

# Experimento #3

## Termistores

Nome: João Vitor Rodrigues Baptista

Matricula: 15/0013329

Objetivo: Introdução ao conceito de coeficiente térmico de dispositivos e à variação da resistividade de materiais condutores e semicondutores em função da temperatura.

Caracterização elétrica, de termistores PTC (Positive Temperature Coefficient) e NTC (Negative Temperature Coefficient).

Importando os dados

```
In [1]: mV = 10**-3
V = 1

dict_data = {
    'Vdc[V]': [0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5],
    'Va[V]': [0, 502*mV, 1006*mV, 1505*mV, 2.02*V, 2.51*V],
    'Vb[V]': [0, 41.9*mV, 156.4*mV, 338*mV, 583*mV, 892*mV]
}

r2 = 1.00
```

```
In [11]: import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import warnings
import math

warnings.filterwarnings('ignore')
```

```
In [3]: data_df = pd.DataFrame.from_dict(dict_data)
data_df.head()
```

```
Out[3]:
```

	Vdc[V]	Va[V]	Vb[V]
0	0.0	0.000	0.0000
1	0.5	0.502	0.0419
2	1.0	1.006	0.1564
3	1.5	1.505	0.3380
4	2.0	2.020	0.5830

Para fazer o preenchimento dos restantes dos dados será utilizados as seguintes formulas:

$$V_{AB}[V] = V_A[V] - V_B[V]$$

$$I[A] = \frac{V_B[V]}{R_2}$$

$$R_1[\Omega] = \frac{R_2(V_A[V] - V_B[V])}{V_B[V]}$$

$$P_1[W] = \frac{V_{AB}[V]^2}{R_1[\Omega]}$$

```
In [4]: # Dados do Termistor NTC 10D-9
rinf = 0.458 #[ohms]
R0 = 10; #[ohms]
T0 = 298.15 #[K] ou 25 graus centígrados
B = T0*math.log(R0/rinf) #[K]

def calculo_f(row, r2):
    '''Função para fazer o preenchimento dos dados completo da tabela'''
    try:
        Vab = row['Va[V]'] - row['Vb[V]']

        I = row['Vb[V]']/r2

        R1 = (r2*Vab)/row['Vb[V]']

        P1 = (Vab**2)/R1

        row['Vab[V]'] = Vab
        row['I[A]'] = I
        row['R1[OHMS]'] = R1
        row['P1[W]'] = P1
        row['T[K]'] = B*(math.log(R1*rinf))

    except ZeroDivisionError:
        row['Vab[V]'] = 0
        row['I[A]'] = 0
        row['R1[OHMS]'] = 0
        row['P1[W]'] = 0
        row['T[K]'] = 0

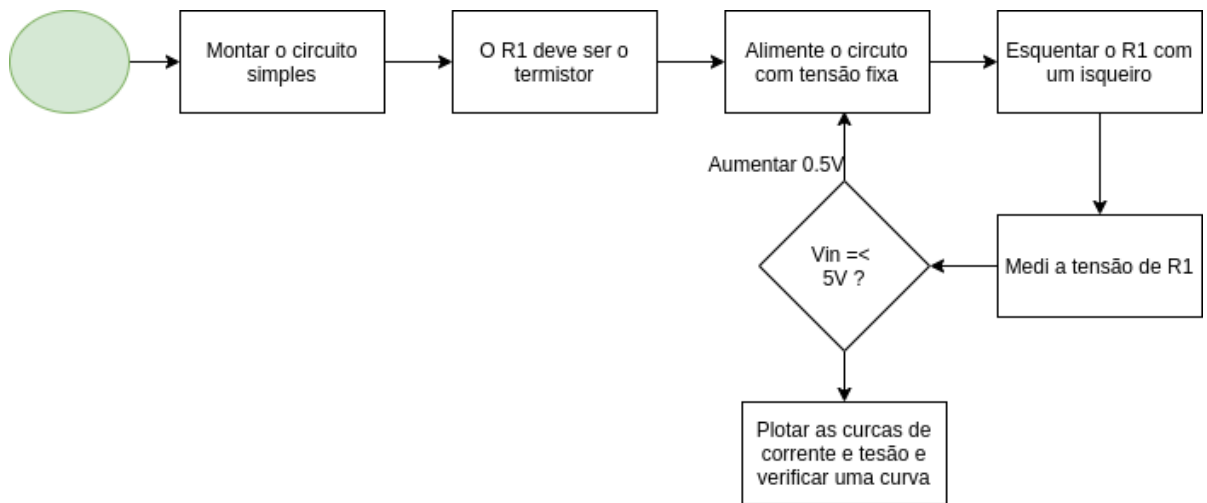
    return row
```

```
In [5]: full_data_df = data_df.apply(lambda row : calculo_f(row, r2), axis = 1)
```

