

PATENTOVÝ SPIS

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2000-2941**
(22) Přihlášeno: **10.08.2000**
(30) Právo přednosti: **16.08.1999 DE 19938160**
(40) Zveřejněno: **13.06.2001**
(Věstník č. 6/2001)
(47) Uděleno: **01.06.2011**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **13.07.2011**
(Věstník č. 28/2011)

(11) Číslo dokumentu:

302 552

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:
G01F 1/58 (2006.01)
G01F 1/60 (2006.01)

(56) Relevantní dokumenty:

GB 2324606 B; EP 0196559 B; US 5625155 A; DE 3700165 A; EP 0809089 A.

(73) Majitel patentu:

KROHNE Messtechnik GmbH, 47058 Duisburg, DE

(72) Původce:

Brockhaus Helmut Dr., Dinslaken, DE

(74) Zástupce:

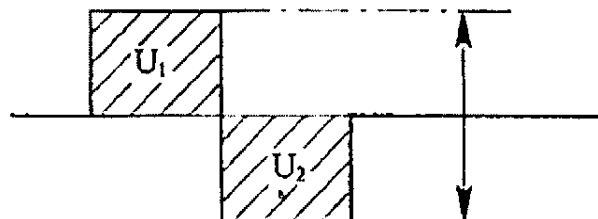
Čermák a spol., JUDr. Karel Čermák, advokát, Národní
32, Praha 1, 11000

(54) Název vynálezu:

**Magneticko-indukční způsob měření průtoku
proudících médií**

(57) Anotace:

Řešení se týká magneticko-indukčního způsobu měření průtoku proudících médií, při němž se buzení budících cívek vytvářejících magnetické pole provádí přerušovaně. Měřicí periody obsahují vždy přesně jednu kladnou poloperiodu magnetického pole a přesně jednu zápornou poloperiodu magnetického pole, a měřicí periody obsahující přídavně vždy jednu oblast před první poloperiodou magnetického pole a jednu oblast za druhou poloperiodou magnetického pole. Zintegruje se signál měření při kladné poloperiodě magnetického pole a při záporné poloperiodě magnetického pole, což vede k částečným naměřeným hodnotám U_1 a U_2 . Zintegruje se signál měření časového úseku přímo před první poloperiodou magnetického pole, odpovídajícího době trvání jedné poloperiody, a časového úseku přímo za druhou poloperiodou magnetického pole, odpovídajícího době trvání jedné poloperiody, což vede k částečným naměřeným hodnotám U_{1a} a U_{2a} . Naměřená hodnota W přiřazená k měřicí periodě se vypočítá podle rovnice $W = U_1 - U_2 - 1/3 (U_{1a} - U_{2a})$.



CZ 302552 B6

Magneticko-indukční způsob měření průtoku proudících médií

Oblast techniky

5

Vynález se týká magneticko-indukčního způsobu měření průtoku proudících médií, při němž se buzení budících cívek vytvářejících magnetické pole provádí přerušovaně, měřicí periody obsahují vždy přesně jednu kladnou poloperiodu magnetického pole a přesně jednu zápornou poloperiodu magnetického pole, a měřicí periody obsahují přídavně vždy jednu oblast před první poloperiodou magnetického pole a jednu oblast za druhou poloperiodou magnetického pole.

10

Dosavadní stav techniky

15

Základní princip magneticko-indukčního průtokoměru pro proudící média pochází od Faradaye, který v roce 1832 navrhl použití principu elektrodynamické indukce k měření rychlosti proudění. Podle Faradayova indukčního zákona vzniká v proudícím médiu, které unáší nosič náboje, a kterým protéká magnetické pole, intenzita elektrického pole kolmo ke směru proudění a k magnetickému poli. Tento zákon je u magneticko-indukčního průtokoměru využit tak, že magnet, zpravidla sestávající ze dvou magnetických cívek, vytváří magnetické pole kolmé ke směru proudění v měřicí trubce. Uvnitř magnetického pole se každý objemový prvek proudícího média pohybující se magnetickým polem podílí intenzitou pole vznikajícího v tomto objemovém prvku na měřeném napětí snímaném měřicími elektrodami. Měřicí elektrody jsou u známých magneticko-indukčních průtokoměrů provedeny tak, že jsou buď galvanicky, nebo kapacitně svázány s proudícím médiem. Významným znakem magneticko-indukčních průtokoměrů je přímá úměrnost mezi měřicím napětím a zprůměrovanou rychlostí proudění média v příčném průřezu trubky, to znamená mezi měřicím napětím a objemovým proudem.

