

**INSTRUMENTAÇÃO**

Em relação ao exercício da última aula, onde queríamos fazer um conversor corrente - tensão:

se quisermos uma sensibilidade alta de $1V/10mA$, o valor das resistências teria que ser: $= 100M\Omega$

$$R_{\text{equiv}} = \left(1 + \frac{R_2}{R} + \frac{R_2}{R_1} \right) R$$

resistência
(=)

→ todo esse cálculo através da sensibilidade } $R_{\text{equiv}} = 100M\Omega$

$R = V/I$ ← da sensibilidade

Considerando $R = 1M\Omega$ e $R_1 = 1k\Omega$, então $R_2 = 99k\Omega$.

↓ valores já nós dimensionados

para demonstrar o que vimos na última aula, que devemos utilizar + resistências de valores baixos com dez de valores altos!

devido a sua tolerância

→ ver conceitos!

CAP. I → ver com muita atenção!! ⇒ versões

<u>Resolução</u>	<u>Precisão</u>	<u>Exatidão</u>
mínimo incremento que consegue medir (memor. valor que se pode "ler")	terno um valor a digito, por exemplo, $5 \pm 0,5cm$ (na régua)	tem erro com a média
↑ régua	↑ tem	↓ Se \bar{n} tiver uma boa média (próxima do valor "real"), \bar{n} é exato.
↓ $5 \pm 0,5$ precisão	↓ tem base com se o desvio padrão é desfezível ou \bar{n}	↓ basicamente, tem → muito a ver com o desvio padrão
(ver valores e linhas)		

→ Vamos dar principalmente sistemas de 1ª ordem!

⊗ precisa que entremos com uma alimentação / energia.

ver conceito!

⊗ → usaremos uma grandeza física sobre ele e ele vai um sinal elétrico

ATIVO] exercendo uma força sobre ele, ele dá um sinal elétrico → fornece assim a energia \oplus

→ PASSIVO] termos que forneçam energia ao sistema para obter sinal elétrico

SENSOR

no ponto de vista elétrico, convertemos uma grandeza não elétrica para uma grandeza elétrica

TRANSDUTOR

ou converte

uma grandeza (como a temperatura) física para uma grandeza física

→ sistemas instrumentados com o objetivo de tratar um sinal elétrico.

CAP. II

SENSORES DE DESLOCAIMENTO: FORÇA, PRESSÃO, ...

- Extensômetros | sensores com estruturas resistentes

→ são sensores com as seguintes estruturas:

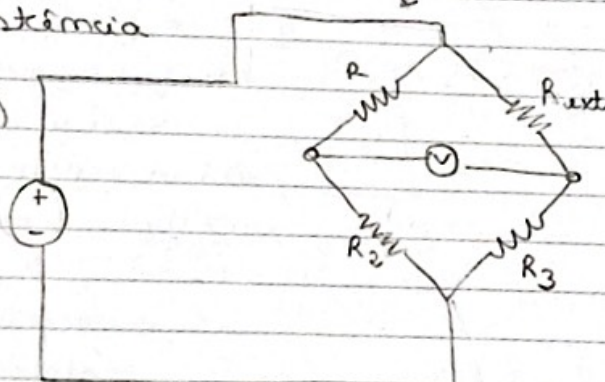
→ ao sofrer um deslocamento ao aplicar uma força, vai sofrer uma perturbação/deformação, variando a sua resistência (a do extensômetro)

PONTE DE WHEATSTONE

→ com resistências (ou seja, resistivos)

Logo não há

termos 4 termos: 3 resistências e 1 extensômetro.



Se $V = 0$, significa-se a seguinte relação:
$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_3}{R_{ext}}$$

→ Todos os sensores resistentes podem usar a Ponte de Wheatstone!

→ Para aumentar a sensibilidade do sistema é necessário colocar 4 extensômetros (normalmente 4).

Aspecto negativo: os extensômetros não ficam muito afetados (a nível do uso computacional) com a variação da temperatura.

