



StrainGauge

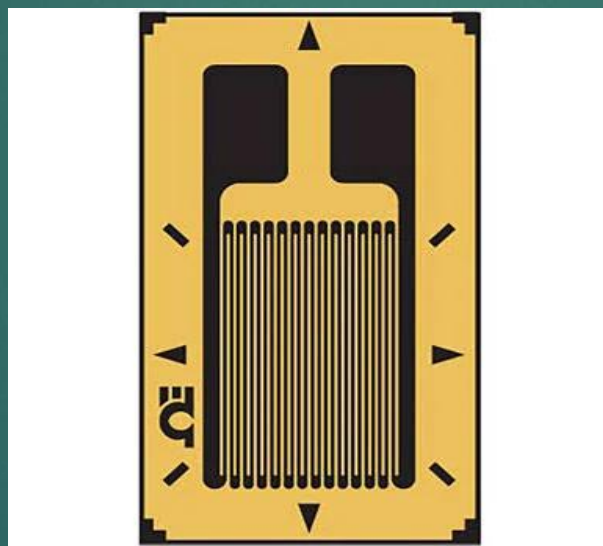
(Extensometria)

O que é? Como utilizar?

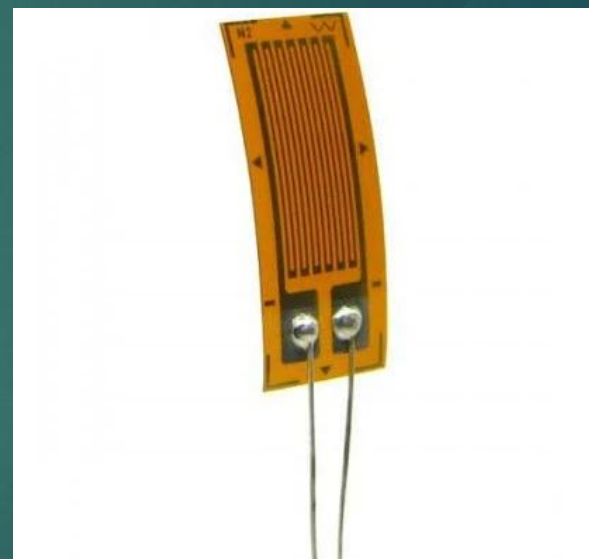
Exemplos :



