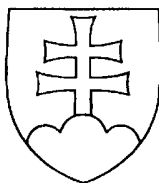


SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19) SK



ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

ZVEREJNENÁ PATENTOVÁ PRIHLÁŠKA

- (22) Dátum podania prihlášky: **31. 1. 2002**
(31) Číslo prioritnej prihlášky: **101 05 782.2**
(32) Dátum podania prioritnej prihlášky: **7. 2. 2001**
(33) Krajina alebo regionálna organizácia priority: **DE**
(40) Dátum zverejnenia prihlášky: **7. 7. 2004**
Vestník ÚPV SR č.: **7/2004**
(62) Číslo pôvodnej prihlášky
v prípade vylúčenej prihlášky:
(86) Číslo podania medzinárodnej prihlášky
podľa PCT: **PCT/IB02/00298**
(87) Číslo zverejnenia medzinárodnej prihlášky
podľa PCT: **WO02/063319**

(11), (21) Číslo dokumentu:

963-2003

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.⁷ :

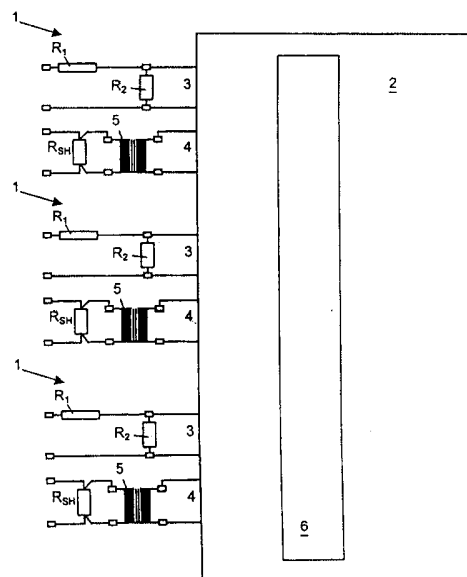
**G01R 21/06,
G01R 15/14**

- (71) Prihlasovateľ: **Landis+Gyr AG, Zug, CH;**
(72) Pôvodca: **De Vries Jacob, Allenwinden, CH;
Ulrich Adrian, Engelberg, CH;**
(74) Zástupca: **Beleščák Ladislav, Ing., Piešťany, SK;**

(54) Názov: **Usporiadanie meracieho obvodu pre elektromery na priame pripojenie**

(57) Anotácia:

Usporiadanie meracieho obvodu (1) pre elektromer na priame pripojenie je pre každú fázu siete trojfázového prúdu spojený vždy so vstupom (3) na meranie napätia a vstupom (4) na meranie prúdu meracieho čipu (2). Pred vstupom (3) je na meranie napätia zabezpečený delič napätia (R_1 , R_2) na prispôbenie úrovne napätia a pred vstupom (4) na meranie prúdu je inštalovaný s predradeným meracím bočníkom (R_{SH}). Napäťový transformátor (5) je vyhotovený tak, že jeho ohmický odpor k meraciemu bočníku (R_{SH}) na jednej strane dostatočne obmedzuje jednosmerný prúd privádzaný na napäťový transformátor (5) v súlade s normou a okrem toho tento ohmický odpor je na druhej strane dostatočne malý, takže spolu s indukčnosťou napäťového transformátora (5) má len normou povolenú uhlovú chybu.



Usporiadanie meracieho obvodu pre elektromery na priame pripojenie

Oblasť techniky

Vynález sa môže zaradiť do oblasti techniky počítačiel. Týka sa usporiadania meracieho obvodu na meranie napätia a meranie prúdu pre elektromery na priame pripojenie.

Doterajší stav techniky

V priemyselných použitíach sa elektromery s elektronickým meracím systémom už vo veľkej miere presadili kvôli svojim výhodám oproti elektromechanickým elektromerom. Pripojenie týchto elektromerov sa uskutočňuje ako je známe nepriamo, teda cez prúdový transformátor príp. napäťový transformátor, ktoré majú príslušné charakteristické vlastnosti v súlade s normou. Ako vynikajúce vlastnosti elektromerov s elektronickým meracím systémom treba menovať predovšetkým možnosť diaľkového snímania, nevyžadovanie údržby, menšie rozmery prístroja, vyššia presnosť a rozšírený prúdový rozsah.

