

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
INDUSTRIALE IUNIOR**

**Prima sessione 2024
Prova scritta del 31 luglio 2024**

Ramo: Ingegneria Energetica

Una pompa di calore a compressione di vapore (fluido R134a) viene utilizzata per riscaldare una portata d'acqua $m_w = 0.2 \text{ kg s}^{-1}$ da 17°C a 40°C (la densità dell'acqua $\rho = 1000 \text{ kg m}^{-3}$ e il calore specifico $c_p = 4187 \text{ J/(kg K)}$). La pompa di calore opera tra la pressione di condensazione di 1239 kPa e di evaporazione di 321.1 kPa . Si approssimi il comportamento del vapore di R134a come quello di un gas ideale con calore specifico medio a pressione costante $c_{p134a} = 0.51 \text{ kJ/(kg K)}$ e $k = c_{p134a}/c_{v134a} = 1.17$.

Le proprietà del fluido refrigerante alle pressioni indicate sono:

pressione kPa	Temperatura $^\circ\text{C}$	h_l [kJ/kg]	h_v [kJ/kg]
321.1	2.5	203.35	400.15
1239	47.5	267.75	422.6

La compressione si ipotizzi perfettamente isoentropica.

Ipotizzando poi il condensatore come uno scambiatore a tubi concentrici in controcorrente con il fluido refrigerante che scorre all'interno del tubo centrale ($\alpha_i = 1000 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$) mentre l'acqua da riscaldare scorre all'esterno ($\alpha_e = 450 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$). Il tubo con raggio interno $r_i = 0.02 \text{ m}$ e spessore $s = 2 \text{ mm}$ è di metallo con conduttività termica $\lambda = 300 \text{ W/(m K)}$.

Determinare:

- La temperatura di fine compressione t [$^\circ\text{C}$]
- La potenza da fornire all'acqua [W]
- La potenza meccanica necessaria ad azionare il compressore [W]
- Il COP del ciclo []
- La portata di fluido refrigerante [kg s^{-1}]
- Il coefficiente globale di scambio U (riferito al lato acqua) [$\text{W/(m}^2 \text{ K)}$]
- La superficie di scambio del condensatore (immaginando che tutto lo scambio termico avvenga nel tratto in cui il refrigerante cambia di fase) [m^2]

