

Цифровий 2-канальний
гальваностат

MTech G410-2

З програмним керуванням
через USB інтерфейс



ПАСПОРТ ТА КОРОТКА ІНСТРУКЦІЯ

Львів - 2016

1. Загальний опис

Гальваностат **MTech G410-2** (далі "пристрій") призначений для вимірювання зарядно-розрядних кривих (т.з. "циклів") хімічних джерел струму (ХДС) шляхом пропускання через них сталого струму та вимірювання залежності напруги на ХДС від часу. Окрім цього пристрій можна використовувати для різновидів кулонометрії – прямої чи кулонометричного титрування.

Контроль процесу вимірювання, візуалізацію залежностей напруги від часу та їх запис на жорсткий диск комп'ютера реалізовано у програмному забезпеченні "**MTech G410-2**" ("програма-1"). Первинну обробку записаних файлів "циклічок", їх розбивку на окремі етапи заряду/розряду для порівняння та вибіркового копіювання реалізовано у програмному забезпеченні "**MTech G410-2 calculator**" ("програма-2") Зв'язок пристрою з персональним комп'ютером реалізовано через USB порт.

2. Технічні характеристики

Характеристика	Значення
Кількість незалежних каналів	2
Діапазон напруг заряджання/розряджання	-5,0 ... +5,0 В
Дискретність вимірювання напруги	1 мВ
Допустима приведена похибка вимірювання напруги	≤0,2%
Діапазон струмів заряджання/розряджання	-10,0 ... +10,0 мА
Дискретність задання струму	0,1 мА
Допустима приведена похибка стабілізації струму	≤0,2%
Тип інтерфейсу "пристрій-ПК"	USB з гальванічною розв'язкою

3. Комплектація

Гальваностат **MTech G410-2** – 1 шт
Кабель з USB-RS232 конвертером PL2303 – 1 шт
Кабель живлення під стандартну розетку 220 В – 1 шт
Кабелі для підключення до електродів ХДС
із зажимами типу "крокодил" – 2х2 шт
Паспорт та інструкція користувача – 1 шт
Програмне забезпечення "**MTech G410-2**" – 1 шт
Програмне забезпечення "**MTech G410-2 calculator**" – 1 шт

4. Гарантійні зобов'язання

Виробник зобов'язаний виконувати безкоштовне гарантійне обслуговування пристрою впродовж 12 місяців після введення в експлуатацію за умови непошкодженості корпусу та пломби-наклейки.

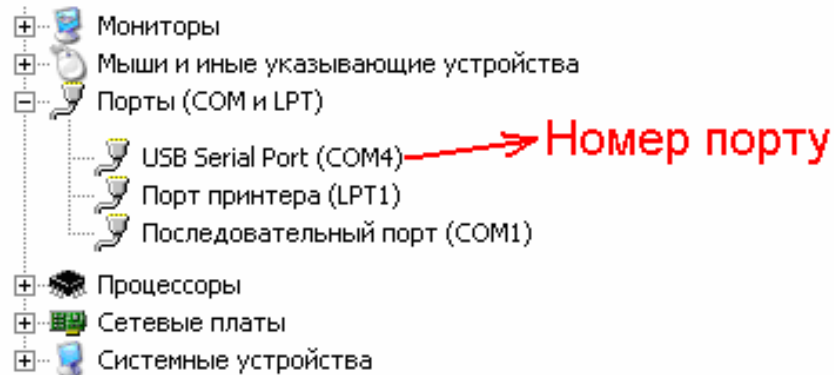
5. Програмне забезпечення

5.1. Встановлення та налаштування

Файл zip-архіву з папкою "G410-2-SETUP", що містить останню версію програмного забезпечення для гальваностата **MTech G410-2** потрібно розархівувати на жорсткий диск комп'ютера. Ця папка містить такі компоненти: папки "DRIVERS", "TO_COPY" та інсталяційні файли (setup.exe та інші).

Під'єднайте USB кабель пристрою до USB порту персонального комп'ютера. Якщо на Вашому комп'ютері раніше вже використовувались прилади із USB-RS232 конвертером PL2303, то жодних повідомлень комп'ютер не видасть та автоматично підключе відповідний драйвер. Якщо ж комп'ютеру цей конвертер "незнайомий", то він видасть повідомлення про новий пристрій та необхідність встановлення драйверів для нього. При цьому слід вибрати "ручний спосіб" встановлення драйвера із зазначеного місця на диску. В залежності від типу операційної системи (XP чи 7) слід вказати шлях до папки "DRIVER-XP" чи "DRIVER-7". Якщо на Вашому комп'ютері встановлена операційна система Windows-10, то попередньо слід запустити відповідний exe-файл з папки "DRIVER-10". Після встановлення драйвера слід з'ясувати номер виділеного системою порту.

Для цього перейдіть у "Пуск / Настройка / Панель управления / Система / Диспетчер устройств / Порты (COM и LPT)" – там повинен бути рядок "USB Serial Port (COMx)", де x-номер порту (на рисунку знизу це 4). Приблизне зображення (залежно від системи Windows):



Запам'ятайте цей номер – він Вам ще знадобиться.

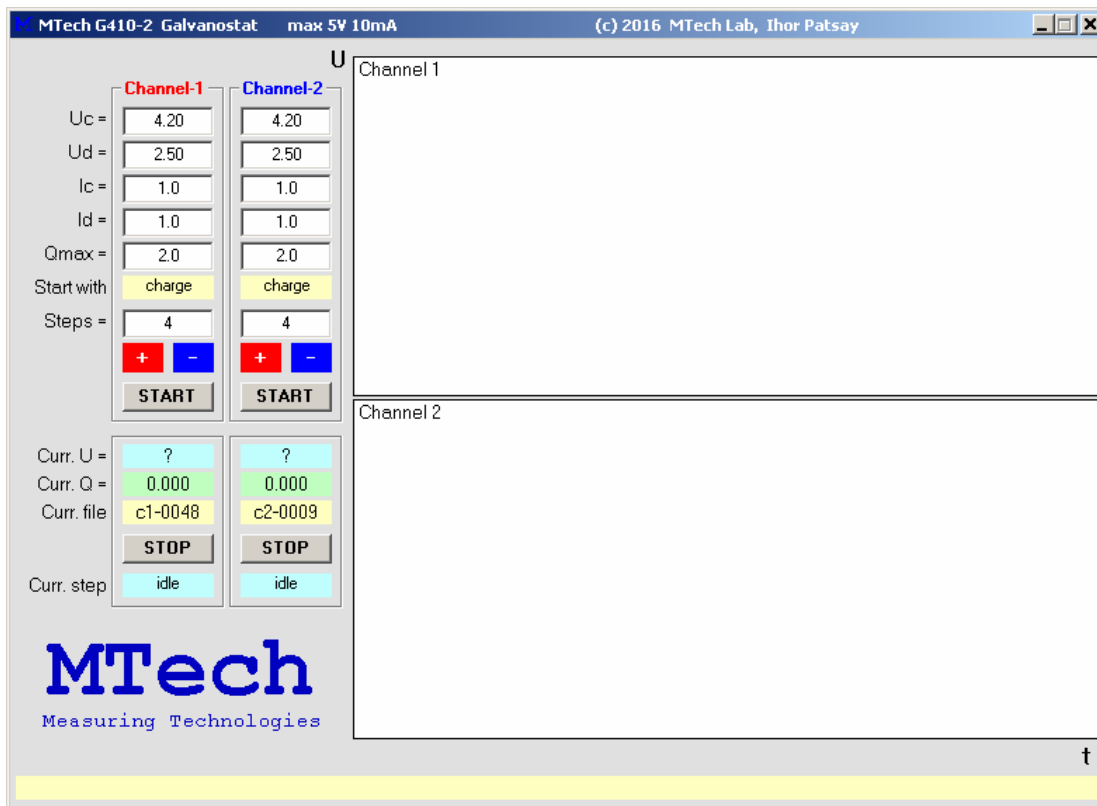
Від'єднайте USB кабель пристрою від комп'ютера.

