

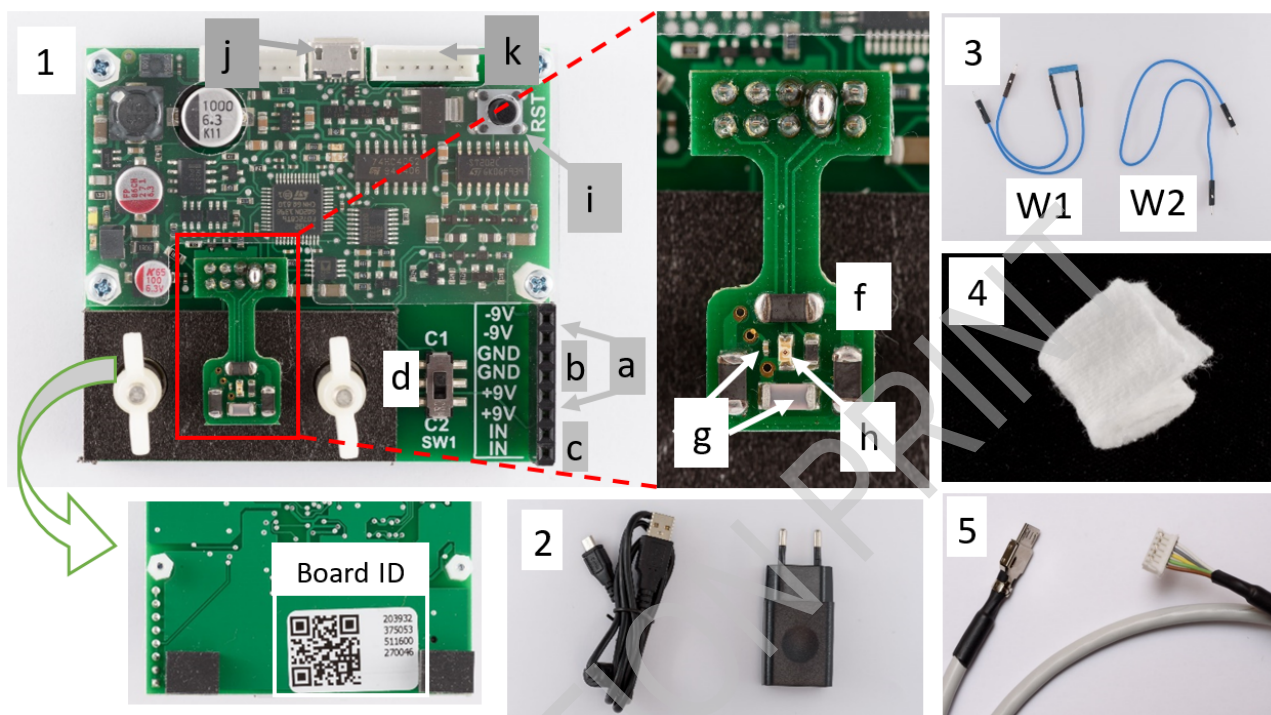


Prova sperimentale - Guida generale

La prova sperimentale dura 5 ore e consiste in 2 esperimenti diversi del valore di 10 punti ciascuno. L'attrezzatura è parzialmente condivisa tra i due esperimenti, quindi leggi attentamente queste istruzioni prima di iniziare il tuo lavoro.

