



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

229568
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
G 01 N 33/00

(22) Přihlášeno 28 06 82
(21) (PV 4867-82)

(40) Zveřejněno 29 07 83

(45) Vydáno 15 09 86

(78)

Autor vynálezu

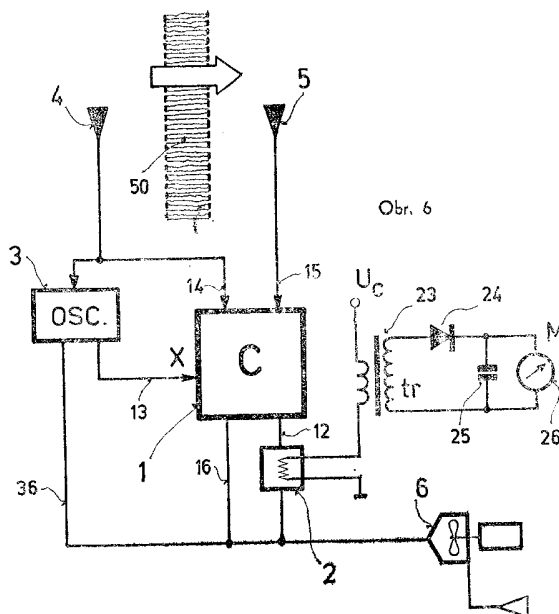
TESAŘ VÁCLAV ing. CSc., PRAHA

(54) Způsob měření rozdílu mezi hodnotami téže veličiny ve dvou různých místech prostoru vyplněného tekutinou a zařízení k provádění tohoto způsobu

1

2

Vynález se týká nejrůznějších měřicích přístrojů k měření vlastností tekutiny. Řeší se problém převodu prostorového rozdílu mezi dvěma hodnotami na časový rozdíl po sobě následujících hodnot měřených jediným čidlem a tím odstranění nákladů na dosud používané druhé čidlo i vyloučení chyb způsobovaných rozdílnými vlastnostmi dvou čidel. Řešení spočívá v tom, že tekutina ze dvou různých míst se k jedinému čidlu přivádí fluidickým komutátorem, jehož stav se periodicky překlápí průtokovými pulsy generovanými fluidickým oscilátorem. Je popsána celá řada variant uspořádání jak komutátoru, tak i oscilátoru a jejich zapojení. Předpokládá se uplatnění v laboratorních i provozních měřidlech, zejména při měření malých změn vlastností, k nimž dojde například průtokem přes určitý úsek potrubí a pod., v chemickém nebo potravinářském průmyslu, u spalovacích zařízení atd.



Vynález se týká měření vlastností tekutiny, například veličin jakou je její teplota nebo koncentrace určité příměsi a s tím spojeného zabarvení, chuť, vůně, viskozita a podobně. Jedná se o případ, kdy má být měřen rozdíl hodnot této veličiny ve dvou různých místech. Předmětem vynálezu je jednak způsob tohoto měření rozdílu mezi hodnotami, jednak zařízení k provádění tohoto způsobu, tedy například diferenční teploměr k měření teplotního spádu nebo koncentrační snímač zjišťující úbytek koncentrace příměsi před a za filtrem jímž tekutina protéká, a tím umožňující stanovit účinnost filtrace a pod.

Dosavadní snímače k měření rozdílu jsou prováděny tak, že mají dvě čidla umístěná v místech, kde jsou měřené veličiny zjišťovány. Zpravidla se v čidlech převádí měřená hodnota na elektrický signál a v elektronickém ústrojí je pak proveden výpočet rozdílu mezi údaji obou čidel. Nevýhoda snímače se dvěma čidly se obzvlášť výrazně projevuje ve dvou případech: jednak tehdy, je-li čidlo nákladné — například proto, že je velmi složité nebo proto, že nutně vyžaduje některou součástku z drahého kovu, jako například koncentrační čidla dosti často mívají žhavený drátek z platiny, a použití dvou čidel pak znásobuje cenu a jednak tehdy, vyvolává-li měřená změna v čidle jen malý výstupní signál. Je-li totiž signál srovnatelný s náhodnými výstupními změnami vyvolanými tepelným šumem, výrobními odchylkami, stárnutím nebo úsadami z tekutiny, pak vyhodnocovaný rozdíl může být i menší než tyto náhodné chyby a měření je neúnosně nepřesné.

Problém je řešen způsobem měření rozdílu mezi hodnotami téže veličiny ve dvou různých místech prostoru vyplněného tekutinou podle tohoto vynálezu, jehož podstatou je, že prostorový rozdíl se převádí na časový rozdíl mezi dvěma po sobě následujícími hodnotami měřeními jediným čidlem, k němuž se střídavě přivádí tekutina přes fluidický komutátor, jehož stav se překlápí průtokovými pulsy generovanými fluidickým oscilátorem.

Zejména je účelné provádět tento způsob měření zařízením, v němž čidlo je připojeno na hlavní vývod komutátoru, jehož první přívod je spojen s prvním odběrem tekutiny a druhý přívod je spojen s druhým odběrem a výstup oscilátoru je rovněž spojen s komutátorem.

