

Estudo de um conversor termoelétrico baseado numa célula de Peltier

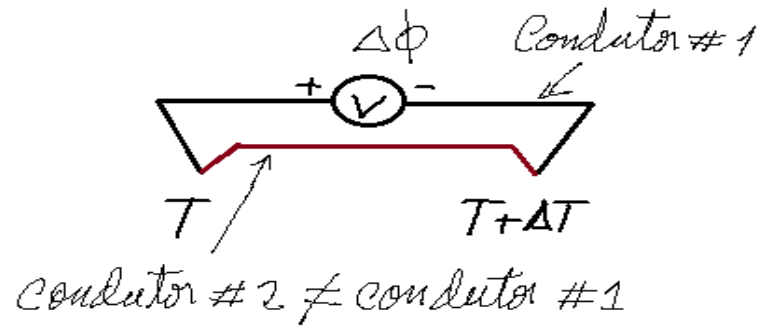
IST 2021

Sumário

- Efeitos termoelétricos reversíveis de Peltier, Seebeck e Thomson
- Relações de Kelvin
- Funcionamento da célula de Peltier como máquina térmica e bomba de calor
- Determinação experimental do rendimento da máquina térmica e da eficiência da bomba de calor.

Efeitos Termoeletrônicos reversíveis: Efeitos de Peltier, Seebeck e Thomson

Efeito do Seebeck

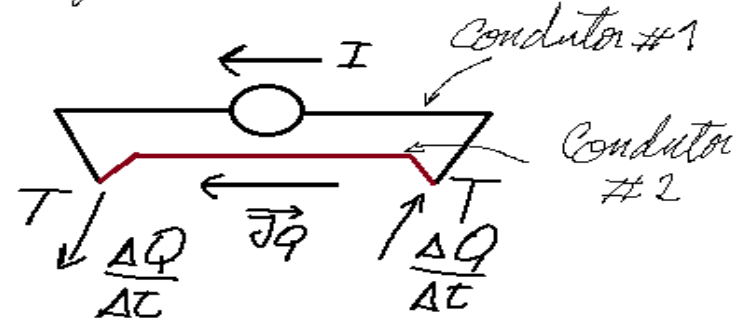


$$S_{21} \equiv \frac{\Delta \phi}{\Delta T} \rightarrow \text{Coeficiente de Seebeck.}$$

$$[S_{21}] = V K^{-1} \rightarrow \text{Potência termoeletrônica.}$$

— Poder termoeletrônico do par de condutores #1, #2

Efeito de Peltier



$$\pi \equiv \frac{J_Q}{J} \rightarrow \text{Coeficiente de Peltier} \quad [\pi] = V$$

$$J = \frac{I}{A} \rightarrow \text{densidade de corrente} \quad (A m^{-2})$$

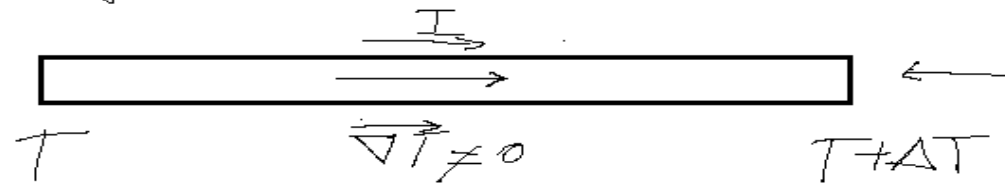
$A \rightarrow$ seção do condutor

$$J_Q = \frac{P_Q}{A} \rightarrow \text{densidade de fluxo de potência térmica} \quad [J_Q] = W m^{-2}$$

$$\pi_{21} = \pi_1 - \pi_2 = \frac{J_{Q1} - J_{Q2}}{J}$$

$$2^a \text{ Relação de Kelvin} \rightarrow \underline{T S_{21} = \pi_{21}}$$

Efeito de Thomson



barra de material condutor percorrida por corrente I e submetida a um gradiente de T