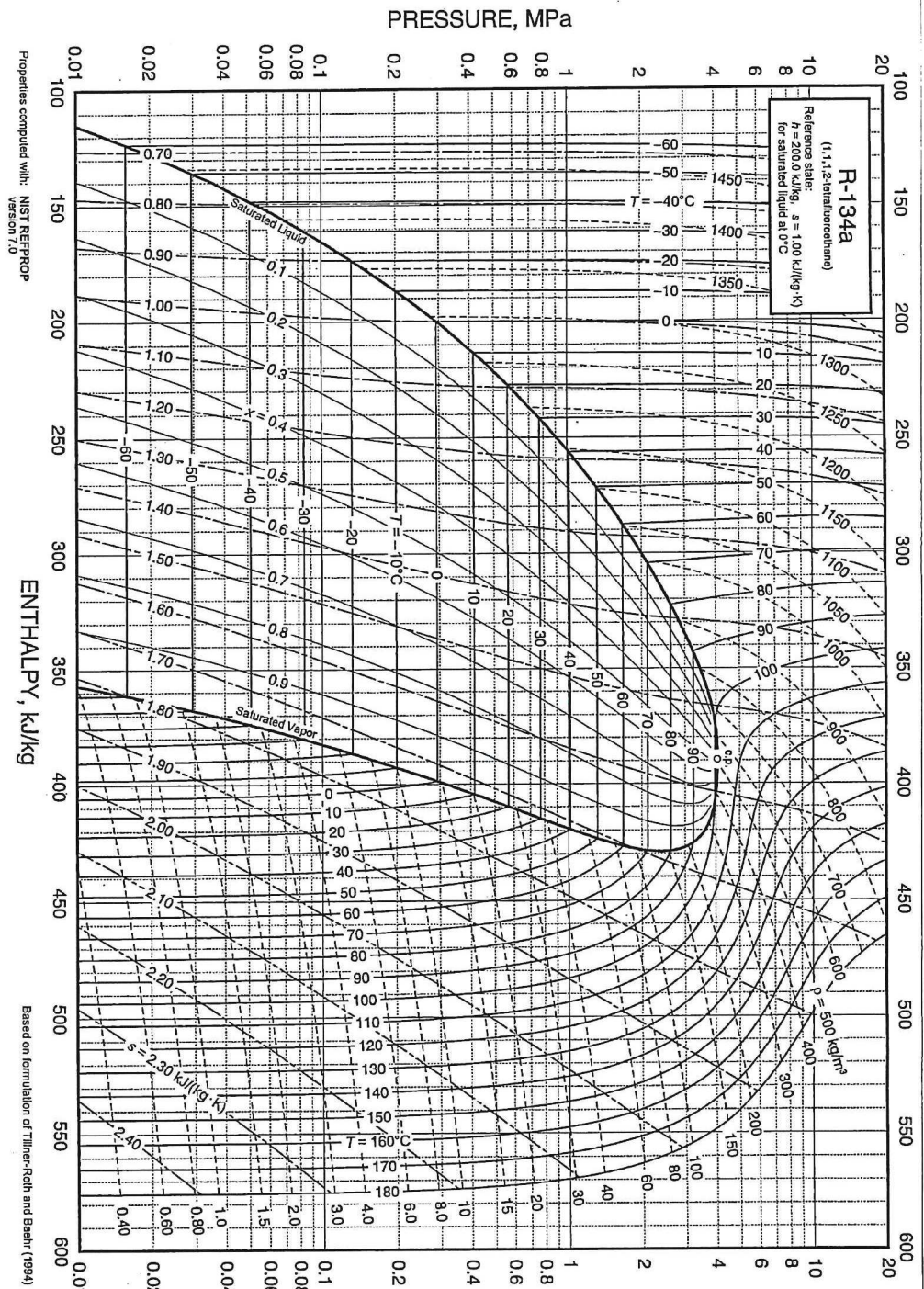


Fig. 8 Pressure-Enthalpy Diagram for Refrigerant 134a

Ramo: Ingegneria Elettrica

Due trasformatori monofase funzionanti in parallelo sono connessi a un carico che assorbe la potenza $P_a = 60 \text{ kVA}$ con fattore di potenza pari a 0.8. I trasformatori, alimentati da una linea a 660V, presentano le seguenti caratteristiche:

	<i>Trasformatore A</i>	<i>Trasformatore B</i>
potenza	$P_{nA} = 40 \text{ kVA}$	$P_{nB} = 80 \text{ kVA}$
tensione primaria	$V_{1n} = 660 \text{ V}$	$V_{1n} = 660 \text{ V}$
tensione secondaria	$V_{2n} = 200 \text{ V}$	$V_{2n} = 200 \text{ V}$
tensione di corto circuito	$v_{cc\%} = 4 \%$	$v_{cc\%} = 4 \%$
perdite in corto circuito	$p_{cc\%} = 1.5 \%$	$p_{cc\%} = 1.5 \%$
perdite a vuoto	$p_{0A\%} = 0.5 \%$	$p_{0B\%} = 0.4 \%$

Verificare la corretta connessione in parallelo e determinare:

-) la tensione e la corrente sul carico;
-) le correnti circolanti nei secondari dei trasformatori;
-) il grado di carico al di sotto del quale conviene utilizzare, ai fini delle perdite, uno solo dei due trasformatori anziché il loro parallelo;
-) per il carico $P_a = 60 \text{ kVA}$, il rendimento percentuale con un solo trasformatore e quello con i due trasformatori in parallelo.