Je také účelné uspořádat toto zařízení tak, že výstup oscilátoru je spojen s řídicím přívodem komutátoru.

Alternativně je vhodné uspořádat zařízení tak, že oscilátor je svým výstupem připojen na dominantní přívod komutátoru a svým napájecím přívodem je napojen na druhý odběr vyšetřované tekutiny.

Zařízení podle vynálezu může mít výstup čidla spojen přes hornofrekvenční propust a usměrňovač s vyhodnocovacím přístrojem.

Je též účelné uspořádat oscilátor tohoto zařízení tak, že je tvořen bistabilním rozváděcím zesilovačem se zpětnovazebním kanálem nebo zpětnovazebními kanálky připojenými alespoň na jednu řídicí trysku a s prvním kolektorem spojeným s komutátorem.

V jiné alternativě může mít zařízení svůj oscilátor tvořen monostabilním zesilovačem se zpětnovazebním kanálem spojujícím druhý kolektor a řídicí tryskou a s prvním kolektorem spojeným s komutátorem.

Podle tohoto vynálezu je komutátor například tvořen dvěma proudovými zesilovači s napájecí tryskou, napojenou na přívod a komutační řídicí tryskou, spojenou s prvním kolektorem nebo jiným výstupem oscilátoru, přičemž druhý proudový zesilovač má kolektor prvního zesilovače, spojený s hlavním vývodem, umístěn přímo proti druhé napájecí trysce, kdežto první proudový zesilovač má kolektor druhého zesilovače, rovněž spojený s hlavním vývodem, umístěn mimo směr vedoucí z ústí první napájecí trysky, a sice v poloze vysunutě vůči tomuto směru na opačnou stranu, než na které je ústí první řídicí trysky.

V jiné alternativě má komutátor vodící stěnu a dvě trysky vůči ní vyústěné pod ostrým úhlem, počítaje v to i úhel nulový. Jedna z nich, dominantní tryska, napojená na dominantní přívod, je skloněna pod menším, ostřejším úhlem a druhá, submisivní tryska, spojená s druhým přívodem, je skloněna pod větším úhlem, přičemž ústí obou trysek směřuje vůči počátku vodící stěny, kdežto na konci vodící stěny je kolektor odtlačovacího komutátoru spojený s hlavním vývodem, přičemž prostor po straně vodící stěny, do něhož vyúsťují obě trysky, je spojen s ventilačním vývodem napojeným na podružný vývod.

Nový přístup k problému měření rozdílu hodnot podle tohoto vynálezu je tedy umožněn vývojem nové třídy fluidických obvodů, komutátorů bez pohyblivých součástek. Podobně jako dříve známé oscilátory, jde pouze o soustavu kanálků, která může být jednoduše vyrobena například lisováním nebo fotochemickými postupy, tedy velmi levně a přitom vykazuje vysokou spolehlivost, neboť ani v oscilátoru, ani v komutátoru pak není nic, co by se mohlo opotřebovat otěrem ploch pohybujících se ve vzájemném kontaktu, co by se mohlo vzpříčit nebo zaseknout a podobně. Nejdůležitější však je, že odpadá nutnost nějakého vnějšího pohonu, jaký by například byl nezbytný, kdyby analogické střídavé přivádění tekutiny z různých míst k čidlu mělo být zajištěno mechanickými rozváděcími ventilkami nebo kohoutky. Zde je k funkci celého zařízení využita pouze přímo energie protékající tekutiny. Zatímco tedy s mechanickými ventily by šlo o natolik složitou a náročnou soustavu, že by její použití ztěžilo přišlo v úvahu a je levnější a jednodušší použít dvou čidel, nové čistě fluidické.

dické řešení je nakonec představováno pouhou soustavou dutin, která ani nijak nezvyšuje cenu jediného samotného čidla, neboť prostě může nahrazovat jednoduché kanálky, tak jako tak nezbytné pro přivádění tekutiny k čidlu. Po ekonomické stránce je tedy čistým ziskem uspořena cena jednoho čidla a přitom se dostává výhoda potlačení většiny příčin chyb a nepřesností. Běžné poruchové vlivy, jako je stárnutí materiálů čidla, teplotné změny nebo usazování nečistot z tekutiny na stěnách čidla, které zásadním způsobem ovlivňují dosažitelnou přesnost, probíhají značně pomalu, tedy v mnohem nižším frekvenčním pásmu, než je opakovací frekvence překlápění komutátoru.

Není proto problém jednoduchými elektrickými obvody odfiltrovat z výstupního signálu pouze složku o jediné frekvenci dané frekvencí oscilátoru, která přináší potřebnou informaci, a potlačit všechny změny v jiných, zejména v nízkých frekvenčních rozsazích, způsobené právě zmíněnými poruchovými vlivy. Při nižší ceně je tak možné dosáhnout nesrovnatelně vyšší citlivosti a přesnosti měření.

