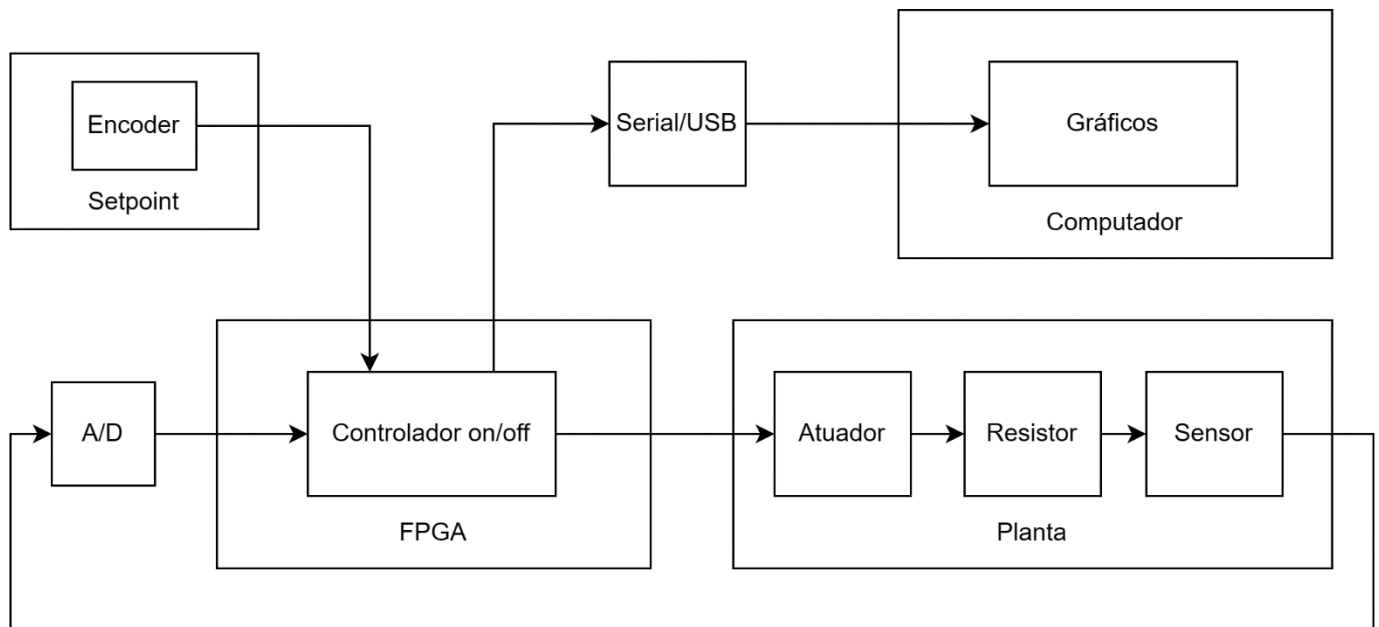


Exercício Hneemann Digital

O objetivo do exercício é construir um controlador de temperatura utilizando uma FPGA e o simulador Hneemann Digital. O controlador terá como entradas a temperatura e o valor do setpoint, e como saída um sinal digital (on/off) que liga ou desliga o aquecedor. Também deverá ser implementada uma saída digital que possibilitará a visualização das informações no computador. O diagrama a seguir mostra a estrutura do sistema.



A entrada de temperatura deverá ler um valor digital de 8 bits de um conversor A/D, e a entrada de setpoint deverá ser lida de um botão tipo encoder.

A planta é composta por um transistor de potência, um resistor de potência e um sensor de temperatura LM35.

A comunicação com o computador se dará por meio de um conversor USB-Serial, modelo FT232R.

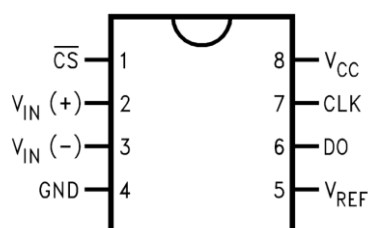
É importante salientar que as entradas e saídas da FPGA suportam apenas 3,3 V.

