



ZAKŁAD SYSTEMÓW ELEKTRONICZNYCH

## ATLAS - SOLLICH

ul. Złota 9, 80-297 Rębiechowo k/Gdańska, Polska

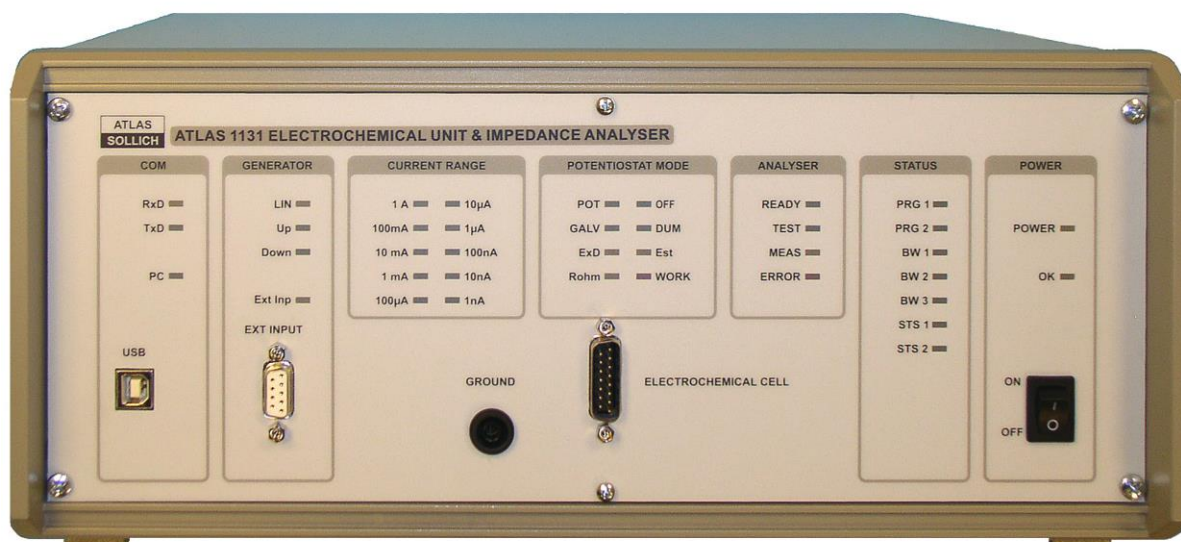
tel./fax +48 58 349 66 77

[www.atlas-sollich.pl](http://www.atlas-sollich.pl)

e-mail: [sollich@atlas-sollich.pl](mailto:sollich@atlas-sollich.pl)

### INSTRUKCJA OBSŁUGI PRZYRZĄDU

# ATLAS 1131 ELECTROCHEMICAL UNIT & IMPEDANCE ANALYSER



Rębiechowo 2014

## Spis treści:

<b>I. WSTĘP</b> .....	<b>4</b>
II. BUDOWA PRZYRZĄDU .....	4
<b>III. FUNKCJE PRZYRZĄDU</b> .....	<b>5</b>
III.1. Mierzone parametry.....	5
III.2. Pomiarы chrono-volt-amperometryczne i widma impedancji.....	5
<b>IV. DANE TECHNICZNE</b> .....	<b>6</b>
<b>V. OBSŁUGA PRZYRZĄDU</b> .....	<b>7</b>
V.1. Lampki sygnalizacyjne na płycie czołowej:.....	7
V.2. Podłączenie naczynka pomiarowego: .....	8
V.3. Separowanie naczynka pomiarowego od zewnętrznych zakłóceń elektromagnetycznych:.....	8
<b>VI. OBSŁUGA PROGRAMU</b> .....	<b>11</b>
VI.1. Instalacja sterowników .....	11
VI.2. Konfiguracja ustawień komputera PC (Windows XP i wcześniejsze).....	11
VI.3. Konfiguracja ustawień komputera PC (Windows 7).....	14
VI.4. Instalacja oprogramowania .....	16
VI.5. Uruchomienie pomiaru.....	17
VI.6. Lista i opisy eksperymentów.....	26
VI.6.1. Cell Disconnect (Rys. VI.20) .....	29
VI.6.2. Open Circuit & Corrosion Open Circuit & Energy Open Circuit (Rys. VI.21) .....	30
VI.6.3. Chronoamperometry & Potentiostatic & Constant Potential Ch-Disch. (Rys. VI.22).....	31
VI.6.4. Chronopotentiometry & Galvanostatic & Constant Current Ch-Disch. (Rys. VI.23).....	32
VI.6.5. Zero Resistance Ammeter, (Rys. VI.24).....	33
VI.6.7. Linear Polarization Resistance & Tafel plots (Rys. VI.26) .....	35
VI.6.8. Cyclic Linear Polarization (Rys. VI.27).....	37
VI.6.9. Cyclic Voltammetry (Rys. VI.28) .....	39
VI.6.10. Recurent Potential Pulses & Potential Charge-Discharge (Rys. VI.29) .....	41
VI.6.11. Recurent Galvanic Pulses & Current Charge-Discharge (Rys. VI.30) .....	43
VI.6.12. Galvanodynamic (Rys. VI.31).....	45
VI.6.13. Galvanodynamic 3 steps (Rys. VI.32) .....	46
VI.6.14. Potentiostatic EIS (Rys. VI.33) .....	48
VI.6.15. Potential steps EIS (Rys. VI.34) .....	50

VI.6.16. Impedance for one frequency point vs. potential steps (Rys. VI.35) .....	52
VI.6.17. Normal Pulse Voltammetry (Eksperyment niezaimplementowany jeszcze) (Rys. VI.36).....	54
VI.6.18. Square Wave Voltammetry (Eksperyment niezaimplementowany jeszcze) (Rys. VI.37).....	56
VI.6.19. Differential Pulse Voltammetry (Eksperyment niezaimplementowany jeszcze) (Rys. VI.38).....	58
VI.7. Ustawienia przyrządu ATLAS 1131 EU&IA .....	60
VI.7. 1. Ustawienia opcji przyrządu .....	60
VI.7. 2. Ustawienia Slew Rate i Sweep Generator.....	61
VI.8. Wykresy.....	64
VI.9. Pobieranie danych z pamięci wewnętrznej urządzenia .....	65
VI.10. Reset urządzenia .....	67
VI.11. Odczyt danych z procesu pomiarowego będącego w trakcie wykonywania.....	67
VI.12. Definiowanie własnych eksperymentów .....	69

## I. WSTĘP

Zestaw ATLAS 1131 ELECTROCHEMICAL UNIT & IMPEDANCE ANALYSER jest precyzyjnym pięcioelektrodowym przyrządem, umożliwiającym pomiar krzywych chrono-volt-amprometrycznych oraz widm impedancji układów elektrochemicznych.

ATLAS 1131 ELECTROCHEMICAL UNIT & IMPEDANCE ANALYSER zrealizowano w postaci przyrządu wirtualnego. Przyrząd stanowi blok pomiarowy, łatwy w przenoszeniu i instalowaniu na stanowisku badawczym, połączony interfejsem USB z komputerem PC.

W przyrządzie wbudowano oprogramowanie sterujące, realizujące zaprogramowane funkcje przyrządu oraz współpracujące z oprogramowaniem AtlasCorr11 zainstalowanym na komputerze PC.

Komputer służy do zaprogramowania parametrów eksperymentów pomiarowych oraz rejestracji wyników. Komputer śledzi realizowany proces pomiarowy i wizualizuje na bieżąco otrzymane wyniki. Istnieje możliwość odłączenia komputera po rozpoczęciu procesu pomiarowego i odebranie wyników po zakończeniu tego procesu.

## II. BUDOWA PRZYRZĄDU

W skład zestawu **ATLAS 1131 EU&IA** wchodzi następujące przyrządy:

### 1. ATLAS 1131 ELECTROCHEMICAL UNIT

- Potencjostat-galwanostat pięcioelektrodowy, wyposażony w generator przebiegów liniowych i schodkowych,

### 2. ATLAS 1131 IMPEDANCE ANALYSER

- Analizator umożliwiający pomiar widma impedancji w zakresie częstotliwości 1 MHz do 10 $\mu$ Hz,

Oba przyrządy wbudowane są w jedną obudowę. Możliwe jest wykonanie zestawu w dwóch etapach. W 1 etapie wykonanie przyrządu ATLAS 1131 EU, a w 2 etapie wbudowanie do tej samej obudowy przyrządu ATLAS 1131 IA

ATLAS 1131 EU&IA zbudowany jest w zwartej, wytrzymałej, wykonanej z metali lekkich obudowie, pokrytej trwałym lakierem proszkowym wysoko odpornym na działanie mechaniczne jak i czynniki atmosferyczne.

Do wyposażenia przyrządu należy:

- kabel pomiarowy do podłączenia naczynka elektrochemicznego
- zastępcze naczynko testowe – dummy cell
- czujnik termometru
- kabel USB do komunikacji z komputerem
- kabel zasilający 230[V]

### III. FUNKCJE PRZYRZĄDU

#### III.1. Mierzone parametry

- Pomiar prądu elektrody pracującej.
- Pomiar potencjału elektrody pracującej.
- Pomiar potencjału elektrody pomocniczej
- Pomiar temperatury naczynka, sprzężony z pomiarami chrono-wolt-amperometrycznymi
- Pomiar parametrów dwóch urządzeń zewnętrznych, sprzężony z pomiarami chrono-wolt-amperometrycznymi
- Pomiar widm impedancyjnych

#### III.2. Pomiary chrono-wolt-amperometryczne i widma impedancji.

- Pomiar potencjału swobodnego
- Pomiar krzywych  $E(t)$  i  $I_{pol}(t)$  przy wymuszeniu potencjostatycznym
- Pomiar krzywych  $E(t)$  i  $I_{pol}(t)$  przy liniowej lub schodkowej zmianie potencjału, przy zdefiniowanym czasie narastania i docelowej wartości potencjału, złożony z 1, 2 lub 4 etapów zmian
- Pomiar krzywych  $E(t)$  i  $I_{pol}(t)$  przy skokowej zmianie potencjału
- Pomiar krzywych  $E(t)$  i  $I_{pol}(t)$  przy wymuszeniu galwanostatycznym
- Pomiar krzywych  $E(t)$  i  $I_{pol}(t)$  przy liniowej lub schodkowej zmianie prądu, przy zdefiniowanym czasie narastania i docelowej wartości prądu, złożony z 1, 2 lub 4 etapów zmian
- Pomiar krzywych  $E(t)$  i  $I_{pol}(t)$  przy skokowej zmianie prądu
- Cykliczny pomiar krzywych  $E(t)$  i  $I_{pol}(t)$  ładowania i wyładowania ogniwi, zadaną wartością prądu, przez określony czas lub do określonych napięć
- Pomiar widm impedancyjnych
  - dla stałego potencjału polaryzacji
  - dla zmian potencjału polaryzacji
- Możliwość zakończenia eksperymentu po spełnieniu dodatkowych warunków np.:
  - przekroczeniu zakresów napięciowych lub prądowych badanego obiektu
  - przekroczeniu zakresów napięciowych dwóch zewnętrznych urządzeń dołączonych do gniazda pomiarowego przyrządu,
  - przekroczeniu maksymalnego czasu trwania eksperymentu
- Możliwość cyklicznego powtarzania eksperymentów
- Możliwość łączenia różnych eksperymentów w jeden proces pomiarowy
- Możliwość wizualizacji wszystkich mierzonych parametrów na wykresach
- Możliwość wyboru współrzędnych wykresu
- Możliwość zapisu wyników do pliku.
- Możliwość pomiaru przy odłączonym komputerze a następnie odebranie wyników po zakończeniu procesu pomiarowego.