Funkce zařízení k měření rozdílu hodnot podle tohoto vynálezu je vysvětlena na připojených výkresech, kde obr. 1, 2 a 3 slouží vysvětlení funkce fluidických komutátorových obvodů, další dva obrázky obr. 4 a obr. 5 jsou bloková schémata dvou variant základního řešení popisovaného zařízení vysvětlující princip střídavého přivádění tekutiny k čidlu, obr. 6 je rovněž blokové schéma zachycující konkrétní příklad měření rozdílu dvou hodnot i se zpracováním výstupního signálu čidla, obr. 7 až obr. 9, ukazují příklady časových průběhů změn, a to pro názornost s přehnaně rychlým průběhem změn, napětí a proudu v důležitých místech výstupního elektrického obvodu znázorněného na obr. 6 a obr. 10 a obr. 11 ukazují dva konkrétní příklady — ve schematickém znázornění — fluidických obvodů, dosahujících účinku, který je cílem vynálezu.

Komutátorové obvody mají v zásadě dva přívody a dva vývody. Po určitou dobu prochází tekutina z prvního přívodu do hlavního vývodu a tekutina ze druhého přívodu do podružného vývodu. Pak dojde k překlopení, po němž se cesty obou tekutin navzájem vystřídají. Je to znázorněno schematicky na obr. 1. Zde do komutátoru 1 vedou zleva dva přívody, nahoře první přívod 14 a dole druhý přívod 15. Na obrázku jsou uvedena obvyklá označení, přívody písmenem S, užívána v literatuře a je naznačeno, jak do prvního přívodu 14 přichází tekutina černé barvy, kdežto do druhého přívodu 15 tekutina bílé barvy. Vpravo má komutátor 1 dva vývody, obvykle označované písmenem Y, z nichž horní označujeme jako hlavní vývod 12, spodní je pak podružný vývod 16. Vpravo jsou dvojice šipek, které svou barvu ukazují, jak v určitém stavu komutátoru 1 vystupuje černá tekutina hlavním vývodem 12

a podružným vývodem 16 pak tekutina bílá. Přivedením překlápěcího řídicího signálu do řídicího přívodu 13, v literatuře obvykle označován X, dojde k překlopení, po němž hlavním vývodem 12 vystupuje bílá tekutina a podružným vývodem 16 tekutina bílá.

Přivedením dalšího řídicího signálu, jde-li o signály v podobě průtokových pulsů, nebo pominutím řídicího průtoku do řídicího přívodu 13 pokud je určitý stav komutátoru 1 udržován trvalým řídicím přítokem, s navrátí původně popsany výchozí stav a celý děj překlápění se může opakovat.

Vyvinuly se dva základní typy komutátorových obvodů. Kromě konfigurace odpovídající obr. 1, s rovnocennými přívody a samostatným řídicím přívodem 13, lze také sestavit uspořádání, které má obvykle výhodu větší jednoduchosti, jehož funkce je znázorněna na následujících dvou obrázcích obr. 2 a obr. 3. Vyznačuje se tím, že na rozdíl od prvního přívodu 14 svým významem rovnocenného druhému přívodu 15 je zde dominantní přívod 143 sloužící současně k přívodu jedné z rozváděných tekutin a k přívodu překlápěcího signálu. V tomto případě se nepředpokládá trvalý přítok obou tekutin do přívodů. Trvale přitéká pouze tekutina druhým přívodem 15 (na obr. 2 a obr. 3 je označen bílou šipkou). Ve stavu zachyceném na obr. 2 postupuje, bez přítoku tekutiny do dominantního přívodu 143, tekutina ze druhého přívodu 15 do hlavního vývodu 12. To se změní, jakmile je stav komutátoru 1 překlopen aktivováním dominantního přívodu 143. Tekutina přitékající dominantním přívodem 143, na obr. 3 označená černou šipkou, si vynutí průchod do hlavního vývodu 12 a vytlačí tekutinu z druhého přívodu 15 do podružného vývodu 16.

Jak je této funkční schopnosti obou variant komutátoru 1 využito ke střídavému přivádění tekutin k čidlu 2 je naznačeno na následujících dvou obrázcích obr. 4 a obr. 5, kde na obr. 4 je zachyceno zapojení se základní variantou komutátoru 1 mající symetrické přívody a samostatný ovládací vstup, zatímco na obr. 5 je zapojení s variantou komutátoru 1 s dominantním přívodem 143. V obou případech je čidlo 2, zjišťující hodnotu vyšetřované tekutiny, zapojeno na hlavní vývod 12 komutátoru 1. Součástí obvodu je též oscilátor 3. Oscilátory 3 jsou jiná známá třída fluidických obvodů, vyznačující se tím, že při přívodu trvalého, časově neměnného průtoku tekutiny generují na svém výstupu průtokové oscilace, představované periodickým přerušováním průtoku, obvykle určitou stálou frekvencí. Časté jsou oscilátory s prvkem rozváděcího typu, které mají dva výstupy a namísto přerušování průtoku v nich dochází k periodickému převádění průtoku z jednoho výstupu do druhého.

Vezmeme-li však i v takovém případě v úvahu pouze průtok v jednom z těchto výstupů, zjistíme, že zde je též průtok přerušo-

ván, respektive periodicky zmenšován, tak jako u oscilátorů s prvkem uzavíracího typu. V zásadě bývají obvyklé oscilátory **3** tvořeny aktivním, zesilovacím prvkem se zavedenou negativní zpětnou vazbou, obvykle vazbou mezi výstupem a vstupem: vzrůstá-li úroveň průtoku ve výstupu, zvětšuje se ovládací signál, jímž je průtok uzavírán; zavede-li se ve zpětnovazební cestě vhodné zpoždění, opozdí se uzavírací efekt za nárůstem průtoku a když se konečně prvek začne uzavírat, uplatní se s jistým zpožděním tendence k otevření a takovýto proces se periodicky opakuje.