⇓

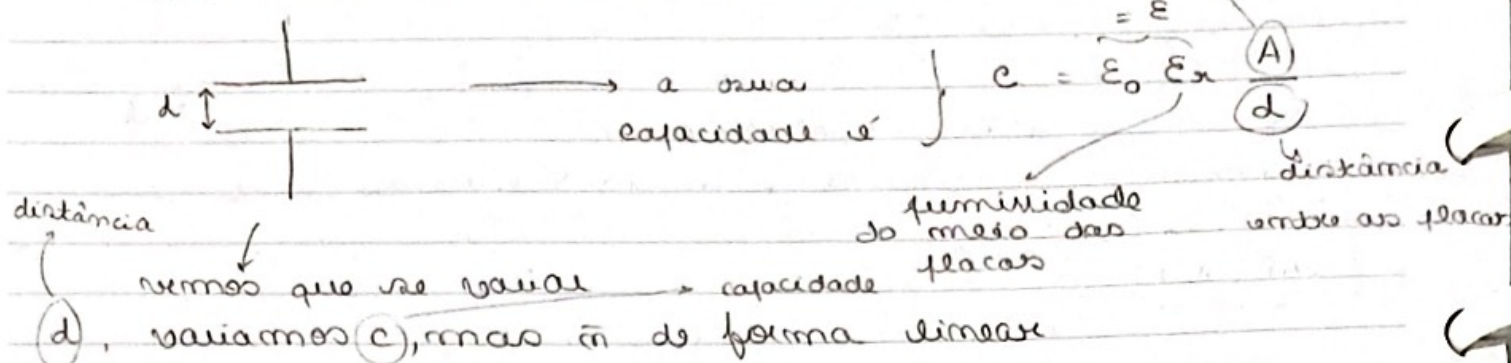
mas a estrutura com 4 extensômetros pode minimizar este aspecto negativo



• Sensores capacitivos

→ podem ser combinados / ligados a outros tipos de sensores para trabalharem em conjunto.

não baseados num condensador:

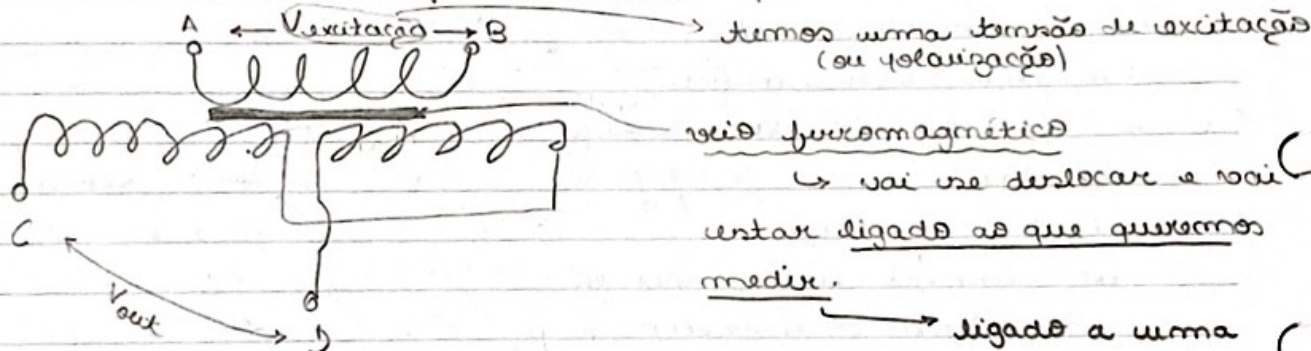


é preciso, porque precisa de estar inserido num circuito, ou seja, precisa de corrente e energia.

