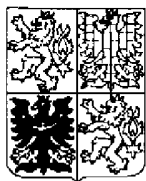


PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **25.03.1999**
(32) Datum podání prioritní přihlášky: **25.03.1998**
(31) Číslo prioritní přihlášky: **1998/9801014**
(33) Země priority: **SE**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **15.08.2001**
(Věstník č. 8/2001)
(86) PCT číslo: **PCT/SE99/00473**
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO99/51945**

(21) Číslo dokumentu:

2000 - 3931

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

G 01 F 1/66

(71) Přihlašovatel:

THERMO MEASUREMENT LTD, Winchester, GB;

(72) Původce:

Lindahl Jörgen, Skurup, SE;

(74) Zástupce:

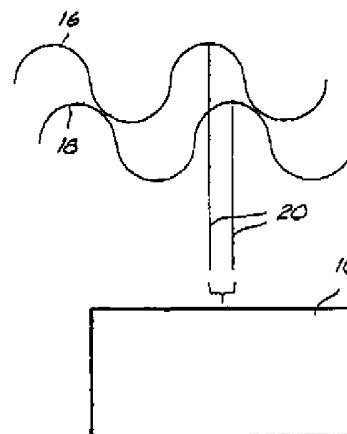
Žák Vítězslav Ing., Lidická 51, Brno, 60200;

(54) Název přihlášky vynálezu:

Způsob stanovení rychlosti proudění tekoucího media a zařízení pro jeho provádění

(57) Anotace:

Způsob stanovení rychlosti proudění tekoucího media, kapaliny nebo plynu, v uzavřené dopravní cestě, kdy se současně vyšlou dva pulsně tvarované, oscilující signály napříč proudem tekutiny, přičemž jeden signál směřuje ve směru (4) a druhý proti směru (4) proudění tekutiny, tyto signály se zachytí a rychlost proudění tekutiny se stanoví z fázového posuvu (20) mezi zachycenými signály, přičemž signály se vysílají ze zdrojů umístěných ve vzájemném odstupu po směru (4) proudění tekutiny. Při stanovení fázového posuvu (20) mezi pulsně tvarovanými oscilujícími signály se provede kompenzace na časovou prodlevu těchto signálů v tekutině, přičemž každý z obou signálů se vyšle z jednoho zdroje signálu ve směru proti druhému zdroji signálu a po vyslání obou signálů se oba zdroje signálu přepnou do režimu pro příjem vyslaných pulsně tvarovaných oscilujících signálů.



Způsob stanovení rychlosti proudění tekoucího media a zařízení ^{pro} jeho provádění.

Oblast techniky

Vynález se týká způsob stanovení rychlosti proudění tekoucího media, kapaliny nebo plynu, a zařízení pro provádění tohoto způsobu.

Dosavadní stav techniky

Je znám způsob stanovení rychlosti proudění tekutiny v uzavřené dopravní cestě, kdy jsou vyslány dva pulsně tvarované, oscilující signály napříč proudem tekutiny, přičemž jeden signál směřuje proti směru a druhý ve směru proudící tekutiny, tyto signály se zachytí a rychlost proudění tekutiny se určí z fázového posuvu mezi zachycenými signály. Signál vyslaný po směru proudění tekutiny je přijímačem zachycen dříve než signál vyslaný proti směru proudění, čímž je dán fázový posun mezi oběma zachycenými signály. Při tomto způsobu se používá zařízení sestávající ze dvou signálních generátorů, které jsou přepínány do režimu signálních přijímačů dříve, než jsou jimi vyslané signály zachyceny. Jelikož rychlost šíření signálů je různá v různém prostředí, a v určitém prostředí se mění též v závislosti na tlaku a teplotě tohoto prostředí, mění se v závislosti na těchto parametrech též časová prodleva mezi zachycenými signály aniž se ve skutečnosti mění rychlost proudění tohoto prostředí. Tato nepřesnost měření je pochopitelně značným nedostatkem popsané metody stanovování rychlosti proudění tekutých médií.

Dále je známa metoda měření rychlosti proudění tekutiny v uzavřené dopravní cestě, kdy je z prvního bodu vyslán pulsně tvarovaný, oscilující signál do druhého bodu, který je umístěn ve odstupu od prvního, po směru proudění. Signál, který je zachycen ve druhém bodě je digitalizován a v této formě je uložen do elektronické paměti. Pak je pulsně tvarovaný, oscilující signál vyslán v opačném směru, tj. z druhého bodu do prvního bodu, kde je tento signál je rovněž digitalizován a uložen v elektronické paměti. Vzhledem k tomu, že jeden ze signálů běží proti směru proudění a druhý signál po směru, vzniká mezi oběma fázový posun a tento posun je použit pro stanovení rychlosti proudění.