I když jde o měření určité veličiny v téže tekutině, je pro znázornění na obr. 4 a obr. 5 účelná představa dvou různých tekutin, například černé a bílé. Konkrétně bude „černá“ tekutina představovat například tekutinu odebíranou z místa s vyšší koncentrací měřené veličiny, „bílá“ tekutina pak tekutinu odebíranou z místa, kde je koncentrace nižší. Obě tekutiny jsou podle obr. 4 trvale přiváděny do přívodů, prvního přívodu **14** a druhého přívodu **15** komutátoru **1**. Paralelně k prvnímu přívodu **14** je na obr. 4 připojen oscilátor **3**. Generované oscilace znamenají periodické přivádění překlápěcího signálu do řídicího přívodu **13**. Při periodickém překlápění prochází tedy čidlem **2** střídavě obě přiváděné tekutiny. Tétoho efektu se dosahuje i v zapojení z obr. 5, lišícím se tím, že oscilátor **3** periodicky přerušuje přímo průtok jedné z tekutin, a sice průtok do dominantního přívodu **143**.

Obr. 6 pak konkrétně ukazuje, jak je takové zapojení komutátoru **1** s oscilátorem **3** využito k měření rozdílu mezi hodnotami téže veličiny ve dvou místech prostoru vyplněného tekutinou podle tohoto vynálezu. Pro konkrétní představu jde o příklad, kdy je zjišťována koncentrace určitého kontaminantu termokonduktivní metodou. Změna koncentrace kontaminantu vede ke změně tepelné vodivosti tekutiny, a to se projeví ve změně teploty ohřívajícího drátku obtékaného tekutinou. Změna teploty se pak ovšem snadno zjistí, neboť se projeví změnou elektrického odporu drátku. Ovšem tato změna elektrického odporu je dosti malá i při výrazných změnách koncentrace. Jde-li pak o velmi malé koncentrace kontaminantu a navíc o poměrně malé změny této malé koncentrace, jsou často změny elektrického odporu na mezi zjistitelnosti. Zpravidla, pokud není cena čidla velká, se problém řeší použitím dvou čidel zapojených do Wheatstoneova můstku. Předpokládá se přitom, že vlastnosti obou čidel jsou identické a rozdíl mezi jejich výstupními veličinami — elektrickými odpory drátků — je pouze důsledek zjišťované změny koncentrace. Ve skutečnosti se zjistí, že již pouhé dosažení shodného elektrického odporu u dvou drátků je krajně obtížný problém. I drátky zhotovené z téže výrobní série materiálu se pak liší svými vlastnostmi pokud jde například o

stárnutí a i kdyby to se podařilo vyřešit, nebudou drátky obou čidel pracovat za identických podmínek — například různé nečistoty z vyšetřované tekutiny se na obou budou usazovat různým způsobem a pod. Je tedy velkou výhodou, že podle vynálezu se vystačí s pouze jediným čidlem. Na obr. 6 jde o situaci, kdy se koncentrace kontaminantu o něco málo změní filtračním účinkem přepážky **50**, jíž tekutina prochází. Před přepážkou **50** je umístěn první odběr **4**, odebírající trvale malý vzorek tekutiny, za přepážkou **50** je pak druhý odběr **5**.

Komutátor **1** je základního typu, odpovídající obr. 1, a základem snímače koncentrační difference je zapojení podle obr. 4. Oba vzorkové průtoky jsou odebírány dmychadélkem **6** o malém výkonu, výstupní hodnota koncentračního rozdílu, spádu na přepážce **50**, je indikována ručkovým měřidlem **26**. Samozřejmě, že místo něj by mohl být registrační přístroj, digitální měřidlo, anebo by výstupní signál namísto pouhého indikování mohl být zaveden do řídicího systému ovládacího procesu generace kontaminantu a podobně. Je použit oscilátor **3** s prvkem rozváděcího typu: jeden jeho výstup je zaveden řídicím přívodem **13** do komutátoru **1**, druhý vývodním kanálkem **36** odchází nevyužit do dmychadélka **6**. Tekutina procházející oscilátorem **3** je odebírána z prvního odběru **4**. Jde o tekutinu s ještě vyšší hodnotou koncentrace kontaminantu, jež je také přiváděna do prvního přívodu **14**. Do druhého přívodu **15** se vede tekutina s koncentrací zmenšenou filtračním efektem v přepážce **50**, odebíraná druhým odběrem **5**. Jak je popsáno u obr. 4, kde je v podstatě shodné zapojení komutátoru **1**, čidla **2** a oscilátoru **3**, prochází čidlem **2** periodicky se střídající průtok vzorků s různou koncentrací kontaminantu.

