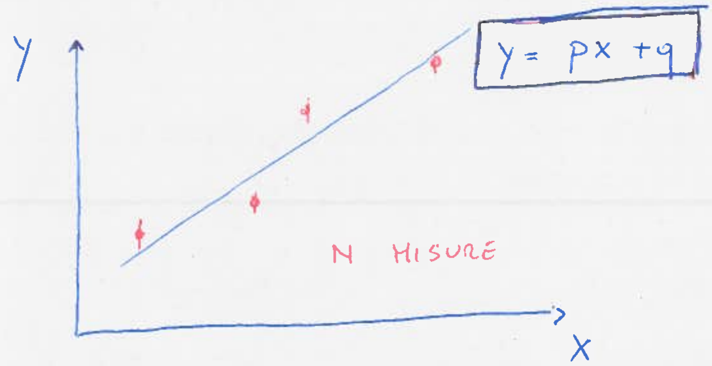
METODO DEI MINIMI QUADRATI

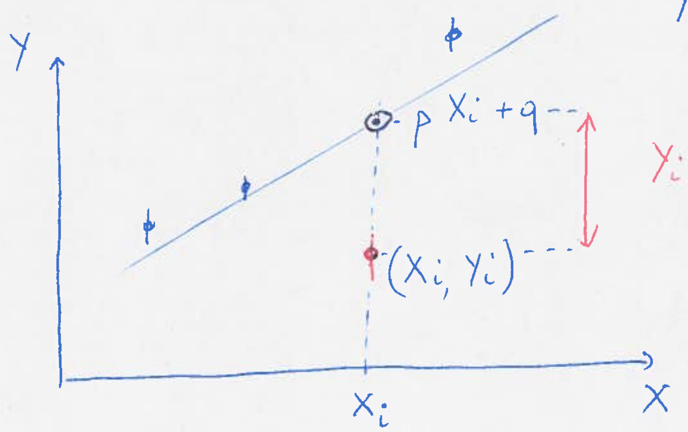
Hyp: ANDAMENTO LINEARE FRA Y E X



X_i SENZA INCERTEZZE

$Y_i \pm u$ STESSA INCERTEZZA CHE SUPPONIAMO NOTA

SCOPO DETERMINARE LA RETTA $y = px + q$ CHE MEGLIO APPROSSIMA I DATI SPERIMENTALI



Y_i MISURA $pX_i + q$ STIMA

$$Y_i - (pX_i + q)$$

DIFF. FRA MISURA E STIMA

MIGLIOR RETTA $\Longleftrightarrow$ DISTANZA FRA STIMA E MISURA MINIMA

$$U = \sum_{i=1}^{N} \left[Y_i - (pX_i + q) \right]^2$$

CERCO p, q TALI CHE U E' MINIMO

$$\begin{cases} \dfrac{\partial U}{\partial p} = 0 \\[2ex] \dfrac{\partial U}{\partial q} = 0 \end{cases}$$

2 EQUAZIONI IN 2 INCOGNITE $\longrightarrow$ 1 SOLUZIONE p, q

$\boxed{\longrightarrow \text{ VEDI FORMULARIO}}$

INCERTEZZE DI p E q

PROPAGAZIONE DELLE INCERTEZZE

$$p = p(X_i, Y_i) \qquad q = q(X_i, Y_i)$$

$$u^2(p) = \sum_{J=1}^{N} \left(\frac{\partial p}{\partial Y_J}\right)^2 u^2(Y_J) = ----$$

FORMULARIO $u(Y_J) = u$

$$u^2(q) = \sum_{J=1}^{N} \left(\frac{\partial q}{\partial Y_J}\right)^2 u^2(Y_J) = ----$$

CALCOLO DI u

Hyp: u NON DIPENDE DALLA MISURA $u(Y_J) = u$

① CONOSCO u PER ALTRE VIE (E MI FIDO !!)

② STIMO u PARAGONANDO I DATI AL "MODELLO LINEARE"

$$u^2 = \frac{\sum_{J=1}^{N} \left[Y_J - (p X_J + q)\right]^2}{N - 2}$$

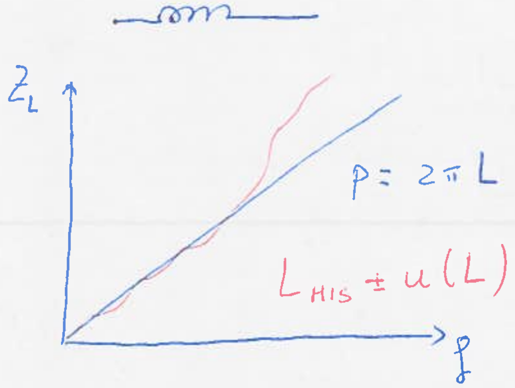
\# GRADI DI LIBERTA'

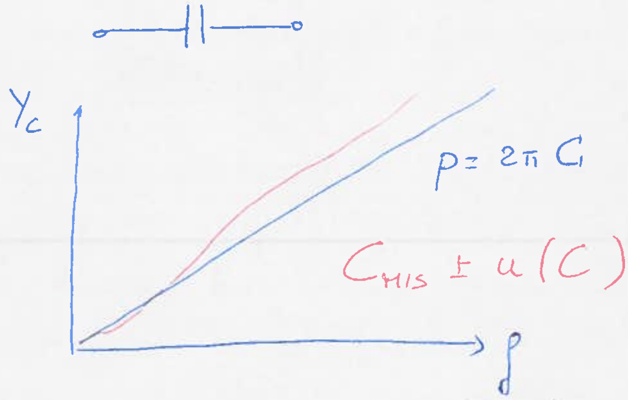
QUESTO E' QUELLO CHE FA LA CALCOLATRICE STATISTICA

APPLICAZIONI

$Z_L = j\omega L$

$Y_C = j\omega C$





$u(L)$, $u(C)$ SI CALCOLANO DA $u(p)$

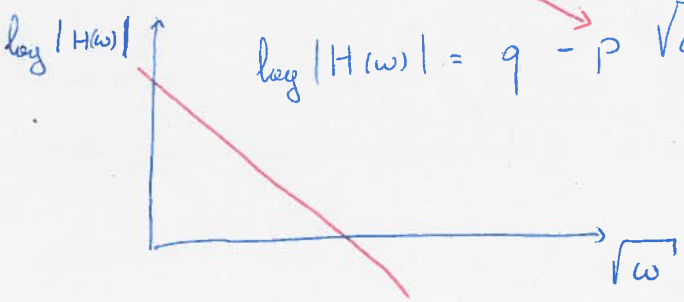
- LINEARIZZAZIONI

$$H(\omega) = A_0 \, e^{(-\alpha\sqrt{\omega} + j\omega\tau)}$$

$$|H(\omega)| = A_0 \, e^{-\alpha\sqrt{\omega}}$$

$$\log|H(\omega)| = \text{COST} - \alpha\sqrt{\omega}$$

$$\log|H(\omega)| = q - p\sqrt{\omega}$$



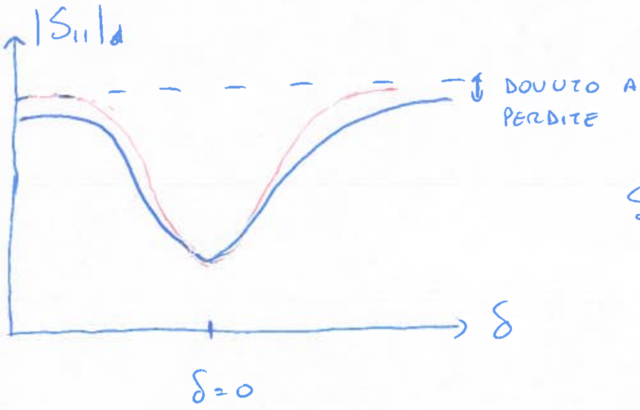
--- CARTE LOGARITMICHE

SE $Y_j \pm u(Y_j)$ E X_j SENZA INCERTEZZA

$$U = \sum_{j=1}^{N} \left[\frac{Y_j - (p X_j + q)}{u(Y_j)} \right]^2$$

MINIMI QUADRATI E FIT NON LINEARI

ESEMPIO MISURE IN RIFLESSIONE IN CAVITA'



$$S_{11} = \frac{Z_{CAV} - Z_0}{Z_{CAV} + Z_0}$$

$$= \alpha \frac{\beta - 1 + j Q_0 \delta}{\beta + 1 + j Q_0 \delta} = g(\alpha, \beta, Q_0, \delta)$$

α LOSS

β COUPLING FACTOR

Q_0 QUALITY FACTOR

SE $\alpha \neq 1$ O NON SI PUÒ ANDARE NELLA DETUNED SHORT POSITION

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{N} \left[S_{11}^{MEAS} - g(\delta, \alpha, \beta, Q_0) \right]^2$$

MODERN FIT TOOL

$$\begin{cases} \alpha \pm u(\alpha) \\ \beta \pm u(\beta) \\ Q_0 \pm u(Q_0) \end{cases}$$