

# Esercitazioni Strutture per Veicoli Spaziali

De Trane Giorgio  
s275514

November 20, 2020



*Anno accademico  
2020-2021*

# 1 Esercitazione 1

L'esercitazione é svolta utilizzando uno script in Fortran, messo a disposizione in un archivio denominato *MUL2* [2] e contenente anche un file di input ad hoc, in formato *.dat*, oltre a degli utili script di esempio per *gnuplot* [1], un libre software utilizzato poi per plottare tutti i grafici che seguono.

In campo subsonico, con ripressurizzazione nulla e temperatura dell'aria di circa 23 °C, vale:

$$\tau = 3.5 \cdot 10^{-3} \left( \frac{V_c}{A_{eff}} \right) \quad (1)$$

In campo sonico, con ripressurizzazione nulla e temperatura dell'aria di circa 23 °C, vale:

$$\Omega \approx 0.025 \left( \frac{V_c}{A_{eff}} \right) \left[ (0.5283\tilde{p}^o)^{\frac{1}{7}} - 1 \right] \quad (2)$$

Sono state fatte diverse assunzioni per tutta l'esercitazione:

- La depressurizzazione é:
  - *lenta* ( $t > 10\text{ s}$ )
  - *rapida* ( $t < 10\text{ s}$ )
  - *esplosiva* ( $t < 500\text{ ms}$ )
- Il volume delle camere é *costante*
- Il volume dell'atmosfera é supposto *infinito*
- L'aria é trattata come *gas ideale*
- Si utilizza un modello *0D*, ossia con proprietá uniformi per tutta l'aria contenuta nel volume in analisi
- La quota rimane *costante* durante la depressurizzazione
- L'effetto dell'umiditá relativa e dei calori latenti vengono trascurati
- Il modello utilizzato é di tipo quasi-stazionario, implementato attraverso un *algoritmo numerico*, il cui output fornisce del feedback sugli input forniti e sulla supercriticitá (campo supersonico) o subcriticitá (campo subsonico) del fenomeno.

```

giorgiopop-os:/tmp/prova$ ls
Input.dat  MUL2_Rapid_Dec.zip  Plot_Dp.ply  Plot_p.plt  Rapid_Decompression.exe
giorgiopop-os:/tmp/prova$ wine Rapid_Decompression.exe
001b:err:ntoskrnl!ZwLoadDriver failed to create driver L"\\Registry\\Machine\\System\\CurrentControlSet\\Services\\wineusb": c0000142
|-----|
|-----| Rapid Decompression analysis
|-----| for pressurized Aircraft Fuselage
|-----| and Spacecraft launch
|-----| MUL2.com
|-----| for didattic use only
|-----|



READING INPUT:
Analysis duration [s]:      0.450
Time step [micro-s]:        50.000
Number of compartments:      2
Compartments volumes [m3]:   4.000
                           16.000
Cabin Temperature [C]:       23.000
Ambient Temperature [C]:     -10.000
Cabin Pressure [kPa]:        117.016
Ambient Pressure [kPa]:      62.881
Charact. time of launcher [s]: 0.000
Pass. vent./breach areas [m2]:
0.00000E+00  0.35000E+00  0.16000E+00
0.35000E+00  0.00000E+00  0.00000E+00
0.16000E+00  0.00000E+00  0.00000E+00

No. of hinged BOPs:          0
No. of transll BOPs:         0

RUNNING ANALYSIS:
Supercritical ph. duration:  0.00000
Subcritical ph. duration:   0.43105
Total decompr. duration:    0.43105

END. SEE OUTPUT FILES.
Fortran Pause - Enter command<CR> or <CR> to continue.

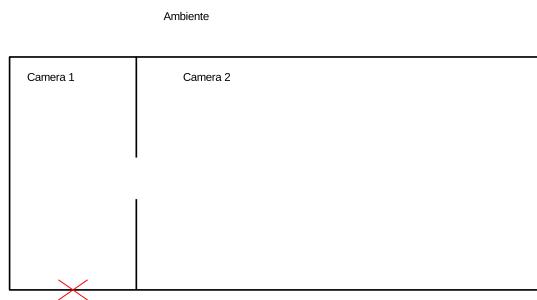
```

*Fig1: stdout dello script*

## 1.1 Esempio

Il caso esaminato é quello dell'Esempio 2, i cui dati sono quelli forniti di default nel file input.dat .

