



Đồ án tốt nghiệp

CẢM BIẾN

GVHD: PGSTS ĐINH CÔNG MỄ

Mục lục

Phần I: CÁC ĐẦU ĐO CẢM BIẾN	- 3 -
1./ Sai số: Có hai loại sai là sai số cơ bản và sai số phụ.....	- 3 -
2./ Độ nhạy: Là mối quan hệ giữa đại lượng đầu vào và đầu ra. Nó có tác dụng quy định mối quan hệ cấu trúc để đảm bảo mạch đo: $S = \frac{dx}{dy}$	- 4 -
3./ Đặc tính: Có hai loại đặc tính.	- 4 -
4./ Độ tuyến tính. $S = \frac{dy}{dx} = \text{const}$ khi x biến đổi.....	- 4 -
5./ Độ ổn định. phụ thuộc vào:	- 4 -
6./ Khả năng thay thế.....	- 4 -
7./ Phân loại cảm biến.....	- 4 -
A./ CẢM BIẾN ĐO LƯU LƯỢNG &	- 5 -
Các phương trình năng lượng quan trọng của dòng chảy.....	- 6 -
A./ Các phương pháp đo lưu lượng	- 7 -
1./ Phương pháp đo lưu lượng bằng ống co.....	- 7 -
2./ Phương pháp đo lưu lượng bằng tần số dòng xoáy.....	- 9 -
3./ Phương pháp đo lưu lượng bằng cảm ứng điện từ.	- 11 -
4./ Phương pháp đo lưu lượng bằng siêu âm.	- 14 -
a./ Cảm biến và nguồn phát siêu âm bằng vật liệu áp điện.....	- 14 -
5./ Kết luận và so sánh giữa các phương pháp	- 17 -
B./ CẢM BIẾN VỊ TRÍ	- 19 -
1./ Giới thiệu sơ lược về mạch cảm biến vị trí theo kiểu quang :	- 19 -
a./ Các linh kiện trong mạch cảm biến:	- 20 -
b./ Photon transistor.....	- 20 -
2./ Các loại cảm biến quang.....	- 22 -

TaiLieu.vn

Phần I: CÁC ĐẦU ĐO CẢM BIẾN

Trong tất cả các hệ thống tự động, thiết bị tiếp nhận thông tin về diễn biến của môi trường và về diễn biến của các đại lượng vật lý bên trong hệ thống được gọi là Sensor (Cảm biến). Cảm biến đôi khi chỉ là các trang bị đơn giản như các công tắc mini, các công tắc hành trình, các thanh lưỡng kim...

Các cảm biến tốt là vấn đề cơ bản trong các hệ thống tự động. Các hệ thống sản xuất tích hợp CIM có thể hoạt động được nếu các thiết bị điều khiển bằng máy có thể theo dõi được các quá trình sản xuất từ đầu đến cuối. Cảm biến phải thực hiện nhiệm vụ này. Do đó các thông số liên quan đến cảm biến là rất quan trọng.

1./ Sai số: Có hai loại sai là sai số cơ bản và sai số phụ.

Sai số cơ bản là sai số gây ra do nguyên tắc của chuyển đổi, sự không hoàn thiện của cấu trúc, sự yếu kém của công nghệ chế tạo...

Sai số phụ là sai số do sự thay đổi điều kiện bên ngoài khác với điều kiện chuẩn.

2./ **Độ nhạy:** Là mối quan hệ giữa đại lượng đầu vào và đầu ra. Nó có tác dụng quyề định mối quan hệ cấu trúc để đảm bảo mạch đo: $S = \frac{dx}{dy}$

3./ **Đặc tính:** Có hai loại đặc tính.

Đặc tính tĩnh: Là hàm $Y = f(x)$

Đặc tính động: Là quá trình quá độ của cảm biến (y theo x) với hai yếu tố ảnh hưởng là: Sai số cực đại và thời gian ổn định

4./ **Độ tuyến tính.** $S = \frac{dy}{dx} = \text{const}$ khi x biến đổi.

Trong thực tế chủ yếu là quan hệ phi tuyến. Do đó để dễ dàng khi khảo sát, ta xem như tuyến tính. Khi đó sự sai lệch giữa đường cong phi tuyến và tuyến tính là sự sai lệch phi tuyến.

5./ **Độ ổn định. phụ thuộc vào:**

Sự thay đổi của x

Thời gian

Điều kiện bên ngoài

6./ **Khả năng thay thế...**

7./ **Phân loại cảm biến**

Hiện nay trên thị trường hiện nay có rất nhiều loại cảm biến khác nhau, nhưng nhìn chung có thể xếp chúng vào hai nhóm chính: các cảm biến tiếp xúc và các cảm biến không tiếp xúc.

