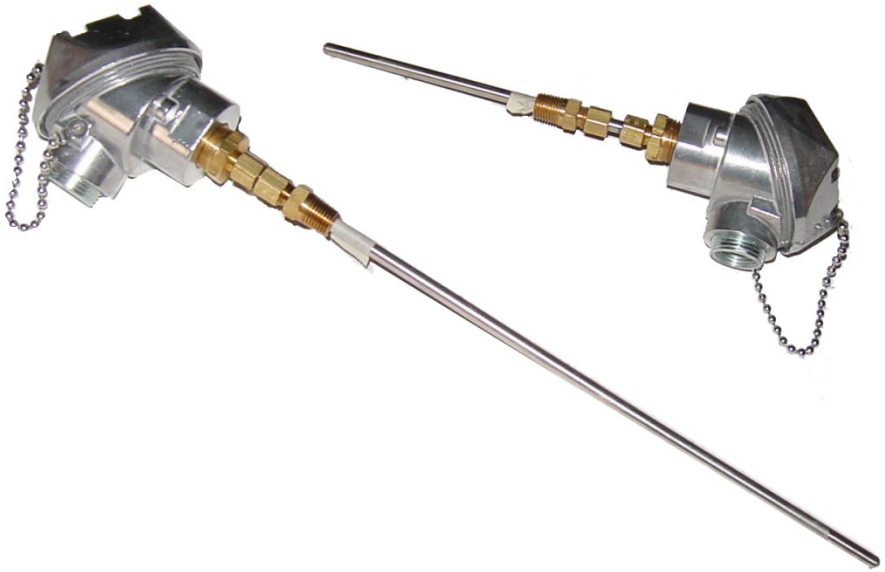
Bài 5

CẢM BIẾN CẶP NHIỆN ĐIỆN. HỎA KẾ

3.2. Cảm biến cặp nhiệt điện

3.2.1. Khái niệm, nguyên tắc hoạt động:

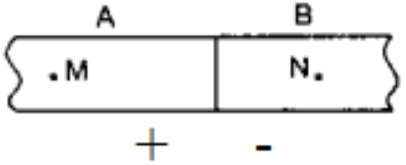
- **Khái niệm:** Cặp nhiệt điện là loại cảm biến nhiệt dùng để đo nhiệt độ, hoạt động dựa trên các hiệu ứng: Peltier, Thomson, và Seebek.



3.2.1. Khái niệm và nguyên lý hoạt động (tt)

Hiệu ứng Peltier:

Hai dây dẫn A và B chế tạo từ vật liệu có bản chất hoá học khác nhau được liên kết với nhau bằng mối hàn và tại đó có cùng nhiệt độ T thì sẽ tạo nên một hiệu điện thế tiếp xúc $E_{AB}(T)$. U này phụ thuộc vào bản chất vật dẫn và nhiệt độ

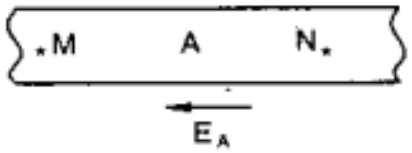


$$E_{AB}(T) = V_M - V_N$$

Hiệu ứng Thomson:

Trong một vật dẫn đồng nhất A. Nếu ở hai điểm M và N có nhiệt độ khác nhau thì sẽ xuất hiện một sức điện động. Sức điện động này phụ thuộc vào bản chất vật dẫn và nhiệt độ tại hai điểm

$$E_A(T_M, T_N) = \int_{T_N}^{T_M} \sigma_A dT$$



σ_A – Hệ số Thomson

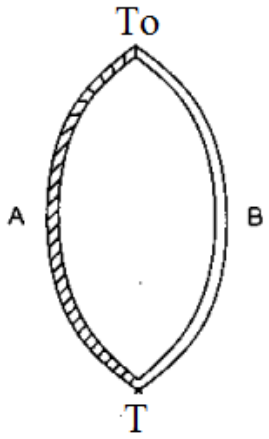
3.2.1. Khái niệm và nguyên lý hoạt động (tt)

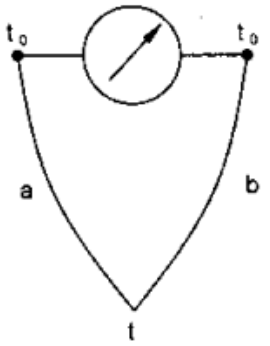
Hiệu ứng Seebek:

Một mạch kín tạo thành từ hai vật dẫn A, B và hai đầu chuyển tiếp của chúng có nhiệt độ khác nhau T và T_0 sẽ tạo thành một cặp nhiệt điện và gây nên một sức điện động E_{AB} do kết quả tác động đồng thời của hai hiệu ứng Peltier và Thomson.

Sức điện động đó gọi là *sức điện động Seebeck* hay *sức điện động nhiệt*. Độ lớn của SĐĐ này phụ thuộc vào các chất liệu dây dẫn và nhiệt độ của các đầu nối

$$E_{AB} = E_{AB}(T) - E_{AB}(T_0) - E_A(T,T_0) + E_B(T,T_0)$$





$E_A(T,T_0)$ và $E_B(T,T_0)$ khá nhỏ, có thể bỏ qua:

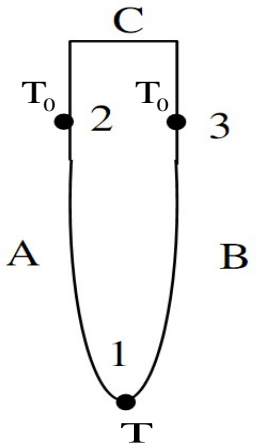
$$E_{AB}(T,T_0) = E_{AB}(T) - E_{AB}(T_0)$$