A seguir temos um resumo dos principais componentes.

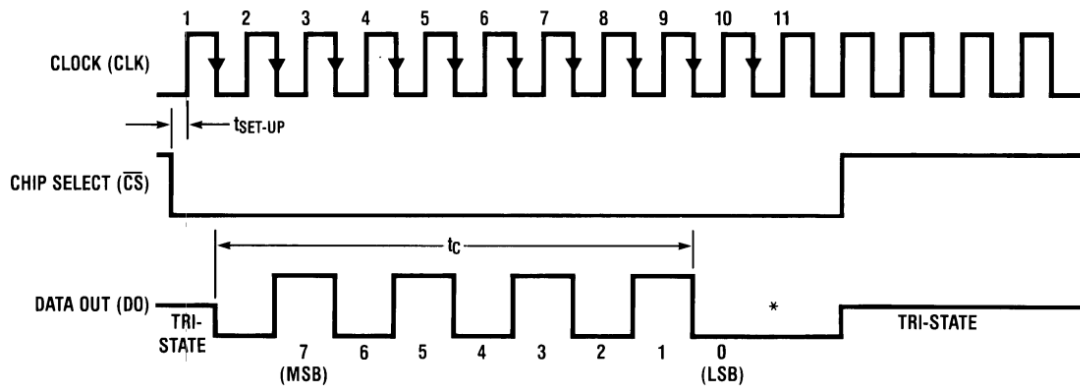
O conversor A/D ADC0831

Datasheet: <https://www.ti.com/lit/gpn/adc0832-n>

É um conversor analógico digital com resolução de 8 bits, alimentação em 5V e interface de comunicação digital serial. A figura a seguir mostra a embalagem deste componente.



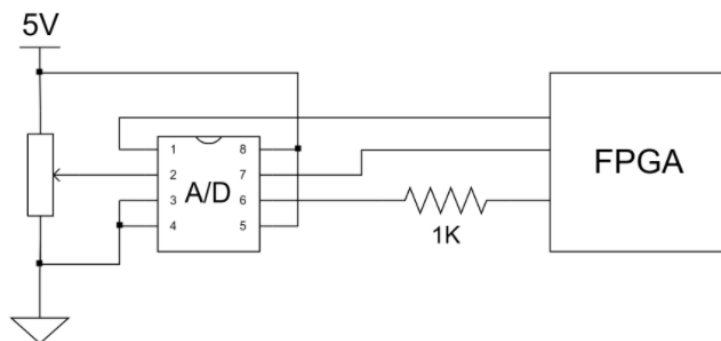
Dentre as características deste conversor cabe destacar o protocolo serial de comunicação, apresentado na figura a seguir.



*LSB first output not available on ADC0831-N.

Também é importante destacar que o **clock deve estar entre 10 KHz e 400KHz**.

A seguir é apresentada a sugestão de um circuito de teste para a conexão do conversor A/D na FPGA.

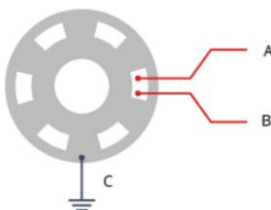
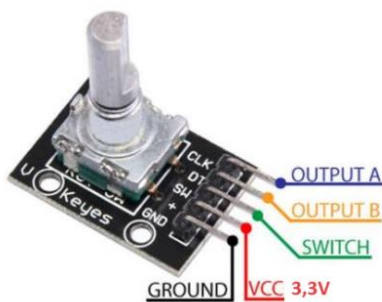


A entrada de referência pode ser ajustada (0-5V) para acomodar melhor a faixa de excursão do sinal de entrada.