Nevýhodou tohoto již známého způsobu je skutečnost, že signály nejsou vysílány a přijímány současně. Důsledkem je nežádoucí vliv okamžitého kolísání rychlosti proudění na stanovenou hodnotu této veličiny. Dalším nedostatkem je nutnost použití velmi složitých a nákladných obvodů.

Účelem tohoto vynálezu je vytvoření způsobu a zařízení pro stanovení rychlosti proudění tekutiny uzavřenou dopravní cestou, které nevykazují nedostatky dosavadních, výše popsaných řešení a umožňují použití méně nákladných prostředků pro provádění jednotlivých kroků.

Podstata technického řešení

Jednoho z výše uvedených účelů je dosaženo způsobem stanovení rychlosti proudění tekutiny podle tohoto vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že při zjišťování fázového posunu mezi signály se provádí kompenzace prodlevy pulsně tvarovaného, oscilujícího signálu v tekutině. Fázový posun mezi oběma signály se tak koriguje s ohledem na rychlost šíření signálů v tekutině, takže fázový posun pro stanovení rychlosti proudění se určí pro jednu a tutéž časovou prodlevu signálu v tekutině.

Podle předmětném způsobu je dále výhodné, když oba pulsně tvarované, oscilující signály jsou vyslány současně, každý z jednoho, jemu příslušejícího generátoru, přičemž tyto generátory jsou umístěny ve vzájemném odstupu po směru proudění. Každý z vyslaných signálů je zachycen příslušným přijímačem, přičemž je výhodné použít generátory, které mohou být přepnuty do režimu přijímačů signálů. Jsou tedy vyslány dva pulsně tvarované, oscilující signály, každý z jednoho signálového generátoru směrem k druhému signálovému generátoru a tyto generátory jsou před příchodem vyslaných signálů přepnuty do režimu příjmu. Podle předmětného způsobu jsou signály vysílány a přijímány na různých stranách uzavřené dopravní cesty a fázový posun mezi přijatými signály je korigován s ohledem na úhel mezi směrem šíření signálů a směrem proudění tekutiny.

Je dále výhodné, jsou-li signálové generátory napájeny sinusovým, pulsně tvarovaným napětím, které je pomocí signálních generátorů měněno na ultrazvukový signál, který je napříč proudící tekutinou přenášen na signální

přijímač, kde je převeden zpět na sinusové, pulsně tvarované napětí. Ze sinusového, pulsně tvarovaného napětí, zachyceného signálními přijímači, je pak pomocí analogového fázového detektoru určen fázový posun mezi sinusovými, pulsně tvarovanými napětími. Uzavřená dopravní cesta pro proudící kapalinu může být tvořena trubicemi z materiálu, který dovoluje průchod ultrazvukového signálu bez jeho přílišného zeslabení nebo odvedení mimo. Nicméně stěny takových trubic musí být z relativně homogenního materiálu, který zaručuje čistotu signálů. Pro vyloučení případných problémů, které by mohly nastat při průchodu ultrazvukových signálů stěnami trubice, je možné umístit signální generátory přímo dovnitř této trubice.

Vynález se týká rovněž prostředku pro provádění předmětného způsobu.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález je dále podrobněji objasněn na příkladech jeho praktického provedení, uvedených na přiložených výkresech, kde na obr. 1a je schematicky znázorněno základní uspořádání zařízení pro provádění způsobu podle vynálezu a na obr. 1b je znázorněn základní princip tohoto způsobu. Obr. 2, 3 a 4 ukazují alternativní uspořádání zařízení podle vynálezu. Obr. 5 představuje logický obvod k provádění předmětného způsobu. Na obr. 6 je znázorněn blokový diagram elektronického obvodu, který je součástí zařízení podle vynálezu.

Příklad provedení

Na obr. 1, je schematicky uvedeno zařízení určené pro stanovení rychlosti proudění tekutiny, např. kapaliny, protékající trubicí 2 v daném směru 4. Toto zařízení sestává z prvního senzoru 6 a druhého senzoru 8, mechanicky spojených s trubicí 2 a elektronické jednotky 10 na bázi výpočetní techniky. Oba senzory 6,8 jsou tvořeny ultrazvukovým zařízením, přepínatelným z režimu vysílacího do režimu přijímacího. Obě zařízení jsou umístěna na protilehlých stranách trubice 2, ve vzájemném odstupu, měřeno podél trubice 2 a jsou nasměrována tak, že ultrazvukový signál vyslaný z jednoho ze senzorů 6,8 zasáhne druhý senzor 6,8. Na senzory 6,8 jsou současně, po předem stanovenou dobu, přiváděny pulsy

