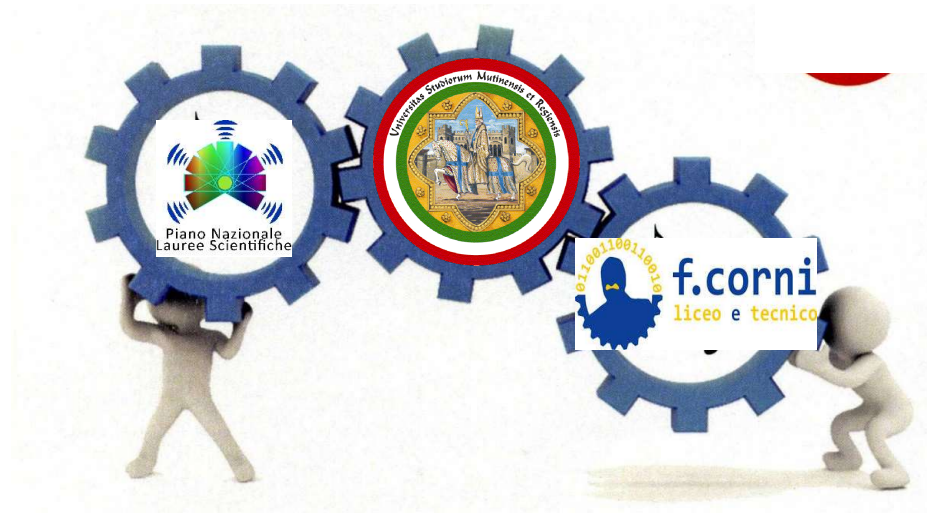


Competizione o collaborazione?



In Fisica tutti i fenomeni sono prodotti dalla competizione e/o dalla collaborazione tra forze.
In questo Laboratorio analizzeremo....

Competizione o collaborazione?



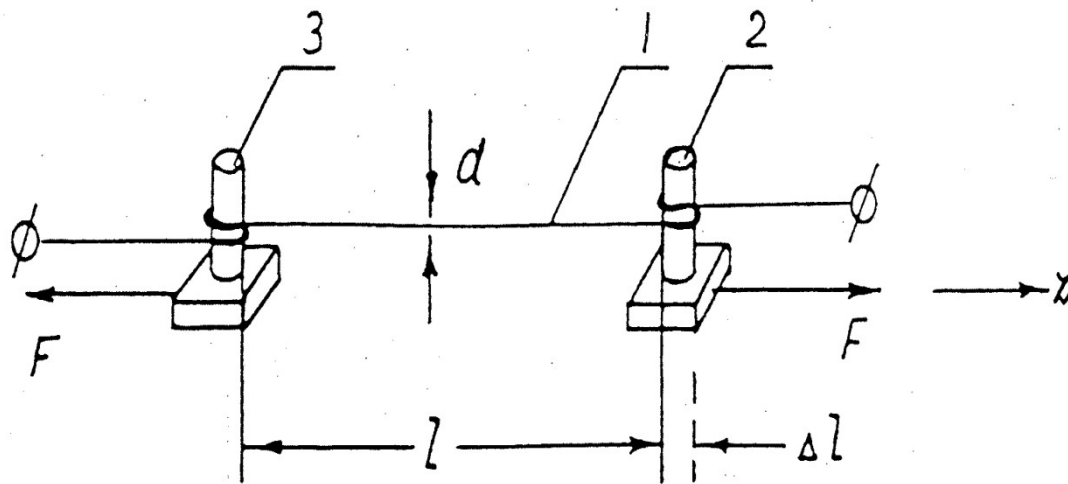
... l'effetto di una forza elastica sulla conduzione elettrica

Effetto di una forza elastica sulla conduzione elettrica come principio operativo per la misura di una grandezza fisica

Il fenomeno della **PIEZORESISTENZA**

1856: Lord Kelvin dimostra che la resistenza R di un filo di rame e di un filo di ferro cambiano il loro valore quando i fili sono meccanicamente deformati.

descrizione del fenomeno



Filo metallico (1) teso tra due piccoli pioli elettricamente isolanti (2, 3) vincolati a muoversi lungo la direzione z sotto l'azione della forza F

$$\text{Resistenza del filo: } R = \rho \frac{l}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

L = lunghezza efficace

ρ = resistività

d = diametro.

