

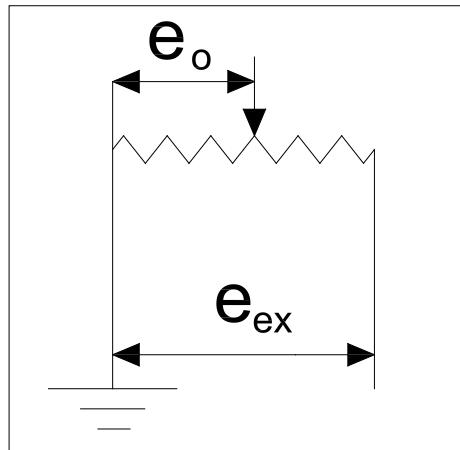
Cap. 4 – Medição de deslocamentos e deformações

Iniciamos o estudo de instrumentos de medições específicas com deslocamentos e deformações, pois são medições baseadas em uma grandeza básica: comprimento.

A medição de deslocamento e deformações servem para medição indireta de outras grandezas, tais como: força, pressão, temperatura e etc.

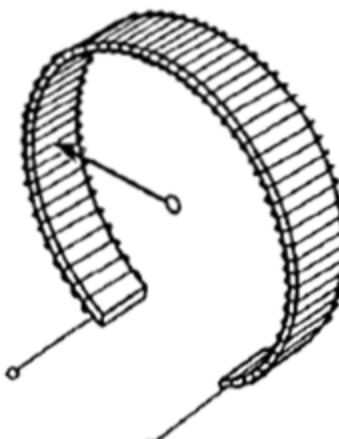
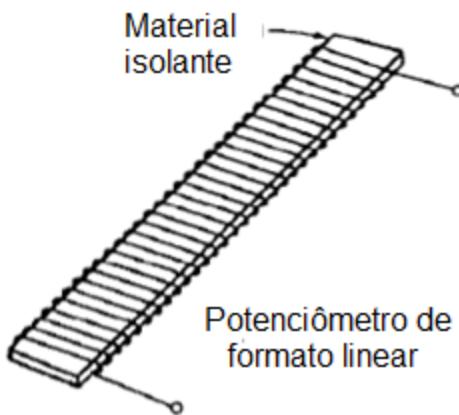
4.1 - Medição de deslocamentos

4.1.1 - Potenciômetros



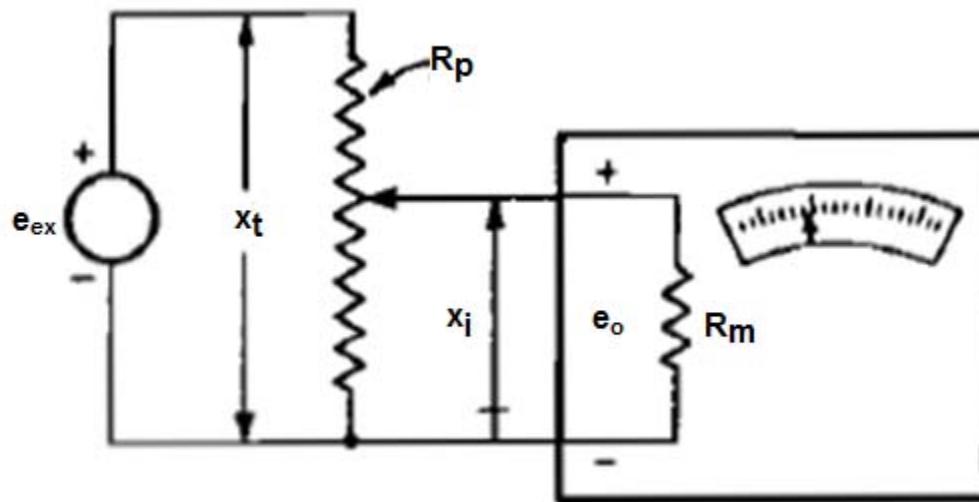
Basicamente, um potenciômetro resistivo consiste de um elemento resistivo com um contato móvel.

O contato móvel pode ser de translação ou rotação, permitindo a medição de deslocamentos lineares e angulares.