sinusového napětí. Tyto napěťové pulsy jsou v senzorech 6,8 pomocí piezoelektrických prvků převedeny na ultrazvukové pulsy. Ultrazvukové pulsy vytvořené prvním senzorem 6 směřují ve směru první šipky 12 ke druhému senzoru 8 a současně ultrazvukové pulsy vytvořené druhým senzorem 8 směřují ve směru druhé šipky 14 na první senzor 6. V okamžiku, kdy ultrazvukové pulsy opustí příslušný senzor 6,8, jsou tyto senzory 6,8 přepnuty do přijímacího režimu, takže první senzor 6 může přijmout pulsy vyslané druhým senzorem 8 a druhý senzor 8 může přijmout pulsy vyslané prvním senzorem 6, jakmile tyto pulsy na příslušný senzor 6,8 dorazí. Ultrazvukové pulsy jsou po přijetí protilehlým senzorem 6,8 pomocí piezoelektrických prvků přeměněny na sinusové napěťové pulsy, které jsou vedeny na elektronickou jednotku 10.

Dva ultrazvukové pulsy, které procházejí tekutinou proudící trubicí 2, se ve vztahu k proudící tekutině pohybují stejnou rychlostí. Touto rychlostí je rychlost šíření zvuku danou tekutinou při daném tlaku a teplotě této tekutiny. Je jasné, že ultrazvukové pulsy se budou směrem od prvního senzoru šířit jinou rychlostí než směrem od druhého senzoru 8, neboť v prvním případě se šíří po směru proudění tekutiny a ve druhém případě proti tomuto směru. Důsledkem tohoto rozdílu v rychlostí šíření ultrazvukových pulsů je, že ultrazvukový puls vyslaný z prvního senzoru 6 dorazí na druhý senzor 8 dříve, než ultrazvukový puls ze druhého senzoru 8 dorazí na první senzor 6. Tento časový rozdíl je dán vlastní rychlostí proudění tekoucího média a dále rychlostí šíření ultrazvukových pulsů v daném médiu a úhlem který směr šíření pulsů svírá se směrem proudění tekutiny. Časový rozdíl mezi příchodem ultrazvukových pulsů na první, resp.druhý senzor 6,8 se projeví jako fázový posuv mezi dvěma pulsy sinusového napětí vytvořenými piezoelektrickými krystaly v obou senzorech 6,8. Pulsy sinusového napětí, které jsou schematicky znázorněny na obr. 1b, jsou vzájemně fázově posunuty a tento posuv, jak je uvedeno výše, je způsoben především rychlostí proudění tekutiny v potrubí 2, ale jeho hodnota je ovlivněna také rychlostí šíření ultrazvukových pulsů v daném médiu a směrem v němž se ultrazvukové pulsy šíří ve vztahu ke směru proudění tekutiny.

Výpočet prováděný v elektronické jednotce 10 probíhá následovně :

- a) rychlost šíření ultrazvukových signálů v tekutině se stanoví na základě času, který signál potřebuje k překonání vzdálenosti od prvního senzoru 6 ke druhému senzoru 8, vnitřního průměru trubice 2 a úhlu, která směr šíření signálu svírá se směrem proudění tekutiny,
- b) fázový posun mezi signály se určí ve vztahu k použitému kmitočtu, takže hodnota výstupního signálu nezávisí hodnotě použitého kmitočtu,
- c) fázový posuv se vztahuje ke skutečné rychlosti šíření zvuku v dané tekutině, takže hodnota výstupního signálu nezávisí na této rychlosti. Výstupní signál je pak přímo použitelný pro definování rychlosti proudění tekutiny v trubici 2.

Příklad 1

Při použití zařízení uspořádaného tak jak ukazuje obr. 1, a následujících hodnot vnitřního průměru trubice 2, úhlu mezi směrem šíření ultrazvukových signálů a směrem proudění tekutiny, kmitočtu signálů a fázovým posunem je hledaná hodnota rychlosti proudění tekutiny dána následujícími výpočty

Vnitřní průměr trubice	200 mm		
Úhel	20°		
Kmitočet	2 MHz		
Tekutina	voda, rychlost šíření zvuku 1390 m/sec		
Časová jednotka	nanosekunda		
Digitální rozlišení, fázový posun	1024 bitů		
Digitální rozlišení, měření času	200 ns (pro výpočet rychlosti zvuku v tekutině)		
Měření fázového posunu			
	Rychlost proudění		
	0 m/sec	1 m/sec	6 m/sec
Doba z A do B (nsec)	$200/\sin 20/1390 - 0 \cdot \cos 20 = 153119$	$200/\sin 20/1390 - 1 \cdot \cos 20 = 153156$	$200/\sin 20/1390 - 6 \cdot \cos 20 = 153345$
Doba z B do A (nsec)	$200/\sin 20/1390 + 0 \cdot \cos 20 = 153119$	$200/\sin 20/1390 + 1 \cdot \cos 20 = 153081$	$200/\sin 20/1390 + 6 \cdot \cos 20 = 152893$
Rozdíl	0	75	452
Fázový posun	0 stupňů	27,12 stupňů	162,76 stupňů
Digitální rozlišení	0	154	926

Pozn.: Digitálním odečtem analogového měření fázového posunu za použití velmi jednoduchých prostředků je dosaženo časového rozlišení asi půl nanosekundy.