20

25

Magnetické pole magneticko-indukčního průtokoměru se vytvoří tak, že obě magnetické cívky jsou napájeny budícím proudem. Přitom mohou na základě ne zcela ideálního budícího proudu jakož i v důsledku efektů v proudícím médiu vznikat poruchy signálu měření, tyto efekty mají příčinu například v elektrochemických poruchách, které vznikají v důsledku reakcí mezi elektrodami a proudícím médiem. Typické jsou v tomto případě nízkofrekvenční poruchy, které se superponují se signálem měření. U současných magneticko-indukčních průtokoměrů, které pracují kontinuálně, to znamená jejich budící proud pro magnetické cívky je střídavě kladný nebo záporný bez pauzy mezi kladnou a zápornou poloperiodou, se nechají takovéto nízkofrekvenční poruchy na signálu měření kompenzovat tím, že se použije jednoduchý filtr, kterým může být lineární posun superponovaný se signálem měření potlačen.

30

35

Pro umožnění bateriového provozu magneticko-indukčního průtokoměru je žádoucí snížit energetickou spotřebu celého tohoto magneticko-indukčního průtokoměru. Největší podíl energie je přitom spotřebován v budících cívkách k výrobě magnetického pole. S přihlédnutím k této skutečnosti bylo v US-A 4 766 770 navrženo přerušované buzení budících cívek vytvářejících magnetické pole. Budící proud a tím také měrný signál sestávají přitom z cyklů z kladné a záporné poloperiody, přičemž tyto jednotlivé cykly jsou vzájemně odděleny oblastmi, v nichž není prováděno žádné buzení. Naměřená hodnota může být přitom získána pouze po úplném cyklu, neboť každá naměřená hodnota musí sestávat z nejméně dvou poloperiod. Poslední poloperioda cyklu je však od první poloperiody následujícího cyklu v důsledku oblasti bez buzení ležící mezi nimi příliš vzdálena, než aby mohl být z těchto obou poloperiod vypočten signál měření.

45

50

Jako oběma poloperiodám měřicí periody příslušná naměřená hodnota se určí hodnota, která odpovídá ploše ohraničené signálem měření vůči nulové čáře. Přitom volba nulové čáry relativně k signálu měření není kritickou tehdy, když se v každém případě plocha ohraničená kladnou poloperiodou vypočítá kladně a plocha ohraničená zápornou poloperiodou vypočítá záporně. Kvůli jednoduchosti se přitom, jakož i v následujícím, vychází z lineárně probíhající poruchy,

55

kteřá v nejméně prvním přiblížení odpovídá poruchám vyskytujícím se ve skutečném měřicím provozu. U takových lineárních poruch superponujících se se signálem měření však dochází při určení naměřené hodnoty k následujícím problémům.

- 5 U signálu s poruchou se záporným stoupáním jsou plošné hodnoty pod křivkou signálu měření poněkud větší než v případě nerušeného signálu. Právě opačně se to děje v případě signálu, s nímž je superponována porucha s kladným stoupáním. V tomto případě je každá plocha ohraničená poloperiodou vždy o určitou hodnotu menší.

10

Podstata vynálezu

- Úkolem vynálezu je navrhnout magneticko-indukční způsob měření průtoku, který je jednak energeticky úsporný a jednak umožňuje i v případě poruch, superponovaných se signály měření, jednoduché a přesné určení signálu měření.

- Uvedený úkol je vyřešen magneticko-indukčním způsobem měření průtoku proudících médií, při němž se buzení budících cívek vytvářejících magnetické pole provádí přerušovaně, měřicí periody obsahují vždy přesně jednu kladnou poloperiodu magnetického pole a přesně jednu zápornou poloperiodu magnetického pole, a měřicí periody obsahují přídavně vždy jednu oblast před první poloperiodou magnetického pole a jednu oblast za druhou poloperiodou magnetického pole, podle vynálezu, jehož podstatou je, že se zintegruje signál měření při kladné poloperiodě magnetického pole a při záporné poloperiodě magnetického pole, což vede k částečným naměřeným hodnotám U_1 a U_2 , zintegruje se signál měření časového úseku přímo před první poloperiodou magnetického pole, odpovídajícího době trvání jedné poloperiody, a časového úseku přímo za druhou poloperiodou magnetického pole, odpovídajícího době trvání jedné poloperiody, což vede k částečným naměřeným hodnotám U_{1a} a U_{2a} , a naměřená hodnota W přiřazená k měřicí periodě se vypočítá podle rovnice

