PTC3421 – Instrumentação Industrial

Temperatura – Parte IV

V2017A

PROF. R. P. MARQUES

Termômetros de resistência
Introdução

É fato conhecido desde o princípio do estudo da eletricidade que a resistência elétrica de vários materiais se altera com a temperatura.

Os elementos primários de uso típico na Indústria que se baseiam nessa propriedade estão divididos em dois grupos principais:

- Termistores
  Dispositivos semicondutores cerâmicos
  (usualmente óxidos metálicos aglutinados e encapsulados)

- Termorresistências
  Resistores metálicos
  (metais típicos: Platina, Níquel, Cobre)

Termistores

Introdução

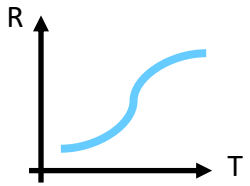


Há termistores voltados para instalação em processos, porém sua principal aplicação é na monitoração de temperatura em dispositivos e circuitos eletrônicos.

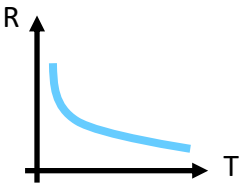
Termistores
Aspectos Gerais

Em geral a variação da resistência nos termistores com a temperatura é altamente não-linear, definindo-se dois tipos:

- PTC (**P**ositive **T**emperature **C**oefficient)
  A resistência aumenta com a temperatura



- NTC (**N**egative **T**emperature **C**oefficient)
  A resistência diminui com a temperatura
  É o tipo mais comum em instrumentação



  (usualmente a sensibilidade também diminui com a temperatura)

Termistores
Aspectos Gerais

Ao contrário de termopares e termorresistores, termistores não são normatizados e são disponíveis para diversas faixas de resistências e temperaturas:

- Para baixas temperaturas (-50°C a 150°C) tipicamente são usados termistores de baixa resistência (2kΩ a 10kΩ);
- Para temperaturas mais altas (-50°C a 300°C) tipicamente são usados termistores de maior resistência (acima de 10kΩ);

O objetivo é adequar a sensibilidade dos termistores PTC à faixa de temperatura utilizada.

Para temperaturas acima de 300°C outros tipos de sensores devem ser utilizados.