La configurazione in esame consiste in due camere comunicanti attraverso una ventilazione passiva, con un breach sull'ambiente esterno.



*Fig2: Esempio2*

### 1.1.1 DATI

- $T_0 = -10\text{ }C;$
- $T_{c0} = 23\text{ }C;$
- $p_0 = 62.8812\text{ }kPa;$
- $p_{c0} = 117.0162\text{ }kPa;$
- $V_{C1} = 4\text{ }m^3;$
- $V_{C2} = 16\text{ }m^3;$
- $A_{1-0} = 0.2\text{ }m^2;$
- $A_{1-2} = 0.5\text{ }m^2;$
- $CD_{1-0} = 0.8;$
- $CD_{1-2} = 0.7;$

### 1.1.2 RISULTATI

Sono riportati i grafici ottenuti plottando i file di output generati dallo script.

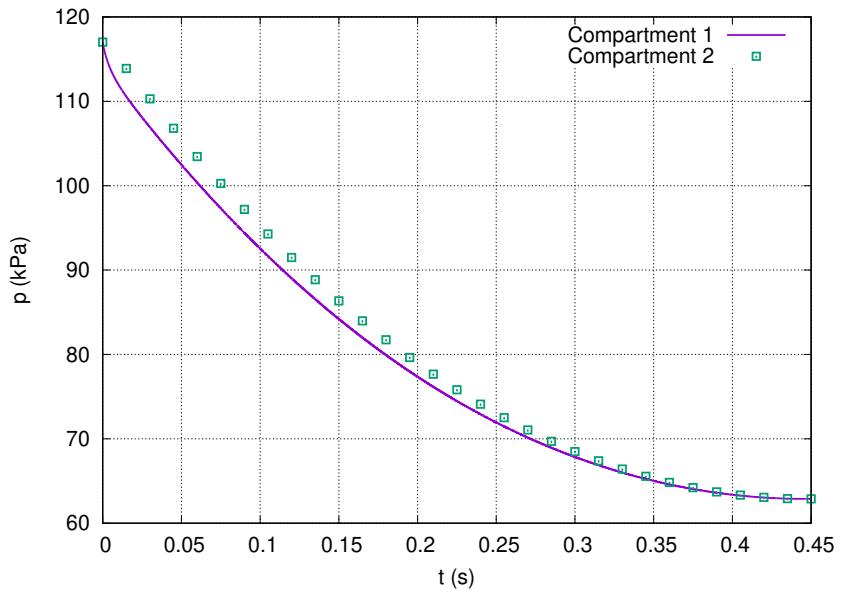


Fig.3: Pressioni di entrambe le camere nel tempo

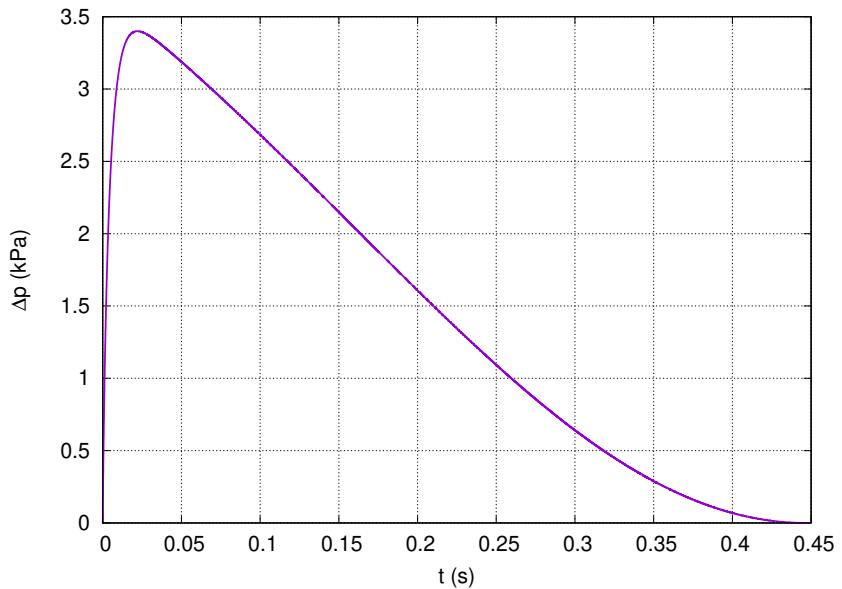


Fig.4: Gradiente di pressione tra le due camere

## 1.2 Esercizio 1

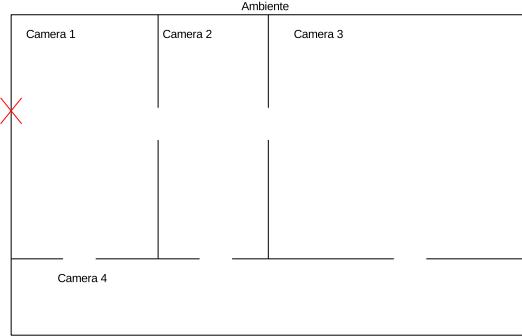


Fig.5: Esercizio 1

### 1.2.1 DATI

- $T_0 = -49.85\text{ }C;$
- $T_{c0} = 23\text{ }C;$
- $p_0 = 26.5\text{ }kPa;$
- $p_{c0} = 89.876\text{ }kPa;$
- $V_{C1} = 4\text{ }m^3;$
- $V_{C2} = 3\text{ }m^3;$
- $V_{C3} = 198\text{ }m^3;$
- $V_{C4} = 67\text{ }m^3;$
- $A_{1-0} = 1\text{ }m^2;$
- $A_{1-2} = 0.6\text{ }m^2;$
- $A_{2-3} = 0.6\text{ }m^2;$
- $A_{1-4} = 0.8\text{ }m^2;$
- $A_{3-4} = 0.8\text{ }m^2;$
- $CD_{1-0} = 0.8;$
- $CD_{1-2} = [0, 0.5, 1];$
- $CD_{2-3} = 0.7;$