Các cảm biến tiếp xúc được gắn trực tiếp lên các đại lượng cần đo và tín hiệu ra của chúng có thể là một đại lượng vật lý có tương quan tỉ lệ với đại lượng cần đo. Trong nhóm này có thể có hai loại cảm biến chính sau:

- + Ten zô mét dùng để đo lực, áp lực thông qua biến dạng.
- + Biến trở con chạy dùng để đo vị trí góc hay độ dịch chuyển thẳng.
- + Biến áp vô cấp dùng để đo dịch chuyển thẳng.
- + Can nhiệt đo nhiệt độ.
- + Các công tắc cực nhỏ microcontact dùng để xác định trạng thái máy, thiết bị.
- + Cảm biến áp điện dạng da nhân tạo đo lực tiếp xúc trên bàn tay của robot.
- + Các cảm biến đo lưu lượng dùng để đo lưu lượng chất lỏng hay chất khí.
- + Các cảm biến đo lực, áp lực dùng trong các hệ thống điều khiển lực, áp lực.
- + Các cảm biến đo các thành phần hóa học

Các cảm biến không tiếp xúc có thể đo được đại lượng cần đo mà không cần tiếp xúc với đại lượng đó. Trong nhóm các cảm biến này có thể có các loại sau:

- + Các cảm biến điện từ đo khoảng cách nhỏ, phát hiện sự hiện diện.
- + Các cảm biến điện dung.
- + Các cảm biến quang học đo khoảng cách, phát hiện sự hiện diện.
- + Các cảm biến Laze đo khoảng cách.
- + Các cảm biến Tốc độ, gia tốc.
- + Cảm biến Encoder đo vị trí góc.
- + Cảm biến Resolver đo vị trí góc.
- + Các cảm biến Synchro vị trí góc.
- + Các máy phát –tachometer đo tốc độ.
- + Các cảm biến sử dụng hiệu ứng Doppler: đo tốc độ.
- + Các cảm biến sử dụng hiệu ứng Hall đo vị trí.
- + Các camera nhận dạng các chi tiết, vật thể.
- + Thiết bị đọc mã vạch để nhận dạng các thông tin chứa trên mã vạch.
- + Thiết bị xác định tọa độ máy để xác định biến dạng của chi tiết.

Các cảm biến cũng được phân loại thành bị động và chủ động. Trong các cảm biến bị động, năng lượng cần để cung cấp cho đầu ra được sinh ra từ chính hiện tượng vật lý được cảm nhận. Trong khi đó, các cảm biến chủ động cần nguồn nuôi từ bên ngoài. Ngoài ra, cảm biến cũng được phân loại theo hai dạng *tương tự* hoặc *số* dựa trên dạng tín hiệu đầu ra. Cảm biến tương tự cung cấp tín hiệu liên tục tỉ lệ với tham số cần đo và cần sự biến đổi.

Trong khuôn khổ của đề tài Em xin được trình bày những hiểu biết của Em về một số loại cảm biến mà sử dụng trong đề tài.

A./ CẢM BIẾN ĐO LƯU LƯỢNG & PHƯƠNG PHÁP ĐO LƯU LƯỢNG

Việc đo lưu lượng đóng một vai trò quan trọng trong công nghiệp cũng như việc đo nhiệt độ, áp suất, mức chất lỏng... Trong việc đo lưu lượng người ta phân biệt:

- Lưu lượng được tính bằng thể tích trên đơn vị thời gian:

$$Q_v = \frac{Q_v}{t} \quad \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

- Lưu lượng được tính bằng trọng khối trên đơn vị thời gian:

$$Q_m = \frac{m}{t} \quad \left[\frac{kg}{s} \right]$$

Khi ta đã biết trọng ρ của môi trường cần đo hai loại lưu lượng trên được tính theo phương trình:

$$Q_m = Q_v \cdot \rho$$

Trong quá trình sản xuất của ngành hóa học, công nghệ chế biến ... lưu lượng được tính bằng trọng khối cần biết hơn nhưng cũng khó đo đạc hơn. Trong một hệ thống khép kín, lưu lượng trọng khối, lưu khối – cố định, trong khi đó lưu lượng tính bằng thể tích thay đổi theo nhiệt độ và áp suất. Máy đo lưu khối thường có cấu tạo phức tạp và đắt tiền hơn máy đo lưu lượng tính theo thể tích trên đơn vị thời gian. Để thích ứng với nhu cầu khác nhau trong công nghiệp người ta đã phát triển rất nhiều phương pháp đo lưu lượng chất lỏng, hơi nước, khí....