#### IV. DANE TECHNICZNE

- Maksymalne napięcie elektrody pomocniczej CE:  $\pm 18$  [V]
- Maksymalny prąd elektrody badanej:  $\pm 1,023$  [A]  
 $\pm 2,047$  [A] (wersja 2A)
- Liniowy zakres pracy elektrody badanej:  $\pm 10,230$  [V]
- Rozdzielczość pomiaru potencjału w zakresach:  
ustawiana programowo: 16 bitów  
30, 60 lub 150  $\mu\text{V}$
- Maksymalny zakres pomiaru prądu: 1 [A] / 2 [A] (wersja 2A)
- Minimalny zakres pomiaru prądu: 10 [nA]
- Rozdzielczość pomiaru prądu w zakresie: 16 bitów
- Szybkość zmian napięcia w generatorze schodkowym:
  1. w zakresie  $\pm 2$ [V] ( schodek co 62,5[ $\mu\text{V}$ ]): 1,25 [V/sek.]
  2. w zakresie  $\pm 4$ [V] ( schodek co 125[ $\mu\text{V}$ ]): 2,5 [V/sek.]
  3. w zakresie  $\pm 10$ [V] ( schodek co 312,5[ $\mu\text{V}$ ]): 10 [V/sek.]
- Szybkość zmian napięcia w generatorze liniowym:
  1. minimalna: 1 [ $\mu\text{V}$ /sek.]
  2. maksymalna: 100 [V/sek.]
- Maksymalna szybkość próbkowania woltomierza 24000 [1/sek.]
- Zakres częstotliwości pomiaru impedancji :
  1. minimalna częstotliwość pomiarowa: 10 [ $\mu\text{Hz}$ ]
  2. maksymalna częstotliwość pomiarowa: 1 [MHz]
- Maksymalna amplituda generatora: 1000 [mV]
- Zakres mierzonych impedancji
  1. minimalna: 0,001 [ $\Omega$ ]
  2. maksymalna: 1[G $\Omega$ ]
- Maksymalny potencjał polaryzacji elektrody badanej  
w czasie pomiaru impedancji:  $\pm 5$  [V]
- Zasilanie z sieci: 230[V] ~ 48-60[Hz]
- Wymiary obudowy W x S x G: 168 x 365 x 365 [mm]
- Waga wraz z okablowaniem 9,4 kg

## V. OBSŁUGA PRZYRZĄDU

Włączyć zasilanie włącznikiem głównym I/O znajdującym się na płycie czołowej przyrządu.  
 Przyrząd pomiarowy powinien być włączony na 10 minut przed rozpoczęciem pomiarów.  
 Atlas 1131 EU&IA powinien zapalić lampki: 1A, POT, OFF, STS1, POWER, OK oraz PC (jeśli kabel USB został podłączony).  
 Uruchomić program AtlasCorr11.exe, zgodnie z opisem w rozdziale : OBSŁUGA PROGRAMU.

### V.1. Lampki sygnalizacyjne na płycie czołowej:

Grupa kontrolerek **POWER**:

- POWER** - stan włączenia instrumentu
- OK** – kontrola układu zasilania wewnątrz przyrządu

Grupa **STATUS**:

- PRG 1** – świeci się w czasie, gdy proces pomiarowy został uruchomiony
- PRG 2** – nie wykorzystywane
- BND 3...1** – określa bitowo rodzaj ustawionego „Slew Rate” w opcjach urządzenia.
  - 000 – 10V/ $\mu$ s
  - 001 – 1V/ $\mu$ s
  - 010 – 100mV/ $\mu$ s
  - 011 – 10mV/ $\mu$ s
  - 100 – 1mV/ $\mu$ s

- STS 1** – mruga w czasie inicjalizacji przyrządu. Po prawidłowej inicjalizacji świeci się cały czas
- STS 2** – mruga w czasie odczytywania danych z karty pamięci

Grupa **ANALYSER** – dotyczą stanu modułu do pomiaru impedancji

- READY** – analizator impedancji gotowy do pracy
- TEST** – nie wykorzystywana
- MEAS** – analizator impedancji w czasie wykonywania pomiaru
- ERROR** – w czasie procesu pomiarowego nastąpił błąd

Grupa **POTENTIostat MODE**

- POT** – tryb pracy przyrządu jako potencjostat
- GLV** – tryb pracy przyrządu jako galvanostat
- ExD** – nie wykorzystywane
- Rohm** – tryb pracy z włączoną kompensacją składowej omowej IR
- OFF** – zakończenie procesu pomiarowego oraz stan gotowości przyrządu do rozpoczęcia następnego pomiaru
- DUM** – nie wykorzystywane
- Est** – pomiar potencjału stacjonarnego
- WRK** – wykonywanie eksperymentu pomiarowego

Grupa **CURRENT RANGE**

- 10uA ... 1A** – aktualnie załączony zakres prądowy

Grupa **GENERATOR**

- LIN** – generator liniowy włączony
- Up** – generowane jest zbocze narastające
- Down** – generowane jest zbocze opadające
- ExtInp** – nie wykorzystywane

Grupa **COM**

- RxD** – odbiór danych przez przyrząd
- TxD** – transmisja danych z przyrządu
- PC** – połączenie USB z komputerem aktywne

**V.2. Podłączenie naczynka pomiarowego:**

Sposób podłączenia naczynka pomiarowego dwu-, trzy-, lub czteroelektrodowego pokazany jest na rysunku **ATLAS 1131 EU&IA – CELL CONNECTIONS**.

Prawidłowe podłączenie końcówek kabla pomiarowego przyrządu do naczynka jest warunkiem koniecznym dla uzyskania prawidłowych wyników eksperymentu.

Prawidłowe podłączenie końcówek kabla pomiarowego pokazane jest w kolumnie schematów po lewej stronie rysunku. Niepoprawne podłączenie końcówek pokazane jest i zaznaczone kółkiem w kolumnie po prawej stronie rysunku. Nieprawidłowe podłączenie kabla może spowodować uzyskanie błędnych wyników pomiaru.

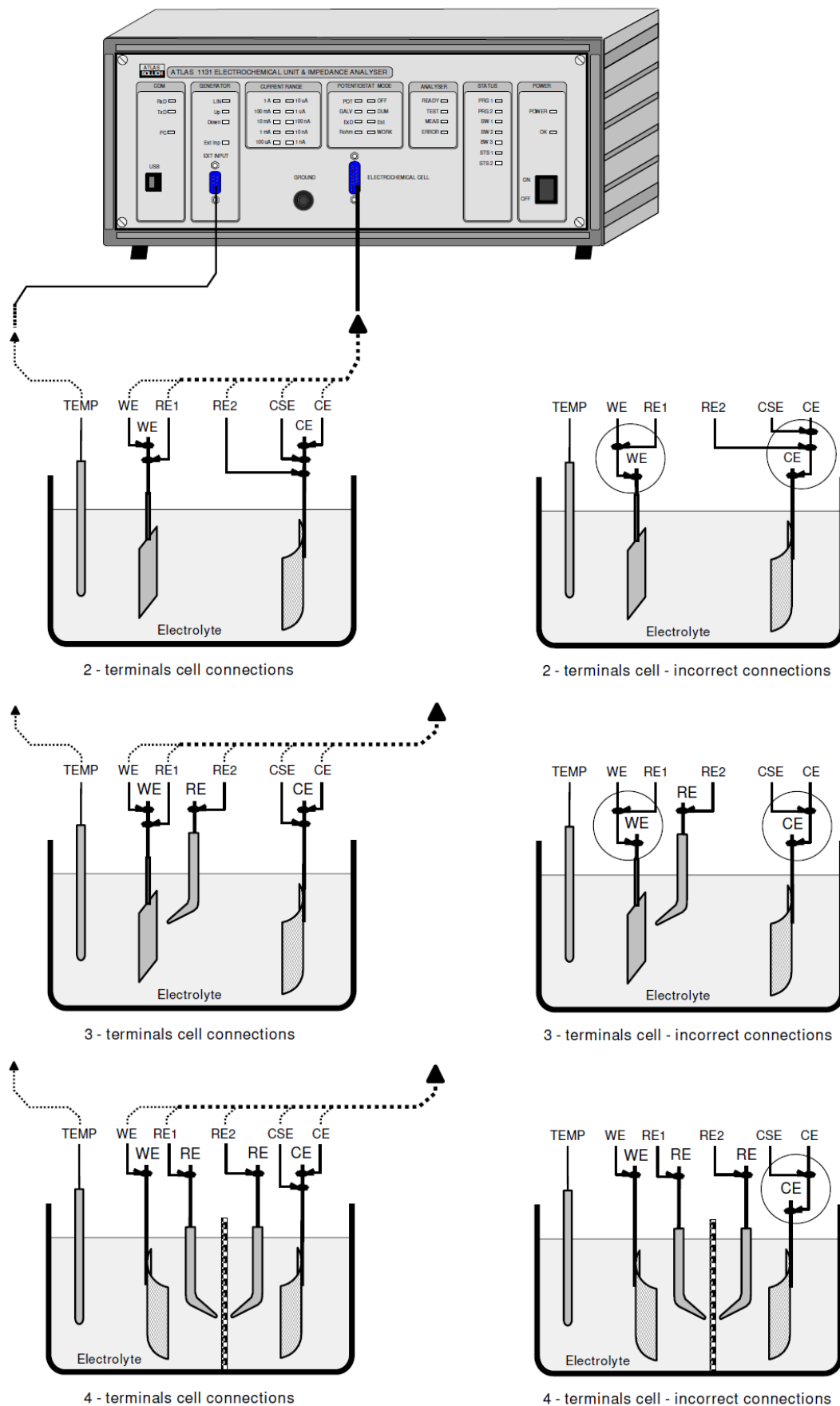
**V.3. Separowanie naczynka pomiarowego od zewnętrznych zakłóceń elektromagnetycznych:**

Istotnym czynnikiem mającym wpływ na dokładność pomiarów są zakłócenia elektromagnetyczne występujące w otoczeniu przyrząd pomiarowy – naczynko elektrochemiczne. Są to zakłócenia pochodzące od sieci energetycznej 50 Hz, maszyn i urządzeń energetycznych oraz zakłócenia z różnego rodzaju nadajników i generatorów przychodzące z eteru.

Wpływ tych zakłóceń jest tym większy im mniejsze prądy pomiarowe płyną w mierzonych i im większą impedancję ma mierzony obiekt.

Uznanym sposobem redukcji zakłóceń jest umieszczenie mierzonego obiektu w klatce Faradaya. Obecnie kiedy telefon komórkowy jest powszechny i obecny w otoczeniu mierzonego obiektu, stosowanie klatki Faradaya jest nieodzowne.





Rys. V.1 Schemat podłączenia naczynka pomiarowego do przyrządu ATLAS 1131

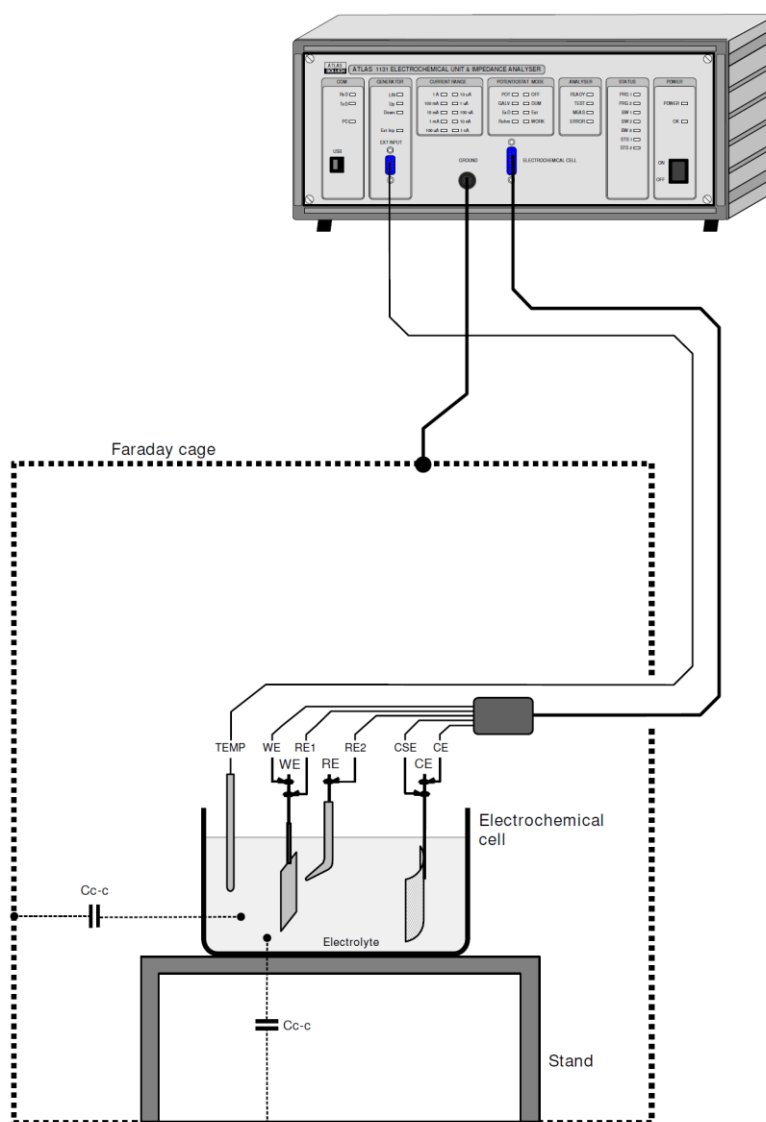
Schemat podłączenia przykładowego naczynka pomiarowego pokazany jest na rysunku ATLAS 1131 EU&IA – **Electrochemical cell In Faraday cage – connections.**

Istotnym warunkiem prawidłowego zastosowania klatki jest:

1. Podłączenie klatki możliwie najkrótszym przewodem do gniazda bananowego GROUND umieszczonego na płycie czołowej przyrządu,
2. Umieszczenie naczynka pomiarowego w przestrzeni klatki w taki sposób aby zminimalizować pojemności pomiędzy naczynkiem a ściankami klatki – pojemność oznaczona na rysunku jako **Cc-c**.