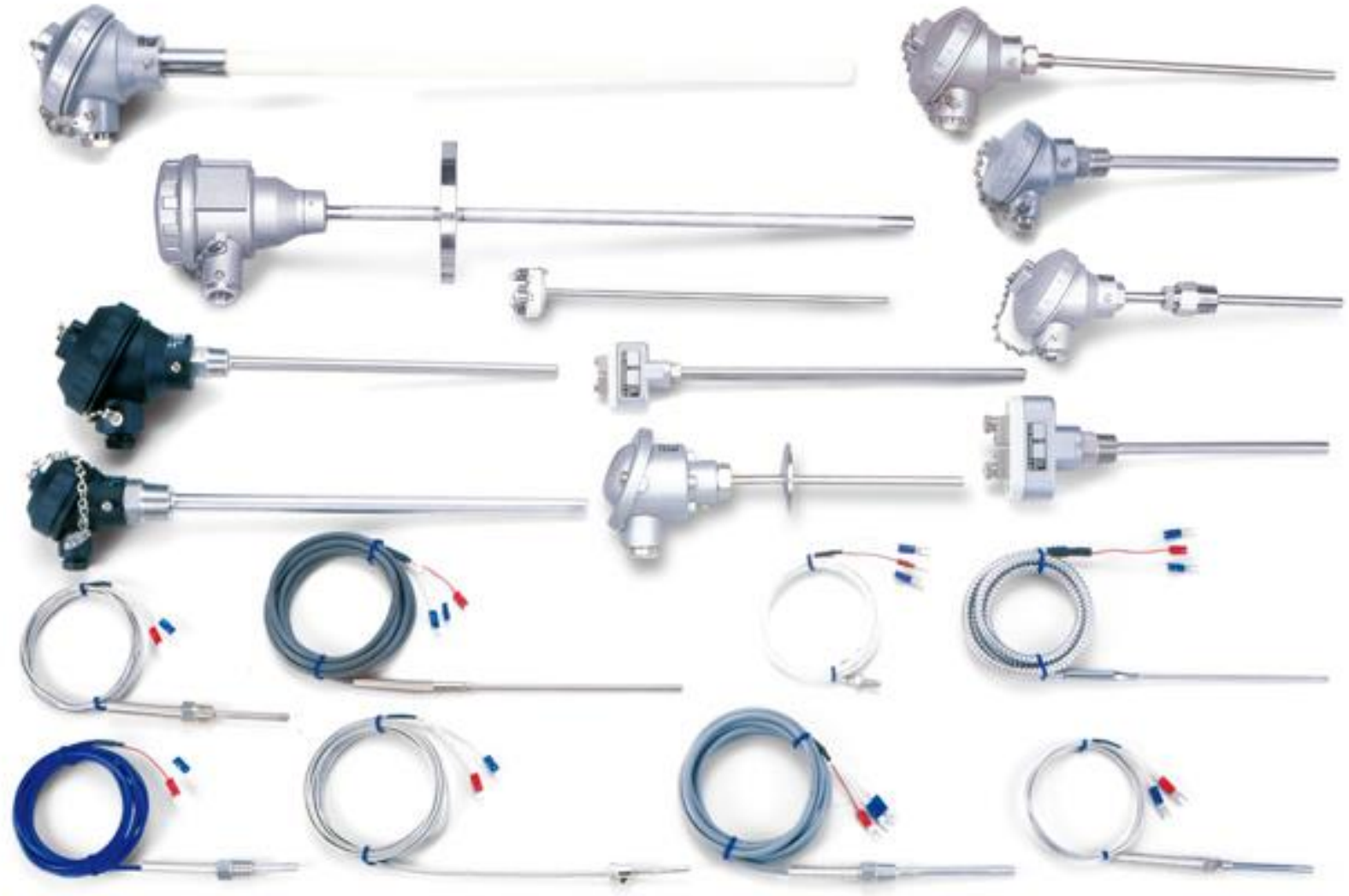
Termistores
Vantagens

Termistores são convenientes por uma série de razões:

- Boa sensibilidade quando comparados a termopares e termorresistores;
- Estabilidade e repetibilidade;
- Tempo de resposta reduzido (especialmente quando comparados a termopares);
- Baixo custo.
- Especialmente adequados à compensação de juntas frias em termopares.

Termorresistores

Introdução



Termorresistores

Introdução

Termorresistores, também chamados de RTDs (**R**esistance **T**emperature **D**etectors), são resistores metálicos cuja resistência varia com a temperatura.

