

Hot Plate Project

I. Giao thức SPI cho STM32

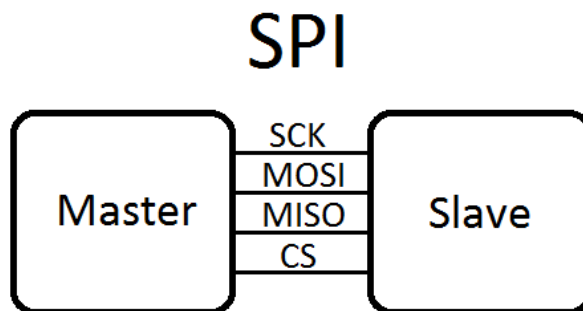
1. Khái niệm

SPI – Serial Peripheral Interface – hay còn gọi là giao diện ngoại vi nối tiếp, được phát triển bởi hãng Motorola.

Chuẩn đồng bộ nối truyền dữ liệu ở chế độ full – duplex (hay gọi là “song công toàn phần”). Nghĩa là tại 1 thời điểm có thể xảy ra đồng thời quá trình truyền và nhận.

Là giao tiếp đồng bộ, bất cứ quá trình nào cũng đều được đồng bộ với xung clock sinh ra bởi thiết bị Master => Không cần phải lo lắng về tốc độ truyền dữ liệu.

SPI thường được sử dụng giao tiếp với bộ nhớ EEPROM, RTC (Đồng hồ thời gian thực), IC âm thanh, các loại cảm biến như nhiệt độ và áp suất, thẻ nhớ như MMC hoặc thẻ SD hoặc thậm chí các bộ vi điều khiển khác.



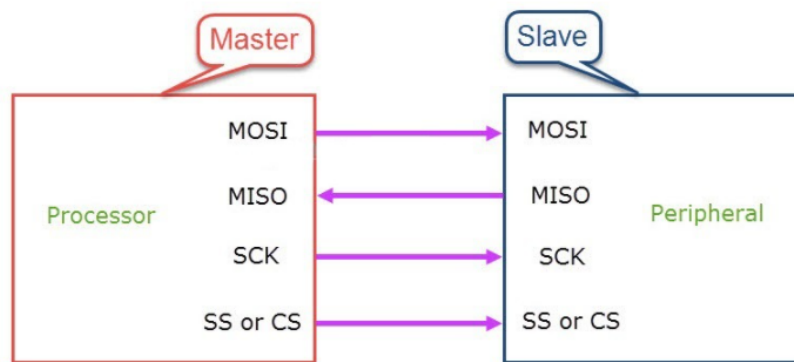
2. Nguyên lí hoạt động

a. Cấu tạo:

Sử dụng 4 đường giao tiếp nên đôi khi được gọi là chuẩn truyền thông “4 dây”. 4 đường đó là :

- SCK (Serial Clock): Thiết bị Master tạo xung tín hiệu SCK và cung cấp cho Slave. Xung này có chức năng giữ nhịp cho giao tiếp SPI. Mỗi nhịp trên chân SCK báo 1 bit dữ liệu đến hoặc đi → Quá trình ít bị lỗi và tốc độ truyền cao.
- MISO (Master Input Slave Output): Tín hiệu tạo bởi thiết bị Slave và nhận bởi thiết bị Master. Đường MISO phải được kết nối giữa thiết bị Master và Slave.

- MOSI (Master Output Slave Input): Tín hiệu tạo bởi thiết bị Master và nhận bởi thiết bị Slave. Đường MOSI phải được kết nối giữa thiết bị Master và Slave.
- SS (Slave Select): Chọn thiết bị Slave cụ thể để giao tiếp. Để chọn Slave giao tiếp thiết bị Master chủ động kéo đường SS tương ứng xuống mức 0 (Low). Chân này đôi khi còn được gọi là CS (Chip Select). Chân SS của vi điều khiển (Master) có thể được người dùng tạo bằng cách cấu hình 1 chân GPIO bất kỳ chế độ Output.



b. Khung truyền SPI:

Mỗi chip Master hay Slave đều có một thanh ghi dữ liệu 8 bits.

