MTETS-01 LEKTION 2

AARHUS
UNIVERSITET
INSTITUT FOR MEKANIK OG PRODUKTION

27. AUGUST 2023

JENS MØLLER ANDERSEN
ADJUNKT

OPSAMLING VARMEVEKSLER OG EFFEKTIVITETS METODE

LMTD Metode

De 3 ligninger for en varmeveksler:

$Q = \dot{m} \cdot \Delta h$ [kW] Energibevarelse

$Q = U \cdot A \cdot LMTD$ [kW] Varmeoverførsel

$Q = \dot{m} \cdot \Delta h$ [kW] Energibevarelse

Hvor : LMTD = (DT_a – DT_b) /ln(DT_a / DT_b)

A  B

Effektivitetsmetode

De 3 ligninger for en varmeveksler:

$Q = \dot{m} \cdot \Delta h$ [kW] Energibevarelse

$Q = Q_{ideal} \cdot \eta$ [kW] Varmeoverførsel

$Q = \dot{m} \cdot \Delta h$ [kW] Energibevarelse

varmevekslereffektivitet kan skrives som:

$\eta = Q_{act}/Q_{ideal}$

NB: hver sin strøm

$Q_{ideal} = \dot{m}_{varm}\ Cp_{varm} * (T_{varm\_ind} - T_{kold\_ind})$

Hvor η = Varmevekslerens effektivitet Qact = Mængden af varme, der overføres i den fysiske varmeveksler

https://themachine.science/heat-exchanger-efficiency/

REGNEØVELSE – FJERNVARMEVEKSLER
(DENNE SAMME OPGAVE SOM SIDSTE UGE MEN NU MED EFFEKTIVITETS METODE)

Vi skal i brusebad – hvad bliver temperaturen?

m_{fjv} = 350 l/h [læg mærke til enhederne og omregn]

m_{bruser} = 10 l/minut

η = 0,6

$T_{fjv\ ind}$ = 60°C

T_{vand_ind} = 10°C

- Vi diskutere jeres erfaringer

MTETS-01 PENSUM

HVERT LEKTIONSNUMMER DÆKKER OVER 4 UNDERVISNINGSTIMER

1: Varmeveksler, LMTD og AMTD, Kondensator, Kompressor, Eta_is, ikke ideelle komponenter

2: Sammensatte komponentmodeller, tryktab og intern varmeveksling, P&ID, model af system - pulverlakering.

3: Overhedningsmodel for kondensator, Kondensatormodel, at sætte komponenter sammen

4 – Caseopgave 1

5: Kraftværker, Rankine og CC. Fødevandsforvarmer og genoverhedning, Kraftværk med røggassystem, SCR, ESP og LUFO.

6: Off-design af varmevekslere og et simpelt kraftværk, Dimensionering af pumper og blæsere

7 – Caseopgave 2

8: Modeller af Reguleringssystemer

9: Tørreprocesser og fugtig luft

10: Pinch og varmevekslernetværk

11: Elektrolyse og PTX

12: Driftoptimering

13 – Caseopgave 3

14: Øve eksamen

EES VIDEOER

EES Basis: https://www.youtube.com/watch?v=d7TKfXoi77A

EES Diagram vindue: https://www.youtube.com/watch?v=nyLPOAEYTOs

At bruge EES effektivt: https://www.youtube.com/watch?v=pmlv30t3cLk

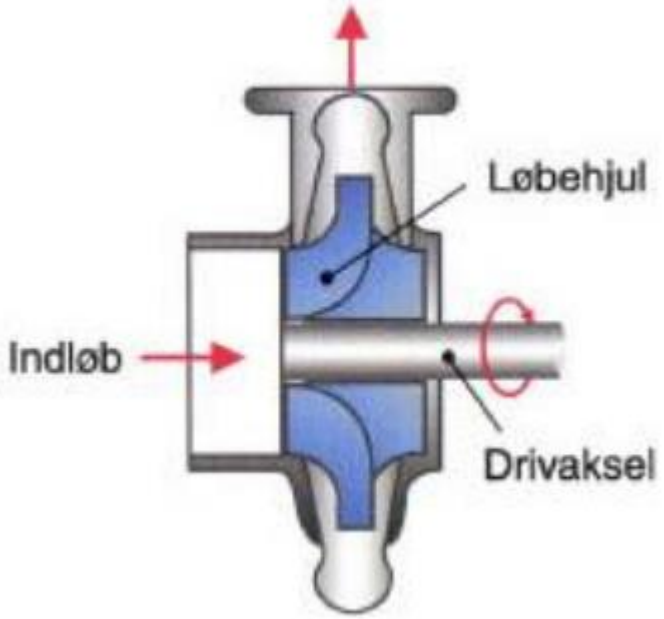
Property plots i EES: https://www.youtube.com/watch?v=ptkqj18ZJ7o

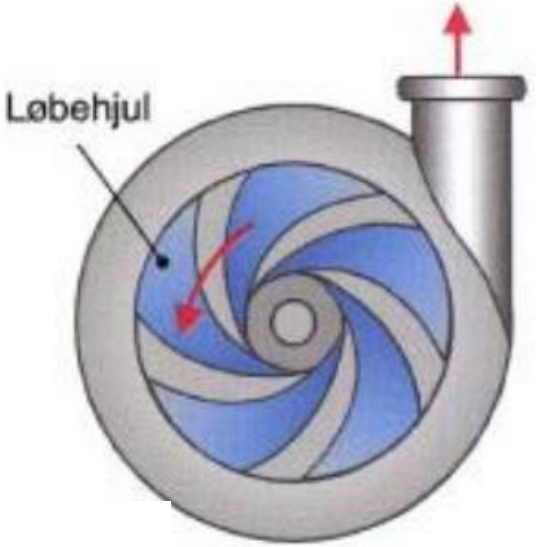
Søg evt. på Gregory Nellis og EES (han er rigtig god, men dog noget tør)

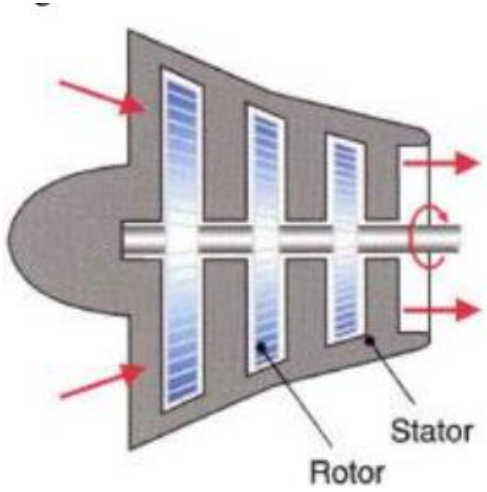
P&ID: https://www.youtube.com/watch?v=j4EOTerfyTY