Apresentam vantagens em relação aos termopares para operação até 500°C (acima dessa faixa os termopares são a única solução industrial de medição de baixo custo realmente viável).

Ainda em comparação com termopares, apresentam as seguintes vantagens:

- Melhores estabilidade e repetibilidade;
- Maior precisão;
- Maior vida útil.

Termorresistores
Tipos

São os seguintes os tipos mais populares de termorresistores:

- Platina (mais precisos e mais populares);
- Níquel;
- Cobre;
- Balco (nome comercial para uma liga com Ni (70%) + Fe (30%));
- Tungstênio.

Termorresistores

Pt 100 - Normatização

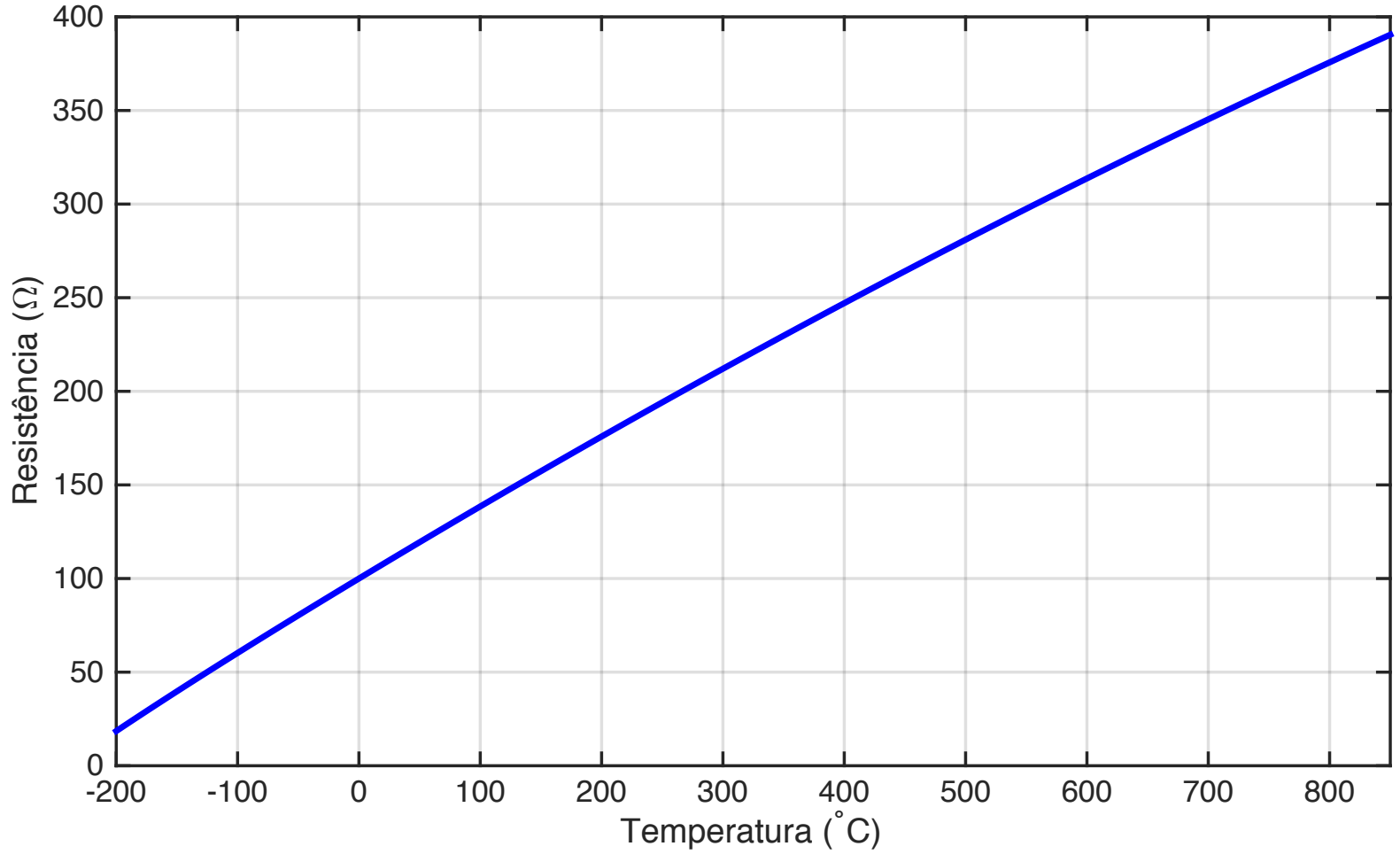
O termorresistor denominado **Pt 100** (Platina - 100Ω) tem resistência de 100Ω a 0°C.

