

AT02

Rompicapi

A : tubi aperti e chiusi

B : modello Black Box

Tubi aperti e chiusi

1. Tubi aperti e chiusi

- a) Equazioni Generali
- b) Casi

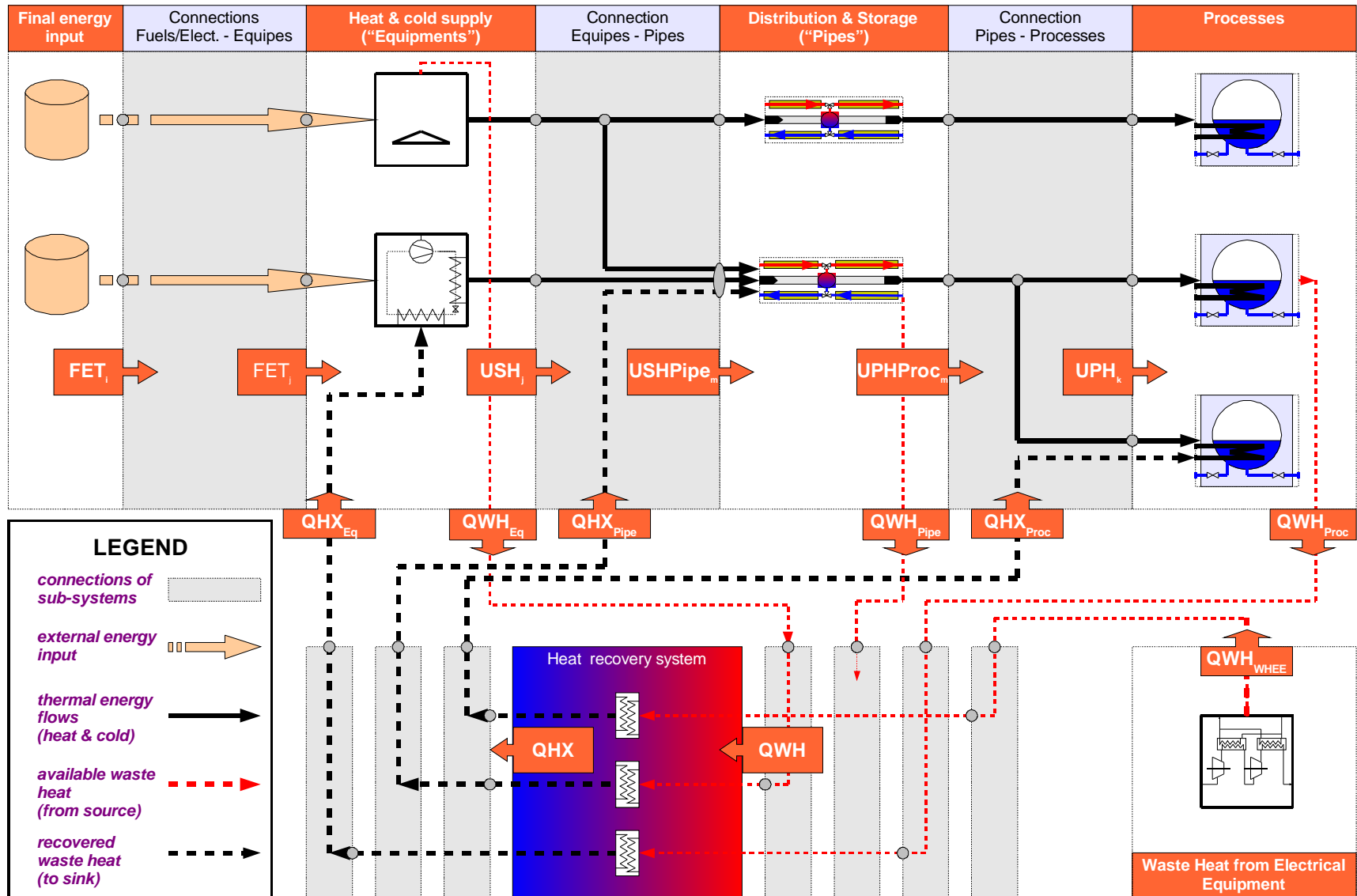
2. Recupero condensa

- a) Nussun recupero
- b) Recupero parziale
- c) Esercizio
- d) Caso Speciale : iniezione di vapore
 - Calore di scarto appartiene al tubo
 - Calore di scarto appartiene al processo