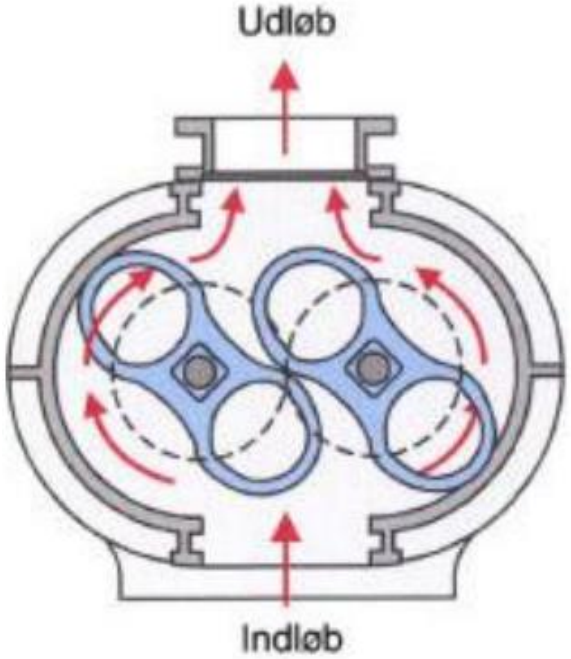
KOMPRESSORER – HVORDAN VIRKER DE?

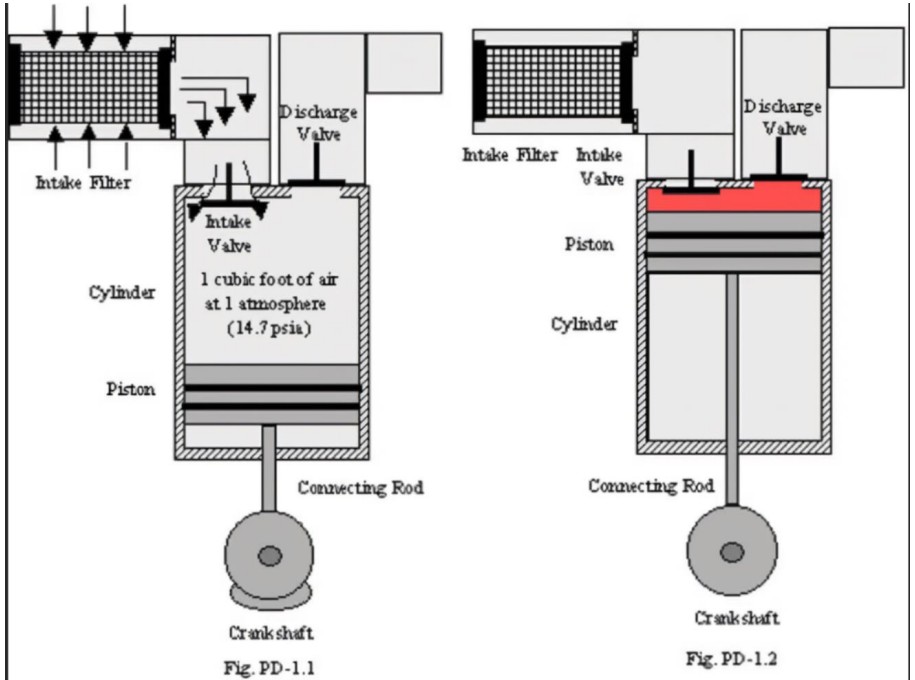
kompressor









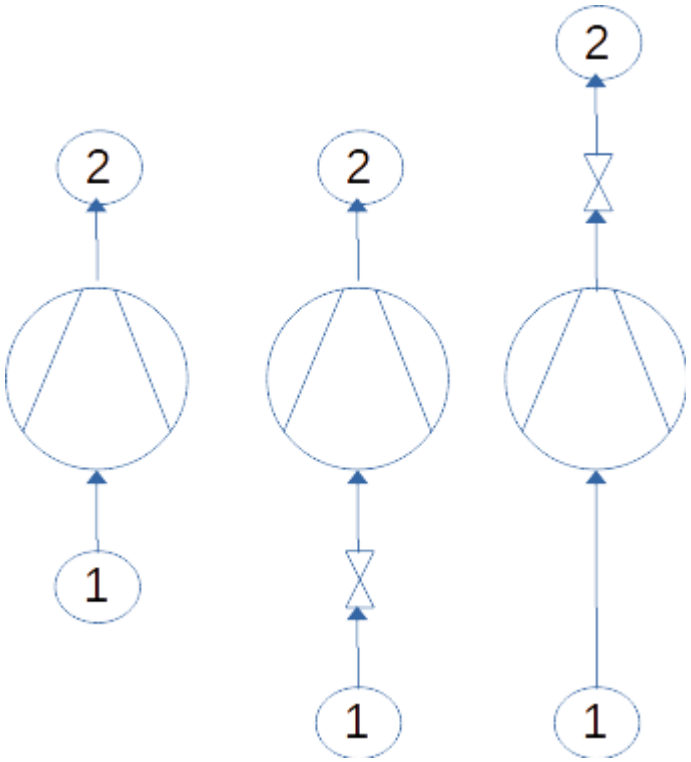


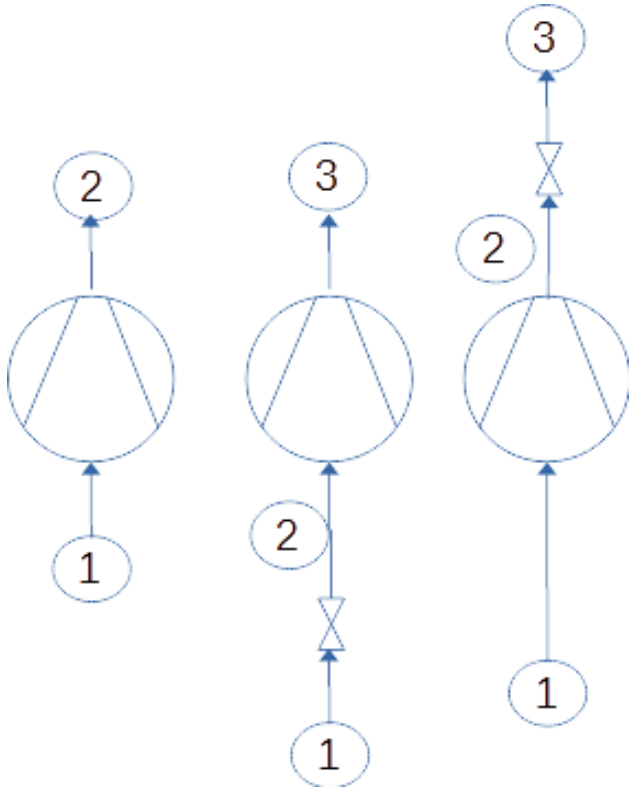
ANDERSEN

KOMPRESSOR MED INTERN TRYKTAB

1: NUMMERERING AF MODELLER?