Đây là *phương trình cơ bản của cặp nhiệt điệ*

(Thông thường T_0=0^{0}C)

3.2.1. Khái niệm và nguyên lý hoạt động (tt)

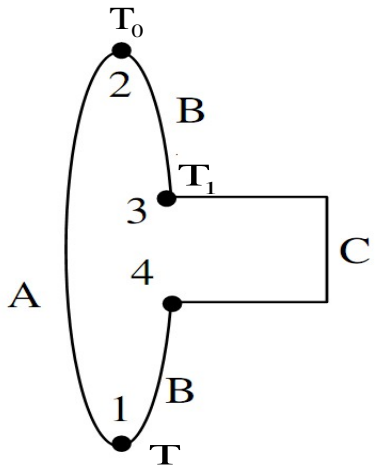
Nhận xét: Sức điện động của cặp nhiệt không thay đổi khi nối thêm vào mạch một dây dẫn thứ ba nếu nhiệt độ hai đầu nối của dây thứ ba giống nhau.



$$E_{ABC}(T,T_0) = E_{AB}(T) + E_{BC}(T_0) + E_{CA}(T_0)$$

Vì $E_{AB}(T_0) + E_{BC}(T_0) + E_{CA}(T_0) = 0$

nên $E_{ABC}(T,T_0) = E_{AB}(T) - E_{AB}(T_0)$



$$E_{ABC}(T,T_1,T_0) = E_{AB}(T) - E_{AB}(T_0) + E_{BC}(T_1) + E_{CB}(T_1)$$

Vì $E_{BC}(T_1) = -E_{CB}(T_1)$

nên $E_{ABC}(T,T_0) = E_{AB}(T) - E_{AB}(T_0)$

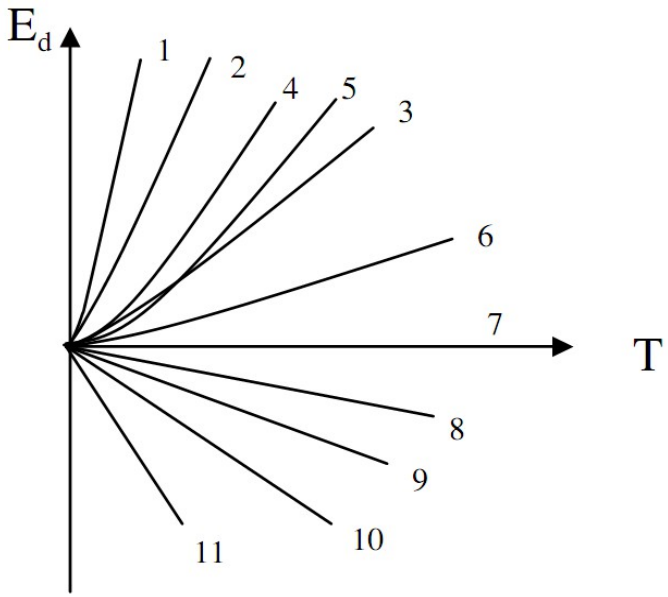
3.2.2. Cấu tạo cặp nhiệt điện

a. Vật liệu: - Kim loại

- Hợp kim

Yêu cầu đối với vật liệu chế tạo:

- Có sức điện động nhiệt điện đủ lớn;
- Có đủ độ bền cơ học và hoá học trong dải nhiệt độ làm việc;
- Dễ kéo sợi;
- Giá thành phù hợp.



1.Telua; 2. Crôm; 3. Sắt; 4. Đồng;
5. Graphit; 6. Hợp kim Platin-Rođi;
7. Platin; 8. Nhôm; 9. Niken;
10. Constan; 11. Côban.

Hình 3.1. Sức điện động của một số vật liệu chế tạo điện cực so với điện cực Platin

3.2.2. Cấu tạo cặp nhiệt điện (tt)

Một số cặp nhiệt điện thường gặp:

Cặp nhiệt điện	Ký hiệu	Nhiệt độ làm việc ^{0}C	E, mV	Độ chính xác
Đồng/Constan Φ = 1,63 mm	T	-270 ÷370	-6,258 ÷ 19,027	(-100^{0}C ÷-40^{0}C): ±2% (-40^{0}C ÷100^{0}C): ±0,8% (100^{0}C 350^{0}C): ±0,75%
Sắt/Constan Φ = 3,25 mm	J	-210 ÷800	-8,096 ÷ 45,498	(0^{0}C ÷400^{0}C): ±3^{0}C (400^{0}C ÷800^{0}C): ±0,75%
Crôm/Nhôm Φ = 3,25 mm	K	-270 ÷1250	-5,354 ÷ 50,633	(0^{0}C ÷400^{0}C): ±3^{0}C (400^{0}C ÷1250^{0}C): ±0,75%
Crôm/Constan Φ = 3,25 mm	E	-270 ÷870	-9,835 ÷ 66,473	(0^{0}C ÷400^{0}C): ±3^{0}C (400^{0}C ÷1250^{0}C): ±0,75%
Platin-Rodi(10%)/Platin Φ = 0,51 mm	S	-50 ÷1500	-0,236 ÷ 15,576	(0^{0}C ÷600^{0}C): ±2,5% (600^{0}C ÷1500^{0}C): ±0,4%
Platin-Rodi(13%)/Platin Φ = 0,51 mm	R	-50 ÷1700	-0,226 ÷ 17,445	(0^{0}C ÷538^{0}C): ±1,4% (538^{0}C ÷1500^{0}C): ±0,25%
Platin-Rôđi(30%)/ Platin-Rôđi (6%)). Φ = 0,51 mm	B	0 ÷1700	0 ÷ 12,42	(870^{0}C ÷1700^{0}C): ±0,5%