Měření rychlosti zvuku v tekutině

(zvolení směru po nebo proti směru proudění má minimální vliv)

Doba z A do B	153119 nsec	153156 nsec	153345 nsec
Hodinový kmitočet	765	765	766

Pozn.: Poměrně dlouhá doba průchodu signálu tekutinou ve vztahu ke změnám této doby způsobeným vlivem proudění znamená, že je prakticky možné vyloučit vliv proudění na výsledek měření. Přesnost, se kterou se v daném měření pracuje představuje při 765 krocích a rychlosti zvuku v tekutině 1390 m/sec hodnotu rozlišení $1390/765 = 1,8$ m/sec. Tato hodnota 1,8 m/sec dělená výše uvedenou rychlostí zvuku 1390 m/sec udává maximální chybu 0,12 %.

Příklad 2

Stejné základní parametry, pouze jiná rychlost šíření zvuku v tekutině daná změnou teploty. Měření provedena pro vodu, s rychlostí šíření zvuku 1430 m/s.

Měření fázového posunu

	Rychlost proudění		
	0 m/sec	1 m/sec	6 m/sec
Doba z A do B (nsec)	148836	148871	149049
Doba z B do A (nsec)	148836	148800	148622
Rozdíl	0	75	452
Fázový posun	0 stupňů	25,63 stupňů	157,78 stupňů
Digitální rozlišení	0	145	897

Měření rychlosti zvuku v tekutině

Doba z A do B (nsec)	148836	148871	149049
Hodinový kmitočet	744	744	745

Digitální hodnoty udané v obou výše uvedených příkladech, vztaženy na daný úhel a použitý kmitočet mohou být jednoduchým způsobem převedeny na skutečné hodnoty časových rozdílů a rychlosti zvuku. Na druhé straně takto udané hodnoty jsou ne těchto parametrech, rychlosti šíření zvuku a kmitočtu, nezávislé.

Obr. 2, 3 a 4 představují alternativní uspořádání senzorů 6,8 v trubici 2, již tekutina protéká.

Na obr. 2 je znázorněna trubice 2, kterou v daném směru 4 protéká tekutina. Dva senzory 6,8, stejného typu jako v příkladě 1, jsou umístěny na téže straně trubice 2. Tyto senzory 6,8, obdobně jak je výše popsáno v příkladu 1, vysílají ve směru třetí šipky 12a a ve čtvrté šipky 14a ultrazvukové pulsy. Ultrazvukové pulsy narážejí na vnitřní stěnu trubice 2 naproti senzorům 6,8 tak, že po odrazu jsou pulsy vyslané z prvního senzoru 6 zachyceny druhým senzorem a pulsy vyslané z druhého senzoru 8 jsou po odrazu zachyceny prvním senzorem 6. Oba použité senzory 6,8 jsou i v tomto případě přepínatelné z režimu vysílání do režimu příjmu a naopak.

Na obr. 3 znázorněná trubice 2 pro průtok tekutiny ve směru 4 má tvarovaný díl 22, jehož obrys má tvar U-trubice. U tohoto provedení jsou první a druhý senzor 6,8 uspořádány na vzájemně protilehlých koncích spojovací části tvarovaného dílu a ultrazvukové pulsy vyslané z prvního senzoru 6 se šíří ve směru páté šipky 12b a pulsy z druhého senzoru 8 ve směru šesté šipky 14b, přičemž tyto směry jsou souběžné se směrem 4 proudění, takže u tohoto provedení není třeba provádět kompenzaci na úhlovou odchylku mezi směrem šíření ultrazvukových signálů a směrem 4 proudění tekutiny.

U provedení podle obr. 4 jsou oba senzory 6,8 uspořádány v ose trubice 2 a každý z nich je nesen vlastním držákem 24. Obdobně jako u provedení podle obr. 3, jsou ultrazvukové pulsy z prvního senzoru 6 vysílány ve směru sedmé šipky 12c a pulsy ze druhého senzoru 8 ve směru osmé šipky 14c, kteréžto směry jsou souběžné se směrem 4 proudění tekutiny. U tohoto provedení není třeba provádět kompenzaci na úhlovou odchylku mezi směrem šíření ultrazvukových signálů a směrem 4 proudění tekutiny, ale pouze kompenzaci prodlevy ultrazvukových pulsů v tekutině, tj. rozdílné rychlosti šíření zvuku v dané tekutině.