R\$ 595,00



R\$ 485,00



R\$ 9,40

Alças

Fio resistivo
de Constantan

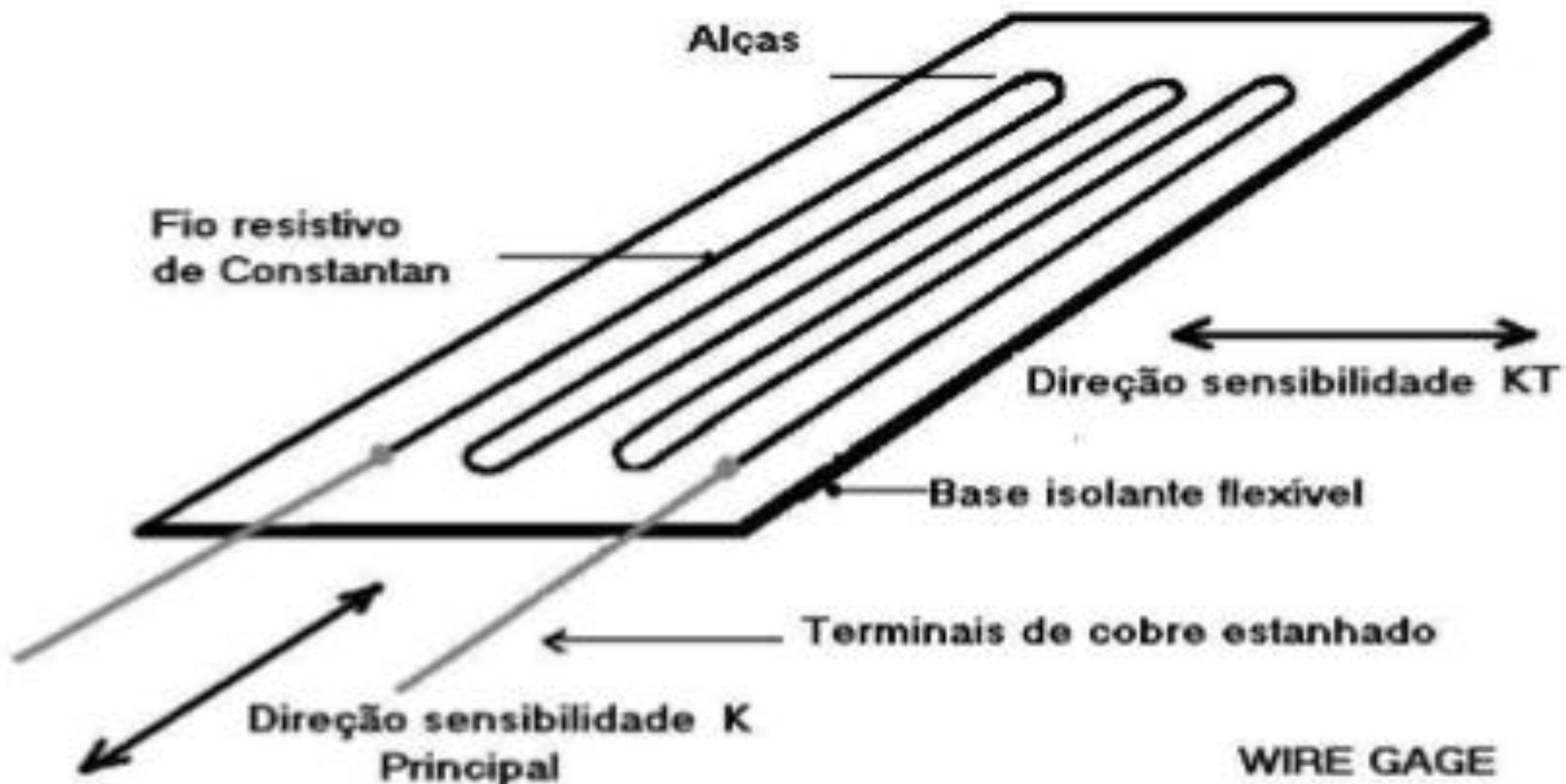
Direção sensibilidade KT

Base isolante flexível

Terminais de cobre estanhado


Direção sensibilidade K
Principal

WIRE GAGE



Como funciona:

- ▶ O fio resistivo altera sua resistência de acordo com o “alongamento” da superfície em que está colocado, gerando dessa maneira sinais elétricos que são interpretados pela placa de aquisição, transformando os valores em deformação (Strain). Os valores de deformação por sua vez podem ser convertidos em tensão mecânica (ex. MPa).
- ▶ Os extensômetros são colados cuidadosamente na superfície das peças que devem estar totalmente limpas diretamente em contato com o metal base (ausência de tinta, oxidação, etc).



