

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2014-672

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

G01N 27/416 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **30.09.2014**

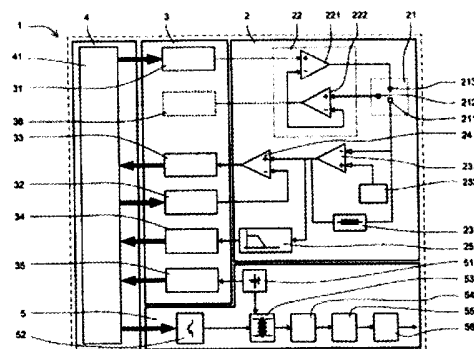
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **12.08.2015**
(Věstník č. 32/2015)

(71) Přihlašovatel:
Vysoké učení technické v Brně, Brno, CZ

(72) Původce:
doc. Ing. Jiří Háze, Ph.D., Babice u Rosic, CZ
Ing. Marek Bohrn, Bratislava, SK
doc. Ing. Lukáš Fucik, Ph.D., Brno- Slatina, CZ
Ing. Vilém Kledrowetz, Ph.D., Slavičín, CZ
Ing. Michal Pavlík, Ph.D., Třebíč- Podklášteří, CZ
Ing. Roman Prokop, Ph.D., Velké Meziříčí, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář,
Zábrdovická 11, 615 00 Brno

prvního nebo vyššího řádu.



(54) Název přihlášky vynálezu:

Potenciostat

(57) Anotace:

Vynález se týká potenciostatu (1) obsahujícího řídicí logiku (41) a elektronické zapojení, jehož elektronické zapojení obsahuje analogový blok (2), převodníkový blok (3) obsahující analogově-číslicové a číslicově-analogové převodníky, a napájecí blok (5). Analogový blok (2) obsahuje připojovací prostředek (21) s kontaktem (211) pro připojení pracovní elektrody senzoru, kontaktem (212) pro připojení referenční elektrody senzoru a kontaktem (213) pro připojení pomocné (společné) elektrody senzoru, přičemž kontakt (212) pro připojení referenční elektrody senzoru je propojen s neinvertujícím vstupem operačního zesilovače (222) a kontakt (213) pro připojení pomocné (společné) elektrody senzoru s výstupem prvního operačního zesilovače (221), přičemž výstup druhého operačního zesilovače (222) je propojen s invertujícím vstupem tohoto operačního zesilovače (222) a současně s invertujícím vstupem prvního operačního zesilovače (221), a kontakt (211) pro připojení pracovní elektrody senzoru je propojen s invertujícím vstupem třetího operačního zesilovače (23) a současně přes přepínatelnou rezistorovou síť (231) s jeho výstupem, přičemž neinvertující vstup tohoto operačního zesilovače (23) je propojen se zdrojem (232) přesného napětí (232), a jeho výstup s neinvertujícím vstupem rozdílového operačního zesilovače (24) a současně se vstupem filtru (25) typu dolní propust

Potenciostat

Oblast techniky

- 5 Vynález se týká potenciostatu - tj. elektroanalytického zařízení pro stanovení přítomnosti a/nebo množství biologicky a/nebo toxikologicky významné látky/látek v kapalném vzorku.

Dosavadní stav techniky

- 10 Potenciostat je elektroanalytické zařízení, které se používá např. pro stanovení přítomnosti a/nebo množství biologicky významné látky/látek (např. proteinů, kyseliny mléčné, DNA, peroxidu vodíku, atd.) a/nebo toxikologicky významné látky/látek (např. těžkých kovů, atd.) v obecně libovolném kapalném vzorku, vč. např. vzorku lidských nebo zvířecích tělních tekutin (krve, moči, potu, apod.), povrchových nebo podzemních vod, atd., nebo v kapalném vzorku
15 vytvořeném rozpuštěním nebo promytím pevného materiálu, např. zeminy, apod.

Princip tohoto zařízení je založen na sledování elektrochemických parametrů kapalných vzorků a jejich vyhodnocování vhodnými metodami analýzy.