Na obr. 5 je uvedeno blokové schéma, které dokumentuje předmětný způsob a zařízení pro jeho provádění.

Blok 32 zadání počátečních dat představuje operaci zadání počátečních údajů, vnitřního průměru trubice 2 a úhlu mezi směrem šíření ultrazvukových pulsů a směrem proudění tekutiny. Blok 34 „Start“ představuje zahájení celé operace, vč. nastavení kmitočtu sinusových napěťových pulsů. Senzory 6,8 nastavené tímto do režimu vysílání, vyšlou do tekutiny ultrazvukové pulsy příslušného kmitočtu a

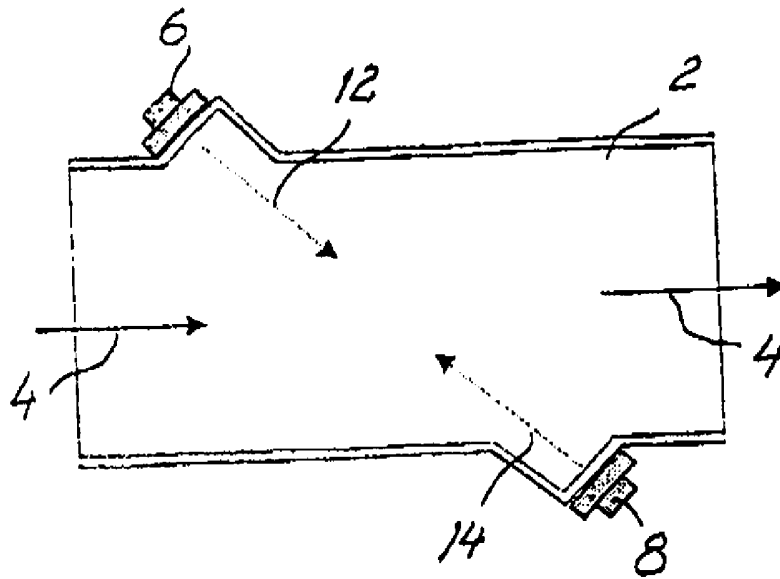
přepnou se do režimu příjmu. Zachycení pulsů je zjištěno blokem 38 detekce a tato informace je předána na kontrolní blok 40. Pokud pulsů nejsou senzory 6,8 zachyceny, blok detekce 38 provádí prostřednictvím bloku 42 korekce změnu kmitočtu sinusových napěťových pulsů vysílaných senzory 6,8 až do té doby, kdy dojde k jejich zachycení a detekci. Současně je blokem 40 kontroly amplitudy, zjišťováno, zda hodnota amplitudy ultrazvukových pulsů je nad spodní limitní hodnotou. Pokud tomu tak není, je zpětnou vazbou na blok 42 korekce provedeno nové nastavení kmitočtu sinusových napěťových pulsů. Pokud je hodnota amplitudy nad limitní hodnotou, je prvním blokem detekce 44 zjištěna prodleva ultrazvukových pulsů v tekutině a druhým blokem detekce 46 fázový posun mezi ultrazvukovými pulsy zachycenými detektory 6,8 nacházejícími se v režimu příjmu. Data z bloků detekce 44,46 jsou vedena na vyhodnocovací blok 48, který na základě obdržených informací, tj. vnitřního průměru trubice 2, úhlu mezi směrem šíření ultrazvukových pulsů a směrem proudění tekutiny, kmitočtu ultrazvukových pulsů, prodlevy ultrazvukových pulsů v tekutině, tj. rychlosti šíření těchto pulsů v tekutině a fázového posunu, vypočítá rychlost proudění tekutiny trubicí 2. Výsledek je znázorněn finálním blokem 50.

Elektronický obvod s nímž předmětné zařízení pracuje je znázorněn na obr. 6. Centrální mikroprocesor 60 má první vstup 61 připojen na oscilátor 66 a na jeho výstup 63 řídicích signálů je svým prvním vstupem 71 připojen generátor 70 pulsů, který je svým druhým vstupem 72 připojen na oscilátor 65. Na výstup 73 digitálních sinusových pulsů generátoru 70 pulsů je přes digitálně-analogový převodník 75 připojen zesilovač 76, jehož výstup je veden na první vstup 81 přepínače 80, na jehož druhý vstup 82 jsou připojeny multiplexery 85 pro distribuci měřících signálů na senzory. Výstup 83 přepínače 80 je veden jednak přes rekordér 77 fázového posuvu a analogově-digitální převodník 78 na druhý vstup 63 centrálního mikropocesoru, jednak přes detektor 79 pulsů na blok 67 pro výpočet doby prodlevy ultrazvukových pulsů v tekutině. Výstup tohoto blok 67 je veden na centrální mikroprocesor. Signálovým výstupem 64 centrálního mikroprocesoru 60 je výstup signálu hledané veličiny.