Vzhľadom na tieto zjavné výhody oproti elektromechanickým elektromerom, získava používanie elektromerov s elektronickým meracím systémom stále viac na význame i v domácnostiach. Zásadný rozdiel medzi elektromermi pre domácnosť a horeuvedenými priemyselnými elektromermi je možné vidieť v usporiadaní ich inštalácie. Tak sú elektromery pre domácnosť typicky pripojené priamo; to znamená, že sú pripojené bezprostredne na vedení k pripojenej záťaži. Pritom meraniu prúdu pripadá kľúčová úloha, pretože sa tu uskutoční oddelenie potenciálu od elektromeru a okrem toho sa kladú vysoké nároky na tieto elektromery podľa medzinárodnej normy IEC 1036.

Požiadavky na presnosť pri meraní prúdu a meraní napätia v súlade s normou zahŕňajú malú chybu amplitúdy ($<1\%$), malú chybu fázy ($<0,3^\circ$) a malú chybu linearity. Okrem toho sa podľa uvedenej normy musí dosiahnuť odolnosť na jednosmerný prúd $I_{\max}/\pi$; to znamená, že takýto elektromer s elektronickým meracím

systémom pri kombinovanom prúde s podielom jednosmerného prúdu $\leq I_{\max}/\pi$ musí merať ďalej v súlade s normou. Tieto elektromery s elektronickým meracím systémom k priamemu pripojeniu teda nesmú byť presýtené podielom jednosmerného prúdu až do $I_{\max}/\pi$, ale musia byť ešte i pri takejto predmagnetizácii jednosmerného prúdu schopné určiť podiel striedavého zaťažovacieho prúdu až do $I_{\max}$.

Známe sú usporiadania meracích obvodov pri ktorých sa používajú prúdové transformátory odolné na jednosmerný prúd s odolnosťou na jednosmerný prúd $\leq I_{\max}/\pi$, avšak tieto prúdové transformátory odolné na jednosmerný prúd nevyhovujú požiadavkám na maximálne dovolený fázový posuv, pretože sa u nich môžu vyskytnúť až 5° fázové posuvy medzi nameranými hodnotami prúdu a napätia. To znamená, že prúdové transformátory odolné na jednosmerný prúd, ktoré sú drahšie na základe osobitne vybraného materiálu než tradičné prúdové transformátory, musia byť doplnené vhodným usporiadaním na kompenzovanie fázy, čo je tiež spojené s nákladmi.

Korektúra fázového posuvu pomocou časového posunu, ako je popísané napríklad v DE 196 39 410 A1, tu môže pomôcť len obmedzene. Pretože elektromery pre domácnosť sú sériové výrobky, majú pri výbere všetkých konštrukčných súčastí osobitný význam faktory hospodárnosti. Preto je korektúra fázového posuvu pomocou časového posunu inštalovaná v konvenčných elektromeroch možná len úzkych medziach a okrem táto korektúra pomocou časového posunu nie je viazaná na frekvenciu, takže táto korektúra ako taká je nezávislá od frekvencie a tým obmedzená.

Avšak pokiaľ elektromery nemusia merať jednosmerné prúdy v spojení s vyúčtovaním energie ale nanajvýš im „odolávať“, bude pretrvávajúca technika transformačne pôsobiacich snímačov – zvlášť kvôli svojmu jednoduchému, lacnému a robustnému vyhotoveniu. Pritom sa navyše doteraz počíta s tým, že vzhľadom na hustotu prúdu a kvôli svojej konštrukcii sú prúdové transformátory väčšie, ťažšie a tým i drahšie v porovnaní k iným snímačom, ako napríklad porovnateľne k napäťovým transformátorom.

Podstata vynálezu

Tento vynález sa pokúsi pomôcť pri načrtnutých problémoch. Úlohou vynálezu preto je, uviesť usporiadanie meracieho obvodu pre fázový posuv u elektromerov horeuvedeného druhu, ktorý je i pri privádzaní kombinovaného prúdu schopný bez ujmy odolávať normalizovaným medzným hodnotám privádzaného jednosmerného prúdu a pritom v rámci daných noriem správne merať činný príp. jalový výkon u všetkých menovitých prevádzkových frekvencií. Okrem toho pozostáva úloha vynálezu v tom, že toto usporiadanie meracieho obvodu má byť robustné a navyše jednoduché a lacno zhotoviteľné vzhľadom na sériovú výrobu.

Úloha vynálezu sa rieši význakmi nároku 1. Ďalšie výhodné vyhotovenia vynálezu sú predmetom podnárokov.

