

# SỰ ỔN ĐỊNH CỦA VÒNG MẠCH ÂM VÀ KHẢ NĂNG ĐO TỐC ĐỘ DÒNG CHẢY.

TRINH ANH VŨ, NGUYỄN VIỆT KÍNH  
TRƯƠNG QUANG NGHĨA

## I. Đặt vấn đề:

Phương pháp siêu âm dùng để đo tốc độ dòng chảy có ưu điểm nổi bật so với phương pháp khác là hầu như không can thiệp vào dòng chảy gây nên sai số phụ. Tuy nhiên đo tốc độ sóng âm rất lớn so với tốc độ dòng chảy nên cần phải sử dụng thiết bị điện tử có độ ổn định và chính xác cao.

Trong bài này chúng tôi trình bày kết quả nghiên cứu một phương pháp đo tận dụng được ưu điểm nói trên và giảm nhẹ những yêu cầu cao về thiết bị điện tử nhằm đi tới một dụng cụ đo tốc độ dòng chảy thuận tiện trong công nghiệp.

## II. Nguyên tắc đo:

Dựa trên đặc tính biến đổi thuận nghịch của sóng âm mặt thành sóng âm khối tại bề mặt tiếp xúc giữa chất rắn và chất lỏng [1], ta đặt 2 biến từ đo ở bên ngoài ống thép có nước chảy (hình 1).

Độ góc bức xạ  $\theta \neq 90^\circ$ , do chất lỏng chảy về một phía nên thời gian sóng âm đi từ biến từ A  $\rightarrow$  biến từ B khác thời gian sóng âm đi từ biến từ B đến biến từ A. Căn cứ theo sự chênh lệch thời gian này có thể xác định được tốc độ chảy của chất lỏng.

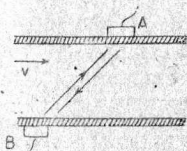
Để thấy rõ yêu cầu chính xác cao của chất lỏng ta đưa ra một ví dụ như sau:

Gọi khoảng cách  $AB = l$ ; vận tốc sóng âm trong nước tĩnh là  $c$ , vận tốc nước chảy là  $v$ . Ta có:

$$\begin{aligned} \Delta t &= \frac{l}{c - v \cos \theta} - \frac{l}{c + v \cos \theta} \\ &= \frac{2vl \cos \theta}{c^2 - v^2 \cos^2 \theta} \\ &\approx \frac{vl}{c^2} \quad (\text{do } \theta = 60^\circ; c \gg v). \end{aligned}$$

khí cho  $v = 0,15 \text{ m/s}$ ;  $l = 0,15 \text{ m}$ ;  $c = 1500 \text{ m/s}$

$$\text{Ta có: } \Delta t = \frac{0,15 \cdot 0,15}{1,5^2 \cdot 10^6} = 10^{-8} \text{ s} = 10 \text{ ns.}$$



Hình 1. Cách bố trí 2 biến từ đo

Nếu  $v$  tăng lên gấp 10 lần,  $\lambda$  cũng tăng gấp 10 lần thì  $\Delta t$  cũng mới chỉ là  $10^{-6}s = 1\mu s$ .

Để tránh việc đo trực tiếp khoảng thời gian rất bé này ta tạo ra 1 vòng mạch siêu âm [2] như sau: tín hiệu siêu âm sau khi được kích phát từ biến tử A truyền qua môi trường đến biến tử B sẽ được khuếch đại, tạo dạng rồi lại quay về kính biến tử A. Về phương diện điện ta thu được 1 tín hiệu tự dao động tuần hoàn mà chu kỳ  $T$  của nó có thể đo được với độ chính xác cao (tùy theo phép đo trung bình  $10, 10^2, 10^3$  chu kỳ) bằng 1 tần kế có xung chuẩn tần số không lớn lắm (cỡ 10 MHz).

Ở đây chu kỳ  $T =$  thời gian truyền xung từ  $A \rightarrow B$  qua các môi trường: thủy tinh hữu cơ của biến tử, ống thép, chất lỏng.