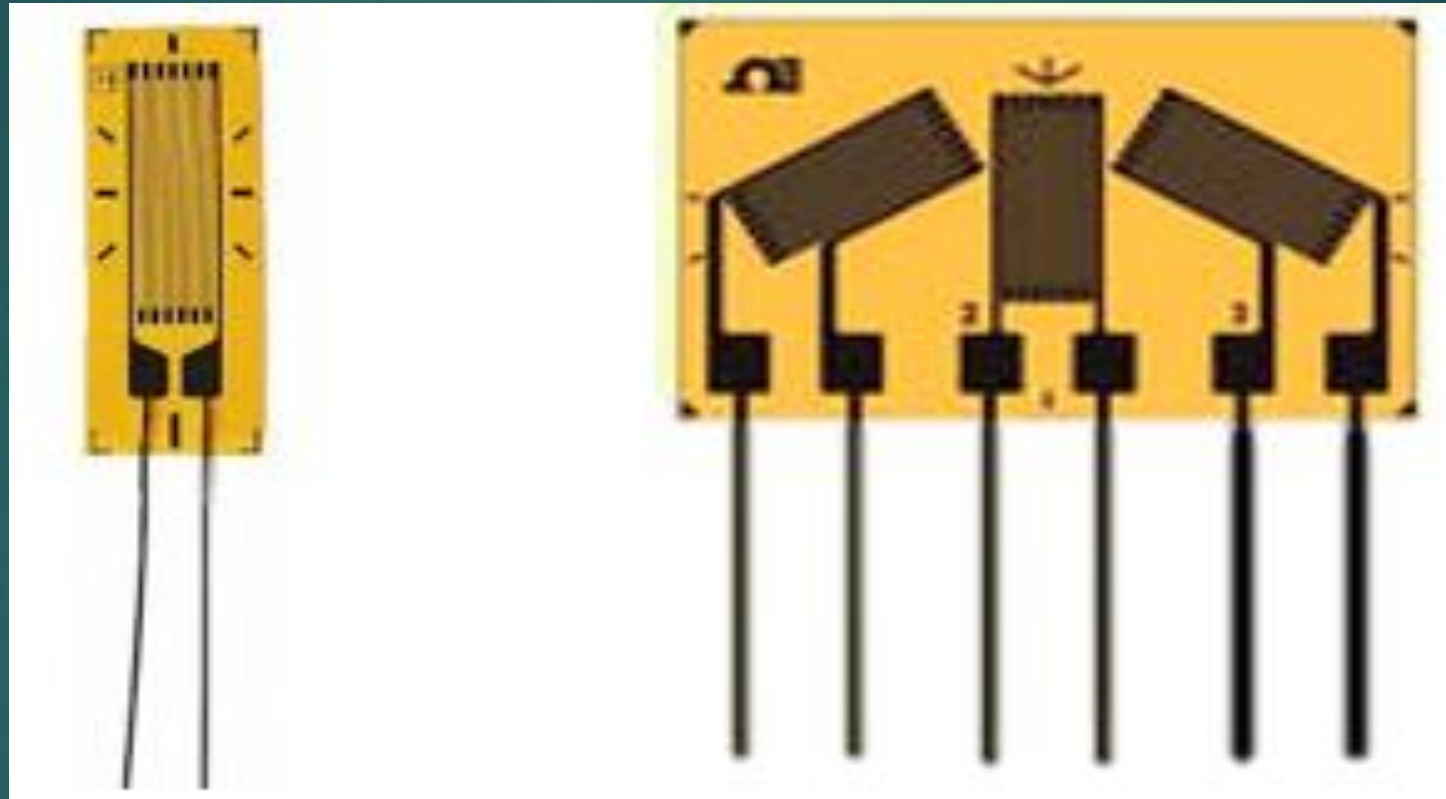
5 Passos para o ensaio de
extensômetria (strain gauge):



1. Selecionar o local de instalação:

- ▶ O primeiro ponto é definir claramente o objetivo da instalação, ou seja, porque está sendo medido a deformação? É para validar um modelo de elementos finitos? Encontrar as máximas tensões existentes em um equipamento?
- ▶ Após a identificação desse primeiro ponto, é necessário conhecer a direção e intensidade esperada de deformação na peça sob análise. Por exemplo – caso o objetivo seja identificar a tensão de uma coluna que está sendo tracionada, é fácil de perceber que as deformações estão no sentido longitudinal e caso não haja concentrador de tensão o local de instalação poderia ser qualquer um desde que a grade do extensômetro esteja alinhada com o sentido da deformação.
- ▶ Caso o equipamento analisado seja de geometria complexa, o local e direção das máximas tensões é uma tarefa difícil, e portanto o ideal é que seja realizado uma análise de elementos finitos no equipamento, para se obter um “mapa” da distribuição de deformação no produto inteiro.

2. Selecionar o tipo de extensômetro: Extensômetro Uniaxial ou Roseta?



Uniaxial

Roseta

- ▶ Os principais tipos de extensômetros são denominados como uniaxial e roseta, onde sua principal diferença do ponto de vista de aplicação, é que o uniaxial é capaz de medir a deformação em apenas 1 direção, enquanto a roseta é capaz de medir em 3 direções.
- ▶ O extensômetro uniaxial geralmente é instalado onde as tensões no local de instalação se apresentam predominantemente em apenas 1 direção, que deve ter a mesma orientação do sentido longitudinal do sensor.
- ▶ Já a roseta, é mais utilizada em casos onde as tensões predominantes estão em mais de 1 direção, e a instalação do sensor pode ser realizada em qualquer orientação, pois posteriormente a coleta dos dados é possível calcular as tensões principais e determinar a direção das mesmas.
- ▶ A definição do tipo de extensômetro deve ser analisada caso a caso, levando em consideração o objetivo do ensaio, tipo do carregamento, geometria da peça, canais disponíveis na placa de aquisição e tempo disponível de instalação.

