relé 13 je svojí druhou svorkou propojeno s druhou svorkou proudového obvodu wattmetru 8. Druhá svorka primárního vinutí oddělovacího transformátoru 11 je propojena na běžec prvního regulačního transformátoru 9. Vinutí prvního regulačního transformátoru 9 je zapojeno mezi nulovou svorku N trojfázového napájecího zdroje 15 a druhou fázovou svorku L2 trojfázového napájecího zdroje 15. První svorka primárního vinutí oddělovacího transformátoru 11 je propojena na běžec druhého regulačního transformátoru 10, jehož vinutí je zapojeno mezi běžec prvního regulačního transformátoru 9 a třetí fázovou svorku L3 trojfázového napájecího zdroje 15.

Rekuperační zdroj 2 napětí lze s výhodou realizovat dalším transformátorem 2.1 shodným s ~~testovaným~~ ^{testovaným} měřeným transformátorem 1, a třetím regulačním transformátorem 2.2. Sekundární vinutí tohoto dalšího transformátoru 2.1 je pak výstupním obvodem rekuperačního zdroje 2 napětí. Jeho primární vinutí je připojeno na výstup třetího regulačního transformátoru 2.2, jehož vinutí je zapojeno jako vstupní obvod rekuperačního zdroje 2 napětí. Další možností je, že uvedený další transformátor 2.1 a třetí regulační transformátor 2.2 tvořící rekuperační zdroj 2 napětí jsou realizovány jedním transformátorem s oddělenými vinutími pro vstupní a výstupní obvod, dimenzovaným na dvojnásobný až trojnásobný výkon, než má testovaný transformátor 1, a se sekundárním napětím přibližně o 10 % menším, než má testovaný transformátor 1.

Zařízení je, i v případě, že je jím testován pouze jednofázový transformátor, napájeno z trojfázové rozvodné sítě. Tím je usnadněno generovat v zařízení požadovaná měřicí a srovnávací napětí, jejichž velikosti a fázové posuvy jsou mnohem stabilnější, než při použití fázových posouvačů.

Dále je uveden popis funkce pro případ, kdy rekuperační zdroj tvoří dva transformátory, ~~transformátor 2.1, další transformátor~~ ^{další} technicky shodný s testovaným a třetí regulační transformátor 2.2.

Sekundární vinutí testovaného transformátoru 1 a dalšího transformátoru 2.1 jsou prvními konci vzájemně propojena přímo, tak, by napětí proti tomuto uzlu na jejich druhých koncích byla ve fázi. Vzhledem k velikosti napětí na sekundárních vinutích testovaného transformátoru 1 a dalšího transformátoru 2.1 je velikost rozdílu napětí mezi druhými konci těchto vinutí pouze zlomkem, přibližně 10 %, velikosti napětí na

sekundárním vinutí testovaného transformátoru 1. Tím je dosaženo stavu, že při zatížení testovaného transformátoru 1 odporem připojeným mezi vinutí testovaného transformátoru 1 a dalšího transformátoru 2.1 se v něm ztrácí pouze výkon určený protékajícím proudem a rozdílovým napětím, přibližně 90% výkonu trvalé zátěže se přes další transformátor 2.1 a třetí regulační transformátor 2.2 vrací zpět do primárního obvodu testovaného transformátoru 1. Velikost zatěžovacího výkonu lze přesně nastavit buď velikostí zatěžovacího odporu tvořeného prvním nastavitelným rezistorem 4, nebo přesným nastavením výstupního napětí třetího regulačního transformátoru 2.2. Přitom je ale nutné, aby užívaná velikost prvního nastavitelného rezistoru 4 byla několikanásobně větší než vnitřní odpor ekvivalentních zdrojů napětí reprezentujících sekundární stranu testovaného transformátoru 1 a dalšího transformátoru 2.1. Dodržení této podmínky je nutné ke snížení vlivu odporu vinutí transformátorů, který je silně teplotně závislý, na procházející proud. Vliv rozptylové indukčnosti je kompenzován kondenzátorem 5, jehož kapacita je volena tak, aby velikost její reaktance byla stejná, jako velikost reaktance rozptylové indukčnosti. Vzhledem k tomu, že rozptylová indukčnost testovaných transformátorů je obvykle malá, stačí pro dokonalou funkci kompenzačního obvodu dodržet kompenzační podmínku s přesností lepší než přibližně 10 %, kondenzátor má velmi vysokou kapacitu a je zatěžován pouze velmi malým napětím. Ke svorkám sekundárního vinutí testovaného transformátoru 1 jsou dále připojeny měřicí přístroje – voltmetr 6, ampérmetr 7 a wattmetr 8 umožňující stanovení napětí a zdánlivého a činného výkonu na svorkách sekundárního vinutí transformátoru. V experimentální verzi měřícího zařízení jsou voltmetr 6 a ampérmetr 7 realizovány jednak ručkovými měřicími přístroji a dále číslicovým paměťovým osciloskopem s proudovou a napěťovou sondou, a wattmetr 8 je realizován ručkovým přístrojem. Ručkové měřicí přístroje umožňují snadné nastavení parametrů měření v režimu teplotní rovnováhy, vyhodnocováním napětí a proudů, které byly zapsány paměťovým osciloskopem, jsou stanovovány veličiny měřené v limitovaném čase těsně po připojení krátkodobé zátěže.

