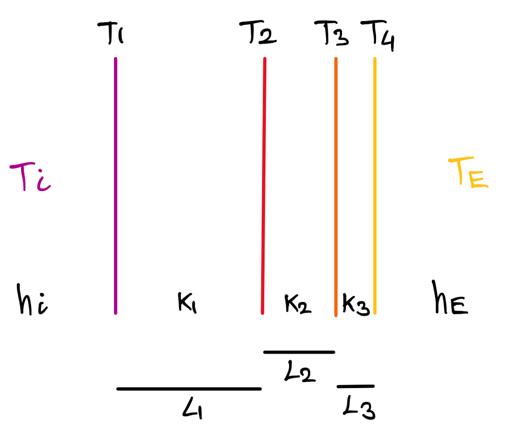
Es - Conduzione

Tuesday, 23 November 2021 14:31

1) FORNO INDUSTRIALE

PARETE PIANA $S = 15\ m^2$ 3 STRATI

$T_i = 900°C$ INTERNA $T_E = 20°C$ ESTERNA

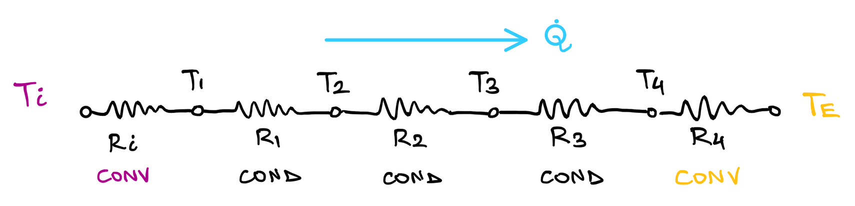


MATTONI	ISOLANTE	ACCIAIO
$L_1 = 60\ cm$	$L_2 = 30\ cm$	$L_3 = 2\ cm$
$K_1 = 3\ W/mK$	$K_2 = 0.1\ W/mK$	$K_3 = 20\ W/mK$

CONDIZIONI STAZIONARIE $h_i = h_E = 10\ W/m^2K$

· R_{TOT}, $\dot{Q}$, $T(x)$, $T_{MAX,2}$?

ANALOGIA TERMO-ELETTRICA



RESISTENZE IN SERIE $R_{TOT} = \sum R_i \ \forall i$

$$R_{CONV} = \frac{1}{hA} \qquad R_{COND} = \frac{L}{KA}$$

$R_{i\,CONV} = R_{E\,CONV} = 0{,}0067\ KW$

$R_1 = 0{,}0133\ K/W$ $R_2 = 0{,}2\ K/W$ $R_3 = 6{,}67 \cdot 10^{-7}\ K/W$

$R_{TOT} = R_i + \dots + R_E = 0{,}2268\ K/W$

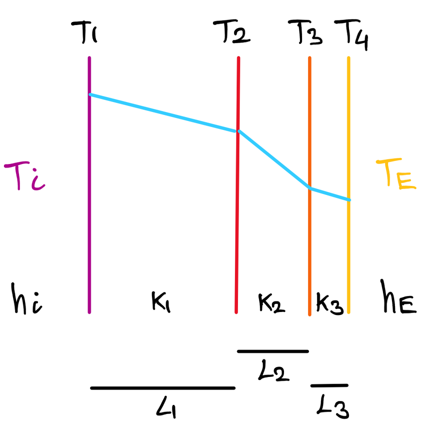
POTENZA SCAMBIATA

$$\dot{Q} = \frac{\Delta T}{R_{TOT}} = 3880\ W$$

DISTRIBUZIONE DI TEMPERATURA

UNIDIMENSIONALE
NO GENERAZIONE INTERNA DI POTENZA
CONDUTTIVITA' COSTANTE E UNIFORME
CASO STAZIONARIO

$$\frac{d}{dx}\left(K \frac{dT}{dx}\right) = 0 \longrightarrow T(x) \text{ LINEARE}$$



$T_1 = T_i - R_{CONV\,i} \cdot \dot{Q}$

$T_2 = T_1 - R_1 \dot{Q}$

$T_3 = T_2 - R_2 \dot{Q}$

$T_4 = T_3 - R_3 \dot{Q}$

$T_E = T_4 - R_{CONV\,E} \cdot \dot{Q}$

VALE ANCHE TRA PIU' PARETI

$T_E = T_i - R_{TOT}\dot{Q}$

$$T(x) = \frac{T_{S2} - T_{S1}}{L} + T_{S1}$$

$T_2 = T_i - (R_{CONV\,i} + R_1)\dot{Q}$

---

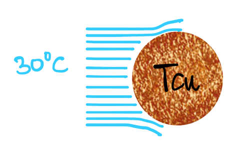
4) SFERA DI BRONZO

CORRENTE $H_2O_{(l)}$ 30°C ACQUA

SFERA $D = 5\ mm$ $T_{Cu} = 200°C$ $\rho_{Cu} = 8800\ Kg/m^3$
$K_{Cu} = 52\ W/mK$ $C_{Cu} = 420\ J/KgK$

h COEFFICIENTE CONVETTIVO $1000\ W/m^2K$

T SFERA DOPO $\Delta t = 15\ s$?