Ustawienie naczynka bezpośrednio na podstawie klatki skutkuje powstaniem dużej pojemności pomiędzy naczynkiem pomiarowym a klatką. Może to powodować duże błędy pomiarowe, szczególnie przy pomiarach widm impedancji.

Dlatego zaleca się stosowanie podstawki wykonanej z materiałów izolacyjnych (plexi, styropian, itp.) która pozwoli usytuować naczynko centralnie w przestrzeni klatki.



Rys. V.2 Schemat podłączenia klatki Faradaya do przyrządu ATLAS 1131

## VI. OBSŁUGA PROGRAMU

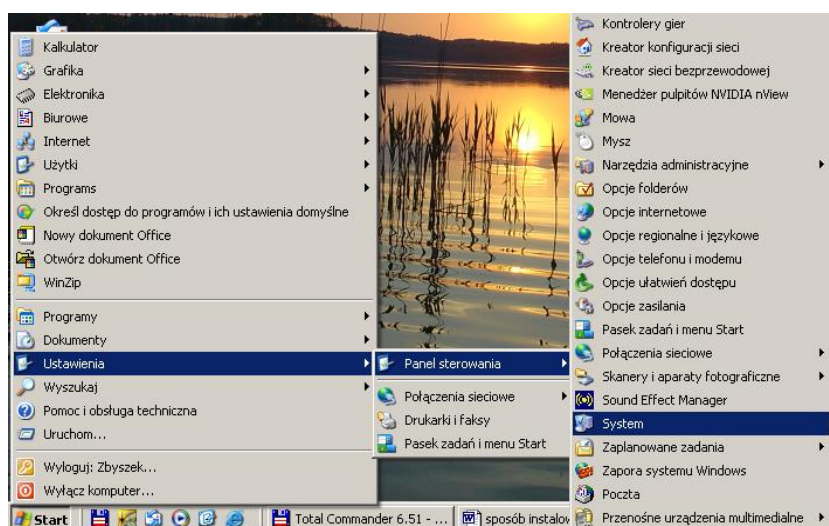
### VI.1. Instalacja sterowników

W pierwszej kolejności należy zainstalować sterowniki niezbędne do komunikacji urządzenia przez interfejs USB. Potrzebne sterowniki zostały dołączone do oprogramowania przyrządu.

Po podłączeniu urządzenia do komputera PC, komputer powinien samoczynnie wykryć nieznanne urządzenie i rozpocząć proces instalacji sterowników. W czasie tego procesu system zażąda określenia ścieżki dostępu do plików sterownika. Lokalizacja sterowników to: **D:\Drivers\** znajdujące się na dołączonej do zestawu płycie CD.

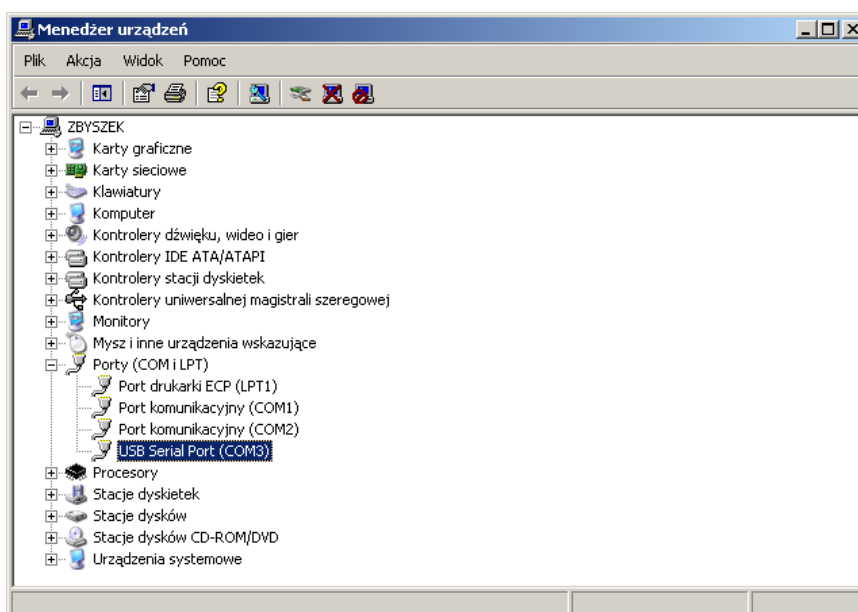
### VI.2. Konfiguracja ustawień komputera PC (Windows XP i wcześniejsze).

W celu prawidłowej pracy przyrządu należy dokonać na komputerze pewnych ustawień sprzętowych. Należy uruchomić ikonę **system** w **panelu sterowania** (Rys. VI.1).



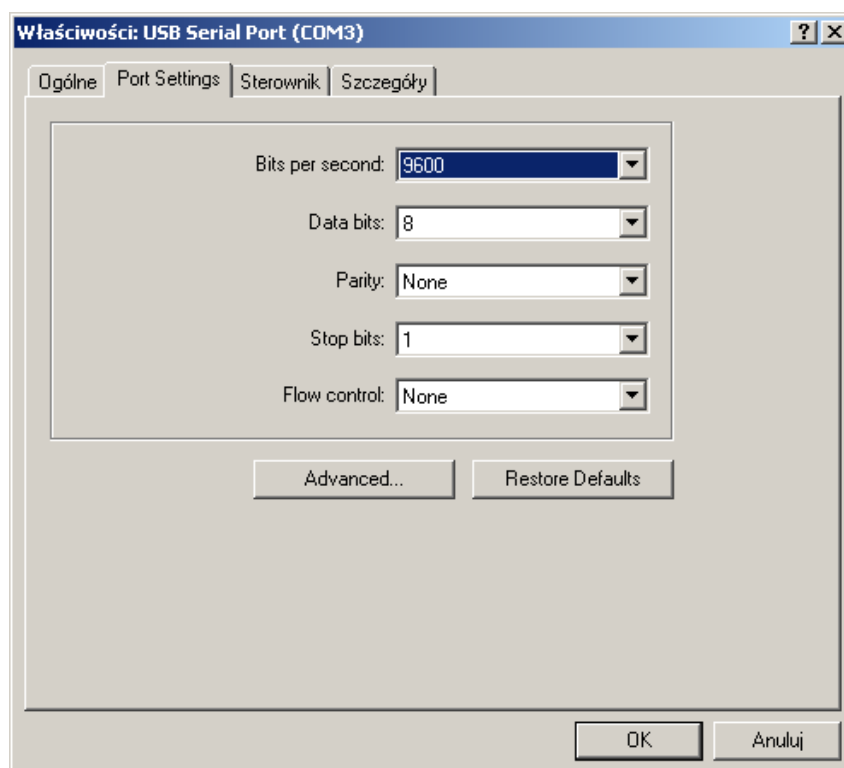
Rys. VI.1 Proces konfiguracji komputera PC

We właściwościach systemu należy zaznaczyć zakładkę **Sprzęt** i kliknąć na kontrolkę **Menedżer urządzeń**. Pojawi się kolejne okno (Rys. VI.2).



Rys. VI.2 Wybór konfigurowanego urządzenia

Należy zaznaczyć na urządzenie **USB Serial Port (COM)** .

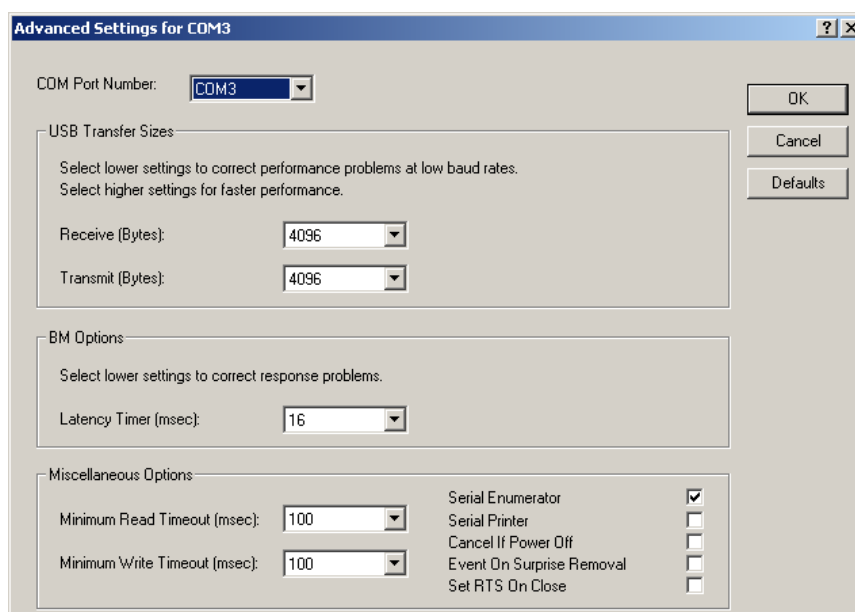


Rys. VI.3 Zmiana ustawień wirtualnego portu COM

W zakładce **Port Settings** należy uruchomić kontrolkę **Advanced**. W nowym oknie (Rys. VI.4) zmienić ustawienia okienek:

**Minimum Read Timeout (msec):** na 100

**Minimum Write Timeout (msec):** na 100

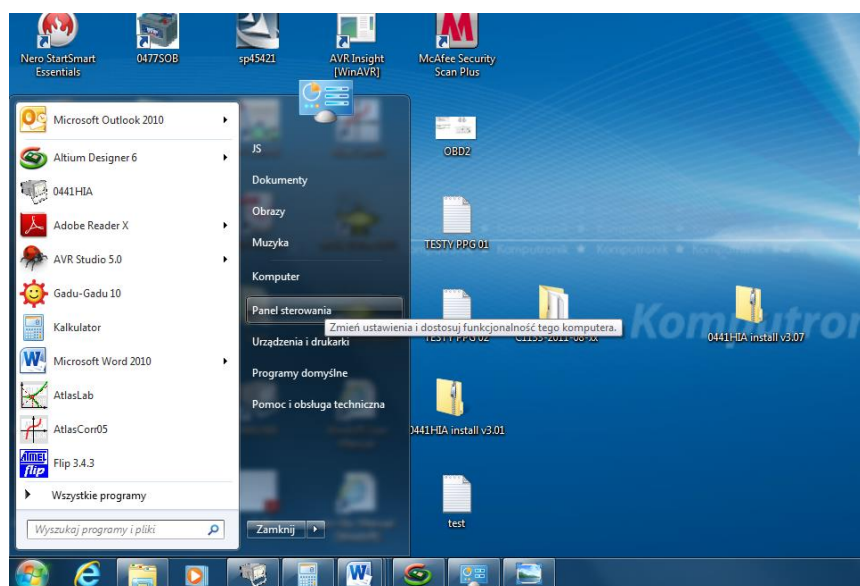


Rys. VI.4 Właściwe wartości okienek w panelu

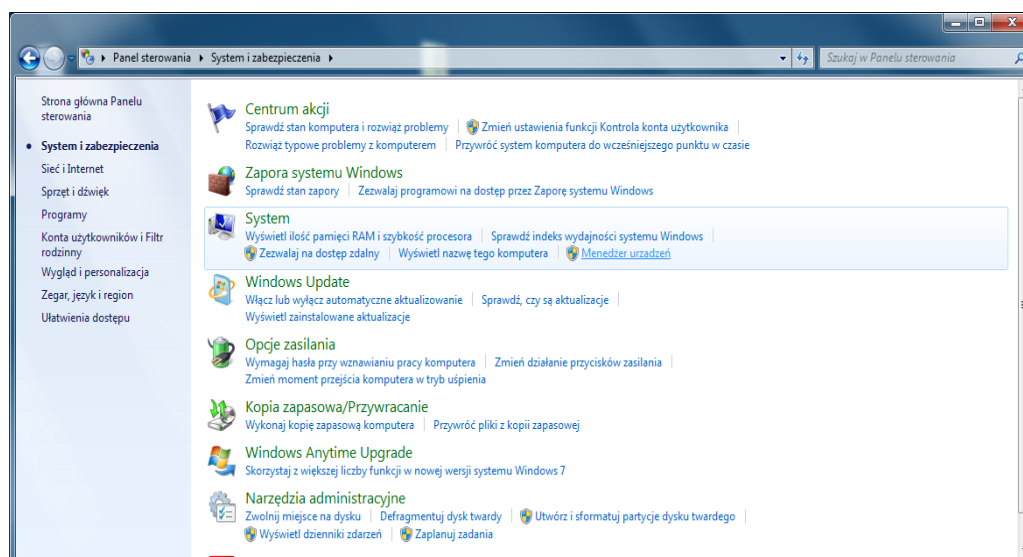
Zmiany zaakceptować kontrolką **OK**.