- 20 V současné době známé potenciostaty se skládají ze tří hlavních částí - první z nich je tvořena senzorem obsahujícím dvě nebo tři elektrody, druhou je elektronické zapojení, které vede a případně upravuje a/nebo zesiluje signály senzoru a předává je do třetí části - řídicí logiky. Řídicí logika pak řídí správnou funkci elektronického zapojení a senzoru, a předává signály senzoru do
25 přiřazené vyhodnocovací jednotky umístěné mimo potenciostat, tvořené např. PC nebo jiným obdobným zařízením. Elektronické zapojení a/nebo řídicí logika přitom mohou s výhodou být vybaveny vlastní pamětí, např. pro ukládání různých nastavení (kalibrace) senzoru, apod.

- 30 Stávající konstrukce potenciostatů jsou však zatíženy řadou nevýhod, které negativně ovlivňují a limitují jejich využití. K nejpodstatnějším z nich patří problém rušení na kabelech propojujících senzor a elektronické zapojení, které

může vést ke zkreslení signálu senzoru, a tím i výsledku analýzy. Ještě podstatnější nevýhodou je však nízká rychlost šíření signálů mezi hlavními částmi potenciostatu - zejména budicího signálu, který prochází z řídicí logiky k senzoru, díky čemuž je nízká také rychlost reakce potenciostatu na případné skokové změny parametrů vzorku, např. po přidání pomocné látky, apod. Vzhledem k tomu, že celkové zpoždění je řádově až několik desítek milisekund, nejsou v mnoha případech vůbec sledované některé přechodové děje krátkodobě probíhající ve vzorku.

Další nevýhodou stávajících potenciostatů jsou dále také jejich poměrně velké rozměry, vysoké nároky na jejich napájení a vysoké pořizovací i provozní náklady, a současně i jejich nekompaktnost, kdy je nutné pro využití různých metod analýzy doplňovat speciální a mnohdy finančně nákladné externí moduly.

Cílem vynálezu tak je odstranit nevýhody stavu techniky návrhem potenciostatu, který by vyřešil problém rušení na přívodních kabelech, zrychlil reakci potenciostatu na skokové změny parametrů roztoku vzorku, a současně umožnil snížit výrobní i provozní náklady, a navíc zmenšit rozměry výsledného zařízení.

20 Podstata vynálezu

Cíle vynálezu se dosáhne potenciostatem podle vynálezu, který obsahuje řídicí logiku a elektronické zapojení, jehož podstata spočívá v tom, že jeho elektronické zapojení obsahuje analogový blok, převodníkový blok a napájecí blok. Analogový blok obsahuje připojovací prostředek s kontaktem pro připojení pracovní elektrody senzoru, kontaktem pro připojení referenční elektrody senzoru a kontaktem pro připojení pomocné (společné) elektrody senzoru, přičemž kontakt pro připojení referenční elektrody senzoru je propojen s neinvertujícím vstupem druhého operačního zesilovače a kontakt pro připojení pomocné (společné) elektrody senzoru s výstupem prvního operačního zesilovače. Výstup druhého operačního zesilovače je přitom zpětnovazebně propojen s invertujícím vstupem tohoto operačního zesilovače a současně s invertujícím vstupem prvního operačního zesilovače. Kontakt pro připojení

pracovní elektrody senzoru je pak propojen s invertujícím vstupem dalšího operačního zesilovače a současně přes přepínatelnou rezistorovou síť s výstupem tohoto operačního zesilovače, přičemž neinvertující vstup tohoto operačního zesilovače je propojen se zdrojem přesného napětí, a výstup tohoto

5. operačního zesilovače je propojen s neinvertujícím vstupem rozdílového operačního zesilovače a současně se vstupem filtru typu dolní propust prvního nebo vyššího řádu.

Převodníkový blok obsahuje dva číslicově-analogové převodníky a tři analogově-číslcové převodníky, přičemž výstup prvního číslicově-analogového převodníku je propojen s neinvertujícím vstupem prvního operačního zesilovače analogového bloku, a výstup druhého číslicově-analogového převodníku je propojen s invertujícím vstupem rozdílového zesilovače analogového bloku. Vstup prvního analogově-číslcového převodníku je pak propojen s výstupem rozdílového operačního zesilovače analogového bloku, vstup druhého

10. analogově-číslcového převodníku s výstupem filtru typu dolní propust prvního řádu nebo vyššího řádu analogového bloku.

