

G05F 1/66 (2006.01)
G05F 5/00 (2006.01)
G05B 11/01 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

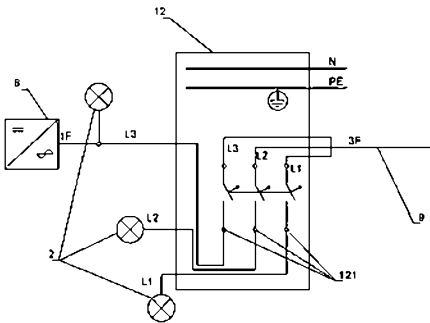
(21) Číslo přihlášky: 2021-346
(22) Přihlášeno: 19.07.2021
(40) Zveřejněno: 01.02.2023
(Věstník č. 5/2023)
(47) Uděleno: 12.07.2023
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: 23.08.2023
(Věstník č. 34/2023)

(56) Relevantní dokumenty:
EP 3531525 A1.

(73) Majitel patentu:
Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., Praha 8, Libeň, CZ
(72) Původce:
Ing. Lubomír Křivánek, Praha 6, Střešovice, CZ
Mgr. Xavier Martí, Ph.D., Praha 6, Střešovice, CZ
Ing. Tomáš Nepivoda, Praha 6, Střešovice, CZ
RNDr. Jan Kučera, CSc., Praha 6, Střešovice, CZ
(74) Zástupce:
Mgr. Karel Bauer, patentový zástupce, Urešova
1266/2, 148 00 Praha 4, Kunratice

(54) Název vynálezu:
**Zařízení pro efektivnější využití elektřiny
vyrobené v lokálním zdroji obnovitelné
energie, způsob měření výroby elektřiny z
lokálního zdroje**

(57) Anotace:
Vynález se týká zařízení pro efektivnější využití elektřiny vyrobené v lokálním zdroji obnovitelné energie. Zařízení obsahuje detektor (4) magnetického pole, který je umístěn v detekční blízkosti svorkovnice (121) domovního rozvaděče (12). Domovní rozvaděč (12) obsahuje jednofázové vodiče (L1, L2, L3), připojené k veřejné třífázové síti. Podstata vynálezu spočívá v tom, že řešený detektor (4) obsahuje dílčí magnetické senzory (PL1, PL2, PL3), které měří vyvolanou magnetickou indukci B a časový průběh střídavého elektrického proudu a/nebo napětí v jednofázových vodičích (L1, L2, L3), připojených do veřejné elektrické sítě, a to v každém jednofázovém vodiči (L1, L2, L3) zvlášť. Detektor (4) je nastavený tak, že je schopen určit nejzatíženější fázový vodič (L1, L2, L3) připojený k veřejné třífázové síti. Zařízení dále obsahuje přepínací relé (5) umožňující přepínání mezi jednofázovým vývodem (1F) z lokálního zdroje obnovitelné energie a nejzatíženějším fázovým vodičem (L1, L2, L3) připojeným k veřejné elektrické síti v reálném čase.



Zařízení pro efektivnější využití elektřiny vyrobené v lokálním zdroji obnovitelné energie, způsob měření výroby elektřiny z lokálního zdroje

5 Oblast techniky

Předkládaný vynález se týká zařízení, které je schopno lépe využít ekologicky vyrobenou elektřinu v odběrném místě konečného zákazníka, který je současně připojen k třífázové veřejné elektrické síti. Konkrétněji se předkládaný vynález týká bezdotykového elektronického zařízení schopného
10 detekovat parametry magnetického pole v blízkosti elektrického rozvaděče.

Předkládaný vynález se zejména týká zařízení, které detekuje parametry magnetického pole a následně po provedení krátké kalibrace, přímo určí elektrický výkon v jednotlivých fázových vodičích elektrické sítě, přičemž na základě získaných informací o elektrickém výkonu řídí
15 bezpečné připínání lokálního zdroje elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů.

Dosavadní stav techniky

20 Dle předpisů stanovených zákonem 458/2000 Sb. v pozdějším znění (Energetický zákon) je místo, ve kterém jsou instalovány elektrická zařízení jednoho zákazníka, nazýváno odběrným místem. V takovém místě může být mimo zařízení, která spotřebovávají elektřinu, resp. dle definice zákona odebírají příkon, připojena i zařízení, která elektřinu vyrábí a dle definice zákona dodávají výkon. Každé odběrné místo je vybaveno fakturačním elektroměrem, do kterého má přístup, tj. může se
25 do něj připojit za účelem získání detailních informací, pouze provozovatel veřejné sítě.

Fotovoltaické elektrárny budované, či již nainstalované v odběrných místech, typicky na střeších domů, nejsou často optimálně navrženy a/nebo zapojeny do veřejné elektrické sítě, zejména s ohledem na pevné jednofázové připojení elektrárny do třífázové veřejné sítě a způsobu
30 vyhodnocení měření elektřiny na fakturačním elektroměru. Často dochází k neefektivnímu využití vyrobené elektřiny v odběrném místě díky připojením do nevhodné elektrické fáze.

Chybějící detailní měření v odběrném místě a analýza potřeb konečného zákazníka v před-investiční fázi budování fotovoltaické elektrárny obvykle způsobí chybný návrh velikosti a
35 konfigurace fotovoltaické elektrárny.

Při instalaci výše uvedeného jednofázového připojení fotovoltaické elektrárny do odběrného místa je v současné době konečný zákazník nucen pevně určit elektrickou fázi, kam zdroj připojit. Dodávka vyrobené elektřiny do veřejné sítě, místo její spotřeby v odběrném místě, pak přináší
40 konečnému zákazníkovi, tj. investorovi fotovoltaické elektrárny, zhoršení návratnosti vložené investice do pořízené fotovoltaické elektrárny. Popis jednofázového připojení odběrného místa s lokálním zdrojem, typicky fotovoltaickou elektrárnou k třífázové veřejné síti, mající označení fází L1, L2, L3, je schematicky naznačen na obr. 1 a na obr. 2. Obr. 1 a 2 schematicky znázorňují fakturační elektroměr 1, který je z jedné strany napojený k třífázovému hlavnímu jističi 3 a z druhé
45 strany napojený na pojistkovou skříň 11. Pojistková skříň 11 může být napojena pomocí třífázového kabelu na hladině nízkého napětí, typicky o velikosti 0,4 kV k venkovnímu přívodnímu vedení z veřejné sítě 8. Třífázový hlavní jistič 3 je dále napojen pomocí třífázového domovního rozvodu 9 do domovního rozvaděče 12. Do domovního rozvaděče 12 je dále připojeno množství zátěží 2, např. ve formě elektrických spotřebičů, přičemž každá zátěž 2 je schematicky připojena
50 na vlastní fázi L1, L2, L3 pomocí jednofázových domovních rozvodů 10. Obr. 1 dále schematicky znázorňuje fotovoltaické panely 7 se střídačem, které společně tvoří lokální zdroj 6 obnovitelné energie, a který je připojen do jednofázového domovního rozvodu 10 k domovnímu rozvaděči 12. Funkce střídače spočívá v tom, že mění stejnosměrné napětí na střídavé napětí elektrické sítě. Mimo to může mít také řadu doplňkových funkcí, jako například monitorování elektrické sítě,
55 kontrolu provozních údajů anebo třeba ochranu systému. Domovní rozvaděč 12 podle dosavadního

stavu techniky je detailněji zobrazen na obr. 2. Při nadvýrobě elektřiny z lokálního zdroje 6 obnovitelné energie a tohoto zapojení dochází k situacím, ve kterých elektřina vyrobená z obnovitelných zdrojů přetéká po jedné elektrické fázi L1 do zátěže 2 a nespotřebovaná dále do veřejné třífázové sítě 8, přičemž ve stejném okamžiku do ostatních elektrických fází L2 a L3 současně natéká elektřina z veřejné sítě 8. Současná dodávka a odběr elektřiny je tak nežádoucím jevem, který se předkládaný vynález snaží vyřešit.

V dosavadním stavu techniky je přebytečná elektřina obvykle dodávána do veřejné třífázové sítě, avšak může být rovněž uskladněna v bateriích a/nebo je možné ji použít, např. pro ohřev vody, pokud je to technicky možné a ekonomicky efektivní.

Stav techniky rovněž představuje třífázový asymetrický střídač, který vyrobenou elektřinu v odběrném místě dokáže lépe rozdělit po elektrických fázích. Asymetrický střídač je však složitý a pro menší instalace je cenově nedostupný.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nevýhody dosavadního stavu techniky jsou do jisté míry vyřešeny pomocí předkládaného vynálezu, který představuje v prvním provedení zařízení pro efektivnější využití elektřiny v lokálním zdroji obnovitelné energie.

Zařízení podle předkládaného vynálezu obsahuje detektor magnetického pole, který je umístěn v detekční blízkosti svorkovnice domovního rozvaděče. Domovní rozvaděč dále obsahuje jednofázové vodiče, které jsou připojené k veřejné třífázové síti. Podstata vynálezu spočívá v tom, že výše uvedený detektor obsahuje dílčí magnetické senzory, které měří magnetickou indukci B a časový průběh střídavého elektrického proudu a/nebo napětí v jednofázových vodičích veřejné elektrické sítě v každém jednofázovém vodiči v domovním rozvaděči zvlášť. Detektor je nastavený tak, aby byl např. s pomocí výpočetní jednotky, např. procesoru, schopný určit nejvytíženější jednofázový vodič veřejné třífázové sítě. Zařízení podle předkládaného vynálezu dále obsahuje přepínací relé umožňující přepínání jednofázového vývodu z lokálního zdroje obnovitelné energie k nejvytíženějšímu jednofázovému vodiči připojenému do veřejné elektrické sítě. Přepínací relé je nastavené tak, aby bylo schopné přepínat elektrický obvod v reálném čase, přičemž řečené přepínání je řízeno na základě informace z výše řečeného detektoru.