Δl variazione della lunghezza

L'effetto della deformazione meccanica

E' una variazione della resistenza elettrica che, espressa in termini relativi $\left(\frac{\Delta R}{R}\right)$, vale:

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta l}{l} - 2 \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta \rho}{\rho}$$

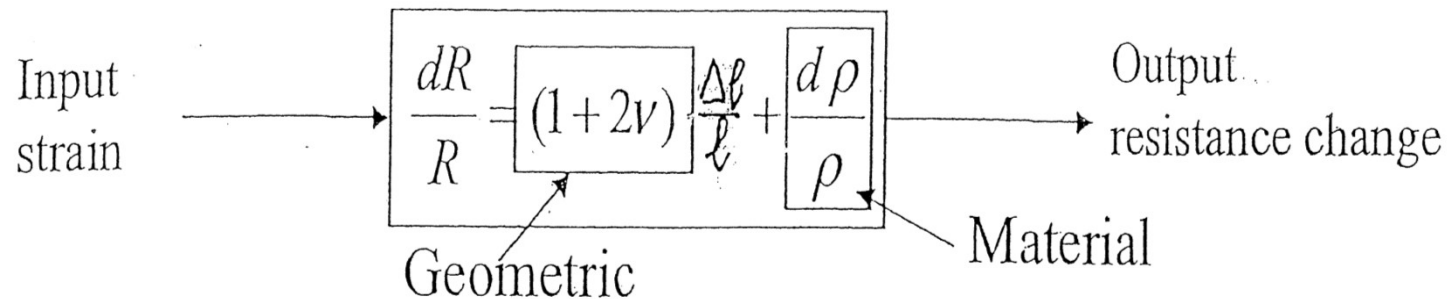
$\frac{\Delta l}{l}$ = *deformazione longitudinale del filo*

$\frac{\Delta d}{d}$ = *deformazione radiale (o trasversale) del filo*

$$\frac{\Delta d}{d} = -\nu \frac{\Delta l}{l} \quad \nu = \text{rapporto di Poisson del materiale: } \frac{\text{deformazione trasversale}}{\text{deformazione longitudinale}}$$

Funzione di trasferimento del filo

$$\frac{\Delta R}{R} = (1 + 2\nu) \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta \rho}{\rho}$$



Fattore di sensibilità piezoresistiva

$$GF = \frac{\frac{\Delta R}{R}}{\frac{\Delta l}{l}}$$

*dalla misura della variazione relativa di R
alla determinazione della deformazione Δ/l*

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{GF} \frac{\Delta R}{R}$$

Misura di forza

La **legge di Hooke** afferma che l'allungamento relativo del filo $\frac{\Delta l}{l}$ è direttamente proporzionale alla forza specifica (o stress) $\frac{F}{A}$ con:

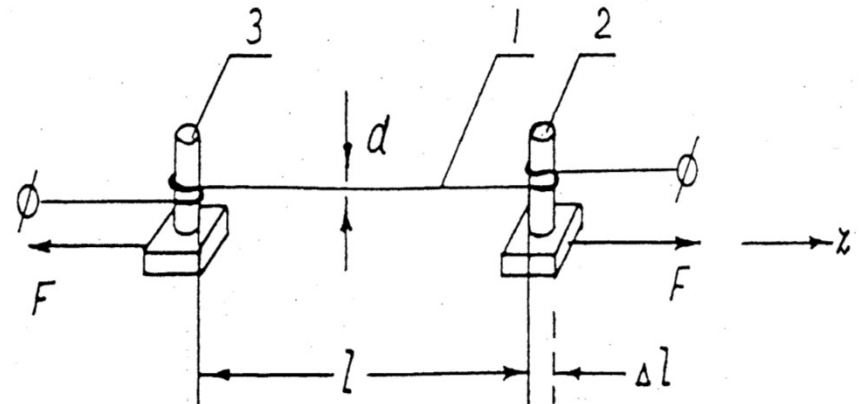
F = forza applicata al filo e A = area della sua sezione trasversale.