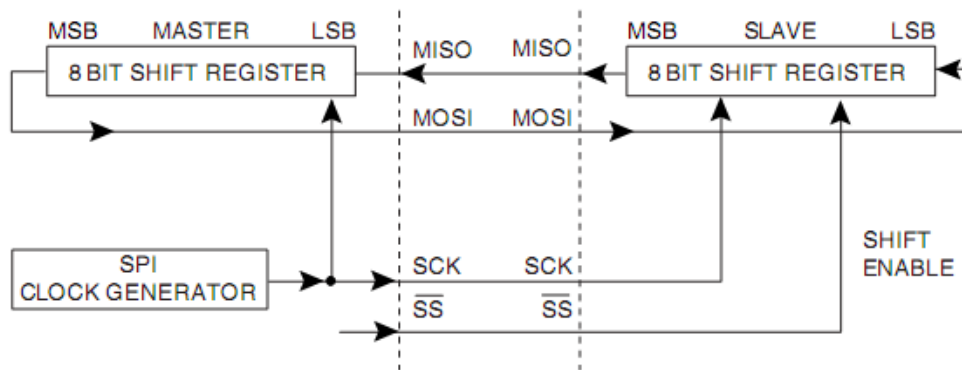
Quá trình truyền nhận giữa Master và Slave xảy ra đồng thời sau 8 chu kỳ đồng hồ, một byte dữ liệu được truyền theo cả 2 hướng

Quá trình trao đổi dữ liệu bắt đầu khi Master tạo 1 xung clock từ bộ tạo xung nhịp (Clock Generator) và kéo đường SS của Slave mà nó truyền dữ liệu xuống mức Low.

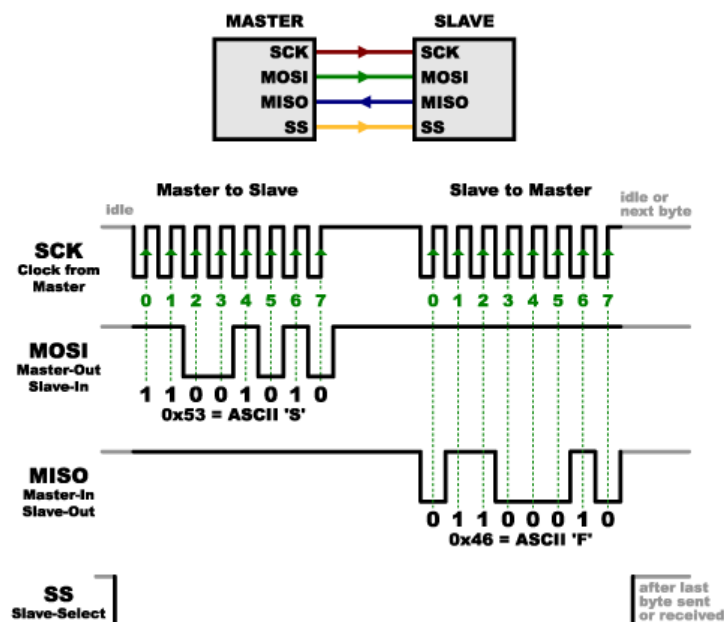
Cứ 1 xung clock, Master sẽ gửi đi 1 bit từ thanh ghi dịch (Shift Register) của nó đến thanh ghi dịch của Slave thông qua đường MOSI. Đồng thời Slave cũng gửi lại 1 bit đến cho Master qua đường MISO. Như vậy sau 8 chu kỳ clock thì hoàn tất việc truyền và nhận 1 byte dữ liệu.

Dữ liệu của 2 thanh ghi được trao đổi với nhau nên tốc độ trao đổi diễn ra nhanh và hiệu quả.