30

$$W = U_1 - U_2 - 1/3 (U_{1a} - U_{2a}).$$

- Protože by přídavné signály v oblastech před první poloperiodou magnetického pole, popřípadě za druhou poloperiodou magnetického pole, musely být nulové, protože není vytvořeno žádné magnetické pole, které by mohlo v proudícím médiu indukovat intenzitu pole, jsou skutečně naměřené přídavné signály na základě posunu superponovaného se signálem měření odlišné od nuly, mohou být získány informace o poruše, takže signál měření může být odpovídajícím způsobem zkorigován.

- Zvlášť jednoduchá a efektivní korekce vznikne tím, že měřicí periody sestávají vždy přesně z jedné kladné poloperiody magnetického pole a přesně z jedné záporné poloperiody magnetického pole, že signál měření se zintegruje při kladné poloperiodě magnetického pole a při záporné poloperiodě magnetického pole, což vede k částečným naměřeným hodnotám U_1 a U_2 , že signál měření se zintegruje v průběhu časového úseku přímo před první poloperiodou magnetického pole odpovídajícího době trvání jedné poloperiody, a časového úseku přímo za poslední poloperiodou magnetického pole, odpovídajícího době trvání jedné poloperiody, což vede k částečným naměřeným hodnotám U_{1a} a U_{2a} , a naměřená hodnota W přiřazená k měřicí periodě se vypočítá podle rovnice

50

$$W = U_1 - U_2 - 1/3 (U_{1a} - U_{2a}).$$

Zvlášť jednoduchý přechod do požadovaného kontinuálního způsobu měření vznikne tehdy, když časové úseky měření začínají vždy stále stejnou poloperiodou, tedy buď vždy kladnou poloperiodou, nebo vždy zápornou poloperiodou.

Přehled obrázků na výkresech

- 5 Existuje řada možností, jak lze shora popsaný způsob magneticko-indukčního způsobu měření podle vynálezu, jakož i magneticko-indukční průtokoměr k provádění tohoto způsobu, v podrobnostech provést. Za tím účelem se odkazuje jednak na patentové nároky a jednak na popis výhodných příkladů provedení ve spojení s výkresy. Na výkresech znázorňují
- 10 obr. 1a schéma úplné periody nerušeného signálu;
- obr. 1b schéma zaznamenání chyby při úplné periodě signálu s poruchou se záporným stoupáním;
- obr. 1c schéma zaznamenání chyby při úplné periodě signálu s poruchou s kladným stoupáním;
- 15 obr. 2 schéma rušeného signálu při přerušovaném provozu a přídavném měření před, popřípadě po, jednotlivé měřicí periodě podle prvního příkladu provedení vynálezu;
- obr. 3 schéma zaznamenání chyby při úplné periodě signálu s poruchou se záporným stoupáním a přídavném měření před, popřípadě po budicí periodě;
- 20 obr. 4 schéma rušeného signálu při přerušovaném provozu, při němž k buzení dochází podle druhého příkladu provedení vynálezu v každé měřicí periodě střídavě nejprve kladně, popřípadě nejprve záporně;
- 25 obr. 5a schéma zaznamenání chyby při úplné periodě signálu začínajícího kladnou poloperiodou s poruchou se záporným stoupáním;
- obr. 5b schéma zaznamenání chyby při úplné periodě signálu začínajícího zápornou poloperiodou s poruchou se záporným stoupáním;
- 30 obr. 6 znázornění chyby naměřené hodnoty v závislosti na časovém odstupu měřicích cyklů při normálním buzení, popřípadě při buzení podle druhého příkladu provedení vynálezu;
- 35 obr. 7 schéma rušeného signálu při přerušovaném provozu, u něhož je podle třetího příkladu provedení vynálezu dosaženo buzení v každé měřicí periodě prostřednictvím třetích poloperiod;
- obr. 8 schéma zaznamenání chyby u tří poloperiod signálu v měřicí periodě při poruše se záporným stoupáním; a
- 40 obr. 9 rušený signál při měřicím provozu s buzením různými budicími proudy podle čtvrtého příkladu provedení vynálezu.