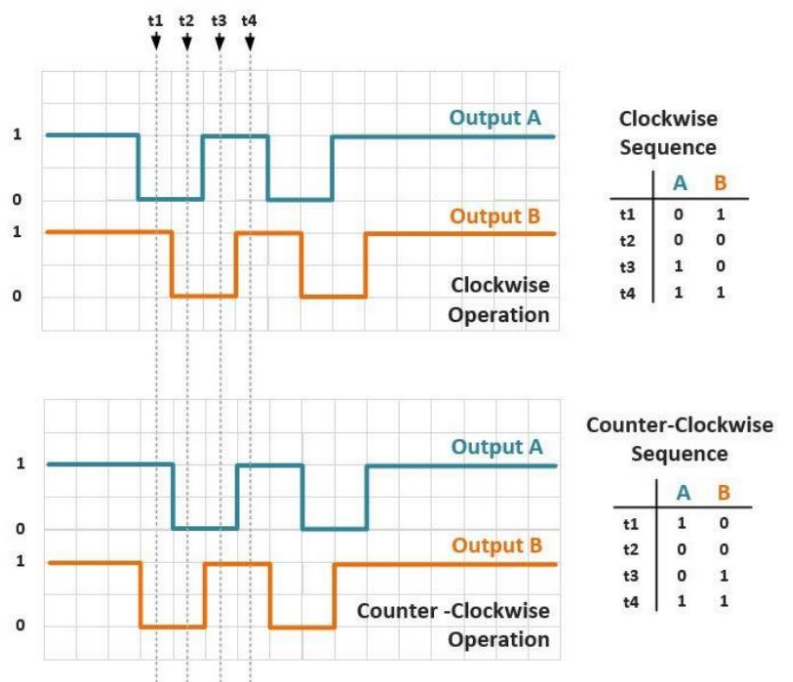
Botão tipo encoder

É um botão que envia sinais digitais defasador em 90° quando girado, conforme apresentado na figura a seguir.

Características do botão tipo encoder:



Quando pressionado o eixo do encoder uma chave conecta a saída SW ao GND.

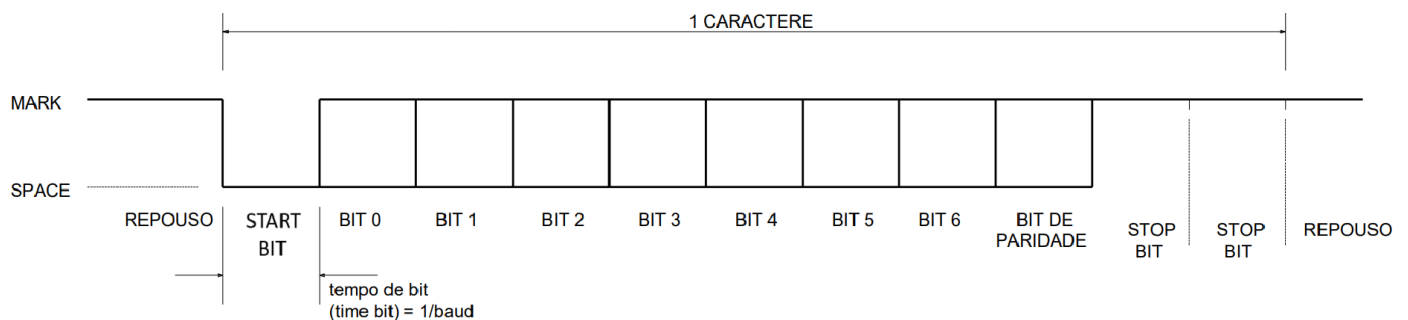


Conversor USB-Serial

O módulo conversor USB-Serial permite estabelecer comunicação entre o computador e dispositivos que utilizem comunicação serial assíncrona. A figura a seguir mostra o conversor a ser utilizado neste exercício.

