

Challenge #05 - Topsides Facilities

Integrated Model - PP590

Tiago Amorim, RA : 100.675

1) Calculate maximum oil and gas rates for a vertical separator

$P = 15 \text{ kgf/cm}^2$

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

$K_S = 0.03 \text{ m/s}$

$D = 0.75 \text{ m}$

$\text{API} = 15$

$\text{GOR} = 20 \text{ m}^3/\text{m}^3$

Foi assumido:

* Erro de digitação na definição do diâmetro do separador, e que o valor correto é 0,75 m.

* Erro de digitação na unidade da razão gás-óleo.

* Densidade relativa do gás: 0,9.

* Z do gás em 15 kgf/cm² e 50°C aproximadamente 1,0.

```
In[79]:= P1 = 15; (*kgf/cm²*)
T1 = 50 + 273.15; (*K*)
Ks = 0.03; (*m/s*)
Dsep = 0.75; (*m*)
API = 15; (*oAPI*)
RGO = 20; (*m³/m³*)

In[85]:= rhoo = 141.5 / (131.5 + API) * 1000.;
dg = 0.9;
z = 1.;
Mar = 29.;
R = 0.08478;
rhog = P1 dg Mar / (z R T1);
Print["Rho óleo = ", rhoo, " kg/m³"]
Print["Rho gás = ", rhog, " kg/m³"]

Rho óleo = 965.87 kg/m³
Rho gás = 14.2901 kg/m³

In[93]:= Vgmax = Ks ((rhoo - rhog) / rhog) ^ 0.5;
Fg = 1.;
Qgmax = (Pi Dsep² / 4) Fg Vgmax (60. * 60. * 24.);
Qomax = Qgmax / RGO;
Print["Velocidade superficial máxima do gás = ", Vgmax, " m/s"]
Print["Vazão máxima do gás = ", Qgmax, " m³/d"]
Print["Vazão máxima do óleo = ", Qomax, " m³/d"]

Velocidade superficial máxima do gás = 0.244809 m/s
Vazão máxima do gás = 9344.43 m³/d
Vazão máxima do óleo = 467.222 m³/d
```


2) Calculate the water pump energy demand

LR + LW = 2920 m

Tubing size = 6"

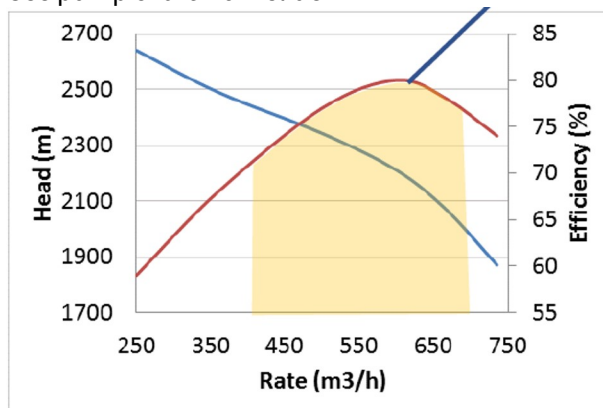
Pipe wall rugosity = 0.6 mm

PS= 1 bar

PINJ= 340 bar

QWI= 350 m³/day

Use pump chart from slide #21



Assumido:

- * A vazão de injeção é em m³/h.
- * Mesma configuração do *problema modelo* (challenge #1).
- * Bomba de frequência única.

In[100]:=

```
Pin = 1; (*bar*)
Pend = 340; (*bar*)
Din = 6 * 2.54 / 100.; (*m*)
DeltaZ = 2920.; (*m*)
rug = 0.6 / 1000.; (*m*)
L = DeltaZ + 500.; (*m*)
Qwi = 350.; (*m³/h*)
```

In[107]:=

```
uw = 1.; (*cP*)
rhow = 1000.; (*kg/m³*)
```

In[109]:=

```
Print["Vazão de água = ", Qwi, " m³/h"]
Vw = Qwi / (60. * 60.) / (Pi Din² / 4);
Print["Velocidade da água = ", Vw, " m/s"]
Qm = Qwi / (60. * 60.) rhow; (*kg/s*)
Print["Vazão mássica de água = ", Qm, " kg/s"]
Rey = 4 Qm / (Pi (uw 10⁻³) Din);
Print["Reynolds = ", Rey]
ff = If[Rey < 2300.,
  64. / Rey,
  0.0055 (1 + (2 * 10⁴ rug / Din + 10⁶ / Rey)¹/³)];
Print["Fator de fricção = ", ff]
```

