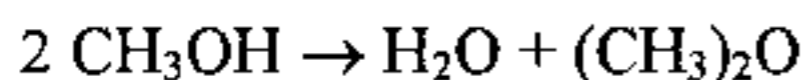


POLITECNICO DI TORINO
Esami di stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere
I sessione – Anno 2000

Ramo: Ingegneria Chimica Tema n° 2

Processo di produzione del dimetiletere.
Il processo è rappresentato nel PFD allegato.

Reazione



Breve descrizione del processo

Il metanolo fresco alla pressione di 15.5 bar, corrente 2, miscelato a quello di ricircolo, corrente 13, viene vaporizzato in E-101 e successivamente ulteriormente riscaldato fino a 250 °C in E-202. La corrente 5 così ottenuta, alimenta il reattore catalitico ed'adiabatico a letto fisso R-201. I prodotti di reazione, corrente 6, preriscaldano l'alimentazione e vengono condensati quasi completamente in E-203. La corrente 9, dopo il passaggio attraverso la valvola VA-201 (pressione di uscita pari a 10.4 bar) alimenta la colonna di distillazione T-201. Nella colonna, il dimetiletere, corrente 10, viene separato dal metanolo e dall'acqua, corrente 11. Tale corrente, dopo essere fluita attraverso la valvola VA-202 (pressione di uscita pari a 7.4 bar), alimenta la colonna di distillazione T-202 che recupera in testa il metanolo di ricircolo, corrente 13.

Soddisfare le seguenti richieste:

1. Dimensionare il reattore R-201 (diametro ed altezza del letto catalitico) per ottenere una conversione relativa del metanolo pari a 0.8.
2. Scegliere il tipo di scambiatore E-202 e stimare la sua area di scambio (ipotizzare un coefficiente di scambio).
3. Progettare lo scambiatore E-202 (definire la geometria, le dimensioni e calcolare il coefficiente di scambio).
4. Determinare il numero di piatti della colonna di distillazione T-202 (efficienza globale della colonna pari a 0.6).
5. Scegliere il tipo di materiale con cui costruire il reattore R-201.
6. Scegliere il tipo di materiale con cui costruire la colonna T-202.

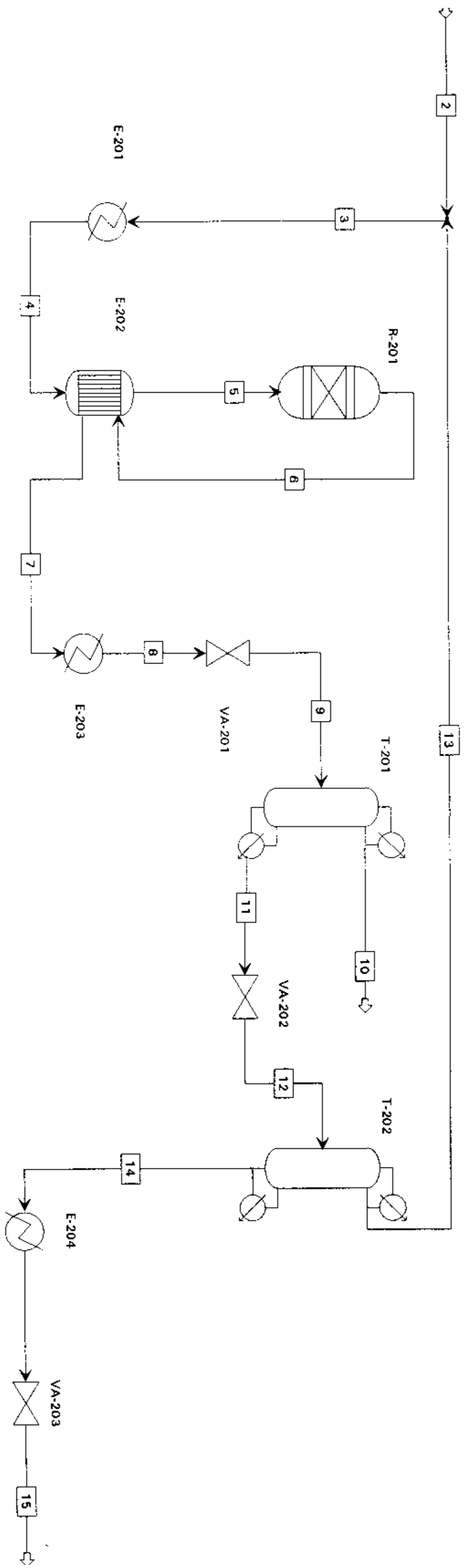
Esprimere i risultati usando il Sistema Internazionale.