Os termorresistores Pt 100 são normatizados pela norma IEC 60751, que define as seguintes classes de tolerância:

CLASSE	TOLERÂNCIA (°C)	FAIXA DE TEMPERATURA (°C)
AA	± (0,1 + 0,0017 T)	0 < T < 150
A	± (0,15 + 0,002 |T|)	-30 < T < 300
B	± (0,3 + 0,005 |T|)	-50 < T < 500
C	± (0,6 + 0,01 |T|)	-50 < T < 500

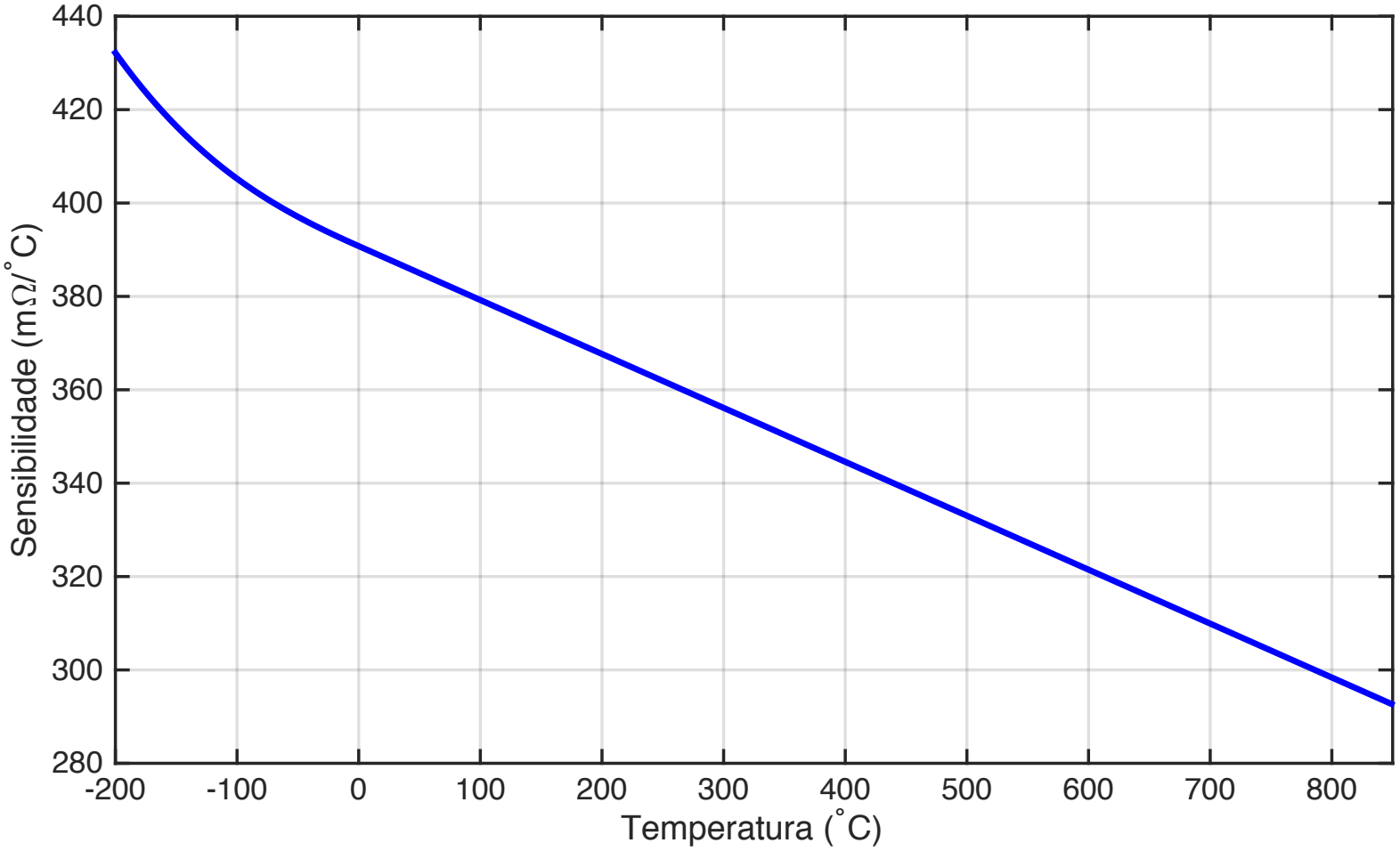
Termorresistores

Pt 100 – Curva de Resistência x Temperatura



Termorresistores

Pt 100 – Curva de Sensibilidade x Temperatura



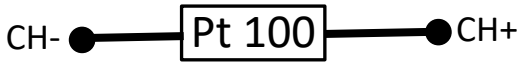
Termorresistores

Pt 100 – Medição da resistência

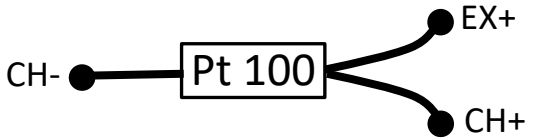
Para se medir a resistência de um Pt 100 pode-se injetar uma corrente elétrica conhecida e medir a queda de tensão correspondente.

Há três tipos de Pt 100 com diferentes configurações para medição:

