

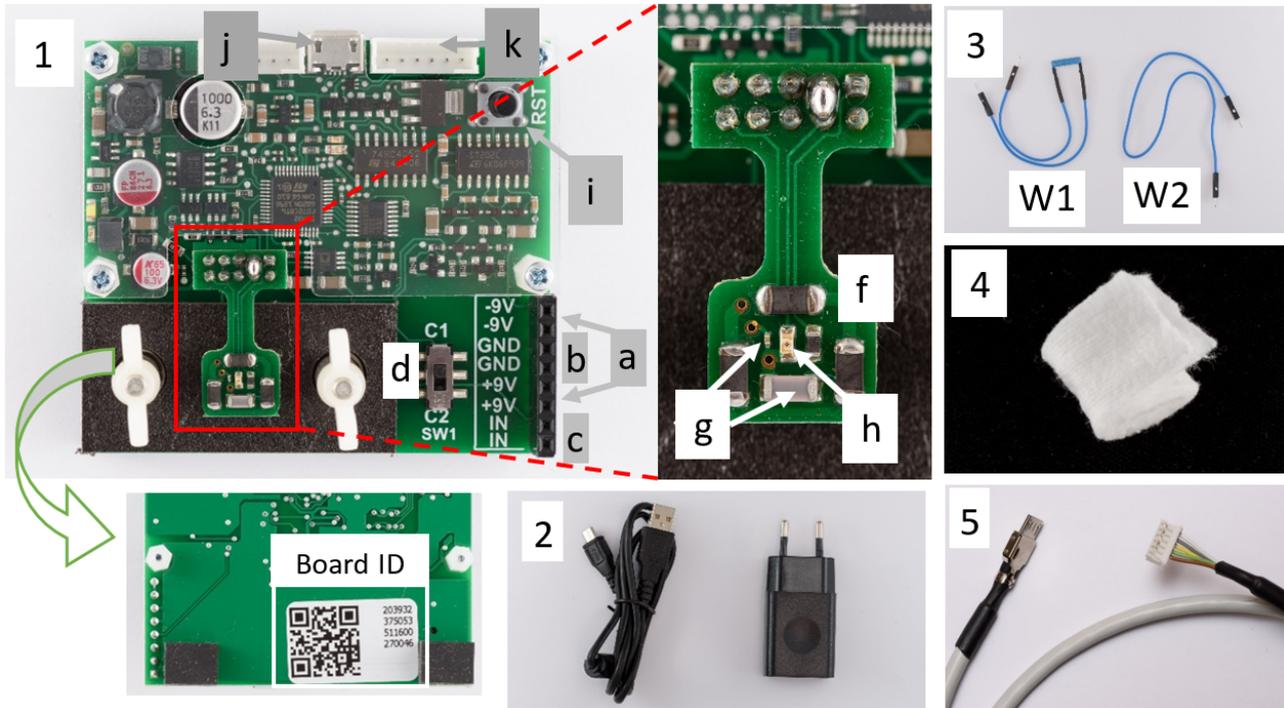


実験試験 - 全体のガイド

実験試験は5時間で、10点ずつの2つの実験問題から成る。装置の一部は2つの実験問題に共通なので、実験を開始する前にこの指示をよく読むこと。

装置のリスト:

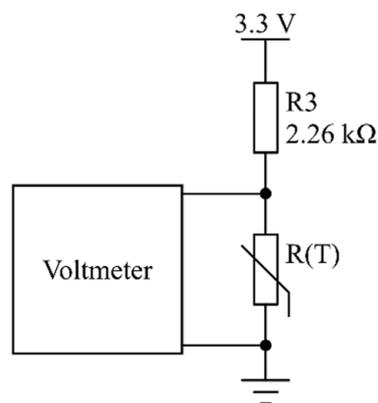
1. 測定とサンプル回路には以下が含まれる：
 - (a) +9Vと-9Vの定電圧電源(それぞれに2つの等価な端子が付いている),
 - (b) 2つの等価な接地端子,
 - (c) 2つの等価なコンデンサ端子,
 - (d) コンデンサの選択スイッチ(C1もしくはC2に設定可能),
 - (e) 低入力電流の電圧計(ボード内),
 - (f) ヒーターと温度センサーを備えた温度調節器(ボード内),
 - (g) コンデンサーサンプルC1とC2,
 - (h) 定電流源と電圧計に接続されたLED,
 - (i) リセットボタン,
 - (j) USB電源ポート,
 - (k) タブレット端末接続用6-PINデータポート.
2. USB Micro-B端子を備えたボード用電源
3. ジャンプワイヤー-W1(100 M Ω 抵抗R1を内部に備える)とW2(0 Ω).
4. サーモスタット用断熱材.
5. ボードとタブレットの接続ケーブル。タブレット側がUSB Micro-B端子プラグとなる。
6. IPhO2021実験アプリの動作するタッチスクリーンタブレット(アプリのユーザーマニュアルは下で提供される)。
7. 温度計(試験室で入手できる)。