3. Black box model

- a) Modellizzazione del processo
- b) Casi
 - Condensa non recuperata
 - Recupero di condensa

Tubi aperti e chiusi



Tubi aperti e chiusi

Il calore totale che entra nelle differenti linee di distribuzione è:

$$\dot{Q}_{USH, pipe, m} = \dot{Q}_{USH, m} + \dot{Q}_{QHX, m}$$

$\dot{Q}_{USH, m}$ Fornitura di calore utile dal sistema di somministro al tubo m

$\dot{Q}_{QHX, m}$ Calore di scarto recuperato somministrato direttamente al tubo m
(e.g. preriscaldamento della linea di ritorno).

Equazione **generale** di bilancio energetico

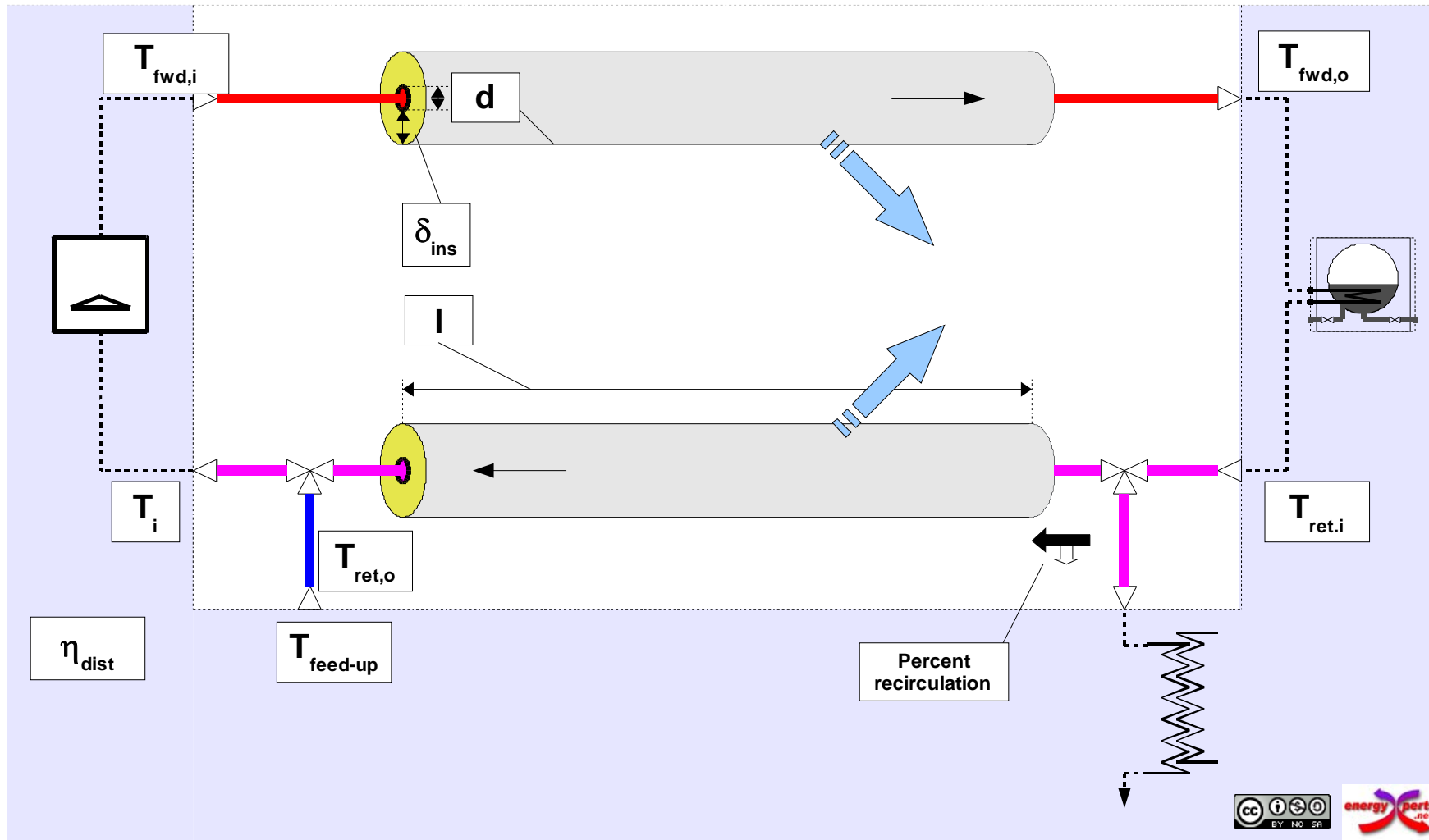
$$\dot{Q}_{USH, pipe, m} = \dot{Q}_{UPH, proc, m} + \dot{Q}_{WH, pipe, m} + \dot{Q}_{losses, pipe, m}$$