Dall'elaborato devono risultare indicati esplicitamente ed in modo chiaro:

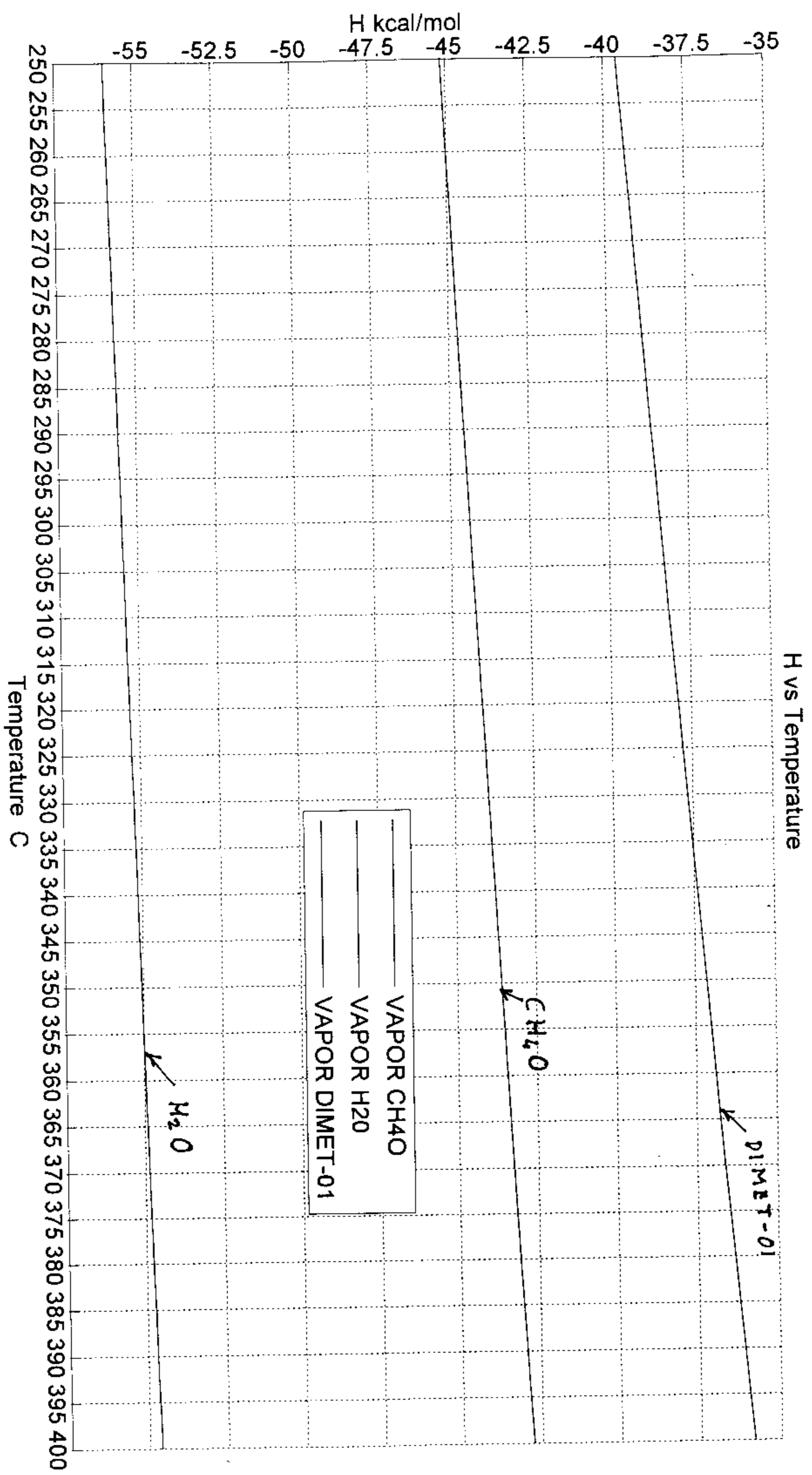
1. Il metodo di calcolo seguito.
2. Le ipotesi semplificative adottate con una loro giustificazione.
3. Le scelte progettuali eventualmente adottate con una loro giustificazione.