Lista dell'attrezzatura

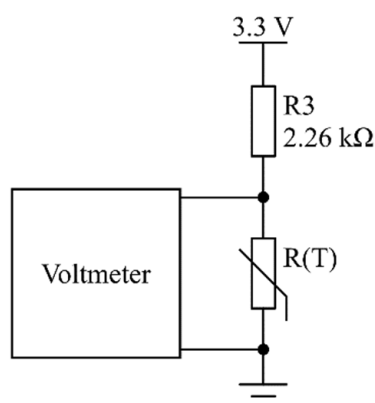
1. Scheda di misurazione e campionamento contenente:
 - (a) Sorgente di tensione costante +9 V e -9 V (per ciascun valore sono disponibili due terminali equivalenti),
 - (b) Due terminali equivalenti di terra,
 - (c) Due terminali equivalenti per il condensatore,
 - (d) Interruttore di selezione del condensatore (può essere impostato su C1 o C2),
 - (e) Voltmetro a bassa corrente di ingresso (nella scheda),
 - (f) Termostato con riscaldatore e sensore di temperatura (nella scheda),
 - (g) Condensatori campione C1 e C2,
 - (h) LED collegato a una sorgente di corrente costante e voltmetro,
 - (i) Pulsante di reset,
 - (j) Porta di alimentazione USB,
 - (k) Porta dati a 6 PIN per il collegamento al tablet.
2. Alimentazione per la scheda con presa USB Micro-B
3. Ponticelli – W1 (con resistenza R1 da 100 MΩ all'interno) e W2 (0 Ω).
4. Materiale termoisolante per il termostato.
5. Cavo connettore tra scheda e tablet, con presa USB Micro-B sul lato tablet.
6. Tablet touchscreen con l'app IPhO 2021 Experiments (manuale utente dell'app fornito di seguito).
7. Termometro (disponibile nella sala esami).



La temperatura del termostato viene misurata utilizzando il termistore NTC (Negative Temperature Coefficient), la sua resistenza dipende dalla temperatura assoluta T (in Kelvin) come segue:

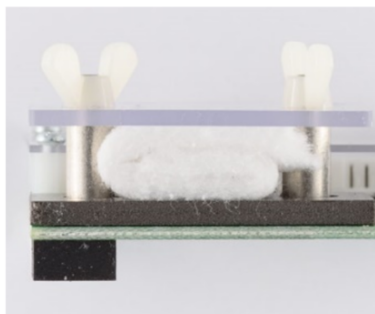
$$R(T) = R_0 e^{B/T}, \quad (1)$$

$B = 3500$ K, e R_0 è una costante che va determinata dalla temperatura ambiente nota, prima di attivare il riscaldamento. Il valore di questa costante è necessario per entrambi gli esperimenti. La temperatura del termostato può essere controllata modificando la corrente di riscaldamento (attraverso la app). Dopo aver modificato la corrente di riscaldamento, è necessario attendere che il sistema raggiunga una temperatura stabile. D'altra parte, si assume che l'equilibrio termico tra i componenti (condensatori, NTC e LED) avvenga "istantaneamente" senza che si verifichi alcun ritardo significativo.





Per garantire condizioni termiche più stabili, sopra il termostato è stato posto uno strato di materiale isolante e pressato su di esso mediante una piastrina di plastica trattenuta da due viti.

**Attenzione:**

Evita di danneggiare la scheda e i connettori dei cavetti su di essa, assicurati di collegare tutto correttamente senza forzare eccessivamente.

I liquidi non si mescolano bene con l'elettronica, quindi fai attenzione quando maneggi i liquidi (come l'acqua potabile) vicino al setup sperimentale. Non sputarci sopra per sbaglio.

Manuale d'uso dell'app IPhO 2021 Experiments

Il software IPhO 2021 Experiments può essere avviato dalla schermata iniziale del tablet (o dalla lista delle app, accessibile scorrendo lo schermo dal basso verso l'alto) toccando l'icona IPhO.



Per trasferire sul tablet i valori misurati sulla scheda:

1. alimentare la scheda tramite caricatore USB;
2. collegare la scheda e il tablet tramite il cavo connettore (6 pin lato scheda e Micro-USB lato tablet);
3. confermare l'accesso USB e premere sul tasto reset della scheda entro 10 secondi da quando l'app ti chiede di farlo.