Các phương trình năng lượng quan trọng của dòng chảy.

Phương trình của Bernoulli cho các dòng chảy không bị ma sát và ổn định:

$$\frac{\rho}{2} v^2 + \rho gh + p = const \quad (1)$$

$$Q_v = v \cdot A$$

Phương trình liên tục:

$$V_1 \cdot A_1 = V_2 \cdot A_2$$

Trong đó:

g = Gia tốc trọng trường.

ρ = Tỷ trọng.

h = Độ cao.

P = Áp suất.

v = Vận tốc.

Q_v = Lưu lượng tính bằng thể tích trên đơn vị thời gian.

A = Diện tích.

A./ Các phương pháp đo lưu lượng

1./ Phương pháp đo lưu lượng bằng ống co.

- Phương pháp đo lưu lượng bằng ống co dựa trên định luật liên tục và phương trình năng lượng của Bernoulli. Nếu có một nơi nào đó trong một ống dẫn bị co lại, ở tất cả các vị trí khác lưu lượng tính bằng thể tích và trọng khối đều bằng nhau. Với

A_1 : Diện tích trước vị trí co

A_2 : Diện tích ở vị trí co.

v_1 : Vận tốc trước vị trí co.

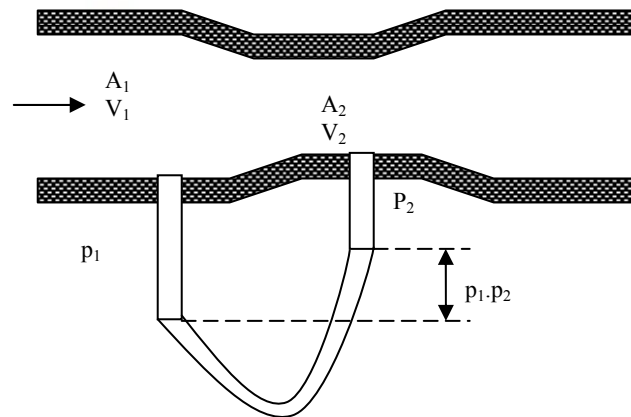
v_2 : Vận tốc ở vị trí co.

p_1 : Áp suất tĩnh trước vị trí co.

p_2 : Áp suất tĩnh ở vị trí co.

- Phương trình liên tục: $A_1 \cdot v_1 \cdot \rho = A_2 \cdot v_2 \cdot \rho$

- Phương trình của Bernoulli: $p_1 + \frac{\rho}{2} v_1^2 = p_2 + \frac{\rho}{2} v_2^2 = const$



Đo lưu lượng bằng ống co và hiệu áp

Ở nơi diện tích ống bị thu nhỏ lại, vận tốc dòng chảy ở đó phải gia tăng. Với phương trình năng lượng của Bernoulli, năng lượng của một dòng chảy gồm năng lượng (áp suất) tĩnh và động năng (vận tốc) là một hằng số. Khi vận tốc gia tăng áp suất tĩnh lập tức bị giảm đi. Sự giảm áp suất hay hiệu áp Δp là thước đo cho lưu lượng Q .

$$\Delta p = p_1 - p_2 = \frac{\rho}{2} (v_2^2 - v_1^2)$$

Phương trình trên được giải theo v_2 và v_1 được tính theo v_2 với phương trình (1) ta có:

$$v_2^2 = \frac{2}{\rho}(p_1 - p_2) + v_1^2 = \frac{2}{\rho}(p_1 - p_2) + \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 \cdot v_2^2$$

Với tỷ lệ $m = \frac{A_2}{A_1}$ và hằng số dòng chảy α : $\alpha = \frac{1}{\sqrt{1-m^2}}$

Ta có thể viết phương trình trên dưới dạng:

$$v_2^2 = \frac{2(p_1 - p_2)}{(1-m^2)\rho} \rightarrow v_2 = \alpha \sqrt{\frac{2}{\rho}} \cdot \sqrt{p_1 - p_2}$$

Từ đó ta có lưu lượng tính theo thể tích và khối lượng như sau:

$$Q_v = A_2 \cdot V_2 = A_2 \alpha \sqrt{\frac{2}{\rho}} \cdot \sqrt{p_1 - p_2} = \alpha \cdot k \cdot \sqrt{\Delta p}$$

$$Q_m = A_2 \cdot v_2 \cdot \rho = \alpha \cdot A_2 \sqrt{2\rho} \sqrt{p_1 - p_2} = \alpha \cdot k \cdot \sqrt{\Delta p}$$