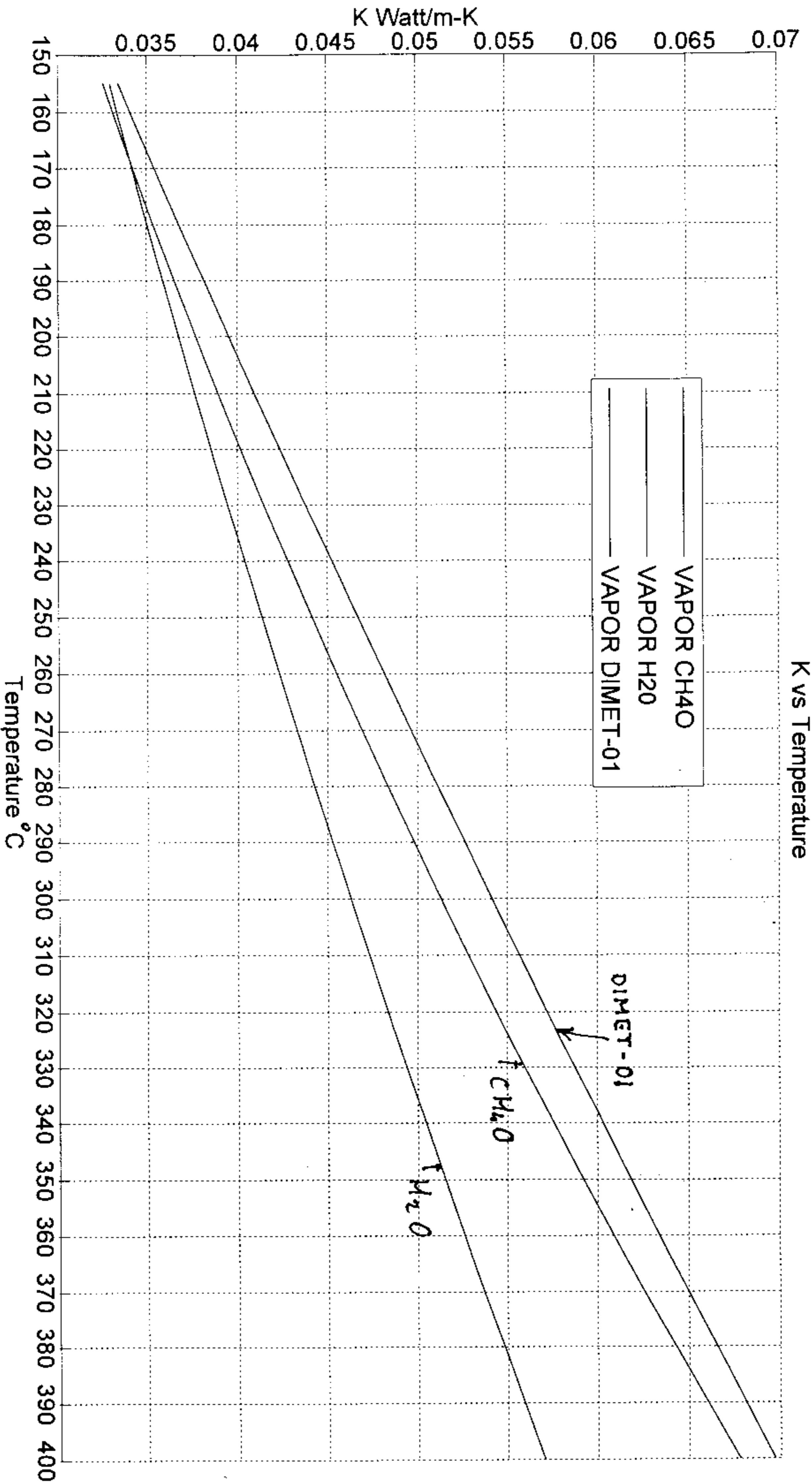
Allegati

- A.1 PFD del processo.
- A.2 Tabella delle correnti del processo.
- A.3 Diagramma H-T per benzene, toluene, idrogeno e metano.
- A.4 Diagramma conducibilità termica -T
- A.5 Diagramma viscosità-T
- A.6 Diagramma Txy del sistema metanolo-acqua.
- A.7 Dati cinetici