Výše řečený detektor je schopen, bez zásahu do elektroinstalace a po kalibraci, přímo určit elektrický příkon/výkon v jednotlivých fázových vodičích připojených k veřejné třífázové síti. Přepínací relé je připojeno k jednofázovému vývodu lokálního zdroje obnovitelné energie. Tato část zařízení je dále s výhodou opatřena prostředkem pro měření výkonu tohoto zdroje. Přepínací relé přepíná, tj. spíná nebo odepíná, jednofázový vodič vývodu z lokálního zdroje obnovitelné energie do jednotlivých fázových vodičů připojených do veřejné třífázové sítě.

V jistém provedení může detektor magnetického pole obsahovat tři magnetické senzory měřící magnetickou indukci generovanou střídavým elektrickým proudem v každé fázi zvlášť, přičemž výstupem je diferenční napětí odpovídající měřené magnetické indukci B_{out} . Senzory mohou být na plošném spoji geometricky umístěny tak, aby svou vzájemnou vzdáleností odpovídaly rozestupům svorkovnic, přičemž dílčí senzory nejsou ovlivněny magnetickým polem vedlejšího vodiče odpovídající jiné fázi. Takovéto senzory mohou být Hallovy sondy využívající Hallův jev anebo AMR (anisotropic magnetoresistive) senzory anebo TMR (Tunnel magnetoresistance) senzory anebo GMR (Giant magnetoresistive) senzory. Všechny výše uvedené senzory magnetického pole jsou v oblasti techniky známé a odborník v oboru je tyto senzory schopný použít. Výstupní nezpracovaný napěťový signál z magnetických senzorů může být dále pomocí diferenčního zesilovače zesílen na řádově jednotky voltů, např. 3,3 V, z velmi malých hodnot napětí, např. z 0,1 mV tak, aby umožnil další zpracování v procesorové desce.

V dalším výhodném provedení může být detektor magnetického pole spintronický magnetický senzor detekující magnetické pole v alespoň dvou navzájem kolmých směrech. Příkladem spintronického magnetického senzoru měřícího magnetické pole v alespoň dvou směrech lze nalézt v Spintronics: a Review and Directions for Research, edited by Arthur R. Hampton, Nova Science Publishers, Incorporated, 2019. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/techlib-ebooks/detail.action?docID=5982577>.

V dalším výhodném provedení může být detektorem magnetického pole spintronický magnetický senzor detekující magnetické pole ve třech navzájem kolmých směrech. Příklady spintronických magnetických senzorů lze rovněž nalézt ve výše uvedené publikaci.

Výše uvedená procesorová deska zařízení podle vynálezu může on-line vyhodnotit nashromážděné proudové a/nebo napětíové signály, včetně jejich časového průběhu z měření a pomocí Fourierovy transformace určí frekvenci střídavého elektrického proudu a/nebo napětí po jednotlivých elektrických fázích.

Ve výhodném provedení je detektor umístěny do pouzdra z nemagnetického materiálu, přičemž je skříň umístěna do domovního rozvaděče. Jako vhodný nemagnetický materiál lze použít měď, nebo různé plasty.

V dalším výhodném provedení obsahuje procesorová deska první komunikační jednotku, zejména Wi-Fi jednotku s výhodou vysílající a přijímající signál na frekvenci 2,4 GHz nastavenou tak, že přímo přijímá externí data získaná ze vzdáleného serveru s hodnotami elektrických příkonů P_{outL1} , P_{outL2} , P_{outL3} , které pak použije pro kalibraci a výpočet elektrických příkonů z naměřených hodnot magnetické indukce B_{outL1} , B_{outL2} , B_{outL3} přiřazením $B_{outL1} \Rightarrow P_{outL1}$, $B_{outL2} \Rightarrow P_{outL2}$, $B_{outL3} \Rightarrow P_{outL3}$ ve všech elektrických fázích vodiče veřejné třífázové sítě.

V dalším výhodném provedení je k přepínacímu relé připojen měřicí přístroj nastavený tak, že měří střídavé napětí a proud z lokálního zdroje obnovitelné energie; a tím, že výhodné provedení dále obsahuje procesor umožňující výpočet dodávaného výkonu z lokálního zdroje obnovitelné energie. Řečený měřicí přístroj může být elektroměr podle dosavadního stavu techniky, např. wattmetr, který měří množství odebrané elektřiny z lokálního zdroje obnovitelné energie.

V dalším výhodném provedení obsahuje zařízení podle vynálezu kalibrační zařízení, které obsahuje kalibrační zátěž o známém příkonu, přičemž kalibrační zařízení je přes přepínací relé, zátěže v síti a detektor napojitelné k třífázové veřejné síti.

Kalibrační zařízení může být s výhodou připojeno do běžné třífázové zásuvky bez instalačních úprav. Kalibrační zařízení může dále obsahovat plošný spoj, který je přes vidlici spojen se zemí, nulovým vodičem a k jednotlivým jednofázovým vodičům, přičemž na jednofázových vodičích je měřen střídavý elektrický proud a/nebo napětí a jejich časový průběh z veřejné třífázové sítě; a přes odepínací relé je kalibrační zařízení připojeno ke kalibrační zátěži o známém příkonu. V jistém provedení má s výhodou kalibrační zařízení válcový tvar připomínající třífázovou vidlici, kterou lze připojit do třífázové zásuvky podle dosavadního stavu techniky. Přepínání zátěží je možné řídit procesorem umístěným ve výše zmíněné procesorové desce, která přepíná zátěže do jednotlivých fází podle předem definovaného vzoru, s výhodou signálu z níže popsáného telegramu. Příklad vzoru přepínání může být přepínání po dobu 1 s zátěže o výkonu 100W na fázi L1 na frekvenci 63 Hz, následující 1 s pauzou a opět připojení po dobu 1 s k zátěži o výkonu 100W na fázi L1 na frekvenci 63 Hz a to několikrát po sobě. Obdobně lze postupovat na dalších fázích a kombinacích frekvencí. Magnetické senzory popsány telegram zaznamenají změnou magnetického pole na jednotlivých fázových vodičích a díky známým příkonům je podle nich provedena kalibrace $B_{outL1} \Rightarrow P_{outL1}$, $B_{outL2} \Rightarrow P_{outL2}$, $B_{outL3} \Rightarrow P_{outL3}$. Toto výhodné provedení představuje technickou výhodu, neboť dokáže bezdotykově a bez nároků na znalosti uživatele nahradit základní měřicí funkce třífázového elektroměru, bez nutnosti přerušování dodávky elektřiny a bez toho, aby bylo nutné cokoliv připojovat na živé vodiče.

5 V dalším výhodném provedení obsahuje kalibrační zařízení druhou komunikační jednotku, přičemž první komunikační jednotka a druhá komunikační jednotka jsou nastavené tak, aby komunikovali obousměrně mezi sebou výhodně s použitím rádiové frekvence 2,4GHz nebo 433 MHz.

10 V jiném výhodném provedení obsahuje kalibrační zařízení druhou komunikační jednotku, přičemž druhá komunikační jednotka je uzpůsobena pro jednosměrnou komunikaci s první komunikační jednotkou prostřednictvím namodulovaného signálu známého tvaru na frekvencích 63 Hz a 31,5 Hz; anebo 73 Hz a 63,5 Hz; a záložní frekvenci využit v případě zarušení původních frekvenčních pásem, kombinací 83 Hz a 41,5 Hz a 93 Hz a 46,5 Hz; přičemž frekvence jsou voleny tak, aby neinterferovaly se sítovou frekvencí a nekolidovaly ani s frekvencemi hromadného dálkového ovládání využívaného v energetice v ČR, rovněž známého v oblasti techniky pod názvem telegram. Pomocí namodulovaného signálu lze vytvořit signál typu telegram, který může
15 být rozpoznán magnetickými senzory prvního detektoru pomocí změny veličiny B_{out} . Komunikace pomocí telegramu představuje technickou výhodu, které se uplatní zejména v případech, kdy není možné, nebo je obtížné použít běžnou bezdrátovou komunikaci, např. na frekvencích 433 MHz a 2,4 GHz.

20 V dalším výhodném provedení je zařízení spojeno s počítačovým serverem, který zpracovává data a umožňuje zobrazit zejména hodnoty frekvencí, tvaru průběhu střídavého proudu anebo kalibrovaných elektrických výkonů ve všech fázích v reálném čase.

25 V dalším výhodném provedení je zařízení opatřeno prostředkem pro uchovávání dat, které zařízení s pomocí detektoru naměří ve zvoleném časovém intervalu. V tomto alternativním řešení může být zařízení opatřeno prostředkem pro uchovávání dat, které zařízení naměří ve zvoleném intervalu. Výsledná data se pak zpracují bez potřeby on-line připojení k internetu v externím počítačovém programu.