Như thế lưu lượng tỉ lệ với căn bậc hai của hiệu áp khi tỷ trọng là một hằng số. Ta có thể đo lưu lượng bằng ống co với cảm biến hiệu áp được ứng dụng rất rộng trong công nghiệp. Có 3 loại ống co định chuẩn tiêu biểu theo DIN 1952 là:

- Blende
- Ống phun
- Ống phun Venturi

Tiêu chuẩn để lựa chọn loại ống co nào tùy thuộc vào môi trường đo, khả năng thiết kế, giá cả và sự hao hụt áp suất. Ở ngõ ra của ống co có nhiều dòng xoáy làm tiêu hao năng lượng. Điều này làm cho ta không có được một áp suất tĩnh của dòng chảy trường hợp có không bị khuấy sau ống co. Sự hao hụt áp suất đo điều này cần phải giữ càng bé càng tốt.

* Hiệu chuẩn tỷ trọng.

Tỷ trọng của môi trường đo ảnh hưởng đến phép đo lưu lượng. Trong quá trình sản xuất, tỷ trọng của môi trường đo thường không là một hằng số và ta cần phải chú ý đến. Tỷ trọng của chất lỏng tùy thuộc vào nhiệt độ. Trường hợp này để hiệu chuẩn sai số tỷ trọng đo nhiệt độ. Trong hơi nước bão hòa hai đại lượng áp suất và nhiệt độ làm thay đổi đường biểu diễn của hơi nước bão hòa. Cả hai có sự ảnh hưởng lẫn nhau, chỉ cần một đại lượng đủ để hiệu chỉnh tỷ trọng. Trường hợp hơi nước bị nung thật nóng, tỷ trọng của nó phụ thuộc vào cả nhiệt độ và áp suất. Các đại lượng này cần phải được đo. Tỷ trọng định chuẩn ở 0 °C và áp suất khí quyển cần được xác định. Lưu lượng được tính theo tỷ trọng định chuẩn này.

* Sự chính xác của phép đo.

Nếu diện tích cắt ngang của dòng chảy và tỷ trọng của lưu chất coi như cố định, trong phương trình: $Q = \alpha \cdot k \cdot \sqrt{\Delta p}$

Có hai yếu tố ảnh hưởng đến độ chính xác của phép đo đó là α và ΔP . Các thông số có thể ảnh hưởng đến trị số α là tỷ lệ diện tích, vị trí nơi đo áp suất p_1 và p_2 , độ nhám của ống và sự mềm dẻo của lưu chất. Hiệu áp Δp tỷ lệ bình phương với lưu lượng. Khi lưu lượng có 30% của thang đo, hiệu áp chỉ còn 9%. Hiệu áp càng thấp, sai số tương đối của càng lớn. Với hiệu áp 9% của thang đo ta có sai số tương đối lớn gấp 11 lần so với sai số ở cuối thang đo. Do đó khi thực hiện phép đo với lưu lượng thấp, sai số của phép đo tương đối lớn. Chỉ nên thực hiện việc đo lưu lượng bằng ống co từ 30% đến 100% của thang đo. Người ta có thể đo hiệu áp bằng các loại sensor bán dẫn. Ngoài ra các loại đo hiệu áp Δp theo cách cơ học cũng được dùng đến.

* Cân hình vành khăn.

Góc quay của cân là thước đo Δp . Phần nửa trống hình vành khăn được đổ đầy nước, dầu hay thủy ngân tùy theo Δp và môi trường cần đo. Buồng phía trên chất lỏng được ngăn cách bởi một vách ngăn và có hai ống thông với p_1 và p_2 . Dưới tác dụng của sự khác biệt về áp suất giữa p_1 và p_2 cân quay một góc cho đến khi có sự cân bằng với mômen của đối trọng. Đối trọng được treo bên cạnh 1 lá thép đàn hồi. Để cho việc đo và hiệu chỉnh lưu lượng của hai lưu chất cùng một lúc.

2./ Phương pháp đo lưu lượng bằng tần số dòng xoáy.

Phương pháp này dựa trên hiệu ứng sự phát sinh dòng xoáy khi một vật cản nằm trong lưu chất. Các dòng xoáy xuất hiện tuần tự và bị dòng chảy cuốn trôi đi. Hiện tượng này đã được Leonardo da Vinci ghi nhận và Strouhal trong năm 1878 đã cố gắng giải thích lần đầu tiên. Ông đã nhận thấy rằng một sợi dây nằm trong dòng chảy có sự rung động như một dây đàn. Sự dao động này tỷ lệ với vận tốc dòng chảy và tỷ lệ nghịch với đường kính sợi dây.