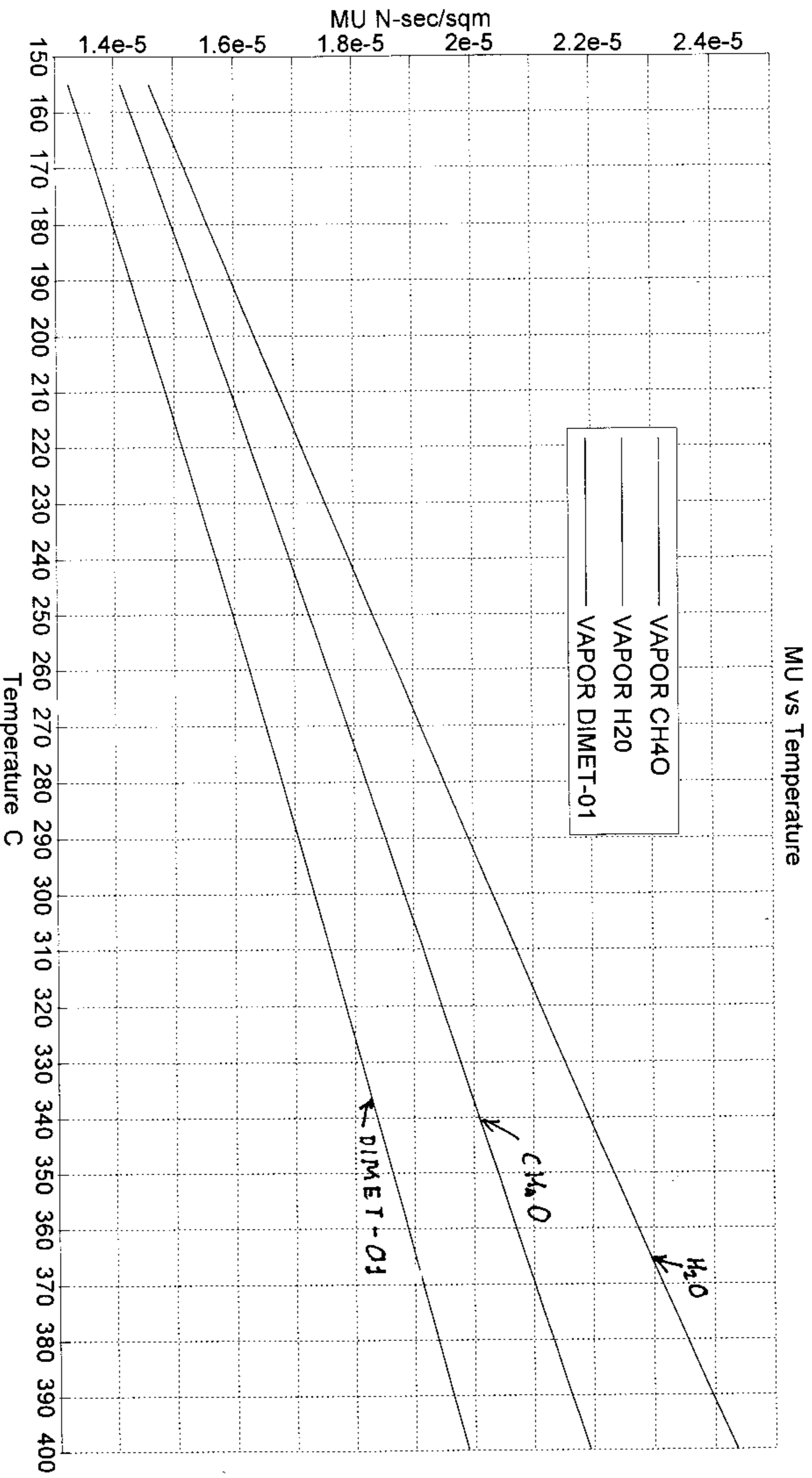
DME														
Stream ID	2	3	4	5	10	11	12	13	14	15				
From		M-101	E-201	E-201	EF-101	EF-102	VA-202	EF-103	EF-104	VA-203				
To	M-101	E-201	E-202	R-201		VA-202	T-202	M-101	E-204					
Phase	LIQUID	LIQUID	VAPOR	VAPOR	LIQUID	LIQUID	MIXED	LIQUID	MIXED	LIQUID				
Substream: MIXED														
Mole Flow	KMOL/HR													
CH4O	259.7000	322.2893	322.2893	322.2893	5959565	63.86662	63.86662	62.58929	1.277332	1.277332				
H2O	2.500000	5.182157	5.182157	5.182157	0.0	134.1079	134.1079	2.682157	131.4257	131.4257				
DIMET-01	0.0	1.398377	1.398377	1.398377	128.9257	1.398377	1.398377	1.398377	0.0	0.0				
Total Flow	KMOL/HR	262.2000	328.8698	328.8698	129.5217	199.3729	199.3729	66.66982	132.7030	132.7030				
Total Flow	KG/HR	8366.387	10484.62	10484.62	5958.579	4526.837	4526.837	2118.238	2408.599	2408.599				
Total Flow	CUM/SEC	2.90967E-3	3.77388E-3	2.153614	2.67947E-3	1.68164E-3	4.44111E-3	8.80587E-4	.0185382	6.93724E-4				
Temperature	C	25.00001	46.85762	155.0000	250.0000	46.00001	136.0273	121.0000	167.0000	50.00001				
Pressure	BAR	15.50000	15.50000	15.10000	15.10000	10.30000	7.400000	7.400000	7.600000	1.200000				