- $CD_{2-4} = 0.7;$
- $CD_{1-4} = 0.7;$
- $CD_{3-4} = 0.7;$

### 1.2.2 File di input

Il file di input viene modificato rispetto all'esempio, inserendo ovviamente i dati forniti dal problema e rispettando la leggenda dello script.

In particolare, la matrice delle aree effettive, ossia le singole aree fisiche che separano le camere, moltiplicate per i rispettivi coefficienti di efflusso, risulta:

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0.56 & 0.8 \\ 0 & 0 & 0.42 & 0.56 & 0 \\ 0 & 0.42 & 0 & 0.56 & 0 \\ 0.56 & 0.56 & 0.56 & 0 & 0 \\ 0.8 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Per  $CD_{1-2} = 0$ ;

$$\begin{pmatrix} 0 & 0.3 & 0 & 0.56 & 0.8 \\ 0.3 & 0 & 0.42 & 0.56 & 0 \\ 0 & 0.42 & 0 & 0.56 & 0 \\ 0.56 & 0.56 & 0.56 & 0 & 0 \\ 0.8 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Per  $CD_{1-2} = 0.5$ ;

$$\begin{pmatrix} 0 & 0.6 & 0 & 0.56 & 0.8 \\ 0.6 & 0 & 0.42 & 0.56 & 0 \\ 0 & 0.42 & 0 & 0.56 & 0 \\ 0.56 & 0.56 & 0.56 & 0 & 0 \\ 0.8 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Per  $CD_{1-2} = 1$ ;

### 1.2.3 RISULTATI

Sono di seguito plottati gli andamenti delle pressioni e del gradiente di pressione tra le camere 1 e 2, nel dominio del tempo.

I plot sono ordinati a due a due per  $CD_{1-2} = [0, 0.5, 1]$ ;