Attenzione: se ad un certo momento

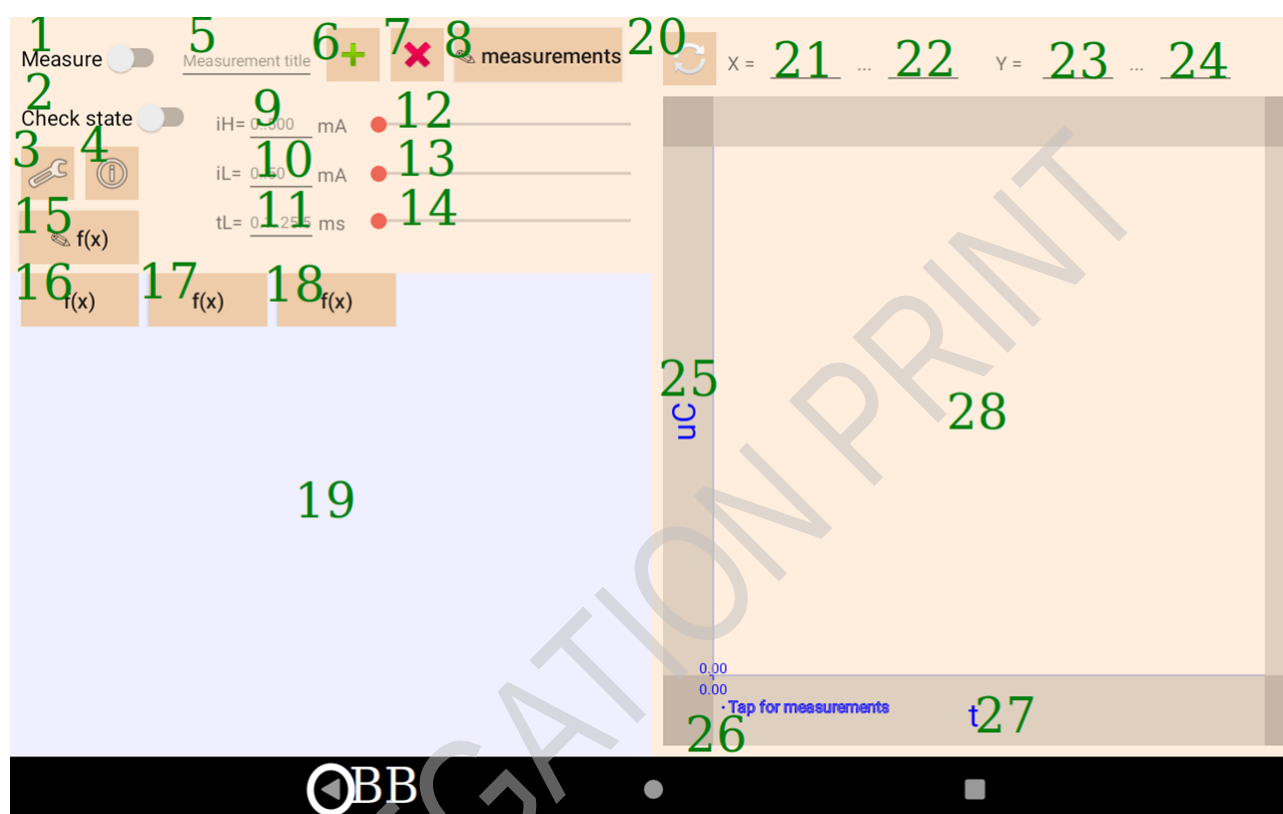
- - la scheda smette di rispondere e non restituisce alcuna misurazione (né nello 'Check state' né in Measurement mode),
- - il riscaldamento / la corrente del LED non cambia (la tensione del termistore non cambia e il LED non si accende anche alla massima corrente del LED),

premere il pulsante RESET sulla scheda ed eseguire il passaggio 3 "conferma l'accesso USB..."