Vapor Frac		0.0	0.0	1.000000	1.000000	0.0	.0109763	0.0	100.4133	0.0				
Liquid Frac		1.000000	1.000000	0.0	0.0	1.000000	.9890237	1.000000	.8995867	1.000000				
Solid Frac		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
Enthalpy	JKMOL	-2.3906E+8	-2.3688E+8	-1.9518E+8	-1.8971E+8	-1.9995E+8	-2.5965E+8	-2.5965E+8	-2.6996E+8	-2.8347E+8				
Enthalpy	JKG	-7.4920E+6	-7.4303E+6	-6.1222E+6	-5.9505E+6	-4.3463E+6	-1.1436E+7	-1.1436E+7	-1.4874E+7	-1.5618E+7				
Enthalpy	WATT	-1.7411E+7	-2.1640E+7	-1.7830E+7	-1.7330E+7	-7.1938E+6	-1.4380E+7	-1.4380E+7	-9.9513E+6	-1.0449E+7				
Entropy	JKMOL-K	-2.3978E+5	-2.3207E+5	-1.3270E+5	-1.2118E+5	-3.0695E+5	-1.5655E+5	-1.5649E+5	-2.0669E+5	-1.5743E+5				
Entropy	JKG-K	-7514.764	-7279.310	-4162.276	-3800.952	-6672.149	-6894.741	-6892.115	-6826.866	-8673.479				
Density	KMOL/CUM	25.03151	24.20660	4241835	3471550	13.42738	32.93291	12.47017	1.988425	53.13631				
Density	KG/CUM	798.7157	771.7252	13.52330	11.06757	617.7201	747.7544	283.1399	36.09050	964.4397				
Average MW		31.90842	31.88078	31.88078	31.88078	46.00450	22.70538	22.70538	18.15030	18.15030				