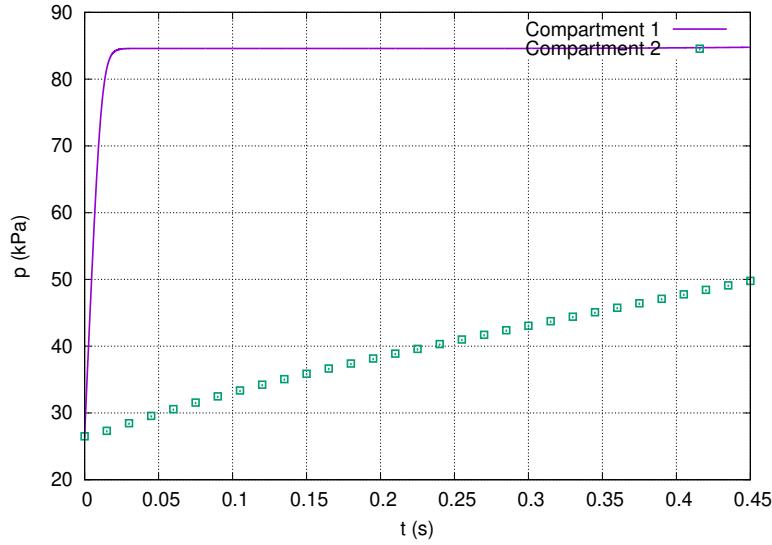


Fig.6: Andamento delle pressioni

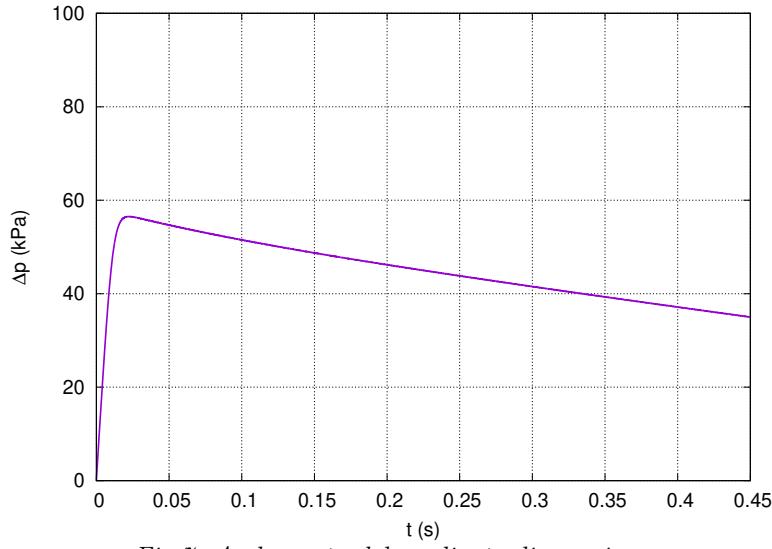
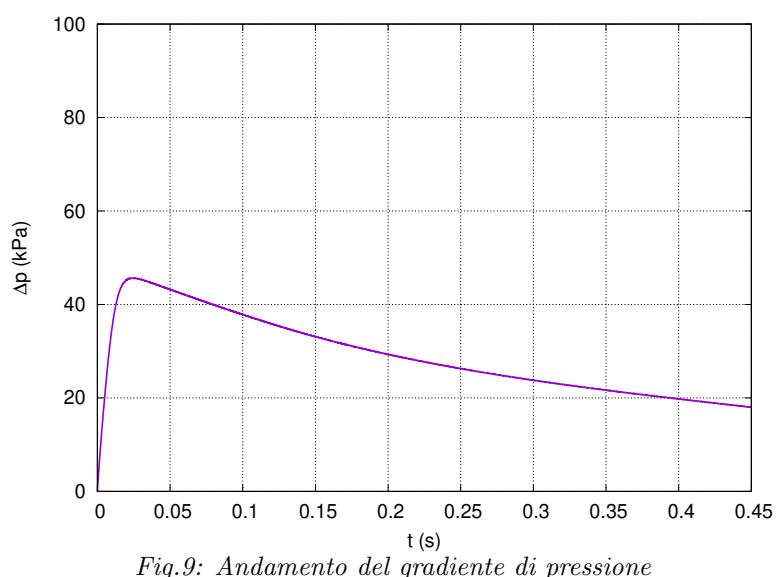
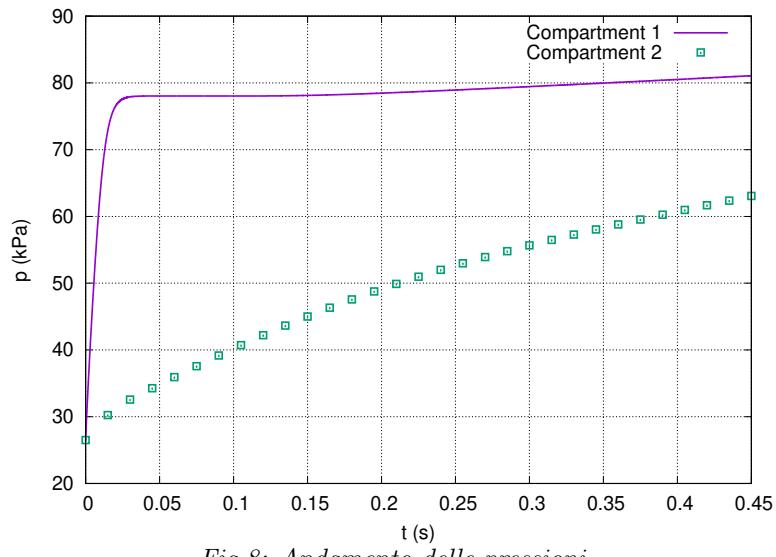


