



Wirtschaftspatent

Erteilt gemaeß § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

201 199

Int.Cl.³

3(51) G 01 F 1/66

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veroeffentlicht

(21) WP G 01 F/ 2326 231

(22) 17.08.81

(44) 06.07.83

(71) WILHELM-PIECK-UNIVERSITAET ROSTOCK;DD;

(72) GAETKE, JOHANN,DR.-ING.;RENNAU, AXEL,DIPL.-ING.;SCHEFFLER, THOMAS,DIPL.-ING.;DD;

(73) siehe (72)

(74) W.-PIECK-UNIVERSITAET ROSTOCK DIREKTORAT FUER FORSCHUNG/BFSR 2500 ROSTOCK
SCHWAANSCHER STR. 2

(54) **AKUSTISCHES STROEMUNGSMESSVERFAHREN NACH DEM ZEITPARALLELEN SING-AROUND-PRINZIP**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Ultraschall-Meßtechnik, insbesondere der Strömungsgeschwindigkeits- und Durchflußmeßtechnik. Aufgabe der Erfindung ist die Unterdrückung des Störeinflusses von Parameteränderungen sowohl des Mediums als auch der verwendeten Sing-around-Elektronik auf das Meßergebnis bei extrem kurzer Meßzeit. Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die in und gegen Strömungsrichtung gesendeten Ultraschall-Impulsfolgen zeitlich ineinandergeschaltet und empfangsseitig zur weiteren Verarbeitung wieder selektiert werden.

1
232623 1

Akustisches Strömungsmeßverfahren nach dem zeitparallelen Sing-around-Prinzip

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Ultraschall-Meßtechnik und kann in Ultraschall-Strömungs- bzw. Durchflußmessern angewendet werden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bekannte akustische Strömungsmesser nach dem Sing-around-Verfahren liefern ein strömungsgeschwindigkeitsproportionales Meßergebnis durch Auswertung der infolge von Sing-around-Umläufen in und gegen Strömungsrichtung gewonnenen Signale hinsichtlich Frequenzdifferenz (US-PS 3751979, US-PS 3625057, DE-OS 2325830), Periodendauerdifferenz (SU-PS 503130, US-PS 3653259) oder Impulsphasendifferenz (DD-PS 146 852). Jedes dieser Verfahren läßt sich wiederum in zeitserieller oder zeitparalleler Meßstrategie realisieren.

Bekanntes zeitparallel arbeitendes System (SU-PS 373535, US-PS 3625057) ist gemeinsam, daß zwei getrennte Sing-around-Kreise und somit auch zwei Ultraschall-Meßstrecken erforderlich sind, von denen eine in und die andere gleichzeitig gegen Strömungsrichtung betrieben wird. Ungleichmäßige Parameterdriften beider Sing-around-Kreise im elektronischen und im akustischen Teil können erhebliche Meßfehler verursachen. Ihre Kompensation ist nur mit zusätzlichem Aufwand an Elektronik und vor allem an Meßzeit möglich (DD-PS 143 109, Kl. G 01 F 1/66).

17. AUG. 1981 * 953553

Bekannte zeitseriell arbeitende Systeme (z. B. SU-PS 552559, SU-PS 553456, US-PS 3751979) nutzen die Möglichkeit der Richtungsumschaltung einer akustischen Meßstrecke und führen die Teilmessungen in und gegen Strömungsrichtung zeitlich nacheinander aus. Je nach Größe der erforderlichen Teilmeßzeiten und der Strömungsgeschwindigkeit wirken sich örtliche Schallgeschwindigkeitsgradienten als zeitliche Änderungen störend auf alle zeitseriellen Meßverfahren aus.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Unterdrückung von Meßfehlern infolge von Parametereinflüssen bei extrem kurzer Meßzeit.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei der akustischen Strömungsmessung nach dem Sing-around-Verfahren durch ein neues Meßzeitregime für eine gewisse Dauer den gleichzeitigen, gegensinnigen und voneinander unabhängigen Umlauf von Sing-around-Impulsen in ein und derselben akustischen Meßstrecke zu ermöglichen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß eine Sing-around-Elektronik mit einer entsprechenden Richtungsumschaltung für beide Umlaufrichtungen in der Weise verwendet wird, daß in und gegen Strömungsrichtung Ultraschallimpulse ausgesandt werden, die sich nach dem Sing-around-Prinzip regenerieren und zeitlich derart versetzt sind, daß die Sing-around-Elektronik durch ständige Sende-Empfangs- bzw. Richtungsumschaltung in der Lage ist, die Ultraschallimpulse richtig zugeordnet zu verarbeiten. Alle in bzw. gegen Strömungsrichtung ausgesandten Impulse werden nach ihrem Empfang als getrennte Impulsfolgen ausgegeben und stehen als Sing-around-Signale zur Auswertung nach bekannten Verfahren zur Verfügung (z. B. entsprechend DD-PS 143 107, DD-PS 143 108, DD-PS 146 852, alle Kl. G 01 F 1/66).