$T_{Cu}(t=0) = 200°C$

REGIME NON STAZIONARIO $T(t)$

APPROCCIO A PARAMETRI CONCENTRATI
NON SO SE SIA VALIDO, STUDIO BIOT (PER UNA SFERA: $L_c = r = \frac{V_{TOTALE}}{A_{SCAMBIO}}$)

$$\# \text{ BIOT} = Bi = \frac{h L_c}{K_c} = \boxed{0{,}016 < 0.1} \text{ OK}$$

NEWTON $\cancel{\dot{Q}_{IN}} + \cancel{\dot{Q}_{GEN}} - \dot{Q}_{OUT} = \dot{U}_{ACC}$ $\quad -h A_{SCAMBIO}\,(T(t) - T_\infty) = \rho_s C_s \frac{dT}{dt}$

$$\frac{\theta}{\theta_i} = \frac{T - T_\infty}{T_i - T_\infty} = e^{-Bi \cdot Fo}$$

$$\Delta t = -\frac{\rho V c}{hA} \ln\left(\frac{T(15) - T_\infty}{T_i - T_\infty}\right) \longrightarrow T(t = 15s) = 31{,}3°C$$

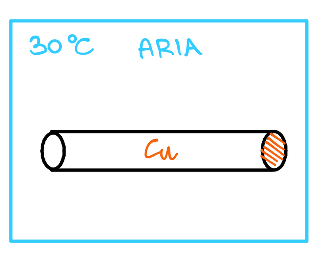
x) CAVO ELETTRICO

CONDUTTORE $L = 5\ m$ $d_c = 3\ mm$ $K_{Cu} = 390\ W/mK$

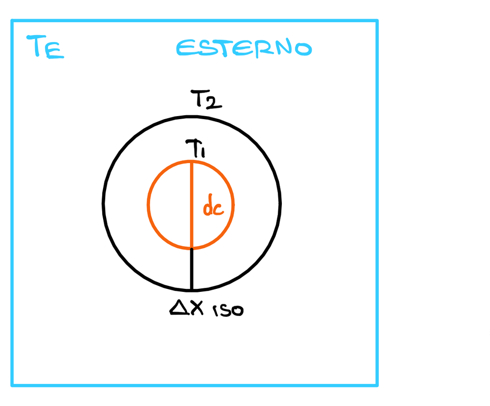
GUAINA DI PLASTICA $\Delta X_{ISO} = 2\ mm$ $K_{ISO} = 0.15\ W/mK$

POTENZA DISSIPATA $\dot{P} = 400\ W/m^2$

CONDUTTORE IN STANZA CON ARIA 30°C $h = 12\ W/m^2K$



TEMPERATURA MAX IN ISOLANTE



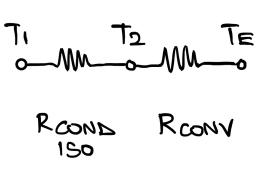
CONDUZIONE IN UN SISTEMA A SIMMETRIA CILINDRICA

POTENZA TERMICA DISSIPATA (W)

$$\dot{Q} = q_{DISS} \cdot \underset{LATERALE}{A_{SCAMBIO}} = q \cdot \pi d_c \cdot L$$

$\dot{Q} = COST$ CONDIZIONE STAZIONARIA

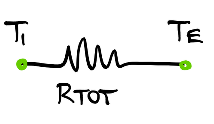
ISOLANTE



$$R_{ISO} = \frac{\ln\left|\frac{r_2}{r_1}\right|}{2\pi K_{ISO} L} = 0{,}1788\ \frac{K}{W} \qquad r_2 = r_1 + \Delta X_{ISO} = 3{,}5\ m$$

$$R_{CONV} = \frac{1}{h A_{SCAMBIO}} = \frac{1}{h\, 2\pi r_2 L} = 0{,}7578\ K/W$$