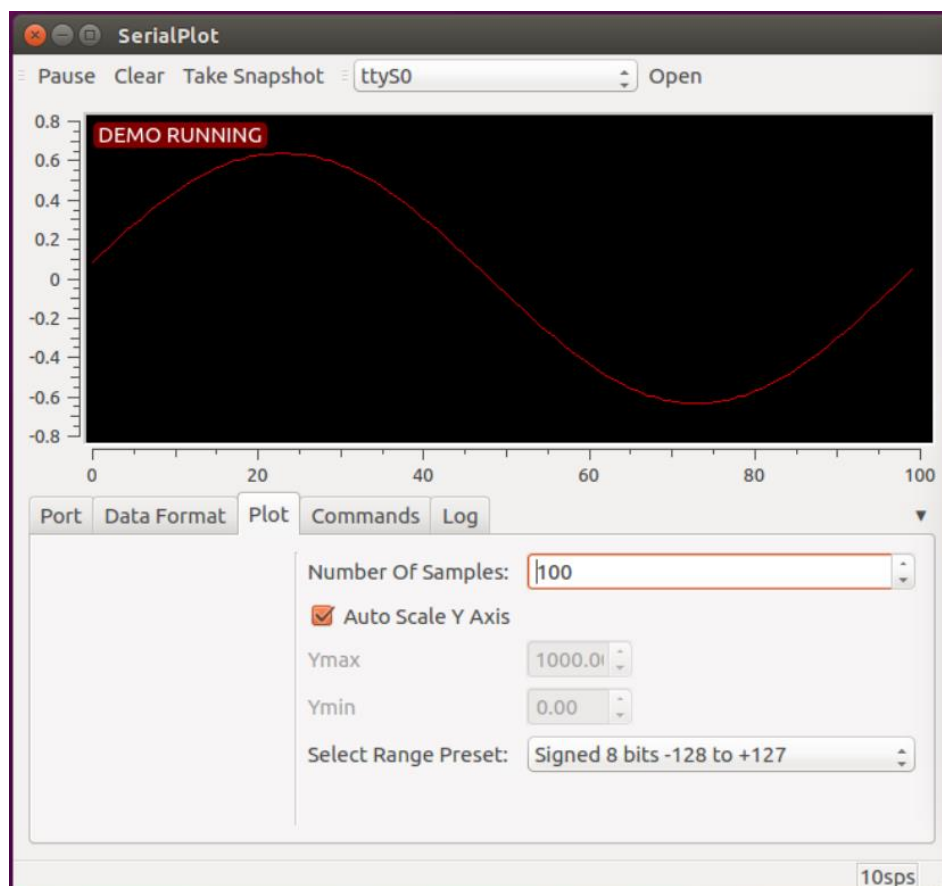


Os sinais enviados pela FPGA devem ser conectados ao pino RX do módulo, seguindo a temporização apropriada, conforme a figura a seguir.



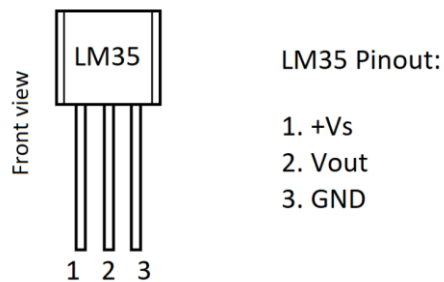
SerialPlot v0.12

Para visualizar os dados enviados pela serial ao computador é necessário um programa. A sugestão é utilizar o SerialPlot, disponível em [SerialPlot v0.12 release | Details | Hackaday.io](#)



Sensor LM35

O sensor de temperatura utilizado é o LM35 ([LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors datasheet \(Rev. H\)](#)). A figura a seguir mostra a pinagem deste sensor.



É importante destacar que este sensor pode ser alimentado com uma tensão de 4 a 20 V, e fornece em sua saída um sinal analógico de 10 mV/°C.

Requisitos do exercício

- O setpoint de temperatura deve ser ajustado pelo botão tipo encoder, e limitado a faixa de 30 a 60 °C.
- O conversor A/D deve ter sua referência ajustada para que a saída digital represente diretamente a temperatura, ou seja, o valor decimal representado pelos bits de saída é correspondente a temperatura.
- O controlador deve **ligar** a saída quando a temperatura for inferior a “setpoint-2°C”.
- O controlador deve **desligar** a saída quando a temperatura for igual ao “setpoint”.
- No computador devem ser indicados na forma de gráficos: a temperatura atual, o setpoint e o estado da saída.