Lưu ý: Trong giao tiếp SPI, chỉ có thể có 1 Master nhưng có thể 1 hoặc nhiều Slave cùng lúc. Ở trạng thái nghỉ, chân SS của các Slave ở mức 1, muốn giao tiếp với Slave nào thì ta chỉ việc kéo chân SS của Slave đó xuống mức 0.



Ví dụ: Dạng tín hiệu xung các chân khi truyền byte đầu tiên 0x53 từ master sang slave và byte thứ 2 là sẽ truyền sang 0xFF để nhận về byte 0x46 từ slave.

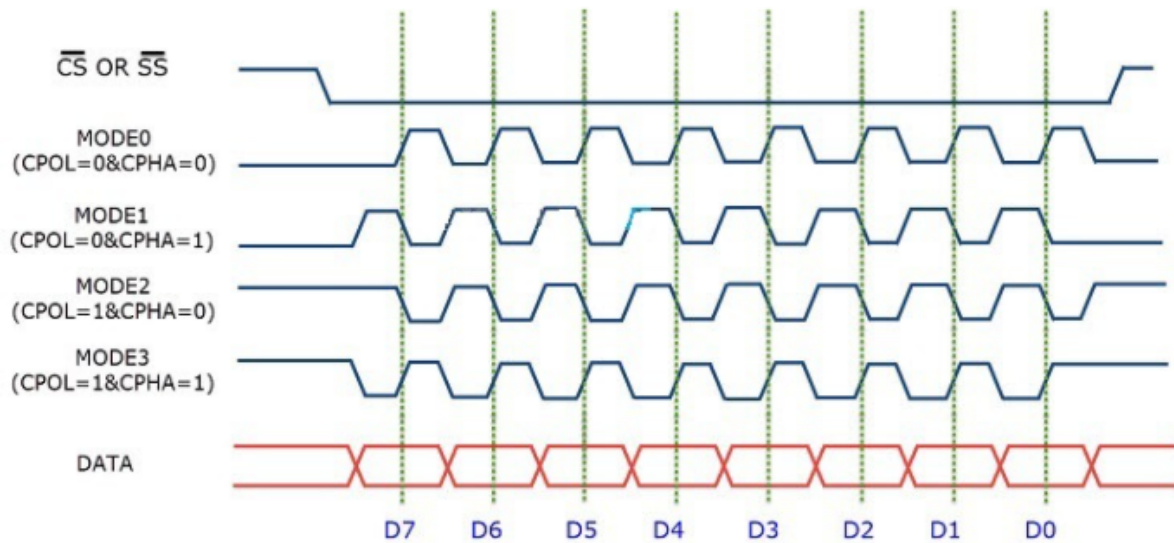


c. Chế độ hoạt động:

SPI có 4 chế độ hoạt động phụ thuộc vào cực của xung giữ (Clock Polarity – CPOL) và pha (Phase – CPHA).

CPOL dùng để chỉ trạng thái của chân SCK ở trạng thái nghỉ. Chân SCK giữ ở mức cao khi CPOL=1 hoặc mức thấp khi CPOL=0.

CPHA dùng để chỉ các mà dữ liệu được lấy mẫu theo xung. Dữ liệu sẽ được lấy ở cạnh lên của SCK khi CPHA=0 hoặc cạnh xuống khi CPHA=1.



Mode 0 (mặc định) – xung nhịp của đồng hồ ở mức thấp (CPOL = 0) và dữ liệu được lấy mẫu khi chuyển từ thấp sang cao (cạnh lên) (CPHA = 0).

Mode 1 – xung nhịp của đồng hồ ở mức thấp (CPOL = 0) và dữ liệu được lấy mẫu khi chuyển từ cao sang thấp (cạnh xuống) (CPHA = 1).

Mode 2 – xung nhịp của đồng hồ ở mức cao (CPOL = 1) và dữ liệu được lấy mẫu khi chuyển từ cao sang thấp (cạnh xuống) (CPHA = 0).

