**1.**

**a->** Ele utiliza um diodo bipolar e mede a tensão Vbe do mesmo, com valor típico de 0,706V a 27°C

**b->**

**f->** O conversor AD do RP2040 possui resolução de 12bits, porém, devido a todas as não idealidades da conversão, na prática, segundo seu datasheet, a resolução máxima efetiva de conversão é de 8,7bits

**g->** Para um caso de um ADC ideal de 12 bits e 3.3V cada incremento no mesmo corresponde a uma variação de tensão de 805,6uV, com esse dado na equação de conversão da temperatura, teríamos que 0,4681°C é a variação mínima de temperatura entre uma leitura e outra, limitando a resolução do sensor.

**2.** Realizando as medidas obtivemos o seguinte resultado:

|  |  |
| --- | --- |
| Number of Samples | 10 |
| Average Result | 23.7206 |
| Variance | 0.0636 |
| Std. Dev. | 0.2521 |

**3.** Alterando o código obtivemos os seguintes resultados:

|  |  |
| --- | --- |
| Number of Samples | 100 |
| Average Result | 27.0912 |
| Variance | 0.1249 |
| Std. Dev. | 0.3534 |

|  |  |
| --- | --- |
| Number of Samples | 1000 |
| Average Result | 27.0177 |
| Variance | 0.1292 |
| Std. Dev. | 0.3595 |

|  |  |
| --- | --- |
| Number of Samples | 10000 |
| Average Result | 27.4651 |
| Variance | 0.1275 |
| Std. Dev. | 0.3570 |

**4.** Realizando as modificações no sistema, obtivemos o seguinte resultado, com o sistema rodando durante 8 minutos: Interface gráfica do usuário, Aplicativo, Word

Descrição gerada automaticamente

Gráfico, Gráfico de linhas

Descrição gerada automaticamente

Como o plotter do Thonny é bastante limitado, a visualização da variância fica comprometida. Os dados foram plotados de uma forma que, sequencialmente, temos a leitura feita a cada 1 minuto de 10 amostras, 100 amostras e 1000 amostras. Para melhor visualização, separamos as 3 formas de medida, e, plotamos utilizando um software próprio para essa aplicação:

**5.** Analisando os resultados pode-se confirmar que, apesar da resolução teórica do ADC do RP2040 ser de 12 bits, na prática isso não ocorre. Segundo o datasheet, teríamos 8,7 bits de resolução efetiva, com o restante sendo considerado ruído. Além disso, o sistema trabalha de forma que a tensão de referência do ADC é bastante importante no resultado da conversão, já que é ela que define qual a faixa em que se está operando. No nosso caso, pressupomos que o range de leitura seria de 3.3V, o que pode ser impreciso por não termos realizados a medida de Vref.  
Outro ponto que pode-se destacar na experiência foi a necessidade de trabalhar com um budget de memória, que necessitou de uma abordagem não trivial para leitura dos dados do ADC, sendo salvos em uma array de bytes como é possível visualizar no código.  
Os scripts executados estão disponíveis no seguinte repositório do github: <https://github.com/libnidsj/EEL7121_20242> , na pasta trabalho1\_temperature\_sensor, com o arquivo temp\_array.py sendo referente a questão 3, e, temp\_array\_v2.py a questão 4.

**COMO EXPLICAR QUE A VARIÂNCIA FOI A MESMA COM 10, 100 E 10000 MEDIDAS?**

6. **SERÁ QUE TEMOS QUE COMENTAR O ARTIGO?**