Pro názornost výkladu si vezměme situaci, že přítomností kontaminantu se zvětšuje tepelná vodivost tekutiny. V čidle **2** je tenký drátek ohříváný procházejícím elektrickým proudem, jehož teplota tedy vždy poněkud poklesne kdykoliv kolem něj prochází vzorek, v němž je kontaminantu více, tedy vzorek z prvního odběru **4**. S poklesem teploty se odpor drátku zmeší a protéká jím tedy větší proud. Předpokládejme, že na drátek v čidle **2** působí také různé parazitní vlivy, jimiž se mění odpor — třeba stárnutí materiálu nebo usazování nečistot ztěžujících přestup tepla do tekutiny. Může třeba docházet k tomu, že změnou tření v ložiskách dmychadélka **6** se mění jeho otáčky a roste rychlost průtoku tekutiny kolem drátku čidla **2**, s čímž se také mění intenzita přestupu tepla. Na druhé straně dochází v přepážce **50** ke změnám, ovlivňujícím její filtrační schopnost. To nejsou parazitní efekty, ale právě proces, který nás zajímá a jehož velikost potřebujeme měřit. Obr. 6 naznačuje příklad jednoduchého elektrického obvodu,

umožňujícího extrahovat z výstupního signálu čidla 2 právě jen tu složku, přenášející žádanou informaci. Jak je patrné, v sérii s drátkem čidla 2 je zde zapojeno primární vinutí transformátoru 23. Na jeho sekundární vinutí je připojena polovodičová dioda 24, vyhlazovací kondenzátor 25 a ručkové měřidlo 26. Na obr. 7 je jako názorný příklad naznačen průběh napětí U_s na drátku čidla 2 v závislosti na čase. Předpokládejme, že drátek i primární vinutí transformátoru 23, s ním v sérii zapojené, jsou připojeny na zdroj konstantního napětí U_c . Odpor primárního vinutí transformátoru 23 se prakticky s časem nemění. Poklesne-li odpor drátku čidla 2, vzroste jím procházející proud a zvětší se tedy i napětí na primárním vinutí transformátoru 23, jímž prochází tentýž proud. Z konstantního napětí U_c připadne na napětí na drátku U_s menší podíl. Proto při periodických změnách odporu drátku se bude také U_s periodicky měnit, jak je na obr. 7 naznačeno. Pro jednoduchost jsou naznačeny obdélníkové průběhy; skutečný tvar vln bude ovšem složitější, již vzhledem k sériové indukčnosti primárního vinutí. Na obr. 7 je naznačena právě situace, kdy se mění jak hodnoty při průtoku tekutiny odbírané prvním odběrem 4, tak i hodnoty jaké nastávají protéká-li kolem drátku tekutina ze druhého odběru 5. To, co je důležité, je rozdíl mezi oběma hodnotami měnící se v důsledku změn filtračních vlastností přepážky 50. Kdyby se neuplatňovaly parazitické vlivy, byla by hodnota U_s na dolní straně „vln“ na obr. 7 — tedy úseků, během nichž je napětí na drátku nižší, neboť prochází čidlem 2 tekutina obsahující více kontaminantu — konstantní, s časem neměnná a měnila by se pouze výška vln. Využívá se toho, že parazitní efekty probíhají velmi pomalu — růst na obr. 7 je v porovnání s opakovací periodou překlápění pro názornost velmi značný, ve skutečnosti by se změny dolního konce vln děly mnohem pomaleji. Na obr. 6 je uspořádání, v němž se tyto pomalé změny odfiltrují z výstupního signálu tím, že signál prochází transformátorem 23. Obr. 8 ukazuje časový průběh proudu protékajícího sekundárním vinutím transformátoru 23. Proudový impuls je zde indukován vždy při každé změně napětí U_s na drátku čidla 2, jeho polarita závisí na tom, zda u změny U_s jde o pokles nebo vzrůst a amplituda je úměrná tomu, o jak velký pokles nebo vzrůst jde. Znamená to, že amplitudy proudových impulsů nejsou ovlivněny pomalými, „stejnoseměrnými“ změnami způsobenými parazitními vlivy, ale pouze rozdílem úrovní mezi napětími U_s v obou stavech komutátoru 1. Další část elektrického obvodu na obr. 6 pak již slouží jen k tomu, umožnit změření amplitudy proudových pulsů ručkovým měřidlem 26. Pulsy jsou usměrněny diodou 24, čímž se dostane časový průběh napětí naznačený čárkovane na obr. 9. Paralelně k ručkovému měřidlu 26 je na obr. 6

připojen vyhlazovací kondenzátor 25, který se nabíjí při každém pulsu procházejícím diodou 24 a vybíjí se potom natolik pomalu, že napětí U_m na svorkách měřidla podle obr. 9 nestačí v mezipulsových mezerách klesnout na nulu a dostává se tedy prakticky stejnosměrný průběh s mírným zvlněním, dobře měřitelný ručkovým měřidlem 26. Jak vyplývá z uvedeného, ukazuje měřidlo hodnotu napětí úměrnou rozdílu mezi horní a spodní úrovní napětí U_s z obr. 1 a neovlivněnou pomalu probíhajícími změnami, což je právě cílem zařízení podle tohoto vynálezu.

