

# T0 - Caracterização de uma Célula Fotovoltaica

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

Sexta-Feira, 27 de Fevereiro de 2014

## 1 Introdução

O conversor termoelétrico é um dispositivo que permite criar uma diferença de potencial a partir de uma diferença de temperaturas, e vice-versa.

Os fenómenos que estão na explicação desta experiência são o efeito de *Seeback*, de *Peltier* e de *Thomson*. O efeito de *Seeback*, consiste em impor uma diferença de temperaturas entre as placas condutoras nas extremidades da célula,  $\Delta T$ , de modo a obter uma diferença de potencial,  $V$ , estando estas relacionadas pelo coeficiente de *Seeback*:

$$S_{A,B} = \frac{V}{\Delta T} \quad (1)$$

onde A e B correspondem aos materiais das extremidades. Já o efeito de *Peltier* consiste em impor uma diferença de potencial á célula de modo a produzir um gradiente de temperatura entre as placas, estando a densidade de fluxo de calor,  $J_Q$ , relacionado com a corrente por unidade de área,  $J$ , pelo coeficiente de *Peltier*:

$$\Pi_{A,B} = \frac{J_{Q_A} - J_{Q_B}}{J} \quad (2)$$

A relação que se estabelece entre estes dois efeitos é conhecida pela Segunda Relação de Kelvin e é dada por:

$$\Pi_{A,B} = TS_{A,B} \quad (3)$$

Considera-se ainda o efeito de *Thomson* se existir gradiente do coeficiente de Seeback, ou seja, se não depender linearmente com a temperatura. Sendo assim, o coeficiente de *Thomson* é dado por:

$$\tau = \frac{\dot{q}_{Thomson}}{\vec{J} \cdot \vec{\nabla} T} \quad (4)$$

A relação dada pelos três efeitos, Primeira Relação de Kelvin, corresponde a:

$$\frac{d\Pi_{A,B}}{dT} + \tau_A - \tau_B = S_{A,B} \quad (5)$$

Nesta experiência o conversor termoelétrico tem por base uma célula de *Peltier* em contacto com duas placas condutoras de metais diferentes.

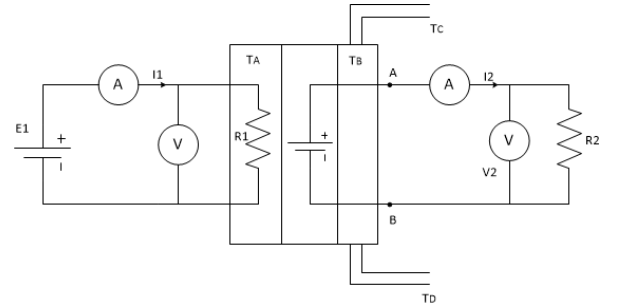
Na primeira parte o mecanismo, cujo esquema está representado na figura 1, é usado como máquina térmica, pelo que o seu rendimento é dado por:

$$\eta_1 = \frac{P_2}{P_{E_1}} \quad (6)$$

onde  $P_2$  e  $P_{E_1}$  são, respetivamente, a potência dissipada na resistência  $R_2$  (ligada à célula) e a potência fornecida pela fonte quente  $E_1$ , dadas pelas seguintes expressões:

$$P_{E_1} = V_1 I_1 \quad (7)$$

$$P_2 = \frac{V_2^2}{R_{2_0}} \quad (8)$$



(Figura 1: Esquema da montagem)

Para maximizar o rendimento determina-se a resistência de carga ótima,  $R_{2_0}$  para a qual a potência  $P_2$  é máxima dada pela fórmula:

$$R_{2_0} = 5I_{2_5} - 2I_{2_2} - 2R_a \quad (9)$$

onde  $R_a$  é a resistência interna do amperímetro obtida pela fórmula:

$$R_a = \frac{V_a}{I_2} \quad (10)$$

Uma vez que existem perdas de energia, nem toda a potência fornecida pela fonte quente chega à fonte fria ou é transformada pela célula em corrente, sendo necessário considerar também a potência retirada da fonte fria pelo fluido de arrefecimento, ou seja,  $P_3$  que se obtém com seguinte equação:

$$P_3 = \frac{\Delta m}{\Delta t} C(T_c - T_d) \quad (11)$$

Como  $P_1 > P_2 + P_3$ , tem-se a primeira correção ao rendimento:

$$\eta_2 = \frac{P_2}{P_2 + P_3} \quad (12)$$

Para a última correção ao rendimento considera-se ainda que uma parte da potência passa da fonte quente para a fonte fria por condução através da célula fotovoltaica, obtendo a fórmula:

$$\eta_3 = \frac{P_2}{P_2 + P_3 - P_{3_{conducao}}} \quad (13)$$

De forma a calcular a potência dissipada por condução considera-se uma resistência térmica entre a fonte fria  $T_A$  e a quente  $T_B$ , cuja formula é:

$$R_T = \frac{T_A - T_B}{P_3} \quad (14)$$

Para avaliar o desempenho da máquina tem-se como referência o rendimento do motor reversível operando entre as temperaturas das fontes.

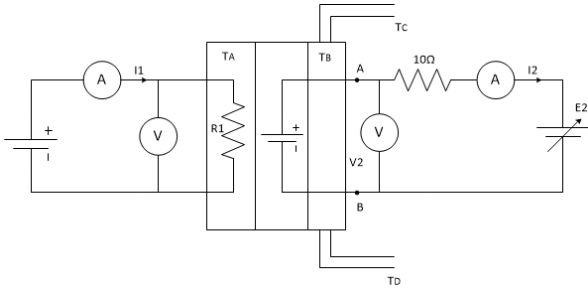
$$\eta_{Carnot} = 1 - \frac{T_B}{T_A} \quad (15)$$

Na segunda parte da experiência, com base no efeito de *Peltier*, o conversor, representado na figura 2, é utilizado como bomba de calor, sendo a eficiência determinada pela expressão:

$$\varepsilon = \frac{P_3}{P_{E_2}} \quad (16)$$

em que  $P_{E_2}$  é a potência cedida pela fonte de tensão  $E_2$  e é dada pela expressão:

$$P_{E_2} = V_2 I_2 \quad (17)$$



(Figura 1: Esquema da montagem)

A eficiência de referência é a da máquina de Carnot, cuja temperatura da fonte quente é  $T_A$ , e da fonte fria  $T_B$ , dada pela expressão:

$$\varepsilon_{Carnot} = \frac{T_B}{T_B - T_A} \quad (18)$$