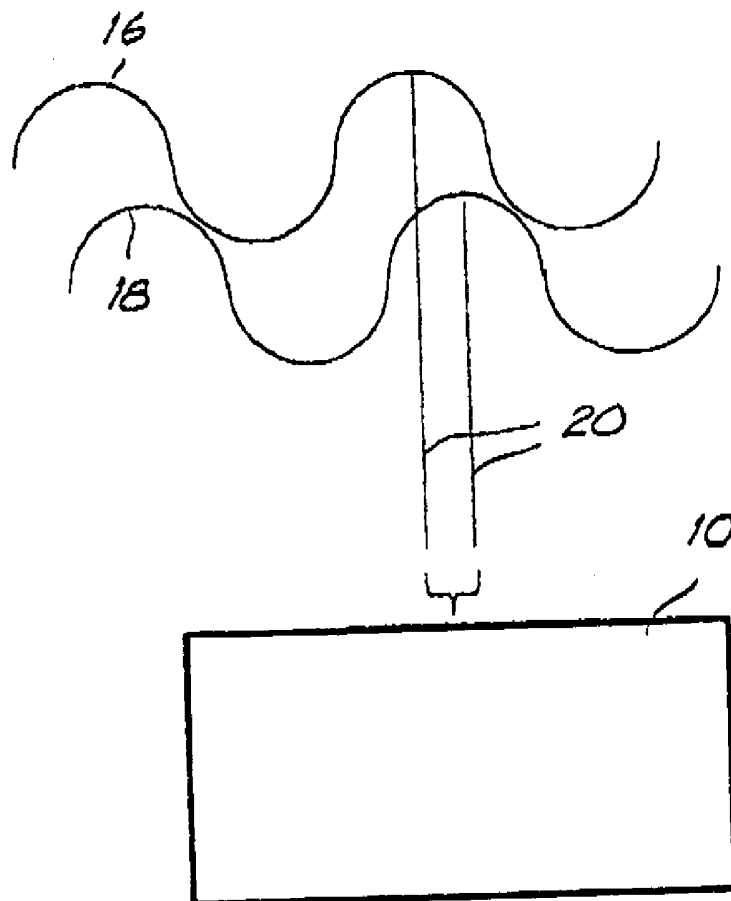
PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob stanovení rychlosti proudění tekoucího media, kapaliny nebo plynu, v uzavřené dopravní cestě, kdy se současně vyšlou dva pulsně tvarované, oscilující signály napříč proudem tekutiny, přičemž jeden signál směřuje ve směru a druhý proti směru proudící tekutiny, tyto signály se zachytí a rychlost proudění tekutiny se stanoví z fázového posuvu mezi zachycenými signály, přičemž signály se vysílají ze zdrojů umístěných ve vzájemném odstupu po směru proudění **vyznačující se tím**, že při stanovení fázového posuvu mezi pulsně tvarovanými oscilujícími signály se provede kompenzace na časovou prodlevu těchto signálů v tekutině, přičemž každý z obou signálů se vyšle z jednoho zdroje signálu ve směru proti druhému zdroji signálu a po vyslání obou signálů se oba zdroje signálu přepnou do režimu pro příjem vyslaných pulsně tvarovaných oscilujících signálů.
2. Způsob stanovení rychlosti proudění tekoucího media podle bodu 1, **vyznačující se tím**, že signály se vyšlou a přijmou na vzájemně protilehlých stranách dopravní cesty proudícího média a při stanovení fázového posuvu mezi oběma signály se provede kompenzace též na úhel mezi směrem vedení signálů a směrem proudění tekutiny.
3. Způsob stanovení rychlosti proudění tekoucího media podle bodu 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že každý ze zdrojů signálu se napájí sinusovým pulsně tvarovaným napětím, které se mění po přeměně na ultrazvukový signál vysílá napříč proudící tekutinou a po přijetí v přijímači signálu se mění na sinusové, pulsně tvarované napětí.
4. Způsob stanovení rychlosti proudění tekoucího media podle bodu 3, **vyznačující se tím**, že ze sinusových, pulsně tvarovaných napětí zachycených přijímačem se jejich vzájemný fázový posuv stanoví pomocí analogového fázového detektoru.