1) Estabeleça um método experimental simples para identificar termistores que possuem coeficientes positivos (PTC) ou coeficientes negativos (NTC).  
Descreva o seu método na forma de um diagrama

$$a_t = \frac{1}{R(T)} \frac{dR}{dT}$$

O que determina se um termistor é NTC ou PTC é o coeficiente  $a_t$ , na equação acima que determina a inclinação da reta que varia com a temperatura. Quando o termistor é PTC, varia a resistência positivamente com o aumento da temperatura,  $a_t$  assume valores positivos, no NTC onde o efeito é o contrário  $a_t$  assume valores negativos. Sendo assim, para determinar um tipo de termistor basta variar a temperatura do componente e observar a queda de tensão e de corrente, determinando se a resistência está aumentando ou diminuindo.



2) Monte o circuito da figura, e realize as medidas com o termistor NTC (R 1) das tensões V A e V B com o multímetro, sempre com a melhor escala, e sempre aumentando V DC . Calcule os valores da tensão V AB , da corrente I, e da resistência R 1 . Não faça medidas além de 1,0 ampere ( $I < 1,0A$ )

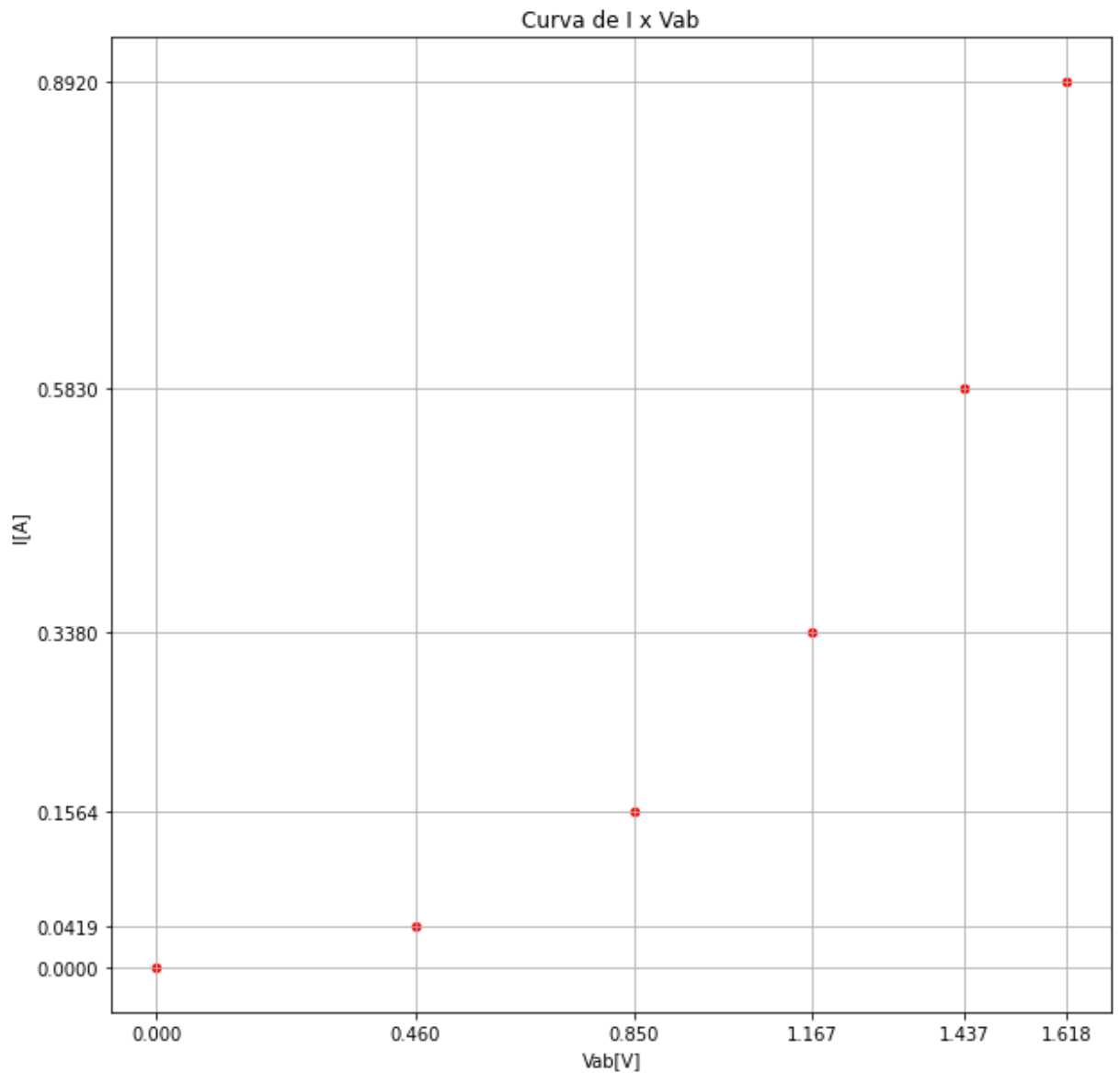
```
In [6]: full_data_df = full_data_df.replace(np.nan, 0)
full_data_df
```

```
Out[6]:
```