Příklady provedení vynálezu

- 45 Na obr. 1a je znázorněn signál měření, který je získán při přerušovaném provozu magneticko-indukčního průtokoměru a přesně kladném buzení a přesně záporném buzení v měřicí periodě. Naměřená hodnota přiřazená k měřicí periodě odpovídá ploše, která je ohraničena signálem měření vůči nulové čáře. Přitom je volba polohy nulové čáry libovolná: zde je nulová čára zvolena tak, že leží přesně mezi maximálním kladným signálem měření a maximálním záporným signálem měření. Naměřená hodnota W přiřazená k měřicí periodě se tedy získá ze součtu příspěvků plošných integrálů jednotlivých poloperiod signálu měření, zde tedy jako
- 50

$$W = U_1 - U_2.$$

55

Určí-li se naměřená hodnota přiřazená k měřicí periodě tímto způsobem, dochází však k chybě měření, když se se signálem měření superponuje rušivý signál. Příslušná zaznamenání chyby jsou znázorněna na obr. 1b a 1c, přičemž exemplárně z důvodu jednoduchosti byly zvoleny lineárně probíhající poruchy, které mohou buď klesat, nebo stoupat. Jak je zřejmé z obr. 1b, získá se v případě lineárně klesajícího rušivého signálu, který se superponuje se signálem měření, naměřená hodnota větší o dvojnásobek hodnoty $\underline{a}$. Naproti tomu se získá, jak je zřejmé z obr. 1c, je-li se signálem měření superponován lineárně stoupající rušivý signál, naměřená hodnota menší o dvojnásobek hodnoty $\underline{a}$.

- 10 K eliminaci tohoto problému se určí podle prvního příkladu provedení podle vynálezu, znázorněného na obr. 2, naměřená hodnota přiřazená k měřicí periodě tak, že měřicí perioda vedle obou poloperiod $\underline{1}$ a $\underline{2}$ obsahuje přídavně ještě oblast $\underline{1a}$ před první poloperiodou magnetického pole a oblast $\underline{2a}$ za poslední poloperiodou magnetického pole. V oblasti $\underline{1a}$, jakož i v oblasti $\underline{2a}$, se zintegruje signál měření v průběhu časového úseku odpovídajícího době trvání jedné poloperiody, což vede k získání částečných naměřených hodnot $\underline{U_{1a}}$ a $\underline{U_{2a}}$. Naměřená hodnota W přiřazená k příslušné měřicí periodě se pak vypočítá ze vztahu

$$W = U_1 - U_2 - 1/3 (U_{1a} - U_{2a}).$$

- 20 Přitom je pro naměřenou hodnotu přiřazenou k měřicí periodě v případě čistě lineární poruchy dosaženo úplné eliminace rušivého signálu, jak je schematicky znázorněno na obr. 3. Částečné naměřené hodnoty $\underline{U_1}$ a $\underline{U_2}$ jsou naměřeny o hodnotu $\underline{a}$ větší, zatímco částečné naměřené hodnoty $\underline{U_{1a}}$ a $\underline{U_{2a}}$ před první poloperiodou, popřípadě za druhou poloperiodou, činí vždy přesně hodnotu $\underline{3a}$. S vědomím této skutečnosti mohou být takto podle prvního příkladu provedení vynálezu
25 použity částečné naměřené hodnoty $\underline{U_{1a}}$ a $\underline{U_{2a}}$ naměřené mimo vlastní budící periodu k příslušnému zkorigování rušeného signálu měření.

- Z obr. 4 je zřejmý druhý příklad provedení podle vynálezu. Buzení přitom nastává v průběhu měřicí periody vždy přesně jednou kladnou poloperiodou a přesně jednou zápornou poloperiodou. Avšak pořadí poloperiod v za sebou následujících měřicích periodách je obrácené, to znamená, že měřicí periody začínají střídavě jednou kladnou poloperiodou, popřípadě jednou zápornou poloperiodou.

- 35 Jak je zřejmé z obr. 5a, je v případě, že měřicí poloperioda začíná kladnou poloperiodou, naměřená hodnota přiřazená k měřicí periodě větší o dvojnásobek hodnoty $\underline{a}$. Začíná-li měřicí perioda zápornou poloperiodou, pak je, jak je zřejmé z obr. 5b, naměřená hodnota přiřazená k takové měřicí periodě, menší o dvojnásobek hodnoty $\underline{a}$. Tato skutečnost je podle druhého příkladu provedení podle vynálezu využita tak, že řada naměřených hodnot přiřazených k vzájemně po sobě následujícím měřicím periodám je společně použita k určení naměřené hodnoty tak, že sled naměřených hodnot se podrobí filtraci v dolnofrekvenční propusti.

