

NHỮNG NÉT MỚI VỀ CẢM BIẾN - CẢM BIẾN THÔNG MINH THỜI KỲ CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0

Nguyễn Ngọc Bích *

Tóm tắt: Cảm biến là một phần tử không thể thiếu trong kỹ thuật tự động hóa. Bài viết trình bày sự hiểu biết về cảm biến, các đặc điểm chức năng, thành phần, cấu trúc của cảm biến và vị trí, ý nghĩa của cảm biến thông minh trong cách mạng công nghiệp 4.0; được minh họa thông qua nghiên cứu cụ thể một cảm biến thông minh.

Từ khóa: Cảm biến, cảm biến thông minh, tự động hóa, đại lượng vật lý, công nghiệp 4.0.

Summary: Sensor is an indispensable element in automation engineering. The article presents the understanding of the sensor, its functional characteristics, its composition, the structure of the sensor and its position, and the significance of smart sensors in the industrial revolution 4.0; is illustrated through specific research of a smart sensor.

Keywords: Sensors, intelligent sensors, automation, physical quantity, industry 4.0.

Cảm biến (CB) là một phần tử không thể thiếu trong các hệ đo lường, giám sát, điều khiển tự động hóa quá trình sản xuất. Đây là thiết bị có thể cảm nhận sự thay đổi một đại lượng vật lý và biến đổi thành tín hiệu dưới dạng phù hợp để có thể giám sát và điều khiển đại lượng vật lý đó.

Thời kỳ đầu, CB gắn liền với kỹ thuật đo lường, để đo các đại lượng vật lý phi điện (như nhiệt độ, độ ẩm, áp suất, kích thước, khoảng cách, tốc độ, gia tốc,...) với mục đích giám sát các đại lượng đó. Chúng được hiển thị bằng kim trên các thang đo, được chia theo tỷ lệ hoặc các thiết bị hiển thị khác. Trong các hệ thống điều khiển, CB được dùng trong các mạch phản hồi (feedback) theo nguyên lý điều khiển hoặc để nâng cao chất lượng quá trình điều khiển.

Cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 hiện nay, với đặc trưng cơ bản là sử dụng

kỹ thuật vi điện tử và tin học, tạo ra nhiều chức năng mới cho các đồ dùng sinh hoạt hàng ngày hay phục vụ sản xuất, như điện thoại, tivi, tủ lạnh, máy giặt, thiết bị, máy móc,..., trong các công trình dân dụng (nhà ở, khách sạn, trường học, bệnh viện,...), doanh nghiệp (nhà máy, phân xưởng, sân bay, ga xe lửa, bến tàu,...) và gắn chúng với từ thông minh. Trong tự động hóa các quá trình sản xuất và công nghệ, CB cũng được cải tiến, hiện đại hóa để phù hợp với các yêu cầu mới; do đó, xuất hiện một loại CB mới gọi là *Cảm biến thông minh* (CBTM).

Theo từ điển Wikipedia, CBTM là CB thực hiện một số hoạt động được xác định trước khi nó cảm nhận được tín hiệu vào - ra thích hợp, do tích hợp thêm trong cấu trúc của nó một số các phần tử chức năng bổ sung.

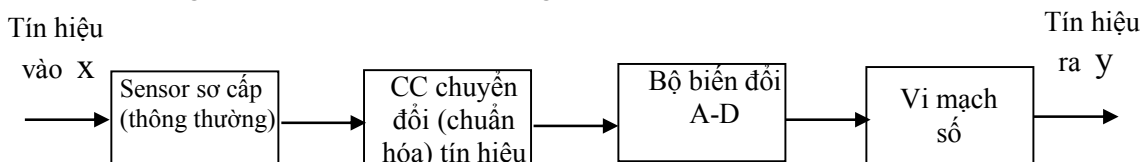
Nhờ các thành phần bổ sung, CBTM

* Khoa Điện - Điện tử,
Trường ĐH KD&CN Hà Nội.

cho phép người dùng thu thập dữ liệu tự động và chính xác hơn. Yếu tố quan trọng nữa, là CBTM có khả năng kết nối mạng, kết nối với internet vạn vật (IoT) đối với các hệ thống giám sát và điều khiển từ xa. Các chức năng có thể thực hiện khi dùng

các CBTM kết nối mạng và có một vài đặc tính “thông minh” khác, như tự động chọn thang đo, tự động xử lý thông tin đo, tự động bù trừ sai số, v.v.