	Vdc[V]	Va[V]	Vb[V]	Vab[V]	I[A]	R1[OHMS]	P1[W]	T[K]
0	0.0	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000	0.000000	0.000000
1	0.5	0.502	0.0419	0.4601	0.0419	10.980907	0.019278	1484.979150
2	1.0	1.006	0.1564	0.8496	0.1564	5.432225	0.132877	837.941350
3	1.5	1.505	0.3380	1.1670	0.3380	3.452663	0.394446	421.295014
4	2.0	2.020	0.5830	1.4370	0.5830	2.464837	0.837771	111.460047
5	2.5	2.510	0.8920	1.6180	0.8920	1.813901	1.443256	-170.450703

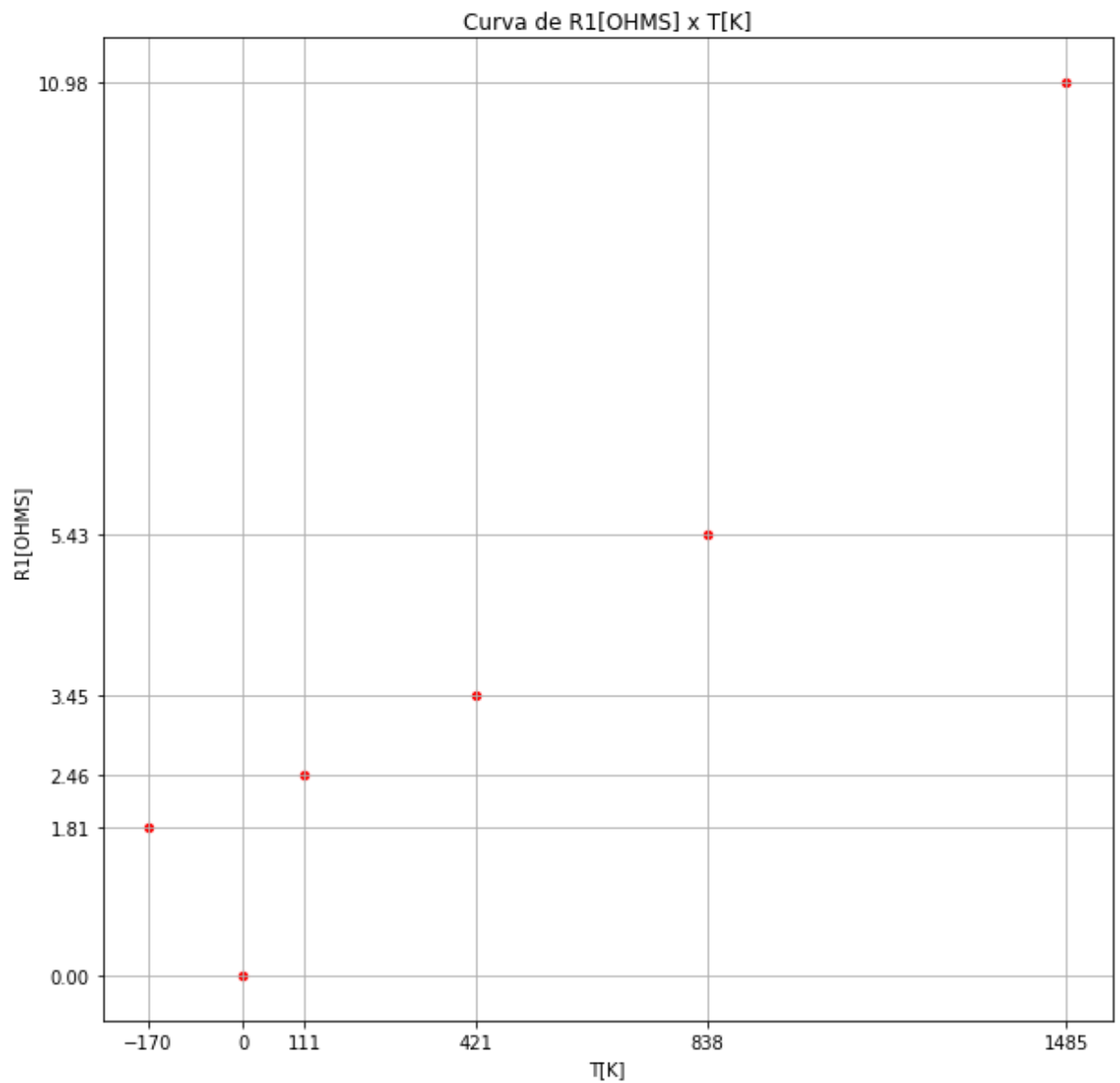
3) Plote o gráfico dos pontos experimentais da Corrente I [A] x Tensão V AB [V], para o termistor NTC.

```
In [7]: full_data_df.plot(kind='scatter',y='I[A]',x='Vab[V]',color='red', grid=True,
plt.show())
```