3. Instalação do extensômetro:

- ▶ Uma vez selecionado o local de instalação e tipo do extensômetro, a próxima etapa consiste em realizar todo o procedimento de limpeza da superfície e marcação para que a colagem do sensor seja realizada de maneira correta. As etapas para esta atividade, podem ser subdivididas abaixo:
 - ▶ Remoção de tintas e impurezas do local;
 - ▶ Demarcação do local do extensômetro;
 - ▶ Colagem do extensômetro;
 - ▶ Conexão ao fio;

4. Preparação do Teste e Coleta de dados:

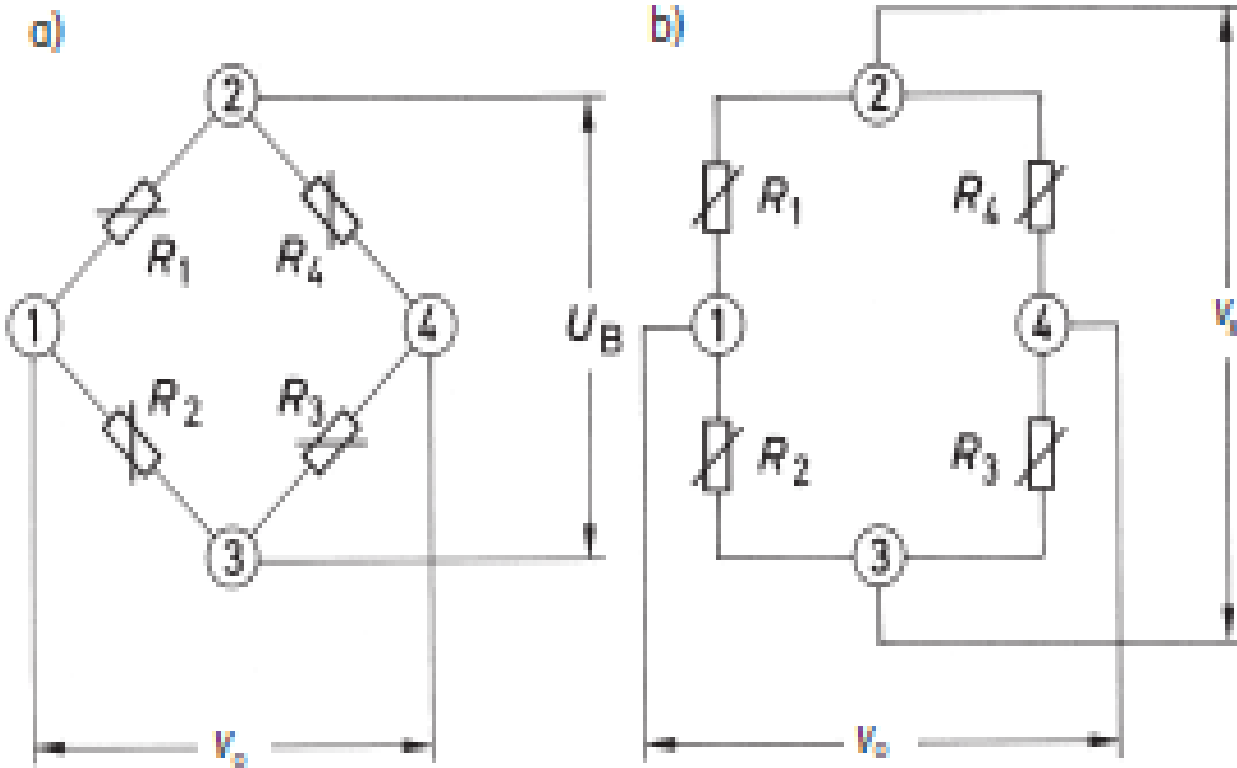
- ▶ Antes do início da coleta de dados, é muito importante que seja verificado a passagem dos cabos que conectam o extensômetros a placa de aquisição, ou mesmo se for um módulo wireless, o local de instalação do módulo deve ser verificado, para que durante o funcionamento do equipamento sob análise os cabos não sejam rompidos ou o módulo danificado.
- ▶ A deformação dos sensores devem ser “zeradas” com o equipamento sem carga, para que as deformações sejam contabilizadas corretamente. Essa é uma função que todas as placas de aquisição possuem, e que consiste em zerar a deformação residual que existe no sensor.
- ▶ definir a taxa de aquisição que deve ser selecionada no software de aquisição, que consiste em quantos pontos serão gravados por segundo. Isso deve ser obedecido de acordo com o teorema de Nyquist que explica a relação entre a taxa de aquisição e a máxima frequência de operação.
- ▶ Uma vez que as todas as funções estão programadas, a coleta de dados tem que ser realizada com o equipamento em funcionamento, já que o extensômetro mede a deformação da superfície em que está colado,