### VI.3. Konfiguracja ustawień komputera PC (Windows 7).

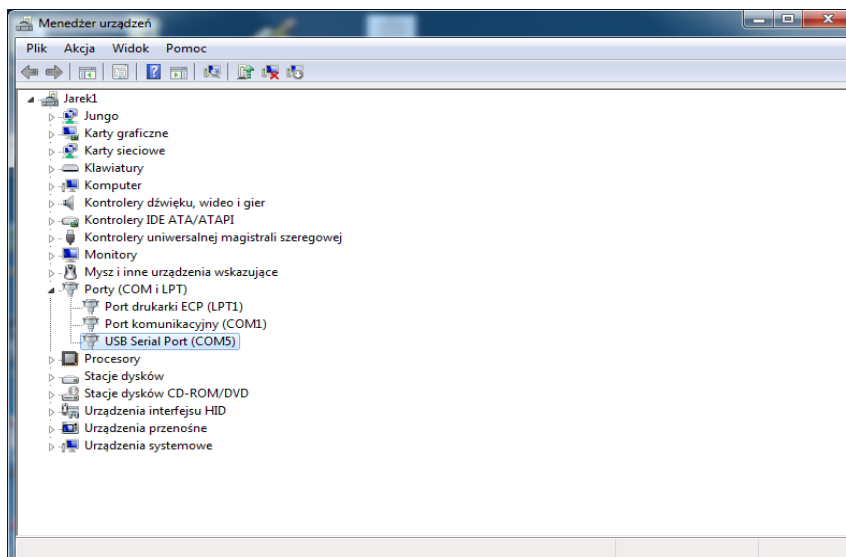
W celu prawidłowej pracy przyrządu należy dokonać na komputerze pewnych ustawień sprzętowych. Należy uruchomić ikonę **system** w **panelu sterowania** (Rys. VI.3.1).



Rys. VI.3.1 Proces konfiguracji komputera PC

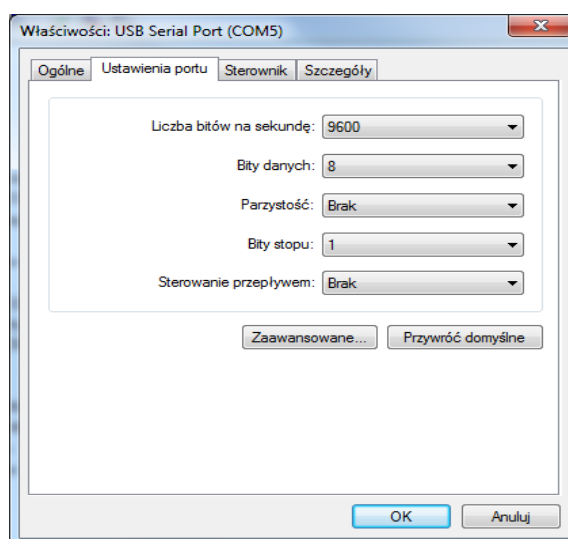


W kategorii **System** należy kliknąć na link **Menedżer urządzeń**. Pojawi się kolejne okno (Rys. VI.3.2).



Rys. VI.3.2 Wybór konfigurowanego urządzenia

Należy zaznaczyć na urządzenie **USB Serial Port (COM)** .



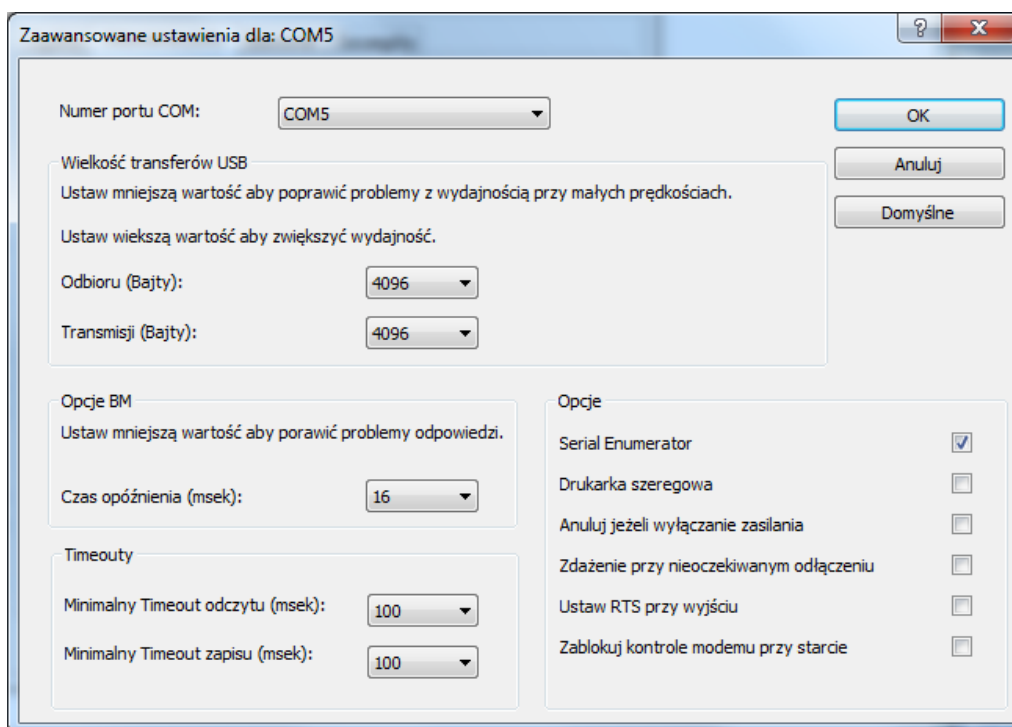
Rys. VI.3.3 Zmiana ustawień wirtualnego portu COM

W zakładce **Ustawienia portu** należy uruchomić kontrolkę **Zaawansowane...** .

W nowym oknie (Rys. VI.3.4) zmienić ustawienia okienek:

**Minimalny Timeout odczytu (msek):** na 100

**Minimalny Timeout zapisu (msek):** na 100



Rys. VI.3.4 Właściwe wartości okienek w panelu

Zmiany zaakceptować kontrolką **OK**.

#### VI.4. Instalacja oprogramowania

Kolejnym etapem jest instalacja oprogramowania do obsługi potencjostatu. W katalogu “\install vX.XX” dołączonej płyty CD, należy uruchomić plik setup.exe. W trakcie instalacji należy podać ścieżkę, w której będzie zainstalowany program.

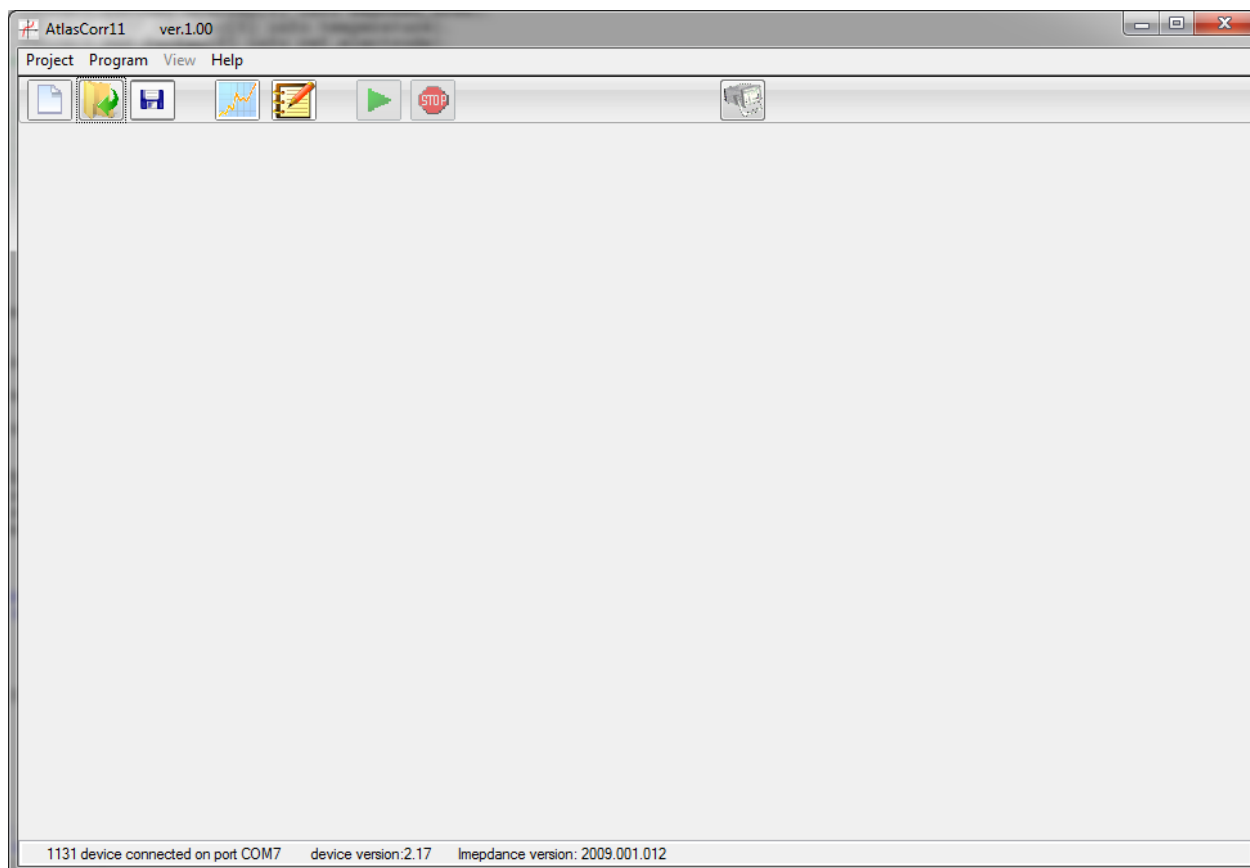
Po zainstalowaniu w pasku programów pojawi się program AtlasCorr11.

Na ekranie monitora zainstalowana zostanie ikona AtlasCorr11



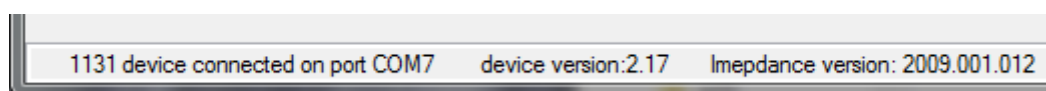
## VI.5. Uruchomienie pomiaru

Po dwukrotnym kliknięciu na ikonę, następuje uruchomienie programu. Na ekranie monitora pojawi się panel programu (Rys. VI.4).



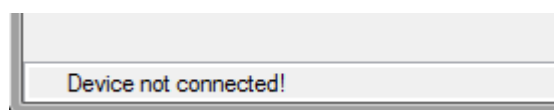
Rys. VI.4 Główne okno programu AtlasCorr11.

informacja o tym, iż komunikacja z urządzeniem się powiodła jest pokazana na dolnym pasku programu.



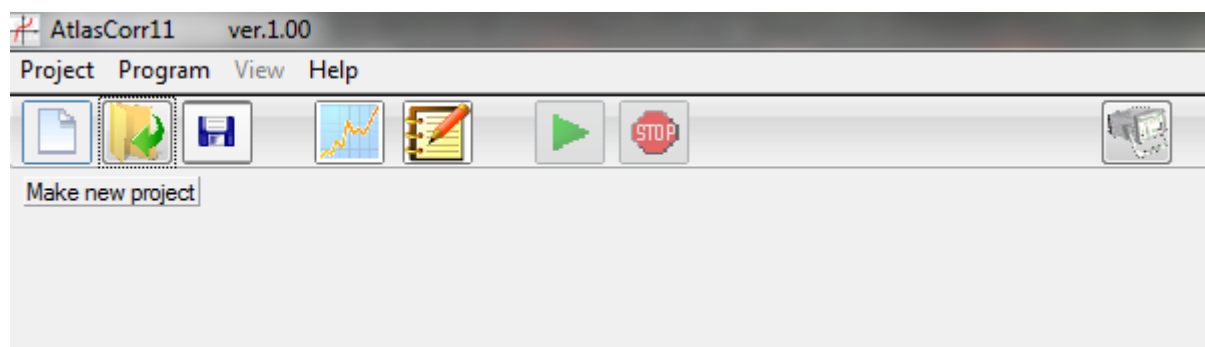
Rys. VI.5 Pasek informacyjny o stanie połączenia.