30 Další provedení tohoto vynálezu představuje způsob měření výroby elektřiny z lokálního zdroje obnovitelné energie a její využití v odběrném místě. Způsob využívá zařízení podle tohoto vynálezu, přičemž podstata vynálezu spočívá v tom, že způsob obsahuje kroky: detekce; kalibrace a přepínání. Krok detekce představuje detekci magnetické indukce a časový průběh střídavého elektrického proudu a/nebo napětí. Řečená detekce se provádí pro každý fázový vodič zvlášť. Krok kalibrace představuje kalibraci zařízení podle vynálezu, přičemž hodnoty magnetické indukce,
35 získané z kroku detekce, se převádějí na výkony v příslušných fázových vodičích. Krok přepínání představuje přepínání jednofázového vodiče připojeného k lokálnímu zdroji obnovitelné energie k nejvytíženějšímu jednofázovému vodiči připojenému k veřejné třífázové síti.

40 Další provedení předkládaného vynálezu představuje způsob kalibrace zařízení podle tohoto vynálezu. Způsob obsahuje kroky: připojení zdroje se známým výkonem a/nebo příkonem k třífázové veřejné síti, přičemž připojování zdroje dochází postupně ke všem třem jednofázovým vodičům veřejné třífázové sítě; a přičemž během připojování dochází k detekci magnetické indukce pomocí magnetických detektorů na každé fázi, odtud se získají kalibrované hodnoty
45 příkonů/výkonů na vstupu do odběrného místa.

Objasnění výkresů

50 Obr. 1 představuje schéma připojení jednofázové fotovoltaické elektrárny k třífázové veřejné síti podle dosavadního stavu techniky.

Obr. 2 představuje základní schéma domovního rozvaděče podle dosavadního stavu techniky, přičemž domovní rozvaděč obsahuje svorkovnici, ke které je na jedné fázi trvale připojen
55 jednofázový vodič dodávající elektřinu z lokálního zdroje obnovitelné energie.

Obr. 3 představuje schematický náčrtek prvního uskutečnění podle předkládaného vynálezu zobrazující umístění detektoru magnetického pole v domovním rozvaděči a svorkovnici přepínající napájení z obnovitelného zdroje elektrické energie.

Obr. 4 představuje schematický náčrtek výhodného uskutečnění zařízení podle předkládaného vynálezu dále zobrazující zařízení podle vynálezu opatřeného o kalibrační zařízení obsahující kalibrační zátěž.

Obr. 5a-5c představují schematické náčrty pouzdra z nemagnetického materiálu, které lze umístit na domovní rozvaděč bez nutnosti zásahu do elektroinstalace domovního rozvaděče.

Obr. 6a-6c představují schematické náčrty umístění jističe a pouzdra z nemagnetického materiálu do domovního rozvaděče.

Obr. 7a-7b představují schematické náčrty příkladu uskutečnění viditelné části kalibračního zařízení pro pětipolovou zásuvku.

Obr. 8a-8c představují záznamy detekce magnetického pole a určení nejvytíženějšího jednofázového vodiče připojeného k veřejné třífázové síti.

Obr. 9a-d představují záznam časového průběhu střídavého elektrického napětí a výpočet frekvence pomocí Fourierovy transformace magnetického detektoru požívaného podle stavu techniky a příkladu uskutečnění podle předkládaného vynálezu.

Příklady uskutečnění vynálezu

Obr. 3 schematicky znázorňuje zařízení pro efektivnější využití elektriny v lokálním zdroji obnovitelné energie podle předkládaného vynálezu. Zařízení obsahuje detektor 4 magnetického pole, který je umístěn v detekční blízkosti svorkovnice 121 domovního rozvaděče 12. Domovní rozvaděč 12 dále obsahuje tři jednofázové vodiče L1, L2, L3, které jsou připojené k veřejné třífázové síti 8. Výše uvedený detektor 4 obsahuje dílčí magnetické senzory PL1, PL2, PL3, které měří magnetickou indukci *B* a časový průběh střídavého elektrického napětí elektrické sítě 8 v každém jednofázovém vodiči L1, L2, L3 v domovním rozvaděči 12 zvlášť. V jiném příkladu uskutečnění může magnetický detektor 4 detekovat průběh střídavého elektrického proudu procházející každým jednofázovým vodičem L1, L2, L3 připojených k veřejné síti 8. Závislost mezi střídavým napětím a střídavým proudem je odborníkovi v oboru známá a přepočet mezi těmito veličinami je v oboru techniky běžně užívaný. Zařízení podle předkládaného vynálezu dále obsahuje přepínací relé 5 umožňující přepínání mezi jednofázovým vývodem z lokálního zdroje 6 obnovitelné energie a nejvytíženějším jednofázovým vodičem L1 nebo L2 nebo L3 veřejné elektrické sítě 8. Přepínací relé 5 je nastavené tak, aby přepínalo elektrický obvod 51 v reálném čase, přičemž řečené přepínací relé 5 je řízeno na základě informace z procesoru a výše řečeného detektoru 4. Výše řečený detektor 4 je schopen, bez zásahu do elektroinstalace a po kalibraci, přímo určit elektrický příkon/výkon v jednotlivých jednofázových vodičích L1, L2, L3 připojených k veřejné třífázové síti 8. Část zařízení obsahující přepínací relé 5 je připojeno k jednofázovému vývodu z lokálního zdroje obnovitelné energie. Tato část zařízení může být s výhodou dále opatřena prostředkem pro měření výkonu tohoto zdroje. Prostředek pro měření výkonu může být např. další elektroměr nebo wattmetr 53 podle dosavadního stavu techniky. Přepínací relé 5 přepíná, tj. spíná nebo odepíná, pomocí obvodu 51 jednofázový vývod z lokálního zdroje 6 obnovitelné energie do/z jednotlivých jednofázových vodičů připojených k veřejné třífázové síti 8. V tomto konkrétním příkladu uskutečnění je tedy dodávána elektřina do zátěže 2 ze dvou zdrojů. První zdroj je veřejná třífázová síť 8, která je přes hlavní jistič 3 připojena k zátěži 2. Druhý zdroj je pak obnovitelný zdroj 6 energie připojený k zátěži 2 s největší spotřebou přes zařízení 5 podle vynálezu. Domovní rozvaděč 12 propojuje přes svorkovnici 121, která je opatřena výše uvedeným

detektorem 4 magnetického pole, zdroj elektřiny z veřejné sítě 8. Paralelně jsou i zátěže 2 propojeny jednofázovým přívodem 1E, který je připojen přes svorkovnici obvodu 51 a s výhodou přes další wattmetr 53 a k lokálnímu zdroji 6 obnovitelné energie. V jistém výhodném uskutečnění může být lokální zdroj 6 obnovitelné energie, v kombinaci se střídačem, fotovoltaickým panelem 7. V tomto případě je pak střídač fotovoltaickým střídačem.

V jiném uskutečnění může být zdrojem 6 i lokální větrná elektrárna. V tomto příkladu uskutečnění lze pak vypustit fotovoltaický střídač a nahradit ho měničem s obdobnými vlastnostmi. Vynález je tedy aplikovatelný na jakýkoliv externí zdroj elektřiny připojitelné k veřejné třífázové síti 8.

V souladu s vynálezem, v okamžiku, kdy detektor 4 zaznamená vyšší odběr elektřiny na zátěži 2, přepne spínací elektrický obvod 51 z méně zatíženého jednofázového vodiče L1 nebo L2 nebo L3 na více zatížený jednofázový vodič L1 nebo L2 nebo L3, přičemž zátěž 2 začne odebírat elektřinu z jednofázového vývodu 1E, který je připojen k lokálnímu zdroji 6 obnovitelné energie. Přepnutím dochází k úspoře elektřiny, resp. efektivnějšímu využití lokálně vyrobené elektřiny, neboť je omezován stav zapojení, ve kterém je zároveň odebírána elektřina z veřejné sítě 8 a pro zátěže 2 a současně dochází k přetoku elektřiny vyrobené v lokálním zdroji 6 obnovitelné energie do veřejné sítě 8. Výše uvedeným omezením nevhodného zapojení dochází k úspoře zdrojů, tudíž k ekonomičtějšímu zacházení s lokálně připojenými zdroji obnovitelné energie.

V příkladu uskutečnění, zobrazeném na obr. 3 a 4, obsahuje zařízení detektor 4, který je tvořen třemi dílčími magnetickými senzory PL1, PL2, PL3 měřícími magnetické pole, konkrétně magnetickou indukci B_{out} vyvolanou střídavým proudem procházejícím každým jednofázovým vodičem a časový průběh střídavého napětí. Výstupem detekce je tedy diferenční napětí odpovídající měřené magnetické indukci B_{out} . Dílčí magnetické senzory PL1, PL2, PL3 jsou na plošném spoji s výhodou geometricky umístěny tak, aby vzájemnou vzdáleností odpovídaly rozestupům svorkovnice 121. Výstupní nezpracovaný napěťový signál z dílčích magnetických senzorů PL1, PL2, PL3 může být ve výhodném uskutečnění dále pomocí diferenčního zesilovače zesílen z velmi malých hodnot napětí, např. na úrovni 0,1 mV tak, aby umožnil další zpracování v procesorové desce, která obvykle vyžaduje vstupy napěťového signálu na úrovni jednotek voltů, např. 3,3 V. Procesorová deska obsahující výpočetní jednotku, např. procesor, může on-line vyhodnotit nashromážděný napěťový signál a časový průběh střídavého napětí a/nebo proudu z měření a pomocí Fourierovy transformace určí frekvenci elektrického napětí po jednotlivých elektrických fázích L1, L2, L3.