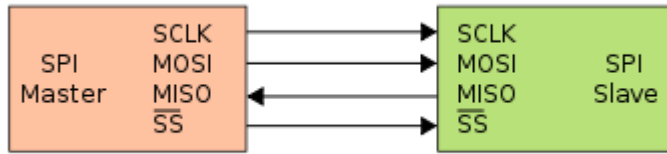
Mode 3 – xung nhịp của đồng hồ ở mức cao (CPOL = 1) và dữ liệu được lấy mẫu khi chuyển từ thấp sang cao (cạnh lên) (CPHA = 1).

	CPOL=0	CPOL=1
CPHA =0	Mode 0	Mode 2
CPHA =1	Mode 1	Mode 3

Lưu ý: Khi giao tiếp SPI giữa vi điều khiển và các thiết bị ngoại vi khác như IC, cảm biến thì 2 bên bắt buộc hoạt động cùng Mode, nếu không dữ liệu truyền nhận có thể bị đọc sai.

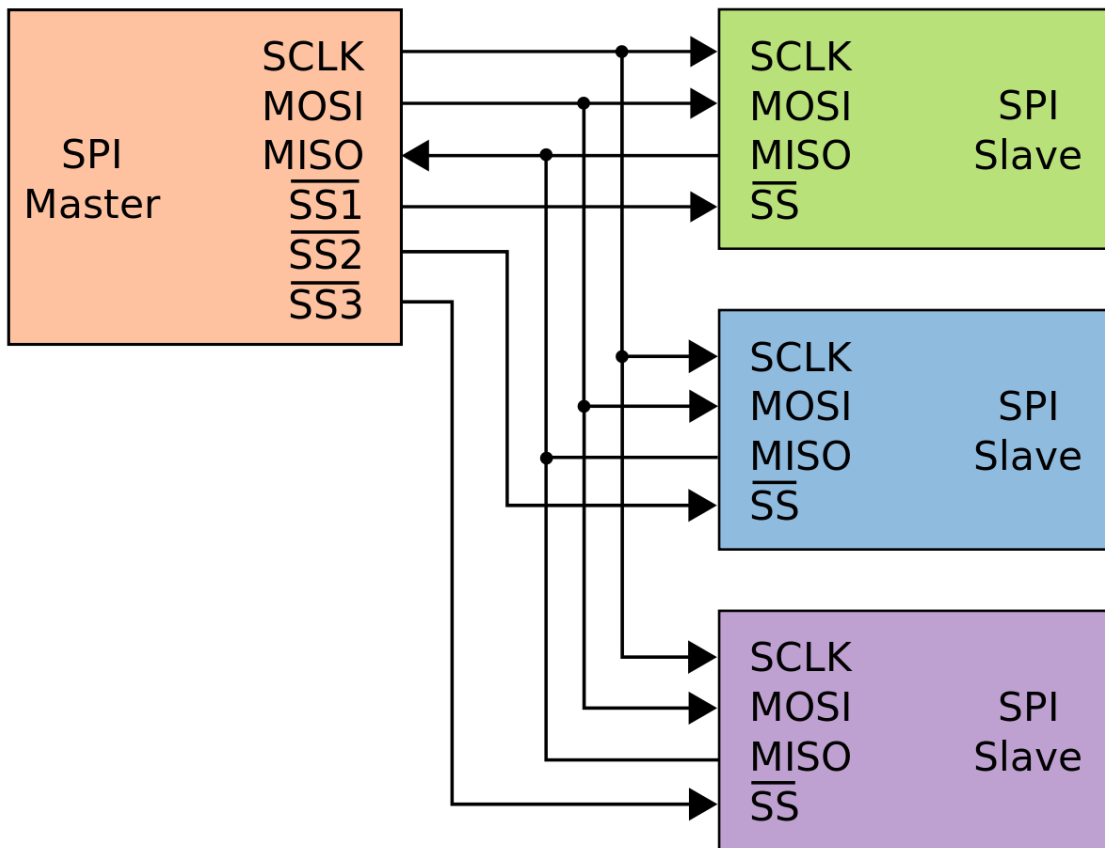
d. Các sơ đồ kết nối giao tiếp SPI:

1 thiết bị Master và 1 thiết bị Slave



1 thiết bị Master và nhiều thiết bị Slave (chế độ độc lập - Independent):

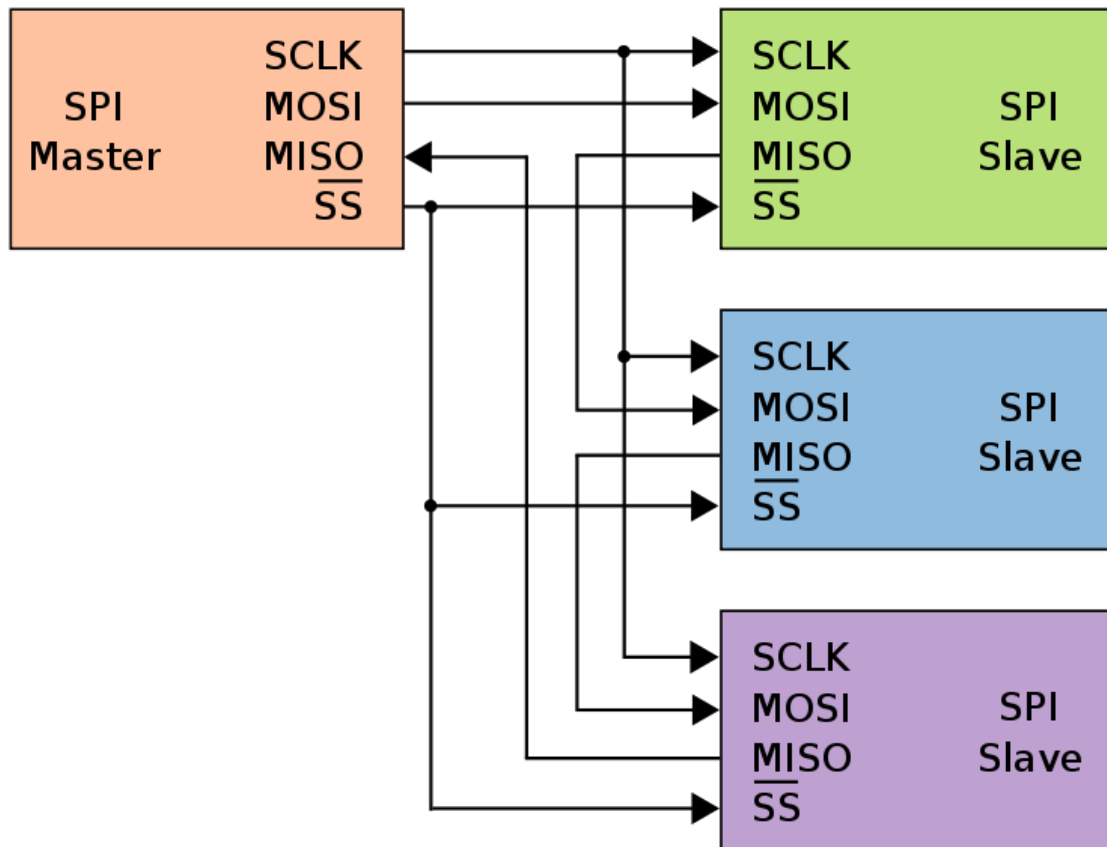
Ở chế độ này, mỗi thiết bị Slave kết nối với Master được quy định riêng bởi những chân SS khác nhau. Khi thiết bị Master muốn giao tiếp với Slave nào thì kéo chân SS tương ứng xuống mức 0, những chân SS còn lại giữ ở mức 1.