Vazão de água = 350. m³/h
 Velocidade da água = 5.32974 m/s
 Vazão mássica de água = 97.2222 kg/s
 Reynolds = 812 252.
 Fator de fricção = 0.0291959

In[118]:=

```
Hfric = ff L / Din Vw2 / (2 × 9.81);
Print["Perda com fricção = ", Hfric, " m"]
Pdes = 340 + rho w 9.81 (Hfric - DeltaZ) 10-5;
Print["Pressão de descarga = ", Pdes, " bar"]
HeadBomba = (Pdes - Pin) 105 / (rho w 9.81);
Print["Head necessário = ", HeadBomba, " m"]

Perda com fricção = 948.585 m
Pressão de descarga = 146.604 bar
Head necessário = 1484.24 m
```

In[124]:=

```
HeadDisp = 2100.; (*m*) (* => Bomba atende ao head necessário*)
efic = 0.65;
P = HeadDisp Qm 9.81 / efic;
Print["Potência = ", P / 106, " MW"]

Potência = 3.08135 MW
```

3) Consider a gas compressor. For $Q = 2$ million m^3/d , calculate head and power demanded.

Polytropic efficiency = 76%

$k = 1.4$

$z = 1$

inlet $T = 20^\circ\text{C}$

inlet pressure = 30 bar

outlet pressure = 90 bar

MW = 25.4

Hipótese:

* Assumido que a vazão reportada é de gás em condições standard.

In[128]:=

```
Qg = 2 × 106 / (24. × 60. × 60.); (*m³/s*)
PolyEf = 0.76;
k = 1.4;
z = 1;
Tin = 20 + 273.15; (*K*)
Pin = 30 × 105; (*Pa*)
Pout = 90 × 105; (*Pa*)
MW = 25.4 ;
```

In[136]:=

```
NSolve[ni / (ni - 1) == PolyEf k / (k - 1), ni] [[1]] [[1]]
```

Out[136]=

```
ni → 1.60241
```

In[137]:=

```
rhog = 1.2 MW / Mar;
Qmg = Qg rhog;
Print["Vazão mássica de gás = ", Qmg, " kg/s"]
n = 1.6;
R = 8314;
Hpoly = n / (n - 1) z R Tin / MW ((Pout / Pin)(n-1)/n - 1);
Print["Head politrónico = ", Hpoly 10-3, " kJ/kg"]
Ppoly = Hpoly Qmg / PolyEf;
Print["Potência necessária = ", Ppoly 10-6, " MW"]

Vazão mássica de gás = 24.3295 kg/s
Head politrónico = 130.448 kJ/kg
Potência necessária = 4.17597 MW
```

4) Calculate CO₂ emission (kg/m³) for this natural gas composition, considering full combustion

Component	Mole%	MW
CO ₂	0,8	44
CH ₄	95,3	16
C ₂ H ₆	1,7	30
C ₃ H ₈	0,5	44
C ₄ H ₁₀	0,1	58
N ₂	1,6	28

In[146]:=

```

moles = {0.8, 95.3, 1.7, 0.5, 0.1, 1.6} / 100.;
mw = {44., 16., 30., 44., 58., 28.};
mwGas = Dot[moles, mw];
wtPc = moles mw / mwGas;
Print["Peso molecular do gás = ", mwGas]
c = { 1., 1., 2., 3., 4., 0.};
cWpc = 12. c / mw;
cWtotal = Dot[wtPc, cWpc];
Print["Percentual do peso em carbono = ", cWtotal * 100., " %"];
ECO2 = mwGas cWtotal (44. / 12.) / 23.685;
Print["Emissão de CO2 = ", ECO2, " kg/m³"]

Peso molecular do gás = 16.836

Percentual do peso em carbono = 72.2737 %

Emissão de CO2 = 1.88372 kg/m³

```