温度調節器（サーモスタット）の温度はNTC（負の温度係数）のサーミスターで測定され、その抵抗は絶対温度 T (ケルビン単位) に次のように依存している:

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

$B = 3500 \text{ K}$, R_0 -定数は、加熱を始める前に周囲の温度から計算されなければならない。この定数の値は両方の実験で必要である。サーモスタットの温度は加熱電流を（アプリを介して）変化させることで制御される。加熱電流を変化させた後、安定な温度に到達するまで待つ必要がある。それに対して、部品（コンデンサ、NTC および LED）間の熱平衡はすぐに達成すると仮定されており、明確な遅れは観察されない。



より安定な温度条件を確保するため、サーモスタットの上に断熱材が1層置かれており、その上に小さなプラスチックプレートが2本のネジで押さえ付けられている。

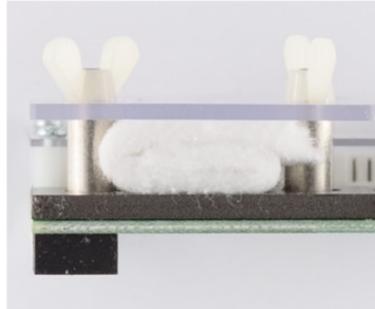
Experiment



IPhO Lithuania
2021

G1-3

Japanese (Japan)



注意:

ボードやその上のソケットを傷めないために、余分な力を加えずに全てを正しく接続すること。
液体は電気回路と共存できないので、液体（飲水のような）を実験装置の近くで取り扱う際には十分に気を付けること。誤って電気製品に液体がかからないようにすること。



IPhO 2021 実験アプリユーザーマニュアル

IPhO 2021 実験ソフトはタブレットのホームスクリーン（もしくはスクリーンを下から上へスワイプすることでアクセス可能なアプリのリスト）で IPhO のアイコンをタップすることで起動できる。



ボードで測定した値をタブレットに読み込むために:

1. USB チャージャーを用いてボードの電源を入れる;
2. 接続ケーブル（ボード側は 6-pin 端子，タブレット側は Micro-USB 端子）を用いてボードとタブレットを接続する;
3. USB のアクセスを確認してアプリの指示があったら 10 秒の間にボードをリセットする。

注意: 場合によって

- ボードが反応しなくなり，測定値を返さない（“Check state”もしくは Measurement mode で），
 - 加熱/LED 電流値が変化しない（温度調節器が変化せず，LED の最大電流でも LED が点灯しない），
- ボードのリセットボタンを押し上のステップ 3 「USB のアクセスを確認して・・・」を行う

それでも改善しない場合:

- Back ボタンを 2 回タップしてアプリを終了する，
- ボードから配線を外す，
- アプリをもう一度開く，
- ボードを再接続して上のステップ 3 を行う。

Experiment



IPhO Lithuania
2021

G1-5

Japanese (Japan)

コントロールとフィールド（番号は後の参照用）：



アプリのメインウインドウ。

- 1-このトグルをタップすることで測定セッションが始まる。もう一度タップすると測定が終了する。
- 2-このトグルが選択されると、スクリーンには現在（ライブ）の測定値が表示される。
- 3-セッティングを開く。
- 4-セッティングの短いまとめをポップアップする。
- 5-保存や消去される測定のタイトル
- 6-新しい測定もしくは選択した測定を新しい名前で保存。
- 7-選択した測定を消去。
- 8-以前保存した測定を選択。
- 9, 10, 11 -手動で加熱電流を入力するフィールド (9), LED 電流 (10), LED 電流パルス幅 (11) の値。何も入力されていなければ 0 を意味する。tL (LED 電流パルス幅) = 0 は一定電流の通電を意味する)。
- 12, 13, 14 -該当する値を変化させるシークバー（スライダー）（LED 電流は指数関数的に変化する!）
- 15 -関数エディターを開く。
- 16, 17, 18 -測定表の列に対する変数や関数を選択。
- 19 -測定表のエリア。
- 20 -チャートの測定値をマニュアルでプロットし直す。

- **21, 22** –X 軸の最小と最大の限界（マニュアルで入力後 replot ボタンを押す）。
- **23, 24** –Y 軸の最小と最大の限界。
- **25, 27** –チャートの Y および X 軸を選択。
- **26** –チャートにプロットする測定を選択。
- **28** –チャートのエリア。
- **BB** –アンドロイド OS のバックボタン（2 回タップするとアプリを閉じる）。