Jeśli komunikacja się nie powiedzie to pojawi się komunikat:



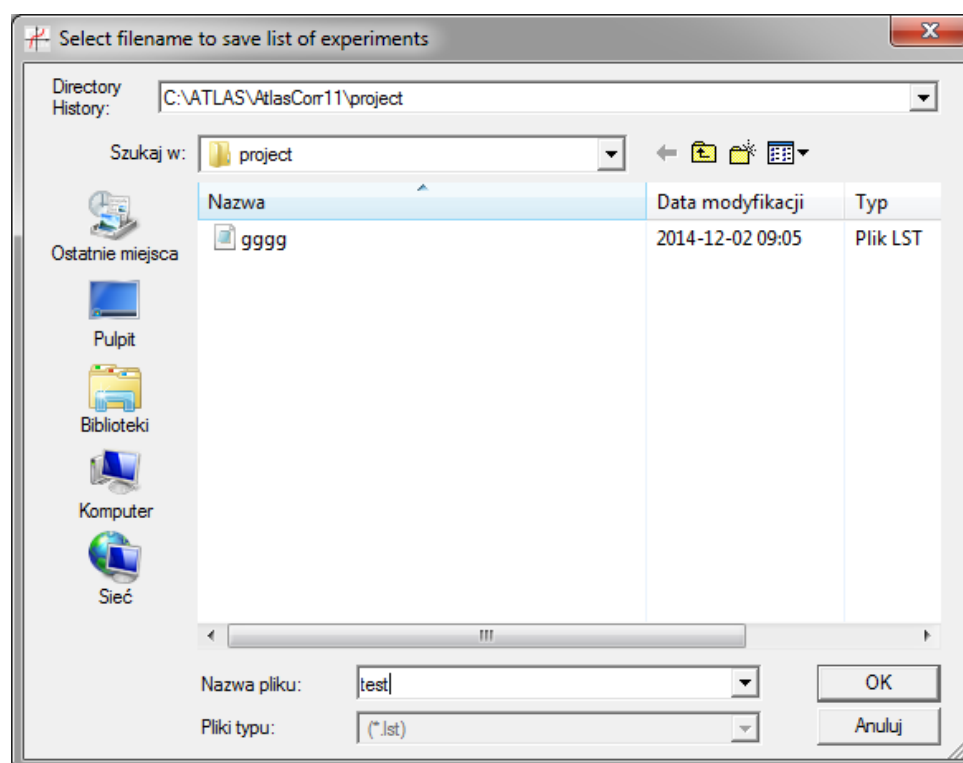
Rys. VI.6 Informacja o braku połączenia z przyrządem.

Do rozpoczęcia procesu pomiarowego należy zdefiniować listę eksperymentów oraz ich szczegóły. Należy kliknąć na pasku ikonę **Make new project** (Rys. VI.7).



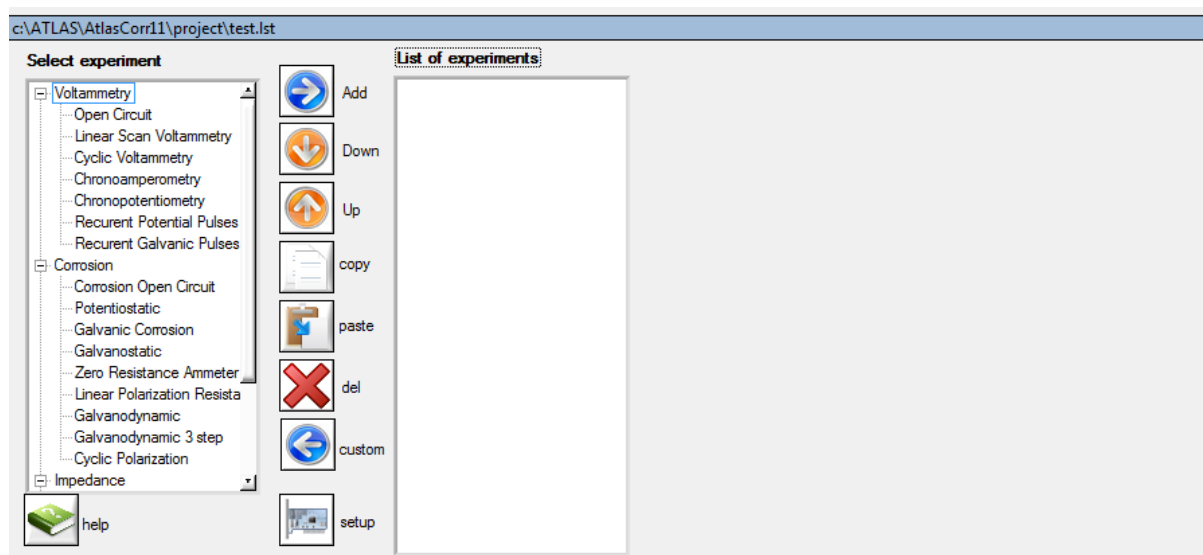
Rys. VI.7. Etap tworzenia listy eksperymentów.

W efekcie pojawi się nowe okno (Rys. VI.8).



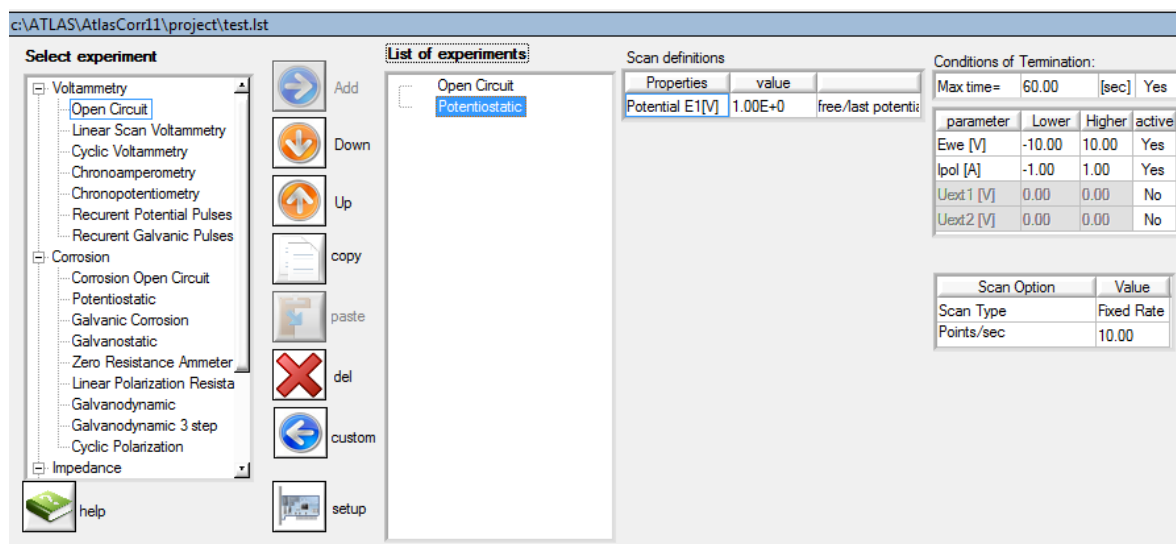
Rys. VI.8. Okno wyboru pliku z listą eksperymentów.

Należy wpisać nazwę pliku z listą eksperymentów. Następnie pojawi się nowe okno z wyborem eksperymentów (Rys VI.9).



Rys. VI.9. Okno z wyborem listy eksperymentów

Kolejnym etapem jest dodanie eksperymentów do listy eksperymentów (Rys. VI.9). Należy wybrać oczekiwany eksperyment z listy **Select experiment** i uruchomić klawisz (niebieska strzałka w prawo) **Add**.



Rys. VI.10. Stworzona lista eksperymentów pomiarowych.

W oknie **List of experiment** wyświetlone są eksperymenty które mają być wykonane w procesie pomiarowym. Wartości w tabelach **Scan definition**, **Condition of Termination**, **Scan option** opisują szczegóły każdego z eksperymentów listy pomiarowej.

Tabela **Scan definition** opisuje szczegóły właściwe dla danego eksperymentu. Wielkość jak i typy poszczególnych komórek tej tabeli zmieniają się w zależności od rodzaju eksperymentu. Szczegóły tej tabeli zostaną opisane dla każdego eksperymentu osobno.

Tabela **Condition of Termination** opisuje warunki zakończenia i jej postać jest stała dla każdego eksperymentu pomiarowego.

Conditions of Termination:			
Max time=	60.00	[sec]	Yes
parameter	Lower	Higher	active
Ewe [V]	-10.00	10.00	Yes
Ipol [A]	-1.00	1.00	Yes
Uext1 [V]	0.00	0.00	No
Uext2 [V]	0.00	0.00	No

Rys. VI.11. Tabela opisująca warunki zakończenia eksperymentu.

**Max time** – Maksymalny czas trwania eksperymentu.

**Ewe [V]** – Wartości graniczne napięcia Ewe dozwolone w czasie trwania eksperymentu. Jeśli ta opcja została aktywowana (**Yes**) to gdy w czasie trwania eksperymentu zostanie przekroczony wpisany zakres napięciowy to eksperyment zostanie zakończony.

**Ipol [A]** – Wartości graniczne prądu Ipol dozwolone w czasie trwania eksperymentu. Jeśli ta opcja została aktywowana (**Yes**) to gdy w czasie trwania eksperymentu zostanie przekroczony wpisany zakres prądu to eksperyment zostanie zakończony.

**Uext1 [V]** – Wartości graniczne napięcia zewnętrznego Uext1 dozwolone w czasie trwania eksperymentu. Jeśli ta opcja została aktywowana (**Yes**) to gdy w czasie trwania eksperymentu zostanie przekroczony wpisany zakres napięcia to eksperyment zostanie zakończony.

**Uext2 [V]** – Wartości graniczne napięcia zewnętrznego Uext2 dozwolone w czasie trwania eksperymentu. Jeśli ta opcja została aktywowana (**Yes**) to gdy w czasie trwania eksperymentu zostanie przekroczony wpisany zakres napięcia to eksperyment zostanie zakończony. Napięcia Uext mogą być użyte do podłączenia dodatkowego czujnika zewnętrznego mierzącego np. temperaturę, ciśnienie, wilgotność itp.

Tabela **Scan Option** opisuje sposób próbkowania w czasie trwania eksperymentu.

Scan Option	Value
Scan Type	Fixed Rate
Points/sec	

Fixed Rate  
 Delta-Ewe  
 Delta-Ipol

Rys. VI.12. Tabela opisująca sposób próbkowania pomiaru

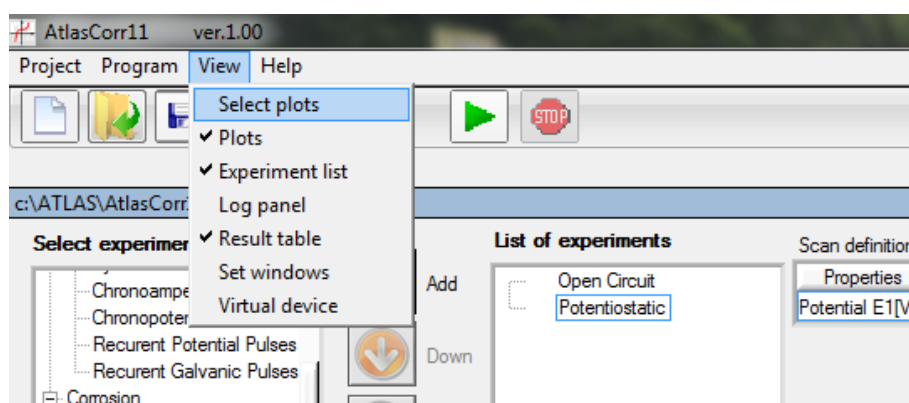
**Scan Type** – Określa warunki przy jakich mają być zbierane próbki pomiarowe. Do wyboru jest:

**Fixed Rate** – stała częstotliwość próbkowania. Wtedy wpisuje się wartość częstotliwości próbkowania w polu **Points/sec**.

**Delta-Ewe** – próbkowanie następuje po zmianie potencjału Ewe o wskazaną wartość w polu **mV/Point**, nie częściej niż to co zostało zapisane w polu **Max. [points/sec]** i nie rzadziej niż określa to pole **Min. [points/sec]**.

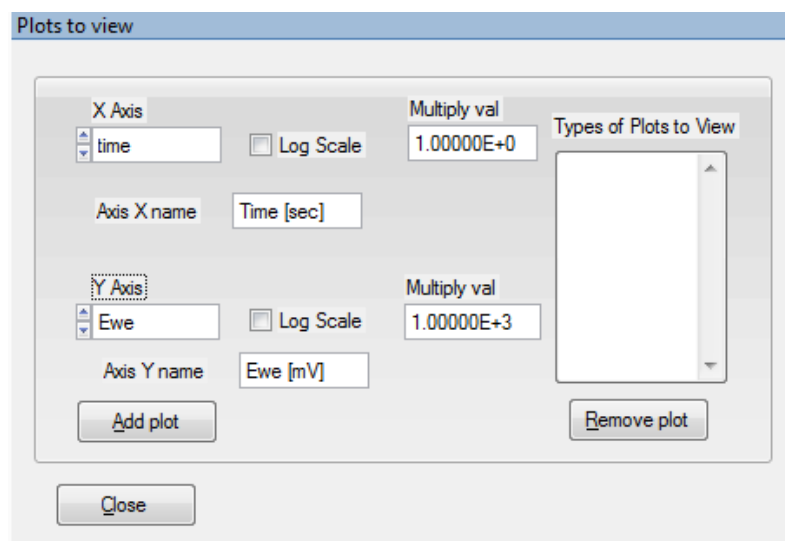
**Delta-Ipol** – próbkowanie następuje po zmianie prądu Ipol o wskazaną wartość w polu **mA/Point**, nie częściej niż to co zostało zapisane w polu **Max. [points/sec]** i nie rzadziej niż określa to pole **Min. [points/sec]**.

Po zdefiniowaniu listy eksperymentów należy wybrać typy wykresów, które mają być widoczne w czasie trwania pomiaru. Należy uruchomić w menu programu: **View -> Select plots** lub ikonka na górnym pasku ekranu o nazwie **Edid graphs**.



Rys. VI.13. Wybieranie typów wykresów do wyświetlenia w czasie pomiaru

Pojawi się okno z wyborem typów wykresów:



Rys. VI.14. Panel wyboru wykresów.

Należy wybrać wartości dla osi X i Y używając poniższych kontroltek:

**X Axis** – wybór typu wielkości na osi X.

**Y Axis** – wybór typu wielkości na osi Y.

**Log Scale** – zaznaczenie tego boxa oznacza że dana oś będzie wyświetlana w skali logarytmicznej.

**Axis X name** – wyświetlana nazwa osi X.

**Axis Y name** – wyświetlana nazwa osi Y.

**Multiply val-** współczynnik mnożenia odebranej wartości X i Y. Przydatne w przeliczaniu z jednostek podstawowych na mili , mikro itp.

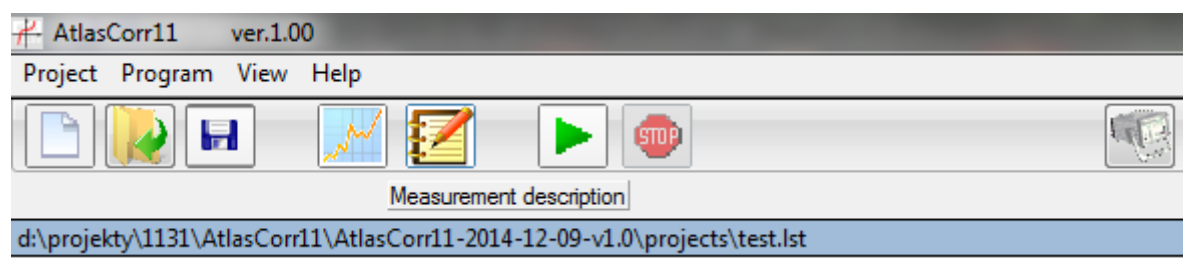
**Type of plots to view-** lista wykresów do wyświetlenia.

**Add plot** – dodanie typu wykresu do listy wykresów które mają być wyświetlane.

**Remove plot** – usunięcie wykresu z listy wykresów do wyświetlenia.

**Close** – zamknięcie okna wyboru wykresów.

Program ma możliwość zapisania w pliku listy eksperymentów parametrów informacyjnych przydatnych przy analizie wyników. Służy do tego ikona **Measurement description**



Rys. VI.15a. Ikona uruchamiania edycji etykiety pomiaru.

Po jej uruchomieniu pojawi się okno etykiety opisowej procesu pomiarowego. Etykieta zostanie zapisana w pliku razem z otrzymanymi wynikami. Dokładne wypełnienie etykiety ułatwi identyfikację wykonanego procesu i otrzymanych wyników w przyszłości, nawet po długim czasie.

 The image shows a dialog box titled 'Selection of directory'. It contains several input fields for recording measurement details:
 

- 'Data and time' is set to '02:12:2014 15:18:01'.
- 'Name' and 'ID sign' are empty text boxes.
- 'Material of sample' and 'Environment' are empty text boxes.
- 'pH value' is set to '7.00'.
- 'Rest potential (mV)' is set to '0.000E+0'.
- 'Exposed area (cm2)' is set to '1.000E+0'.
- 'Ref. electrode' is an empty text box.
- 'Temp. (°C)' is set to '20.0'.
- 'Notes' is a large empty text area.

 At the bottom of the dialog, there are two buttons: 'Cancel' with a blue 'X' icon and 'Ok' with a blue checkmark icon.

Rys. VI.15b. Panel edycji szczegółów etykiety procesu pomiarowego.

**Data and time** – Czas uruchomienia procesu pomiarowego. Wartość generowana automatycznie w chwili uruchomienia pomiaru i nie można jej zmieniać.

**Name** - Nazwa procesu pomiarowego.

**ID sign** – Nazwa/kod Operatora.

**Material of sample** – Nazwa próbki pomiarowej

**Environment** – Środowisko pomiarowe.

**pH value** – Współczynnik pH elektrolitu.

**Rest potential (mV)** – Wartość potencjału swobodnego obiektu.

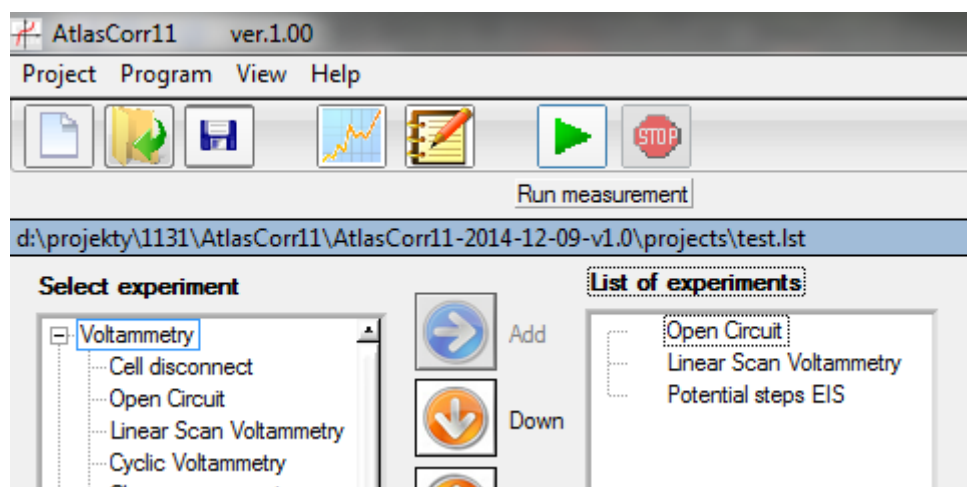
**Exposed area (cm<sup>2</sup>)** – Powierzchnia badanej próbki. **Uwaga!** Zmiana tej wartości na inną niż jeden powoduj przeliczanie wartości prądu oraz impedancji względem wpisanej powierzchni.

**Ref. Electrode** – Nazwa elektrody referencyjnej.

**Temp. (°C)** – Temperatura otoczenia.

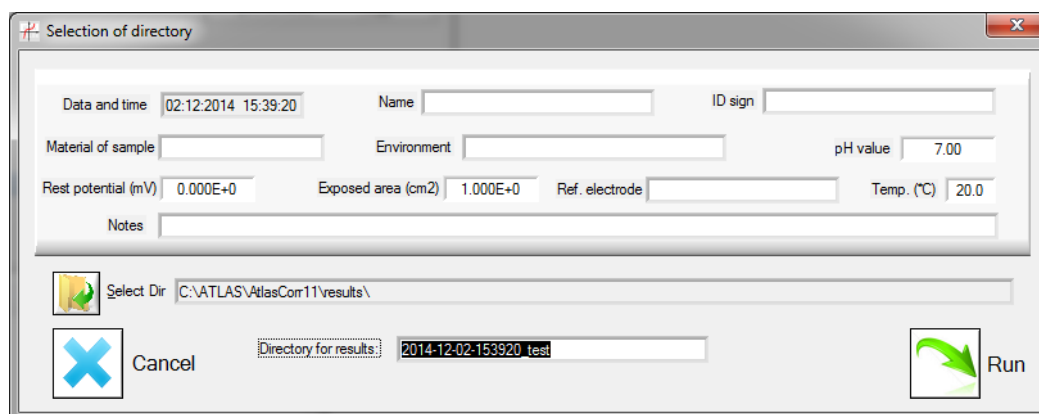
**Notes** – Dodatkowe notatki.

W celu rozpoczęcia procesu pomiarowego należy kliknąć ikonkę (zielony trójkąt) **Run measurement** znajdującą się na górnym pasku programu (Rys. VI.16).



Rys. VI.16. Widok ikonki "Run measurement" panelu programu.

Po naciśnięciu ikony Run measurement pojawi się okno (Rys. VI.17) nazwy katalogu w którym zapisane zostaną wyniki eksperymentów:



Rys. VI.17a. Okno wyboru nazwy katalogu wyników i potwierdzenia uruchomienia pomiaru.

Można doprecyzować etykietę procesu pomiarowego i zdefiniować lokalizację zapisu wyników.

Domyślnie wyniki zapisują się w podkatalogu **/results** katalogu programu **AtlasCorr11**.

Każdy proces pomiarowy ma swój odrębny katalog. Program proponuje początkową nazwę katalogu, którą jest data i godzina rozpoczęcia procesu pomiarowego, np. **2014-12-02-153920\_**.

Dla lepszego sprecyzowania jakiego procesu dotyczą wyniki zapisane w tym katalogu, należy uzupełnić tą nazwę o własne szczegóły, np. **LSV-St3-pr2345**. (Linear Sweep Voltammetry - stali St3 - próbki o numerze 2345 )

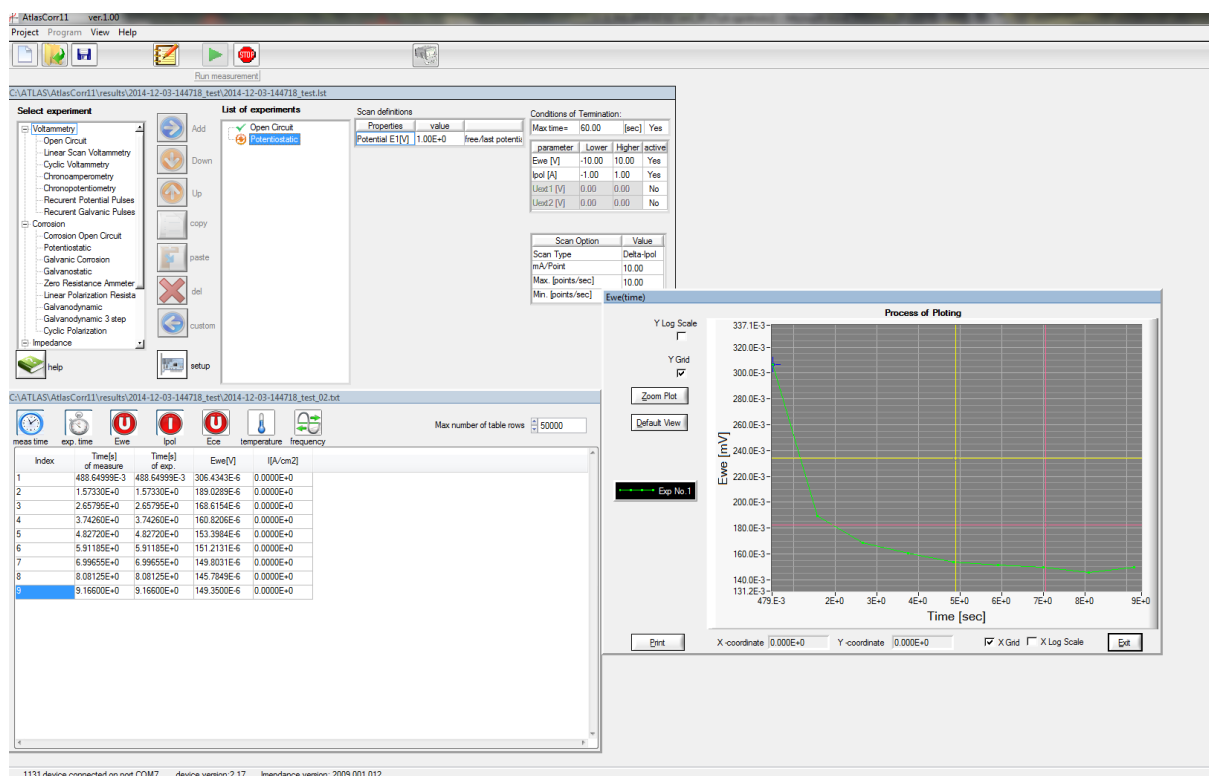
W wyżej przytoczonym przykładzie katalog wyników nazywać się będzie:

**2014-12-02-153920\_LSV-St3-pr2345**

**Cancel** – Rezygnacja z rozpoczęcia procesu pomiarowego.

**Run** – Potwierdzenie uruchomienia procesu pomiarowego.

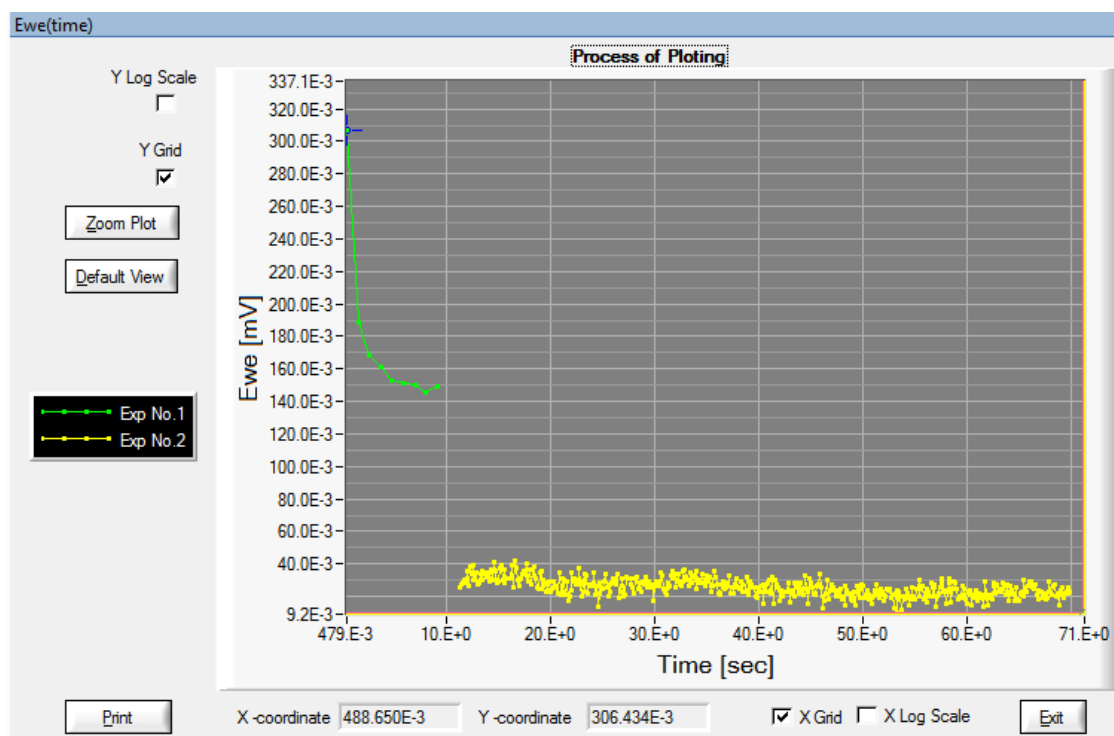
Po rozpoczęciu pomiarów, na ekranie pojawia się nowy panel (Rys. VI.17).



Rys. VI.17b. Widok panelu programu w trakcie procesu pomiarowego.

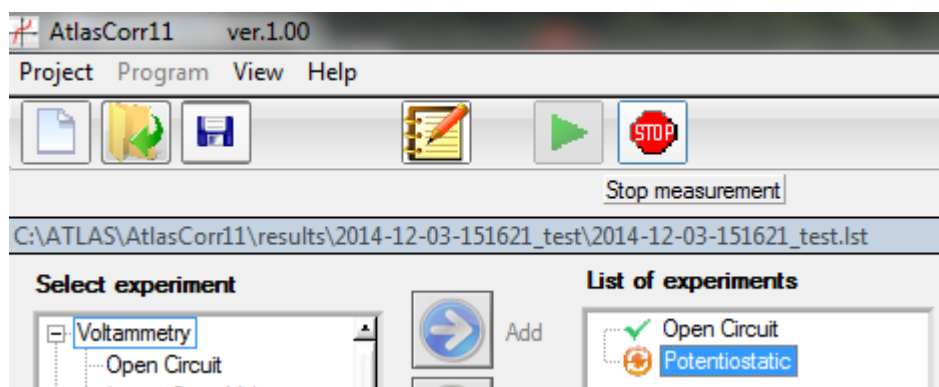
W czasie procesu pomiarowego do tablicy wyników są dodawane nowe wartości próbek. Jeśli do eksperymentu zostało wybrane wyświetlanie wybranych wykresów to będą one wyświetlane w osobnych okienkach (Rys. VI.18). Okienka wykresów można powiększać, pomniejszać, zamykać, przestawiać ich kolejność w stosie góra-dół.





Rys. VI.18. Wykres pomiarowy.

Proces pomiarowy można zakończyć przed czasem uruchamiając ikonę znajdującą się na górnym pasku programu, nazwaną STOP oznaczającą polecenie "Stop measurement".



Rys. VI.19. Widok ikony „Stop measurement”.

**VI.6. Lista i opisy eksperymentów.**

Użytkownik ma do wyboru poniższe grupy eksperymentów:

**Grupa: Voltammetry**

- Cell disconnect
- Open Circuit
- Chronoamperometry
- Chronopotentiometry
- Linear Scan Voltammetry
- Cyclic Voltammetry
- Recurent Potential Pulses
- Recurent Galvanic Pulses

**Grupa: Corrosion**

- Corrosion Open Circuit
- Potentiostatic
- Zero Resistance Ammeter
- Galvanostatic
- Linear Polarization Resistance
- Cyclic Linear Polarization
- Galvanodynamic
- Galvanodynamic 3 step

**Grupa: Impedance**

- Open Circuit
- Potentiostatic EIS
- Potential steps EIS
- Impedance for one frequency point for potential steps

**Grupa: Energy**

- Energy Open Circuit
- Constant Potential Charge-Discharge
- Constant Current Charge-Discharge
- Potential Charge-Discharge
- Current Charge-Discharge

**Grupa: User defined**

- Eksperymenty zdefiniowane przez użytkownika na bazie wymienionych powyżej.

**Opisy eksperymentów:**

**Cell Disconnect** – odłączenie wszystkich zacisków przyrządu od naczynka pomiarowego na czas opóźnienia rozpoczęcia eksperymentu, lub czas przerwy przed wykonaniem kolejnego eksperymentu.

**Open Circuit** – Pomiar potencjału swobodnego (stacjonarnego) na zaciskach celki pomiarowej, bez polaryzacji potencjałowej czy prądowej.

**Chronoamperometry** - Pomiar potencjału i prądu przy stałym potencjale wymuszającym.

**Chronopotentiometry** - Pomiar potencjału i prądu przy stałym prądzie wymuszającym.

**Linear Scan Voltammetry** - Pomiar potencjału i prądu przy liniowej zmianie potencjału.

**Cyclic Voltammetry** - Pomiar potencjału i prądu przy liniowej zmianie potencjału wymuszającego, przy czym zdefiniować można cztery różne potencjały, które w czasie eksperymentu powinny zostać osiągnięte.

**Recurent Potential Pulses** - Pomiar potencjału i prądu przy liniowej zmianie potencjału wymuszającego. Potencjały podaje się różnicowo w stosunku do początkowego.

**Recurent Galvanic Pulses** – Pomiar potencjału i prądu przy zdefiniowanych dwóch stałych wartościach prądu wymuszającego.

**Corrosion Open Circuit** – Pomiar potencjału swobodnego (stacjonarnego) na zaciskach celki pomiarowej, bez polaryzacji potencjałowej ani prądowej.

**Potentiostatic** - Pomiar potencjału i prądu przy stałym potencjale wymuszającym.

**Zero Resistance Ammeter** – Pomiar prądu zwarcowego pomiędzy dwoma elektrodami.

**Galvanostatic** – Pomiar potencjału i prądu przy stałym prądzie wymuszającym

**Linear Polarization Resistance & Tafel plots** – Pomiar potencjału i prądu przy liniowej zmianie potencjału wymuszającego dla obliczenia stałych Tafela i rezystancji polaryzacyjnej. Potencjały podaje się różnicowo w stosunku do stacjonarnego potencjału początkowego.

**Galvanodynamic** – Pomiar potencjału i prądu przy liniowej zmianie prądu wymuszającego.

**Galvanodynamic 3 step** – Pomiar potencjału i prądu przy liniowej zmianie prądu wymuszającego, przy czym można zdefiniować cztery różne prądy, które w czasie eksperymentu powinny zostać osiągnięte.

**Cyclic Polarization** – Pomiar potencjału i prądu przy liniowej zmianie potencjału wymuszającego. Potencjały podaje się różnicowo w stosunku do początkowego.

**Potentiostatic EIS** – Pomiar widma impedancji na zadanym potencjale.

**Potential steps EIS** – Pomiar widm impedancji przy różnych wartościach polaryzacji.

**Impedance for one frequency point vs. potential steps** - Pomiar impedancji dla jednej wybranej częstotliwości przy zmianach potencjału polaryzacji. Polarografia zmiennoprądowa.

**Energy Open Circuit** – Pomiar potencjału swobodnego (stacjonarnego) na zaciskach ogniwa bez wymuszania przepływu prądu.

**Constant Potential Charge-Discharge** – Pomiar potencjału i prądu ogniwa przy stałej jednej wartości potencjału wymuszającego.

**Constant Current Charge-Discharge** – Pomiar potencjału i prądu ogniwa przy stałej jednej wartości prądu polaryzującego.

**Potential Charge-Discharge** – Pomiar potencjału i prądu ogniwa dla dwóch różnych wartości potencjału wymuszającego.

**Current Charge-Discharge** – Pomiar potencjału i prądu ogniwa dla dwóch różnych wartości prądu polaryzującego.

### VI.6.1. Cell Disconnect (Rys. VI.20)

Odłączenie wszystkich zacisków przyrządu od naczynka pomiarowego na czas opóźnienia rozpoczęcia eksperymentu, lub na czas przerwy przed wykonaniem kolejnego eksperymentu.

d:\projekty\1131\AtlasCorr11\AtlasCorr11-2014-12-02-v1.0\projects\ggggddd.lst

**Select experiment**

- [-] Voltammetry
  - Cell disconnect
  - Open Circuit
  - Linear Scan Voltammetry
  - Cyclic Voltammetry
  - Chronoamperometry
  - Chronopotentiometry
  - Recurent Potential Pulses
  - Recurent Galvanic Pulses
- [-] Corrosion
  - Corrosion Open Circuit
  - Potentiostatic
  - Galvanic Corrosion
  - Galvanostatic
  - Zero Resistance Ammeter
  - Linear Polarization Resista
  - Galvanodynamic
  - Galvanodynamic 3 step
  - Cyclic Polarization

help

**List of experiments**

[Cell disconnect]

Add    Down    Up    copy    paste    del    custom    setup

**Conditions of Termination:**

parameter	Lower	Higher	active
Ewe [V]	-10.00	10.00	No
Ipol [A]	-1.00	1.00	No
Uext1 [V]	0.00	0.00	No
Uext2 [V]	0.00	0.00	No

**Cell disconnect**

Rys. VI.20. Panel opisujący eksperyment "Cell Disconnect"