Převodníkový blok potenciostatu podle vynálezu s výhodou obsahuje navíc ještě jeden analogově-číslcový převodník, jehož výstup je propojen s řídicí logikou číslicového bloku a jehož vstup je propojen s výstupem druhého

20. operačního zesilovače analogového bloku. Tento analogově-číslcový převodník přitom měří skutečnou intenzitu elektrického pole ve vzorku.

Číslicový blok potenciostatu pak obsahuje samotnou řídicí logiku, přičemž výstupy analogově-číslcových převodníků převodníkového bloku jsou propojeny s příslušnými vstupy řídicí logiky, a řídicí logika je propojena se

25. vstupy číslicově-analogových převodníků převodníkového bloku.

Takto zkonstruované elektronické zapojení zajišťuje vysokou rychlost přenosu signálů mezi řídicí logikou potenciostatu a jeho ostatními částmi, takže nedochází k jejich útlumu a komunikace řídicí logiky se senzorem probíhá rychlostí, která umožňuje sledování přechodových jevů, zejména skokových

30. změn, probíhajících ve vzorku, např. po přidání pomocné látky

Napájecí blok obsahuje ve výhodné variantě provedení napájecí zdroj propojený s primárním vinutím vysokofrekvenčního transformátoru, na které je

současně připojeno, zapojení tranzistorových spínačů, přičemž sekundární vinutí vysokofrekvenčního transformátoru je propojeno s usměrňovačem napětí, které je propojeno s výstupním filtrem, a výstupní filtr, je propojen s lineárním kompenzátozem, přičemž lineární kompenzátor, je dále propojen se všemi součástmi ostatních bloků a zajišťuje jejich napájení. Napájecí zdroj je prostřednictvím třetího analogově-číslicového převodníku převodníkového bloku propojen s řídicí logikou číslicového bloku. Také zapojení tranzistorových spínačů je propojeno s řídicí logikou číslicového bloku.

Malé rozměry potenciostatu podle vynálezu pak v kombinaci s napájecím zdrojem tvořeným nebo obsahujícím baterii/baterie umožňují možnost přenos tohoto potenciostatu a jeho polní využití.

Objasnění výkresu

Na přiloženém výkrese je na obr. 1 schematicky znázorněno blokové schéma dvou variant potenciostatu podle vynálezu.

Příklad uskutečnění vynálezu

Potenciostat 1 podle vynálezu bude dále popsán na dvou variantách provedení znázorněných na obr. 1. Tento potenciostat 1 obsahuje čtyři navzájem propojené a spolupracující bloky - analogový blok 2, převodníkový blok 3 obsahující analogově-číslicové a číslicově-analogové převodníky, číslicový blok 4 a napájecí blok 5.

Analogový blok 2 obsahuje připojovací prostředek 21 pro připojení neznázorněného senzoru potenciostatu 1. V závislosti na uvažovaném typu senzoru pak tento připojovací prostředek 21 obsahuje kontakt 211 pro připojení pracovní elektrody senzoru a kontakt 212 pro připojení referenční elektrody senzoru (pokud má senzor pouze dvě elektrody - je v dvuelektrodovém uspořádání) a případně i kontakt 213 pro připojení pomocné (společné) elektrody (pokud má senzor tři elektrody - je v trojelektrodovém uspořádání, nebo pokud jsou z elektrody senzoru vytvořené spojením pomocné (společné) elektrody a referenční elektrody - tj. senzor je v dvuelektrodovém uspořádání,

vedeny dva vodiče). Všechny ostatní části potenciostatu 1, jejich vzájemné propojení a jejich funkce jsou však v obou variantách shodné.