2: SPØRGSMÅL: HVAD ER VÆRST?





LØSNING TIL OPGAVE FRA SIDSTE UGE - DEN SKAL VI BRUGE OM LIDT

M_dot =0,05

P_1 = 200

x_1=1

h_1=**enthalpy**(***R134a***;***P***=p_1;***x***=X_1)

s_1=**entropy**(***R134a***;***P***=p_1;***x***=X_1)

Eta_s =0,7

P_2 = 800

h2s=**enthalpy**(***R134a***;***P***=p_2;***s***=s_1)

Eta_s = (h2s- h_1) /(h_2 - h_1)

W = (h_2 - h_1) *m_dot

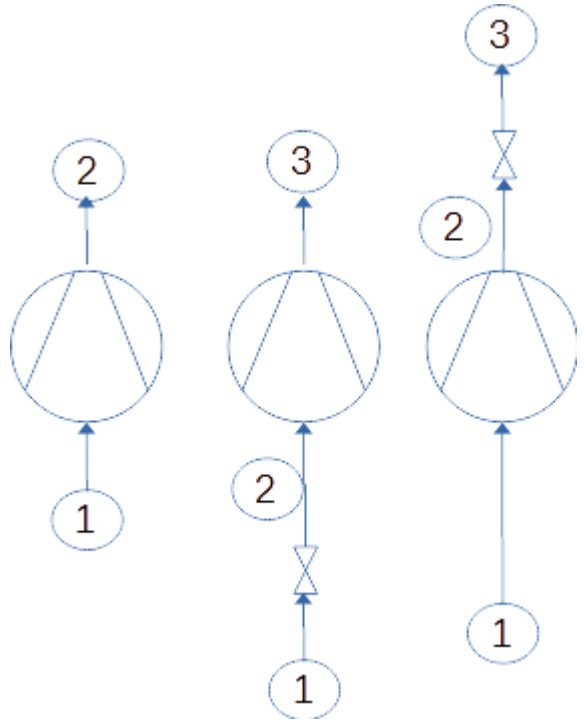
KOMPRESSOR MED INTERN TRYKTAB

Regneøvelse:

med udgangspunkt i modellen fra sidste gang.

tryktab = 50 kPa

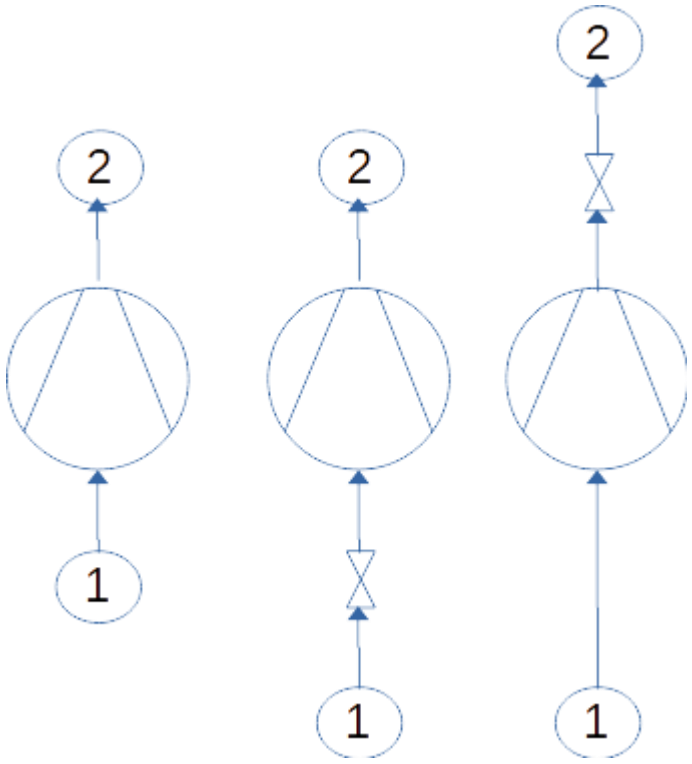
(vælg enten for neden eller for oven) og lav en EES model.



NB : en metode til at give numre på

KOMPRESSOR MED INTERN TRYKTAB

REGNEØVELSE: MED UDGANGSPUNKT I MODELLEN FRA SIDSTE GANG TRYKTAB = 50 KPA (VÆLG ENTEN FOR NEDEN ELLER FOR OVEN)



M_dot =0,05

P_1 = 200-DPtab

x_1=1

h_1=enthalpy(R134a;P=p_1;x=X_1)

s_1=entropy(R134a;P=p_1;x=X_1)

Eta_s =0,7

P_2 = 800+DPtab

DPtab=0

h2s=enthalpy(R134a;P=p_2;s=s_1)

Eta_s = (h2s- h_1) /(h_2 - h_1)

W_s = (h2s - h_1) *m_dot

Q=0,2

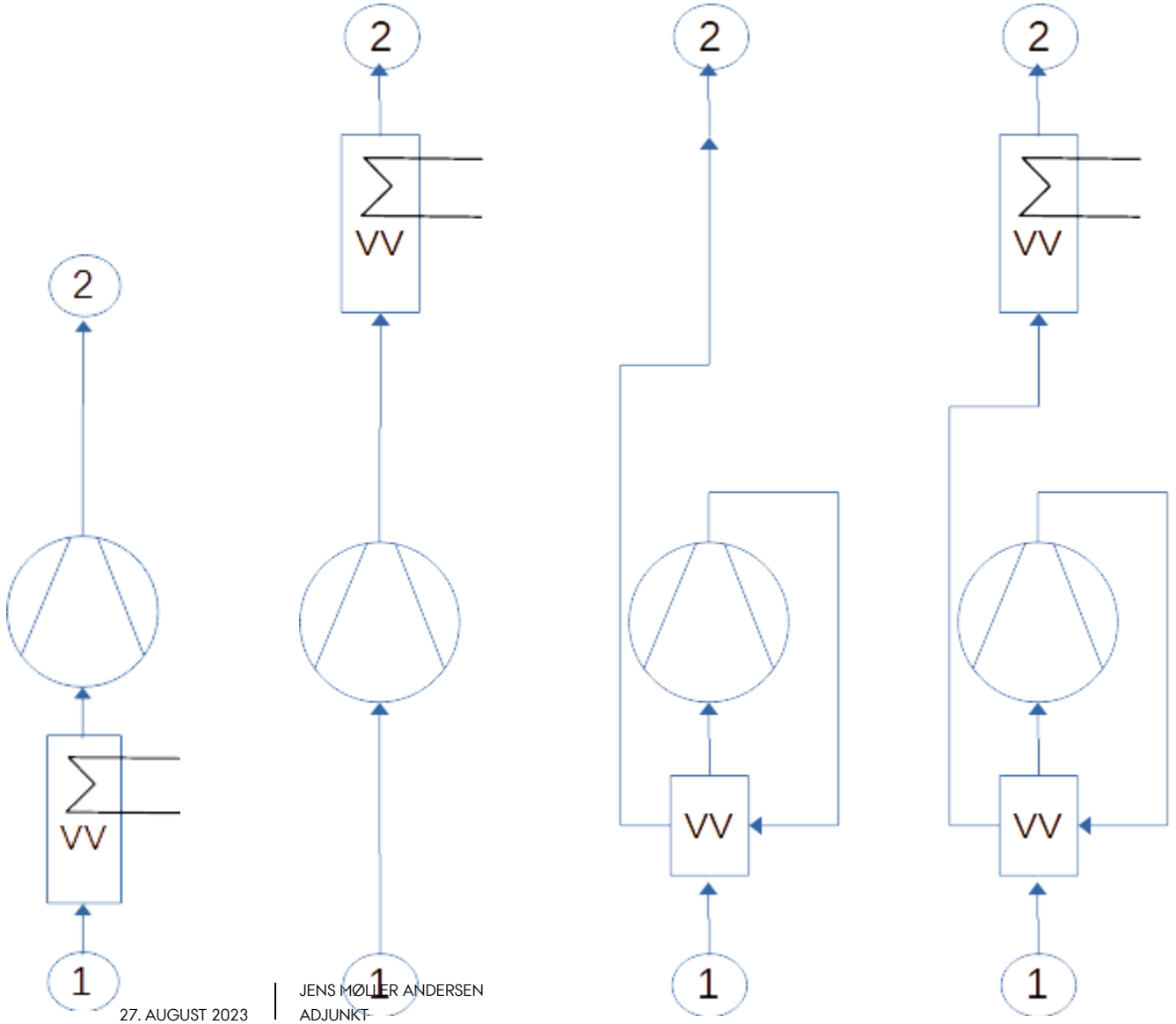
Q= m_dot* (h_2-h_2ud)

T_2ud=temperature(R134a;P=p_2;h=h_2ud)

T_sat2=t_sat(R134a;P=p_2)

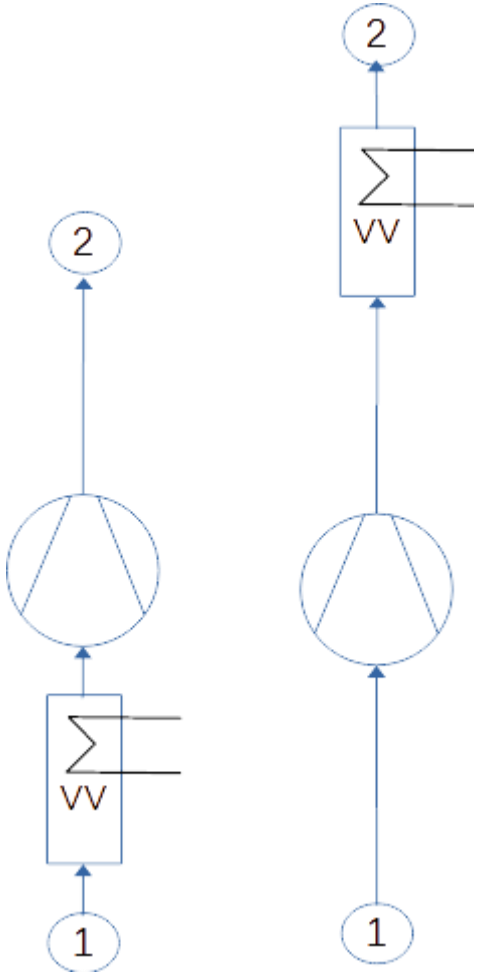
KOMPRESSOR MED INTERN VARMETAB

HVAD ER VÆRST?

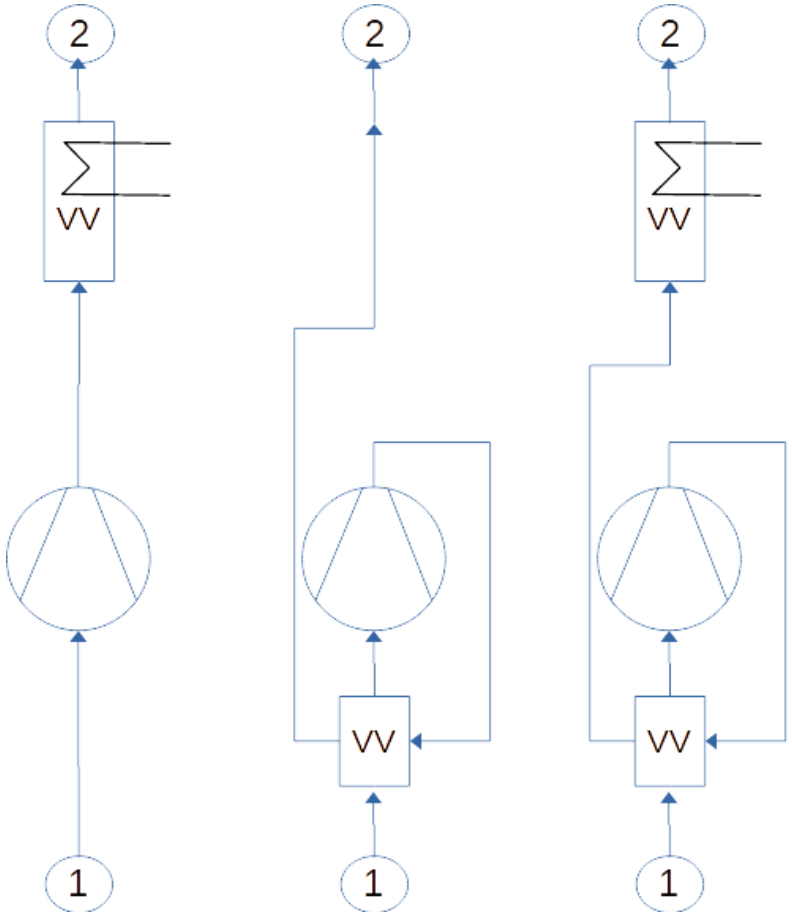


KOMPRESSOR

REGNEØVELSE: MED UDGANGSPUNKT I MODELLEN FRA SIDSTE GANG
VARMETAB = 1KW (VÆLG DEN I TROR ER BEDST)

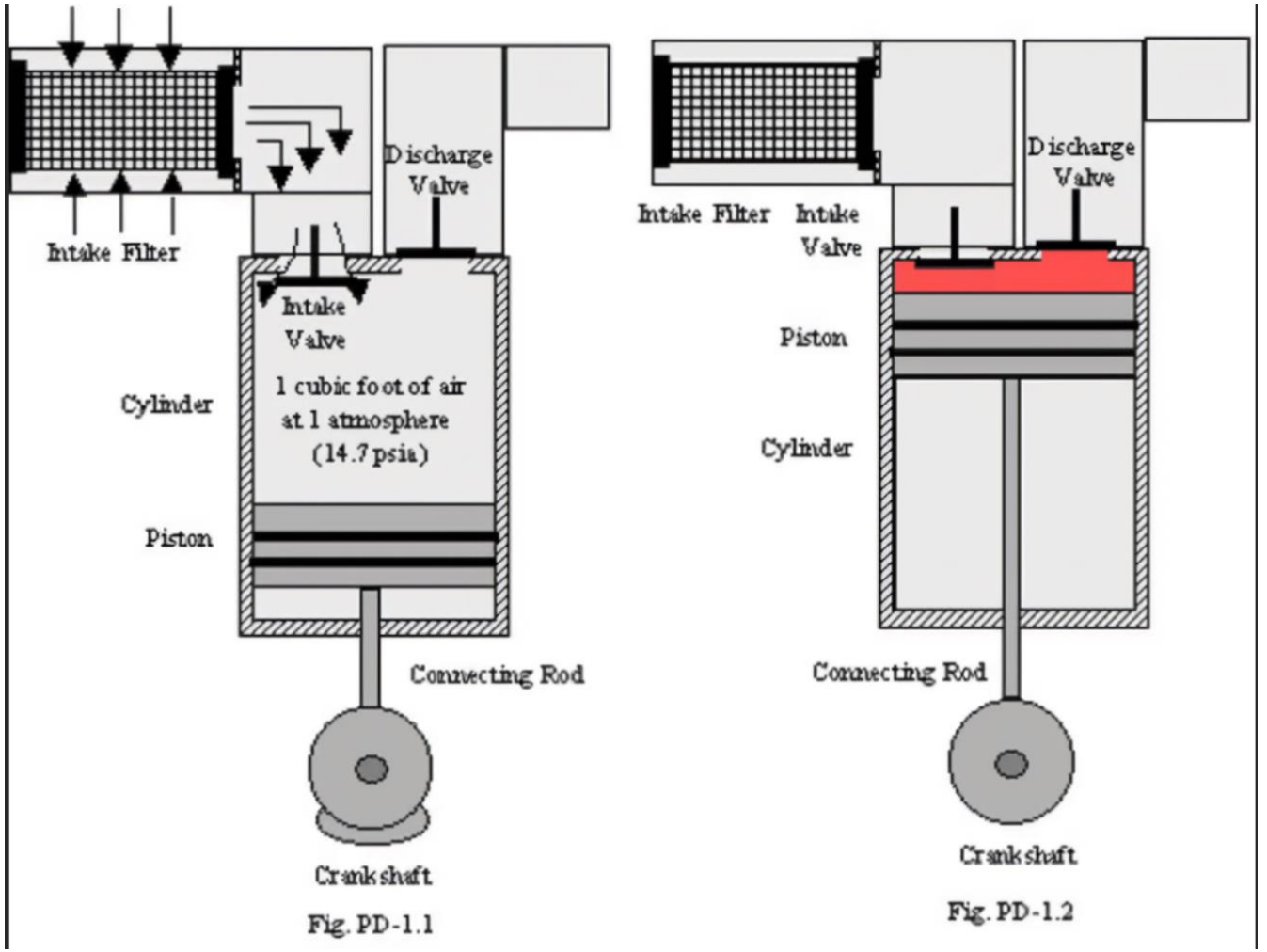


KOMPRESSOR




```
M_dot =0,05
P_0 = 200
x_0=1
h_0=enthalpy(R134a;P=p_0;x=X_0)
s_0=entropy(R134a;P=p_0;x=X_0)
T_0=temperature(R134a;P=p_0;h=h_0)

Q=1
h_1= h_0 + Q
P_1 = P_0
s_1=entropy(R134a;P=p_1;h=h_1)
T_1=temperature(R134a;P=p_1;h=h_1)

Eta_s =0,7
P_2 = 800+DPtab
DPtab=0

h2s=enthalpy(R134a;P=p_2;s=s_1)

Eta_s = (h2s- h_1) /( h_2 - h_1 )
W_s = ( h2s -  h_1) *m_dot
W = ( h_2 -  h_1) *m_dot

T_2=temperature(R134a;P=p_2;h=h_2)

Q= m_dot* (h_2-h_2ud)
T_2ud=temperature(R134a;P=p_2;h=h_2ud)
T_sat2=t_sat(R134a;P=p_2)
```

STEMPELKOMPRESSOR



REGNEØVELSE

1: Hvor stort slagvolumen har vores kompresser fra den model vi har regnet på?

Antag at det en er stempelkompressor.

2: Hvor meget større skal slagvolumenet være, hvis vi har tryktab på 50 kPa før kompressoren, for at vi får samme ydelse?

REGNEØVELSE

1: Hvor slagvolumen har vores kompresser fra den model vi har regnet på?

Antag at det en er stempelkompressor.

2: Hvor meget større skal slagvolumenet være, hvis vi har tryktab på 50 kPa før kompressoren, for at vi får samme ydelse?

```
m_dot =0,05
P_1 =  200 - Dp
x_1=1
h_1=enthalpy(R134a;P=p_1;x=X_1)
s_1=entropy(R134a;P=p_1;x=X_1)
v_1=volume(R134a;P=p_1;x=X_1)
V_slag = (v_1*m_dot/50) * 1000000  // ccm  hvis det er en stempelkompressor der køre 50 omd/s
//V_slag=99,87

DELTA_V_slag = V_slag - 99,87

Eta_s =0,7
P_2 = 800
h2s=enthalpy(R134a;P=p_2;s=s_1)

Eta_s = (h2s- h_1) /( h_2 - h_1 )
W = ( h_2 -  h_1) *m_dot

Dp=50
```