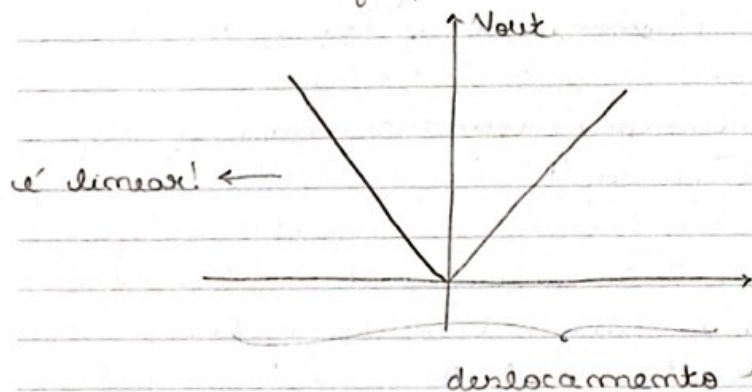
sensor

• LVDT → "Linear Variable Differential Transformer" (Sensor Indutivo)

é um tipo de sensor que:



Verendo um gráfico o V_{out} :



Todo o circuito tem que estar bem centrado e depois apenas se desloca o eixo.

quanto maior o deslocamento, maior vai ser o valor de V_{out} .

as condições dos extensómetros

Vantagem: a temperatura não afeta este LVDT (a temperatura os críticos é + aconselhável usar o LVDT do que os extensómetros).

→ Term + precisão (basta um pequeno deslocamento que altera o CM).

é um sensor indutivo (porque depende de uma indutância, da bobina)

• Sensor Piezoelétrico → materiais: quartzo (exemplo)

→ sensor ativo porque os materiais, ao exercerem forças mecânicas, eles geram um pequeno valor elétrico, que depois é amplificado.

a força é linear à pressão exercida no material, sendo por isso que é ⊕ o sinal elétrico quanto ⊕ a força

Sensor linear (apesar de no circuito haver um condensador).

SENSORES DE MEDIÇÃO DE TEMPERATURA (TÉRMICOS)

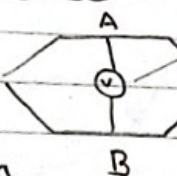
combinação de ≠ materiais

• Termopar:

sensor ativo

temperatura de referência

T_{ref}



temperatura que queremos saber (ou medir)

existe uma tensão aqui que é dada por:

$$V = \alpha (T_{ref} - T_2)$$

a diferença de temperatura gera

uma pequena tensão !!

coeficiente térmico ou de Seebeck } depende de cada material

→ Efeito de Seebeck

existem materiais que têm materiais que têm condutividade térmica e elétrica e por isso a diferença → ou variação de temperatura gera tensão elétrica

→ basicamente, gera um sinal elétrico com a variação da temperatura

Efeito de Peltier → é o contrário (temos uma corrente num material que aquece / resfria a temperatura)

→ basicamente, uma pequena variação da tensão provoca um aumento da temperatura.



como a tensão produzida é muito baixa a saída do termopar, precisamos de um amplificador a sua saída.

• Termistor → é um resistor passivo

↳ é muito pequeno e é usado para medir temperaturas muito pontuais

é construído usando materiais semicondutores (do grupo IV → como o silício)

~ não é um metal!!

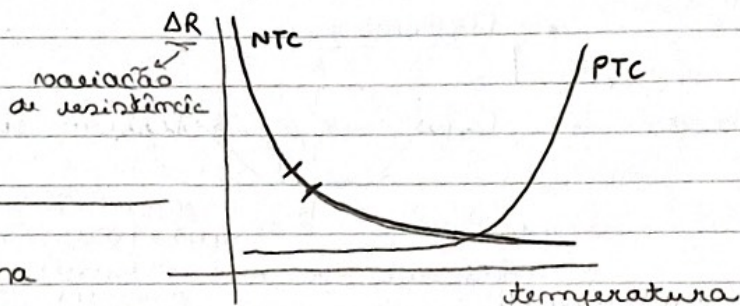
existem 2 tipos: (de termistores)

PTC - "Positive Temperature Coefficient"

aqui é o conteúdo do NTC (ver gráfico)

NTC - "Negative Temperature Coefficient"

manusear são + fáceis de usar porque apresentam uma ΔR a partir de uma certa temperatura:



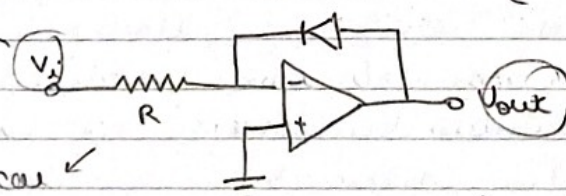
~ não é linear!!

para linearizar tinha que se buscar um circuito com um amp. logarítmico

com um diodo na

malha de realimentação;

desenhemos que colocamos o sinal de cima aqui



aqui ia sair o sinal linearizado

se o aplicarmos a forma de onda de cima a baixo, ele fica linearizado.

ou seja, colocando aqui o circuito do termistor, consegue linearizar o sinal de saída!!