Jadro vynálezu je vidieť v tom, že u elektromerov na priame pripojenie, transformuje merací bočník s napäťovým transformátorom zapojeným do série v prúdovom obvode prúd, ktorý sa má zmerať na napätie, pričom napäťový transformátor jednak zabezpečuje galvanické oddelenie k sériovo zapojenému meraciemu čipu a jednak je schopný sa vysporiadať s privádzaním jednosmerného prúdu v súlade s normou, bez toho aby boli prekročené hranice normy pre uhlovú chybu medzi prúdom a napätím. Pritom treba zdôrazniť, že napäťový transformátor treba prispôbiť osobitným spôsobom a to tak, že ohmový odpor napäťového transformátora je na jednej strane dostatočne vysoký, takže nebude presýtený maximálnym podielom jednosmerného prúdu ktorý sa má merať v súlade s normou a na druhej strane je však dostatočne malý, takže sa podľa normy neprekročí maximálna uhlová chyba v kombinácii s indukčnosťou transformátora.

Popis obrázku na výkrese

Na výkrese je schematicky, zjednodušene znázornený príklad vyhotovenia.

Ukazuje jediný obraz: Usporiadanie meracieho obvodu podľa vynálezu pre elektronické elektromery na priame pripojenie.

Príklady uskutočnenia vynálezu

Na jedinom vyobrazení je znázornené usporiadanie meracieho obvodu 1, pre elektromery na priame pripojenie, ktorý má pre každú fázu siete trojfázového prúdu vždy jeden vstup 3 na meranie napätia a jeden vstup 4 na meranie prúdu meracieho čipu 2. Tento merací čip 2 má korekčné zariadenie 6 za účelom fázovej kompenzácie medzi hodnotami napätia a hodnotami prúdu. Pred vstupom 3 na meranie napätia je napäťový delič, zahŕňajúci prvý zapojený odpor R_1 a druhý odpor R_2 , ktorý zníži napätie, ktoré sa má merať, na vhodnú úroveň napätia pre sériovo zapojený merací čip 2.

Bezprostredne pred vstupom 4 na meranie prúdu je inštalovaný napäťový transformátor 5, ktorý má opäť predradený merací bočník R_{SH} . Prúd, ktorý sa má merať a ktorý preteká cez merací bočník R_{SH} spôsobuje na tomto meracom bočníku R_{SH} pokles napätia proporcionálny hodnote prúdu, ktorý sa pomocou napäťového transformátora 5 transformuje na vhodnú úroveň napätia pre vstup 4 merania prúdu. Pomocou pomeru počtu závitov N_1/N_2 medzi počtom závitov N_1 na primárnej strane a počtom závitov N_2 na sekundárnej strane sa dá uskutočniť prispôsobenie úrovne napätia pre vstup 4 na meranie prúdu na meracom čipe 2. Okrem toho sa s napäťovým transformátorom 5 zabezpečí potrebné galvanické oddelenie.

Vzhľadom na čo najmenšiu uhlovú chybu napäťového transformátora 5, treba na primárnej strane – teda smerom k meraciemu bočníku R_{SH} – zvoliť čo najmenšiu hodnotu ohmického odporu R (nezobrazené) napäťového transformátora 5. Toto vyplýva z nasledujúcej úvahy:

Tento ohmický odpor R sa správa proporcionálne k druhej mocnine počtu závitov N_1 na primárnej strane napäťového transformátora 5:

$$(1) \quad R = A_R * N_1^2$$

pričom A_R je koeficient odporu primárneho vinutia špecifický pre jadro.

To isté platí i pre indukčnosť (tiež neznázornené) napäťového transformátora 5, avšak pri zohľadnení koeficientu hlavnej indukčnosti A_L špecifického pre jadro:

$$(2) \quad L = A_L \cdot N_1^2.$$

Pre uhlovú chybu δ platí ako je známe:

$$(3) \quad \tan \delta = \frac{R}{\omega L} = \frac{A_R N_1^2}{\omega A_L N_1^2} = \frac{A_R}{\omega A_L}$$

Z toho vyplýva, že uhlová chyba δ - ktorá má byť v súlade s normou pri meraní energie čo najmenšia – je nezávislá od počtu závitov napäťového transformátora 5, čím teda len ohmický odpor R podľa (1) v pomere k impedancii ωL , s L v súlade s (2) sa musí zvoliť čo najmenší.