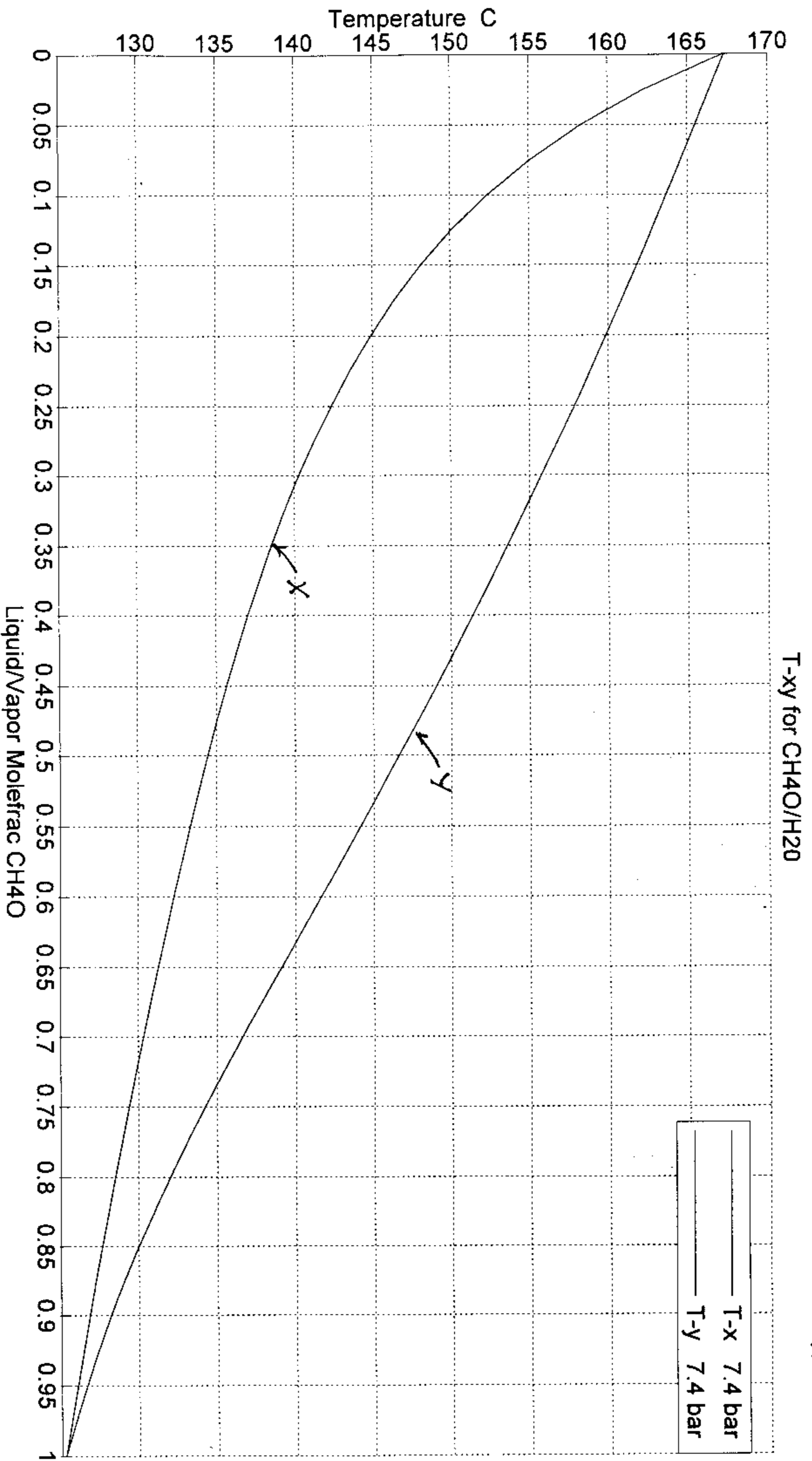




K vs Temperature

A.4





T-x-y for CH₄O/H₂O

Reattore R-201

Il reattore è adiabatico e la conversione relativa del metanolo è pari all'80%.

Il catalizzatore è allumina amorfa trattata con un 10.2% di silice.

Se la temperatura risulta essere minore di 400 °C non si hanno reazioni secondarie.

Sopra i 250 °C la velocità di conversione del metanolo (A) è determinabile usando la seguente equazione:

$$R_A = -k_0 \exp\left(\frac{E}{R \cdot T}\right) \cdot P_A$$

$$k_0 = 1.21 \cdot 10^6 \text{ kmol} / (\text{h} \cdot \text{kPa} \cdot \text{m}^3 \text{ di reattore})$$

$$E = 80.48 \text{ kJ} / \text{mol}$$

P_A : pressione parziale del metanolo

$$\Delta H_{ra} \text{ (a } 250^\circ\text{C)} = -10824 \text{ kJ} / \text{kmol}$$

$$\Delta H_{ra} \text{ (a } 325^\circ\text{C)} = -10525 \text{ kJ} / \text{kmol}$$

$$\Delta H_{ra} \text{ (a } 400^\circ\text{C)} = -10267 \text{ kJ} / \text{kmol}$$