△ é muito usado

porque a uma certa temperatura é quase linear (ver no gráfico acima)

→ isto pois funciona como uma resistência

- RTD → resistências dependentes da temperatura
→ temos materiais que são metais

ex.: Pt 100 (o + usado) → vem da Platina
(da a resistência a 100°C) → $0,385 \Omega / ^\circ C$
varia a resistência conforme aumenta a temperatura.
são elevadamente lineares
($\oplus R \Rightarrow \oplus T$)

→ Também se pode fazer aquela ponte como se faz com os termistores
PONTE DE WHEATSTONE

⚠ Todos os sensores que possuem resistências podem ser colocados na ponte.

- Termômetros de radiação → é um sensor sem contacto!!
→ ex.: termômetros sem contacto
baseia-se na Lei de Stefan
constituídos por resistências
porque precisa de uma fita, por exemplo
fusão de ultrâmica para furar

CAOR
está na região do infravermelho (IV)
dig que a energia de um corpo:
 $E = \sigma \cdot T^4$
coeficiente Stefan
temperatura medida

→ logo o sensor vai funcionar nos infravermelhos!

fibra ótica e está para deixar passar a radiação infravermelha → Microsistema completo

NOTA: este sensor funciona por radiação (e não por contacto). Tem um tempo de resposta muito rápido e uma sensibilidade na ordem dos $0,1^\circ C$.

SENSORES MAGNÉTICOS

- sensor de efeito de Hall

→ usa materiais semicondutores com uma certa espessura (na ordem dos mm)

aplicamos um CM no eixo dos z, um CE no eixo dos x e verifica-se a criação de um CE (E_H) na direção do eixo dos y.

chegou-se à conclusão que:

$$R_H = \frac{E_H}{j_x B_z}$$

coeficiente de Hall

CM no eixo dos z

densidade de corrente (que é proporcional ao CE na direção do eixo dos x)

uma tensão de Hall

CE/tensão de Hall

isto vem da lei de Ohm: $j = \sigma E$

CARCHIVO Ingenio

⊗ estas ranhuras não fazem com que um comprimento de onda específico seja refletido e não chegue ao final da fibra.

Não esqueça: $\vec{j} = \sigma \vec{E} \longrightarrow I = \frac{V}{R}$

daqui utilizamos que a condutividade é o inverso da resistividade e que a corrente é proporcional ao CE (a d.d.s.).

Se tivermos alguma coisa com um CM e medirmos RH, conseguimos usar o sensor magnético para fazer contagem, por exemplo.

→ Pode-se, assim, fazer um sensor sem contato!!

SENSORES DE FIBRA ÓTICA (ou óticos) **EM** que diz que não há interferências

usa o comprimento de onda $\lambda = 1550 \text{ nm}$ (a + normal / usada) → para comunicações

ou com um sensor muito sensível (se deformar, altera logo os valores todos)

numa ponta temos uma fonte de luz e na outra um detector de luz

⚠ Não é um sensor muito utilizado.

• FBG → fibra Bragg gratings

λ na ordem do UV = gralha
→ muito baixa
não jogar num laser e numa fibra ótica e fazer pequenas ranhuras

formam uma gralha
se injetarmos uma luz branca (com todos λ) na fibra e [deixar aquelas ranhuras], vai haver a difração, e vai refletir o λ que eu apenas quero mas transmite tudo exceto o que foi refletido.