V jistém příkladu uskutečnění mohou být dílčí magnetické senzory PL1, PL2, PL3 vybrány ze skupiny Hallovy sondy využívající Hallův jev anebo spintronických magnetických senzorů, jako jsou např. AMR (anisotropic magnetoresistive) senzory anebo TMR (Tunnel magnetoresistance) senzory anebo GMR (Giant magnetoresistive) senzory. V jistém uskutečnění např. tři Hallovy sondy jsou rozmístěny na plošném spoji geometricky umístěny tak, že svou vzájemnou vzdáleností odpovídají rozestupům svorkovnice 121, např. jak je schematicky znázorněno na obr. 3 nebo 4. Výše uvedený nevyčerpající výčet senzorů obvykle využívá různé magnetorezistivní prvky vyvolávající magnetorezistivní efekt, jako je např. magnetická impedance, snímač magnetického toku, polovodičový snímač Hallova jevu, apod. V jiném příkladu uskutečnění je možné zvolit spintronický magnetický senzor, který s výhodou detekuje příspěvek magnetického pole v různých osách, ale rovněž jeho amplitudu.

V dalším příkladu uskutečnění lze tedy volit spintronický magnetický senzor, který detekuje magnetické pole alespoň ve dvou osách tak, že je schopný rozpoznat příspěvky magnetických polí od okolních jednofázových vodičů. Např. prostřední spintronický senzor by tak byl schopen detekovat nejenom indukované magnetické pole od prostředního jednofázového vodiče L2, ale rovněž i příspěvky od krajních dvou jednofázových vodičů L1, nebo L3. Výhoda detekce magnetického pole ve dvou, resp. třech směrech poskytuje informaci o příspěvku magnetického pole od případných okolních jednofázových vodičů L1, L2, L3.

5 Procesorová deska může dále ve výhodném uskutečnění obsahovat první komunikační jednotku 41, která je nastavena tak, že přijímají externí data sloužící ke kalibraci a převodu měřených hodnot magnetické indukce na výkon ve všech elektrických fázích sítě. První komunikační jednotka 41 může být např. první komunikační jednotka 41 podle standardů IEEE 802.11 (Wi-Fi), která přijímá
 5 i data externí, která slouží ke kalibraci a převodu měřených hodnot magnetické indukce B_{out} na výkon P_{out} ve všech elektrických fázových vodičích L1, L2, L3. Procesorová deska je v jistém příkladu uskutečnění, mimo komunikace standardů IEEE 802.11 (Wi-Fi), rovněž osazena sériovou první komunikační jednotkou 41 pomocí RS485 a volitelnou možností dalšího relé, které umožní nezávislé vypnutí zdroje.

10 V dalším příkladu uskutečnění je k přepínacímu relé 5 s výhodou připojen měřicí obvod nastavený tak, že měří střídavé napětí a proud z lokálního zdroje 6 obnovitelné energie. Zařízení podle vynálezu dále obsahuje procesor umožňující výpočet dodávaného výkonu z lokálního zdroje 6 obnovitelné energie.

15 Ve výhodném uskutečnění, před samotnou instalací zařízení podle tohoto vynálezu je toto zařízení kalibrováno pomocí kalibračního zařízení. Kalibrační zařízení 50, zobrazené na obr. 4, je napojené na vodič dodávající elektřinu z lokálního zdroje 6 obnovitelné energie, je současně napojené na alespoň jeden jednofázový vodič L1, nebo L2, nebo L3 připojený k třífázové veřejné síti 8, přičemž
 20 během kalibrace je zařízení uzpůsobeno tak, že je střídavě připojeno ke všem fázovým vodičům L1, L2, L3 připojeným k třífázové veřejné síti 8. Kalibrační zařízení obsahuje druhou komunikační jednotku 52, přičemž první komunikační jednotka 41 a druhá komunikační jednotka 52 jsou nastavené tak, aby komunikovali obousměrně mezi sebou s použitím rádiové frekvence 2,4 GHz nebo 433 MHz.

25 V dalším příkladu uskutečnění, rovněž zobrazeném na obr. 4, je kalibrační zařízení 50 s výhodou opatřeno druhou komunikační jednotkou 52, přičemž druhá komunikační jednotka 52 je uzpůsobena pro jednosměrnou komunikaci s první komunikační jednotkou 41 prostřednictvím namodulovaného signálu známého tvaru, pomocí kterého vytvoříme telegram na frekvenci 63 Hz a 31,5 Hz; anebo 73 Hz a 63,5 Hz; a záložní pro případ, že první dvě kombinace frekvencí budou
 30 zarušené 83 Hz a 41,5 Hz a 93 Hz a 46,5 Hz; přičemž frekvence jsou s výhodou voleny tak, aby neinterferovaly se sítovou frekvencí a nekolidovaly ani s frekvencemi hromadného dálkového ovládání používaného v energetice v ČR, rovněž známého jako telegram. Takto vytvořený telegram může být rozpoznán magnetickými senzory změnou veličiny B_{out} . Příklad uskutečnění telegramu může být přepínání po dobu 1 s ke kalibrační zátěži 2' o výkonu 100W na prvním jednofázovém vodiči L1 na frekvenci 63 Hz, následující 1 s pauzou a opět připojení po dobu 1 s k další kalibrační zátěži 2' o výkonu 100W na prvním jednofázovém vodiči L1 na frekvenci 63 Hz a to několikrát po sobě. Obdobně lze postupovat na dalších fázích a kombinacích frekvencí.

40 V dalším příkladu uskutečnění je zařízení podle vynálezu spojeno s počítačovým serverem, který zpracovává data a umožňuje zobrazit zejména hodnoty frekvencí, tvaru průběhu střídavého proudu anebo kalibrovaných elektrických výkonů ve všech fázích v reálném čase. Komunikace pomocí telegramu představuje technickou výhodu, které se uplatní zejména v případech, kdy není možné, nebo je obtížné použít běžnou bezdrátovou komunikaci, např. na frekvencích 433 MHz a 2,4 GHz.
 45 Zařízení opatřeno prostředkem pro uchovávání dat, které zařízení s pomocí detektoru 4 naměří ve zvoleném časovém intervalu. V tomto alternativním řešení může být zařízení opatřeno prostředkem pro uchovávání dat, které zařízení naměří ve zvoleném intervalu. Výsledná data se pak zpracují bez potřeby on-line připojení k internetu v externím počítačovém programu.

50 Obrázky 5a až 5c představují různé pohledy na jeden příklad uskutečnění, kde je detektor 4, procesorová deska a příslušná elektronika umístěna do pouzdra 40 z nemagnetického materiálu, přičemž je pouzdro 40 umístěno do domovního rozvaděče 12. Pouzdro 40 z nemagnetického materiálu se sestává ze zadní části 14 obsahující fixační čepy 15; a čelní části 13. Pouzdro 40 je dále opatřeno průchodem 16 pro napájecí konektor plošného spoje s elektronikou. V dalším

příkladu uskutečnění je možné napájení vyměnit za baterii, která příslušnou elektroniku napájí bez připojení.

Obrázky 6a až 6c představují implementaci zařízení podle jednoho příkladu uskutečnění, kde je zařízení podle vynálezu umístěno na krytu 122 skříně domovního rozvaděče 12 v blízkosti třífázového jističe 3 či proudového chrániče. Rozvaděč 12 třífázový jistič 3 (variantně proudový chránič shodných rozměrů) v domovním rozvaděči 12, případně i podružené jističe jednofázové. Na obr. 6c je pak zobrazeno umístění pouzdra 40.

V dalším příkladu uskutečnění je kalibrační zařízení 50 připojeno do běžné třífázové zásuvky, tak jak je schematicky znázorněno na obr. 7a a 7b. Tím, že kalibrační zařízení 50 obsahuje plošný spoj, který je přes standardizovanou vidlici odpovídající rozměrům třífázové zásuvky spojen se zemí, nulovým vodičem a k jednotlivým jednofázovým vodičům, je na jednofázových vodičích L1, L2, L3 měřeno střídavé elektrické napětí z veřejné třífázové sítě 8; a přes přepínací relé 5 je kalibrační zařízení 50 připojeno ke kalibrační zátěži 2' o známém příkonu. Připínání a odepínání kalibračních zátěží 2' je řízeno procesorovou deskou, která připíná kalibrační zátěže 2' do jednotlivých fází podle předem definovaného vzorce, s výhodou výše popsaného telegramu. Magnetické senzory telegram zaznamenají změnu magnetického pole na jednotlivých jednofázových vodičích a díky známým příkonům je podle nich provedena kalibrace $B_{outL1} \Rightarrow P_{outL1}$, $B_{outL2} \Rightarrow P_{outL2}$, $B_{outL3} \Rightarrow P_{outL3}$. Výše uvedeného uskutečnění představuje technickou výhodu, neboť dokáže bezdotykově a bez nároků na znalosti uživatele nahradit základní měření třífázového fakturačního elektroměru 1, bez nutnosti přerušení dodávky elektřiny a bez toho, aby bylo nutné cokoli připojovat na živé vodiče. Zařízení je dále schopné bezdotykově měřit frekvenci elektrické sítě a výskyt dalších frekvencí v síti, např. v rozsahu od jednotek Hz až po stovky kHz.