Nếu lại cho vòng mạch âm quay lại, tức là biến tử B phát, A thu rồi lại quay lại kích phát B thì chu kỳ vòng mạch sẽ là  $T'$ . Khi giả thiết 2 biến tử A, B giống hệt nhau (đối xứng) ta có:

$\Delta T = T - T' = \Delta t =$  chênh lệch thời gian sóng âm truyền trong chất lỏng (vì thời gian truyền qua các môi trường không phải lỏng theo 2 chiều ngược nhau là như nhau).

### III. Thực nghiệm và kết quả đo

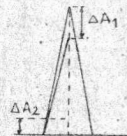
Độ chính xác của phép đo phụ thuộc vào thời điểm tạo xung từ tín hiệu siêu âm. Nếu tín hiệu sóng âm có tần số 1 MHz (về lý tưởng  $1/2$  chu kỳ như tam giác cân) thu được sau khuếch đại biên độ là  $A_1$ .

$$\text{có } \Delta A_1 = \frac{1}{20} A ; \Delta A_2 = \frac{1}{10} A$$

ở đây  $\Delta A_1$ : do sự không ổn định của bộ khuếch đại,  $\Delta A_2 =$  nên tạp nhiễu

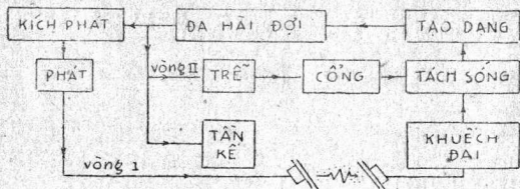
thì với mức cắt (tạo xung) ở sát  $\Delta A_2$  ta sẽ mắc 1 sai số về thời gian là:

$$\frac{1}{10} \cdot \frac{1}{20} : \frac{T}{4} = \frac{1}{200} \cdot 250 \text{ ns} = 1,5 \text{ ns.}$$



Hình 2. Dạng lý tưởng  $1/2$  chu kỳ sóng âm

Sơ đồ khối của 1 vòng mạch âm được vẽ trên hình 3.



Hình 3 - Sơ đồ khối 1 vòng mạch âm  
Chú ý rằng trong sơ đồ trên có 2 vòng quay:

Vòng 1: Phát — thu — tạo dạng — Kích phát. Chính là vòng quay siêu âm có chu kỳ T được đo bằng tần kế

Vòng 2: Đa hài đợy — trễ — tạo công. được đồng bộ với vòng quay 1 song mục đích là tạo ra 1 công để lựa chọn 1/3 chu kỳ nhất định của sóng âm

#### Kết quả đo

Hai biến tử được chọn có tần số riêng 1MHZ và có tính đối xứng cao (cùng 1 điện áp kích hoạt, biên độ tín hiệu thu được chênh lệch nhau không quá 1/10 biên độ khi đổi vai trò A và B với nhau) — sử dụng bộ cao áp tự ổn áp nuôi thiristor kích phát.

Ống nước có tiết diện 1cm x 2cm, chu kỳ chọn để tạo dạng là chu kỳ thứ 3, ta có kết quả (xem bảng)

Các lần đo 1, 2, 3 cách nhau 30 phút, mỗi lần đều cho tắt máy bơm (nước tĩnh) và chạy máy bơm (nước chảy). Trong mỗi lần đo đều liên tục đổi chiều A, B bằng công tắc trong vòng 1 phút.

$$\Delta t = \Delta T - \Delta T_0 = 25 \text{ nsec} \pm 3 \text{ nsec.}$$

Số liệu này phù hợp với công thức tính ở mục II với tốc độ dòng chảy cỡ 200 m/s.