Zbývající dva obrázky, obr. 10 a obr. 11, mají za cíl ukázat příklady konkrétního zapojení. Výše popsaná funkce je v zásadě realizovatelná i s mechanickými ventilkami v roli komutátoru 1 a s mechanofluidickým nebo i jiným oscilátorem 3. Praktická použitelnost myšlenky převodu prostorového rozdílu na rozdíl časový je však důsledkem toho, že jsou k dispozici možnosti velmi elegantní realizace fluidickými prvky bez pohyblivých součástí. V příkladě obvodu z obr. 10 se jedná až na drobnou odchylku o realizaci uspořádání podle obr. 6, na následujícím obr. 11 jde pak o to ukázat, jak lze dosáhnout obzvláště jednoduchého provedení využitím komutátoru 1 překlápěného dominantním přívodem 143 a zjednodušeného oscilátoru.

Pro názornost se jedná na obr. 10 o měřidlo koncentračního spádu na přepážce 50 s termokonduktivním snímačem, stejně jako tomu bylo na obr. 6. Odchylka je v tom, že přepážka 50 je zde umístěna v trubici 51. Odpadá zde dmychadélko 6 z obr. 6, neboť potřebný tlakový spád je zde jednoduše vyroben tím, že v trubici 51 byla zařazena clonka 52. Tekutina protéká popisovaným obvodem účinkem tlakového spádu na clonce 52. Na obr. 10 jsou zakresleny tři fluidické prvky: bistabilní rozváděcí zesilovač 31, první proudový zesilovač 101 a druhý proudový zesilovač 102. Nejdůležitějšími součástkami těchto prvků jsou trysky, znázorněné jako černé, vyplněné trojúhelníčky. Při průtoku tryskou se v důsledku zmenšování průřezu přeměňuje tlaková energie tekutiny na kinetickou. Také první odběr 4 a druhý odběr 5 jsou takto naznačeny, i v nich je tekutina urychlována. Ovšem v tryskách je urychlována k tomu, aby se výtokem z trysky vytvořil tekutinový proud. Proti trysce jsou pak uspořádány kolektory sloužící k zachycení proudu. Jsou naznačeny jako bílé, nevyplněné trojúhelníčky, neboť v nich se průřez pozvolna zvětšuje a kinetická energie proudu se tak postupně zase přeměňuje na energii takovou. Má tedy kolektor opačnou úlohu než tryska.

Bistabilní rozváděcí zesilovač 31 obsahuje dále ještě dvě přídržné stěny: první přídržnou stěnu 317 a druhou přídržnou stěnu 319. Proud vytvořený výtokem z napájecí trysky 311 bistabilního zesilovače přilne vždy buď k jedné, nebo druhé z nich a je pak veden

buď do prvního kolektoru **314**, nebo do druhého kolektoru **315**. Překlápění proudu od první přídržné stěny **317** ke druhé a naopak je dosaženo účinkem výtoku z řídicích trysek, první řídicí tryšky **312** a druhé řídicí tryšky **313**. Je známo, že propojením řídicích trysek **312**, **313** kanálkem se vytvoří oscilátor **3** se střídavým výtokem tekutiny z řídicích trysek **312**, **313**, a tím střídavým překlápěním proudu vedoucím k tomu, že průtok kolektory **314**, **315** je periodicky přerušován. Průtok z prvního kolektoru **314** je zaveden do řídicího přívodu **13** komutátoru **1**. Komutátor **1** je zde tvořen dvěma proudovými zesilovači **101**, **102** a kanálky, které je propojují; jeho hranice jsou na obr. 10 vyznačeny čárkovanou čarou a přerušovaným vyšrafováním vnitřku takto vymezené oblasti. Je vidět, že kromě řídicího přívodu **13** vede do takto ohraničeného komutátoru **1** první přívod **14** z prvního odběru **4** ve stěně trubičky **51**, dále druhý přívod **15** ze druhého odběru **5**. Vystupují z něj hlavní vývod **12** dole, vedoucí do čidla **2**, a podružný vývod **16** vpravo dole. Drobnou odchylkou proti uspořádání z obr. 6 je to, že zde do komutátoru **1** vede ještě vývodní kanálek **36** ze druhého kolektoru **315**. Na obr. 6 je vývodní kanálek **36** z oscilátoru **3** veden až do spoje podružného vývodu **16** s vývodem z čidla **2**, funkční rozdíl však v této úpravě není.

Vždy, když dopadá tekutinový proud v bistabilním rozváděčím zesilovači **31** do prvního kolektoru **314**, protéká tekutina řídicím přívodem **13** jednak do první komutační řídicí tryšky **121**, jednak do druhé komutační řídicí tryšky **122**. V prvním proudovém zesilovači **101** to způsobí, že se vychýlí proud více kontaminované tekutiny z první napájecí tryšky **111** tak, že dopadá do kolektoru **114** prvního zesilovače. Podobně je vychylován proud vytékající ze druhé napájecí tryšky **112** ve druhém proudovém zesilovači **102**. Zde jsou poměry komplikovanější tím, že tak dochází k mísení tekutin z obou odběrů **4**, **5**. Nevede to však k potížím, zde vychýlený proud dopadá mimo kolektor **115** druhého zesilovače a ventilačním vývodem **117** druhého zesilovače postupuje do podružného vývodu **16**. Do čidla **2** v tomto stavu přichází s ničím nemísená tekutina z prvního odběru **4**. Jakmile se proud z napájecí tryšky bistabilního zesilovače **311** překlopí ke druhé přídržné stěně **318**, výtok z komutačních řídicích trysek **121**, **122** pomine. Tekutina z prvního odběru **4** po výtoku z první napájecí tryšky **111** dopadá do ventilačního vývodu **116** prvního zesilovače a odchází podružným vývodem **16**.