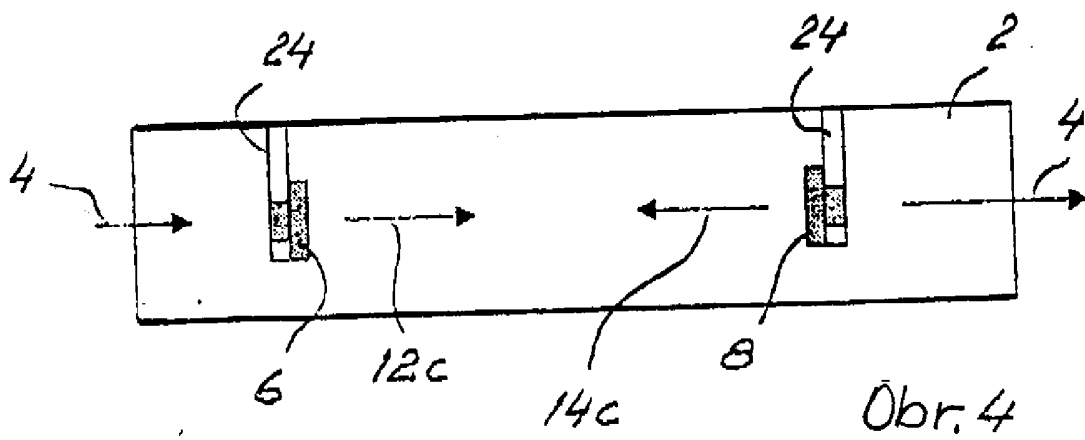
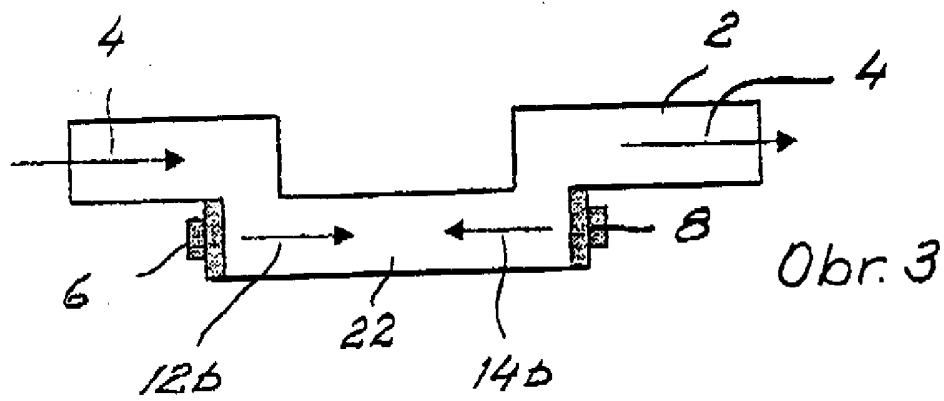
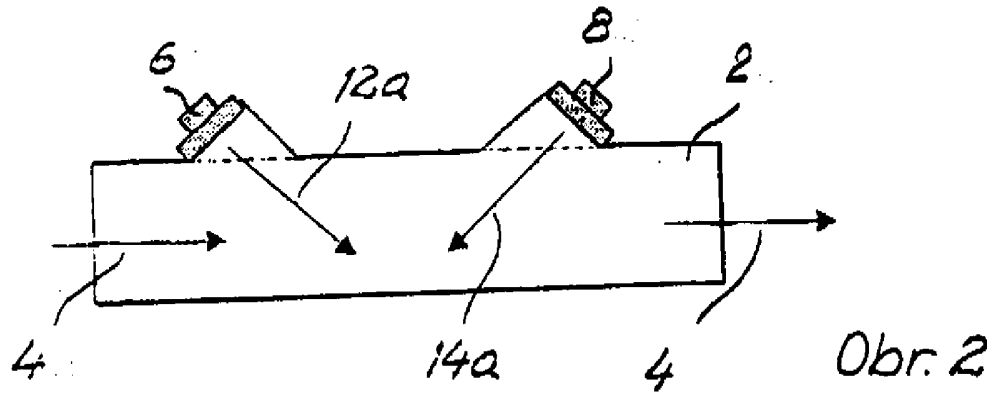
5. Způsob stanovení rychlosti proudění tekoucího media podle bodu 3, **vyznačující se tím**, že fázový posuv stanovený pomocí analogového fázového detektoru se upraví s ohledem na kmitočet sinusového napětí pro vyloučení vlivu použitého kmitočtu.
6. Způsob stanovení rychlosti proudění tekoucího media podle bodu 5, **vyznačující se tím**, že výstupní signál se upraví s ohledem na rychlost signálu v proudící tekutině pro vyloučení vlivu této rychlosti na výstupní signál.
7. Zařízení pro provádění způsobu podle jednoho z předcházejících nároků opatřené dvěma generátory (6,8) signálu, každý pro vysílání jednoho ze dvou pulsně tvarovaných oscilujících signálů napříč tekutým médiem, kde výstup jednoho z obou generátorů je nasměrován po směru proudění tekutiny a druhý z nich proti směru proudění tekutiny, a dále je opatřeno dvěma přijímači (6,8) signálu a prostředky pro stanovení fázového posuvu mezi zachycenými signály, způsobeného průchodem signálů médiem, kde oba generátory signálu jsou uspořádány ve vzájemném odstupu podél směru proudění a jsou upraveny pro současné vyslání signálů přes proudící tekutinu, **vyznačující se tím**, že je opatřeno prostředky pro kompenzaci prodlevy pulsně tvarovaného oscilujícího signálu v tekutině při stanovení jejich vzájemného fázového posunu, přičemž každý z obou generátorů signálu je upraven pro vyslání příslušného signálu ve směru proti druhému zdroji signálu a po vyslání tohoto signálu se přepne do režimu pro příjem druhým generátorem vyslaného pulsně tvarovaného oscilujícího signálu.