Potenciômetros lineares possuem escalas de 2,5 a 500 mm, e potenciômetros rotativos indicam de 10° a 60 voltas (60x360°).

O elemento resistivo pode ser excitado tanto com tensão contínua ou alternada, e a tensão de saída é, em condições ideais de funcionamento, uma função linear do deslocamento do contato móvel, acoplado ao elemento cujo deslocamento se deseja medir.

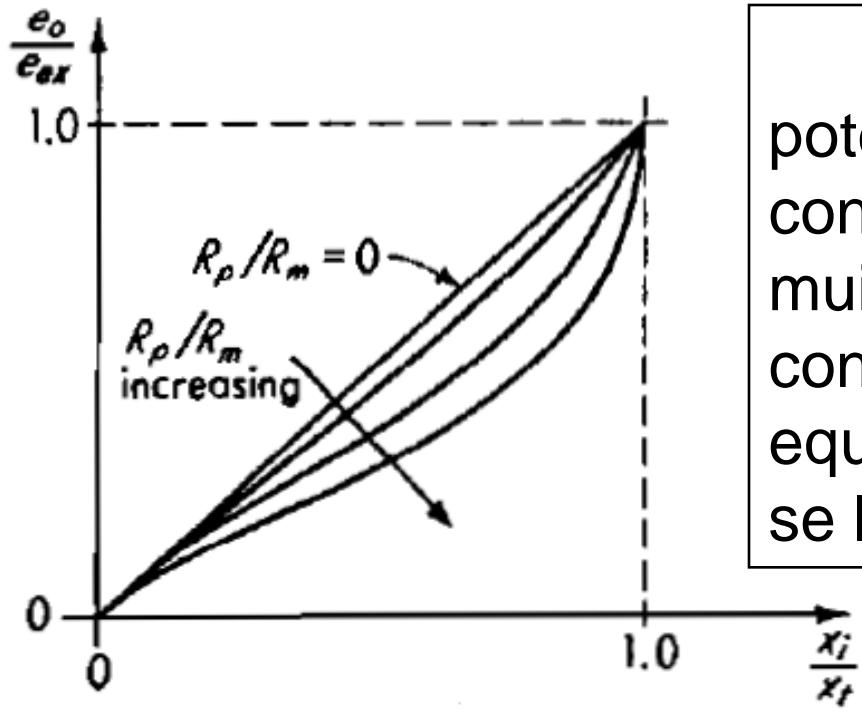


A análise do circuito de medição com potenciômetro fornece a seguinte equação:

