

Nomi e Cognomi:

 MAR     MER     GIO  
 Data:

0

## Grafici e best-fit con Python e primo impatto con Lab2

Questa esercitazione è "facoltativa", cioè non conteggiata ai fini delle presenze: parte dell'esercitazione può anche essere svolta comodamente a casa. In ogni caso la partecipazione è fortemente raccomandata, poiché:

- Dà la possibilità di avere un primo impatto con il laboratorio didattico e di riflettere sulle norme di prevenzione rischi e comportamento (a tale scopo riceverete un documento che riassume quanto illustrato a lezione);
- Permette di riprendere in mano i metodi per la realizzazione di grafici e best-fit con Python, che già conoscete, ma che potrebbero necessitare di qualche adeguamento tecnico per la realtà di Lab2;
- Consente di fare alcune primissime misure semplici semplici, simili a quelle che dovete ripetere più volte nel corso dell'anno.

La prima parte, che potete continuare anche a casa con il vostro PC, richiede di eseguire dei best-fit su dati "inventati" o comunque non acquisiti da voi. A tale scopo troverete nella directory `datifit/` del computer di laboratorio (la directory si trova sulla root `/Home/studentelab2/`), oppure nel sito di e-learning se siete a casa, dei files di dati in formato testo (nome `dataXX.txt`): dovete sceglierne (almeno) uno e "analizzarlo" con grafico e best-fit. Per l'analisi, potete scrivere un vostro script, ma siete fortemente incoraggiati a impiegare il template disponibile in rete e nella directory `bestfit/` (il nome dello script è `basic_fit_template.py`) del computer di laboratorio.

I file contengono quattro colonne di dati di un'ipotetica misura. Le quattro colonne corrispondono rispettivamente a differenze di potenziale (d.d.p.)  $\Delta V_i$ , incertezze corrispondenti  $\delta V_i$ , intensità di corrente  $I_i$ , incertezze corrispondenti  $\delta I_i$ . Le unità di misura sono [mA] per le intensità di corrente e [V] per le d.d.p.. Poiché per una corretta stima dell'errore sui parametri di best-fit dovreste conoscere l'origine (prevalentemente statistica o non statistica) delle incertezze sulle misure, che sono inventate, cercate di adottare un qualche criterio per capire l'origine prevalente dell'incertezza. In prima battuta considerate nel best-fit solo le incertezze  $\delta I_i$ : nulla toglie di provare anche l'»errore efficace» (ODR è vietato a Lab2!).

Anche se per questi best-fit di tipo lineare potreste procedere senza preoccuparvi della scelta dei parametri iniziali da passare all'algoritmo di minimizzazione, siete ugualmente tenuti a seguire la procedura standard (obbligatoria) dei fit di Lab2, cioè:

- Come prima operazione fare grafico dei dati e barre di errore;
- Come seconda operazione determinare ragionevoli valori iniziali per i parametri del best-fit e fare il grafico della funzione modello calcolata per i valori dei parametri che ritenete ragionevoli, sovrapponendolo ai dati;
- Solo nel caso in cui ci sia un ragionevole accordo (a occhio!), potete procedere con il best-fit, altrimenti dovete aggiustare i valori iniziali in modo, appunto, da trovare un ragionevole accordo.

Il modello che è atteso descrivere le osservazioni, basato sulla "legge di Ohm", è scritto nel riquadro a fianco:  $I = I_0 + \frac{\Delta V}{R}$

- Fate grafico e best-fit e riportate tutti i risultati (stile Lab2!!!) ed eventuali commenti nel riquadro qua sotto.