1 thiết bị Master và nhiều thiết bị Slave (chế độ dây chuyền - Daisy):

Thử tưởng tượng có bạn cần kết nối SPI với nhiều thiết bị, nếu dùng cách trên thì sẽ tốn nhiều chân SS của vi điều khiển. Thay vào đó chúng ta có thể kết nối các thiết bị Slave theo kiểu dây chuyền như bên dưới mà chỉ cần 1 chân SS từ vi điều khiển. Chân MOSI của Slave này sẽ nối với MISO của Slave tiếp theo.

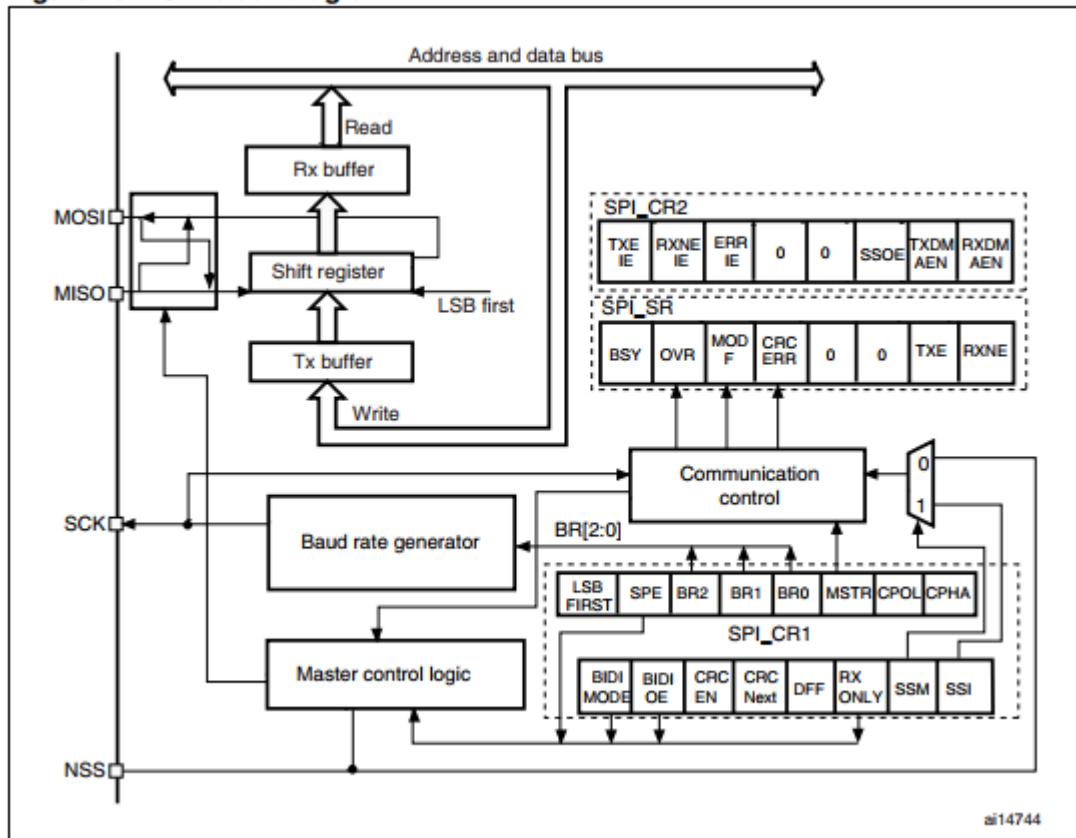
Dữ liệu gửi từ vi điều khiển (hay thiết bị Master), đi vào Slave 1 bằng đường MOSI. Sau đó lại đi ra từ chân MISO của Slave 1, gửi tới chân MOSI của Slave 2, và cứ tiếp tục như vậy,.... Các bạn có thể thấy cách hoạt động này khác giống với các IC dịch.