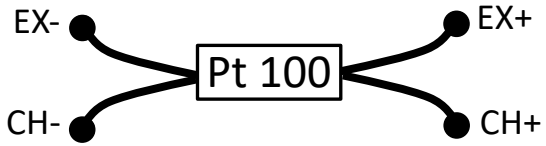
- Pt 100 a DOIS FIOS



- Pt 100 a TRÊS FIOS



- Pt 100 a QUATRO FIOS

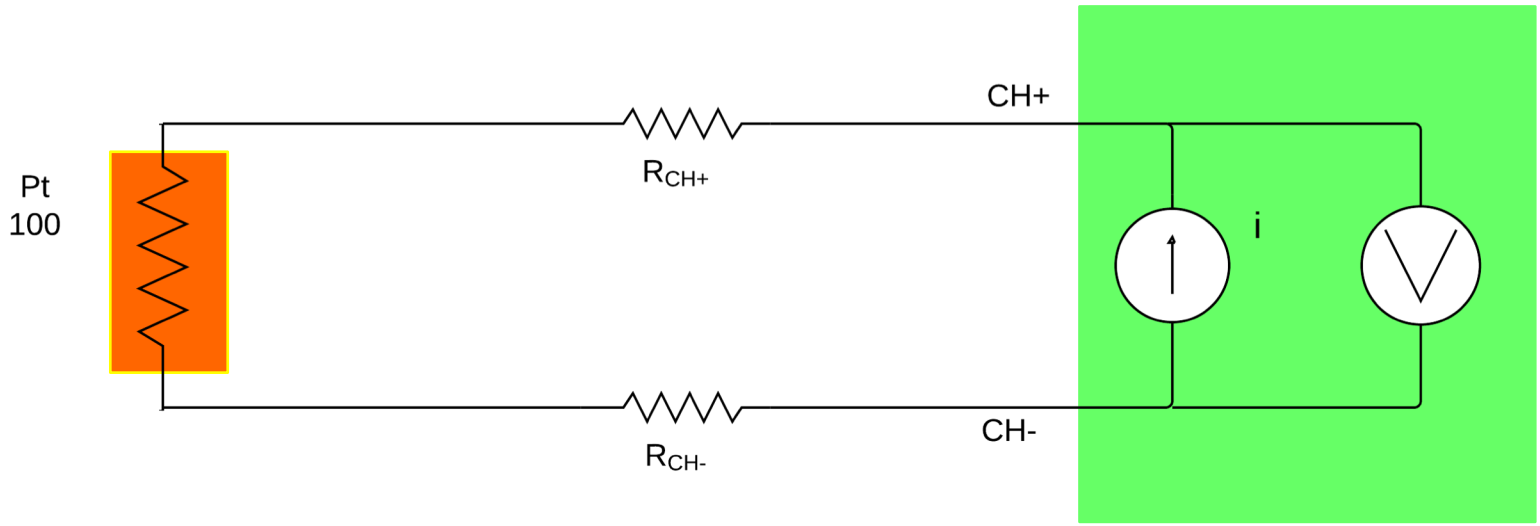


Termorresistores

Pt 100 a dois fios

A tensão percebida pelo voltímetro é dada por

$V = (R_{Pt100} + R_{CH+} + R_{CH-})i$



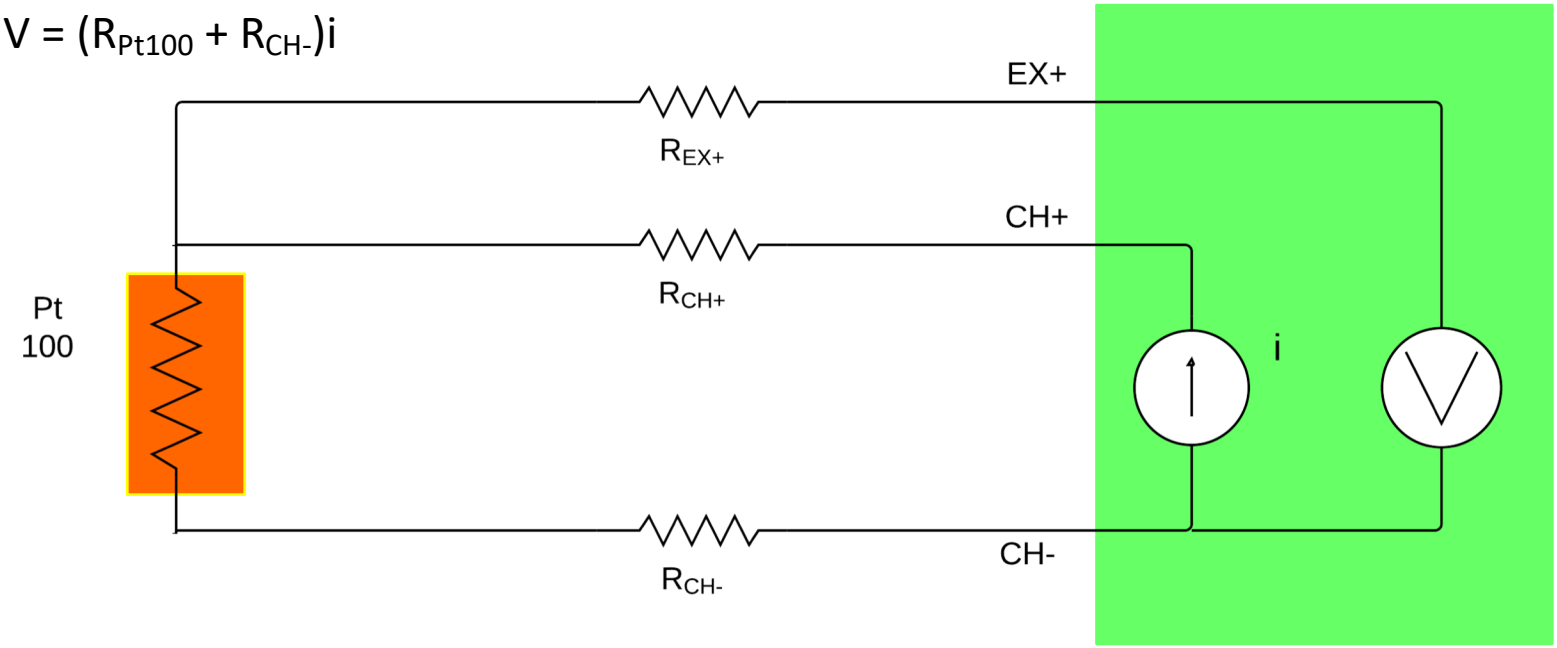
A resistência da fiação interfere na leitura a não ser que $R_{Pt100} >> R_{CH+} + R_{CH-}$.

Termorresistores

Pt 100 a três fios

Assumindo que a corrente no voltímetro é muito menor do que i, tem-se

$V = (R_{Pt100} + R_{CH-})i$



Como $R_{CH-}i$ não é um valor desprezível, nota-se que a resistência da fiação ainda interfere na leitura. Esse problema pode ser mitigado com o uso de uma segunda leitura de tensão.