Risultati del best-fit (tutti, compreso valore dei parametri ottimizzati, loro incertezza e metodo usato per determinarla, covarianza normalizzata (o correlazione), se sapete cosa è, chi, o kappa, quadro e ndof) ed eventuali commenti:

- Facoltativo (ma consigliato per quello che riuscite a fare): potete sbizzarrirvi nell'analisi implementando, per esempio: (i) la modifica dell'opzione `absolute_sigma` nella chiamata alla routine `curve_fit`, osservando in particolare come cambiano le incertezze sui parametri; (ii) un best-fit in cui considerate anche le incertezze  $\delta V_i$  attraverso l'"errore efficace"; (iii) un'analisi qualitativa dei residui normalizzati e il loro grafico; (iv) una previsione quantitativa del valore della intensità di corrente  $I'$  che vi aspettate per  $\Delta V' = 20$  V (dato senza errore – questa richiesta prevede di conoscere il significato della covarianza e di saperla impiegare nella previsione). Descrivete quello che fate e quello che ottenete da qualche parte.

3. Facoltativo (ma altrettanto consigliato, se volete “divertirvi”, anche a casa): per esercitarvi nella pratica del best-fit numerico, sono disponibili anche altri due file di dati di provenienza sperimentale, registrati in occasione di alcune specifiche esercitazioni pratiche degli scorsi anni (anche voi stessi ne registrerete di simili a tempo debito). Il formato dei file è sempre a quattro colonne che riportano, nell'ordine: tempo  $t_i$  e sua incertezza  $\delta t_i$ , entrambe in  $[\mu\text{s}]$ , d.d.p.  $\Delta V_i$  e sua incertezza  $\delta V_i$ , entrambe in unità arbitrarie di digitalizzazione (le chiameremo [digit]). Osservate che per tutti e due i file le incertezze possono essere considerate di natura prevalentemente statistica, essendo determinate come deviazioni standard sperimentali. Per questi file le funzioni modello sono non lineari e quindi dovete modificare in maniera opportuna lo script: quando operate con il computer di laboratorio, ricordatevi di cambiare nome, e magari cambiare directory, a qualsiasi file modificate! In particolare:

(i) il file `RC.txt` riporta i dati di d.d.p. acquisiti nel processo di carica e scarica di un condensatore. Assunto che dovreste sapere le funzioni modello da adottare (separatamente per i tratti di carica e scarica! Vi conviene analizzarli separatamente), provate a determinare il tempo caratteristico (riportate comunque tutti i risultati, ma potete omettere le covarianze normalizzate).

(ii) Il file `osc.txt` riporta i dati acquisiti in un oscillatore armonico smorzato RLC. Come scopriremo più avanti, la funzione modello è  $\Delta V(t) = Ae^{-\tau t}[\cos(\omega t + \phi)] + B$ , con  $A$ ,  $\tau$ ,  $\omega$ ,  $\phi$ ,  $B$  parametri del fit. Visto il gran numero di parametri, in questo caso potete senz'altro omettere il calcolo delle covarianze normalizzate e la sua indicazione tra i risultati del best-fit.

4. Dato che siete venuti in laboratorio (e solo se ci siete venuti, questa parte non può essere fatta a casa!) e trovate sul tavolo uno strumento di misura (multimetro digitale) e alcuni resistori (montati su un "banco"), provate a fare qualche misura di resistenza, a individuare l'incertezza da attribuire alla misura (serve il manuale dello strumento, che trovate nella directory `manuali_lab2/` dei computer di laboratorio, oppure nella pagina di e-learning) e a confrontare il risultato con il valore nominale, che, corredato della sua tolleranza, è codificato in quattro anelli colorati. Il codice dei colori lo trovate qui sotto, oppure appeso al lato interno delle porte delle stanze di laboratorio, oppure nella solita directory dei computer (oppure altrove!). Riportate il tutto nella tabella qui sotto: fate attenzione almeno alle cifre significative e ricordate che, per i resistori che avete a disposizione, il costruttore fornisce il dato nominale con sole due cifre significative!

$j$	$R_{j,\text{nom}}[ \quad ]$ (nominale)	Toller. (%)	$R_j [ \quad ]$ (misurata)
1			
2			
3			
4			
5			
6			