3. Giao tiếp SPI nằm trong chip STM32F103

Sơ đồ khối SPI của STM32F103:

Figure 207. SPI block diagram



- SCK: Xung tín hiệu, là tín hiệu đầu ra của Master và là tín hiệu đầu vào của Slave.
- MISO: Dữ liệu Master In / Slave Out. Chân này có thể được sử dụng để truyền dữ liệu ở chế độ Slave và nhận dữ liệu ở chế độ Master.
- MOSI: Master Out / Slave In data. Chân này có thể được sử dụng để truyền dữ liệu ở chế độ Master và nhận dữ liệu ở chế độ Slave.
- NSS: Chọn Slave. Đây là chân tùy chọn để chọn chế độ Master / Slave. Chân này hoạt động như một “chip chọn” để cho phép SPI master giao tiếp với từng Slave và tránh tranh chấp trên các đường dữ liệu.

Chip STM32F103 hỗ trợ cho chúng ta 2 bộ SPI, lần lượt là SPI1, SPI2 tương ứng với các chân như sau.

	SPI1	SPI2
SCK	PA5	PB13
MISO	PA6	PB14
MOSI	PA7	PB15
SS	PA4	PB12

1 số tính năng của giao tiếp SPI trên STM32:

- Cấu hình Master hoặc Slave.
- Lựa chọn khung hình 8bits hoặc 16 bits.
- Chế độ nhiều Master (Multimaster).
- Cấu hình NSS cứng và mềm.
- Cấu hình ngắt khi hoàn tất truyền và nhận SPI.
- DMA cho quá trình truyền nhận SPI.

Về hướng dẫn cấu hình SPI, các hàm quan trọng, bài tập mẫu:

<https://deviot.vn/tutorials/stm32f1.23165131/giao-tiep-spi-voi-stm32.61922548>

II. Cảm biến nhiệt độ PT100

1. Cảm biến nhiệt độ

Cảm biến nhiệt độ là một thiết bị cảm biến chuyên dùng để đo nhiệt độ tại một vị trí nhất định.

Trên thị trường, ta sẽ bắt gặp loại cảm biến nhiệt độ PT100 được sử dụng nhiều hơn so với cảm biến nhiệt độ can nhiệt, chiếm đến 98-99%.

Lý do giải thích cho việc này là cảm biến nhiệt độ PT100 có một dải đo rất rộng, dao động vào khoảng -200 đến 850 độ C và độ chính xác cao hơn là cảm biến nhiệt độ can nhiệt.

Còn đối với cặp nhiệt điện, nó thường được dùng trong những ứng dụng có nhiệt độ cao như lò hơi hoặc lò nung. Bởi vì loại này có khả năng đo được nhiệt độ cao và duy trì liên tục.

Tuy nhiên, nhược điểm của loại này là sai số khá cao.

Và một lý do nữa, là cảm biến nhiệt độ Pt100 có giá thành cao hơn khá nhiều so với cảm biến nhiệt độ Can nhiệt.

Trên thị trường, ta sẽ bắt gặp loại cảm biến nhiệt độ pt100 được sử dụng nhiều hơn so với cảm biến nhiệt độ can nhiệt, chiếm đến 98-99%.

Lý do giải thích cho việc này là cảm biến nhiệt độ Pt100 có một dải đo rất rộng, dao động vào khoảng -200 đến 850 độ C và độ chính xác cao hơn là cảm biến nhiệt độ can nhiệt.

Còn đối với cặp nhiệt điện, nó thường được dùng trong những ứng dụng có nhiệt độ cao như lò hơi hoặc lò nung. Bởi vì loại này có khả năng đo được nhiệt độ cao và duy trì liên tục.

Tuy nhiên, nhược điểm của loại này là sai số khá cao.

Và một lý do nữa, là cảm biến nhiệt độ Pt100 có giá thành cao hơn khá nhiều so với cảm biến nhiệt độ Can nhiệt.



2. Nguyên lí hoạt động

Pt100 với Pt là chữ viết tắt của platinum, còn 100 là giá trị 100 ohm(Ω) tại 0 độ C.