Se non è sufficiente:

- uscire dall'app toccando due volte il pulsante Indietro,
- scollegare la scheda,
- aprire di nuovo l'app,
- ricollegare la scheda ed eseguire il passaggio 3 sopra descritto.

I controlli e i campi sono (i numeri verranno utilizzati come riferimenti in seguito):



La finestra principale dell'app.

- **1** - Toccando questo interruttore si avvia una sessione di misurazione. Toccandolo di nuovo si ferma.
- **2** - Quando questo interruttore è selezionato, lo schermo mostra i valori in tempo reale delle misurazioni.
- **3** - Apre le impostazioni
- **4** - Visualizza un breve riepilogo delle impostazioni.
- **5** - Titolo della misura da salvare o cancellare.
- **6** - Salva con un nuovo nome una misurazione appena misurata o selezionata.
- **7** - Elimina la misura selezionata.
- **8** - Seleziona una misurazione precedentemente salvata.
- **9, 10, 11** - Campi di testo per inserire manualmente i valori di corrente di riscaldamento (**9**), corrente LED (**10**), durata impulso corrente LED (**11**). I valori vuoti significano 0. **tL** (durata impulso corrente LED) = **0** significa corrente continua costante.
- **12, 13, 14** - Cursori per modificare i valori corrispondenti (*la corrente del LED cambia in modo esponenziale!*).
- **15** - Apre l'editor delle funzioni.
- **16, 17, 18** - Seleziona variabili o funzioni per le colonne della tabella di misurazione.



- **19** - Zona della tabella delle misure.
- **20** - Ricalcola manualmente le misurazioni in un grafico.
- **21, 22** - Limiti minimo e massimo dell'asse X (possono essere inseriti manualmente premendo poi il pulsante di ricalcolo).
- **23, 24** - Limiti minimo e massimo dell'asse Y .
- **25, 27** - Seleziona gli assi Y e X del grafico.
- **26** - Seleziona le misure da tracciare sul grafico.
- **28** - Zona del grafico.
- **BB** - Il pulsante Indietro del sistema operativo Android (tocca due volte per chiudere l'app).

Impostazione di una misurazione della curva I-V di scansione

Ulteriori controlli LED sono disponibili per LAB 2 toccando il pulsante delle impostazioni (**3**) della finestra principale. **Nella finestra che si apre seleziona:**

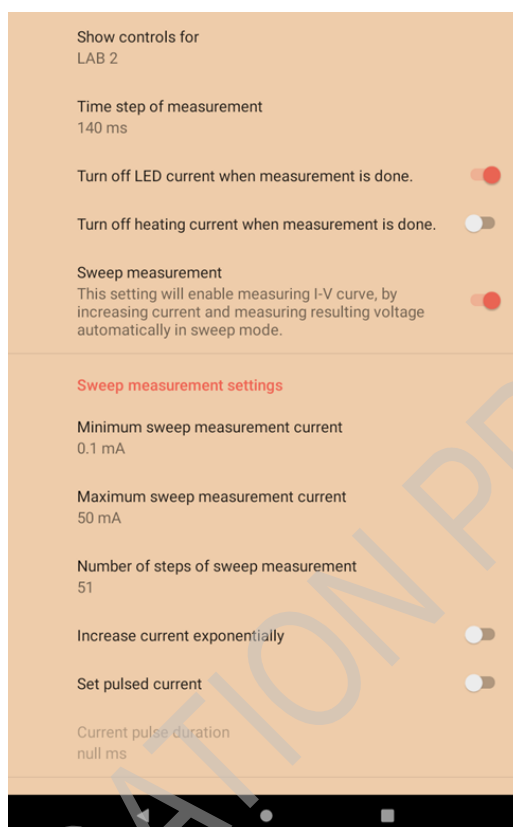
- "LAB 2" o "ANY LAB" nella sezione **"Mostra controlli per"**.
- attivare l'opzione **"Misura sweep"**.