$$\frac{e_o}{e_{ex}} = \frac{1}{1/(x_i/x_t) + (R_p/R_m)(1-x_i/x_t)}$$

$$\frac{e_o}{e_{ex}} = \frac{1}{1/(x_i/x_t) + (R_p/R_m)(1-x_i/x_t)}$$

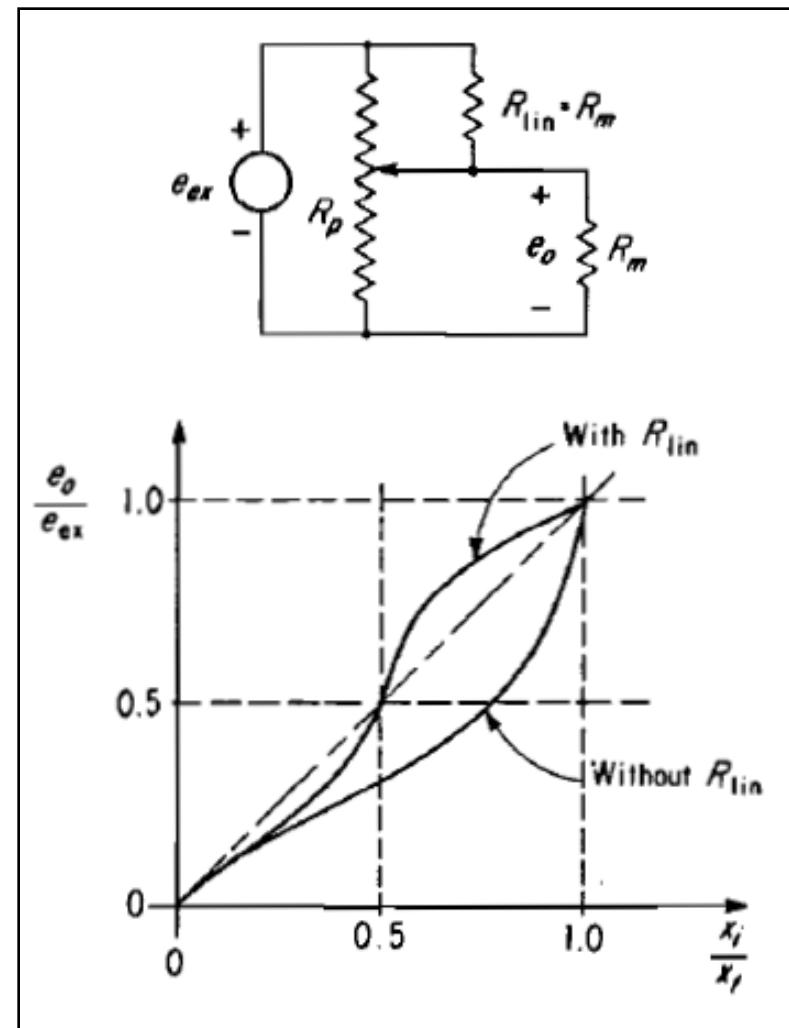
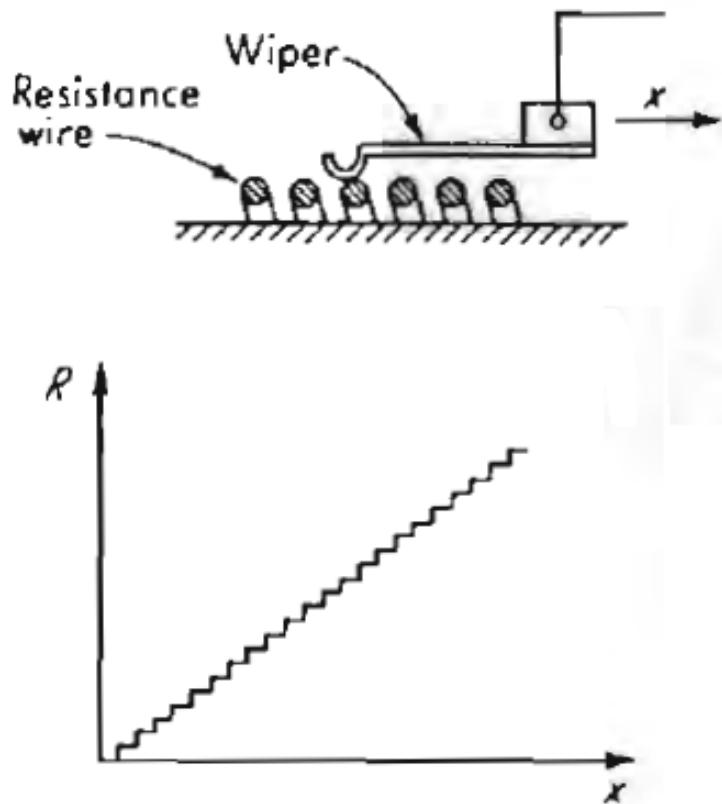
onde: x_i é o deslocamento a ser medido,
 x_t é o deslocamento máximo do potenciômetro,
 R_p é a resistência total do potenciômetro
 R_m é a resistência do circuito de medição.



Para especificação de um potenciômetro, deve-se buscar a condição de projeto onde R_p seja muito menor que R_m . Nestas condições, $R_p/R_m \approx 0$, e a equação do potenciômetro torna-se linear:

$$\frac{e_o}{e_{ex}} = \frac{x_i}{x_t}$$

Quando não é possível alterar a resistência do potenciômetro, pode-se adaptar uma resistência em série com o voltímetro, para melhorar a linearidade do sistema.



4.2 - Medição de deformações

4.2.1 - Strain gage (sensor de deformação)

Considerando um condutor de área transversal, A, comprimento linear, L, feito de um material de resistividade, ρ , a resistência elétrica será $R=\rho L/A$.