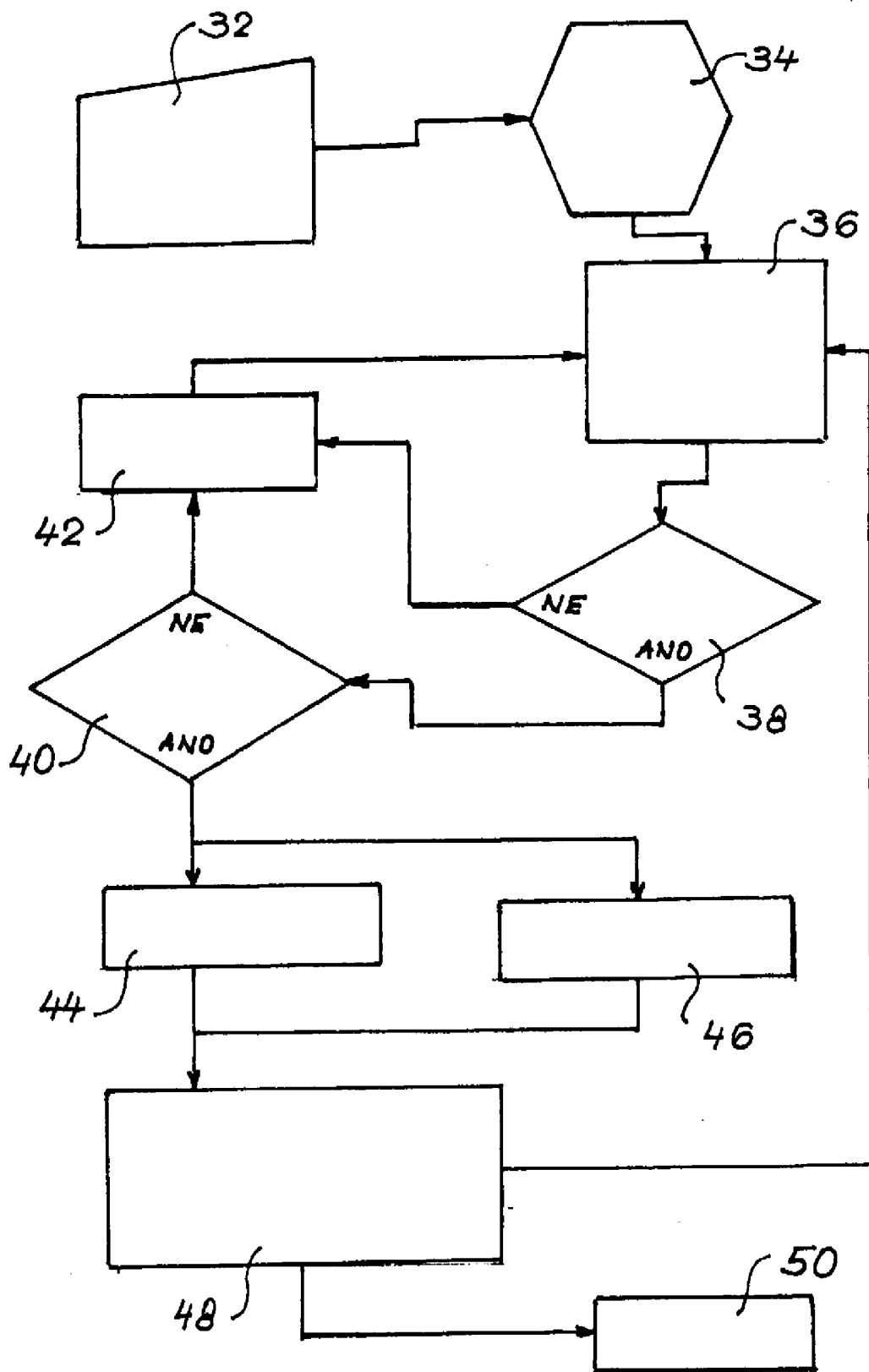


0br. 1a



0br. 1b





Obr. 5