- Na obr. 6 je znázorněn průběh chyby naměřené hodnoty v závislosti na časovém odstupu měřicích cyklů při normálním buzení podle stavu techniky a při buzení a měření podle druhého příkladu provedení podle vynálezu. Je zřejmé, že prakticky nezávisle na časovém odstupu měřicích cyklů je docíleno v podstatě poloviční chyby měření.

- Na obr. 7 je znázorněn signál měření, jehož jednotlivé měřicí periody sestávají z přesně tří poloperiod. Pro takový signál se superponovanou lineárně klesající poruchou je z obr. 8 schematicky zřejmé znázornění chyby pro zprůměrovanou naměřenou hodnotu. Zatímco částečné naměřené hodnoty $\underline{U_1}$ a $\underline{U_2}$ se určí vždy o hodnotu $\underline{a}$ větší, je částečná naměřená hodnota $\underline{U_3}$ přesně o hodnotu $\underline{a}$ menší. Podle třetího příkladu provedení podle vynálezu se toho využije k tomu, aby se podle vztahu

$$W = 0,5 (U_1 - 2U_2 + U_3)$$

vypočítala naměřená hodnota zkorigovaná poruchou superponovanou se signálem měření, jestliže měřicí perioda obsahuje dvě kladné poloperiody, popřípadě aby se vypočítala podle vztahu

$$W = 0,5 (-U_1 + 2U_2 - U_3),$$

5

jestliže měřicí perioda obsahuje dvě záporné poloperiody. V případě jedné čistě lineárně probíhající poruchy je tímto dosaženo úplné eliminace rušivého signálu.

10

Z obr. 9 je zřejmý signál měření, jaký se získá při kontinuálním buzení podle čtvrtého příkladu provedení podle vynálezu. Aby bylo možno provozovat magneticko-indukční průtokoměr energeticky úsporně i přes kontinuální buzení budicí cívky vytvářející magnetické pole, je budicí proud budicích cívek řízen tak, že v průběhu jedné úplné periody, to znamená v průběhu dvou po sobě následujících kladných, popřípadě záporných poloperiod, je dosaženo v kladné poloperiodě předem stanovené maximální kladné hodnoty a v záporné poloperiodě co se týče velikosti stejné předem stanovené maximální záporné hodnoty. Přitom jsou předem stanovená maximální kladná hodnota a předem stanovená maximální záporná hodnota budicí proudu kalibrovány na magnetické pole, kterého má být dosaženo.

15

20

Tímto způsobem není při provozu magneticko-indukčního průtokoměru zapotřebí žádných senzorů k regulaci budicího proudu, potřebného pro budicí cívky, na takovou hodnotu, která odpovídá magnetickému poli, které má být vytvořeno. Jelikož závislost vytvořeného magnetického pole na budicím proudu je komplikovaná, to znamená zejména není lineární, jsou budicí proudy určené k použití před vlastním provozem magneticko-indukčního průtokoměru kalibrovány na požadované magnetické pole. To umožní takové řízení budicího proudu, že se po sobě střídavě vytváří větší popřípadě menší magnetické pole, přičemž se ušetří o to víc energie, totiž budicího proudu, čím častěji se vytváří menší magnetické pole. Tímto způsobem lze nalézt individuálně pro každou situaci měření kompromis mezi vyšší hustotou informací pro eliminaci poruchy superponované se signálem měření různými způsoby na straně jedné a úsporou energie prostřednictvím vytvoření pouze nepatrných magnetických polí na straně druhé.

25

30

35

K provádění způsobu podle shora popsáných příkladů provedení vynálezu je navržen magneticko-indukční průtokoměr, kterým lze provádět všechny tyto způsoby, avšak v závislosti na situaci měření lze zvolit nejlépe vhodný způsob. Je to dosažitelné jednak tím, že obsluhující osoba magneticko-indukčního průtokoměru, potom co analyzovala situaci měření, vybere pomocí příslušného spínacího zařízení, nacházejícího se na magneticko-indukčním průtokoměru, jeden ze shora zmíněných způsobů. Jinak může být také magneticko-indukční průtokoměr vytvořen tak, že situaci měření analyzuje samostatně, a to tak, že magneticko-indukční průtokoměr například před vlastním měřením provádí pomocí různých možných měřicích způsobů testy, aby mohl později rozhodnout, který způsob měření poskytne lepší korekturu chyby.