Altre impostazioni sono:

- **"Minimo..."** e **"Massima corrente di misurazione della scansione"** impostano rispettivamente il valore iniziale e l'ultimo valore della corrente del LED durante la misurazione della scansione.
- **"Numero di passaggi della misurazione dello sweep"** indica quanti passaggi di misurazione verranno effettuati.
- scegli **"Aumenta la corrente secondo la progressione geometrica"** se vuoi che la corrente aumenti in modo esponenziale.
- scegliere **"Imposta corrente pulsata"** e impostare **"Larghezza impulso corrente"** se si desidera che ogni valore venga misurato utilizzando un impulso di tempo limitato della corrente del LED.

Ad esempio, se il numero di passi è 51, 'Aumenta corrente secondo progressione geometrica' è spento, la corrente del LED cambia rispettivamente da 0 mA a 50 mA, la corrente del LED durante la misurazione sarà 0 mA, 1 mA, .. 49 mA e 50 mA.

Ora puoi iniziare a misurare la curva I-V dopo essere tornato alla finestra principale premendo il pulsante Indietro.



Funzioni di modifica

Toccando il pulsante (15) della finestra principale si apre la finestra di modifica delle funzioni.

Le funzioni create possono accettare alcune delle variabili (e loro derivate) misurate direttamente sulla scheda.

Sono:

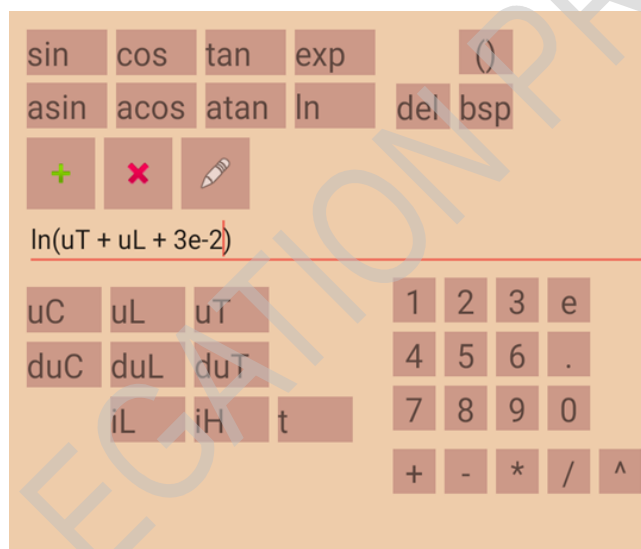
- **differenze di potenziale (in V):**
 - **u_C** - al condensatore selezionato (C1 o C2);
 - **u_T** - al termistore;
 - **u_L** - al LED;
- loro derivate rispetto al tempo (dy/dt) (in V/s):
 - **du_C**
 - **du_T**
 - **du_L**
- le correnti (in mA):
 - **i_L** - al LED (in mA);
 - **i_H** - corrente di riscaldamento (in mA);
- tempo **t** (in s).



E' possibile inserire una funzione personalizzata utilizzando queste variabili e funzioni matematiche (utilizzando pulsanti di supporto o una tastiera Android standard) di tua scelta e salvarla premendo successivamente il pulsante **verde +**. Le funzioni salvate possono essere utilizzate come assi del grafico o come colonne della tabella di misura. Il pulsante matita seleziona le funzioni esistenti. Le funzioni selezionate possono essere eliminate premendo il pulsante **rosso x**.

Per i numeri sono accettabili sia il formato decimale usuale (e.g. **25.02**) che il formato scientifico (e.g. **2.502e+1**).