Về nguyên lý hoạt động, cảm biến nhiệt độ Pt100 hoạt động dựa trên nguyên tắc nhiệt điện trở. Nghĩa là điện trở sẽ tăng lên khi nhiệt độ tăng lên. Khi đó, ta chỉ cần đo được giá trị điện trở này thì sẽ quy đổi ngược ra được nhiệt độ.

Ngoài Pt100 ra chúng ta còn có Pt500 , PT1000 , Ni500 , Ni1000 ...

Trong công nghiệp, phần lớn các loại cảm biến nhiệt độ dạng điện trở đều được chế tạo với vật liệu là platinum-một loại kim loại quý có khả năng chịu được nhiệt độ cao.

Với ưu điểm là khả năng chịu được nhiệt độ cao và rất nhạy với nhiệt độ, vì thế nên thường được dùng để chế tạo cảm biến nhiệt độ RTD.

3. Phân loại

Xét về cấu tạo, cách sử dụng, dải đo nhiệt độ, ta có thể chia cảm biến nhiệt độ pt100 ra thành 2 loại chính:

- Cảm biến nhiệt độ Pt100 dạng que dò hay còn gọi là đầu dò nhiệt pt100
- Cảm biến nhiệt độ Pt100 dạng dây.

Mỗi loại cảm biến nhiệt độ pt100 sẽ có những ưu điểm và nhược điểm khác nhau. Tùy theo nhu cầu sử dụng mà ta sẽ chọn loại phù hợp.

Loại đầu dò pt100 thì thích hợp cho những dải đo cao, từ 850 độ C trở xuống. Còn loại pt100 dạng dây có thang đo nhiệt độ chỉ từ 400 độ C trở lại.

a. Cảm biến nhiệt độ Pt100 dạng que dò:

Loại này có thiết kế chắc chắn với phần que cảm biến làm bằng Inox 316L nên thích hợp cho các môi trường có độ ăn mòn, độ khắc nghiệt cao.



Ngoài ra loại này còn có dải đo nhiệt độ rất rộng, lên đến 650 độ C; có thể đạt mức max 850 độ C. Tuy nhiên nếu lên tới mức 850 độ C thì đa số người dùng đều chuyển qua sử dụng cảm biến nhiệt độ Can nhiệt.

Cảm biến nhiệt độ PT100 dạng dây:

Loại này thì có thiết kế có vẻ mềm dẻo hơn bao gồm 1 que cảm biến được gắn phía trên 1 sợi dây dài (thông thường là 2m).

Đối với một số vị trí mà loại que dò không gắn vào được, người ta thường dùng đến loại dây dò nhiệt độ này. Vì thiết kế chuyên dùng cho các vị trí nhỏ, hẹp nên loại cảm biến nhiệt độ Pt100 loại dây có dài đo nhỏ hơn so với loại que dò, trung bình dao động khoảng -40 đến 200 độ C, maximum có thể lên đến 400 độ C.



4. Cấu tạo cảm biến nhiệt độ Pt100:

Cảm biến nhiệt độ Pt100 có 6 thành phần chính:

- (1) Đầu dò nhiệt: thành phần quan trọng nhất, thường được làm bằng platinum hoặc nickel.
- (2) dây kết nối tín hiệu với đầu ra dạng 2 dây, 3 dây, 4 dây
- (3) chất cách điện: được làm bằng gốm giúp cách điện các dây nối từ vỏ bọc bảo vệ.
- (4) chất làm đầy: chứa bột alumina được làm khô và đổ đầy vào nhằm bảo vệ cảm biến khi bị rung động.
- (5) vỏ bảo vệ: là thành phần tiếp xúc trực tiếp với nguồn nhiệt cần đo, giúp bảo vệ đầu dò cảm biến và dây tín hiệu của cảm biến, trong trường hợp
- (6) đầu củ hành: thường làm bằng các vật liệu cách điện như: nhựa, nhôm hay gốm.