40

PATENTOVÉ NÁROKY

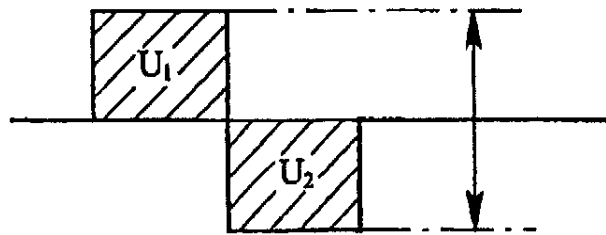
- 5 1. Magneticko-indukční způsob měření průtoku proudících médií, při němž se buzení budících cívek vytvářejících magnetické pole provádí přerušovaně, měřicí periody obsahují vždy přesně jednu kladnou poloperiodu magnetického pole a přesně jednu zápornou poloperiodu magnetického pole, a měřicí periody obsahují přídavně vždy jednu oblast před první poloperiodou magnetického pole a jednu oblast za druhou poloperiodou magnetického pole, **vyznačující se**
 10 **tím**, že se zintegruje signál měření při kladné poloperiodě magnetického pole a při záporné poloperiodě magnetického pole, což vede k částečným naměřeným hodnotám U_1 a U_2 , zintegruje se signál měření časového úseku přímo před první poloperiodou magnetického pole, odpovídajícího době trvání jedné poloperiody, a časového úseku přímo za druhou poloperiodou magnetického pole, odpovídajícího době trvání jedné poloperiody, což vede k částečným naměřeným hodnotám U_{1a} a U_{2a} , a naměřená hodnota W přiřazená k měřicí periodě se vypočítá podle rovnice

$$W = U_1 - U_2 - 1/3 (U_{1a} - U_{2a}).$$

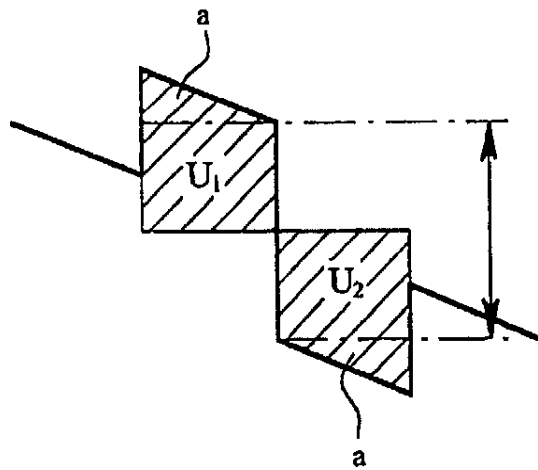
- 20 2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že měřicí periody začínají vždy stejnou poloperiodou, tedy buď vždy kladnou poloperiodou nebo vždy zápornou poloperiodou.

