



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

# Esercitazione 05 - Sistemi aperti

*Esercizio 04* ([link registrazione](#))

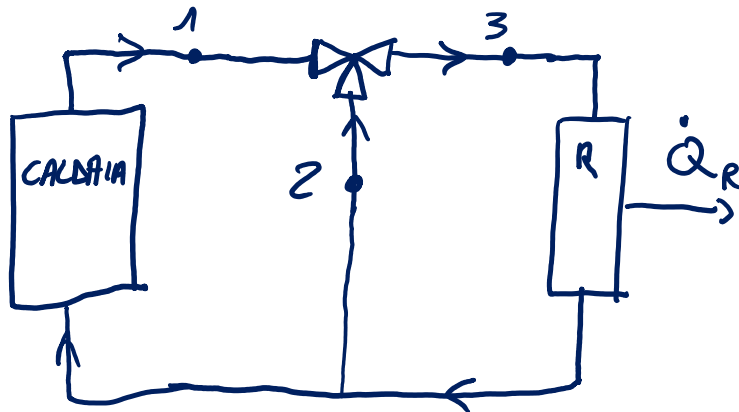
**Corso di Fisica Tecnica**  
**a.a. 2019-2020**

***Prof. Gaël R. Guédon***  
Dipartimento di Energia, Politecnico di Milano

## Esercizio 04

- 5.4. [intermedio] L'impianto di riscaldamento di un edificio è costituito da un sistema di radiatori opportunamente dimensionati. La centrale termica produce acqua calda a temperatura di  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  mentre l'alimentazione dei corpi scaldanti è controllata da una valvola a 3 vie che svolge la funzione di mantenere l'acqua di alimentazione dei radiatori ad una temperatura prefissata di  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . La valvola a 3 vie miscela opportunamente acqua proveniente dalla centrale termica con l'acqua di ritorno dai radiatori alla temperatura di  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Sapendo che la potenza termica dell'impianto è  $20\text{ kW}$ , determinare la portata di acqua uscente dalla caldaia ( $\dot{m}_1$ ), la portata di ricircolo ( $\dot{m}_2$ ), la portata fluente ai radiatori ( $\dot{m}_3$ ). Si trascurino le perdite di carico.

$$[\dot{m}_1 = 0,239\text{ kg/s}; \dot{m}_2 = 0,239\text{ kg/s}; \dot{m}_3 = 0,478\text{ kg/s}]$$



DATI

$$T_1 = 80\text{ }^{\circ}\text{C} = 353\text{ K} \quad \dot{m}_1 = ?$$

$$T_2 = 60\text{ }^{\circ}\text{C} = 333\text{ K} \quad \dot{m}_2 = ?$$

$$T_3 = 70\text{ }^{\circ}\text{C} = 343\text{ K} \quad \dot{m}_3 = ?$$

$$\dot{Q}_R = 20\text{ kW}$$

Regime stazionario

## Esercizio 04

- VALVOLA 3VIE

$$\frac{dM}{dt} = \sum_k \dot{m}_k^{\leftarrow} \Rightarrow 0 = \dot{m}_1 + \dot{m}_2 - \dot{m}_3$$

$$\dot{m}_3 = \dot{m}_1 + \dot{m}_2$$

$$\frac{dE}{dt} = \sum_k \dot{m}_k^{\leftarrow} \left( h_k + g z_k + \frac{w_k^2}{2} \right) + \dot{Q}^{\leftarrow} - \dot{L}^{\rightarrow}$$

hyp. adiabatico

$$\dot{m}_3 h_3 = \dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_2 h_2$$

- RADIATORI

$$\frac{dE}{dt} = \dot{m}_3 h_3 - \dot{m}_3 h_2 + \dot{Q}_R^{\leftarrow} - \dot{L}^{\rightarrow} \quad \dot{Q}_R^{\leftarrow} = -\dot{Q}_R$$

## Esercizio 04

$$\dot{Q}_R = \dot{m}_3 h_3 - \dot{m}_3 h_2 = \dot{m}_3 (h_3 - h_2)$$

Liq. inc. perf.  $\Delta h = c \Delta T$   $c = 4186 \text{ J/kg K}$

$$\dot{Q}_R = \dot{m}_3 c (T_3 - T_2)$$

$$\dot{m}_3 = \frac{\dot{Q}_R}{c (T_3 - T_2)} = \frac{20}{4186 (343 - 333)} = 0,478 \text{ kg/s}$$


---

$$(\dot{m}_1 + \dot{m}_2) h_3 = \dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_2 h_2$$

$$\dot{m}_1 (h_3 - h_1) = \dot{m}_2 (h_2 - h_3) \Rightarrow \dot{m}_1 c (T_3 - T_1) = \dot{m}_2 c (T_2 - T_3)$$

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 \frac{T_2 - T_3}{T_3 - T_1}$$

$$\dot{m}_2 = \dot{m}_3 - \dot{m}_1$$

$$\dot{m}_1 = (\dot{m}_3 - \dot{m}_1) \left( \frac{T_2 - T_3}{T_3 - T_1} \right) \quad \dot{m}_1 \left( 1 + \frac{T_2 - T_3}{T_3 - T_1} \right) = \dot{m}_3 \left( \frac{T_2 - T_3}{T_3 - T_1} \right)$$

$$\dot{m}_1 \left( \frac{T_2 - T_1}{T_3 - T_1} \right) = \left( \frac{T_2 - T_3}{T_3 - T_1} \right) \dot{m}_3$$

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_3 \left( \frac{T_2 - T_3}{T_2 - T_1} \right) = 0,478 \left( \frac{60 - 70}{60 - 80} \right) = 0,239 \text{ kg/s}$$

$$\dot{m}_2 = \dot{m}_3 - \dot{m}_1 = 0,239 \text{ kg/s}$$