Prvním regulačním transformátorem 9, druhým regulačním transformátorem 10 a oddělovacím transformátorem 11 je realizován zdroj referenčního napětí pro zatěžování testovaného transformátoru 1 krátkodobou zátěží. Transformátor 11 je v první řadě oddělovací transformátor. Vhodné je, má-li takový transformační poměr,

aby maximální nastavitelné napětí na jeho sekundárním vinutí dosahovalo přibližně 30 % výstupního napětí ^{testovaného} transformátoru 1. konkrétní velikost tohoto napětí je nastavována běžcem transformátoru 10. Pozicí ^{prvního regulačního} běžce transformátoru 9 je nastavována fáze referenčního napětí. V obvodu podle schématu se nastavitelná hodnota pohybuje v rozmezí fázových posuvů přibližně 60 až 90°, vzhledem k napětí ve fázi L1, nastavení fázového posuvu ovlivňuje i nastavení velikosti referenčního napětí. Mezi sekundárním vinutím oddělovacího transformátoru 11 a sekundárními vinutími testovaného transformátoru 1 a dalšího transformátoru 2.1 je zapojen obvod, kterým je nastavován výkon krátkodobé zátěže testovaného transformátoru 1. První svorka sekundárního vinutí oddělovacího transformátoru 11 je přímo propojena s druhou svorkou sekundárního vinutí dalšího transformátoru 2.1, druhá svorka oddělovacího transformátoru 11 je přes třetí nastavitelný odpor 12 a polovodičové relé 13 propojena na výstup wattmetru 8 a dále přes ampérmetr 7 na druhou svorku testovaného transformátoru 1. Při sepnutí polovodičového relé 13 prochází tímto obvodem proud, jehož velikost lze nastavit velikostí třetího nastavitelného odporu 12 nebo nastavením velikosti sekundárního napětí oddělovacího transformátoru 11, fázový posuv proudu vůči napětí na sekundárním vinutí testovaného transformátoru lze nastavit pozicí běžce prvního regulačního transformátoru 9. Mezi druhou svorkou dalšího transformátoru 2.1 a uzel spojující polovodičové relé 13 a třetí nastavitelný odpor 12 je dále zapojen druhý nastavitelný odpor 14, jehož nastavením je korigována velikost jmenovitého tepelného výkonu odebíraného z testovaného transformátoru 1 při současném zatížení krátkodobou zátěží, pokud zatížení testovaného transformátoru 1 nebo rekuperačního zdroje 2 krátkodobou zátěží způsobí významnou změnu tohoto výkonu.

Průmyslová využitelnost

Zařízení pro testování řídicích transformátorů podle uvedeného řešení může být využíváno ve všech případech, kdy jsou zkoušeny transformátory z hlediska přípustného okamžitého výkonu nebo jinými metodikami vyžadujícími stanovit bezprostřední vliv změny výstupní zátěže transformátoru na jeho výstupní napětí.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zařízení pro testování řídicích transformátorů obsahující měřicí obvod sestávající z voltmetru (6), ampérmetru (7) a wattmetru (8), kde voltmetr (6) je svojí první svorkou spolu s první svorkou sekundárního vinutí ~~měřeného~~ ^{testovaného} transformátoru (1) propojen se zemní sběrnici (3) měřicího obvodu, jehož ~~první~~ ^{první} druhá svorka ~~je spolu s druhou svorkou sekundárního vinutí měřeného~~ ^{je spolu s druhou svorkou sekundárního vinutí testovaného} transformátoru (1) propojena přes ampérmetr (7) s prvními svorkami napěťového a proudového obvodu wattmetru (8), jehož druhá svorka napěťového vstupu je propojena se zemní sběrnici (3) měřicího obvodu, **vyznačující se tím, že** druhá svorka proudového obvodu wattmetru (8) je propojena přes kompenzační kondenzátor (5) s jedním koncem prvního nastavitelného rezistoru (4) jehož druhý konec je propojen s druhou svorkou výstupního obvodu rekuperačního zdroje (2) napětí, jehož první svorka je propojena se zemní sběrnici (3) měřicího obvodu a kde první svorka vstupního obvodu rekuperačního zdroje (2) napětí je spolu s první svorkou primárního vinutí ~~měřeného~~ ^{testovaného} transformátoru (1) propojena s nulovou svorkou (N) trojfázového napájecího zdroje (15) a druhá svorka vstupního obvodu rekuperačního zdroje (2) napětí je spolu s druhou svorkou primárního vinutí ~~měřeného~~ ^{testovaného} transformátoru (1) propojena s první fázovou svorkou (L1) trojfázového napájecího zdroje (15), přičemž druhá svorka výstupního obvodu rekuperačního zdroje (2) napětí je dále spolu s jedním koncem druhého nastavitelného rezistoru (14) propojena s první svorkou sekundárního vinutí oddělovacího transformátoru (11), jehož druhá svorka je propojena s jedním koncem třetího nastavitelného rezistoru (12), jehož druhý konec je spolu s druhým koncem druhého nastavitelného rezistoru (14) propojen s první svorkou polovodičového relé (13), které je svojí druhou svorkou propojeno s druhou svorkou proudového obvodu wattmetru (8), přičemž druhá svorka primárního vinutí oddělovacího transformátoru (11) je propojena na běžec prvního regulačního transformátoru (9), jehož vinutí je zapojeno mezi nulovou svorku (N) trojfázového napájecího zdroje (15) a druhou fázovou svorku (L2) trojfázového napájecího zdroje (15) a první svorka primárního vinutí oddělovacího transformátoru (11) je propojena na běžec druhého regulačního transformátoru (10), jehož vinutí je zapojeno mezi běžec prvního regulačního