25

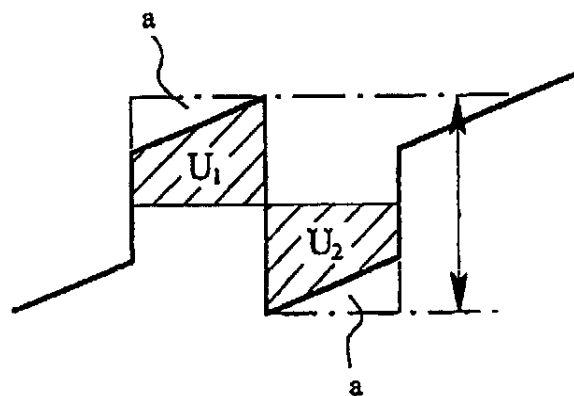
9 výkresů



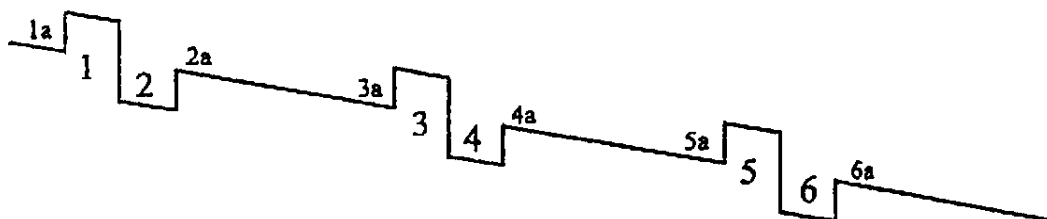
OBR. 1a



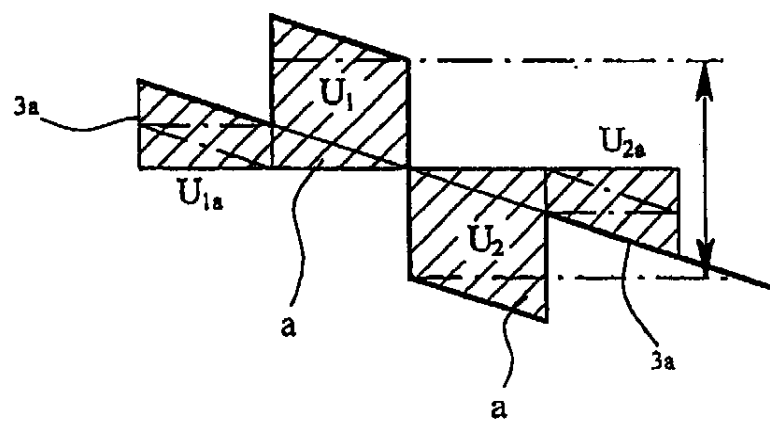
OBR. 1b



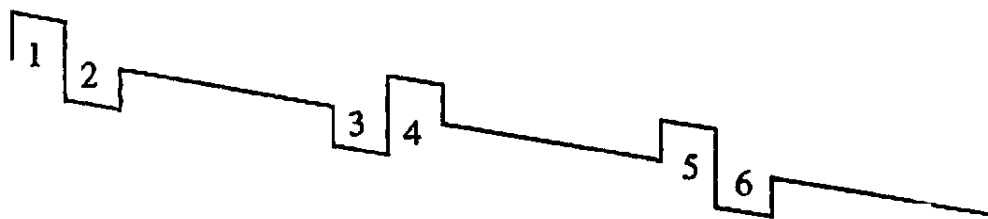
OBR. 1c



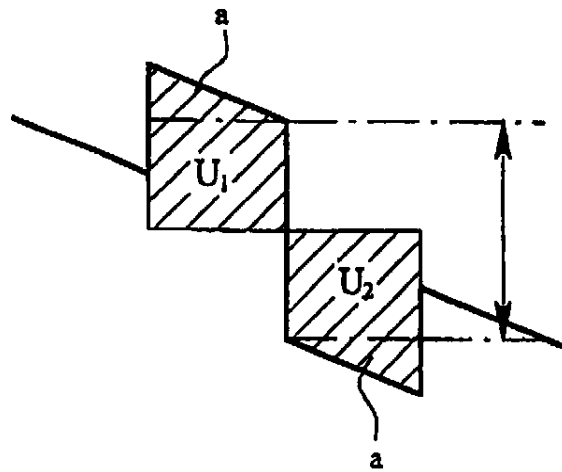
OBR. 2