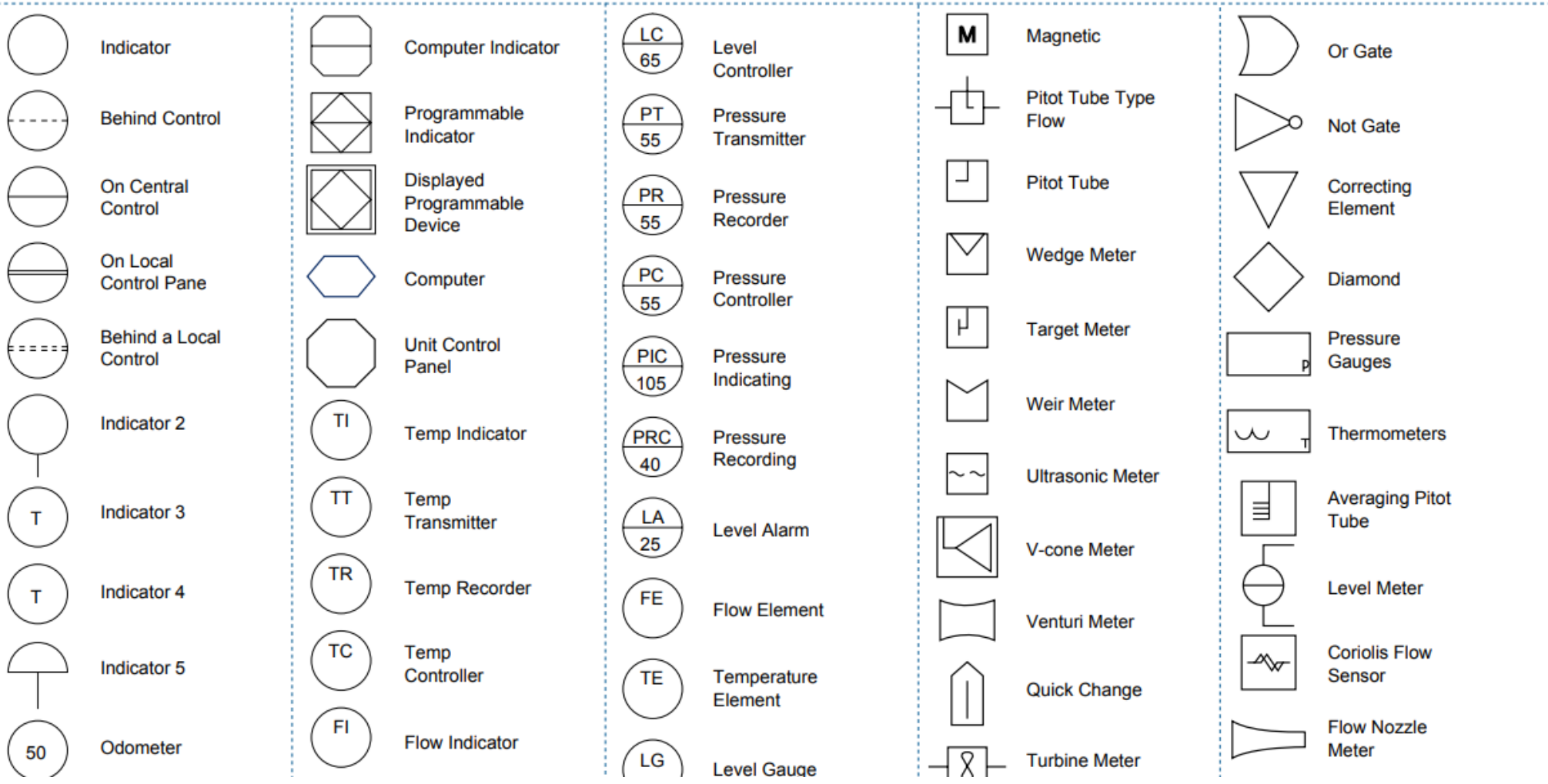
JENS MØLLER ANDERSEN
ADJUNKT

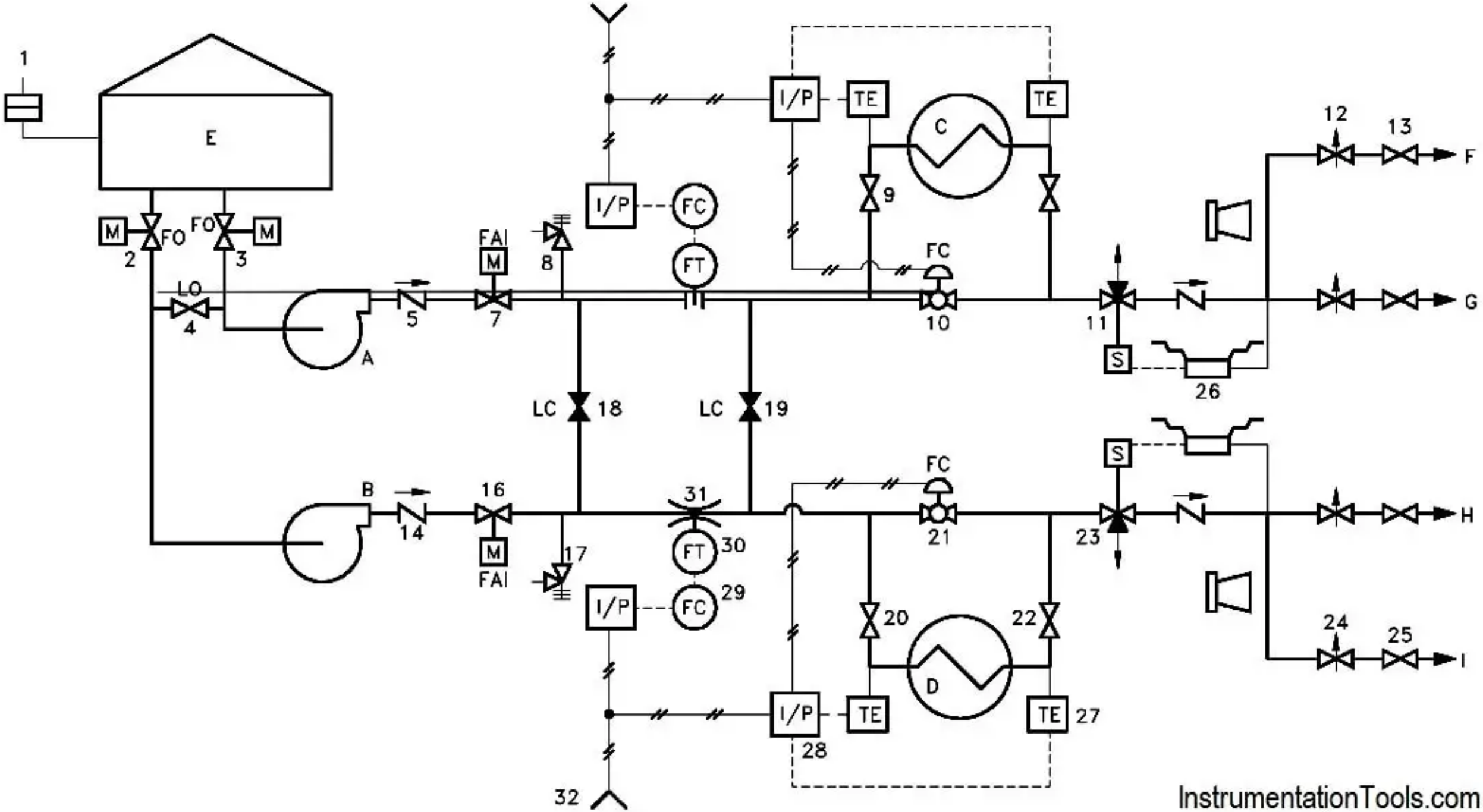
PID
PI
P&ID

Standard P&ID Symbols Legend | Industry Standardized P&ID Symbols

Piping and Instrument Diagram Standard Symbols Detailed Documentation provides a standard set of shapes & symbols for documenting P&ID and PFD, including standard shapes of instrument, valves, pump, heating exchanges, mixers, crushers, vessels, compressors, filters, motors and connecting shapes.