Ďalej však platí pre ohmický odpor R napäťového transformátora 5, že musí byť prinajmenšom taký veľký, aby podiel jednosmerného prúdu v súlade s normou, ktorý ním preteká nepremagnetizoval nedovoľene napäťový transformátor. Usporiadanie meracieho obvodu 1 – zahŕňajúceho napäťový transformátor 5 pred vstupom 4 na meranie prúdu – musí byť totiž podľa normy schopný odolať podielu jednosmerného prúdu $\leq I_{\max}/\pi$ kombinovaného prúdu zaťažujúceho toto usporiadanie meracieho obvodu 1 a pritom ešte merať podiel striedavého prúdu pre meranie energie v elektromeri na priame pripojenie.

Z tohto dôvodu je dôležitá špeciálna úprava usporiadania meracieho obvodu 1, vzhľadom na odolnosť na jednosmerný prúd, pričom sa pri tomto špeciálnom pozorovaní neberie do úvahy schopnosť meracieho obvodu 1 merať striedavý prúd. Vzhľadom na odolnosť na jednosmerný prúd sa dá pre pokles napätia v napäťovom transformátore 5 vyvodzovať nasledujúce:

$$(4) \quad R_{SH} I_{RSH} = R I_R,$$

pričom I_{RSH} je podiel jednosmerného prúdu pretekajúci cez R_{SH} a I_R podiel jednosmerného prúdu pretekajúceho cez R napäťového transformátora 5. Rovnica (4) je ekvivalentná k:

$$(5) \quad I_R = I_{RSH} \frac{R_{SH}}{R}$$

Pre magnetické pole H_0 platí na základe privádzania jednosmerného prúdu v napäťovom transformátore 5:

$$(6) \quad H_0 = I_R \frac{N_1}{l_m}$$

pričom l_m platí pre efektívnu dĺžku magnetického okruhu; z toho s (5) vyplýva:

$$(7) \quad H_0 = I_{RSH} \frac{R_{SH}}{R} \frac{N_1}{l_m} \quad \text{čo je ekvivalentné k}$$

$$(8) \quad R = \frac{I_{RSH} R_{SH}}{H_0} \frac{N_1}{l_m}$$

Z toho bezprostredne vyplýva, že pre maximálne povolenú intenzitu poľa $H_0 = H_{0max}$ pre zvolený materiál jadra a maximálny pokles napätia $I_{RSH} R_{SH}$ na meracom bočníku je ohmický odpor R napäťového transformátora priamo úmerný k počtu závitov N_1 . Preto musí byť tento ohmický odpor R väčší alebo rovnajúci sa minimálnej hodnote R_{mind} , ktorá vyplýva z:

$$(9) \quad R_{mind} \geq \frac{I_{RSH} R_{SH}}{H_{0max} l_m} N_1$$

Pomocou prvej podmienky, ktorá vyplýva pre ohmický odpor R deliča napätia 5 z rovníc (1) až (3), a síce zvoliť čo najmenší R v závislosti od druhej mocniny počtu závitov N_1 a druhej podmienky z rovnice (9), stanoviť pre R minimálnu hodnotu v závislosti od počtu závitov N_1 , sa tým môže zistiť výhodnejšia hodnota odporu pre R . Pre túto výhodnejšiu hodnotu odporu R potom jednak nebude presýtený napäťový transformátor 5 pri privádzaní jednosmerného prúdu k elektromeru v súlade s normou a jednak môže byť uhlová chyba pri transformácii udržiavaná čo najmenšia.

Aby vzhľadom na horeuvedené rovnice bola podľa normy zaručená odolnosť jednosmerného prúdu až do $I_{\max}/\pi$ usporiadania meracieho okruhu 1, je materiál jadra napäťového transformátora 5 vyrobený z materiálu s vysokou permeabilitou, ako napríklad feritu, zliatiny niklu a železa (*permalloy*), alebo nanokryštalického materiálu. Tieto vysoko permeabilné materiály sa vyznačujú veľkým koeficientom hlavnej indukčnosti A_L a dobre definovanými H_0 – hodnotami a tým sa mimoriadne hodia pre použitie u elektromerov, ktoré sú v súlade s ich normou odolné na jednosmerný prúd.