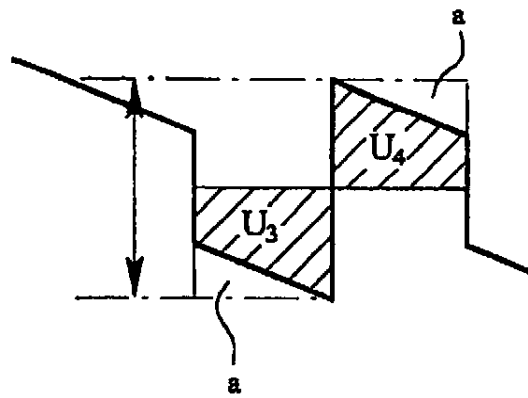
OBR. 3



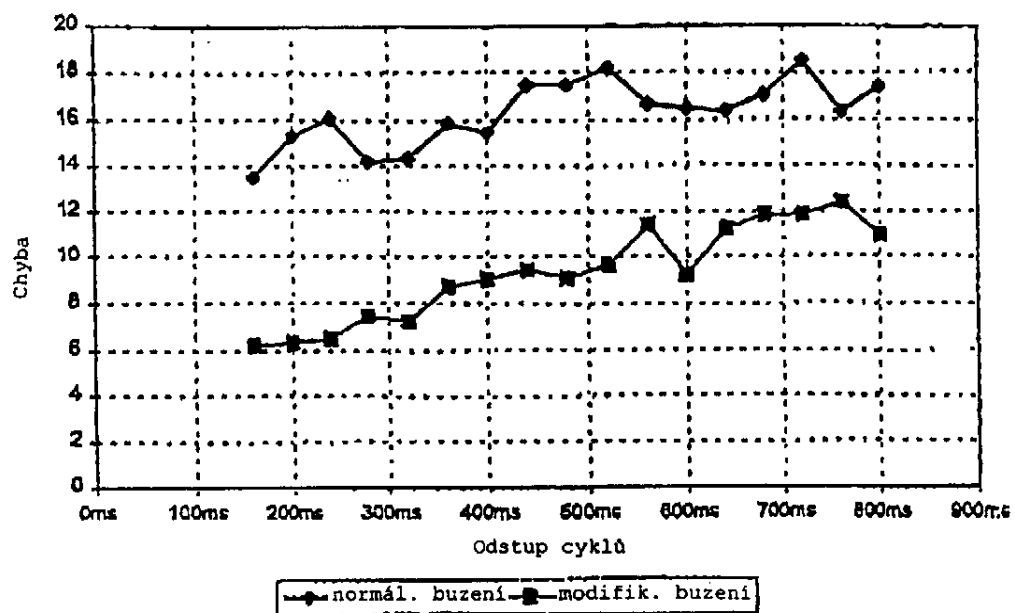
OBR. 4



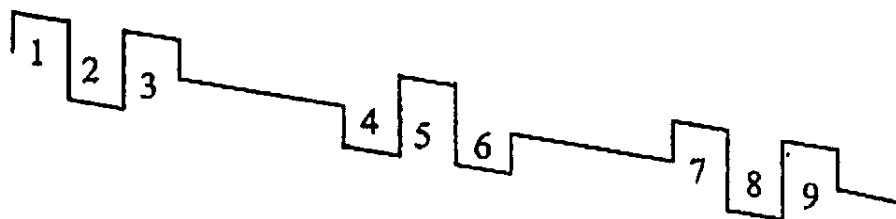
OBR. 5a



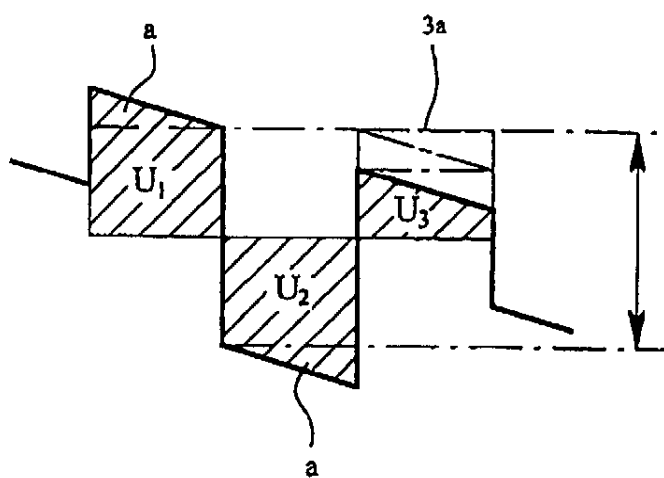
OBR. 5b



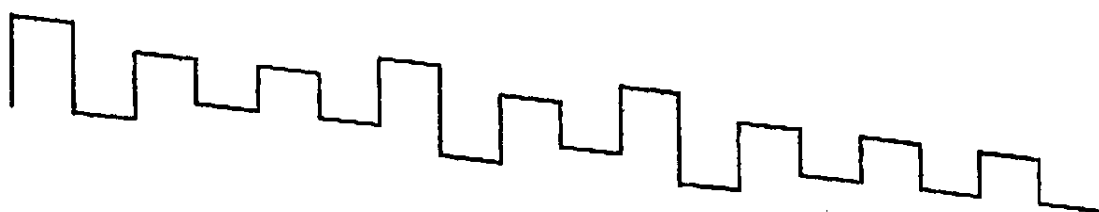
OBR. 6



OBR. 7



OBR. 8



OBR. 9

Konec dokumentu