In formule:

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{E} \frac{F}{A} \quad E = \text{modulo di elasticità del materiale costituente il filo}$$

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{\Delta R}{R} \frac{1}{GF} \quad \frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{E} \frac{F}{A} \quad \frac{1}{E} \frac{F}{A} = \frac{\Delta R}{R} \frac{1}{GF}$$

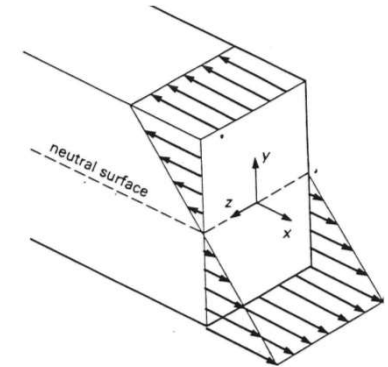
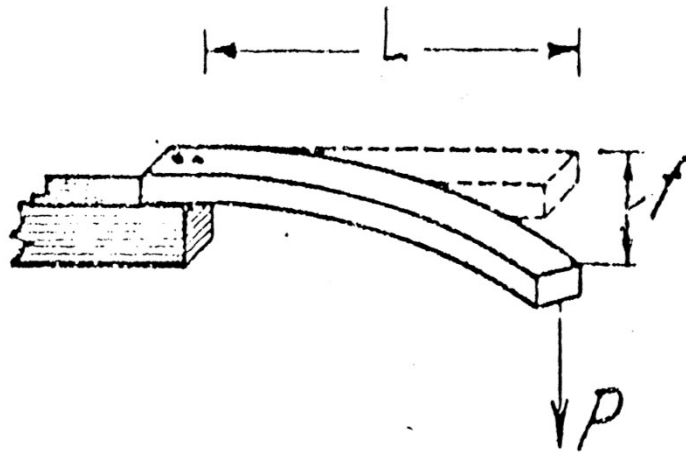
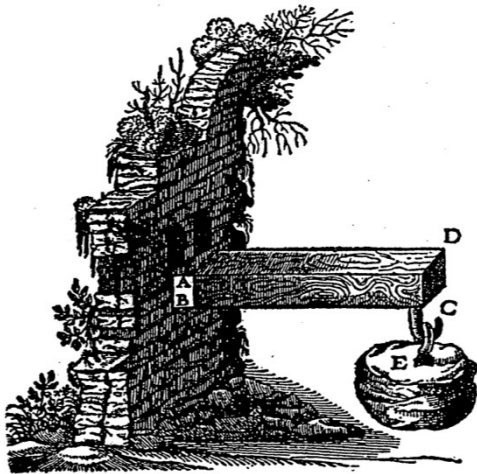
$$F = \frac{EA}{GF} \frac{\Delta R}{R}$$



Cantilever come generatore di deformazione

Flessione

Galileo: prova di flessione



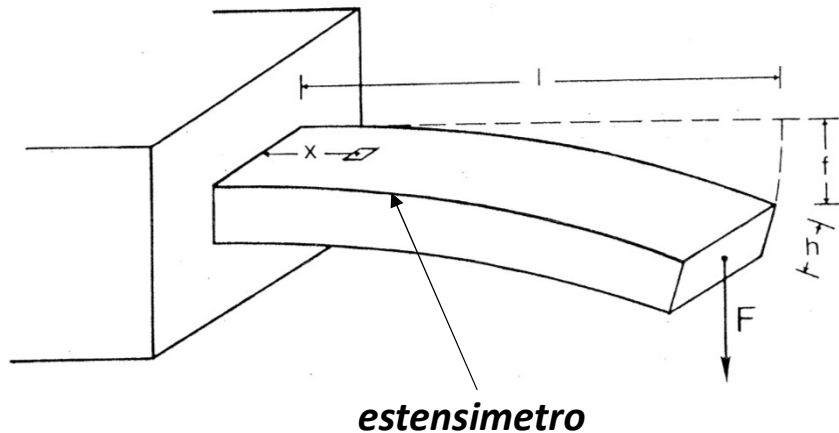
Elemento elastico vincolato ad un estremo e libero all'altro soggetto ad una forza trasversale.

La massima deformazione è nel vincolo e si annulla all'estremo libero.

Nella sezione trasversale la deformazione varia da zero sull'asse longitudinale a un valore massimo, positivo e negativo, sulle superfici rispettivamente superiore e inferiore.

Applicazione dell'effetto di piezoresistenza

Cantilever con estensimetro (o strain gage)



Il cantilever converte la forza F in una deformazione meccanica

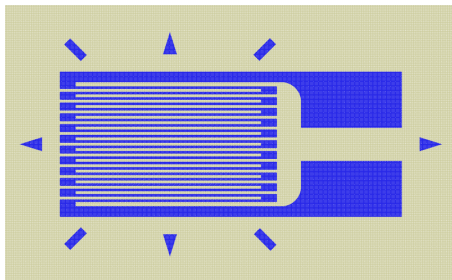
Estensimetro «etch foil»

converte la deformazione in una variazione di resistenza elettrica

Lamina metallica sottile (4-5 μm) fissata su un supporto flessibile di spessore tra 25 e 30 μm ..