Calor liberado por unidade de tempo e unidade de volume

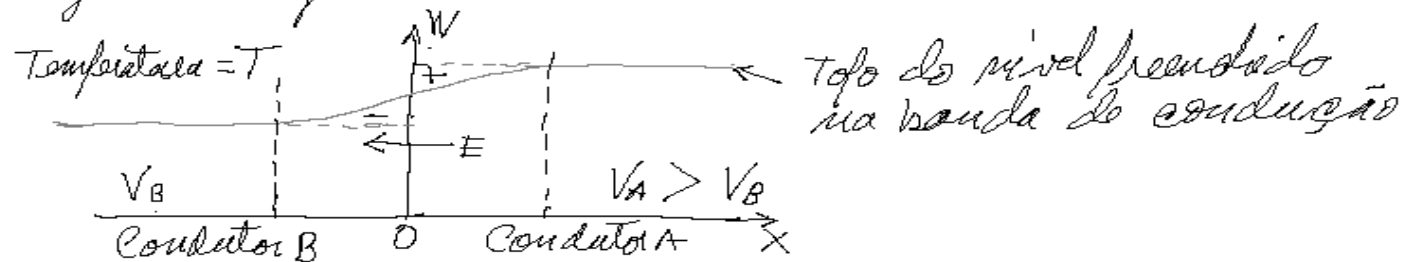
$$\frac{dq}{dt} = \text{div}(\chi \nabla T) + \underbrace{\vec{J} \cdot \vec{E} + \vec{J} \cdot (\underbrace{\vec{C} \nabla T}_{\text{Calor de Thomson}})}_{\text{Calor de Thomson}}$$

Coefficiente de Thomson $\rightarrow \tau \equiv \frac{\text{Calor de Thomson}}{\vec{J} \cdot \nabla T}$

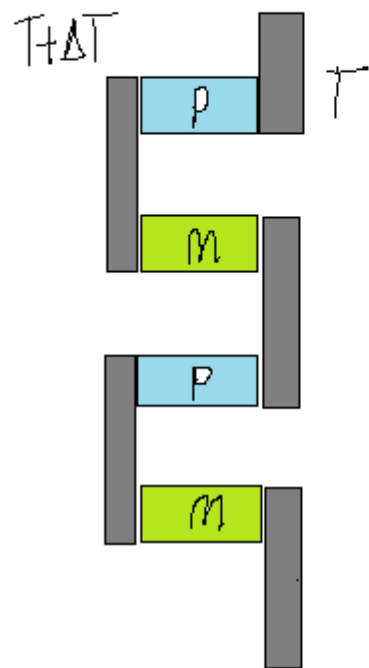
1ª Relação de Kelvin $\rightarrow \frac{d\pi_{21}}{dT} + \tau_2 - \tau_1 = S_{21}$

Os coeficientes de Seebeck, Peltier e Thomson não são independentes, estão ligados pelas duas relações de Kelvin

Origem dos efeitos descritos:

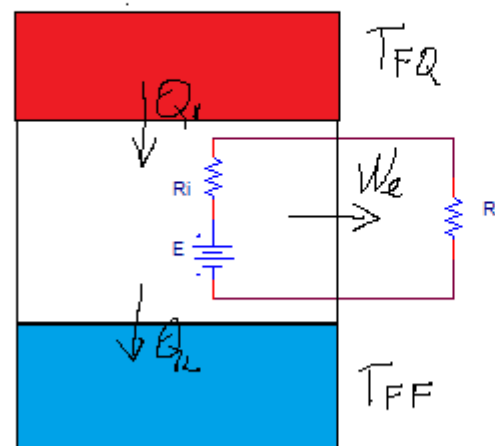


Estrutura da célula de Peltier



Máquina térmica

$$P_{\text{útil}} = P_{FQ} - P_{FF} - P_{We}$$



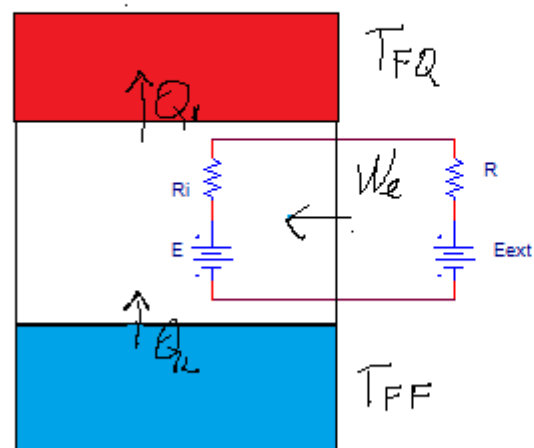
Rendimento

$$\eta = \frac{W_e}{Q_1} \bigg|_{\Delta T} = \frac{P_{We}}{P_{Q_1}}$$

$$\eta_{\text{Carnot}} = 1 - \frac{T_{FF}}{T_{FQ}}$$

Bomba de calor

$$P_{\text{útil}} = P_{FF} + P_{We} - P_{FQ}$$



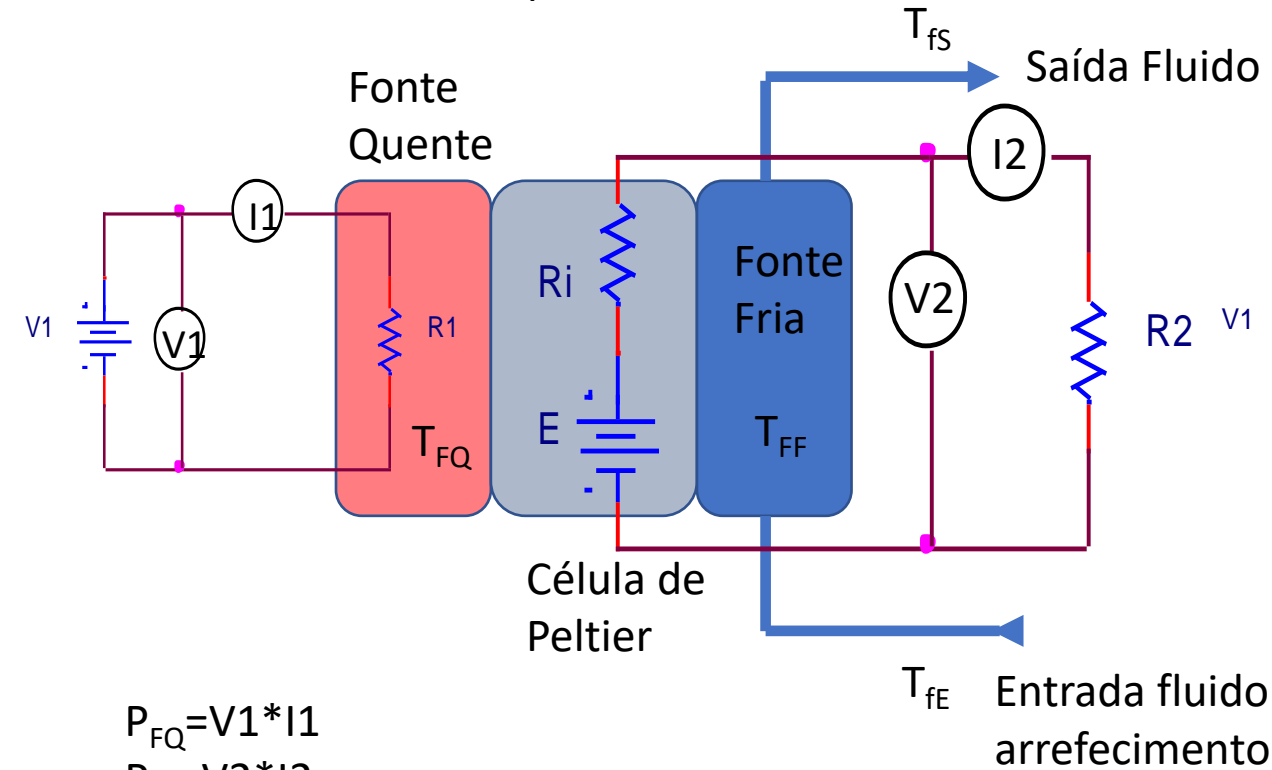
Eficiência