Merací čip 2, ako už bolo uvedené, má korekčné zariadenie 6 na kompenzáciu fáze, pomocou ktorého sa môže vykonávať fázový posuv medzi vstupom 3 pre meranie napätia a vstupom 4 pre meranie prúdu. Pretože tento fázový posuv je na základe hore popísaného vyhotovenia napäťového transformátora v usporiadaní meracieho obvodu 1 podľa vynálezu malý, môže sa počítať s tým, že fázová kompenzácia pomocou korekčného zariadenia je závislá od frekvencie. Jednoduché vyhotovenie korekčného zariadenia 6 zabezpečuje programovateľné oneskorenie, ktoré sa uskutoční pomocou softvéru. Samozrejme, že je možná i fázová kompenzácia realizovaná pomocou konštrukčných prvkov prostredníctvom korekčného zariadenia 6, pričom je takáto kompenzácia pomocou konštrukčných prvkov závislá od frekvencie. Podľa platnej normy nesmie fázový posuv medzi prúdom a napätím prekročiť uhol $0,3^\circ$.

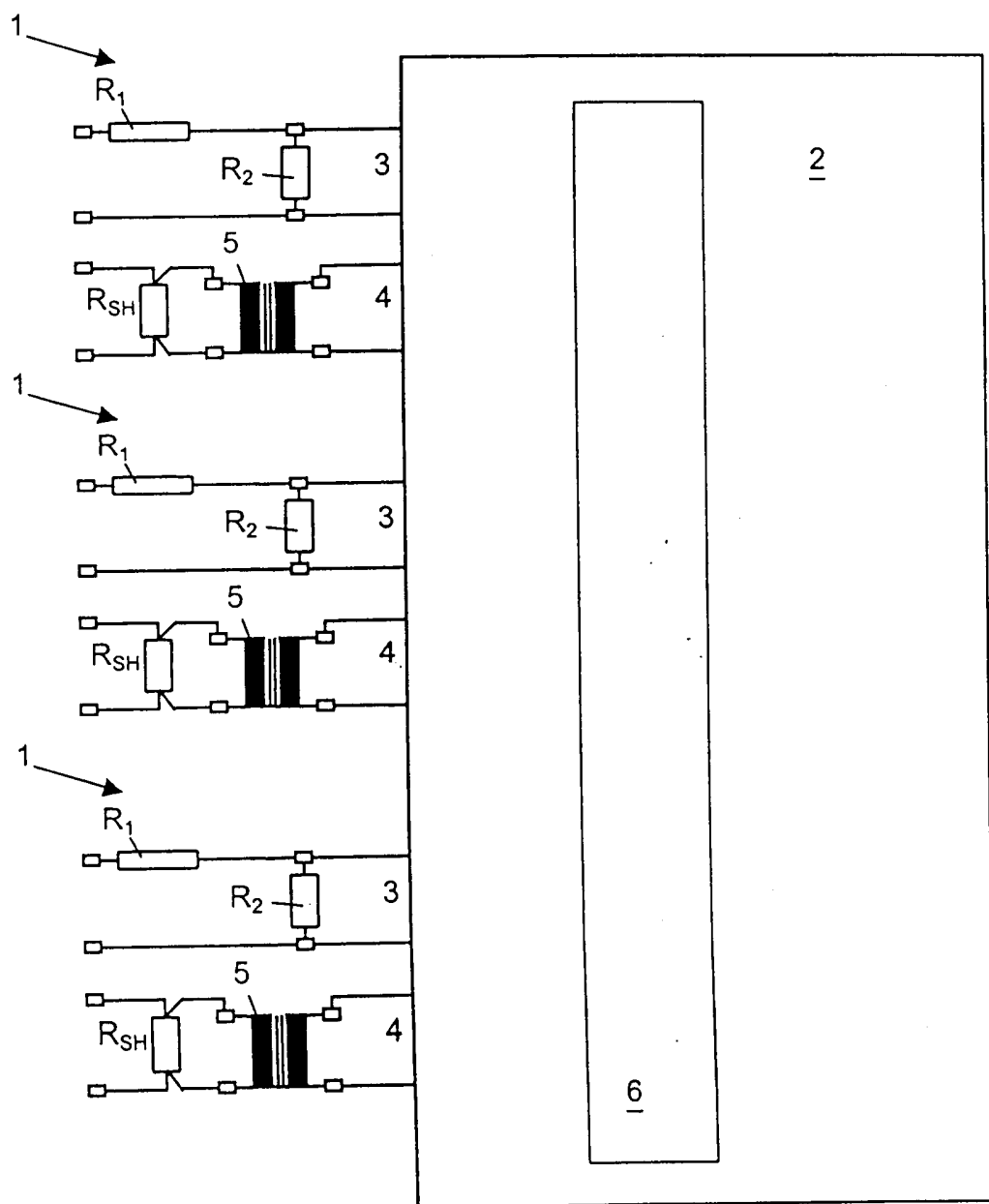
Trojfázové usporiadanie meracieho obvodu ukázané na vyobrazení môže byť samozrejme vyhotovené i ako jednofázové, bez toho, že by bol potrebný ďalší vynález.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Usporiadanie meracieho obvodu (1) pre elektromery na priame pripojenie s prvým vstupom (3) pre meranie napätia a druhým vstupom (4) pre meranie prúdu, v y z n a č u j ú c e s a t ý m, že pred druhým vstupom (4) pre meranie prúdu je zapojený medzi meracím bočníkom (R_{SH}) a týmto vstupom (4) napäťový transformátor (5) za účelom galvanického oddelenia.
2. Usporiadanie meracieho obvodu (1) podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c e s a t ý m, že napäťový transformátor (5) má k meraciemu bočníku (R_{SH}) ohmický odpor, ktorý na jednej strane dostatočne obmedzuje jednosmerný prúd privádzaný k napäťovému transformátoru (5) v súlade s normou a na druhej strane je tento ohmický odpor dostatočne malý, takže spolu s indukčnosťou napäťového transformátora (5) vykazuje len uhlovú chybu povolenú normou.
3. Usporiadanie meracieho obvodu (1) podľa nároku 1 alebo 2, v y z n a č u j ú c e s a t ý m, že napäťový transformátor (5) je vytvorený ako transformátor s toroidným jadrom.
4. Usporiadanie meracieho obvodu (1) podľa jedného z nárokov 1 až 3, v y z n a č u j ú c e s a t ý m, že napäťový transformátor (5) zahŕňa vysoko permeabilné jadro z feritu, zliatiny niklu a železa, alebo nanokryštalického materiálu.
5. Usporiadanie meracieho obvodu (1) podľa jedného z nárokov 1 až 4, v y z n a č u j ú c e s a t ý m, že merací čip (2) je spojený s prvým a druhým vstupom (3, 4), pričom tento merací čip (2) je vybavený programovateľným korekčným zariadením (6) na vyrovnanie fázovej kompenzácie medzi meraním napätia a meraním prúdu.
6. Usporiadanie meracieho obvodu podľa nároku 5, v y z n a č u j ú c e s a t ý m, že pomocou pomeru počtu závitov napäťového transformátora (5) sa dá nastaviť prispôsobenie úrovne pre druhý vstup (4) meracieho čipu (2).