Se este condutor for esticado ou comprimido, sua resistência elétrica se alterará devido a:

- Variação de dimensões;
- Variação de resistividade.

A propriedade dos materiais denominada piezoresistência indica a dependência da resistividade em relação a deformações do material.

Diferenciando a equação básica da resistência elétrica do condutor, obtém-se:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad \rightarrow \quad dR = \frac{\rho}{A} dL - \frac{\rho L}{A^2} dA + \frac{L}{A} d\rho$$

$$\frac{dR}{R} = \frac{dL}{L} - \frac{dA}{A} + \frac{d\rho}{\rho}$$

Manipulando a equação acima, e utilizando o coeficiente de Poisson, ν , obtém-se:

$$\frac{dR}{R} = \frac{dL}{L} (1 + 2.\nu) + \frac{d\rho}{\rho}$$

Dividindo ambos os lados da equação acima por dL/L , que representa a deformação do material, ε , obtém-se a equação dos "strain gages":

$$\frac{dR/R}{dL/L} = 1 + 2.v + \frac{dp/p}{dL/L}$$

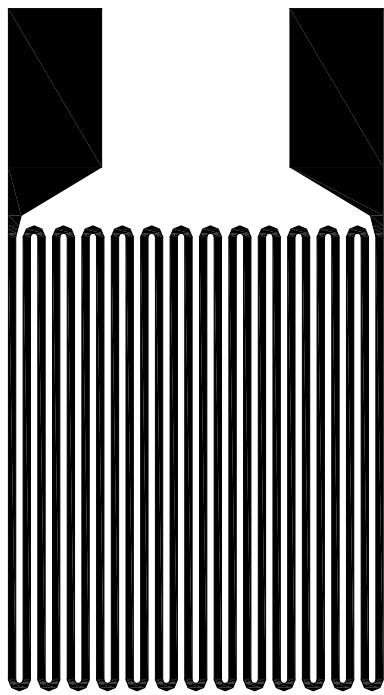
= k = “Gage factor”

onde:

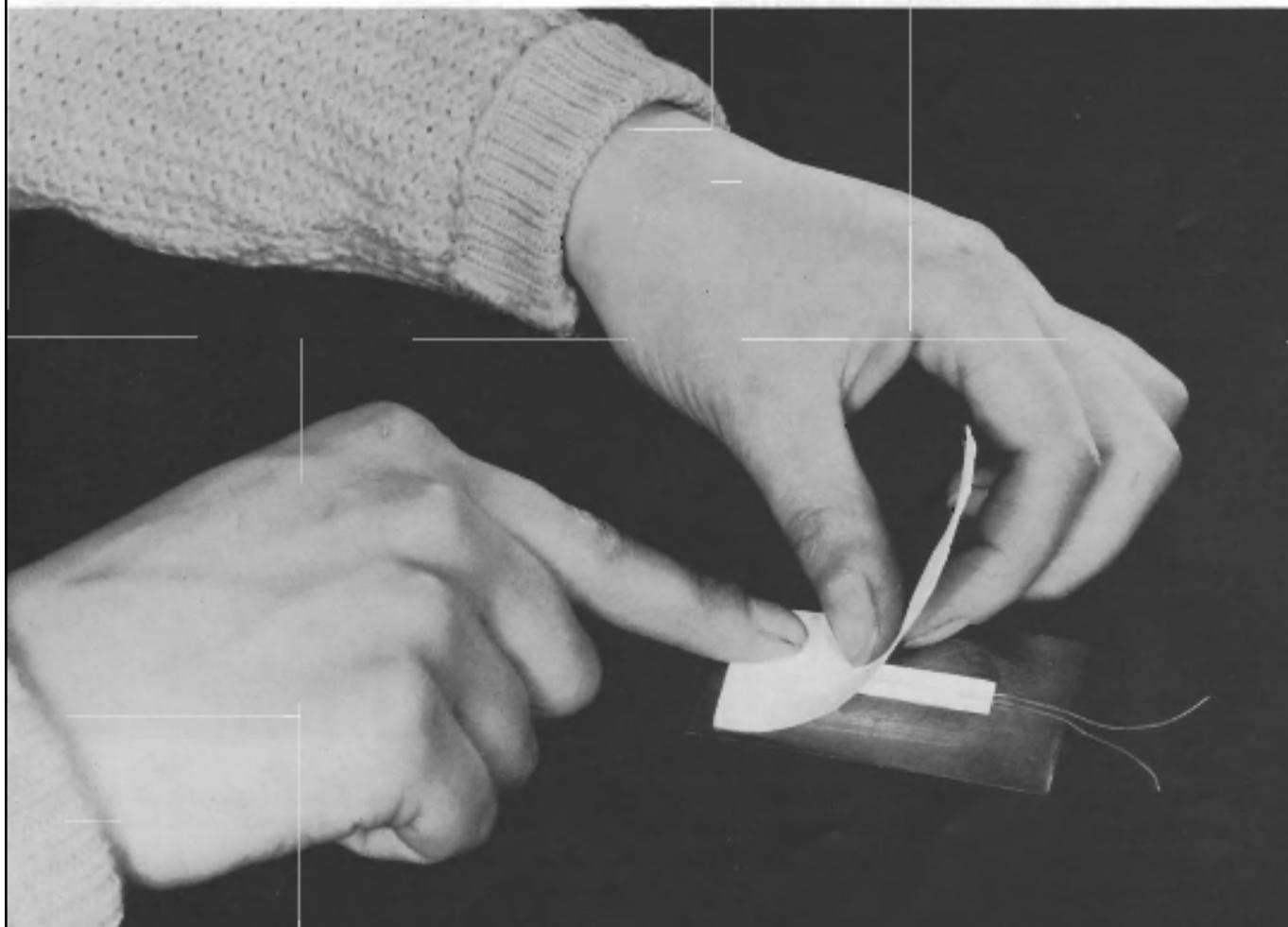
1 - representa a variação da resistência devido a deformação;
2v - representa a variação de resistência devido a variação de área, e o último termo se deve ao efeito da piezo-resistência (variação da resistividade devido a deformação).