5. Processamento dos Sinais:

- ▶ O processamento de sinais consiste na interpretação dos resultados com auxílio de ferramentas matemáticas para fornecer as respostas adequadas para as dúvidas ou objetivos do teste.
- ▶ O analista responsável pela etapa de processamento de sinais, deve possuir um entendimento muito claro do problema de engenharia que está sendo estudado, sendo de extrema importância a análise das direções das deformações atuantes, os tipos de sensores (uniaxial e roseta), que exigem processamentos diferentes devido sua construção e propósito de ensaio.
- ▶ Comparações dos resultados obtidos com os resultados esperados devem sempre ser realizados.

O circuito de ponte de

Wheatstone



$R_1 \dots R_4$: bridge arms
1 ... 4

V_S bridge excitation
voltage

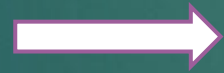
V_o bridge output voltage
(measuring signal)

Equacionamento

$$V_O = V_S \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} - \frac{R_4}{R_3 + R_4} \right)$$

Ponte equilibrada

$$V_O = 0.$$



$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

Com uma tensão predefinida, a resistência do strain gauge varia de acordo com a quantidade ΔR

$$V_o = V_s \left(\frac{R_1 + \Delta R_1}{R_1 + \Delta R_1 + R_2 + \Delta R_2} - \frac{R_4 + \Delta R_4}{R_3 + \Delta R_3 + R_4 + \Delta R_4} \right)$$

$$\frac{\Delta R}{R} = k \cdot \varepsilon$$

k : fator de sensibilidade do strain gage ou Gage Factor

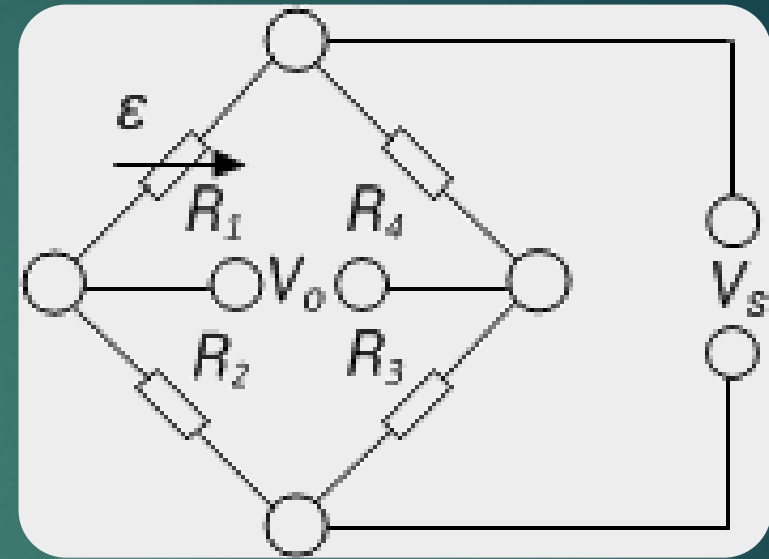
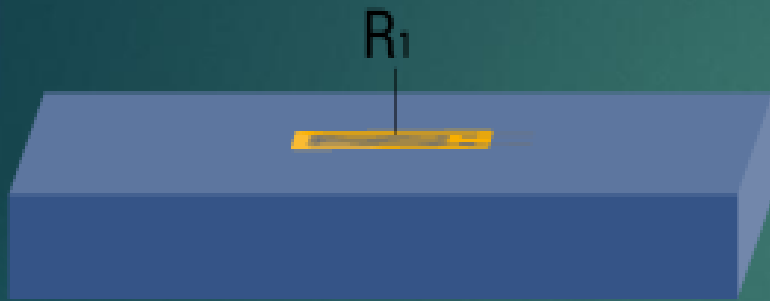
ε : deformação

$$\frac{V_o}{V_s} = \frac{k}{4} (\varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3 - \varepsilon_4)$$

Modos de utilização de extensômetros em uma ponte de Wheatstone:

1. Circuito Um Quarto de Ponte
2. Circuito Meia Ponte
3. Duplo quarto de ponte ou ponte diagonal
4. Circuito Ponte Completa.