	Đo lần 1 ( $\mu\text{s}$ )		Đo lần 2 ( $\mu\text{s}$ )		Đo lần 3 ( $\mu\text{s}$ )	
	$T_{AB}$	$T_{BA}$	$T_{AB}$	$T_{BA}$	$T_{AB}$	$T_{BA}$
nước tĩnh	32,466	32,465	32,474	32,474	32,469	32,470
	$\Delta T_0 = 0,001$		$\Delta T_0 < 0,001$		$\Delta T_0 = 0,001$	
	32,474	32,447	32,480	32,452	32,478	32,451
nước chảy lưu lượng 25lit/phút	32,473	32,449	32,479	32,453	32,478	32,453
	32,474	32,447	32,478	32,453	32,477	32,452
	32,474	32,448	32,479	32,453	32,478	32,452
	$\pm 0,001$	$\pm 0,001$	$\mp 0,001$	$\mp 0,001$	$\pm 0,001$	$\pm 0,001$
	$\Delta T = 26\text{ns} \pm 2\text{ns}$		$\Delta T = 26\text{ns} \pm 2\text{ns}$		$\Delta T = 26\text{ns} \pm 2\text{ns}$	

#### IV. Nhận xét kết quả đo:

— Chúng tôi nhận được kết quả ổn định khi sử dụng ống nước chuẩn (chế tạo sẵn, có khả năng bức xạ âm tốt, có tiết diện nhỏ để tạo ra dòng chảy tốc độ nhanh).

— Khi nước đứng yên hiệu số  $\Delta T = T_{AB} - T_{BA}$  phản ánh tính bất đối xứng của hai biến tử, thực nghiệm cho thấy hiệu số này không phụ thuộc vào lần đo cụ thể (tức là động tác đặt biến tử lúc đầu có thể làm thay đổi thời gian truyền hàng trăm nsec) mà chỉ phụ thuộc vào chu kỳ được chọn, trong bể xung, điều này mở ra khả năng có thể đo lưu động trên các ống thực tế mà không phụ thuộc vào ống chuẩn.

(Xem tiếp trang 46)

ĐO QUANG HUY, NGUYEN XUAN DUNG, NGUYEN THE HUNG  
DETECTION OF CO AND CO<sub>2</sub> IN THE AIR BY GAS CHROMATOGRAPHY

CO and CO<sub>2</sub> are analysed by use of gas chromatography method with two columns packed activity coal. Concentration of CO and CO<sub>2</sub> have been found at he limit 10<sup>-6</sup>% (volume). Some samples from K69 and Mai động mechanical factory are analysed.

Khoa Hóa, Trường Đại học Tổng hợp  
Hà Nội và K 69

Nhận bài ngày 27-7-1989

SỰ ỔN ĐỊNH...

(Tiếp theo trang 41)

— Kết quả nói trên cho thấy phát hiện được dòng chảy lưu lượng 25 lít/phút rõ ràng sử dụng phương pháp mạch vòng âm — các linh kiện được sử dụng ở đây là các linh kiện thông dụng, tốc độ trung bình — để đi đến 1 thiết bị ứng dụng hoàn chỉnh cần tiếp tục hoàn chỉnh kết cấu máy và tiến hành lấy chuẩn với nhiều tốc độ dòng chảy khác nhau.

Các tác giả cảm ơn các giáo sư Nguyễn Khang Cường—Đàm Trung Đôn đã cho nhiều chỉ dẫn và góp ý quý báu.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Việt Kinh, Trương Quang Nghĩa, Trịnh Anh Vũ. Báo cáo tại hội nghị Vật lý Trường ĐHTH Hà Nội, 1986.

2 R. Truell. Ultrasonic methods in Solid State Physics. New York and London, 1969.

Trịnh Anh Vũ, Nguyễn Việt Kinh, Trương Quang Nghĩa

THE STABILITY OF THE ULTRASONIC AUTOCIRCULATION  
AND THE ABILITY OF ITS APPLICATION FOR MEASURING  
THE VELOCITY OF THE FLUID.

The stability of ultrasonic autocirculation has been studied using the method of transformation of the surface wave into bulk wave and vice versa. The purpose of this research is to measure the propagation time of the ultrasonic wave with a high accuracy ( $\Delta t/t = 10^{-5}$ ) and to look for application of this phenomenon in measuring the velocity of the fluid.

Khoa Vật lý  
Trường Đại học Tổng hợp Hà Nội,

Nhận bài Ngày 20, 8, 1988

Nhận bài Sau khi sửa 10. 10. 1988