Theodor von Kàrmàn đã tìm thấy nguyên nhân gây ra sự dao động này. Đó là sự sinh ra và biến mất của các dòng xoáy bên cạnh vật cản. Một con đường dòng xoáy hình thành phía sau vật cản khi một vật cản được đặt trong một dòng chảy, phía sau nó các dòng xoáy không liên tục được tạo ra.

Các dòng xoáy này rời bỏ vật cản tuần tự và trôi đi theo dòng chảy. Phía sau vật cản hình thành con đường của dòng xoáy được đặt tên là con đường dòng xoáy Kàrmàn. Các dòng xoáy ở hai cạnh bên của vật cản có chiều xoáy ngược nhau. Như thế với sự xuất hiện của dòng xoáy, năng lượng quay bị “chuyên chở đi mất”.

Cuối cùng lực tác động vào vật cản được hình thành. Dựa dưới những điều kiện cần thiết một dao động phát sinh. Các dòng xoáy mạnh mẽ sinh ra rồi lại lần lượt biến mất theo dòng chảy. Tần số sự biến mất của dòng xoáy (và cả sự xuất hiện) là một hiệu ứng để đo lưu lượng tính bằng thể tích.

Lord Rayleigh đã tìm thấy sự liên hệ giữa kích thước hình thành vật cản, vận tốc lưu chất v và tần số biến mất của dòng xoáy f – tần số dòng xoáy. Sự liên hệ này được diễn tả trong trị số Strouhal:

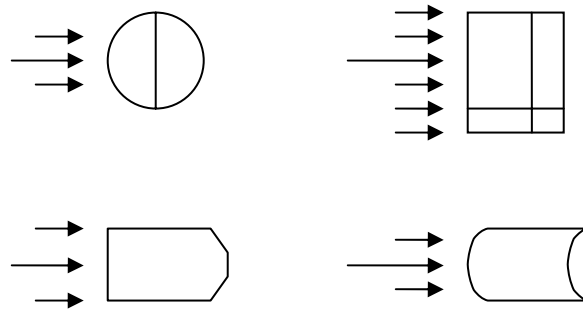
$$S = \frac{f \cdot a}{v}$$

- với a Đường kính của vật cản
 f Tần số dòng xoáy.
 v Vận tốc dòng xoáy.

Con đường dòng xoáy Kàrmàn cho một tính chất vô cùng quan trọng trong kỹ thuật đo lường: Khoảng cách và như thế thể tích cục bộ của dòng xoáy giữa hai dòng xoáy luôn là một hằng số! Sự hình thành các dòng xoáy một cách chính xác là điều kiện tiên quyết để có thể đo toàn bộ thể tích bằng cách đếm các thể tích cục bộ. Hệ số đếm cho chất lỏng và khí giống nhau. Với điều kiện hằng số Strouhal S không tùy thuộc vào trị số Reynold ta có thể tính lưu lượng theo thể tích trên đơn vị thời gian. Với A là diện tích cắt ngang của dòng chảy và từ phương trình trên ta có:

$$Q = \frac{1}{S} a \cdot A \cdot f$$

Để hình thành một con đường dòng xoáy có tính xác định cả lặp lại thực tốt thì vật cản phải đáp ứng đủ một số điều kiện về hình dạng. Hình dạng của vật cản phải được cấu tạo sao cho trong một khoảng trị số Reynold khá rộng mà trị số Strouhal vẫn là hằng số.



Hình dạng của một số vật cản

Với sự biến mất và suất hiện của dòng xoáy vận tốc dòng chảy ở hai bên vật cản và trên đường dòng xoáy thay đổi một cách cục bộ. Tần số dao động của vận tốc có thể được đo với nhiều phương pháp khác nhau. Nhiệt điện trở nung nóng được dùng đến, nó có thể được gắn phía trước, ở giữa vật cản hay phía sau. Sự thoát nhiệt của nhiệt điện trở thay đổi theo hướng lưu chất. Người ta cũng có thể đo sự dao động áp suất với màng sọc co giãn, hoặc đo đặc các dòng xoáy bằng sóng siêu âm.

Phương pháp đo lưu lượng với tần số dòng xoáy rất kinh tế và có độ tin cậy cao. Tần số dòng xoáy không bị ảnh hưởng của bởi sự dơ bẩn hay sự hư hỏng của vật cản. Đường