Die Vorteile dieses Meßverfahrens ergeben sich aus der Verbindung der spezifischen Vorzüge der zeitseriellen (gleiche Meßstrecke und gleiche Sing-around-Elektronik für beide Teilmessungen) und der zeitparallelen Verfahren (Eliminie-

zung der Parameteränderungen des Mediums, halbe erforderliche Meßzeit gegenüber den zeitseriellen Verfahren).

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.

Zwischen zwei Ultraschallschwingern, von denen der Schwinger S1 stromauf, der Schwinger S2 stromab liegen soll, befindet sich die konstante Schallstrecke der Länge l . Im ruhenden Medium ergibt sich eine Laufzeit der Schallimpulse von $t_0 = \frac{l}{c}$, bei vorliegender Strömung der Geschwindigkeit v eine Laufzeit von S1 nach S2 von $t_+ = \frac{l}{c+v}$, von S2 nach S1 von $t_- = \frac{l}{c-v}$, wobei also $t_+ < t_0 < t_-$ ist. Die Strecke ist in beiden Richtungen als Sing-around-Kreis zu betreiben.

Der Meßablauf geschieht wie folgt:

Der Schwinger S2 strahlt einen Schallimpuls aus, unmittelbar danach werden der Schwinger S2 auf "Empfang" und der Schwinger S1 auf "Senden" geschaltet. Zeitversetzt dazu, und zwar um $t \approx t_0$, sendet jetzt der Schwinger S1, worauf unmittelbar der Schwinger S1 auf "Empfang" und der Schwinger S2 auf "Senden" geschaltet wird. Anschließend empfängt der Schwinger S1 den vom Schwinger S2 ausgesandten Impuls, der, elektronisch rückgeführt, am Schwinger S2 einen neuen Impuls auslöst, wonach unmittelbar beide Schwinger wieder umgeschaltet werden. In der zeitlichen Reihenfolge empfängt jetzt der Schwinger S2 den vom Schwinger S1 ausgestrahlten Impuls; dieser wird über die Rückführelektronik zum Schwinger S1 geleitet und regt hier erneut eine Impulsauslösung an, woraufhin beide Schwinger wieder in ihrer Betriebsart umgeschaltet werden. Dieser Vorgang setzt sich wegen der in beiden Richtungen unterschiedlichen Laufzeit der Impulse in der akustischen Meßstrecke zeitverschoben über eine größere Anzahl von Impulsumläufen fort. Die Anzahl der Impulsumläufe n und die obere Grenze geht aus folgender Überlegung hervor: Die Zeitdifferenz zwischen den Impulsumlaufzeiten in beiden Richtungen über eine zu bestimmende Anzahl n von Umläufen darf nicht größer werden als die kürzeste Impulslaufzeit in der Strecke, nämlich t_+ .

Damit gilt

$$n(t_- - t_+) \leq t_+$$

bzw.

$$n \leq \frac{t_+}{t_- - t_+} = \frac{1}{\frac{t_-}{t_+} - 1}$$

und mit den vorhergehenden Angaben

$$n \leq \frac{1}{\frac{c+v}{c-v} - 1} = \frac{c-v}{2v}$$

Für den Fall $c \gg v$ folgt

$$n \leq \frac{c}{2v} .$$

Das Ergebnis ist unabhängig von der Streckenlänge.

Die für eine Meßanordnung zu wählende maximale Umlaufzahl n ist festgelegt durch die maximal zu messende Strömungsgeschwindigkeit v_{\max} bei gegebener Schallgeschwindigkeit c im Medium:

$$n_{\max} = \frac{c}{2 v_{\max}} .$$

Als Beispiel ergibt sich für Wasser mit $c = 1500$ m/s und $v_{\max} = 3$ m/s ein $n_{\max} = 250$ Sing-around-Umläufe.

Im Rhythmus des Wechsels zwischen Senden und Empfangen der Schwinger muß auch die Meßinformation, d. h., müssen die Ausgangssignale selektiert werden.

Erfindungsanspruch

Akustisches Strömungsmeßverfahren nach dem zeitparallelen Sing-around-Prinzip, dadurch gekennzeichnet, daß mit Hilfe einer elektronischen Zeitablaufsteuerung für eine bestimmte Meßdauer bzw. eine bestimmte Anzahl von Sing-around-Umläufen zwei gegensinnig, ein und dieselbe akustische Meßstrecke durchlaufende und voneinander unabhängige Sing-around-Impulsfolgen zeitlich ineinandergeschachtelt werden.