Створіть на диску папку, в яку слід заінсталювати програмне забезпечення, наприклад "MTech G410-2". Запустіть файл setup.exe і встановіть програму у створену папку. У папку "MTech G410-2" також перенесіть вміст папки "TO_COPY".

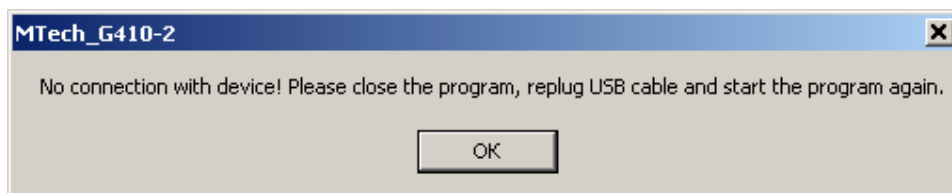
Якщо все зроблено правильно, то папка "MTech G410-2" повинна містити папки "channel-1", "channel-2", основний виконавчий файл програми (MTech_G410-2.exe) та декілька допоміжних файлів. У текстовому файлі (port.txt) слід прописати номер порту, який виділила система при встановленні драйвера – зробити це можна в звичайній програмі "блокнот" Вашої операційної системи.

Тепер все готове до початку роботи з пристроєм!

Під'єднайте кабель живлення пристрою до стандартної розетки ~220 В та переведіть тумблер приладу у положення "ON" – при цьому тричі спалахне червона лампочка, що вказує на успішний запуск мікроконтролера пристрою. Під'єднайте USB кабель пристрою до USB порту персонального комп'ютера (це має бути той самий порт, до якого Ви підключались раніше! В іншому випадку система може виділити інший номер порту). Запустіть основний файл – MTech_G410-2.exe. Якщо всі попередні дії зроблено правильно, то програма встановить зв'язок з пристроєм і Ви побачите вікно програми:



Якщо ж щось було зроблено неправильно, то Ви побачите повідомлення про помилку:



Слід перевірити відповідність номеру порту, записаного у файлі port.txt, та виділеного системою (Диспетчер устроїв / Порты (COM и LPT). Для коректного сприйняття програмою числових даних дуже важливо щоб розділювачем цілої та дробової частини числа була крапка (а не кома!) – цей параметр системи можна знайти і змінити у "Панель управління / языки и рег. стандарты / настройка". Також слід працювати із стандартною роздільною здатністю монітора – 96 dpi (96 точок на дюйм). Цей параметр системи можна знайти і змінити у "Панель управління / Экран / Параметры / Дополнительно / Общие".

Друга програма (MTech G410-2 calculator) інсталяції не потребує.

5.2. Призначення програмного забезпечення

Функції програми **MTech G410-2**:

– Програмне керування гальваностатом **MTech G410-2** для вимірювання залежностей напруги на ХДС під час циклічного заряджання/розряджання.

– Реєстрація та графічне відображення виміряних кривих.

– Запис кривих у dat-файл під час вимірювання у форматі таблиці з трьома стовпчиками X-Y-Z, де X – час (с) від початку циклування; Y – напруга (В) на ХДС; Z – струм (мА). Додатні значення струму відповідають заряджанню, а від’ємні – розряджанню. Ці файли записуються у папки "channel-1" або "channel-2" (залежно від номеру каналу) з таким форматом імені файлу: c1-XXXX.dat або c2-XXXX.dat, де XXXX – це порядковий номер експерименту. Програма автоматично веде облік кількості виміряних "циклічок", записуючи номер останнього експерименту у файли last-1.txt та last-2.txt. Коли відповідний лічильник переповниться (досягне 9999), то його можна обнулити "вручну", записавши "0" у відповідний файл last-1.txt чи last-2.txt.

Весь експеримент, тобто усі етапи заряд/розряд основна програма записує в один dat-файл. Для того, щоб "розбити" той файл на окремі етапи, порівняти криві заряду/розряду чи ємкості на різних етапах призначена друга програма – **MTech G410-2 calculator**. Детальніше див. розділ 5.3.4.

5.3. Порядок роботи

5.3.1. Запуск та завершення роботи основної програми

Програмне забезпечення "**MTech G410-2**" можна запускати лише після підключення увімкнутого пристрою до USB порту комп’ютера. В іншому випадку з’явиться повідомлення про помилку. Загалом послідовність роботи повинна бути такою:

– під’єднати вилку кабеля живлення пристрою у стандартну розетку ~220 В, 50 Гц;

– увімкнути пристрій (тумблер в положення "ON"), при цьому лампочка пристрою повинна тричі спалахнути, що вказує на його готовність до роботи;

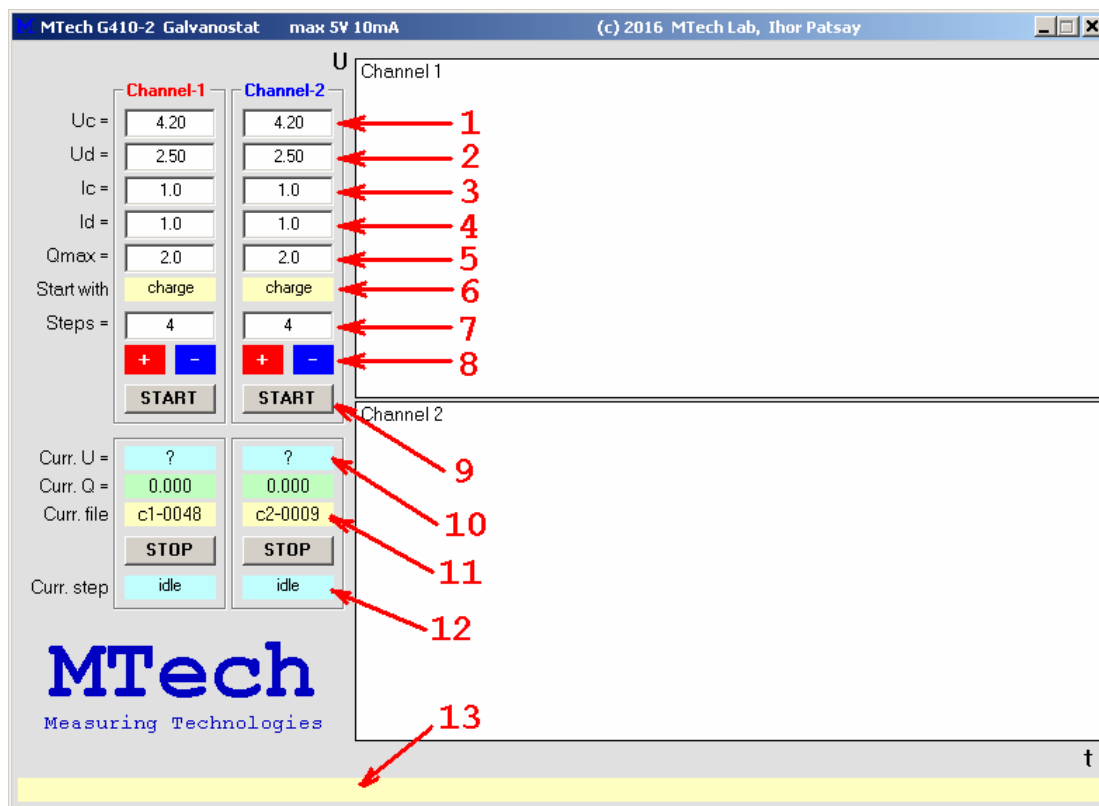
- під'єднати інтерфейсний кабель пристрою до виділеного USB порта персонального комп'ютера та зачекати 5-10 с щоб система Windows підключила необхідний драйвер;
- запустити програмне забезпечення для роботи з пристроєм;
- під'єднати кабелі пристрою до клем досліджуваного ХДС із дотриманням полярності: червоний зажим до клемми "+" і синій зажим до клемми "-" ХДС. Якщо планується вимірювання лише одним каналом, то коннектори незадіяного каналу бажано з'єднати між собою;
- виконати заплановані вимірювання;
- від'єднати кабелі пристрою від клем ХДС та закоротити коннектори кожного каналу;
- закрити програмне забезпечення;
- від'єднати інтерфейсний кабель пристрою від USB порта;
- вимкнути пристрій (тумблер в положення "OFF");
- від'єднати вилку кабеля живлення пристрою від розетки.

В будь-який момент часу кожен канал пристрою може перебувати в одному з двох станів, які умовно названо "Підготовка", та "Вимірювання". Поточний стан відображається у відповідному полі каналу "Curr. step". Під час вимірювання там відображається тип етапу – заряджання (charge) чи розряджання (discharge) а також вказується номер етапу. В стані "Підготовка" канал є неактивним (idle – струм відсутній), запис у файл не відбувається, однак вимірювання напруги не припиняється. Поточне значення напруги на каналах можна побачити у відповідному полі "Curr.U".

Після запуску програми обидва канали переходять в стан "Підготовка" (idle).

5.3.2. Стан "Підготовка" (idle)

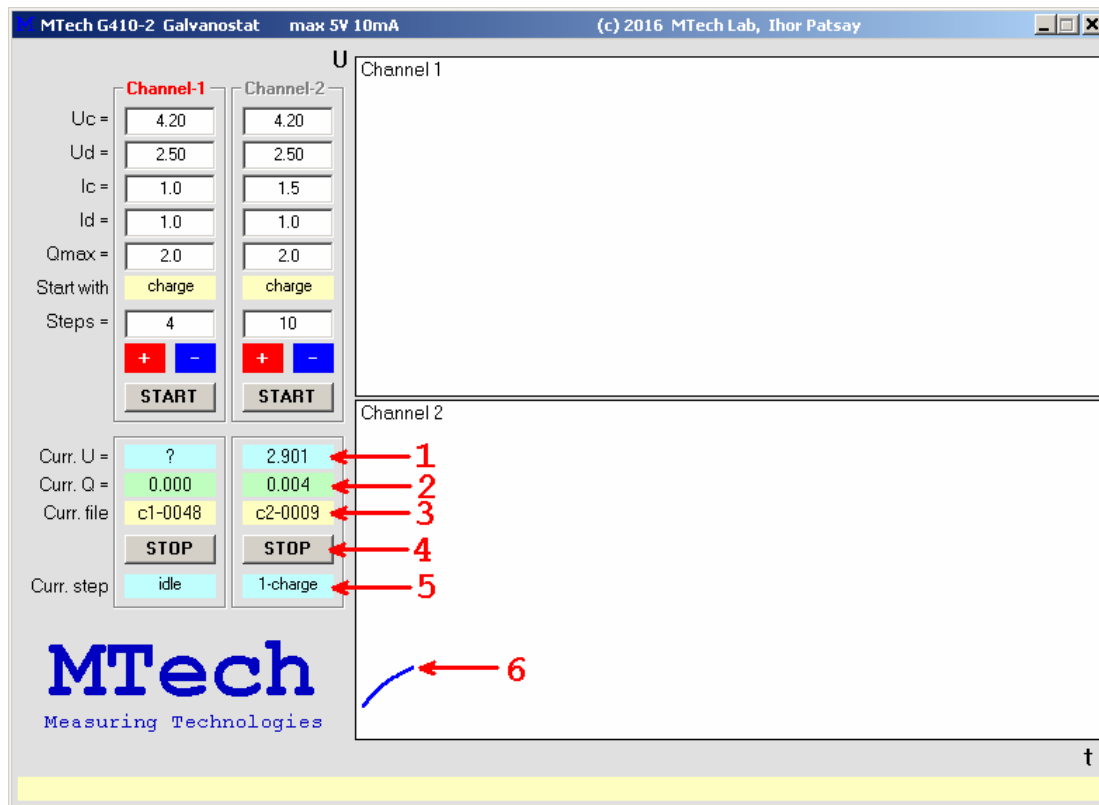
Цей стан призначений для підготовки до нового вимірювання – вибору необхідних параметрів напруг (заряджання і розряджання), струмів (аналогічно), кількості послідовних етапів і т.п. Основні елементи керування та інформаційні поля в цьому стані:



- 1 – напруга (В) заряджання;
- 2 – напруга (В) розряджання;
- 3 – струм (мА) заряджання;
- 4 – струм (мА) розряджання;
- 5 – обмеження на кількість електрики (мА·год) при заряджанні. При досягненні цього значення програма автоматично припинить етап заряджання навіть якщо напруга ще не досягне U_c ;
- 6 – з якого етапу починати циклування (заряд чи розряд);
- 7 – кількість послідовних етапів. Потрібно пам'ятати, що 1 повний цикл заряд/розряд складається з двох етапів. Тобто, якщо задати 20 етапів, то буде виконано 10 циклів заряд/розряд;
- 8 – просто кольорова пам'ятка, який контакт на яку клему ХДС;
- 9 – запуск вимірювання;
- 10 – поточна напруга на ХДС. Якщо кабель каналу не підключено до ХДС або напруга виходить за допустимі межі (± 5 В), то виводиться "?";
- 11 – назва dat-файлу, у який будуть записані результати вимірювань;
- 12 – поточний стан каналу;
- 13 – поле для підказок та контекстної допомоги.

5.3.3. Стан "Вимірювання" (charge/discharge)

Цей стан активний під час вимірювання. Канал переходить в нього після натискання кнопки "START". У відповідному графічному полі каналу виводиться біжуча крива в "реальному часі" – залежність напруги від часу для поточного етапу. Під час вимірювань програма записує результати у відповідний dat-файл. Основні елементи керування та інформаційні поля в цьому стані:

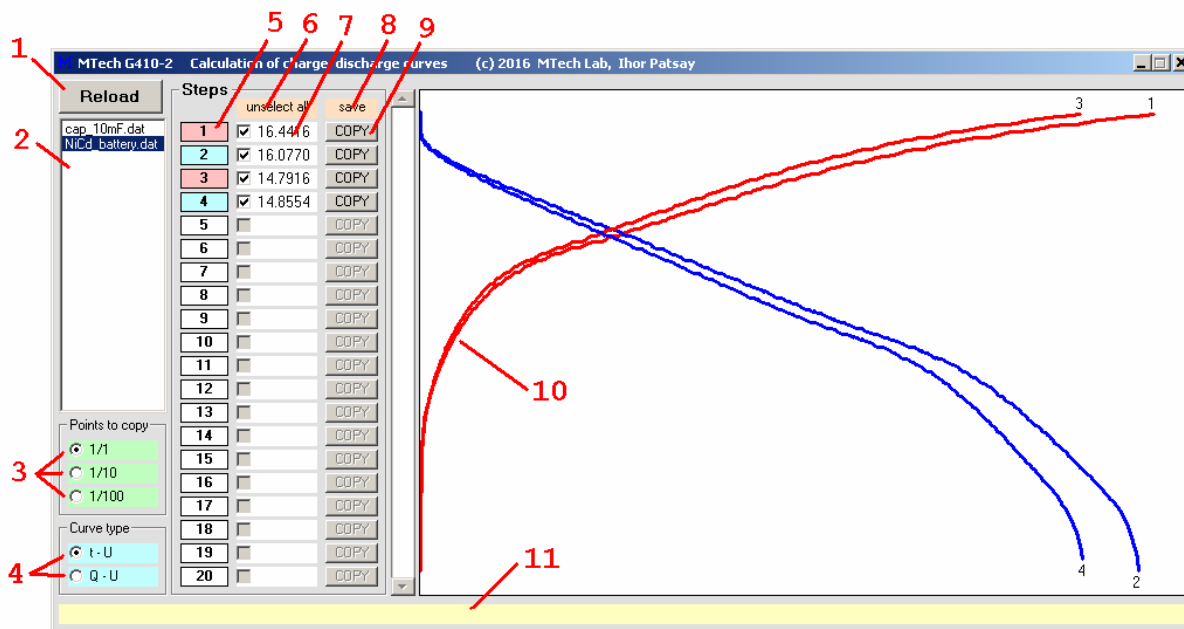


- 1 – поточна напруга (В) на ХДС;
- 2 – поточна кількість (мА·год) залитої чи одержаної електрики;
- 3 – назва dat-файлу, у який записуються результати вимірювань;
- 4 – кнопка для дочасної зупинки експерименту;
- 5 – поточний етап (номер і тип);
- 6 – вимірювана залежність напруги від часу. В графічному полі відображається лише крива для поточного етапу.

Під час вимірювання бажано "не відволікати" комп'ютер виконанням інших завдань, особливо якщо процесор не надто "швидкий". Ще до завершення всіх етапів можна працювати з поточним dat-файлом – для цього його слід скопіювати у папку програми **MTech G410-2 calculator** і запустити її.

5.3.4. Робота з програмою MTech G410-2 calculator

Весь експеримент, тобто усі етапи заряд/розряд основна програма записує в один dat-файл. Для того, щоб "розбити" той файл на окремі етапи, порівняти криві заряду/розряду чи ємкості на різних етапах слід скористатись програмою **MTech G410-2 calculator**. Ця програма дозволяє працювати з dat-файлами, які є в її папці. Отже перед запуском програми слід скопіювати потрібний dat-файл у ту саму папку, де є файл програми **MTech G410-2 calculator**. Елементи керування та інформаційні поля програми:



- 1 – кнопка для оновлення списку dat-файлів у папці програми;
- 2 – список dat-файлів у папці програми;
- 3 – селектор для "розрідження" точок при копіюванні залежностей;
- 4 – вибір типу залежності для відображення та копіювання "час-напруга" чи "кількість електрики-напруга";
- 5 – номер етапу. Колір вказує на тип етапу (заряд чи розряд). При підведенні курсору мишки виводиться значення струму (для заряду струм додатній, для розряду – від'ємний);
- 6 – зняти виділення з усіх етапів;
- 7 – виділення етапів. Число – це кількість електрики, мА·год;
- 8 – запис файлів XXXX.dat для виділених етапів у папку "all";
- 9 – копіювання кривої відповідного етапу;
- 10 – криві заряду (червоні) та розряду (сині) з номером відп. етапу;
- 11 – поле для підказок та контекстної допомоги.

6. Повірка пристрою

Багато регулярно (1-2 рази на рік) виконувати перевірку пристрою. Завдяки використанню високоякісних електронних компонентів іноземного виробництва є висока ймовірність, що пристрій буде справно працювати впродовж багатьох років, однак все ж доцільно перевіряти основні його технічні характеристики. Нижче стисло описано прості методи, як це можна зробити в невибагливих умовах та без спеціального обладнання. Єдине, що потрібно, це декілька резисторів (номінали в межах до 500 Ом), тестер для вимірювання основних характеристик (струму, напруги та опору) і таймер-секундомір. Звичайно, чим вищий клас точності тестера, таймера та резисторів, тим краще.

6.1. Перевірка правильності значень струму заряду/розряду

Задайте такі параметри каналу:

$U_c = 5.00$ $U_d = -5.00$

$I_c = 0.1 - 10.0$ $I_d = 0.1 - 10.0$

$Q_{max} = 200$

Start with = charge або discharge

Steps = будь-яке

Підключіть кабелі каналу до тестера у режимі "амперметр" і натисніть кнопку START. Якщо початковий етап вибрано charge, то амперметр повинен показати струм, який задано у I_c . Якщо початковий етап вибрано discharge, то амперметр повинен показати струм, який задано у I_d з протилежною полярністю. Різниця між показами амперметра і заданими струмами не повинна перевищувати 0,2% приведеної похибки гальваностата – це допустима відносна похибка від повної шкали струмів у 20 мА (різниця між максимальним струмом 10 мА і мінімальним -10 мА).

6.2. Перевірка правильності вимірювань напруги

У стані "idle" підключіть кабелі каналу до стабільного джерела напруги, наприклад зарядженого літій-іонного акумулятора. Паралельно до клем акумулятора підключіть тестер у режимі "вольтметр". Різниця між показами вольтметра і поточною напругою у програмі не повинна перевищувати 0,2% приведеної похибки

гальваностата – це допустима відносна похибка від повної шкали напруг у 10 В (різниця між максимальною напругою 5 В і мінімальною -5 В).

