T1 - Conversor Termoelétrico

Grupo III - João Ferreira (78179) Henrique Rodrigues (78632) Rodrigo C. Carvalho (78646) Cristina Melício (78947)
MEFT - 2ºAno, 2º Semestre - Laboratório de Complementos de Eletromagnetismo e Termodinâmica

Sexta-Feira, 13 de Março de 2015

Resumo

lfsfiasm
aklnadsm c
asdfnm
nnn
nn

1 Introdução

Neste trabalho será explorado o comportamento de ar dentro de uma campânula quando sujeito a expansões e compressões adiabáticas e isotérmicas, sendo este considerado para efeitos do seu estudo um gás ideal. De facto, o modelo do gás ideal consiste em assumir as partículas de um dado gás como pontuais e desprovidas de interacções entre si, movendo-se aleatoriamente e cujas colisões são elásticas - notando-se desde já, consequentemente, que toda a energia do gás é cinética. A lei que codifica este modelo teórico designa-se Lei dos Gases Perfeitos, dada pela seguinte expressão:

$$PV = nRT \tag{1}$$

(em que P é a pressão, V o volume, n o número de moles, R a constante dos gases perfeitos e T a temperatura do gás)

É de notar que, para o ar atmosférico em condiçoes PTN ou perto delas, o modelo revela-se compatível. Visto as condições de realização da experiência não destoarem em demasia em relação a estas pode-se depreender que a utilização deste modelo será válida.

De acordo com a Primeira Lei da Termodinâmica, considerando um dado sistema fechado, a variação infinitesimal de energia desse sistema pode ser dada pela seguinte relação:

$$dU = \delta Q - \delta W \tag{2}$$

(em que dU é a variação infinitesimal da energia interna, δQ o calor infinitesimal que o sistema recebe e δW o trabalho infinitesimal que o sistema fornece ao exterior)

Sabe-se ainda que para os gases ideias a energia interna é apenas função da temperatura. Sendo assim, tem-se que a variação da energia interna e do trabalho podem ser descritos pelas equações:

$$dU = nC_V dT \tag{3}$$

$$\delta W = pdV \tag{4}$$

O ar atmosférico que será estudado pode ser considerado aproximadamente um gás diatómico ideal, sendo as suas capacidades térmicas a volume constante C_V e a pressão constante C_p dadas pelas seguintes expressões:

$$C_V = \frac{1}{n}\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V = \frac{5}{2}R \tag{5}$$

$$C_p = \frac{1}{n}\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_p = \frac{7}{2}R \tag{6}$$

Tem-se ainda a relação entre estas duas grandezas dada por:

$$\gamma = \frac{C_p}{C_V} = 1,40 \tag{7}$$

Transformação adiabática

Uma transformação adiabática é um processo em que não existem trocas de calor com o exterior, ou seja, $\delta Q = 0$, aplicando a expressão (2):

$$dU = -\delta W \tag{8}$$

Através da manipulação da igualdade anterior, verifica-se a relação:

$$pV^{\alpha} = const \tag{9}$$

(em que $\alpha = \frac{C_p}{C_V}$)

Aplicando o logaritmo tem-se:

$$\log p = \log const - \alpha \log V \tag{10}$$

Para uma transformação ideal reversível, em que a variação de entropia é nula e realizada quase-estaticamente, α será igual a γ.

Sendo assim, da integração de ambos os membros da expressão (8) tem-se que:

$$\Delta U = nC_v\Delta T = \frac{P_i V_i^{\gamma}}{1-\gamma}(V_f^{1-\gamma} - V_i^{1-\gamma}) = W \tag{11}$$

(sendo W calculado através da fórmula para transformações adiabáticas ideias, $p = constV^{-\gamma}$)

Notemos que outra forma de determinar o valor do trabalho é, obviamente, através da integração numérica do diagrama $P(V)$.

Transformação isotérmica

Uma transformação isotérmica é um processo em que a temperatura se mantém constante, ou seja, como a energia interna só depende desta variável $dU = 0$. Aplicando a expressão (2):

$$\delta Q = \delta W \tag{12}$$

Numa transformação deste género, podemos linearizar a relação (1) e obter:

$$\log p = -\log V + \log nRT \tag{13}$$

Para uma transformação ideal isotérmica tem-se $\alpha = 1$ e as expressões para a variação do calor e do trabalho são obtidas integrando a equação dos gases ideias em ordem ao volume.

$$Q = W = nRT \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right) \tag{14}$$

Alternativamente, tal como no caso adiabático o trabalho pode ainda ser calculado por integração numérica da curva $p - V$.

Correções

No entanto, existem modelos mais gerais para se o estudo de compressões e expansões com trocas de calor. Existe a necessidade de os definir uma vez que cada um dos processos apresentados anteriormente não ocorre de forma ideal. Para uma transformação adiabática haverá sempre, em termos práticos, uma troca de calor, ou seja $\delta Q = 0$ e para uma transformação isotérmica a temperatura não se mantém constante ou seja $dU \neq 0$. Seja α o expoente obtido experimentalmente para o volume em pV^α, temos pela lei (2) que:

$$\delta Q = nRdT + \frac{nR}{1-\alpha}dT = n(C_V + \frac{R}{1-\alpha})dT \tag{15}$$

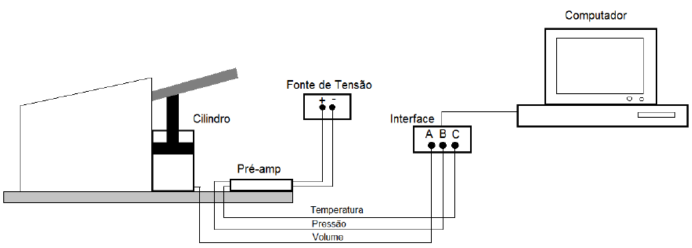
Sendo assim, o calor transferido esperado, para cada processo, em função do parâmetro α é dado pela seguinte expressão:

$$Q = n(C_V + \frac{R}{1-\alpha})\Delta T \tag{16}$$

2 Montagem da Experiência

A montagem associada a esta experiência é formada por um dispositivo de compressão/expansão constituído por um cilindro graduado, um pistão que é movido pelo utilizador através de um braço relativamente extenso, duas torneiras na parte inferior do cilindro que permitem controlar o fluxo de ar que entra ou sai deste. Na montagem existem também duas fontes de tensão responsáveis por alimentar os sensores e pré-amplificadores eletrónicos, e um computador no qual se corre o software *Data Monitor* responsável pela aquisição e tratamento dos dados. Para recolher as informações relativamente à pressão e temperatura do gás foram utilizados dois transcondutores, o de pressão - um sensor piezzo-resistivo- e o de temperatura - um fino fio de níquel com elevada resistividade térmica -, montados na base do cilindro.

O diagrama da montagem encontra-se representado na figura 1.



(**Figura 1**: Diagrama da experiência)

Referências

[1] Guia de objetivos do trabalho, Professor João Figueirinhas

[2] Apontamentos das aulas teóricas