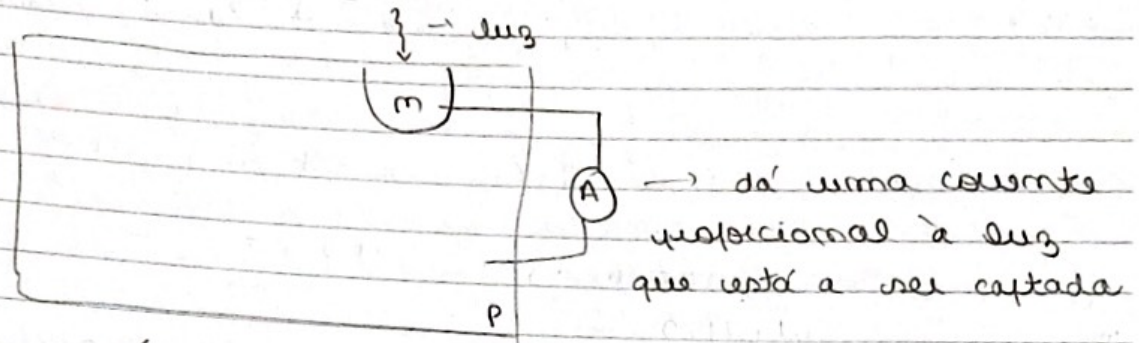
Este sensor também pode ser usado como sensor de temperatura (pois a temperatura varia muito, se não estabilizada) e de deslocamento, aplicado na ponta de um transdutor (pois tem uma sensibilidade muito grande).

NOTA: este é o sensor ótico com maior sensibilidade

→ Usa, é muito usado porque multiplica o ruído apenas através do λ do que é refletido.

• Fotodiodo (fotodetector + usado) → todo esse um sistema de detecção de luz
é, em qual, feito de material semicondutor

como uma junção pn:

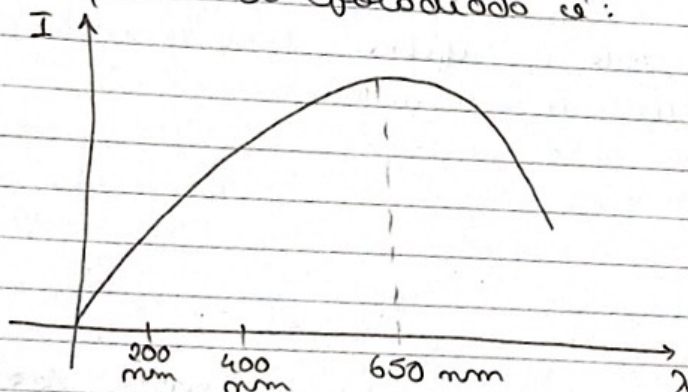


em laboratório, usamos:



→ Pode ser polarizado (colocar + tensão nos terminais) para reduzir o ruído (o ruído vai sair + amplificado).

A resposta do fotodiodo é:



→ a resposta é maior perto do infravermelho!!

daqui vemos que: $\Rightarrow \oplus \lambda \Rightarrow \oplus \text{ sinal} \Rightarrow + \text{ corrente}$
 $\Rightarrow \ominus \lambda \Rightarrow - \text{ corrente}$

MONOCROMATOR → tem um grelha dispersador de luz que a partir de uma luz branca consegue medir o λ selecionado selecionar um λ que vai passar na amostra.

basicamente, tem uma grelha que permite selecionar um determinado comprimento de onda.