Efficienza di distribuzione:

$$\eta_{dist} = UPH_{proc, m} / USH_{pipe, m}$$

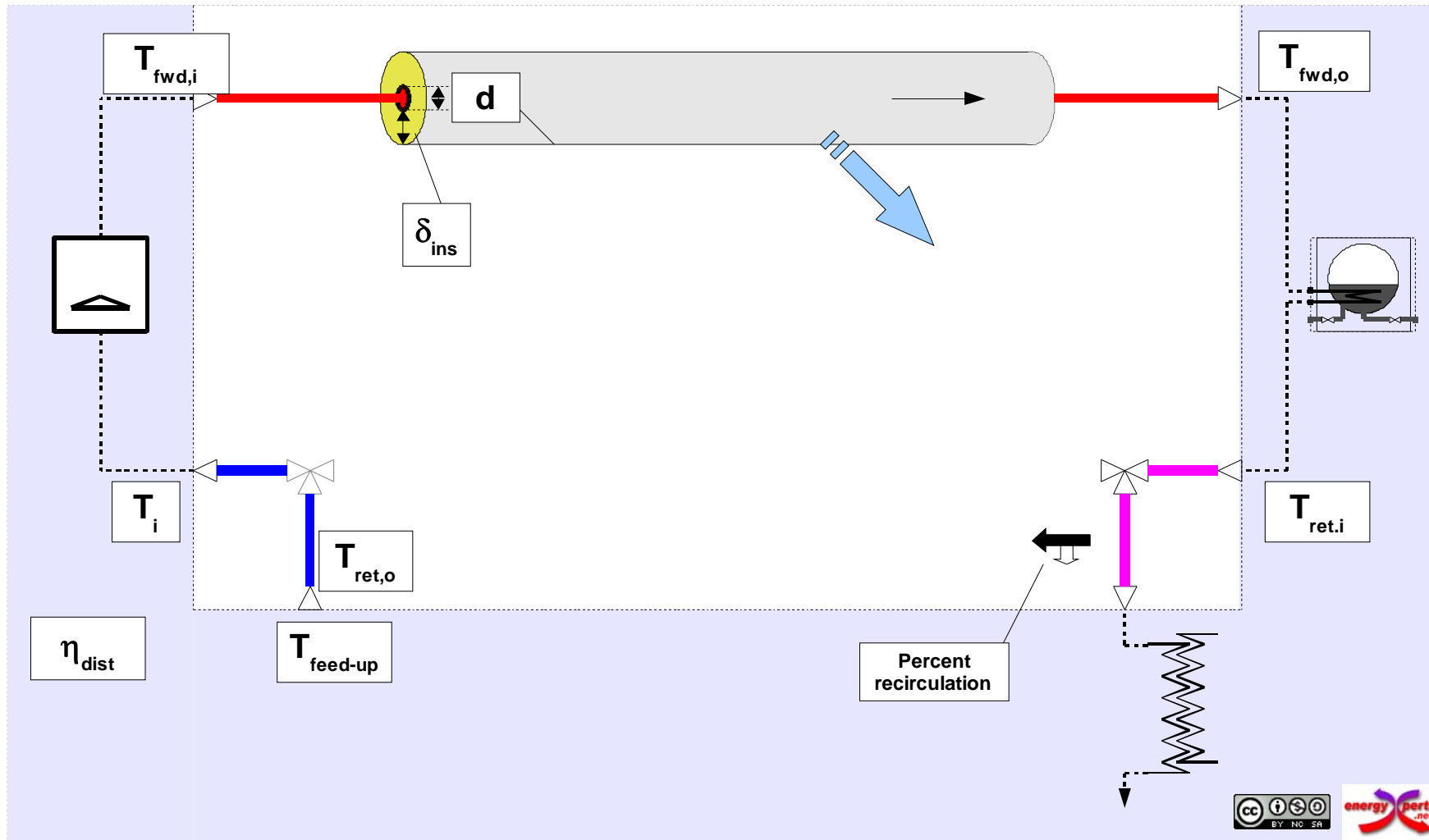
Tubi aperti e chiusi

Tubo chiuso



Tubi aperti e chiusi

Tubo aperto



Tubi aperti e chiusi

Equazione **generale** di bilancio energetico:

$$\dot{Q}_{USH, pipe, m} = \dot{Q}_{UPH, proc, m} + \dot{Q}_{WH, pipe, m} + \dot{Q}_{losses, pipe, m}$$

GENERALE:

$$\dot{Q}_{USH, pipe, m} = q_{m, fwd} h_{fwd} - q_{m, ret} h_{ret} - q_{m, feedup} h_{feedup}$$

CHIUSO:

$$\dot{Q}_{USH, pipe, m} = q_{m, fwd} h_{fwd} - q_{m, ret} h_{ret}$$

APERTO:

$$\dot{Q}_{USH, pipe, m} = q_{m, fwd} h_{fwd} - q_{m, feedup} h_{feedup}$$

fwd: mandata (al processo)

ret: ritorno (condensa)

feed up: reintegro (alla caldaia)

Tubi aperti e chiusi

Caso Generale:

- mezzo del processo : acqua
- mezzo della distribuzione: vapore

Processo

Acqua calda

$T_p = 50^\circ\text{C}$

Mantenimento: 100 kW

10 h/giorno, 260 giorni/anno

UPH=260 MWh

Generazione

Caldaia vapore

efficienza: 80%

Potenza nominale : 500 kW

10 h, 260 giorni/anno

Distribuzione

Vapore 2 bars ($T_{\text{evap}}=120,23^\circ\text{C}$, $h_{\text{vap}}=2203 \text{ kJ/kg}$, $cp_l=4,21 \text{ kJ/kgK}$, $cp_v=2,05 \text{ kJ/kgK}$)