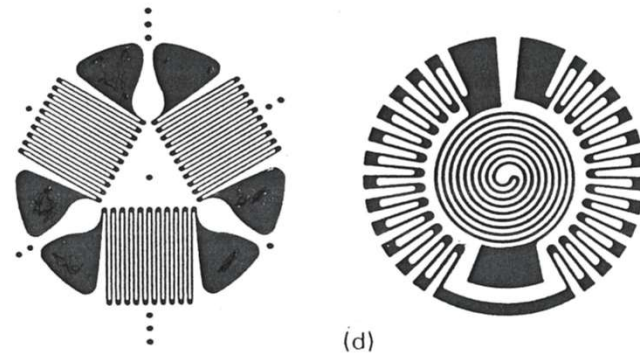
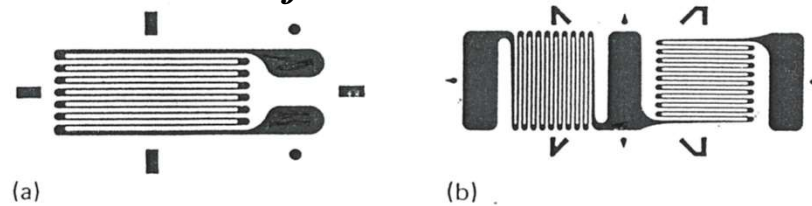
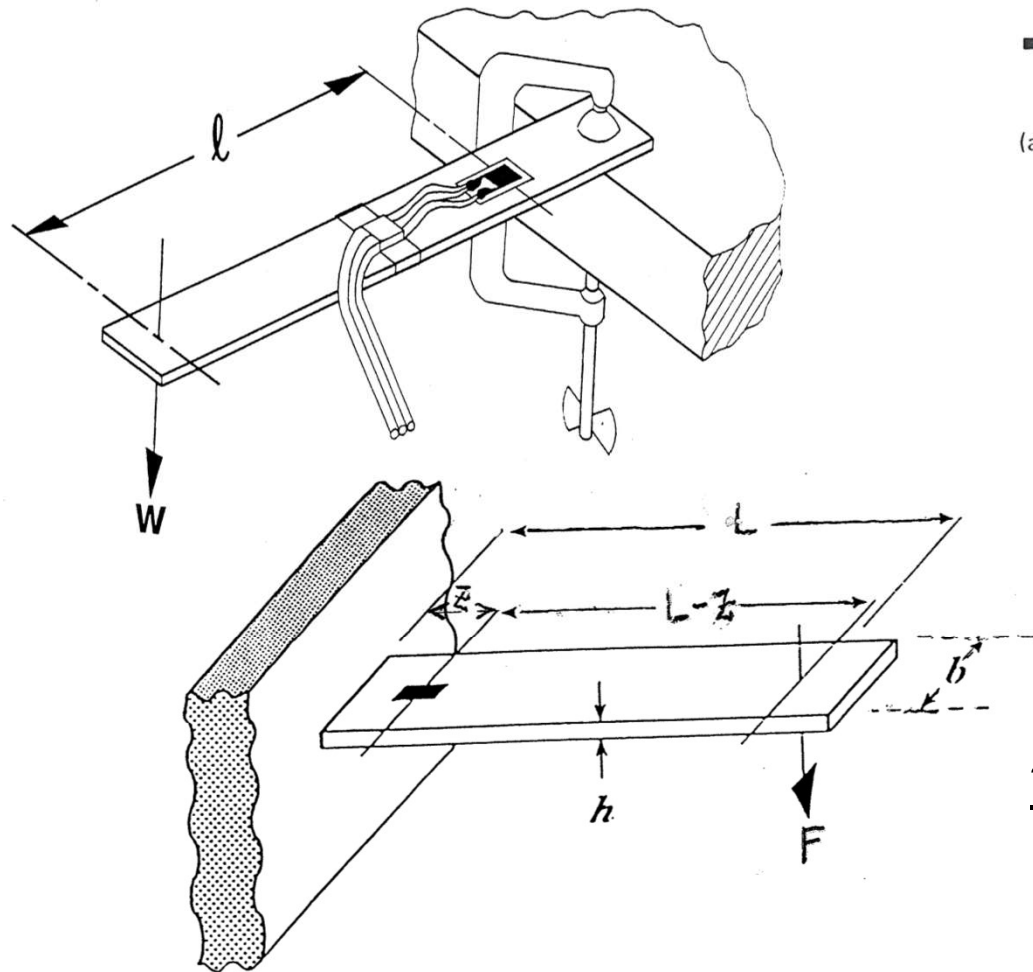
Dalla lamina è ricavato un percorso conduttivo sensibile alla deformazione. da cui è ricavato il percorso conduttivo sensibile alla deformazione.