Další příklad uskutečnění se týká způsobu měření výroby elektrické energie z lokálního zdroje 7 obnovitelné energie a její využití v odběrném místě. Způsob využívá zařízení podle tohoto vynálezu, přičemž podstata vynálezu spočívá v tom, že způsob obsahuje kroky: detekce; kalibrace a přepínání. Krok detekce představuje detekci magnetické indukce. Příklad uskutečnění detekce tří různých magnetických polí je zobrazen na obr. 8a až 8c. Řečená detekce se provádí pro každý jednofázový vodič zvlášť. Na příslušných obrázcích je detekce tří jednofázových vodičů znázorněna třemi barvami, každá odpovídá různé indukované síle magnetického pole, tj. v podstatě odpovídá velikosti vektoru magnetické indukce B_{out} . Grafy jsou v polárních souřadnicích, přičemž jednotlivé osy znázorňují relativní magnetickou sílu. Obr. 8a představuje nejsilnější fázi L1 o odpovídající příkonu 500 W, zatímco fáze L2 a L3 jsou téměř nulové. Obr. 8b a 8c pak představují relativní sílu odpovídající příkonu 500 W v jednofázovém vodiči L2, resp. L3. Krok kalibrace představuje kalibraci zařízení, přičemž hodnoty magnetické indukce, získané z kroku detekce, se převádějí na výkony v příslušných jednofázových vodičích jednoduchým přiřazením, s výhodou bez složitého výpočtu. Krok přepínání představuje přepínání jednofázového vodiče připojeného k lokálnímu zdroji 6 obnovitelné energie k nejvytíženějšímu jednofázovému vodiči veřejné třífázové sítě.

V dalším příkladu uskutečnění představuje způsob kalibrace zařízení podle tohoto vynálezu. Způsob obsahuje kroky: připojení zdroje se známým výkonem k výše řečenému zařízení, přičemž připojování zdroje dochází postupně ke všem třem fázovým vodičům připojeným k veřejné třífázové síti; a přičemž během připojování dochází k detekci magnetického pole detektorů 4 na každé fázi, odtud se získají kalibrované hodnoty příkonů/výkonů na vstupu do odběrného místa.

Obr. 9 a-d představují porovnání stavu techniky obr. 9a a 9b s předkládaným vynálezem obr. 9c a 9d. Obr. 9a znázorňuje časový průběh magnetického pole v blízkosti měřeného vodiče naměřeného běžně dostupným digitálním senzorem, jehož výstupem je napětíový signál a obr. 9b znázorňuje Rychlou Fourierovu transformaci signálu z obr. 9a. Vlastnosti běžného digitálního senzoru, zejména vzorkovací frekvence v řádu 100 Hz, neumožňují provedení detailní analýzy signálu. Obr. 9c znázorňuje časový průběh magnetického pole v blízkosti měřeného vodiče podle vynálezu, jehož výstupem jen napětíový signál a obr. 9d znázorňuje Rychlou Fourierovu transformaci signálu

z obr. 9c. Díky vynálezu lze detailně sledovat nejen průběh střídavého napětí, ale i četnost a amplitudu měřených frekvencí, v našem případě lze vidět dominantní frekvenci 50 Hz, která se běžně používá ve veřejných trojfázových sítích.

5

Průmyslová využitelnost

10

Předkládaný vynález nachází průmyslové uplatnění při instalaci anebo provozu lokálního zdroje elektrické energie, jako jsou např. fotovoltaické panely. Předkládaný vynález poskytuje efektivní využití ekologicky vyrobené elektřiny tak, že umožňuje připínání vývodu z připojeného lokálního zdroje elektřiny na nejzatíženější jednofázový vodič připojený do třífázové veřejné sítě v jakémkoliv okamžiku.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zařízení pro efektivnější využití elektřiny vyrobené v lokálním zdroji (6) obnovitelné energie, které obsahuje detektor (4) magnetického pole, který je umístěn v detekční blízkosti svorkovnice (121) domovního rozvaděče (12), přičemž

domovní rozvaděč (12) obsahuje jednofázové vodiče (L1, L2, L3) připojitelné k veřejné třífázové síti, **vyznačující se tím**, že obsahuje:

detektor (4) magnetického pole pro určení nejzatíženějšího fázového vodiče (L1, L2, L3)

připojeného k veřejné třífázové síti, přičemž detektor (4) je dále obsahující dílčí magnetické

senzory (PL1, PL2, PL3) pro měření vyvolané magnetické indukce B a časového průběhu

střídavého elektrického proudu a/nebo napětí v jednofázových vodičích (L1, L2, L3)

připojitelných do veřejné elektrické sítě v každém jednofázovém vodiči (L1, L2, L3) zvlášť; a přičemž

zařízení je dále obsahující přepínací relé (5), které je rozpojitelně elektricky v kontaktu mezi

jednofázovým vývodem (1F) z lokálního zdroje (6) obnovitelné energie a nejzatíženějším fázovým vodičem (L1, L2, L3) připojitelným k veřejné elektrické síti.

2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že dílčí magnetické senzory (PL1, PL2, PL3) jsou spintronické magnetické senzory pro detekování magnetické indukce B a časového průběhu střídavého elektrického proudu a/nebo napětí ve dvou navzájem kolmých směrech.

3. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že dílčí magnetické senzory (PL1, PL2, PL3) jsou spintronické magnetické senzory pro detekování magnetické indukce B a časového průběhu střídavého elektrického proudu a/nebo napětí ve třech navzájem kolmých směrech.

4. Zařízení podle kteréhokoliv z předchozích nároků, **vyznačující se tím**, že detektor (4) a procesorová deska jsou umístěny do pouzdra z nemagnetického materiálu, přičemž je pouzdro umístěno v domovním rozvaděči (12).

5. Zařízení podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že procesorová deska dále obsahuje první komunikační jednotku (41) pro přijímání externích dat pro kalibraci a převod měřených hodnot magnetické indukce na výkon ve všech elektrických fázích vodiče veřejné třífázové sítě.

6. Zařízení podle kteréhokoliv z předchozích nároků, **vyznačující se tím**, že k přepínacímu relé (5) je připojen měřicí obvod (51) pro měření střídavého napětí a proudu z lokálního zdroje (6) obnovitelné energie; a přičemž zařízení dále obsahuje: procesor pro výpočet zatížení jednofázových vodičů připojitelných na veřejnou třífázovou síť se zohledněním dodávaného výkonu z lokálního zdroje (6) obnovitelné energie.

7. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje kalibrační zařízení (50) obsahující kalibrační zátěž (2'), přičemž kalibrační zařízení (50) je přes přepínací relé (5), zátěž (2) a detektor (4) napojené k třífázové veřejné síti (8).

8. Zařízení podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že kalibrační zařízení (50) obsahuje druhou komunikační jednotku (52), přičemž první komunikační jednotka (41) a druhá komunikační jednotka (52) jsou obousměrně komunikačně spojeny mezi sebou, výhodněji s použitím rádiové frekvence 2,4 GHz nebo 433 MHz.

9. Zařízení podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že kalibrační zařízení (50) obsahuje druhou komunikační jednotku (52), přičemž druhá komunikační jednotka (52) je jednosměrně komunikačně spojena s první komunikační jednotkou (41) prostřednictvím namodulovaného signálu známého tvaru na kombinaci frekvencí 63 Hz a 31,5 Hz, anebo 73 Hz a 63,5 Hz, anebo v případě nedostupnosti předchozích dvou frekvenčních dvojic na frekvencích 83 Hz a 41,5 Hz a 93 Hz a 46,5

Hz; přičemž jsou frekvence neinterferující se síťovou frekvencí a nekolidující ani s frekvencemi hromadného dálkového ovládání.

10. Zařízení podle jakéhokoliv z nároků 7 až 9, **vyznačující se tím**, že kalibrační zařízení (50) je připojeno do třífázové zásuvky; a přičemž zařízení dále obsahuje plošný spoj, který je přes vidlici spojen se zemí, nulovým vodičem a k jednotlivým fázovým vodičům (L1, L2, L3); a přes přepínací obvod (51) je kalibrační zařízení (50) připojeno ke kalibrační zátěži (2').

11. Systém pro efektivnější využití elektřiny vyrobené v lokálním zdroji (6) obnovitelné energie, **vyznačující se tím**, že je obsahující zařízení podle kteréhokoliv z předchozích nároků a dále obsahující vzdálený počítačový server spojený se zařízením, přičemž server obsahuje počítačové instrukce pro zpracování dat a zobrazení, zejména hodnoty frekvencí, tvaru průběhu střídavého proudu anebo kalibrovaných elektrických výkonů ve všech fázích v reálném čase.

12. Systém podle nároku 11, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje prostředek pro uchovávání dat naměřených ve zvoleném časovém intervalu.