Kontakt 213 pro připojení pomocné elektrody senzoru je propojen s výstupem ^{rozdílového} operačního zesilovače 221 a kontakt 212 pro připojení referenční elektrody senzoru je propojen s neinvertujícím vstupem druhého operačního zesilovače 222, jehož výstup je propojen s invertujícím vstupem ^{rozdílového} operačního zesilovače 221 a zpětnovazebně s invertujícím vstupem stejného operačního zesilovače 222. Operační zesilovače 221 a 222 tak dohromady tvoří výstupní buffer 22. Toto jejich zapojení umožňuje dosáhnout šířky pásma až 200 kHz při zatěžovací kapacitě až 1 μ F.

Konektor 211 pro připojení pracovní elektrody senzoru je pak propojen s invertujícím vstupem ^{rozdílového} operačního zesilovače 23 a přes přepínatelnou rezistorovou síť 231 současně i s jeho výstupem. Paralelní zapojení ^{rozdílového} operačního zesilovače 23 a přepínatelné rezistorové sítě 231 přitom tvoří převodník proud/napětí. K neinvertujícímu ^{rozdílového} vstupu operačního zesilovače 23 je pak připojen zdroj 232 přesného napětí, který tvoří virtuální analogovou zem, resp. napěťovou referenci.

Výstup ^{rozdílového} operačního zesilovače 23 je propojen s neinvertujícím vstupem rozdílového operačního zesilovače 24 a současně se vstupem filtru 25 typu dolní propust prvního, nebo v případě potřeby vyššího řádu.

Převodníkový blok 3 obsahuje číslicově-analogové převodníky 31 a 32 a analogově-digitální převodníky 33, 34 a 35. První číslicově-analogový převodník 31 je přitom svým výstupem propojen s neinvertujícím vstupem ^{přívného} operačního zesilovače 221 a druhý číslicově-analogový převodník 32 s invertujícím vstupem rozdílového operačního zesilovače 24 analogového bloku 2. Jejich vstupy jsou pak propojeny s výstupy řídicí logiky 41 potenciostatu 1 na číslicovém bloku 4. Vstup prvního analogově-číslcového převodníku 33 je pak propojen s výstupem rozdílového operačního zesilovače 24, vstup druhého analogově-číslcového převodníku 34 s výstupem filtru 25 typu dolní propust analogového bloku 2 a vstup třetího analogově-číslcového převodníku 35 s napájecím zdrojem 51 napájecího bloku 5. Výstupy všech analogově-

digitálních převodníků 33 až 35 jsou pak propojeny se vstupy řídicí logiky 41 potenciostatu 1 na číslicovém bloku 4.

Převodníkový blok 3 může alternativně obsahovat ještě ^{analogový} digitální převodník 36 (na obr. 1 znázorněn čárkovaně), který je svým vstupem propojen s výstupem druhého operačního zesilovače 222 výstupního bufferu 22 analogového bloku 2, a svým výstupem se vstupem řídicí logiky 41.

Číslicový blok 4 pak obsahuje řídicí logiku 41 potenciostatu, která je s výhodou tvořena programovatelným hradlovým polem (FPGA). Tato řídicí logika 41 je, kromě výše popsaných propojení s číslicově-analogovými převodníky 31, 32, a analogově-digitálními převodníky 33, 34 a 35 a případně i 36, propojena také se zapojením 52 tranzistorových spínačů napájecího bloku 5. Kromě toho je opatřena prostředky pro propojení (prostřednictvím kabelu nebo bezdrátově) s neznázorněným vyhodnocovacím zařízením (např. PC nebo obdobné zařízení), ve kterém probíhá vyhodnocování a případně i zobrazení potenciostatem 1 získaných údajů, resp. výsledků analýzy. V případě vhodného naprogramování řídicí logiky 41 může vyhodnocování probíhat přímo v ní, a propojení s externí vyhodnocovací jednotkou tak není nutné. Z tohoto důvodu je však výhodné, aby byla řídicí logika 41 opatřena neznázorněným uživatelských rozhraním.