4) Plote os valores experimentais da resistência  $R_1$  [ $\Omega$ ] do NTC em função das Temperaturas  $T$  [K] calculadas a partir do modelo de Steinhart-Hart, usando os parâmetros fornecidos pelo fabricante ( $r_\infty$ ,  $R_0$ ,  $T_0$ ) para o seu termistor. Plote no mesmo gráfico a curva  $R_1$  [ $\Omega$ ] x  $T$  [K] do modelo. Use o programa Scilab disponibilizado.

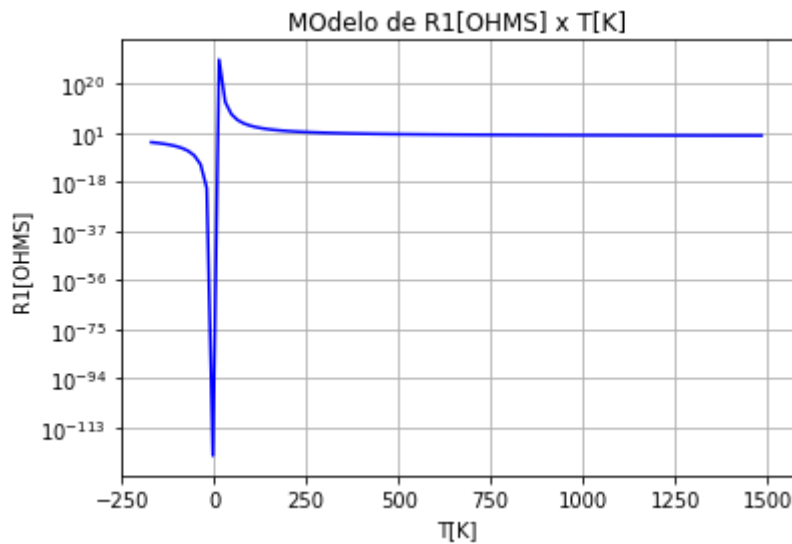
```
In [8]: full_data_df.plot(kind='scatter',y='R1[OHMS]',x='T[K]',color='red', grid=True)
plt.show()
```



#### 4) Modelo

```
In [9]: tc = np.linspace(min(full_data_df['T[K]']), max(full_data_df['T[K]']), num=100)
        rc1 = rinf*(np.exp(B/tc))
```

```
In [10]: plt.title("Modelo de R1[OHMS] x T[K]")
        plt.xlabel("T[K]")
        plt.ylabel("R1[OHMS]")
        plt.plot(tc, rc1, color="blue")
        plt.rcParams["figure.figsize"] = (20,10)
        plt.grid(True)
        plt.yscale('log')
        plt.show()
```



## 5) Responda:

a) Pesquisa: Descreva como termistores NTC e PTC podem ser usados para medir a temperatura. Proponha um circuito de medida e descreva como este Termômetro Eletrônico funciona.

$$a_t = \frac{1}{R(T)} \frac{dR}{dT}$$

O que determina se um termistor é NTC ou PTC é o coeficiente  $a_t$ , na equação acima que determina a inclinação da reta que varia com a temperatura. Quando o termistor é PTC, varia a resistência positivamente com o aumento da temperatura,  $a_t$  assume valores positivos, no NTC onde o efeito é o contrário  $a_t$  assume valores negativos. Sendo assim, para determinar um tipo de termistor basta variar a temperatura do componente e observar a queda de tensão e de corrente, determinando se a resistência está aumentando ou diminuindo.

Dessa forma o exemplo do experimento pode ser um circuito que medir temperatura, apenas fazendo uma aferição da corrente pode entender o quanto está a temperatura do ambiente.

b) Pesquisa: Compare os principais materiais que são usados na fabricação de termistores PTC e NTC. Cite as suas fontes, relatando a composição, o mecanismo de sensibilidade à temperatura, e como são construídos.

Já os termistores são fabricados de material semicondutor, tais como óxido de níquel, cobalto ou magnésio e sulfeto de ferro. Os óxidos semicondutores reagem de forma diferente do que os metais que formam os RTDs, para o NTC a resistência decresce exponencialmente com o aumento da temperatura.

In [ ]: