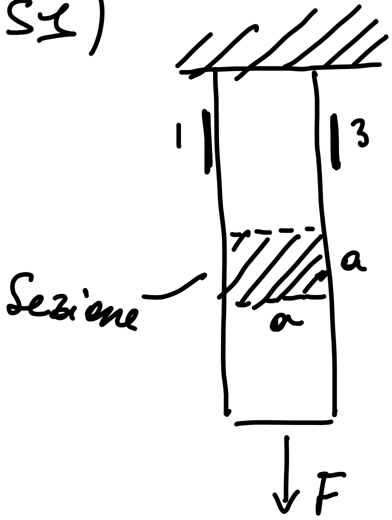
Esercitazione 3 - Estensimetri

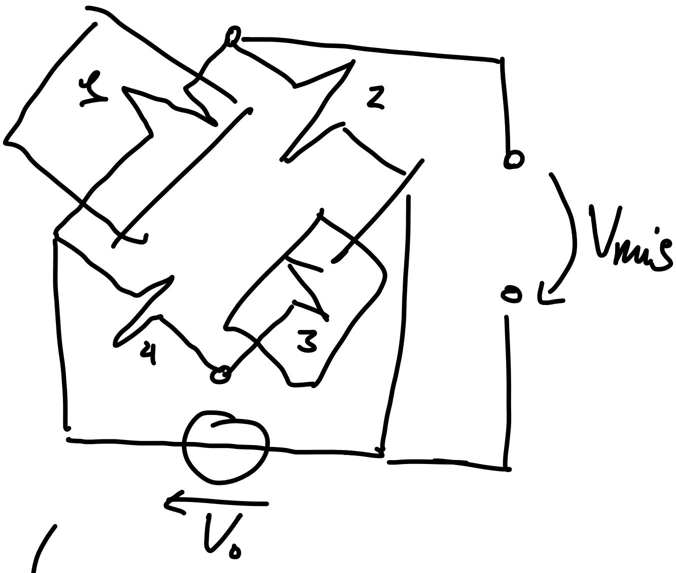
↳ 2° argomento in esame è estensimetri

Ripasso è su Webeep è ci sono 2 pagine con quello che serve a livello pratico

Metti ~~...~~ link a testo (?)

ES1)





Ponte Wheatstone

↳ sempre 4 lati con un numero variabile di lati attivi

Quelli opposti si sommano non importa il loro nome

Ci sono 2 punti dove si misura lo sbilanciamento e 2 punti dove si alimentato

$$V_{MIS} = \frac{V_0}{4}\left(\frac{\Delta R_1}{R_1} - \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_3}{R_3} - \frac{\Delta R_4}{R_4}\right)$$

Fissando questo come (+) fissiamo il segno del resto.

Una variazione positiva della resistenza R_1, significa un aumento in V_{MIS}

R_1 e R_3 sono estensimetri mentre R_2 e R_4 sono resistenze di completamento.

Quindi in questo caso:

$$V_{MIS} = \frac{V_0}{4}\left(\frac{\Delta R_1}{R_1} - \cancel{\frac{\Delta R_2}{R_2}} + \frac{\Delta R_3}{R_3} - \cancel{\frac{\Delta R_4}{R_4}}\right)$$

$$= \frac{V_0}{4}\left(\frac{\Delta R_1}{R_1} + \frac{\Delta R_3}{R_3}\right)$$

Per connettere questo alla deformazione è :

$$\frac{\Delta R_i}{R_i} = k\varepsilon_i$$

k → Sensibilità di estensimetro in questo caso $=2$, e maggior parte dei casi

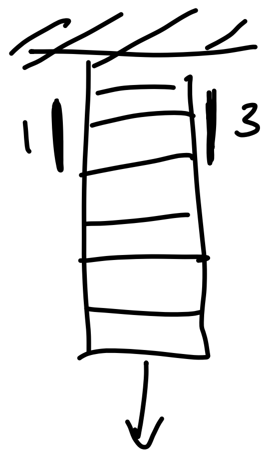
estensimetro
k metallico = 2

k semi-conduttori = 100

Mettendolo insieme

$$V_{mis} = \frac{V_0}{4}\left(\frac{\Delta R_1}{R_1} + \frac{\Delta R_3}{R_3}\right) = \frac{V_0}{4} k \left(\varepsilon_1 + \varepsilon_3\right)$$

In questo problema:



La configurazione significa che

$\varepsilon_1 = \varepsilon_3 = \varepsilon_a$

Questo cambia di caso in caso e in base alla configurazione

$$V_{mis} = \frac{V_0}{4} \cdot k \cdot 2\varepsilon_a$$

deformazione

$k_p \rightarrow$ fattore di ponte, amplificazione dell'effetto della deformazione data dalla configurazione degli estensimetri

Di solito c'è anche un fattore di amplificazione introdotto alla centralina quindi abbiamo:

$$V_{letta} = G_0 V_{mis} = G \frac{V_0}{4} k \, 2 \varepsilon_a$$

↳ Letta alla centralina

Non arriverà mai a 1 se non è un non-met

$$\varepsilon_a = \frac{4 V_{letta}}{G_0 V_0 k_p k} = 0,0013 \frac{mm}{mm} = 1300 \frac{\mu m}{m}$$

$$E_a = \frac{\sigma_a \rightarrow [MPa]}{\varepsilon_a \rightarrow [adim]} \qquad \sigma_a = \frac{F_a}{A} = \frac{F}{a^2} = 100 MPa$$

$E_a \rightarrow [MPa]$

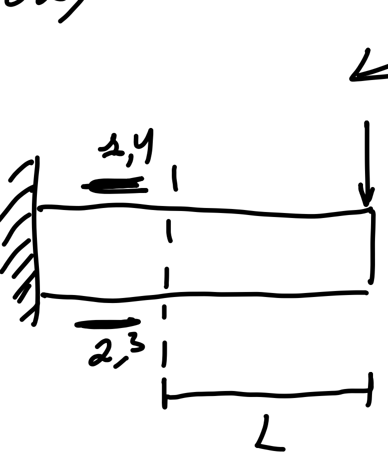
↳ di solito in mm per avere MPa

$$E_a = \frac{100 MPa}{0,0013 \frac{mm}{mm}} = 77000 MPa$$

↳ Alluminio

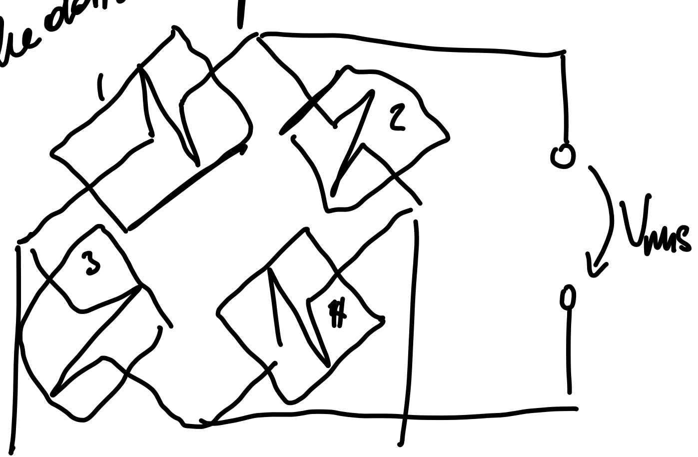
E52)

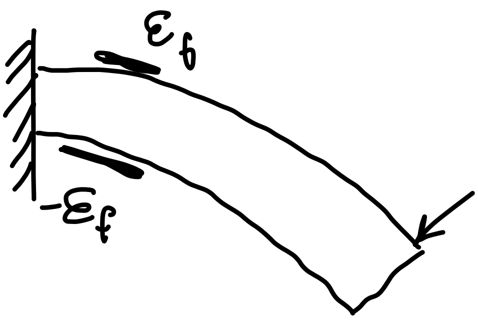
$\boxed{E_i}$ non mettiamo le 2 insieme perché così si cancellano. Mettiamo le 4 insieme perché si sommano

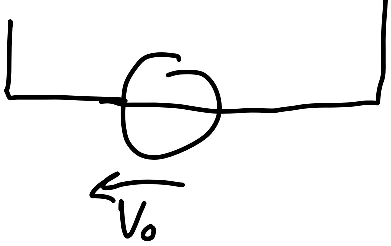


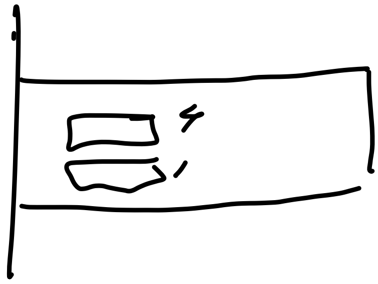
e dicono che dobbiamo piazzarne

Ci dicono che ce ne sono 4, quindi ne dobbiamo mettere 4.

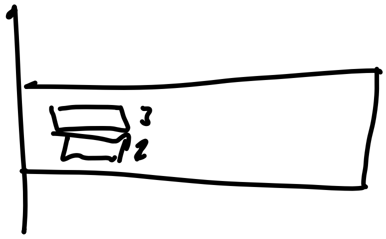


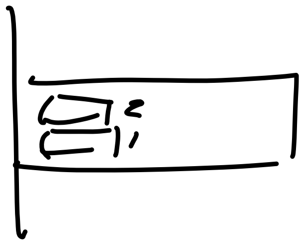






Misurazione della flessione con ponte intero è memorizzabile.





X No

Per controllare orientamento controlliamo equazione:

$$V_{MIS} = \frac{V_0}{4}\left(\frac{\Delta R_1}{R_1} - \frac{\Delta R_2}{R_2} - \frac{\Delta R_3}{R_3} + \frac{\Delta R_4}{R_4}\right) =$$

$$= \frac{V_0}{4} k\left(\varepsilon_1 - \varepsilon_2 - \varepsilon_3 + \varepsilon_4\right) = \frac{V_0}{4} k(4\varepsilon_f)$$

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_f = \varepsilon_4$$
$$\varepsilon_2 = -\varepsilon_f = \varepsilon_3$$

$$V_{letta} = G\frac{V_0}{4} k(4\varepsilon_f)$$

$M_f = F \cdot L = 10N \cdot 200\ mm = 2000 Nmm$

$$\sigma_f = \frac{M_f}{W_f} = \frac{2000 Nmm}{160\ mm^3} =$$

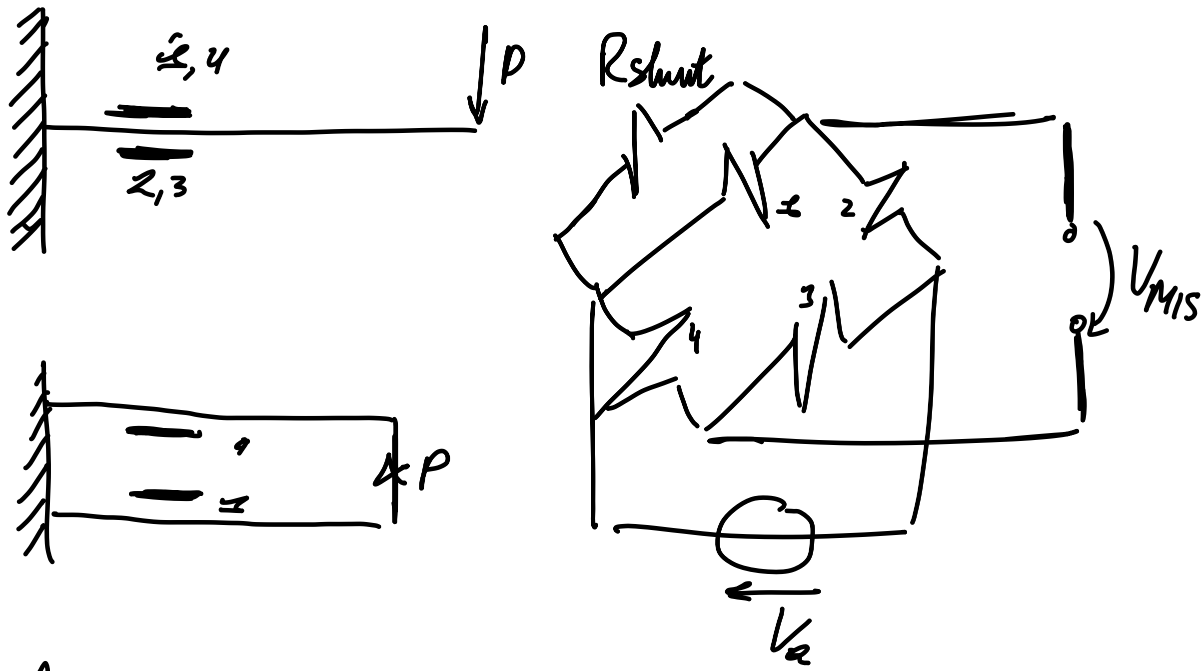
$\hookrightarrow$ Dato

$\hookrightarrow$ Modulo di resistenza alla resistenza)
Quello che useremo, viene dato di solito

$$\varepsilon_f = \frac{\sigma_f}{E} = 1,79 \cdot 10^{6}\ \frac{N}{mm^2}$$

$V_{letta} = 0,893 V$

Esercizio 3

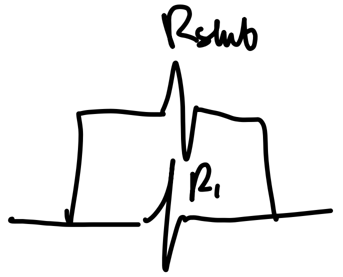


$R = 120\Omega$

$k = 2$

Viene introdotto $R_{shunt} = 12k\Omega$ e esce $V_{shunt}^{letta} = -2,475$

in parallelo al lato 1



Prima era R_1

Ora diverso

Creiamo una differenza di resistenza artificiale

$$R_{\parallel} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{shunt}}\right)^{-1} =$$

$$= \frac{R_1 R_{shunt}}{R_1 + R_{shunt}} = 118{,}812\,\Omega$$ → Non sarà mai più grande della resistenza iniziale

$$\Delta R_1 = R_{\parallel} - R_1 = -1{,}188\,\Omega$$

Non serve k perché è una deformazione simulata quindi non importa

$$V_{letta}^{shunt} = G_0 \frac{V_0}{4} \frac{\Delta R_1}{R_1} = -2{,}475\,V$$ ← noto da dati la sensibilità

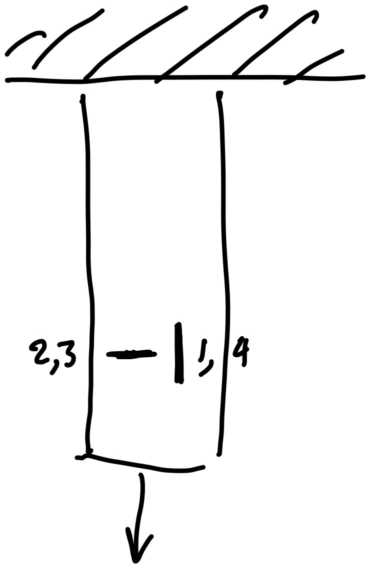
$$\Rightarrow G_0 = \frac{4\,V_{letta}^{shunt}}{V_0} \cdot \frac{R_1}{\Delta R_1} \approx 1000$$

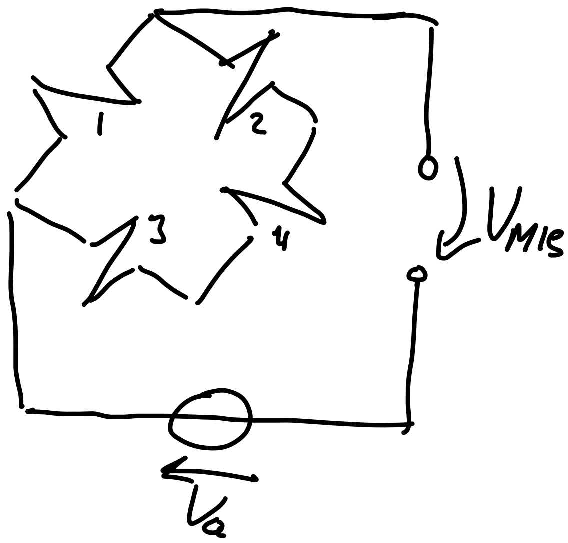
→ Non sostituiamo con k ε perché non c'è ε

V_{shunt} è sempre dato, quindi possiamo metterlo sul lato opportuno.

Se lo avessimo messo su 2 avremmo dovuto mettere un meno prima nel calcolo di V_{shunt}^{letta}

4)





Posizione per misura di Fass con ponte intero, è per minimizzare effetti e aumentare la sensibilità

$$V^{letto} = \frac{V_0}{4} G \left(\frac{\Delta R_1}{R_1} - \frac{\Delta R_2}{R_2} - \frac{\Delta R_3}{R_3} + \frac{\Delta R_4}{R_4} \right) =$$

$$= G_0 \frac{V_0}{4} k \left(\varepsilon_1 - \varepsilon_2 - \varepsilon_3 + \varepsilon_4 \right) =$$

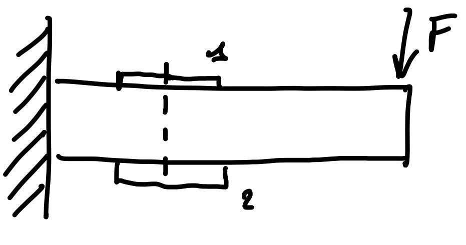
$$\begin{cases} \varepsilon_1 = \varepsilon_a = \varepsilon_4 \\ \varepsilon_2 = \varepsilon_{tr} = -\nu \varepsilon_a = \varepsilon_3 \end{cases}$$

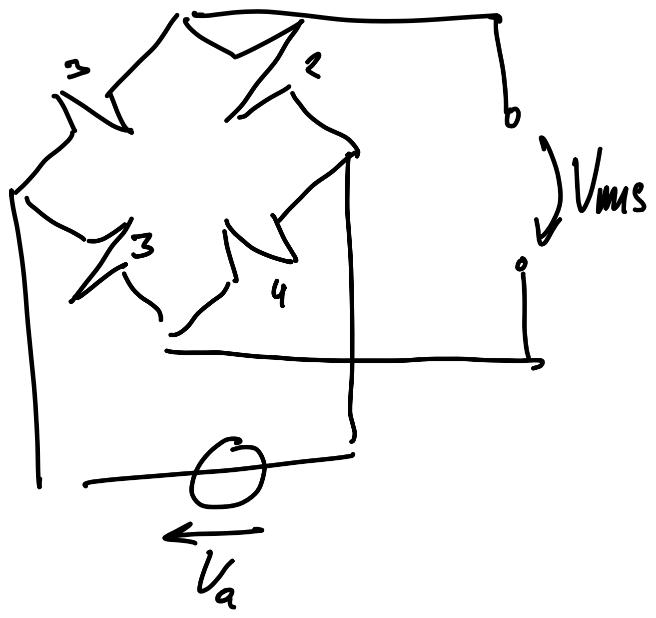
$$= G_0 \frac{V_0}{4} k \left(2\varepsilon_a + 2\nu\varepsilon_a \right) = G_0 \frac{V_0}{4} k \, 2 \underbrace{(1+\nu)}_{\text{Fattore di ponte}} \varepsilon_a$$

Tipico per misura di deformazione assiale con ponte intero

$$\varepsilon_a = \frac{V_{letto} \cdot 4}{G_0 V_0 k \cdot 2(1+\nu)} = 0{,}001792 \ \frac{mm}{mm}$$

ES 5)





2 estensimetri da posizionare

se vogliamo usare 4 lo metto con 1, se voglio 2 o 3 li metto sotto.

In realtà 1 e 2 è preferibile, ma 4 non è sbagliato

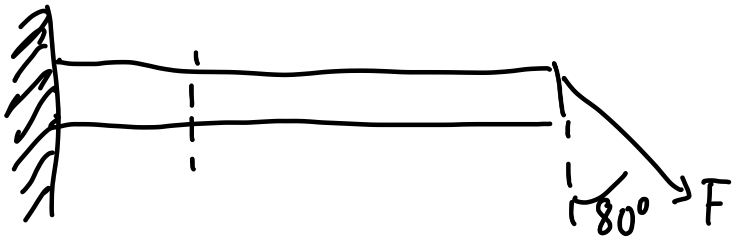
possiamo compensare effetti termici

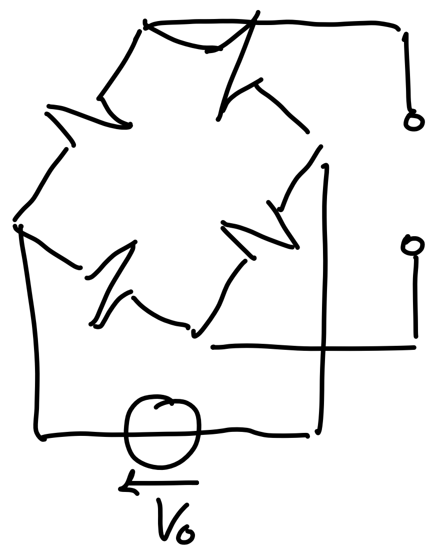
Ha deciso di andare direttamente

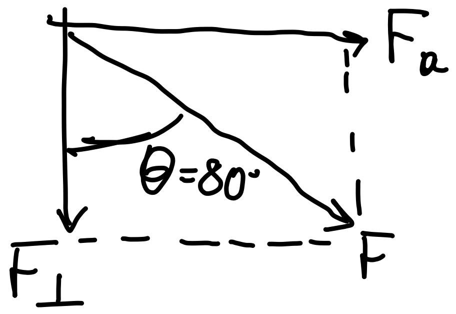
$$V_{letta} = G_0 \frac{V_0}{4} k (2\varepsilon_0) =$$

$$\varepsilon_f = \frac{4 V_{letta}}{G_0 V_a k_0 k} = 0{,}001148 \ \frac{mm}{mm}$$

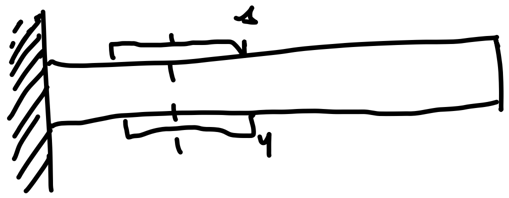
ES6)



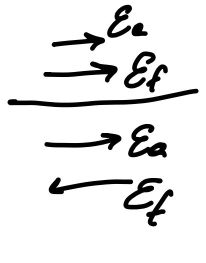




Vogliamo misurare solo effetto assiale, dobbiamo scegliere una configurazione opportuna.



Metto il 4 perché somma, lasciandoci $2\varepsilon_a$ e $\varepsilon_f - \varepsilon_f = 0$, quindi è quello che vogliamo, ma non riusciamo a compensare gli effetti termici



← vogliamo solo ε_a

$$V_{letta} = G \frac{V_0}{4}\left(\frac{\Delta R_1}{R_1} - \frac{\Delta R_2}{R_2} - \frac{\Delta R_3}{R_3} + \frac{\Delta R_4}{R_4}\right) =$$

$$= G \frac{V_0}{4} k \left(\varepsilon_1 - \cancel{\varepsilon_2} - \cancel{\varepsilon_3} + \varepsilon_4\right) = G \frac{V_0}{4} k (2\varepsilon_a)$$

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_a + \varepsilon_f$$

$$\varepsilon_4 = \varepsilon_a - \varepsilon_f$$

$$F_a = F\sin(\theta_0) = 3004\,N$$

$$\varepsilon_a = \frac{\sigma_a}{E} = \frac{F_a}{EA} = 5{,}83 \cdot 10^{-5}\ \frac{mm}{mm}$$

$$\Rightarrow V_{esdo} = 0{,}292\,V$$

$$r_V = \frac{GV_0}{4} K2 \cdot r_\varepsilon = 0{,}0005\,V$$

r_ε → risoluzione di deformazione

r_V → risoluzione in tensione

$$r_V = \frac{FS_V}{2^N} \rightarrow 2^N = \frac{FS_V}{r_V} \rightarrow N = \frac{1}{\ln 2} \ln \frac{FS_V}{r_V} = 13{,}29$$

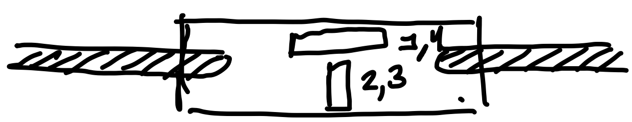
N → bit che servono per sostenere la risoluzione

S_V → Fondo scala

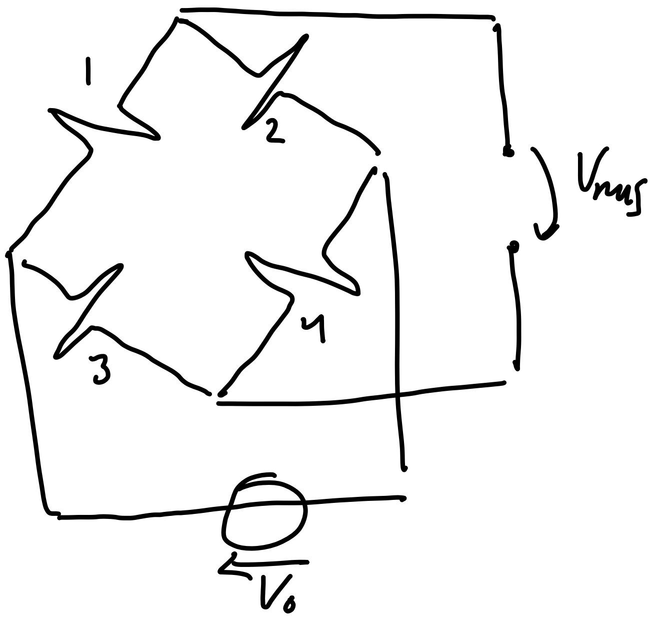
$= 5V - 0V = 5V$

Visto che vogliamo almeno r_V, servono più bit per averlo quindi $N=14$

ES7)

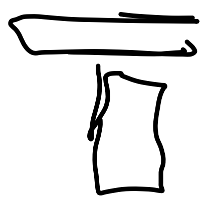


Scelto come spiegato prima



Determinare sensibilità $S = \dfrac{\text{output}\,[V]}{\text{input}\,[V]} = \dfrac{V_{delta}}{V_0}$

$$V_{delta} = G \frac{V_0}{4} 2(1+\nu) k \varepsilon_a =$$



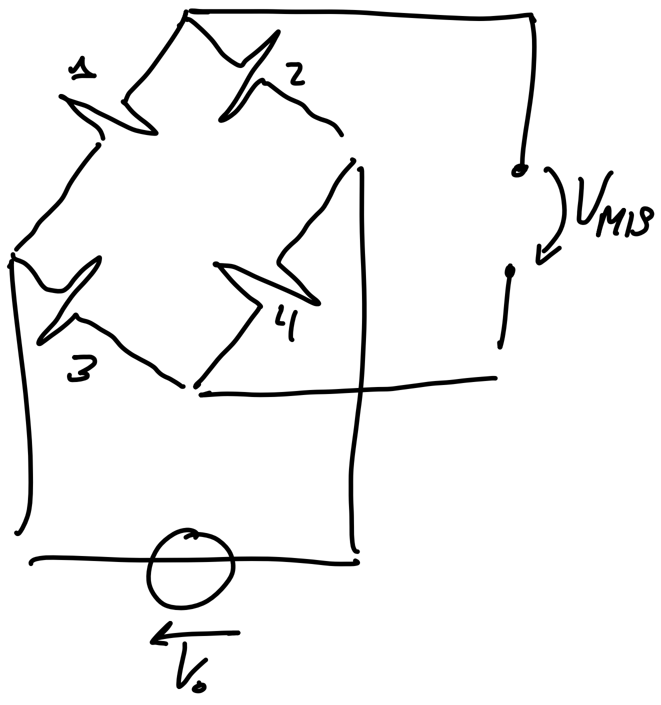
bh

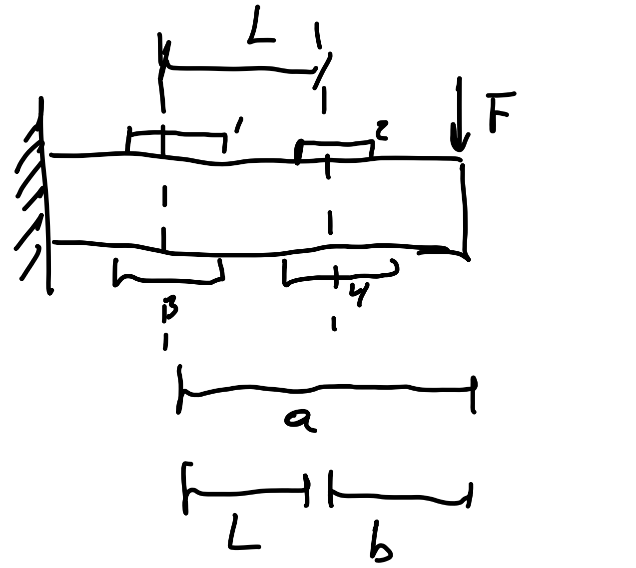
$$F = \sigma A = \varepsilon E A$$

$$\varepsilon_a = \frac{F}{EA} =$$

$$S = \frac{V_{delta}}{F} = G \frac{V_0}{4} 2(1+\nu) k \frac{F}{EA} = 6{,}19 \cdot 10^{-4} \frac{V}{N}$$

ES 8) Importato





$$\varepsilon_1 = \frac{M_{f1}}{E\,W_f} = \frac{F\,a}{E\,W_f}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{M_{f2}}{E\,W_f} = \frac{F\,b}{E\,W_f}$$

$$\varepsilon_3 = \frac{M_{f3}}{-E\,W_f} = \frac{-F\,a}{E\,W_f}$$

$$\varepsilon_4 = -\varepsilon_2 = \frac{-F\,b}{E\,W_f}$$

Facciamo in modo che ci esce a-b che è L che è un valore noto.

Vogliamo

$$\varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_4 - \varepsilon_3$$

Da questo abbiamo assegnato i nomi agli estensimetri (eccetto 1) come sono nel diagramma.

$$V_{uscita} = G \frac{V_0}{4} k \left(\varepsilon_1 - \varepsilon_2 - \varepsilon_3 + \varepsilon_4\right) = G \frac{V_0}{4} k \frac{F}{E W_f} \left(a - b - (-a) - b\right)$$

$$= G \frac{V_0}{4} k \frac{F}{E W_f} 2L$$