1. Circuito Um Quarto de Ponte

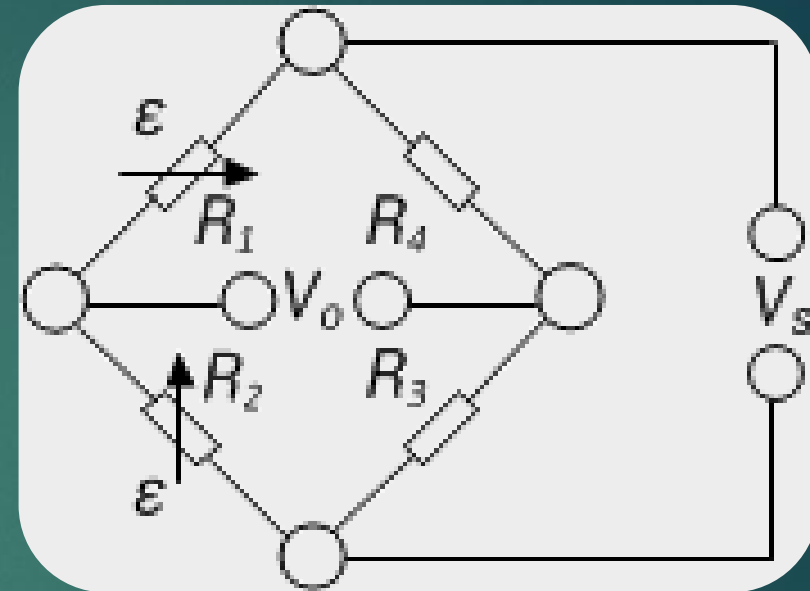
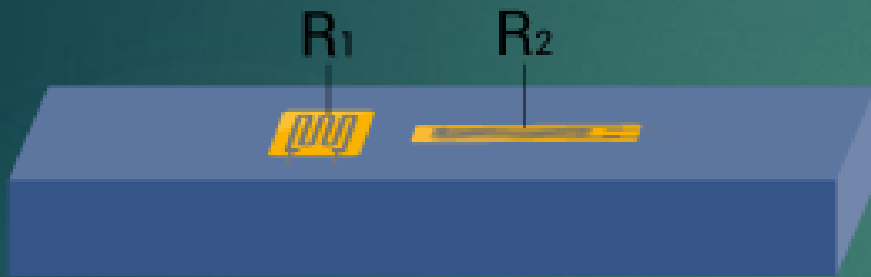


$$\epsilon = \epsilon_n + \epsilon_b = \frac{4}{k} \cdot \frac{V_o}{V_S} - \epsilon_s$$

K →

T	<u>F_o</u>	M _b	<u>M_d</u>
1	1	1	0

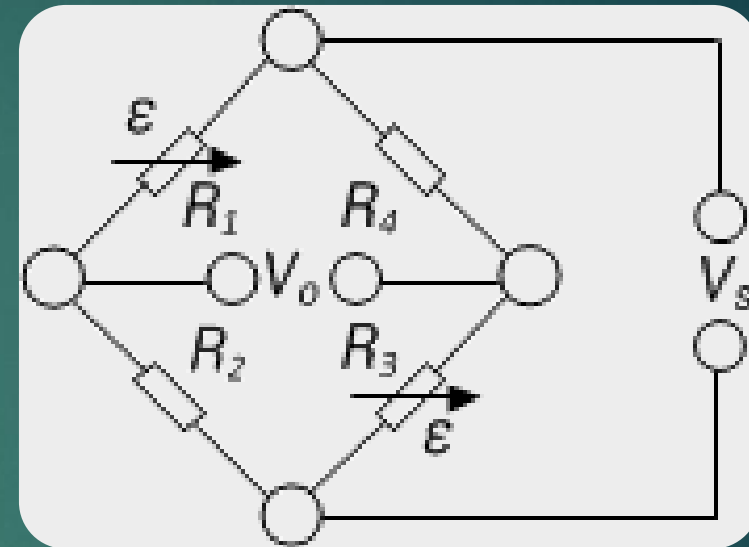
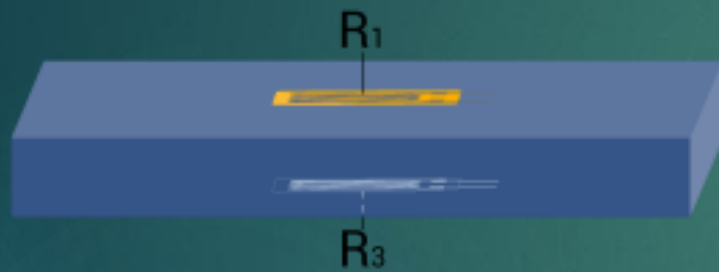
2. Circuito Meia Ponte



$$\varepsilon = \varepsilon_n + \varepsilon_b = \frac{1}{(1+\nu)} \cdot \frac{4}{k} \cdot \frac{V_o}{V_s}$$