$$\eta = \frac{Q_1}{W_e} \bigg|_{\Delta T} = \frac{P_{Q_1}}{P_{We}}$$

$$\eta_{\text{Carnot}} = \frac{T_{FQ}}{T_{FQ} - T_{FF}}$$

Montagem Experimental

Máquina Térmica

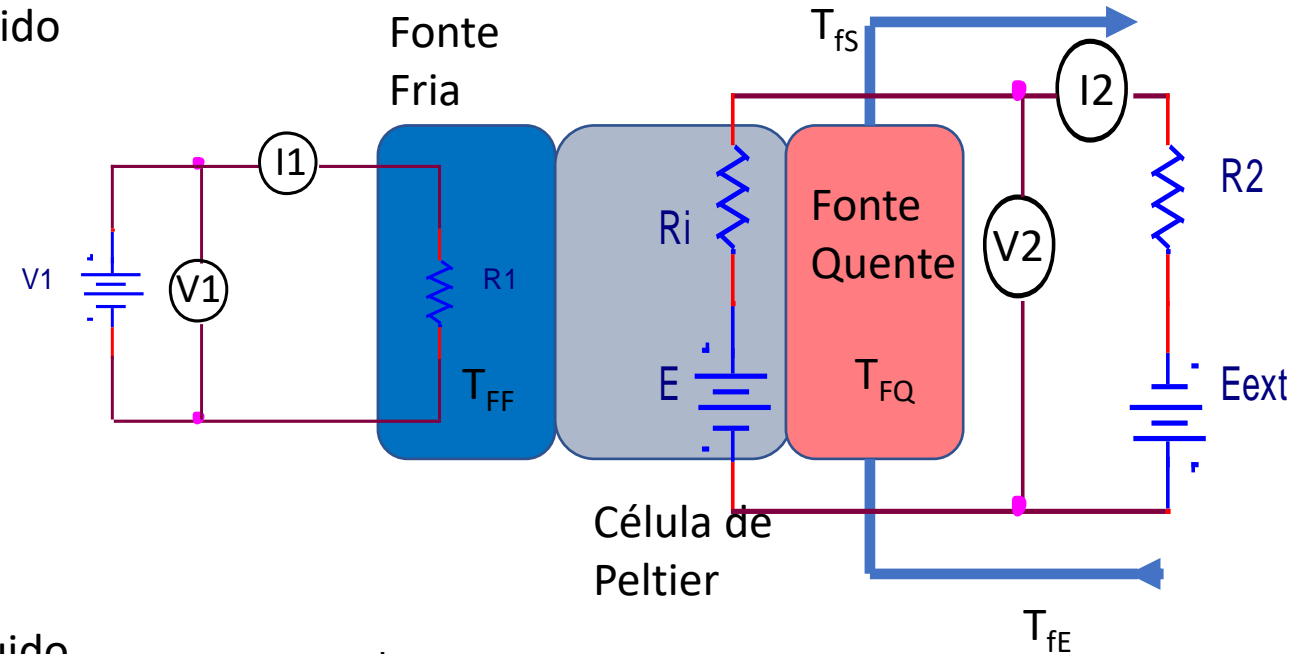


$$P_{FQ} = V1 * I1$$

$$P_W = V2 * I2$$

$$P_{FF} = C * \Delta m / \Delta t * (T_{fs} - T_{fe})$$

Bomba de calor



$$P_{FF} = V1 * I1$$

$$P_W = V2 * I2$$

$$P_{FQ} = C * \Delta m / \Delta t * (T_{fs} - T_{fe})$$

FIM