Pro napájení potenciostatu 1 podle vynálezu lze použít v podstatě libovolný známý napájecí blok 5. Ve výhodné variantě znázorněné na obr. 1 obsahuje napájecí blok 5 napájecí zdroj 51 tvořený baterií/bateriemi a/nebo napojením na neznázorněný externí zdroj energie, např. přes příslušný napájecí adaptér na rozvodnou síť, a napěťový kompenzátor tvořený zapojením 52 tranzistorových spínačů, které je propojeno s primárním vinutím vysokofrekvenčního transformátoru 53, jehož sekundární vinutí je přes usměrňovač napětí 54 a výstupní filtr 55 propojeno s lineárním stabilizátorem 56. Lineární stabilizátor 56 je pak dále propojen s ostatními součástmi potenciostatu 1 vč. řídicí logiky 41, a zajišťuje jejich napájení.

Pro analýzu, resp. pro stanovení přítomnosti a/nebo množství biologicky významné látky/látek ve vzorku se k potenciostatu 1 podle vynálezu prostřednictvím připojovacího prostředku 21 připojí vhodný senzor. Vhodným

senzorem je přitom libovolný známý senzor používaný u stávajících potenciostatů, s výhodou pak např. tištěný senzor s mikroelektrodami umístěnými na senzorovém modulu, např. z korundové (Al_2O_3) keramiky, připravený technologií TFT (Thick Film technology). V takovém případě je

5 referenční elektroda senzoru vyrobena např. ze stříbra, a jeho pracovní elektroda a pomocná (společná) elektroda ze zlata. Uživatel potom nastaví prostřednictvím uživatelského rozhraní přiřazeného neznázorněného vyhodnocovacího zařízení nebo prostřednictvím neznázorněného uživatelského rozhraní řídicí logiky 41 velikost a průběh budicího signálu. Řídicí logika 41

10 vygeneruje tento signál a číslicově-analogový převodník 31 ho vytvoří a ve formě elektrického napětí, které obsahuje stejnosměrnou a současně i střídavou složku (přičemž v závislosti na zvolené analytické metodě může být některá z jeho složek nulová), ho předá do výstupního bufferu 22, resp. jeho operačního zesilovače 221, odkud se tento signál dále vede přes kontakt pro

15 připojení 213 pomocné (společné) elektrody na tuto elektrodu senzoru, a jejím prostřednictvím pak do vzorku.

V důsledku přivedení napětí na pomocnou (společnou) elektrodu senzoru se mezi touto elektrodou a pracovní elektrodou senzoru, které jsou ponořeny ve vzorku nebo jsou s ním v kontaktu, vytvoří elektrické pole a začne mezi nimi

20 protékat elektrický proud. Tento elektrický proud se ze vzorku odvádí pracovní elektrodou senzoru, a přes kontakt 211 pro připojení pracovní elektrody senzoru se vede do převodníku proud/napětí, resp. na invertující vstup jeho operačního zesilovače 23 a přes paralelně připojenou přepínatelnou odporovou síť 231 i na jeho výstup. Na neinvertující vstup operačního zesilovače 23 se přitom ze

25 zdroje přesného napětí 232 přivádí přesné napětí určité, předem dané velikosti (tzv. analogová zem). Operační zesilovač 23 reaguje na přívod proudu na svůj výstup vytvořením napětí, a udržuje stejné napětí na obou svých vstupech. Výsledkem tak je elektrické napětí, které odpovídá elektrickému proudu odváděnému pracovní elektrodou senzoru ze vzorku, které je doplněno o

30 určitou nenulovou hodnotu elektrického napětí ze zdroje 232 přesného napětí (tzv. analogovou zem, čímž jsou všechny jeho složky převedeny do měřitelné (tj. kladné) oblasti. Toto elektrické napětí se pak paralelně vede na neinvertující

vstup rozdílového operačního zesilovače 24 a na vstup filtru 25 typu dolní propust.

Filtr 25 typu dolní propust (prvního nebo vyššího řádu) pak do analogově-číslicového převodníku 34 propustí pouze stejnosměrnou složku tohoto napětí, kterou tento ^{stejný} analogově-číslicový převodník 34 převede na číslicová data, která odešle do řídicí logiky 41 potenciostatu 1. Ta pak tato číslicová data odešle do číslicově-analogového převodníku 32, který je převede do analogové podoby, tj. do podoby napětí, a odešle na invertující vstup rozdílového operačního zesilovače 24. Operační zesilovač 24 pak toto napětí reprezentující stejnosměrnou složku odečítá od původního napětí, které obsahuje střídavou i stejnosměrnou složku a vytváří rozdílové napětí, které má střídavou složku, a která nese informaci o ovlivnění napětí přiváděného na (pomocnou) společnou elektrodu senzoru potenciostatu 1 analyzovaným vzorkem.