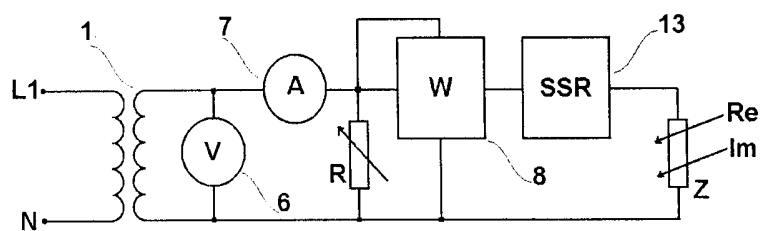
transformátoru (9) a třetí fázovou svorku (L3) trojfázového napájecího zdroje (15).

2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** rekuperační zdroj (2) napětí je realizován dalším transformátorem (2.1) shodným s ~~měřeným~~ ^{testovaným} transformátorem (1), jehož sekundární vinutí je výstupním obvodem rekuperačního zdroje (2) napětí, a který je primárním vinutím připojen na výstup třetího regulačního transformátoru (2.2), jehož vinutí je zapojeno jako vstupní obvod rekuperačního zdroje (2) napětí.
3. Zařízení podle nároku 2, **vyznačující se tím, že** další transformátor (2.1) a třetí regulační transformátor (2.2) v rekuperačním zdroji (2) napětí jsou realizovány jedním transformátorem s oddělenými vinutími pro vstupní a výstupní obvod, dimenzovaným na dvojnásobný až trojnásobný výkon, než má ~~měřený~~ ^{testovaný} transformátor (1) a se sekundárním napětím přibližně o 10 % menším, než má ~~měřený~~ ^{testovaný} transformátor (1).

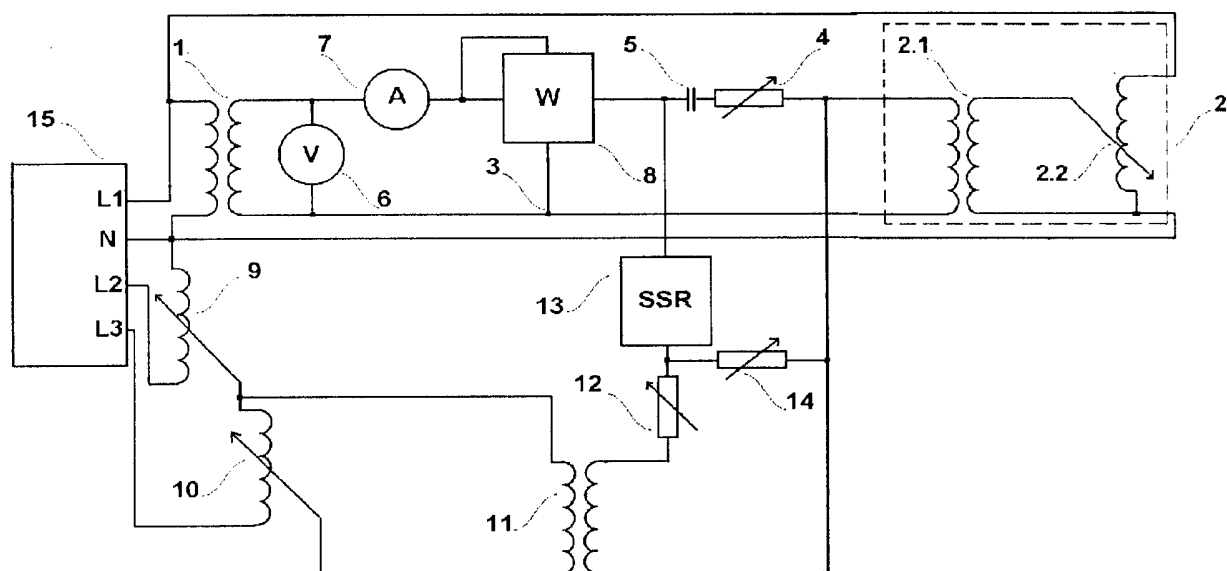
^{testovaný}

1/1

... ..



Obr. 1



Obr. 2