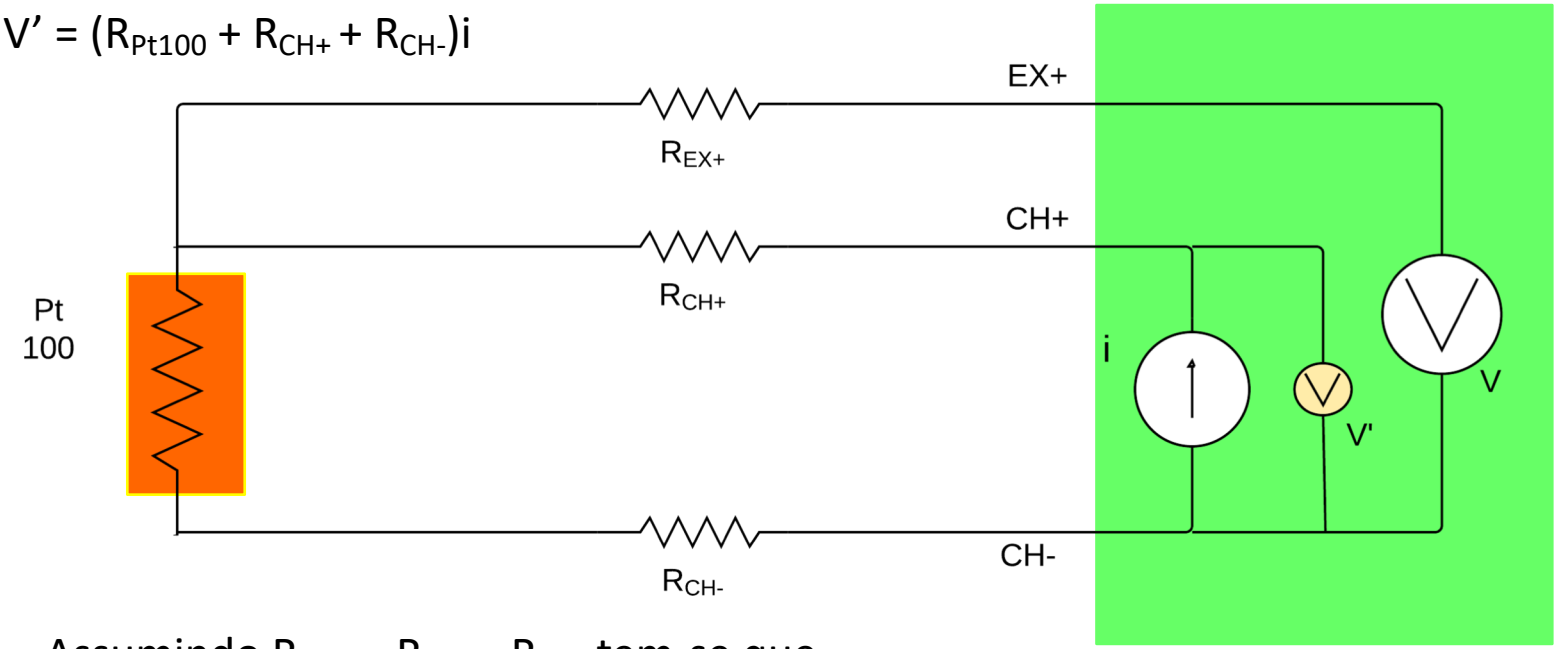
Termorresistores

Pt 100 a três fios

Com dois voltímetros tem-se:

$V = (R_{Pt100} + R_{CH-})i$

$V' = (R_{Pt100} + R_{CH+} + R_{CH-})i$



Assumindo $R_{CH+} = R_{CH-} = R_{CH}$, tem-se que

$V = (R_{Pt100} + R_{CH})i$

$V' = (R_{Pt100} + 2R_{CH})i$

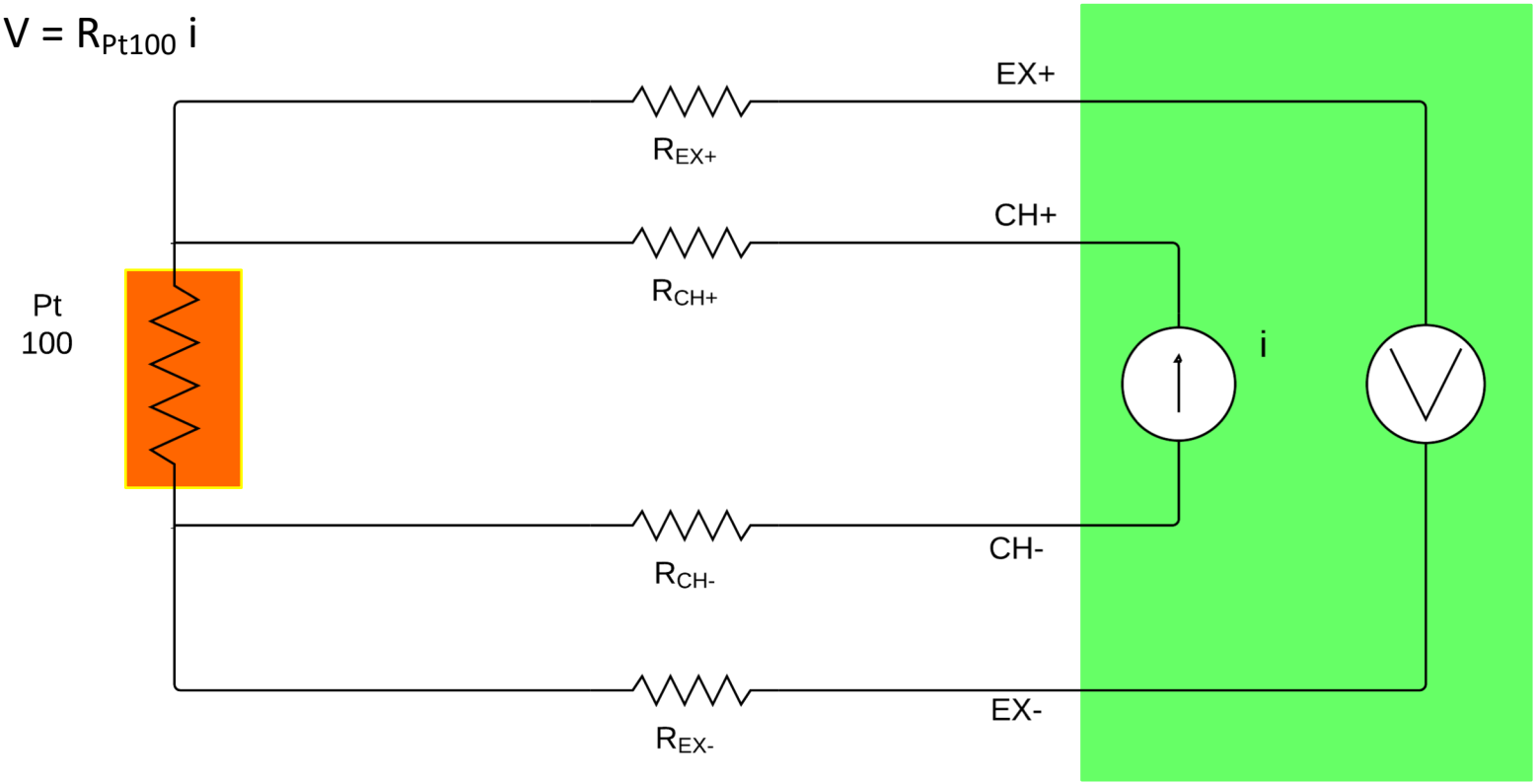
e daí $2V - V' = R_{Pt100}\, i$

Termorresistores

Pt 100 a quatro fios

Assumindo que a corrente no voltímetro é muito menor do que i, tem-se

$V = R_{Pt100}\, i$



A resistência da fiação NÃO interfere na leitura.

Termorresistores

Pt 100 – Medição da resistência

A tensão no Pt 100 é, na melhor das hipóteses, da ordem de mV ou ainda menor, requerendo portanto amplificação para ser utilizada.

Para que a amplificação seja a menor possível (o que minimiza o efeito de ruídos e melhora a qualidade do sinal) é necessário que a corrente que circula pelo Pt 100 seja significativa.

Por outro lado, quanto maior a corrente, maior é a energia térmica produzida no Pt 100 por efeito Joule, o que leva a um aumento de temperatura localizado no Pt 100 que pode interferir na medida. Além disso, um termopar industrial típico suporta correntes de no máximo 1mA.

Para ampliar a faixa de tensões e minimizar o efeito da resistência da fiação (especialmente no termorresistor a dois fios) são às vezes utilizados (entre outros) os termorresistores não normatizados

- Pt 500 (resistência de 500Ω a 0°C) e
- Pt 1000 (resistência de 1kΩ a 0°C).

Termorresistores

Pt 100 – Medição da resistência

A tensão no Pt 100 é, na melhor das hipóteses, da ordem de mV ou ainda menor, requerendo portanto amplificação para ser utilizada.

Para que a amplificação seja a menor possível (o que minimiza o efeito de ruídos e melhora a qualidade do sinal) é necessário que a corrente que circula pelo Pt 100 seja significativa.

Por outro lado, quanto maior a corrente, maior é a energia térmica produzida no Pt 100 por efeito Joule, o que leva a um aumento de temperatura localizado no Pt 100 que pode interferir na medida. Além disso, um termopar industrial típico suporta correntes de no máximo 1mA.

Para ampliar a faixa de tensões e minimizar o efeito da resistência da fiação (especialmente no termorresistor a dois fios) são às vezes utilizados (entre outros) os termorresistores não normatizados

- Pt 500 (resistência de 500Ω a 0°C) e
- Pt 1000 (resistência de 1kΩ a 0°C).

Termorresistores

Chip para leitura

PGA900 Programmable Resistive Sensing Conditioner with Digital and Analog Outputs

1 Features

- High Accuracy, Low Noise, Low Power, Small Size Resistive Sensing Signal Conditioner
- User-Programmable Temperature and Nonlinearity Compensation
- On-Chip ARM® Cortex® M0 Microprocessor Allows Users to Develop and Implement Calibration Software
- One-Wire Interface Enables the Communication through Power Supply Pin Without Using Additional Lines
- On-Chip Power Management Accepts Wide Power Supply Voltage from 3.3 V to 30 V
- Operating Temperature Range: –40°C to 150°C
- Memory
  - 8 KB Software Memory
  - 128 Bytes EEPROM
  - 1 KB Data SRAM
- Accommodates Sensor Sensitivities from 1 mV/V to 135 mV/ V
- Two Individual Analog-Front End (AFE) Chains, each Including:
  - Low Noise Programmable Gain Amplifier
  - 24-bit Sigma-Delta Analog-to-Digital Converter
- Built-in Internal Temperature Sensor With Option to Use External Temperature Sensor
- 14-bit DAC With Programmable Gain Amplifier
- Output Options:
  - Ratiometric and Absolute Voltage Output
  - 4- to 20-mA Current Loop Interface
  - One-Wire Interface (OWI) Over Power Line
  - PWM Output
  - Serial Peripheral Interface (SPI)
  - Inter-Integrated Circuit (I^2C)
- Depletion MOSFET Gate Driver
- Diagnostic Functions