13. Způsob efektivnějšího využití elektřiny vyrobené v lokálním zdroji (6) obnovitelné energie a její využití v odběrném místě, **vyznačující se tím**, že obsahuje kroky:

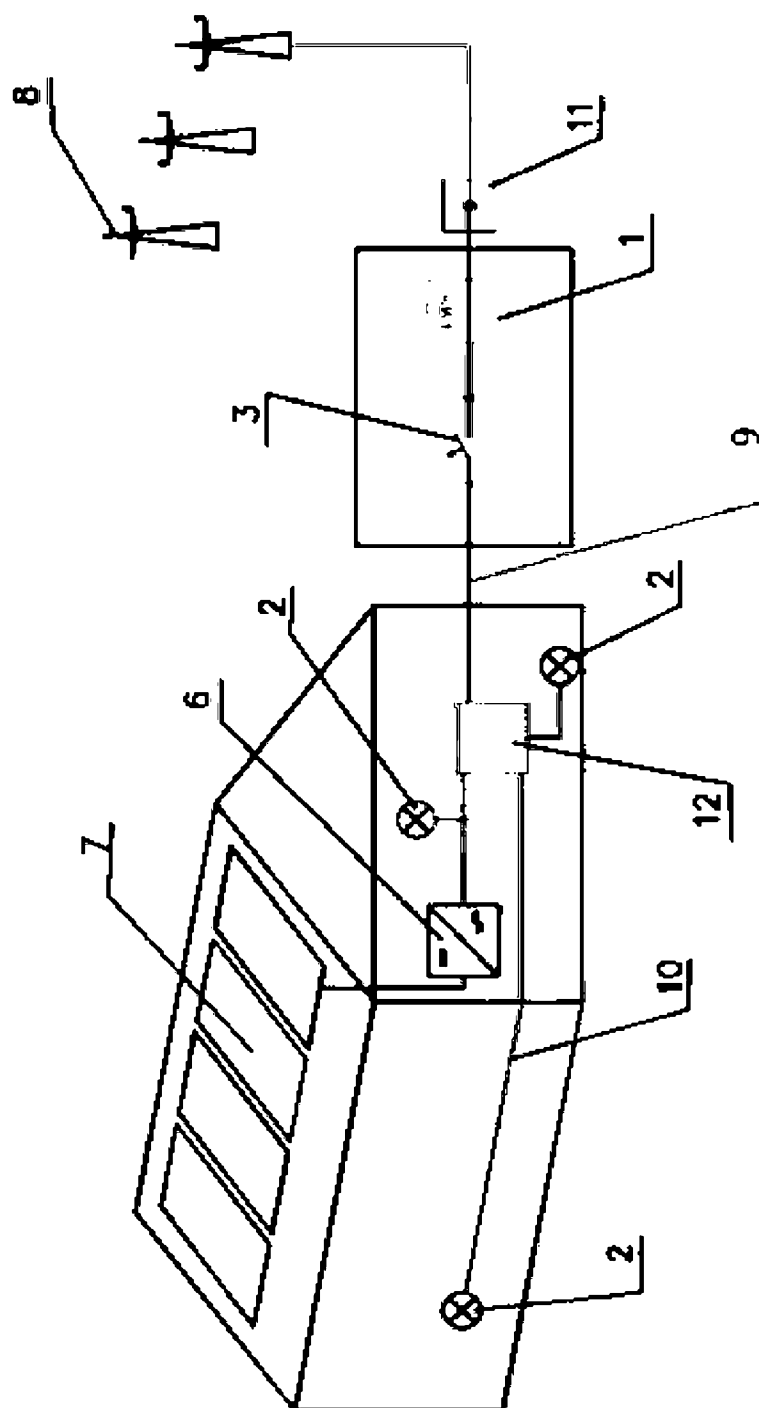
- detekování magnetické indukce a časového průběhu střídavého elektrického proudu a/nebo napětí, přičemž detekování se provádí pro každý jednofázový vodič napojený na třífázovou síť zvlášť;
- kalibrování zařízení pro efektivnější využití elektřiny vyrobené v lokálním zdroji (6) obnovitelné energie, přičemž hodnoty magnetické indukce se převádějí na výkony v příslušných jednofázových vodičích (L1, L2, L3); a
- přepínání jednofázového vývodu připojeného k lokálnímu zdroji (6) obnovitelné energie k nejvytíženějšímu jednofázovému vodiči (L1, L2, L3) připojenému k veřejné třífázové síti (8).

9 výkresů

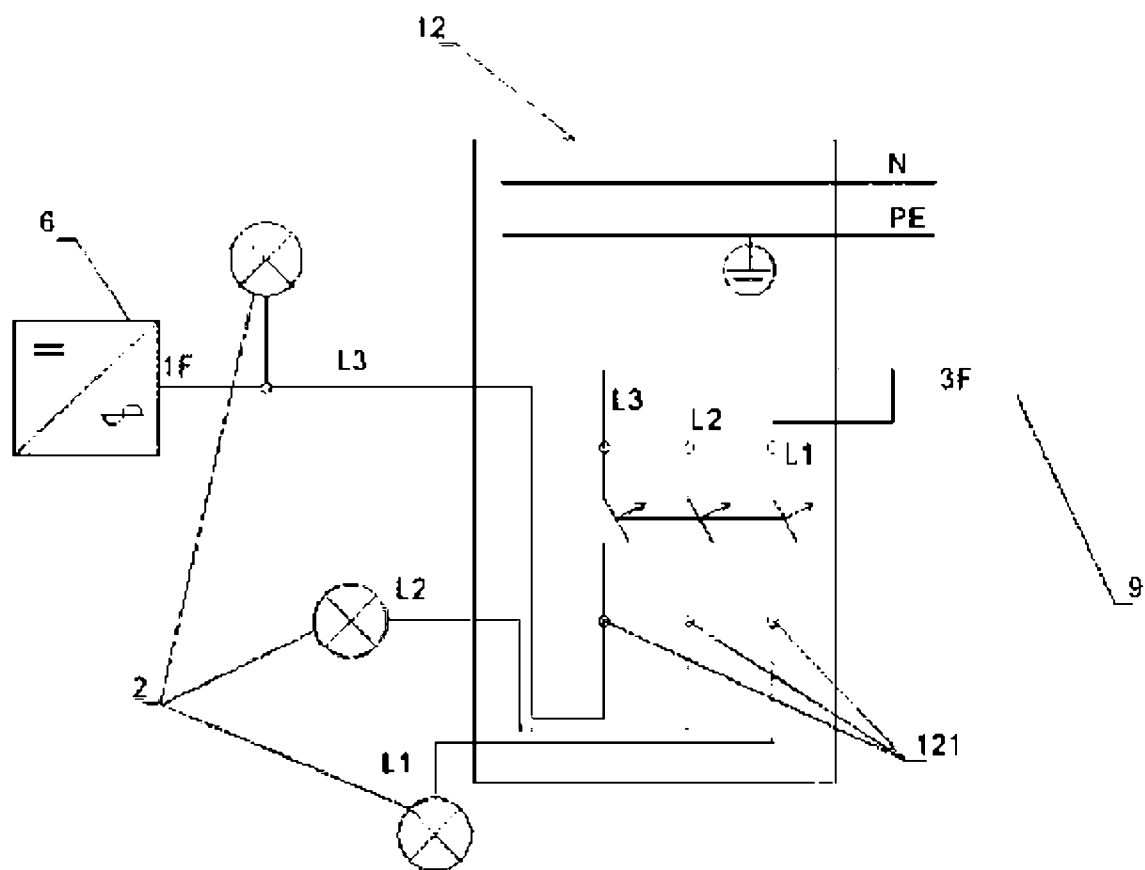
Seznam vztahových značek:

- 1 - Fakturační elektroměr
- 2 - Zátěž
- 2' - Kalibrační zátěž
- 3 - Hlavní jistič
- 4 - Detektor
- 40 - Pouzdro z nemagnetického materiálu
- 41 - První komunikační jednotka
- 5 - Přepínací relé
- 50 - Kalibrační zařízení
- 51 - Přepínací obvod v přepínacím relé
- 52 - Druhá komunikační jednotka
- 53 - Wattmetr
- 6 - Zdroj obnovitelné energie
- 7 - Fotovoltaické panely
- 8 - Veřejná třífázová síť
- 9 - Třífázový domovní rozvod
- 10 - Jednofázový domovní rozvod
- 11 - Pojistková skříň
- 12 - Domovní rozvaděč
- 121 - Svorkovnice
- 122 - Kryt skříně domovního rozvaděče
- 13 - čelní část pouzdra