Do čidla **2** v tomto stavu přichází tekutina ze druhého odběru **5**, vytékající z druhé napájecí tryšky **112** a s ničím nesmísená dopadající do kolektoru **115** druhého zesilovače. Bistabilní rozváděč zesilovač **31** lze snadno navrhnout tak, aby v tomto jeho stavu skutečně ani stopové množství tekutiny z prvního odběru **4** nedopadalo do prvního kolek-

toru **314** a naopak ejekčním účinkem proudu vytékajícího z napájecí tryšky bistabilního zesilovače byla jistá část tekutiny z obou proudových zesilovačů **101**, **102** komutačními řídicími tryskami **121**, **122** odsávána, takže vzájemné kontaminování není možné. Jak již bylo řečeno, tekutiny z obou odběrů **4**, **5** protékají naznačenými prvky účinkem spádu mezi odběry **4**, **5** a výstkem **56**. Je třeba říci, že nakreslený obvod se sice jeví poměrně složitý, že však tato konfigurační složitost není spojena s výrobní složitostí, neboť všechny popsané prvky a spojovací kanálky jsou zhotoveny, například vylisovány najednou jako dutiny v jediné, například v keramickém tělísku. Vylisování dutin trvá stejně dlouho a je stejně pracné, ať jsou dutiny tvarované složitě nebo jednoduše. Totéž platí i pro zhotovování například fotochemickými postupy, jako odleptání neosvětlených míst na destičce pokryté fotosenzitivním lakem a osvětlené přes negativ zachycující potřebné tvary dutin.

Přesto i po konfigurační stránce lze provést celý obvod jednodušeji. Příklad jednoduchého provedení ukazuje následující obr. 11. Jde zde opět o schematické zakreslení prvků; v praxi ovšem je možné ještě další zjednodušení oproti tomuto schématu, a to tím, že dojde ke vzájemné integraci nakreslených prvků. Je například zbytečné, aby průtok zpomalený v prvním kolektoru **314** byl zase o něco dále urychlován v dominantní trysce **121**. Oba prvky, kolektor **1** a monostabilní zesilovač **32**, mohou totiž spolu splýnout tak, že v určitém stavu proud z napájecí tryšky **320** monostabilního zesilovače bude přímo ovlivňovat výtok ze submisivní tryšky **122**.

V tomto příkladu jde o konfiguraci s komutátorem **1** překlápěným aktivací dominantního přívodu **143**. Není-li tento přívod aktivován, to je tekutina jím neprochází, pak do kolektoru **123** odtlačovacího komutátoru dopadá pouze tekutina ze submisivní tryšky **122**, tedy tekutina ze druhého odběru **5** a pouze ta se tedy dostává do čidla **2**. Jakmile dojde k průtoku tekutiny z prvního odběru **4** monostabilním zesilovačem **32** do dominantního přívodu **143**, vytéká tato tekutina z dominantní tryšky **121** podél vodící stěny **124** a odtlačí od vodící stěny **124** tekutinu ze druhého vývodu **5**. Protože kolektor odtlačovacího komutátoru **123** má jen úzké ústí, sahající do malé výšky nad vodící stěnu **124**, zachytí se jím pouze tekutina z prvního odběru **4**. Ostatní tekutina, počítaje v to i směšovací vrstvu na rozhraní mezi oběma proudy, odchází ventilačním vývodem **125** do podružného vývodu **16**. Pro zjednodušení je i v prvku oscilátoru **3** provedeno několik úprav oproti provedení oscilátoru z obr. 10: nejde již o bistabilní uspořádání, je tu pouze preferovaná přídržná stěna **319** a jediná řídicí tryška **316**. Proud vytékající z napájecí tryšky **320** monostabilního zesilova-

če má vždy tendenci přilnout k preferované přídržné stěně 313 a dopadat tedy do druhého kolektoru 315. Ten je však spojen s řídicí tryskou 316 zpětnovazebním kanálkem 310, zavádějícím negativní zpětnou vazbu. V cestě zpětné vazby je však zabudováno zpoždění: slouží k tomu akumulární komůrka 33: předpokládá se, že tekutinou je v tomto případě plyn, jehož tlak v akumulární komůrce 33 při plnění přes druhý kolektor 315 pozvolna narůstá — uplatňuje se stlačitelnost plynu. Teprve po určité době naroste tlak na úroveň vedoucí k výtoku z řídicí trysky 316 s intenzitou dostačující k vyvychýlení proudu vytékajícího z napájecí trysky monostabilního zesilovače 320 do prvního kolektoru 314. Tím dojde k aktivaci dominantního přívodu 143, která trvá ještě po určitou dobu, neboť se opět uplatní stlačitelnost tekutiny — plynu — díky které ještě po jistou dobu trvá výtok z řídicí trysky 316. Je patrné, že v tomto provedení má celé ústrojí zcela jednoduchou konfiguraci, při vhodném tvarová-

ní a eventuální integraci obou prvků je celkový charakter dutin jen o málo složitější, než by měly kanálky jednoduše sloužící k přívodu tekutiny k čidlu 2.