Řídicí logika 41 tak má ve výsledku k dispozici střídavou i stejnosměrnou složku napětí, přičemž dle zvolené analytické metody využívá nebo přeposílá alespoň střídavou složku do přiřazeného neznázorněného vyhodnocovacího zařízení (např. PC nebo obdobné zařízení) k vyhodnocení předem zvolenou analytickou metodou, např. cyklickou voltametrii, nebo měřením závislosti kapacity roztoku vzorku na čase (C/t analýza), apod., nebo ji/je sama vyhodnocuje. Výsledkem je tak stanovení přítomnosti a/nebo množství zájmové látky v analyzovaném vzorku.

Referenční elektroda senzoru ve spolupráci s výstupním bufferem 22, se kterým je propojena prostřednictvím kontaktu 212 snímá intenzitu elektrického pole ve vzorku, a zpětnovazebně přes výstupní buffer 22, resp. jeho operační zesilovače 222 a 221 po celou dobu analýzy upravuje napětí přiváděné na společnou elektrodu senzoru, aby jeho velikost a průběh odpovídaly budoucímu signálu generovanému řídicí logikou.

Napájení potenciostatu 1 je pak zajištěno napájecím zdrojem 51 umístěným na napájecím bloku 5. Řídicí logika 41 přitom prostřednictvím číslicově-analogového převodníku získává informaci o aktuálním napětí napájecího zdroje 51, přičemž v případě, že toto napětí poklesne, vygeneruje

5 signál pulzně-šířkové modulace (PWM signál), který průběžně spíná tranzistorové spínače 52, což zajišťuje průchod proudu z napájecího zdroje 51 primárním vinutím vysokofrekvenčního transformátoru 53, v důsledku čehož se na sekundárním vinutí tohoto transformátoru 53 vytvoří napětí dané poměrem závitů obou vinutí. V důsledku toho začne přes usměrňovač napětí 54, výstupní filtr 55 a lineární stabilizátor 56 téct proud a na výstupu lineárního stabilizátoru 56 je napětí požadované velikosti pro napájení ostatních součástí potenciostatu 1.

10 Výhodou obou výše popsaných variant potenciostatu 1 podle vynálezu je nízká cena, nízké nároky na napájení (např. ± 5 V) a hlavně malé rozměry, díky čemuž je tento potenciostat 1 značně mobilní, a současně se zvyšuje rychlost šíření signálů v něm. Díky tomu, že senzor může být propojen prostřednictvím připojovacího prostředku 21 přímo s potenciostatem se velmi výrazným způsobem zkrátí dráha jednotlivých signálů a jejich rušení.

15 Při použití přesných (s šířkou pásma alespoň 100 kHz) a nízkošumových operačních zesilovačů 221 a 222, 23 a 24, se dosáhne vysoké rychlosti přenosu signálů, takže nedochází k jejich útlumu. Zejména komunikace řídicí logiky 41 se senzorem v takovém případě probíhá velmi vysokou rychlostí, která umožňuje sledování přechodových jevů, zejména skokových změn, 20 probíhajících ve vzorku, např. po přidání pomocné látky. To vše při současném zachování nízkého napájecího napětí (typicky např. ± 5 V).