CBTM thường có sơ đồ khối như ở Hình 1.



Hình 1. Sơ đồ khối Cảm biến thông minh một kênh

Sensor sơ cấp đo tín hiệu vào (x). Đây là sensor thông thường chỉ gồm 2 khối: khối cảm nhận và khối biến đổi có tín hiệu ra (y) dưới dạng điện áp hoặc dòng điện không lớn lắm [1]. Tín hiệu này qua bộ chuyển đổi (Transmitter) và chuẩn hóa, làm nhiệm vụ tạo ra tín hiệu chuẩn (thường là điện áp 0-5V, hoặc 0-10V để đưa đến bộ biến đổi A-D chuyển tín hiệu tương tự thành tín hiệu số, trước khi đưa đến vi mạch số để xử lý và nhận tín hiệu số y ở đầu ra, dùng cho mục đích đo lường giám sát hay điều khiển. Nếu cần hiển thị giá trị số để đọc và giám sát tham số x , thì tiếp nối sẽ là thiết bị số đọc số liệu bằng màn hình hiển số.

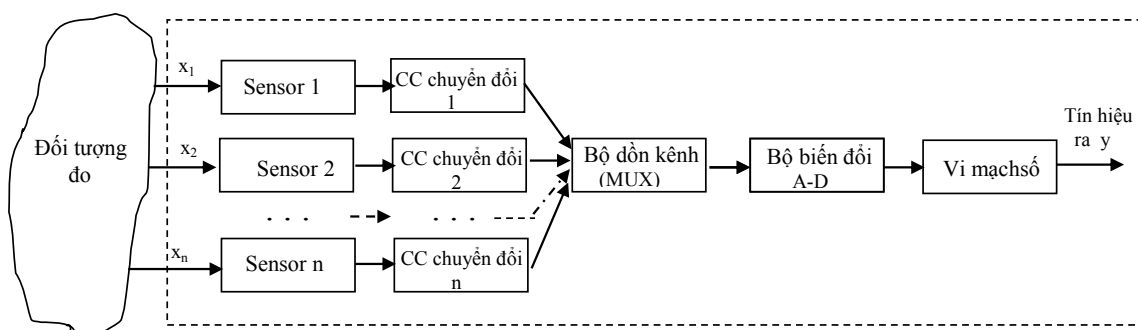
CBTM áp dụng các thành tựu của công nghệ điện tử (vi điện tử) và tin học (mạng, Internet) để đa dạng hóa các CB, đưa ra nhiều biện pháp xử lý để nâng cao độ chính xác, khả năng thông tin, tăng độ tác động nhanh, tăng độ ổn định, độ tuyến tính, hạn chế, tiến đến loại bỏ các yếu tố

ảnh hưởng đến độ chính xác đo của CB.

Sau đây liệt kê một vài đặc điểm chức năng mới của CBTM so với CB thông thường, tăng tính “thông minh” của CB, như một thiết bị đo có độ chính xác cao.

1. Chức năng có thể thu thập dữ liệu, đo nhiều đại lượng đo khác nhau từ một đối tượng, nhưng ở nhiều điểm, để loại trừ sai số do ảnh hưởng nhiều yếu tố (do nhiệt độ, độ ẩm môi trường, hay do các yếu tố kỹ thuật khác). Lúc này CB không còn có cấu trúc một kênh, như ở Hình 1, mà có cấu trúc đa kênh và trong sơ đồ khối CB, có một vài CB sơ cấp, có một vài cơ cấu (CC) chuyển đổi, mà sau đó cần bổ sung khối dồn kênh MUX (multiplexer) như ở Hình 2.

2. Có thể chương trình hóa quá trình đo, tức là đo theo một chương trình đã định sẵn. Chương trình này có thể thay đổi bằng cách thay đổi chương trình đã có (bằng cách lập trình lại)..



Hình 2. Sơ đồ khối cảm biến thông minh nhiều kênh

3. Do sử dụng vi mạch số, có thể thực hiện các phép tính khác nhau: cộng, trừ, nhân, chia, tích phân, vi phân, tuyến tính hóa tính phi tuyến của CB cũng như các thao tác khác khi đo để đạt kết quả đo chính xác nhất.