Pro jednoduchost se výklad příkladů provedení soustředil na měření koncentrace kontaminantu a termokonduktivní čidlo 2. Je ovšem samozřejmé, že právě tak lze způsob a zařízení podle vynálezu použít i s nejrůznějšími čidly, například založenými na metodě optické extinkce, elektrické vodivosti atd. a rovněž škála vyšetřovaných veličin je nesmírně široká.

Vynález může najít uplatnění zejména v laboratorních přístrojích, ale v provozních měřidlech sloužících ke sledování nejrůznějších parametrů tekutin, například v chemickém nebo potravinářském průmyslu, u spalovacích zařízení a spalovacích motorů k detekci koncentrace škodlivin a například změn této koncentrace při průchodu katalytickými filtry a pod.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob měření rozdílu mezi hodnotami téže veličiny ve dvou různých místech prostoru vyplněného tekutinou, vyznačující se tím, že prostorový rozdíl se převádí na časový rozdíl mezi dvěma po sobě následujícími hodnotami měřenými jediným čidlem, k němuž se střídavě přivádí tekutina z obou míst přes fluidický komutátor, jehož stav se překlápí průtokovými pulsy generovanými fluidickým oscilátorem.

2. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, vyznačující se tím, že čidlo (2) je připojeno na hlavní vývod (12) komutátoru (1), jehož první přívod (14) je spojen s prvním odběrem (4) tekutiny a druhý přívod (15) je spojen s druhým odběrem (5) a výstup oscilátoru (3) je rovněž propojen s komutátorem (1).

3. Zařízení podle bodu 2, vyznačující se tím, že výstup oscilátoru (3) je spojen s řídicím přívodem (13) komutátoru (1).

4. Zařízení podle bodu 2, vyznačující se tím, že oscilátor (3) je svým výstupem připojen na dominantní přívod (143) komutátoru (1) a svým napájecím přívodem (314) je napojen na druhý odběr (5) vyšetřované tekutiny.

5. Zařízení podle bodu 3 nebo bodu 4, vyznačující se tím, že výstup čidla (2) je spojen přes hornofrekvenční propust, například transformátor (23), a usměrňovač, například tvořený diodou (24) a vyhlazovacím kondenzátorem (25), s vyhodnocovacím přístrojem, například ručkovým měřidlem (26).

6. Zařízení podle bodu 3 nebo bodu 4, vyznačující se tím, že oscilátor (3) je tvořen bistabilním rozváděcím zesilovačem (31) se zpětnovazebním kanálkem nebo kanálky (310) připojenými alespoň na jednu řídicí

trysku (312, 313) a s prvním kolektorem (314) spojeným komutátorem (1).

7. Zařízení podle bodu 3 nebo bodu 4, vyznačující se tím, že oscilátor (3) je tvořen monostabilním zesilovačem (32) se zpětnovazebním kanálkem (310) spojujícím druhý kolektor (315) s řídicí tryskou (316) a s prvním kolektorem (314) spojeným s komutátorem (1).

8. Zařízení podle bodu 3, vyznačující se tím, že komutátor (1) je tvořen dvěma proudovými zesilovači (101, 102) s napájecí tryskou (111, 112) napojenou na přívod (14, 15) a komutační řídicí tryskou (121, 122) spojenou s prvním kolektorem (314) nebo jiným výstupem oscilátoru (3), přičemž druhý proudový zesilovač (102) má kolektor (115) druhého zesilovače spojený s hlavním vývodem (12), umístěn přímo proti druhé napájecí trysce (112), kdežto první proudový zesilovač (101) má kolektor (114) prvního zesilovače, rovněž spojený s hlavním vývodem (12), umístěn mimo přímý směr vedoucí z ústí první napájecí trysky (111), a sice v poloze vysunutě vůči tomuto směru na opačnou stranu, než na které je ústí první řídicí trysky (121).

9. Zařízení podle bodu 4, vyznačující se tím, že komutátor (1) má vodící stěnu (124) a dvě trysky vyústěné vůči vodící stěně pod ostrým úhlem, počítaje v to i úhel nulový, přičemž jedna z nich, dominantní tryska (121), napojená na dominantní přívod (143), je skloněna pod menším úhlem a druhá, submisivní tryska (122), spojená s druhým přívodem (15), je skloněna pod větším úhlem, přičemž ústí obou trysek (121, 122) směřuje vůči počátku vodící stěny (124), kdežto na

konci vodicí stěny (124) je kolektor (123) odtlačovacího komutátoru spojený s hlavním vývodem (12), přičemž prostor po straně vodicí stěny (124), do něhož vyúsťují obě

trysky (121, 122), je spojen s ventilačním vývodem (125), napojeným na podružný vývod (16).

5 listů výkresů