Seznam vztahových značek

	1	potenciostat
	2	analogový blok
5	21	připojovací prostředek pro připojení senzoru
	211	kontakt pro připojení pracovní elektrody senzoru
	212	kontakt pro připojení referenční elektrody senzoru
	213	kontakt pro připojení pomocné (společné) elektrody senzoru
	22	výstupní buffer
10	221	<i>první</i> operační zesilovač
	222	<i>druhý</i> operační zesilovač
	23	<i>bratř</i> operační zesilovač
	231	přepínatelná odporová síť
	232	zdroj přesného napětí
15	24	rozdílový operační zesilovač
	25	filtr typu dolní propust prvního nebo vyššího řádu
	3	převodníkový blok
	31	<i>první</i> číslicově-analogový převodník
	32	<i>druhý</i> číslicově-analogový převodník
20	33	<i>první</i> analogově-číslcový převodník
	34	<i>druhý</i> analogově-číslcový převodník
	35	<i>bratř</i> analogově-číslcový převodník
	36	<i>čtyři</i> analogově-číslcový převodník
	4	číslcový blok
25	41	řídící logika
	5	napájecí blok
	51	napájecí zdroj
	52	zapojení tranzistorových spínačů
	53	vysokofrekvenční transformátor
30	54	usměrňovač napětí
	55	výstupní filtr
	56	lineární stabilizátor

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Potenciostat (1) obsahující řídicí logiku (41) a elektronické zapojení,
vyznačující se tím, že jeho elektronické zapojení obsahuje analogový blok (2),
 5 převodníkový blok (3) obsahující analogově-číslicové a číslicově-analogové
 převodníky, a napájecí blok (5), přičemž:

analogový blok (2) obsahuje připojovací prostředek (21) s kontaktem
 (211) pro připojení pracovní elektrody senzoru, kontaktem (212) pro připojení
 referenční elektrody senzoru a kontaktem (213) pro připojení pomocné
 10 (společné) elektrody senzoru, přičemž kontakt (212) pro připojení referenční
 elektrody senzoru je propojen s neinvertujícím vstupem ^{operačního} operačního zesilovače
 (222) a kontakt (213) pro připojení pomocné (společné) elektrody senzoru
 s výstupem ^{invertovaného} operačního zesilovače (221), přičemž výstup ^{invertovaného} operačního zesilovače
 (222) je propojen s invertujícím vstupem tohoto operačního zesilovače (222) a
 15 současně s invertujícím vstupem ^{invertovaného} operačního zesilovače (221), a kontakt (211)
 pro připojení pracovní elektrody senzoru je propojen s invertujícím vstupem
 operačního zesilovače (23) a současně přes přepínatelnou rezistorovou síť
 (231) s jeho výstupem, přičemž ^{invertovaného} neinvertující vstup tohoto operačního
 zesilovače (23) je propojen se zdrojem ⁽²³²⁾ přesného napětí (232), a jeho výstup
 20 s neinvertujícím vstupem rozdílového operačního zesilovače (24) a současně
 se vstupem filtru (25) typu dolní propust prvního nebo vyššího řádu,

převodníkový blok (3) obsahuje analogově-číslicové převodníky (33),
 (34) a (35), a číslicově-analogové převodníky (31) a (32), přičemž výstup
 číslicově-analogového převodníku (31) je propojen s neinvertujícím vstupem
 25 ^{invertovaného} operačního zesilovače (221) analogového bloku (2), výstup ^{invertovaného} číslicově-
 analogového převodníku (32) je propojen s invertujícím vstupem rozdílového
 zesilovače (24) analogového bloku (2), vstup ^{invertovaného} analogově-číslicového převodníku
 (33) je propojen s výstupem rozdílového operačního zesilovače (24)
 analogového bloku (2), a vstup ^{invertovaného} analogově-číslicového převodníku (34) je
 30 propojen s výstupem filtru (25) typu dolní propust prvního nebo vyššího řádu
 analogového bloku (2),