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Usporiadanie meracieho obvodu (1) pre elektromer na priame pripojenie s prvým vstupom (3) pre meranie napätia a druhým vstupom (4) pre meranie prúdu, pričom pred druhým vstupom (4) pre meranie prúdu je medzi meracím bočníkom (R_{SH}) a týmto vstupom (4) zapojený napäťový transformátor (5) za účelom galvanického oddelenia, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že napäťový transformátor (5) k meraciemu bočníku (R_{SH}) má ohmický odpor, ktorý na jednej strane dostatočne obmedzuje jednosmerný prúd privádzaný na napäťový transformátor (5) v súlade s normou a na druhej strane je tento ohmický odpor dostatočne malý, takže spolu s indukčnosťou napäťového transformátora (5) vykazuje len uhlovú chybu povolenú podľa normy.
2. Usporiadanie meracieho obvodu (1) podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c e s a t ý m, že napäťový transformátor (5) je vytvorený ako transformátor s toroidným jadrom.
3. Usporiadanie meracieho obvodu (1) podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c e s a t ý m, že napäťový transformátor (5) má vysoko permeabilné jadro z feritu, zliatiny niklu a železa, alebo nanokryštalického materiálu.
4. Usporiadanie meracieho obvodu (1) podľa jedného z nárokov 1 až 3, v y z n a č u j ú c e s a t ý m, že merací čip (2) je spojený s prvým a druhým vstupom (3, 4), pričom tento merací čip (2) má programovateľné korekčné zariadenie (6) pre vyrovnanie fázovej kompenzácie medzi meraním napätia a meraním prúdu.
5. Usporiadanie meracieho obvodu podľa nároku 4, v y z n a č u j ú c e s a t ý m, že pomocou pomeru závitov napäťového transformátora (5) sa dá nastaviť prispôsobenie úrovne pre druhý vstup (4) meracieho čipu (2).



Obr.1