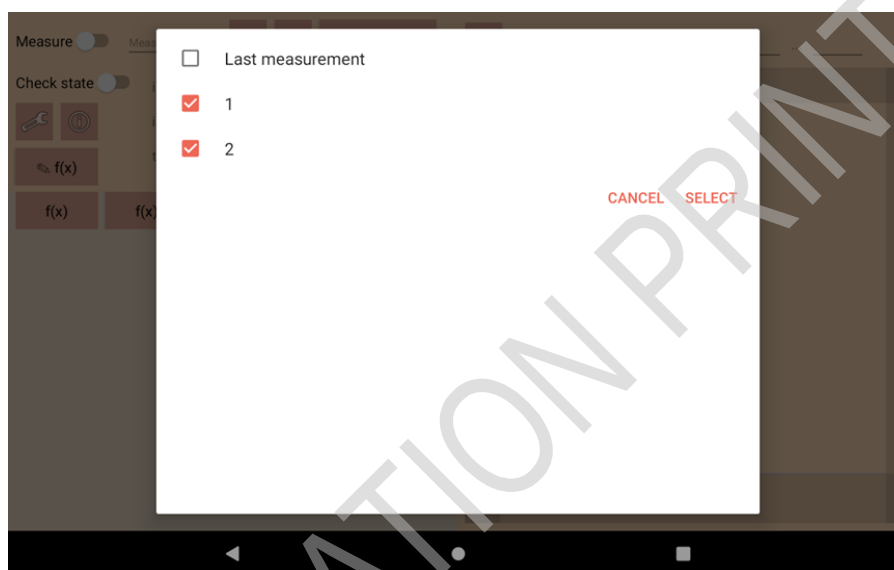
- * è operatore di moltiplicazione,
- / è l'operatore di divisione,
- ^ è l'operatore di elevamento a potenza.



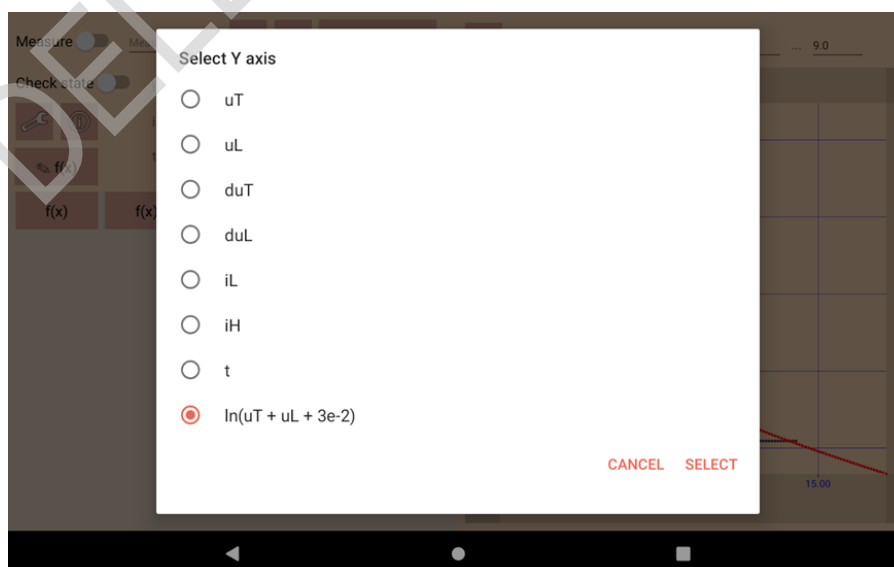


Visualizzazione delle misurazioni

La misura finita può essere salvata inserendo il suo nome nel campo (5) della finestra principale e premendo il pulsante **verde +** (6) vicino. I dati di misura grezzi vengono salvati, e possono essere in seguito visualizzati su qualsiasi altro asse. Le misurazioni salvate possono essere visualizzate sul grafico toccando l'area vicino all'angolo del grafico (26).



E' possibile eseguire una panoramica/ingrandire il grafico e, se lo si tocca nel punto esatto, verrà contrassegnato il punto più vicino della misurazione (se non esistono punti di misurazione vicini a quello toccato) o il punto stesso e le sue coordinate visualizzate.



L'asse può essere scelto toccando le etichette degli assi esistenti (aree del grafico 25 e 27).