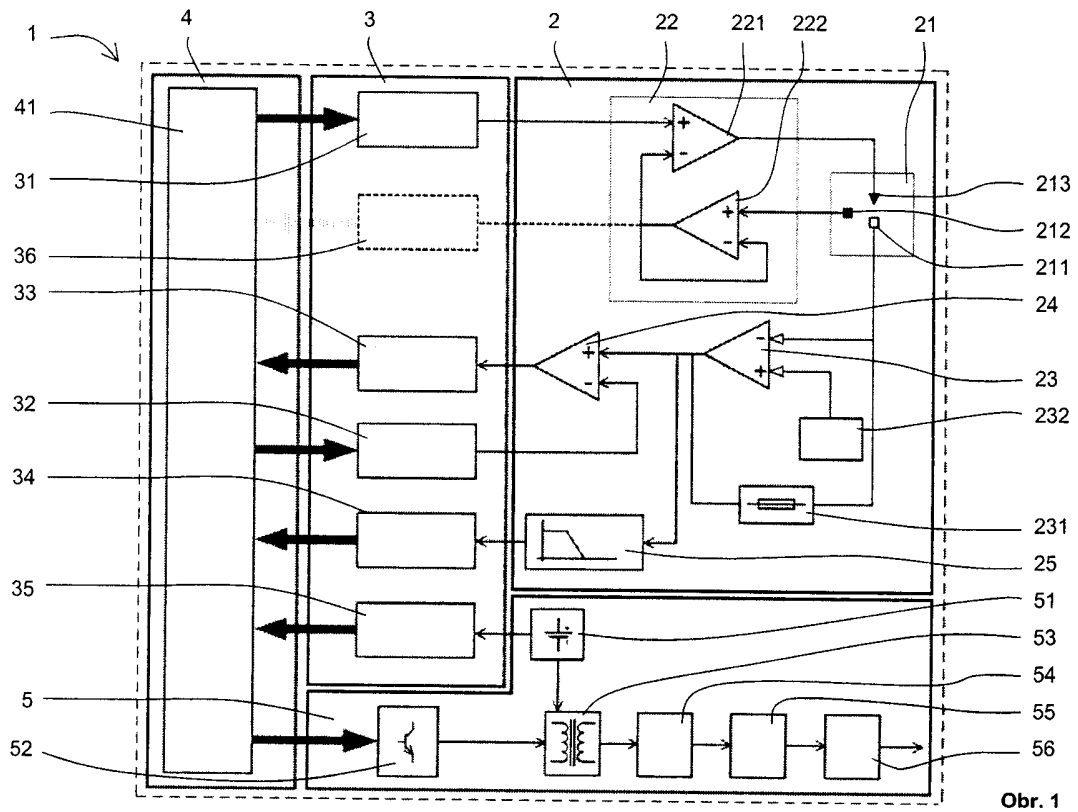
5 číslicový blok (4) obsahuje řídicí logiku (41), přičemž výstupy analogově-
číslicových převodníků (33), (34) a (35) převodníkového bloku (3) jsou
propojeny se vstupy řídicí logiky (41), přičemž řídicí logika (41) je propojena se
vstupy číslicově-analogových převodníků (31) a (32) převodníkového bloku (3),
přičemž řídicí logika (41) potenciostatu a ostatní napájené součásti jsou
propojeny s napájecím blokem (5).

10 2. Potenciostat podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** napájecí blok (5)
obsahuje napájecí zdroj (51) propojený s primárním vinutím
vysokofrekvenčního transformátoru (53), ke kterému je současně připojeno
zapojení tranzistorových spínačů (52), přičemž sekundární vinutí
vysokofrekvenčního transformátoru (53) je propojeno s usměrňovačem ⁽⁵⁴⁾ napětí
(54), které je propojeno s výstupním filtrem (55), který je propojený s lineárním
kompenzátorem (56), přičemž lineární kompenzátor (56), je dále propojen
s řídicí logikou (41) číslicového bloku (4) potenciostatu (1) a ostatními
15 napájenými součástmi potenciostatu (1), a napájecí zdroj (51) napájecího bloku
(5) je prostřednictvím ^{analogového} číslicového převodníku (35) převodníkového
bloku (3) propojen s řídicí logikou (41) číslicového bloku (4), a zapojení
tranzistorových spínačů (52) je propojeno s řídicí logikou (41) číslicového bloku
(4).

20 3. Potenciostat (1) podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** převodníkový
blok (3) obsahuje ^{analogový} číslicový převodník (36), jehož výstup je propojen
s řídicí logikou (41) číslicového bloku (4) a jehož vstup je propojen s výstupem
operačního zesilovače (222) analogového bloku (2).

25 4. Potenciostat (1) podle nároku 2, **vyznačující se tím, že** napájecí zdroj
(51) napájecího bloku (5) obsahuje baterii/baterie.

1/1



Obr. 1