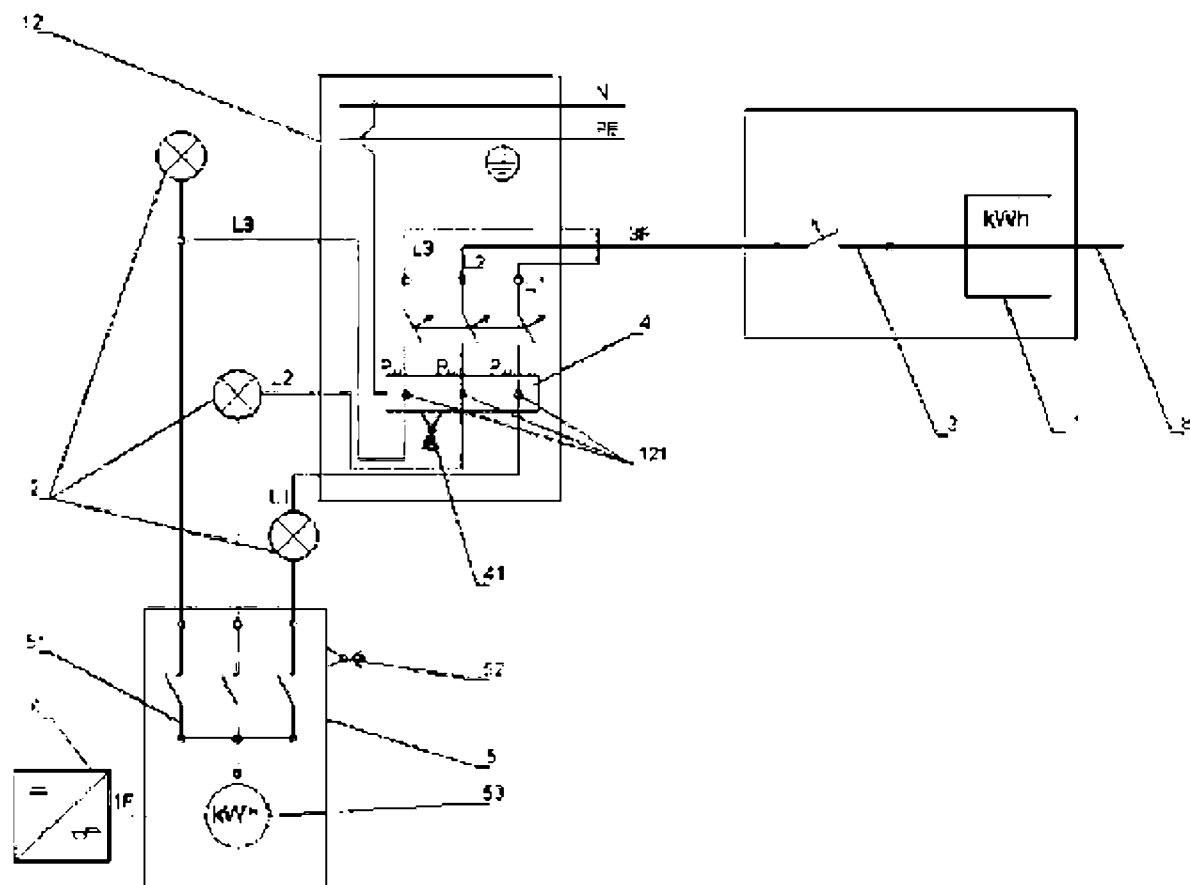
- 14 - zadní část pouzdra
- 15 - fixační čepy
- 16 - průchod pro napájecí konektor
- 17 - Vypínač ON/OFF
- 18 - Indikační LED diody
- 19 - Madlo pro snazší zasouvání a vysouvání z třífázové zásuvky
- L1 - Fázový vodič (první)
- L2 - Fázový vodič (druhý)
- L3 - Fázový vodič (třetí)
- N - Nulovací vodič
- PE - Zemní vodič
- 1F - Jednofázový vodič
- PL1, PL2, PL3 - Dílčí magnetické senzory