T	F_a	M_b	M_d
0	$1+\nu$	$1+\nu$	0

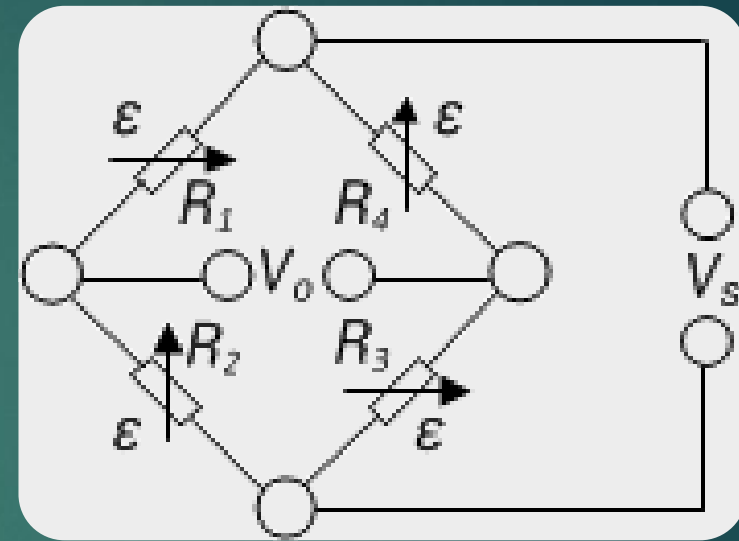
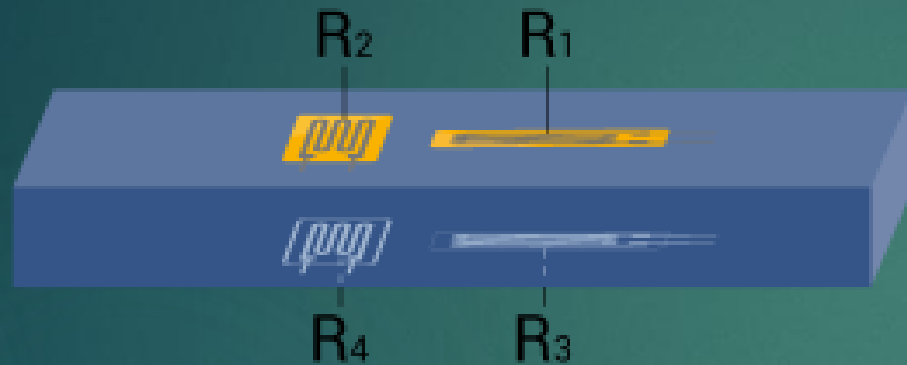
3. Duplo quarto de ponte ou ponte diagonal



$$\epsilon = \epsilon_n = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{k} \cdot \frac{V_0}{V_s} - \epsilon_s$$

T	<u>F_n</u>	M _b	<u>M_d</u>
2	2	0	0


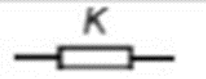

4. Circuito Ponte Completa



$$\varepsilon = \varepsilon_n = \frac{1}{2(1+\nu)} \cdot \frac{4}{k} \cdot \frac{V_o}{V_s}$$

T	F_o	M_b	M_d
0	$2(1+\nu)$	0	0

TABELA 1

SIMBOLO	SIGNIFICADO
T	Temperatura
F_n	Força normal longitudinal
M_b	Momento de flexão
M_{bx}, M_{by}	Momento de flexão para direções X e Y
M_d	Torque
ε_s	Tensão aparente
ε_n	Deformação longitudinal, normal
ε_b	Tensão de flexão
ε_d	Tensão de torque
ε	Tensão efetiva no ponto de medição
ν	Coeficiente de Poisson
	Strain gauge ativo
	Strain gauge para compensação de temperatura
	Resistor ou strain gauge passivo