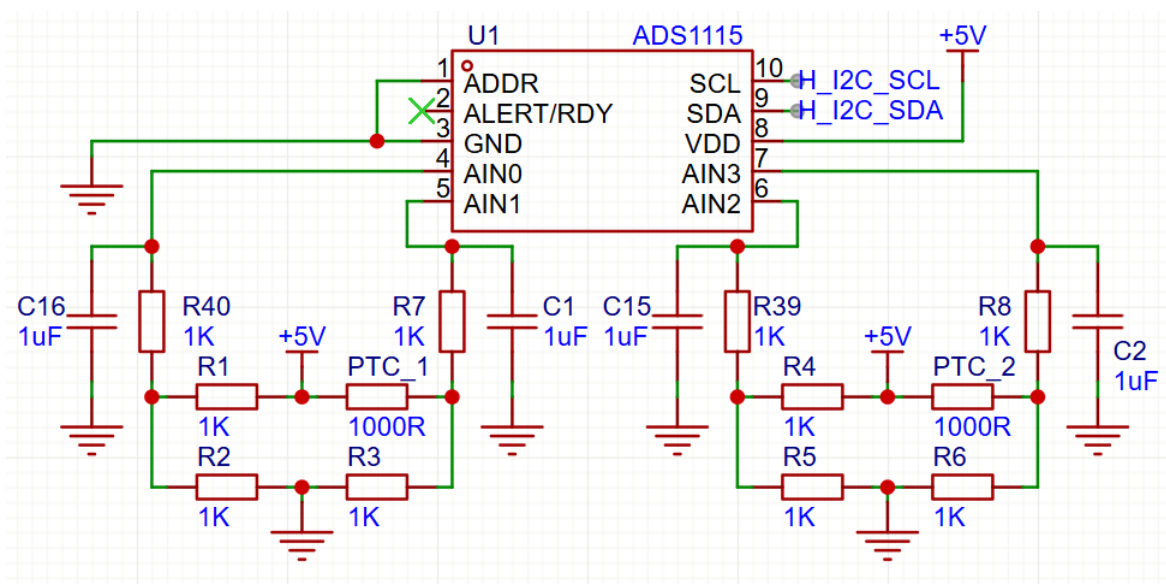


Circuito de Leitura de Temperatura de PTCs com ADS1115 e STM32

Objetivo

Desenvolver um circuito de medição de temperatura utilizando sensores PT1000 com base em ponte de Wheatstone, realizando a leitura por meio de um conversor analógico-digital ADS1115 de 16 bits com interface I2C. O sistema deve ser capaz de monitorar variações térmicas em dois canais com alta precisão, imunidade a ruídos e operação simplificada.

Arquitetura Geral do Circuito



- **Sensor:** Utiliza-se o sensor resistivo PT1000, que possui um coeficiente de temperatura de aproximadamente $3,85 \Omega/^{\circ}\text{C}$. Sua resistência de repouso é de 1000Ω a 0°C .
- **Ponte de Wheatstone:** Cada sensor é incorporado em uma ponte de Wheatstone com três resistores de precisão de $1\text{k}\Omega$. Essa configuração permite transformar variações de resistência do sensor em sinais diferenciais de tensão, diretamente compatíveis com a entrada do ADC.
- **Leitura via ADC:** O circuito usa o ADS1115, um conversor analógico-digital de 16 bits. Os canais diferenciais AIN0-AIN1 e AIN2-AIN3 são utilizados para as duas pontes. O pino ADDR é conectado ao GND, estabelecendo o endereço I2C 0x48 (HEX).
- **Alimentação:** A alimentação do circuito é de 5V, tanto para as pontes de Wheatstone quanto para o ADS1115. Essa escolha amplia a faixa de tensão gerada pelas pontes e melhora a sensibilidade e a relação sinal/ruído do sistema.
- **Filtro Passa-Baixa:** Cada entrada do ADC possui um filtro RC de primeira ordem com resistor de $1\text{k}\Omega$ e capacitor de $1\mu\text{F}$, resultando em uma frequência de corte de

aproximadamente 159Hz. Essa configuração atenua ruídos de alta frequência sem prejudicar a resposta lenta das variações de temperatura.

Justificativa das Escolhas

- **Sensor PT1000:** Escolhido por sua alta estabilidade, baixa sensibilidade a ruídos em longos cabos e coeficiente de temperatura elevado ($3,85 \Omega/^{\circ}\text{C}$), o que aumenta a resolução de leitura comparado ao PT100. Além disso, exige menor corrente no circuito, reduzindo o autocalentamento.
- **Resistores Precisos:** Utilização de resistores de $1\text{k}\Omega \pm 0.1\%$ garante equilíbrio da ponte e linearidade nas leituras.
- **Alimentação de 5V:** Aumenta a amplitude do sinal diferencial nas pontes. Melhora o aproveitamento da faixa de entrada do ADS1115 ($\pm 4.096\text{V}$ com GAIN_ONE). Reduz a influência de ruídos relativos (melhor SNR).
- **Filtro RC de 1ª Ordem ($1\text{k}\Omega + 1\mu\text{F}$):** Atua como filtro anti-aliasing, reduzindo ruídos e interferências típicas de fontes chaveadas e sinais de RF. A frequência de corte baixa ($\sim 159\text{Hz}$) é adequada, considerando que o sinal de temperatura se comporta como quase DC. Como as variações térmicas são lentas, não há necessidade de filtros ativos de segunda ordem, como Sallen-Key. Isso simplifica o circuito e reduz o consumo de energia e o espaço ocupado.
- **Compatibilidade I2C e Conversão de Níveis Lógicos:** Como o ADS1115 é alimentado com 5V e o STM32 opera com nível lógico de 3.3V, será adotado o PCA9306, um conversor bidirecional de nível lógico específico para barramentos I2C. Mantém a integridade da comunicação I2C sem necessidade de resistores adicionais. É compacto, estável e amplamente utilizado em projetos com diferença de tensão entre dispositivos I2C.

Conclusão

O circuito proposto permite a leitura precisa de dois sensores PT1000 através de uma arquitetura robusta e eficiente com ponte de Wheatstone, filtros analógicos e leitura diferencial via ADS1115. A alimentação de 5V proporciona maior faixa dinâmica e melhor relação sinal/ruído. O filtro RC de 1ª ordem atua como anti-aliasing eficaz, sem necessidade de filtros de segunda ordem, o que simplifica o design. A compatibilidade lógica entre o ADC e o microcontrolador é garantida com o uso do conversor PCA9306. Trata-se de uma solução precisa, compacta e confiável para medições de temperatura.