L'insieme, come un francobollo, è applicato in una zona superficiale del cantilever. con n collante.



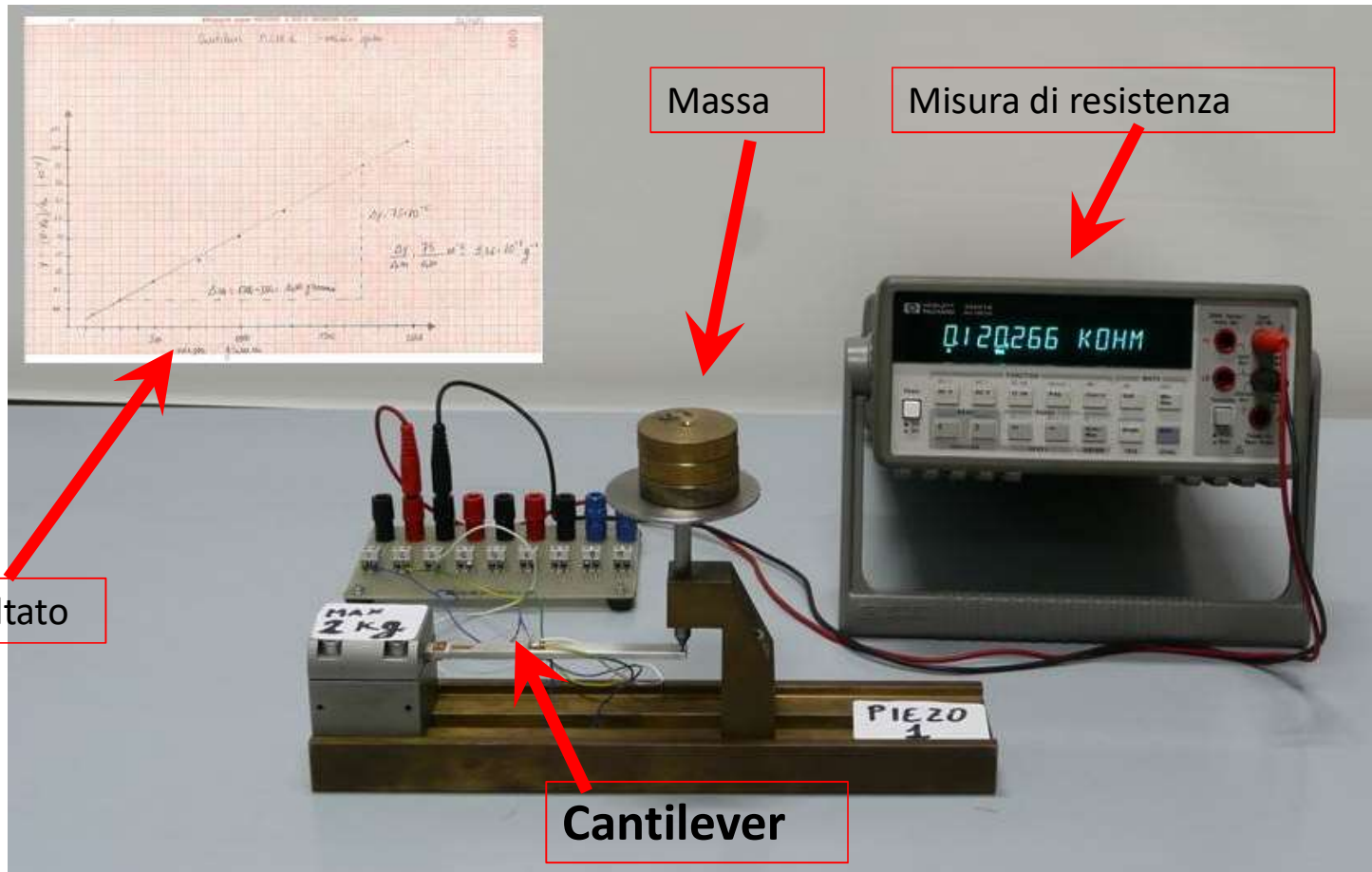
Accoppiamento estensimetro - cantilever

alcune forme di estensimetri

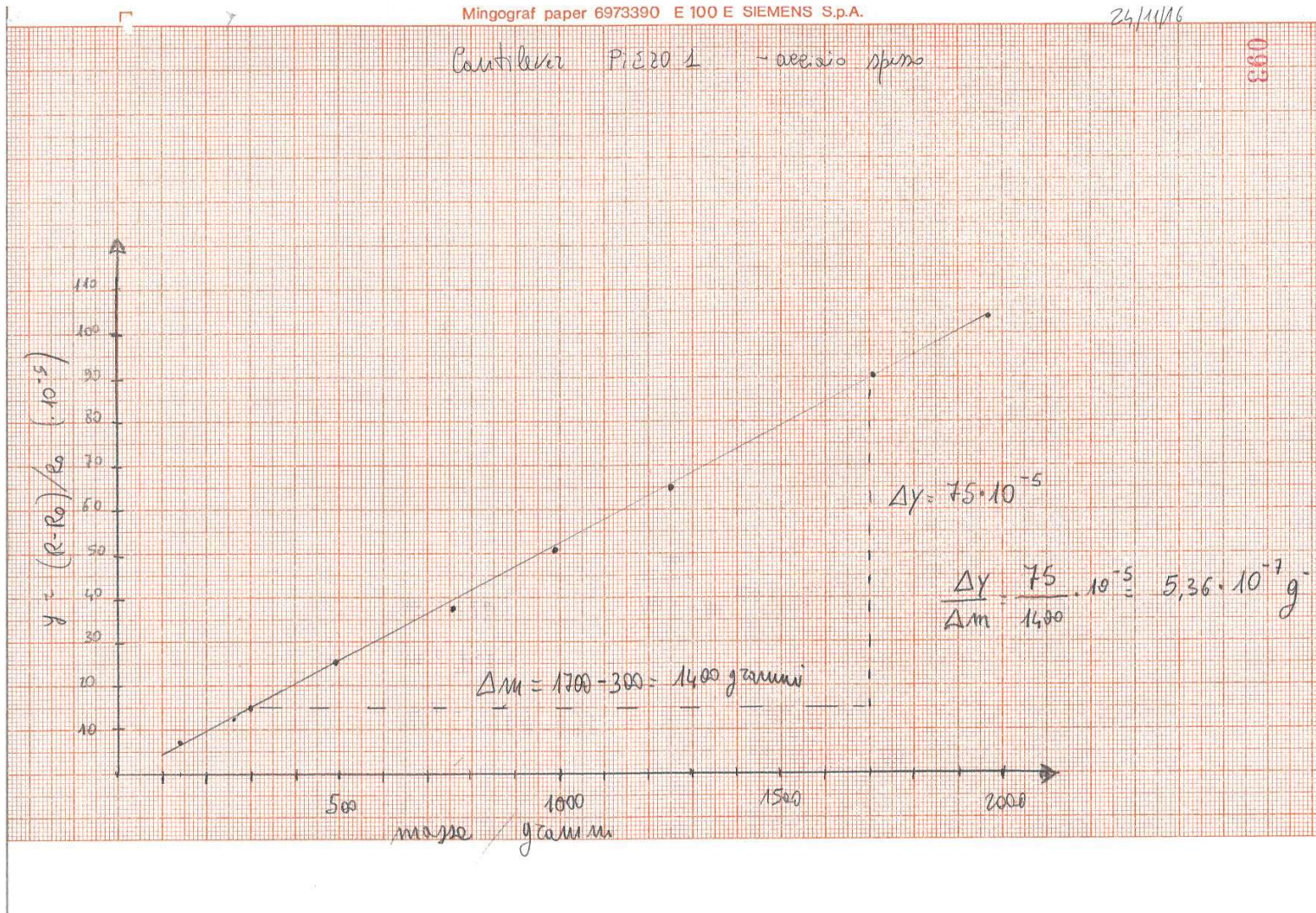


$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{6(L - z)GF}{Ebh^2} F$$

Allestimento apparato strumentale



Variazione relativa di resistenza in funzione della massa



Schema per la relazione finale

Obiettivo dell'esperimento

Materiale

Metodo

Risultati raccolti

Elaborazione dei risultati e discussione

Conclusioni