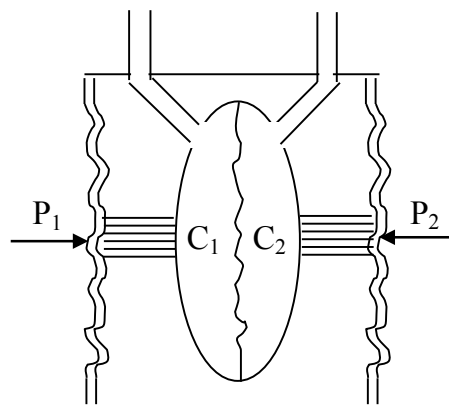
4. Cũng do sử dụng vi mạch số trong cấu tạo, CB có thể thiết kế để mã hóa kết quả đo, có thể phát hiện những vị trí hỏng hóc trong thiết bị đo, đưa ra thông tin về chúng nhờ cài đặt chương trình kiểm tra và chẩn đoán kỹ thuật về sự làm việc của cảm biến.

5. Cảm biến có thể ghép nối với các thiết bị ngoại vi: màn hình, máy in, bàn phím với các kênh liên lạc để truyền đi xa các số liệu theo chu kỳ hay theo địa chỉ dùng mạng dây dẫn hay mạng không dây (internet).

Rõ ràng, CBTM thực sự tạo ra một sự tiến bộ vượt bậc trong kỹ thuật đo lường cũng như kỹ thuật giám sát và điều khiển tự động. Để minh họa cho các vấn đề trên, dưới đây nghiên cứu *CBTM đo áp suất 4301*. CB này, ngoài sử dụng đo áp suất chất lỏng, chất khí, về nguyên tắc, còn có thể dùng để đo mức, lưu lượng chuyển động dòng chất khí, chất lỏng, vì các tham số này đều liên quan đến tham số áp suất.

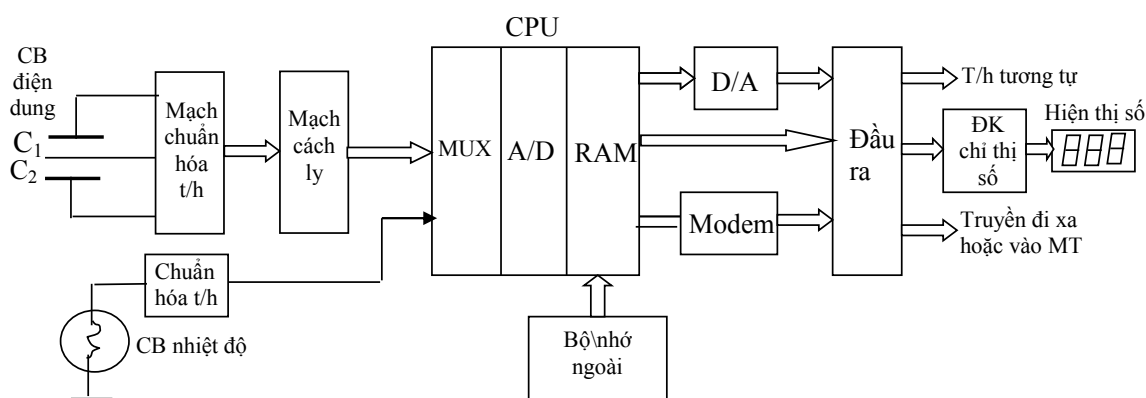
CB sơ cấp dùng trong CB TM đo áp suất là CB điện dung kiểu vi sai, có sơ đồ

cấu tạo biểu diễn ở Hình 3. Ở CB này, hai áp suất P_1 và P_2 tác động lên hai màn chắn đàn hồi của CB. Hai giá trị điện dung C_1 và C_2 sẽ thay đổi, tạo ra sai lệch điện dung ΔC tùy thuộc vào 2 giá trị áp suất: $P_1 > P_2$ hoặc $P_1 < P_2$. Dựa vào giá trị và dấu của sai lệch điện dung ΔC , ta có thể biết giá trị của áp suất P_1, P_2 . CB điện dung kiểu vi sai này đã được nghiên cứu ở [1], [2].