Fig.7: Andamento del gradiente di pressione



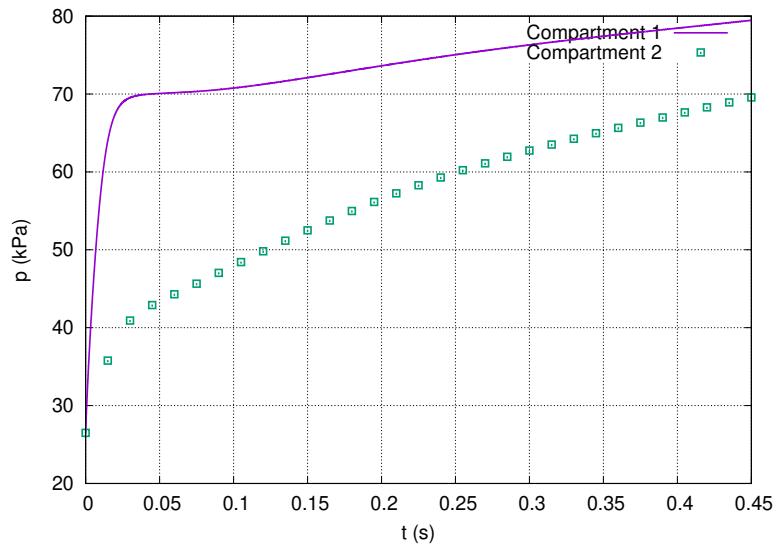


Fig.10: Andamento delle pressioni

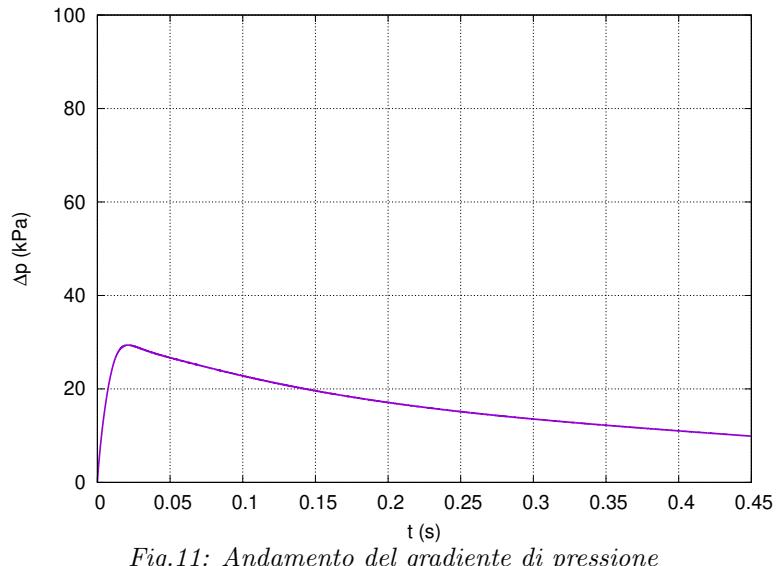


Fig.11: Andamento del gradiente di pressione

## References

- [1] *gnuplot*. <http://www.gnuplot.info/>. Accessed on 2020-15-11.
- [2] *MUL2*. <https://www.mul2.com>. Accessed on 2020-15-11.