Instrument




1
E
M
2
FO
FO
3
M
LO
4
A
5
FAI
M
7
8
I/P
FC
FT
I/P
TE
C
TE
9
FC
10
11
12
13
F
G
S
26
LC
18
LC
19
B
14
16
M
FAI
17
31
FT
30
I/P
FC
29
FC
21
S
23
H
20
22
D
24
25
I
I/P
TE
TE
27
28
32
InstrumentationTools.com

PULVERLAKERING – VI LAVER EN SPECIALMODEL

HTTPS://WWW.CHINAPOWDERCOATING.COM/POWDER-COATING-EQUIPMENT/

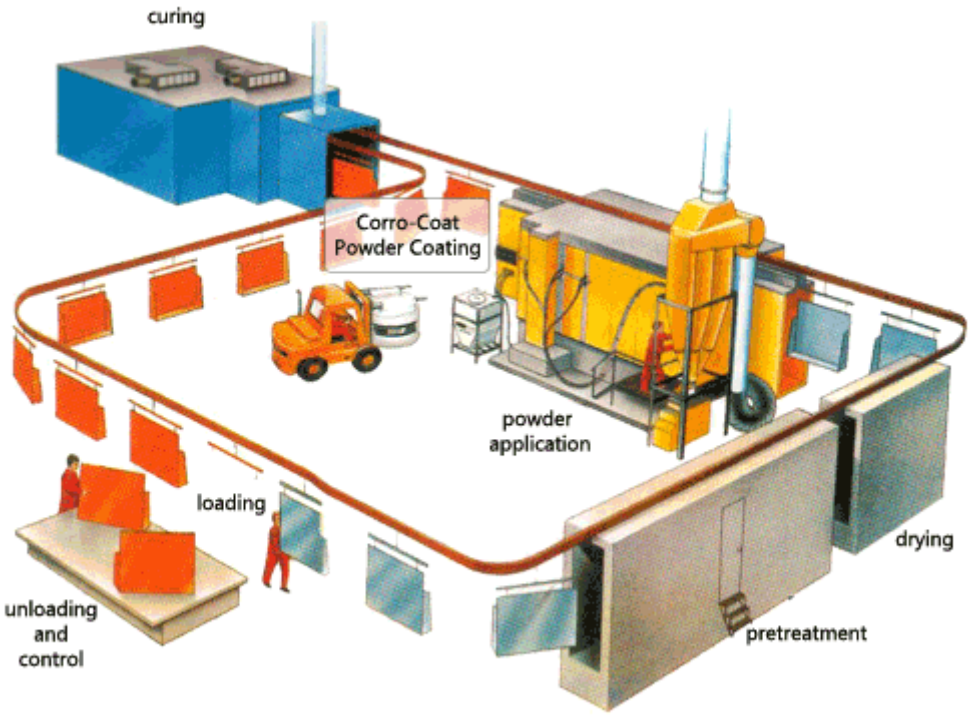
Mål: At kunne simulere Energiforbruget

Metode : simple modeller

1 emne pr minut af 100 kg

Ophæng 10 kg stk.

- Forbehandling
- Tørring
- Pulver pålæggelse
- Hærdning
- Udsugning



Max kapacitet 2 emner pr minut

LINK OM PULVERLAKERING

https://aabo-ideal.com/products/application-systems/powder-coating/

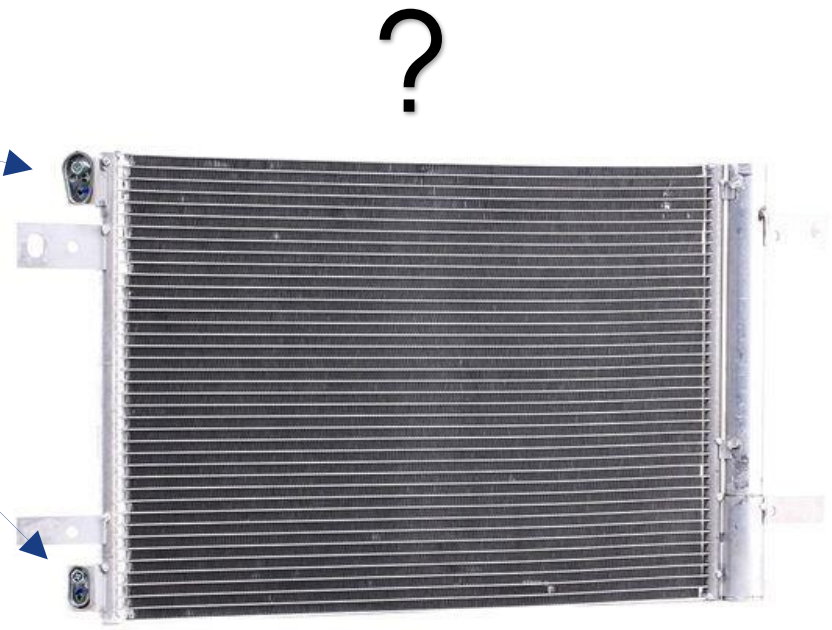
https://www.chinapowdercoating.com/powder-coating-equipment/

KONDENSATOR

Vi kikker på DT_a og DT_b

LMTD = (DT_a – DT_b) / (DT_a / DT_b)

AMTD = (DT_a/2 + DT_b/2)