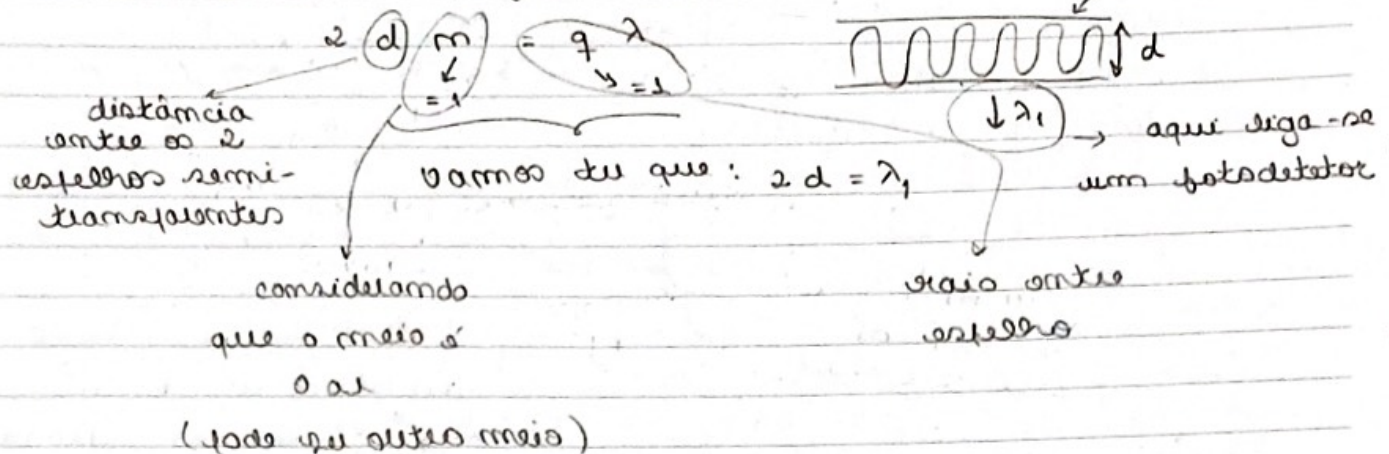
é muito bom para ver as biomoléculas!!



△ Outro refletor de luz, um vez da gelha, pode ser o quimica.

(...)

→ tem um refletor ou dispersor de luz
→ ver cavidade Fabry - Perot!



→ essas experiências, o sinal é muito baixo e por isso precisamos de um detector + complexo

ao contrário do fotodiodo

o que é Tubo Fotomultiplicador!

é muito sensível! Daí é que não precisa de chegar muita luz (basta 1 ou 2 fótons, por exemplo).

o fóton ao chegar causa o efeito fotoelétrico que libera um e^- , que vai ser acelerado

(...)

△ O valor da resistência vai corresponder ao valor dos fótons introduzidos!!

ou o tubo em uma explicação

→ Em todos os fotodiodos, se os sinais forem conseguimos medir corrente na mesma → Dark current / corrente no escuro

→ isto devido a temperatura (ou excitação térmica) ou ter melhor detecção

→ solução: conseguimos detectar + até se arruina estes fotodetectors!

→ pois baixamos tem a dark current!

ex.: $T = 25^\circ\text{C} \rightarrow 0,5\text{mA}$
dark current

Tem que se diga qual é a temperatura a que mediram a dark current porque depois com a excitação térmica pode ser \neq !

\rightarrow use um apontamentos do Carlos!! \Rightarrow "Lab-on-a-chip"

SENSOR DE RADIAÇÃO

\rightarrow é um detector de raios-x
tem comprimentos

de onda: $\lambda = 10^{-10} - 10^{-12}\text{m}$

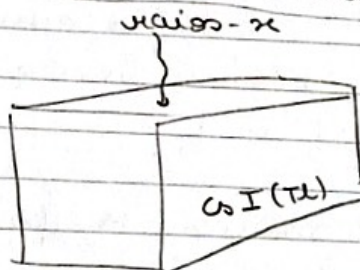
dar em voltagens medi com fotodiodos e assim

material que converte raios-x em luz

para detectar precisamos de um material que receba-se raios-x e de um circuito elétrico guardado em luz

mas no qual não conseguimos (os que conseguem são tóxicos)

o que consegue é o Iodeto de Césio com Tálcio (CsI(Tl))



que pode ser medida com fotodiodos ou brilhante

\rightarrow se ficar verde quer dizer que o comprimento de onda é $\lambda = 550\text{nm}$.

Conseguimos fazer um sensor para os raios-x porque temos um material que é sensível aos raios-x e que nos dá luz visível, ou seja, luz verde!!

\downarrow
usando um método indireto!!

materiais cintiladores \rightarrow medem qualquer radiação e transformam em luz visível!

\downarrow
ou seja, estes materiais que recebem radiação de raios-x e emitem luz visível são cintiladores.

NOTA: este sensor não mede só luz, como tem qualquer tipo de radiação.