$R_{TOT} = \sum R_i = R_{ISO} + R_{CONV} = 0{,}9377\ K/W$



$\Delta T = R\dot{Q}$ $\quad T_1 = T_E + R\dot{Q} = 47{,}67\ °C$

TEMPERATURA MASSIMA IN CAVO DI RAME

IN STRATO DOVE SI GENERA POTENZA, NON SI PUO' USARE ANALOGIA ELETTRICA

EQUAZIONE DI CONDUZIONE IN COORDINATE CILINDRICHE

$$\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(K r \frac{\partial T}{\partial r}\right) + \frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial \varphi}\left(\cancel{K \frac{\partial T}{\partial \varphi}}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\cancel{K \frac{\partial T}{\partial z}}\right) + \dot{q}_{GEN} = \cancel{\rho c \frac{\partial T}{\partial t}}$$

$$\left[\frac{W}{m^3}\right] \quad \frac{1}{r}\frac{d}{dr}\left(K r \frac{dT}{dr}\right) = -\dot{q}_{GEN} \longrightarrow \frac{1}{r}\frac{d}{dr}\left(K r \frac{dT}{dr}\right) = -\frac{\dot{Q}}{V} = \frac{\dot{Q}}{\frac{\pi}{4} d_c^2 L} = 533346\ W/m^3$$

$$\int\left(\frac{d}{dr}\left(K r \frac{dT}{dr}\right) = -r\dot{q}\right) dr \qquad K r \frac{dT}{dr} = -\frac{\dot{q} r^2}{2} + C_1 \qquad dT = \left(-\frac{q r}{2K} + \frac{C_1}{K r}\right) dr$$

$$\int\left(dT = \left(-\frac{q r}{2K} + \frac{C_1}{K r}\right) dr\right) \qquad \boxed{T(r) = \frac{-q r^2}{4K} + C_1' \ln r + C_2}$$

CONDIZIONI AL CONTORNO

$r = 0 \rightarrow C_1' = 0$ PER EVITARE CHE $T(r=0) = -\infty$

$r = r_E \rightarrow T(r_c) = T_1$ $\qquad C_2 = T_1 + \frac{\dot{q} r_c^2}{4K}$

$$T(r) = \frac{-q r^2}{4K} + T_1 + \frac{q r_c^2}{4K}$$

TEMPERATURA MASSIMA

$\frac{dT}{dr} = 0$ CERCO IL MASSIMO $\quad \frac{dT}{dr} = \left(-\frac{q r}{2K} + \cancel{\frac{C_1}{K r}}\right) = 0 \longrightarrow r_{MAX} = 0$

$$T_{MAX} = T(r_{MAX}) = T_1 + \frac{q r_c}{4\pi}$$

CHE SUCCEDE SE RADDOPPIO L' ISOLANTE

$r_{ISO} = 2 r_2$ AUMENTA AREA SCAMBIO

$R_{COND\,ISO} = 0{,}2757\ K/W$ AUMENTA IMPEDIMENTO TERMICO

$R_{CONV} = 0{,}4823\ K/W$ DIMINUISCE (MAGGIORE SCAMBIO)

$\boxed{\text{SE } \Delta X_{ISO} \uparrow,\ R_{CONV} \downarrow,\ R_{COND} \uparrow}$ $\qquad R_{TOT} \uparrow\downarrow \approx$

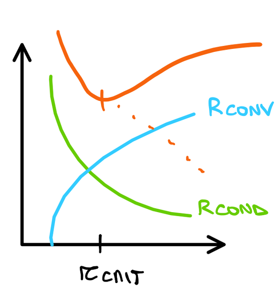
MASSIMIZZIAMO LA POTENZA TERMICA SCAMBIATA
MINIMIZZIAMO RESISTENZA TOTALE

$$\dot{Q} = \Delta T \left(\frac{\ln r_2/r_1}{2\pi K L} + \frac{1}{h\, 2\pi r L}\right)$$

$$\frac{d\dot{Q}}{dr} = 0 = \Delta T \left[\left(\frac{\ln(r_2/r_1)}{K} + \frac{1}{h r_2}\right)\frac{1}{2\pi L}\right]^{-2} \frac{1}{2\pi L}\left(\frac{1}{K}\frac{1}{r_2/r_1}\frac{1}{r_1} - \frac{1}{h r_2^2}\right)$$

$r_2 = \frac{K}{h}$ RAGGIO CRITICO D' ISOLAMENTO

TROVIAMO $r : Q(r) = MAX$ $\qquad R_{TOT}(r) = MIN$



$r_{CRITICO}$ IDENTIFICA IL MINIMO

MEGLIO PER ISOLAZIONE TERMICA

$r > r_{CRIT}$ AUMENTO RESISTENZA TOTALE

$r < r_{CRIT}$

NON SEMPRE E' UNA BUONA IDEA AGGIUNGERE ISOLANTE

E' IMPORTANTE SE LAVORO CON TUBI PICCOLI

SE AUMENTO $\Delta X_{ISOLANTE}$, $R_{TOT} \downarrow$ SOLO SE $r < r_c$