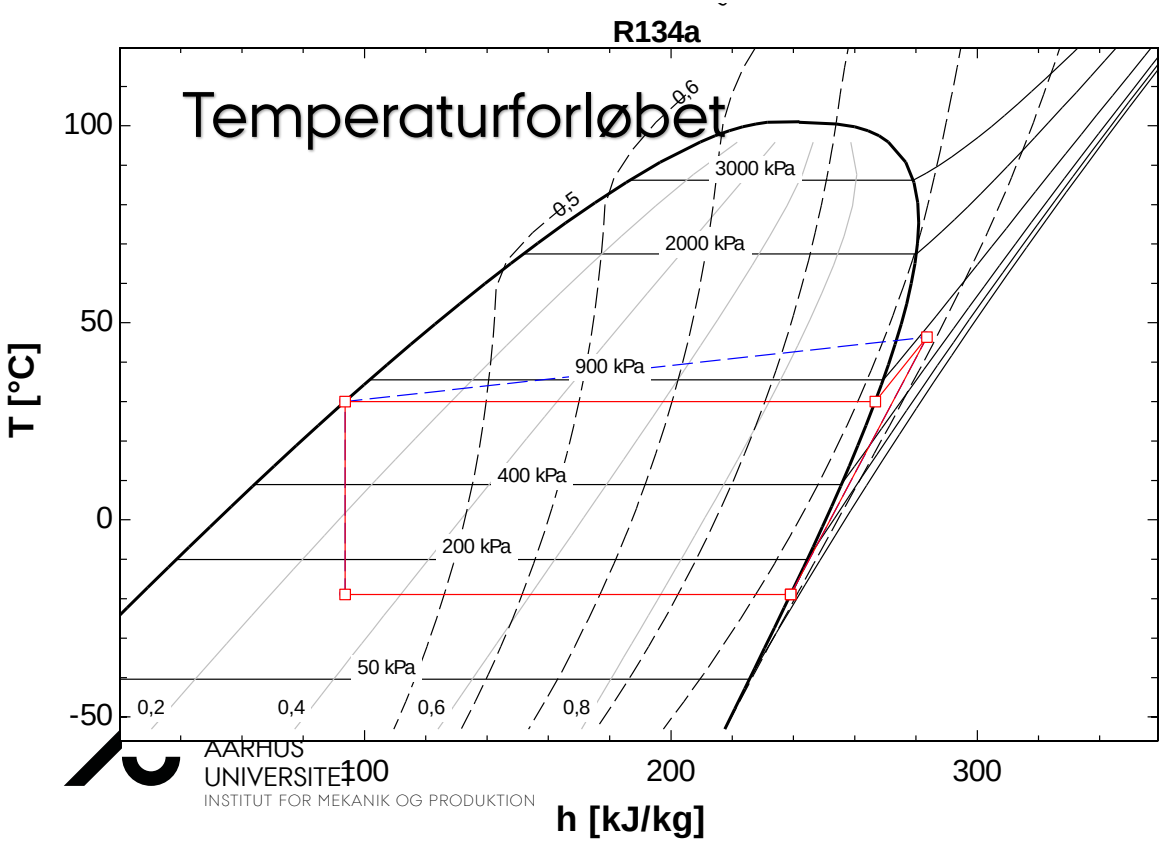
Hvordan er temperaturforløbet

KONDENSATOR

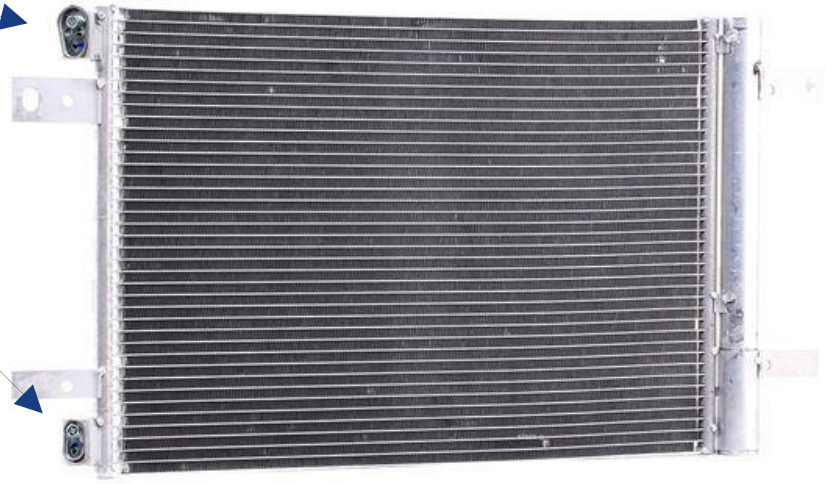
Vi kikker på DT_a og DT_b

LMTD = (DT_a – DT_b) / (DT_a / DT_b)

AMTD = (DT_a/2 + DT_b/2)



?



KONDENSATOR MED DEL TIL OVERHEDNING

UDGANGSPUNKT I KONDENSATOR FRA LEKTION 1-1 VI TAGER DET SAMMEN PÅ TAVLEN

"! inputværdier "
A=1 [m3] // udvendig overflade

alpha_kondensering_R134a = 2
alpha_køling_R134a = 0,2
alpha_luft = 0,02

P[2] =800
T[2] = 60

m_dot = 0,01 //kølemiddelstrøm
m_luft = 1
m_luft_køl= m_luft* (A_køling / A_samlet)
m_luft_kond = m_luft - m_luft_køl

T_luft_ind = 20
Cp_luft = 1

// Kondensator - numerering ud af kompressor begynder ved [2]

"! inputværdier "

A_samlet=10 [m3] // samlet udvendig overflade

alpha_kondensering_R134a = 2

alpha_køling_R134a = 0,2

alpha_luft = 0,02

P[2] =800

T[2] = 60

m_dot = 0,01 //kølemiddelstrøm

m_luft = 1

m_luft_køl= m_luft* (A_køling / A_samlet)

m_luft_kond = m_luft - m_luft_køl

T_luft_ind = 20

Cp_luft = 1

"! tryktab og andre tilstande"

// [3] er et beregningsteknisk mellem-punkt

P[3] = P[2] // ingen tryktab

x[3]= 1 // [3] ligger på mætningpunktet

x[4]= 0 // midlertidig

h[2]= **enthalpy**(***R134a***; ***P***=P[2]; ***T***=T[2])

h[3]= **enthalpy**(***R134a***; ***P***=P[3]; ***x***=x[3])

//x[3]= quality(R134a; P=P[3]; h=h[3])

h[4]= **enthalpy**(***R134a***; ***P***=P[4]; ***x***=x[4])

P[4] = P[3] // ingen tryktab

T[3]= **temperature**(***R134a***; ***P***=P[3]; ***h***=h[3])

T[4]= temperature(***R134a***; ***P***=P[4]; ***x***=x[4]) // laves om når der kommer underkøling

"! beregninger"

A_samlet = A_køling + A_kondensering

//A_køling = 2 // midlertidig

//A_kondensering = 5 // midlertidig

1/ (U_kondensering * A_kondensering) = 1 / (alpha_kondensering_R134a * A_kondensering) + 1 / (alpha_luft * A_kondensering)

1/ (U_køling * A_køling) = 1 / (alpha_køling_R134a * A_køling) + 1 / (alpha_luft * A_køling)

LMTD_kondensering = (DT_a_kondensering - DT_b_kondensering) / **ln**(DT_a_kondensering / DT_b_kondensering)

AMTD_kondensering = DT_a_kondensering/2 + DT_b_kondensering/2

DT_a_kondensering = T[3] - T_luft_ind

DT_b_kondensering = T[4] - T_luft_ud

Q_kondensering = m_dot * (h[3] - h[4])

Q_kondensering = m_luft_kond * Cp_luft * (T_luft_ud - T_luft_ind)
Q_kondensering = U_kondensering * A_kondensering * LMTD_kondensering

//Q_køling = m_dot * (h[2] - h[3])

Q_køling = m_luft_køl * Cp_luft * (T_luft_ud_køl - T_luft_ind)

Q_køling = U_køling * A_køling * LMTD_køling

LMTD_køling = (DT_a_køling - DT_b_køling) / **ln**(DT_a_køling / DT_b_køling)

AMTD_køling = DT_a_køling/2 + DT_b_køling/2

DT_a_køling = T[2] - T_luft_ind

DT_b_køling = T[3] - T_luft_ud_køl

AARHUS
UNIVERSITET