2 Applications

- Pressure Sensor Transmitter, Transducer
- Liquid Level Meter, Flow Meter
- Weight Scale, Load Meter, Strain Gauge
- Thermocouple, Thermistor, and 2-Wire Resistance Thermometer (RTD)
- Resistive Field Transmitter

3 Description

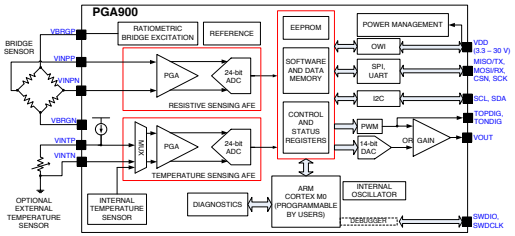
The PGA900 is a signal conditioner for resistive sensing applications. It can accommodate various sensing element types. The PGA900 conditions its input signals by amplification and digitization through two analog front end channels. With the user programmed software in the on-chip ARM Cortex M0 processor, the PGA900 can perform linearization, temperature compensation, and other user defined compensation algorithms. The conditioned signal can be output as ratiometric voltage, absolute voltage, 4- to 20-mA current loop or PWM. The data and configuration registers can also be accessed through SPI, I^2C, UART, and two GPIO ports. In addition, the unique OWI allows communication and configuration through the power supply pin without using additional lines. The PGA900 operating voltage is from 3.3 to 30 V and it can operate in temperatures from –40°C to 150°C.

Device Information(1)

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
PGA900	VQFN (36)	6.00 mm x 6.00 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the data sheet.

PGA900 Simplified Block Diagram





PGA900

(custo aproximado US$ 7,00)

Termorresistores

Chip para leitura

MAX31865 **RTD-to-Digital Converter**

General Description

The MAX31865 is an easy-to-use resistance-to-digital converter optimized for platinum resistance temperature detectors (RTDs). An external resistor sets the sensitivity for the RTD being used and a precision delta-sigma ADC converts the ratio of the RTD resistance to the reference resistance into digital form. The MAX31865's inputs are protected against overvoltage faults as large as ±45V. Programmable detection of RTD and cable open and short conditions is included.

Applications

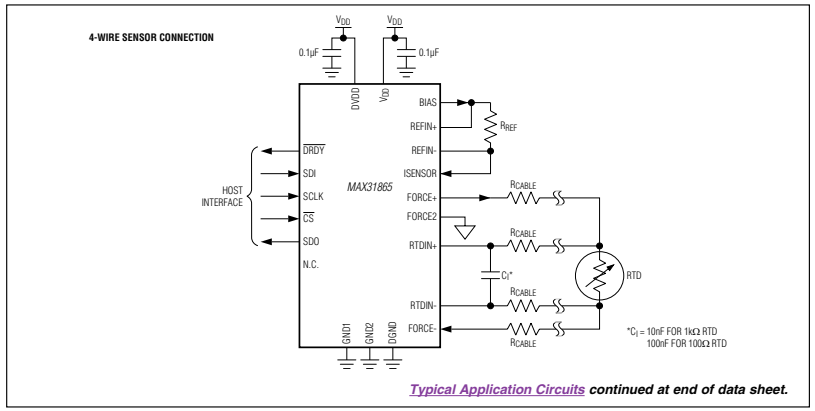
- Industrial Equipment
- Medical Equipment
- Instrumentation

Ordering Information ***appears at end of data sheet.***

Benefits and Features

- Integration Lowers System Cost, Simplifies Design Efforts, and Reduces Design Cycle Time
  - Simple Conversion of Platinum RTD Resistance to Digital Value
  - Handles 100Ω to 1kΩ (at 0°C) Platinum RTDs (PT100 to PT1000)
  - Compatible with 2-, 3-, and 4-Wire Sensor Connections
  - SPI-Compatible Interface
  - 20-Pin TQFN and SSOP Packages
- High Accuracy Facilitates Meeting Error Budgets
  - 15-Bit ADC Resolution; Nominal Temperature Resolution 0.03125°C (Varies Due to RTD Nonlinearity)
  - Total Accuracy Over All Operating Conditions: 0.5°C (0.05% of Full Scale) max
  - Fully Differential V_{REF} Inputs
  - 21ms (max) Conversion Time
- Integrated Fault Detection Increases System Reliability
  - ±45V Input Protection
  - Fault Detection (Open RTD Element, RTD Shorted to Out-of-Range Voltage, or Short Across RTD Element)

Typical Application Circuits



Typical Application Circuits ***continued at end of data sheet.***



MAX31865

(custo aproximado US$ 3,50)

maxim integrated™

19-6478; Rev 3; 7/15