$T_{\text{mandata}}: 125^\circ\text{C}$

$T_{\text{ritorno}}: 60^\circ\text{C}$

$T_{\text{feed-up}}: 10^\circ\text{C}$

Lunghezza: 100 m

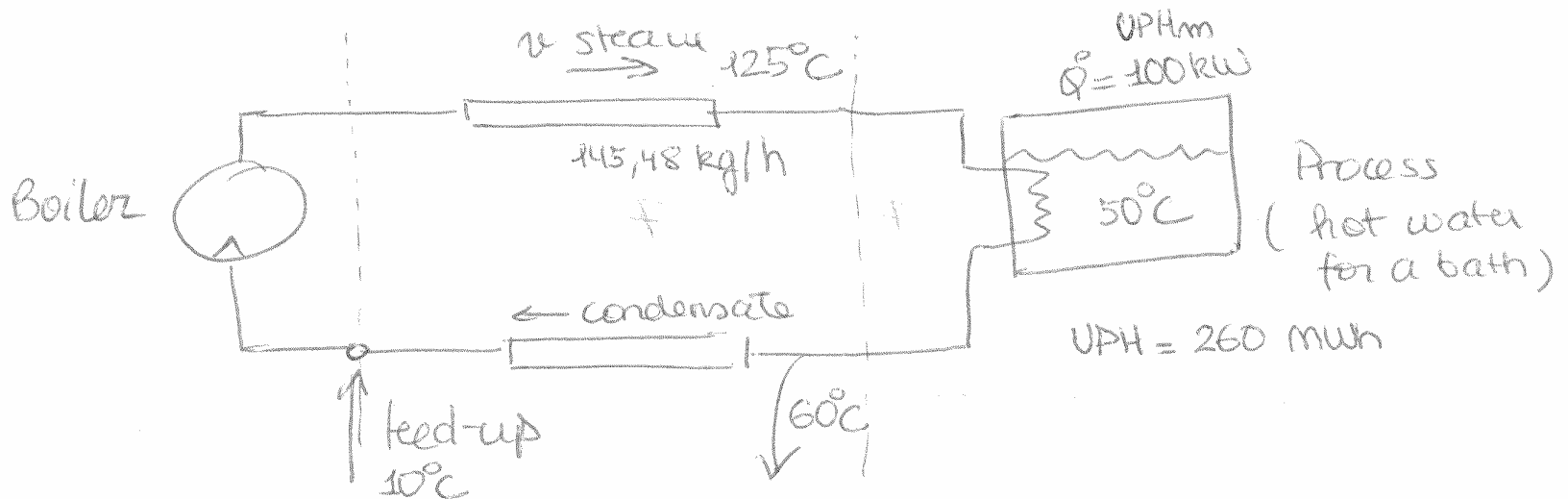
Coefficiente di perdita calore: 0 kW/K --> $Q_{\text{loss}}=0$

Con I dati sopra riportati: portata = 145,48 kg/h

→ Studio variazione della percentuale di “ricircolo” (r)

Tubi aperti e chiusi

Caso Generale :

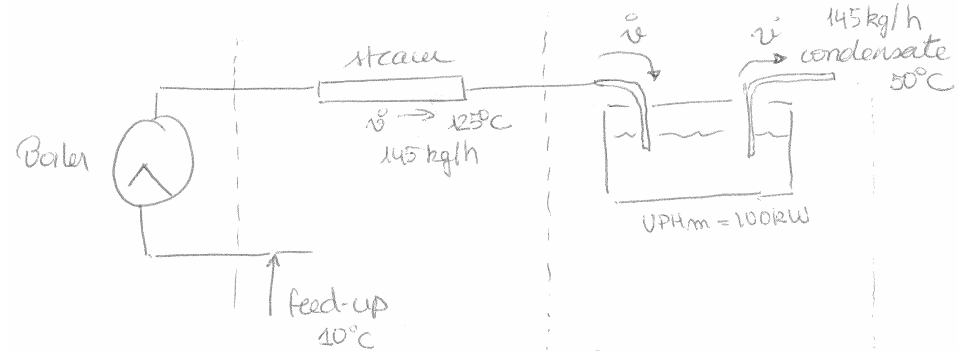


	r=1	r=0,5	r=0
UPH	260	260	260
QWH	0	11	22
USH	260	271	282
Efficienza di distribuzione	1	0,96	0,92