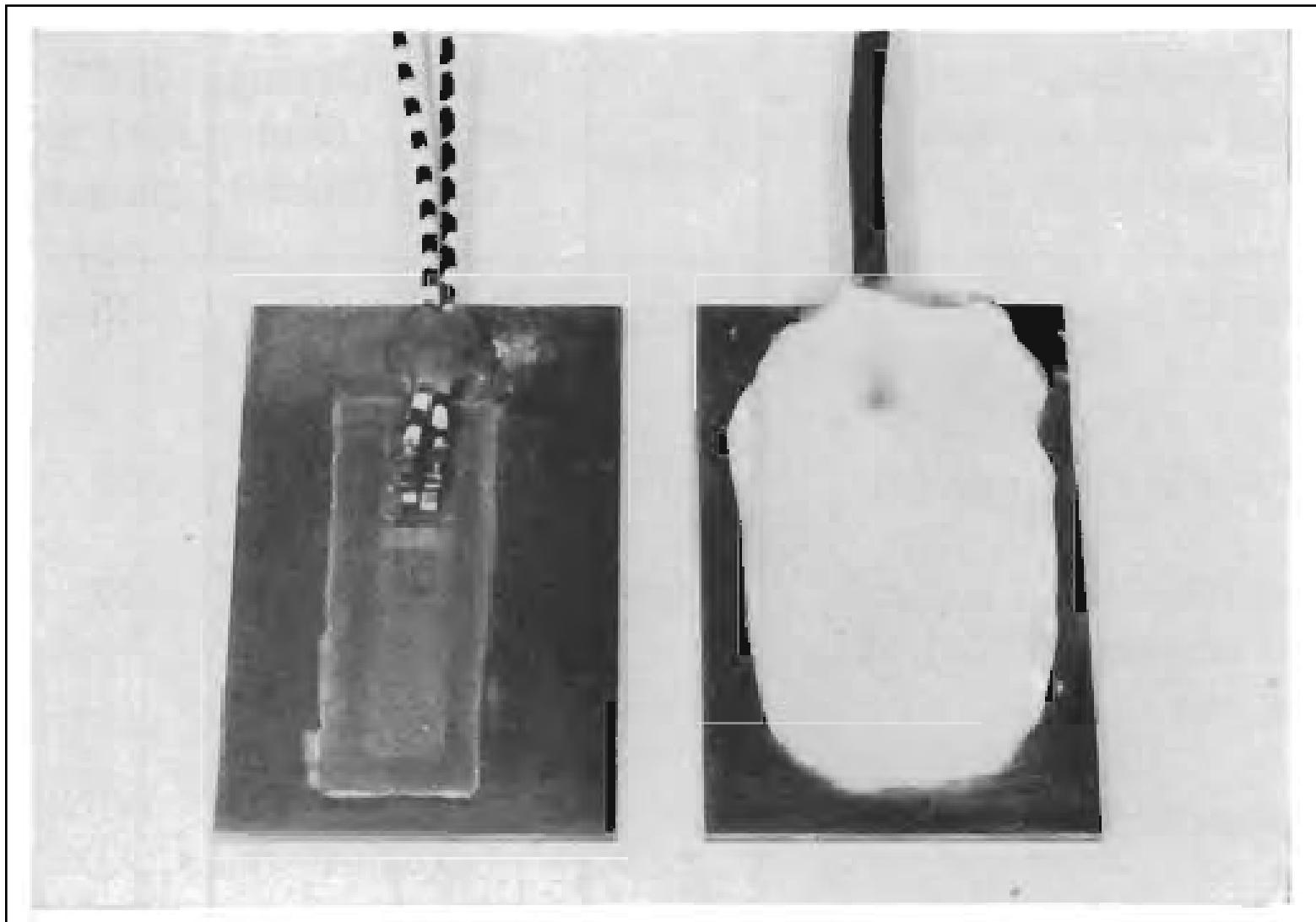
A equação básica de um sensor de deformação será, portanto:

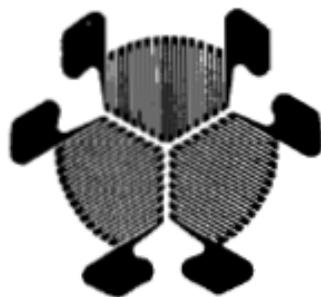
$$\frac{dR}{R} = k \cdot \frac{dL}{L}$$



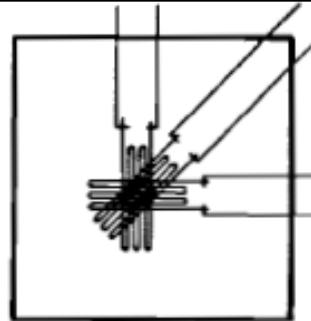
Many years of development and experience have given the strain gauge properties which can be fully exploited; however, only if the gauges are correctly applied to the surface to be investigated. Cementing strain gauges is not difficult, but it does call for a definite procedure. Some rules are set forth below, while further details are contained in the directions packed with the various cements. Experience is always a great help.



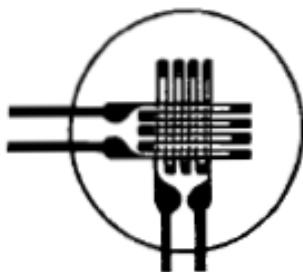




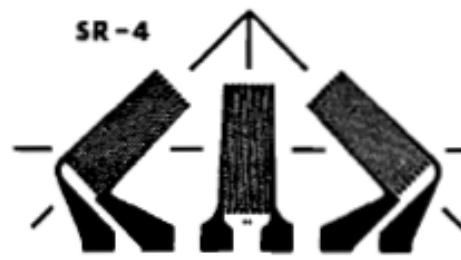
FABR-50D-12SX
3-Element
60° Planar
(foil)



AR-1
3-Element Rosette
45° Stacked
(wire)



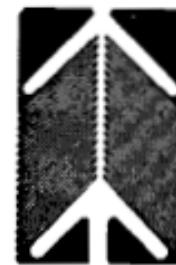
FABX-50-12SX
2-Element Rosette
90° Stacked
(foil)



SR-4
FAER-25RB-12SX
3-Element Rosette
45° Planar
(foil)



FABT-25A-12SX
2-Element Rosette
90° Planar
(foil)



FAED-25B-35SX
2-Element Rosette
90° Shear Planar
(foil)