Hình 3. Cảm biến sơ cấp điện dung kiểu vi sai

Bước phát triển tiếp theo của CB thông thường đo áp suất để trở thành CBTM đo áp suất là bổ sung các linh kiện cần thiết, để CB trở nên “thông minh” hơn. Sơ đồ khối của CBTM đo áp suất dùng nguyên lý điện dung vi sai, có hiển thị đầu ra giá trị áp suất dưới dạng số cùng các phần tử khác được trình bày ở Hình 4.



Hình 4. Sơ đồ khối cảm biến thông minh đo áp suất

Nguyên lý tác động chung của CB có thể trình bày như sau: Áp suất được đo bởi CB điện dung sơ cấp. Tín hiệu điện qua mạch chuẩn hóa biến thành tín hiệu tần số, qua mạch cách ly đưa vào bộ dồn kênh MUX. Tín hiệu đưa vào MUX, ngoài tín hiệu đo áp suất, còn có tín hiệu nhiệt độ môi trường từ CB nhiệt độ để hiệu chỉnh sai số đo, do thay đổi nhiệt độ tạo ra. Sau đó tín hiệu đo qua bộ biến đổi A/D, RAM, v.v. của CPU. Ở đây, CPU tiến hành các xử lý cần thiết tín hiệu (tuyến tính hóa, bù trừ sai số,...) và đưa ra kết quả đo dưới dạng tương tự hoặc dưới dạng số, hoặc có thể truyền đi xa hay đến máy tính.

Như đã trình bày ở trên, CB áp suất, ngoài đo áp suất, nếu kết hợp với bộ phận tính toán, có thể đo các tham số khác của dòng chất lỏng, như *mức chất lỏng* trong thùng chứa, *lưu lượng* dòng chất lỏng, như trình bày dưới đây:

- Ngoài trực tiếp có lượng ra x phản ảnh áp suất P, vì độ lệch áp suất $\Delta P = P_1 - P_2$, có thể xác định qua việc đo 2 áp suất P_1 và P_2 , nên dùng CB có thể đo độ lệch đó. Ngoài ra, mức chất lỏng có liên quan đến áp suất, nên CB cũng có thể dùng để đo mức này.

- Ta biết rằng giữa đại lượng áp suất P và lưu lượng Q trong ống tròn có mối quan hệ thông qua công thức toán học: $Q = k\sqrt{p_2 - p_1}$. Tổng quát hơn:

$Q = f(\sqrt{P})$. Như vậy, CBTM đo áp suất có thể dùng để đo lưu lượng dòng chảy Q chảy qua ống thiết diện tròn, nếu dùng thêm thiết bị tính căn bậc 2.

- Lưu lượng chất lỏng qua kênh nước có thiết diện hình thang, hay thiết diện hình chữ V liên quan đến áp suất dòng chất lỏng x thông qua các hàm căn bậc 2 của x^3

và x^5 . Có nghĩa là $Q = \sqrt{P^5}$, $Q = \sqrt{P^5}$, nên để tính giá trị lưu lượng này, cũng có thể dùng CBTM đo áp suất kết hợp với các cơ cấu tính tương ứng.

Thí dụ nêu trên cho thấy CBTM có cấu tạo và các đặc tính phong phú. Trong công nghiệp, các CBTM mang lại sự thay đổi quan trọng trong quá trình sản xuất. Các nhà máy trở thành các *nhà máy thông minh*. Trong đời sống thường ngày, thiết bị thông minh tạo ra các tòa nhà thông minh, điện thoại, tivi và các đồ dùng thông minh khác. Đây chính là một trong rất nhiều những kết quả nhìn thấy của cách mạng công nghiệp 4.0 đang diễn ra./.

Tài liệu tham khảo

1. Lê Văn Doanh và các tác giả (2007). *Các bộ cảm biến trong kỹ thuật đo lường và điều khiển*. Nxb. Khoa học - Kỹ thuật, Hà Nội.
2. TS. Nguyễn Ngọc Bích (2020). *Cảm biến trong các hệ thống giám sát và điều khiển*. Giáo trình. Trường Đại học Kinh doanh và Công nghệ Hà Nội.
3. www.Google: *Cảm biến và Cảm biến thông minh*.

Ngày nhận bài: 15/01/2021

Ngày phản biện: 25/01/2021

Ngày duyệt đăng: 01/03/2021