電流-電圧掃引曲線測定のセットアップ

メインウィンドウのセッティングボタン (3) をタップすることで、LAB 2 用の追加の LED 制御が可能。

開いたウィンドウ内で選択:

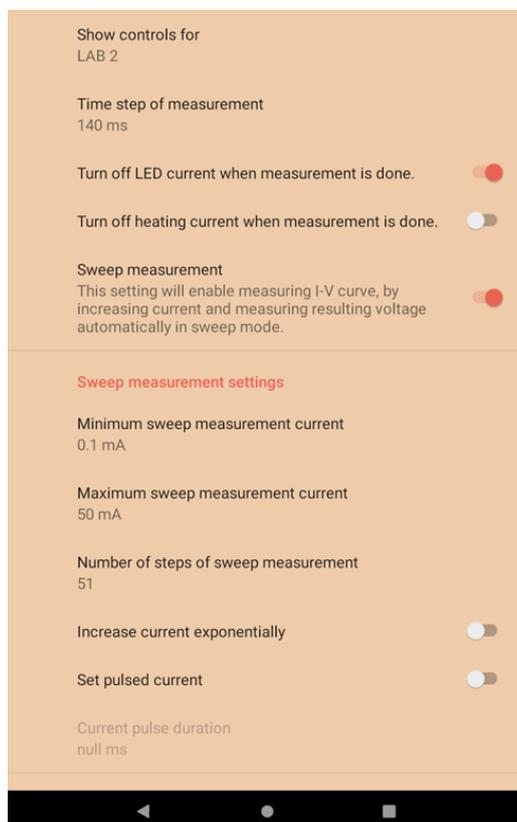
- ”**Show controls for**” セクションで”LAB 2” もしくは”ANY LAB”を選択。
- ”**Sweep measurement**” オプションを有効化。

他の設定は:

- ”**Minimum...**” (掃引測定電流の最小値) と ”**Maximum sweep measurement current**” (掃引測定電流の最大値) では掃引測定時の LED 電流の開始値と終了値をそれぞれ設定
- ”**Number of steps of sweep measurement**” (掃引測定のステップ回数) は何回の測定ステップを行うかを設定。
- 指数関数的に電流を増加させたいときには ”**Increase current according to geometric progression**” (指数関数的に増加) を選ぶ。
- LED 電流の時間を制限したパルスを用いて測定したいときには ”**Set pulsed current**” (パルス電流の設定) を選び, ”**Current pulse width**” (電流パルス幅) を設定。

例えば, ステップ回数が 51, ”**Increase current according to geometric progression**” (指数関数的に増加) はオフ, LED 電流を 0 mA から 50 mA まで変化させると設定すると, 測定中の LED 電流は 0 mA, 1 mA, …49 mA, 50 mA となる。

これで, Back ボタンを押してメインウィンドウに戻った後, 電流-電圧曲線の測定を開始できる。



関数編集

メインウィンドウで (15) ボタンをタップすると関数編集ウィンドウが開く。

作成された関数は、ボード上で直接測定されたいくつかの変数（およびその微分）を受け入れることができる。

それらは:

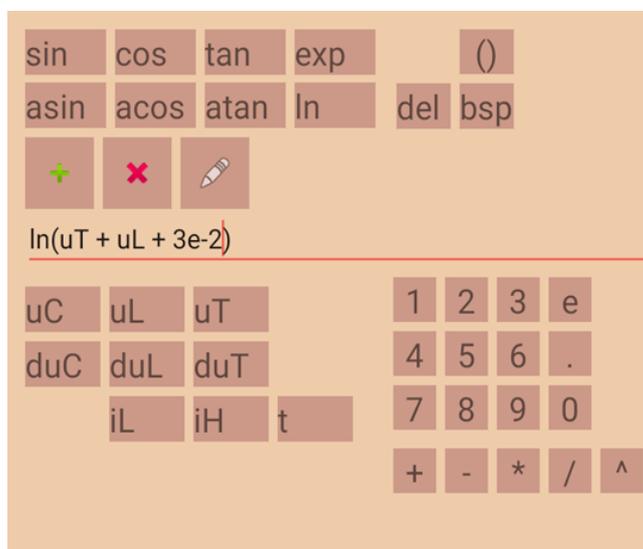
- 電圧 (V 単位):
 - u_C - 選択したコンデンサーでの (C1 もしくは C2);
 - u_T - サーミスターでの;
 - u_L - LED での;
- それらの時間に対する微分 (dy/dt) (V/s 単位):
 - du_C
 - du_T
 - du_L
- 電流 (mA 単位):
 - i_L - LED で (mA 単位);
 - i_H - 加熱電流 (mA 単位);
- 時間 t (s 単位).



