

ENER-7200 Prosessien simulointi

Tentti 26.9.2011

Talleta jokaisen tehtävän vastauksesi samaan Word-tiedostoon:

- 1) kommentoitu EES-ohjelma
- 2) omat lisäkommenttisi tekstinä (varsinkin jos ohjelma ei toimi).

Nimeä tiedosto "opiskelijanumero.doc" ja lähetä minulle osoitteeseen pentti.saarenrinne@tut.fi

1. Muuttuja z voidaan lausua yhtälömuodossa seuraavasti, $z=ax+by+cxy$. Oheisessa taulukossa olevat arvoparit ovat käytettävissä pienimmän neliösumman soviteeseen. Laske kertoimien a , b ja c arvot!

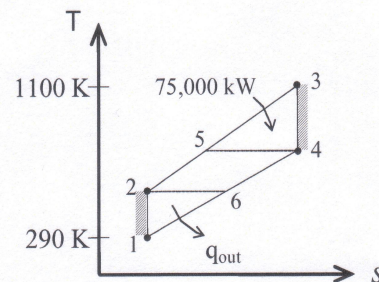
| z | x | y |
|------|-----|-----|
| 0,1 | 1 | 1 |
| -0,9 | 1 | 2 |
| 2,0 | 2 | 2 |
| -1,8 | 3 | 1 |

2. Tarkastellaan yksinkertaista kaasuturbiinikoneikkoa, joka toimii lämpötilavälillä 300-1500K. Laske painesuhde, jolla kompressorin ja turbiinin ulostulolämpötilat ovat samat. Käytä ominaislämpöjen arvoina ilman arvoja huoneenlämpötilassa.
3. Regeneratiiviseen (lämpötilahyötysuhde $\epsilon = 0,80$) kaasuturbiinivoimalaitokseen tulee ilma kompressoriin paineessa 95 kPa ja lämpötilassa 290 K ja poistuu turbiinista paineessa 760 kPa ja lämpötilassa 1100 K. Lämpöä tuodaan prosessiin 75000 kJ/s. Laske koneikon tuottama teho (a) olettamalla vakio ominaislämmöt huoneenlämpötilassa, (b) ottamalla huomioon ominaislämmön muutokset lämpötilan muuttuessa.

$$T_2 = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{(k-1)/k}$$

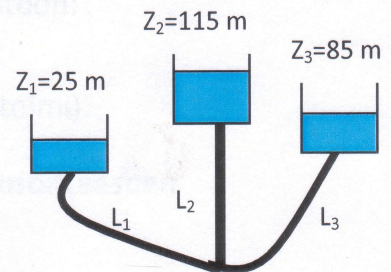
$$\eta_{th} = 1 - \frac{q_{out}}{q_{in}}$$

$$\dot{W}_{net} = \eta_T \dot{Q}_{in}$$



4. Tarkastellaan oheisen kuvan mukaista kolmen säiliön järjestelmää, joita yhdistävien betoniputkien halkaisijat ovat 150 mm ja pinnankarheus 1mm. Oheisessa taulukossa ovat putkien pituudet ja säiliöiden pintojen korkeusasemat.

| | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|----|-----|-----|
| Putken pituus [m] | 95 | 125 | 160 |
| Säiliön korkeus [m] | 25 | 115 | 85 |



Turbulentin putkivirtauksen kitkakerroin saadaan Moodyn

$$\text{yhtälöstä: } \frac{1}{f^{1/2}} = -2,0 \log_{10} \left(\frac{\epsilon/d}{3,7} + \frac{2,51}{\text{Re}_d f^{1/2}} \right) \text{ jossa } \epsilon$$

on pinnankarheus .

Laske putkissa virtaavat vesivirrat, kun veden lämpötila on 20 °C.

5. Pumpua testattaessa saadaan seuraavia tuloksia: $p_1 = 100 \text{ mmHg}$ (alipaine) ja $p_2 = 500 \text{ mmHg}$. Putkien halkaisijat ovat $D_1=120 \text{ mm}$ ja $D_2=50 \text{ mm}$. Pumpattavan kevyen polttoöljyn (tiheys 910 kg/m^3) tilavuusvirta on 180 gal/min . Laske (a) pumpun tuottama nostokorkeus, (b) tarvittava sähköteho, jos pumpun hyötysuhde on 75%.