Tubi aperti e chiusi

Caso Speciale : Iniezione di vapore

- mezzo del processo: acqua
- mezzo di distribuzione: vapore



		Calore di scarto appartiene al tubo	Calore di scarto appartiene al processo
Processo	Maintenance [kW]	100	100
	V_inflow [kg/h]	-	= V_steam_dist = 143,22
	T_inflow [°C]	-	= T_feed_in=10
	V_outflow [kg/h]	-	= V_steam_dist = 143,22
	T_outflow [°C]	-	50
	QWH_process [MWh]	0	17
	UPH [MWh]	260	277
Tubo	Rate of return	0-1 (in example 0)	0
	T_return [°C]	50	=T_feedup=10
	T_feedup [°C]	10	10
	QWHPipe [MWh]	17 (r=0)	0
	USH	277	277

QWHProc: elevato UPH, se il calore di scarto del processo è recuperato → questo è considerato come una misura di efficienza energetica

QWHPipe: ridotto UPH, se il calore di scarto non è recuperato → questo è considerato come una distribuzione inefficiente

Black Box

Iniezione di vapore:

- mezzo del processo : vapore
- mezzo di distribuzione : vapore

Processo

vapore 2bar

$T_p = 120.23^\circ\text{C}$

Mantenimento: 89.7 kW (calcolo
manuale di mantenimento
→ evaporazione)

10 g/day, 260 giorni/anno

Inflow: 145.48 kg/h vapore 2 bars

$T_{\text{inflow}} =$ (dipende dal tubo)

Generazione

Caldaia vapore

Efficienza: 80%

Potenza Nominale: 500 kW

10 h, 260 giorni/anno

Tubi

Vapore 2 bars ($T_{\text{evap}} = 120.23^\circ\text{C}$, $h_{\text{vap}} = 2203 \text{ kJ/kg}$,
 $cp_l = 4.21 \text{ kJ/kgK}$, $cp_v = 2.05 \text{ kJ/kgK}$)

$T_{\text{mandata}}: 125^\circ\text{C}$

T_{ritorno} : (dipende dal tipo di modello)

$T_{\text{feed-up}}: 10^\circ\text{C}$

Lunghezza: 100m

Coefficiente di perdita di calore $0 \text{ kW/K} \rightarrow Q_{\text{loss}} = 0$

Black Box

Tipologie di modellizzazione dell'iniezione di vapore:

Calore di scarto del tubo:

Processo

Inflow: 145 kg/h

$T_{\text{inflow}} = T_{\text{ritorno}} = 60^{\circ}\text{C}$

Tubo

$T_{\text{ritorno}} = 60^{\circ}\text{C}$

$r=0$

Calore di scarto del processo:

Processo

Inflow: 145 kg/h

$T_{\text{inflow}} = T_{\text{feed-up}} = 10^{\circ}\text{C}$

Outflow: 145 kg/h

$T_{\text{outflow}} = T_{\text{ritorno}} = 60^{\circ}\text{C}$

Tubo

$T_{\text{ritorno}} = T_{\text{feed-up}} = 10^{\circ}\text{C}$

$r=0$

Black Box

Risultati iniezione di vapore con il modello black box

		Recupero Condensa	Perdita condensate
Processo	V_inflow [kg/h]	= V_steam_dist = 145,48	= V_steam_dist = 145,48
	T_inflow [°C]	= T_return=60	= T_feed_in=10
	V_outflow [kg/h]	-	= V_steam_dist = 145,45
	T_outflow [°C]	-	60
	QWH_process [MWh]	0	22
	UPH [MWh]	260	282
Tubo	Rate of return	0-1 (in example 0)	0
	T_return [°C]	60	=T_feedup=10
	T_feedup [°C]	10	10
	QWHPipe [MWh]	22 (r=0)	0
	USH	282	282