これらの変数や（ヘルパーボタンもしくは標準の 안드로이드 キーボードを利用して）選択した数学関数を用いて作成した新たな関数（カスタム関数）を入力し，その後で**緑色の +** ボタンを押すことによりそれを保存することができる．保存された関数はグラフの軸もしくは測定表の列として使用可能である．鉛筆ボタンは既存の関数を選択する．選択された関数は**赤色の x** のボタンを押すことで消去できる．

数字には，通常的小数点形式（例えば **25.02**）と科学形式（例えば **2.502e+1**）の両方の形式が許容される．

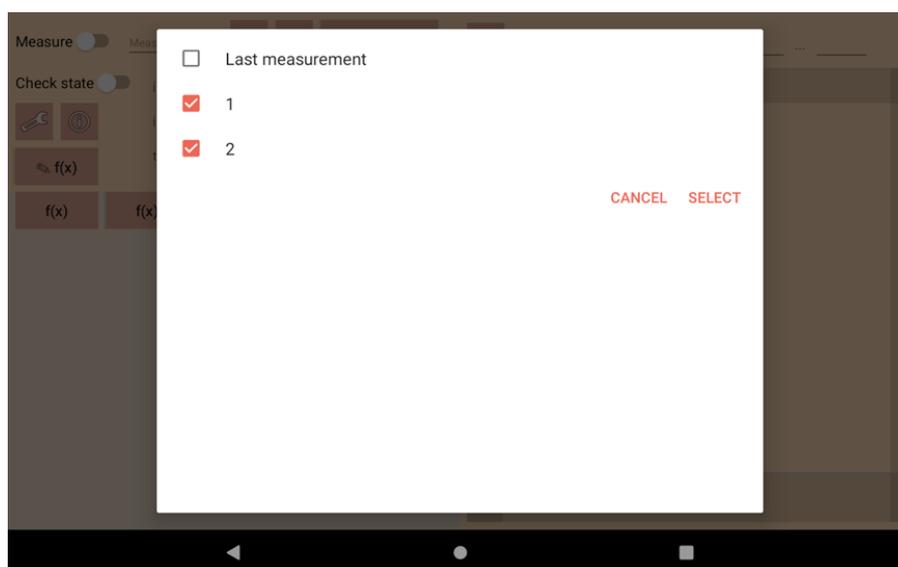
- * は積の演算子，
- / は商の演算子，
- ^ は指数の演算子．



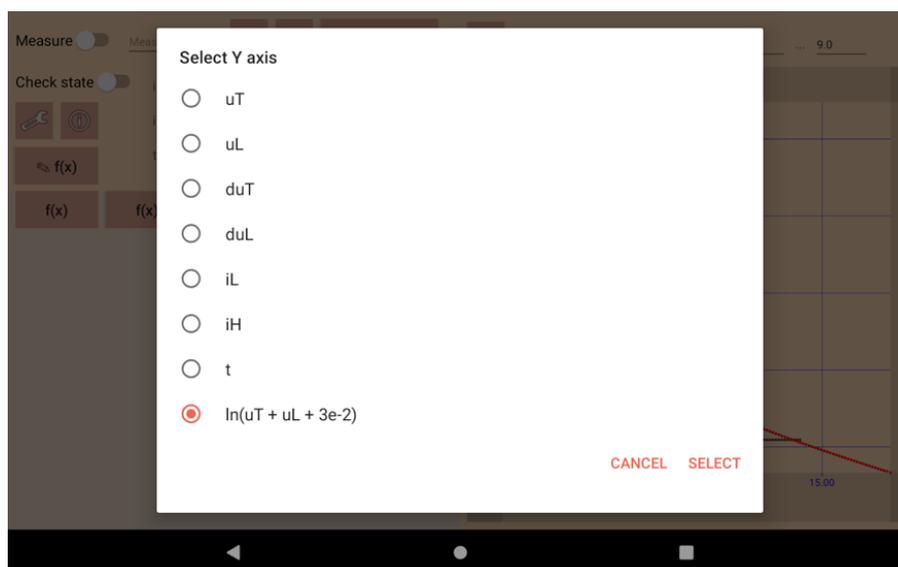


測定の表示

終了した測定は、メインウィンドウの (5) のフィールドに名前を入力し、近くの緑色の + ボタン (6) を押すことで保存できる。生の測定データが保存され、後で他の軸の上に表示可能である。保存された測定は、チャートの左下隅付近のエリア (26) をタップすることで、チャート上に表示できる。



チャートの平行移動と拡大縮小が可能である。さらに適当な点でタップすると、(もしタップされた点の近くに測定点が存在しなければ) 最も近くの測定点あるいは測定点そのものが強調表示され、その軸が表示される。



軸は既存の軸のラベルをタップすることで選択できる。(チャートエリア 25 と 27)。