Також правильність вимірювання напруги можна перевірити підключенням до гальваностату резистора відомого номіналу. На етапі заряджання напруга повинна дорівнювати $R \cdot I_c$, а на етапі розряджання, відповідно, $-R \cdot I_d$.

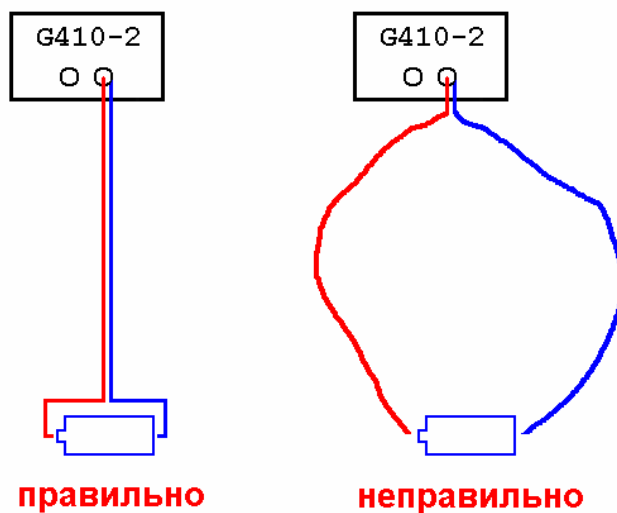
6.3. Перевірка правильності вимірювань часу

Під час будь-якого вимірювання запустіть таймер-секундомір після натискання кнопки START у програмі та зупиніть його після завершення першого етапу. Відкрийте відповідний dat-файл і перевірте відповідність часу для останньої точки (у секундах) з показами Вашого таймера.

7. Правила для ефективної роботи

– Для зменшення шумів, що передаються через лінії USB порту, доцільно заземлити корпус комп'ютера.

– З'єднуйте пристрій з досліджуваним ХДС таким чином, щоб кабелі не утворювали "широкої петлі", яка може призвести до суттєвих електромагнітних наводок:



– Під час вимірювань не запускайте на комп'ютері інших програм і взагалі не відволікайте його зайвими задачами.

– Не розташовуйте пристрій та досліджувані ХДС поблизу потужних електричних приладів, які є джерелом тепла чи значного електромагнітного випромінювання (нагрівачі, печі, насоси, компресори тощо). Робота цих приладів може призвести до зависання USB-порту і

втрати зв'язку "ПК-гальваностат". Якщо таке станеться на етапі заряджання ХДС, то воно буде неконтрольовано продовжуватись поки не зруйнується ХДС або оператор не вимкне пристрій.

- Те саме стосується надійної роботи комп'ютера. Забезпечте надійне живлення ПК (поставте блок безперебійного живлення або автономне джерело на випадок відключення електрики).

- Використовуйте стандартні модулі для дослідження ХДС, які обладнано запобіжним клапаном, який розірве електричне коло у випадку перезаряджання ХДС і активного газовиділення.

- Регулярно перевіряйте пристрій, як це описано у п. 6.

- В будь-якому випадку, ми радимо не залишати працюючий гальваностат без нагляду оператора. Лабораторія MTech, як виробник, не несе жодної відповідальності за ймовірні збитки, завдані користувачу чи майну, в результаті роботи гальваностата.

8. Посилання

При опублікуванні в науковій періодиці результатів досліджень, одержаних за допомогою пристрою, слід зазначати в експериментальній частині його назву та посилання на web-сайт лабораторії **MTech**. Наприклад:

"Вимірювання зарядно-розрядних кривих та циклування ХДС виконували за допомогою гальваностата **MTech G410-2** [5].

.....

5. <http://chem.lnu.edu.ua/mtech/mtech.htm>."

MTech G410-2

<http://chem.lnu.edu.ua/mtech/mtech.htm>

Дата виготовлення пристрою _____

Дата введення в експлуатацію _____

Кінцевий термін гарантії _____

Контактна інформація щодо сервісного обслуговування:

i_patsay@franko.lviv.ua або mtech_lab@ukr.net

Виробник _____



Замовник _____