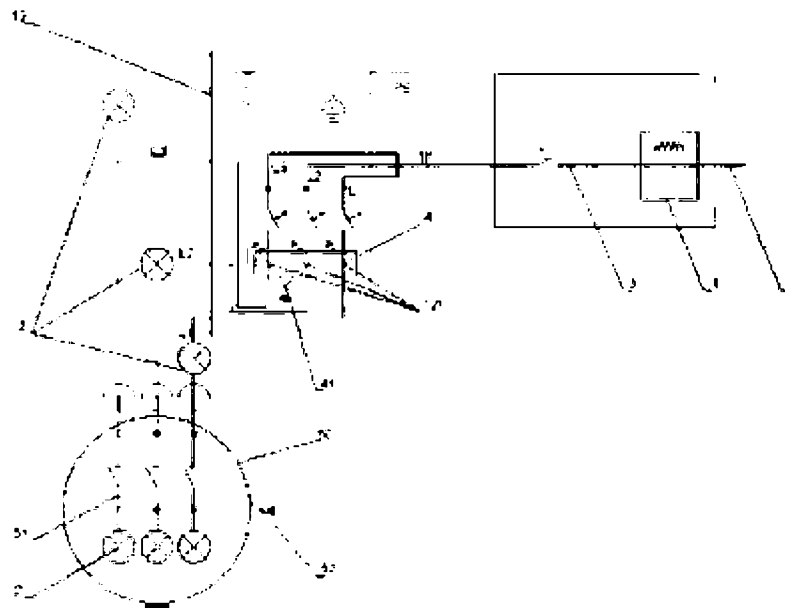
Obr. 1



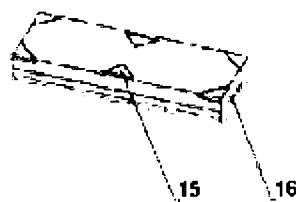
Obr. 2



Obr. 3



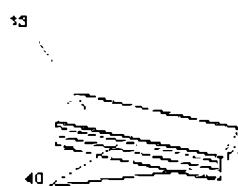
Obr. 4



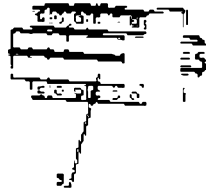
Obr. 5a



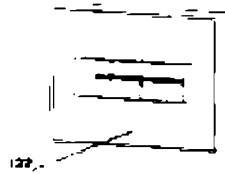
Obr. 5b



Obr. 5c



Obr. 6a



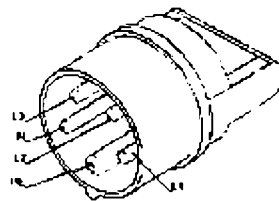
Obr. 6b



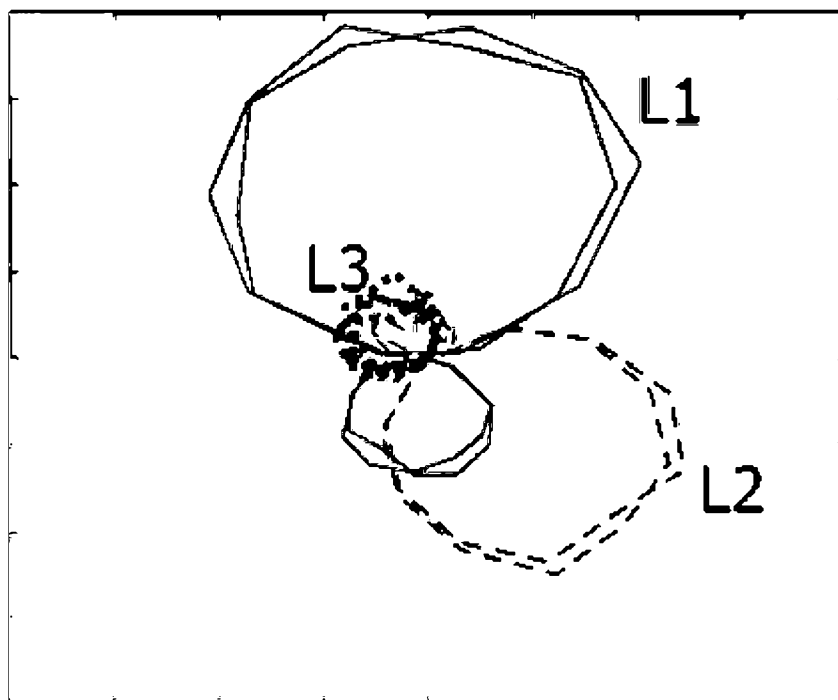
Obr. 6c



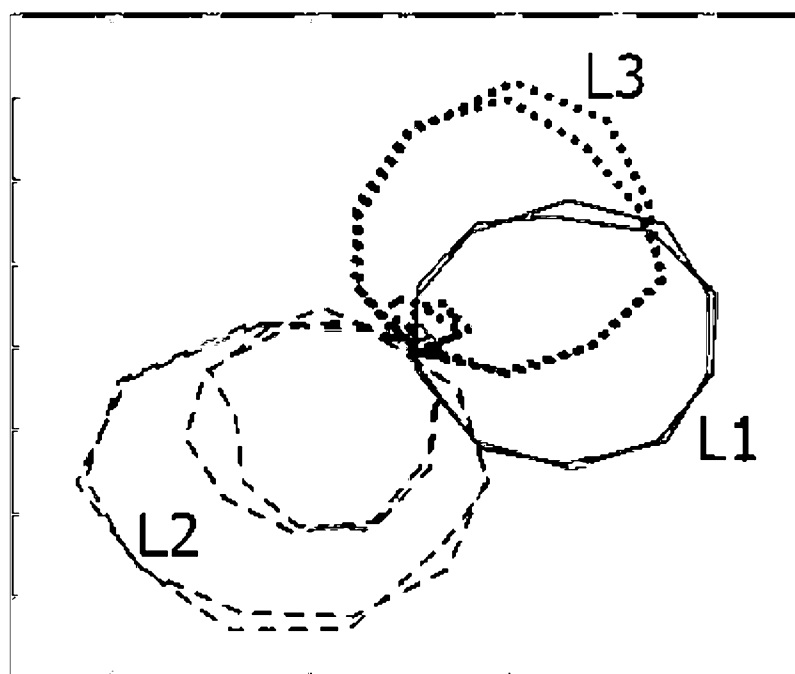
Obr. 7a



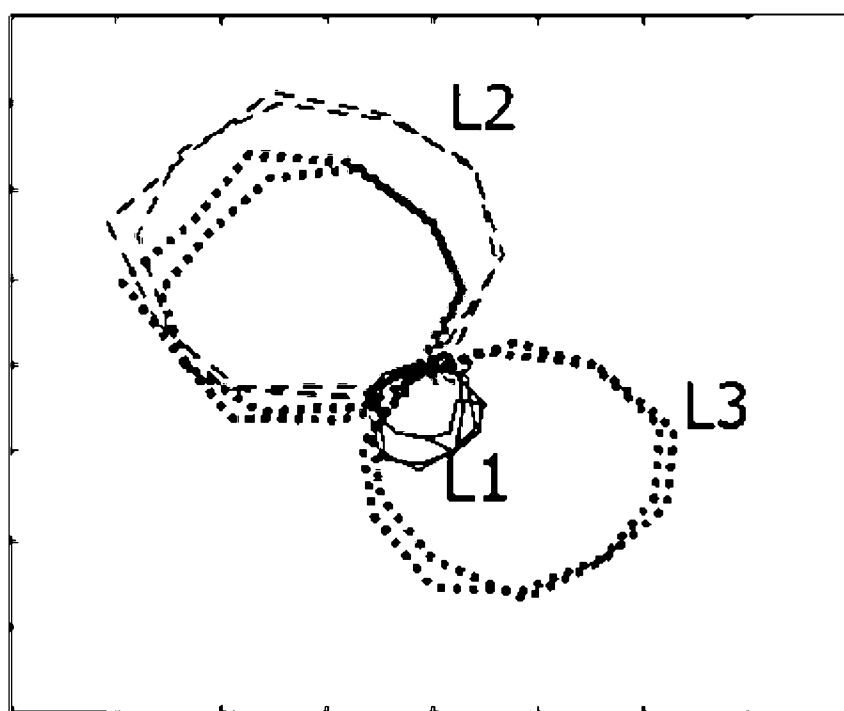
Obr. 7b



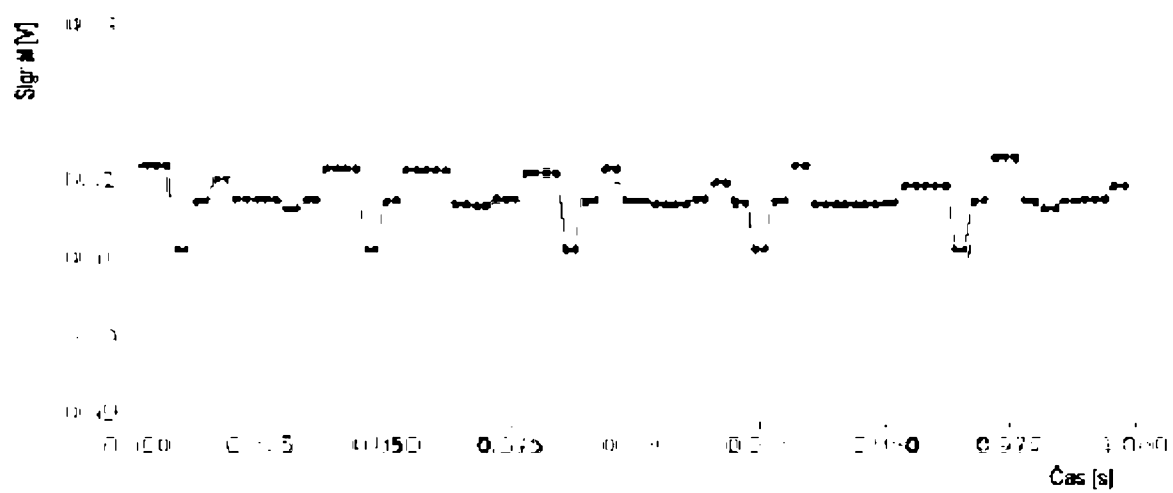
Obr. 8a



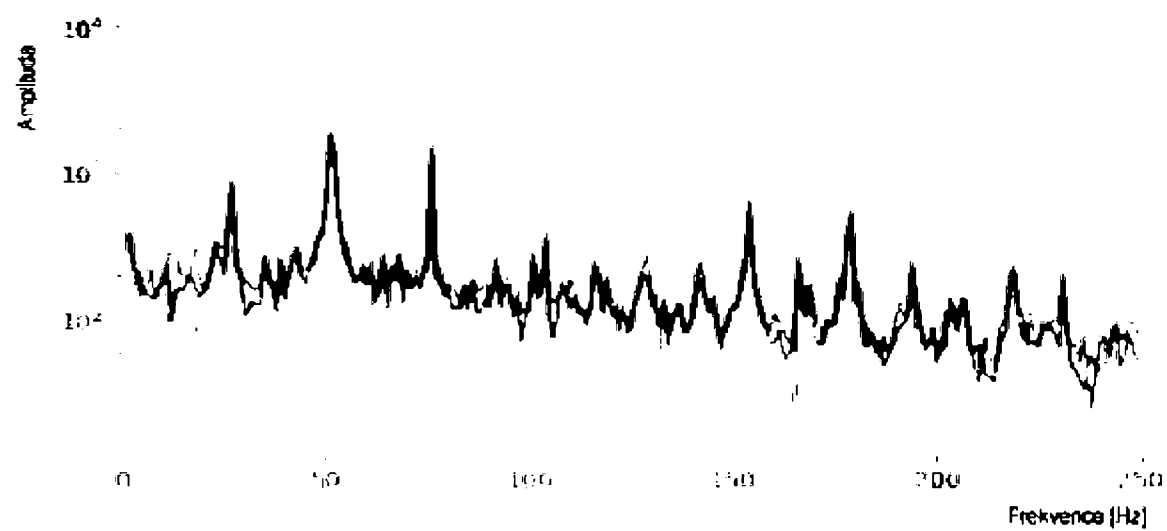
Obr. 8b



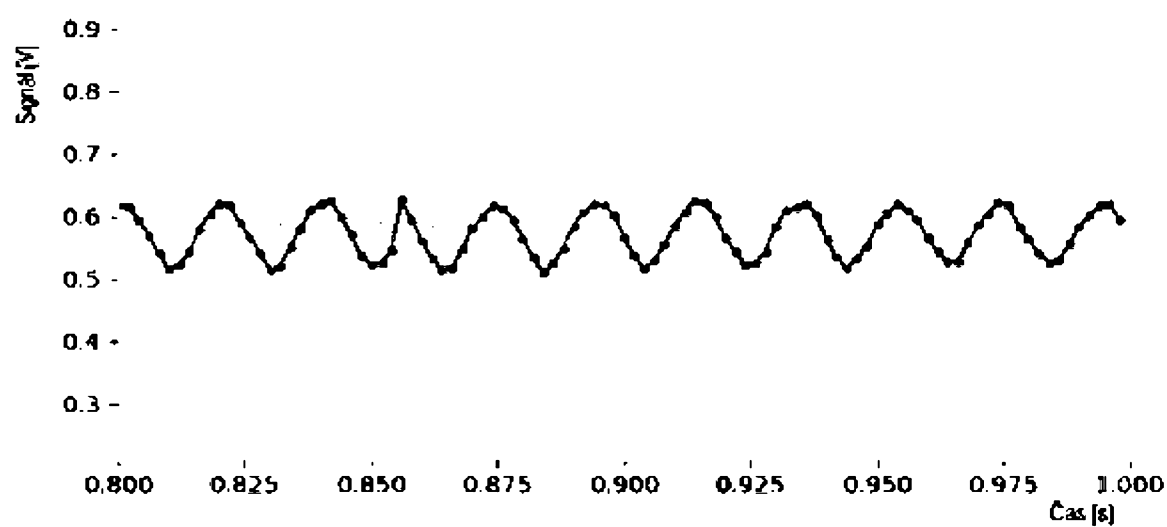
Obr. 8c



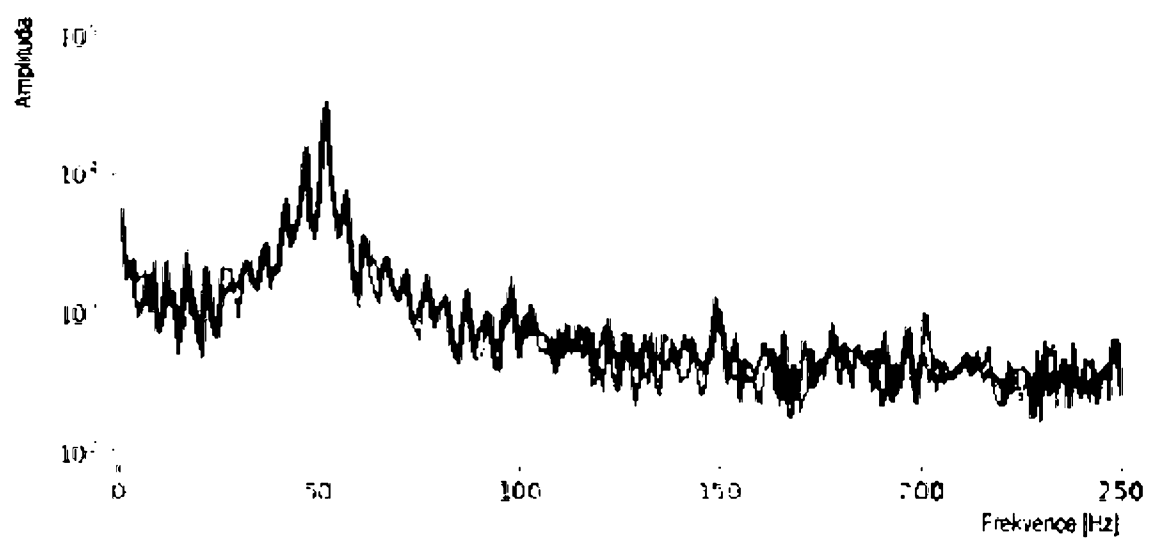
Obr. 9a



Obr.9b



Obr. 9c



Obr. 9d