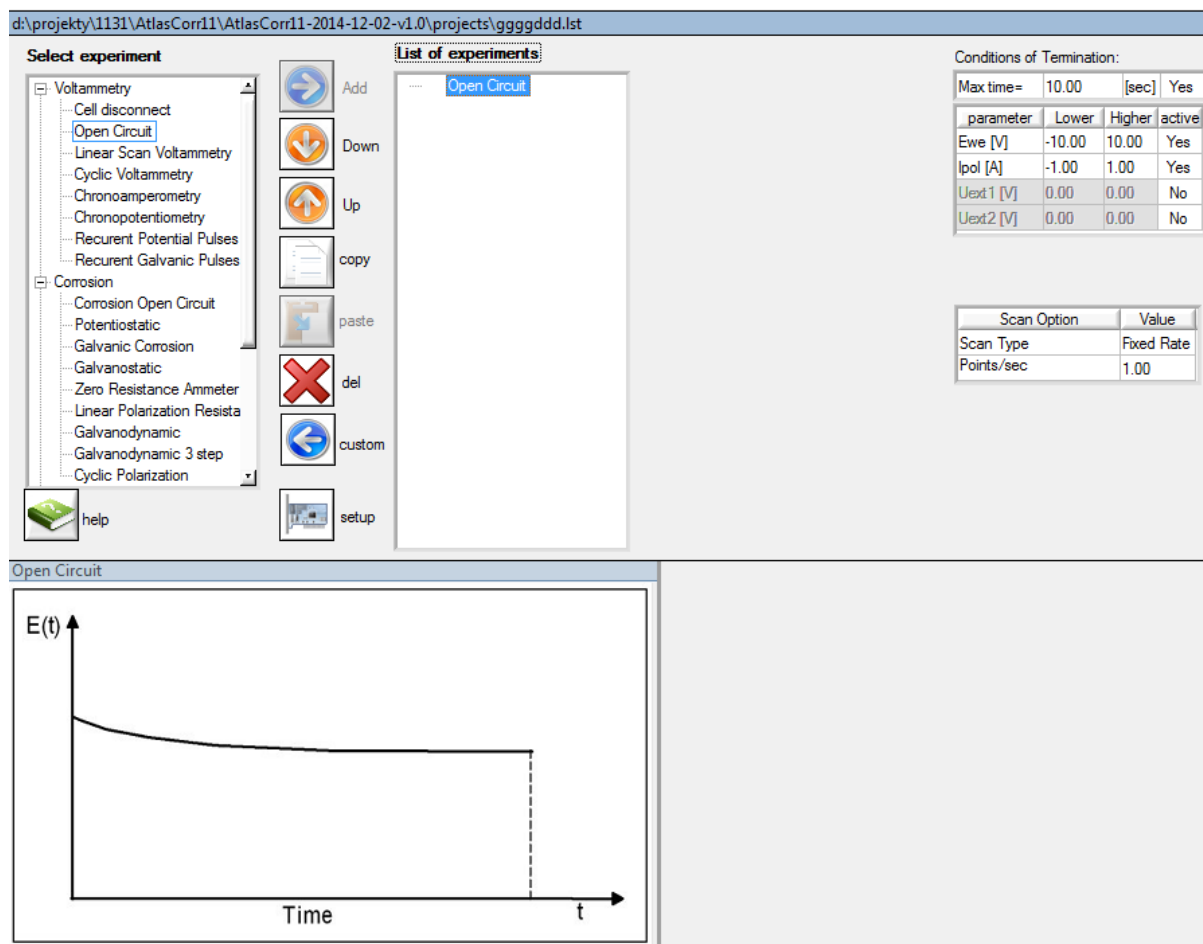
**Conditions of Termination** (Warunki zakończenia eksperymentu):

**Max Time** – maksymalny czas trwania eksperymentu.

Należy wpisać wartość i wybrać jednostkę miary czasu po którym eksperyment zostanie zakończony

## VI.6.2. Open Circuit & Corrosion Open Circuit & Energy Open Circuit (Rys. VI.21)

Pomiar potencjału swobodnego (stacjonarnego) na zaciskach celki pomiarowej lub ogniwa, bez polaryzacji potencjałowej czy prądowej.



Rys. VI.21. Panel opisujący eksperyment "Open Circuit & Corrosion Open Circuit & Energy Open Circuit"

**Conditions of Termination** (Warunki zakończenia eksperymentu):

**Max Time** – maksymalny czas trwania eksperymentu.

**Ewe [V]** – Minimalne i maksymalne wartości potencjału, jaki może zakończyć eksperyment.

**Uext1 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego (np. czujnika temperatury, wilgotności), jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Uext2 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego (np. czujnika temperatury, wilgotności), jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Scan Option** (Sposób zbierania próbek pomiarowych):

**Fixed Rate** – Stała częstotliwość próbkowania

**Delta – Ewe** – próbkowane co określoną zmianę potencjału

**Delta – Ipol** – próbkowane co określoną zmianę prądu

### VI.6.3. Chronoamperometry & Potentiostatic & Constant Potential Ch-Disch. (Rys. VI.22)

Pomiar potencjału i prądu przy wymuszonym stałym potencjale na badanej próbce lub ogniwie.

The screenshot displays the ATLAS software interface for configuring a Potentiostatic experiment. The 'Select experiment' tree on the left shows 'Potentiostatic' selected under the 'Corrosion' category. The 'List of experiments' panel shows 'Potentiostatic' as the active experiment. The 'Scan definitions' table is as follows:

Properties	value	
Potential E1[V]	1.00E+0	free/last potenti

The 'Conditions of Termination' table is:

parameter	Lower	Higher	active
Ewe [V]	-10.00	10.00	Yes
Ipol [A]	-1.00	1.00	Yes
Uext1 [V]	0.00	0.00	No
Uext2 [V]	0.00	0.00	No

The 'Scan Option' table is:

Scan Option	Value
Scan Type	Delta-Ipol
mA/Point	10.00
Max. [points/sec]	10.00
Min. [points/sec]	1.00

Below the interface, a graph titled 'Potentiostatic' shows the potential  $E(t)$  versus time  $t$ . The potential is constant at a value  $E_1$  for a duration of time, indicated by a dashed vertical line at the end of the horizontal segment.

Rys. VI.22. Panel opisujący eksperyment "Potentiostatic & Potentiostatic & Constant Potential"

**Scan Definition** (Definicja przebiegu):

**Potential E1 [V]** – Wartość wymuszanego potencjału

**Conditions of Termination** (Warunki przzerwania eksperymentu):

**Max Time** – maksymalny czas trwania eksperymentu.

**Ewe [V]** – Minimalne i maksymalne wartości potencjału, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Ipol [A]** – Minimalne i maksymalne wartości prądu, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Uext1 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego (np. czujnika temperatury, wilgotności), jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Uext2 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego (np. czujnika temperatury, wilgotności), jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Scan Option** (Sposób zbierania próbek pomiarowych):

**Fixed Rate** – Stała częstotliwość próbkowania

**Delta – Ewe** – próbkowane co określoną zmianę potencjału

**Delta – Ipol** – próbkowane co określoną zmianę prądu

#### VI.6.4. Chronopotentiometry & Galvanostatic & Constant Current Ch-Disch. (Rys. VI.23)

Pomiar potencjału i prądu przy wymuszonym stałym przepływie prądu w badanej próbce lub ogniwie.

The screenshot displays the software interface for the experiment. The 'Select experiment' list on the left includes various electrochemical techniques, with 'Galvanostatic' highlighted. The 'List of experiments' in the center shows 'Galvanostatic' as the selected experiment. The 'Scan definitions' table shows the current  $I_{pol1}$  [A] set to  $0.00E+0$ . The 'Conditions of Termination' table lists parameters like Ewe [V], Ipol [A], Uext1 [V], and Uext2 [V] with their respective ranges and active status. The 'Scan Option' table shows the 'Scan Type' as 'Fixed Rate' and 'Points/sec' as 1.00. Below the interface, a graph plots the current  $I_{pol}(t)$  against time  $t$ , showing a constant current pulse labeled  $I_{pol1}$ .

Rys. VI.23. Panel opisujący eksperyment “ Chronopotentiometry & Galvanostatic & Constant Current”

**Scan Definition** (Definicja przebiegu):

**$I_{pol1}$  [A]** – Wartość wymuszanego prądu

**Conditions of Termination** (Warunki zakończenia eksperymentu):

**Max Time** – maksymalny czas trwania eksperymentu.

**Ewe [V]** – Minimalne i maksymalne wartości potencjału, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**$I_{pol}$  [A]** – Minimalne i maksymalne wartości prądu, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Uext1 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego (np. czujnika temperatury, wilgotności), jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Uext2 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego (np. czujnika temperatury, wilgotności), jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Scan Option** (Sposób zbierania próbek pomiarowych):

**Fixed Rate** – Stała częstotliwość próbkowania

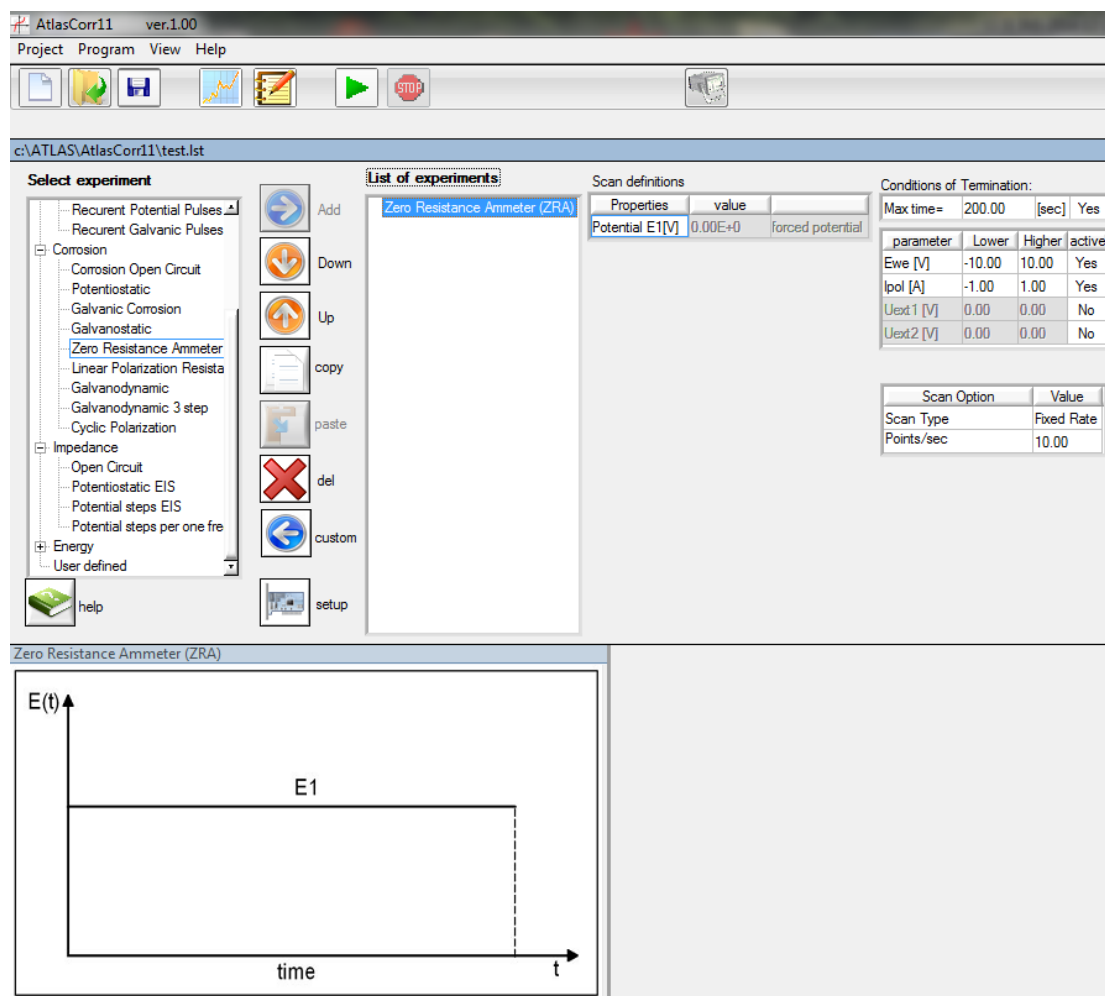
**Delta – E** – próbkowane co określoną zmianę potencjału

**Delta – I** – próbkowane co określoną zmianę prądu



### VI.6.5. Zero Resistance Ammeter, (Rys. VI.24)

Pomiar prądu przy wymuszonym zerowym potencjale na badanej próbce. Przyrząd pracuje jako potencjostat dwuelektrodowy. Układ połączeń przedstawiony na Rys V.1. Schemat podłączenia naczynka pomiarowego: 2 terminals cell connections.



Rys. VI.24. Panel opisujący eksperyment “ Zero Resistance Ammeter”

#### Scan Definition (Definicja przebiegu):

**Potential E1 [V]** – Wartość wymuszanego potencjału = 0 V

#### Conditions of Termination (Warunki zakończenia eksperymentu):

**Max Time** – maksymalny czas trwania eksperymentu.

**Ewe [V]** – Minimalne i maksymalne wartości potencjału, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Ipol [A]** – Minimalne i maksymalne wartości prądu, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Uext1 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego (np. czujnika temperatury, wilgotności), jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Uext2 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego (np. czujnika temperatury, wilgotności), jakie mogą zakończyć eksperyment.

#### Scan Option (Sposób zbierania próbek pomiarowych):

**Fixed Rate** – Stała częstotliwość próbkowania

**Delta – Ewe** – próbkowane co określoną zmianę potencjału

**Delta – Ipol** – próbkowane co określoną zmianę prądu

### VI.6.6. Linear Scan Voltammetry (Rys. VI.25)

Pomiar potencjału i prądu przy liniowej zmianie potencjału.

c:\ATLAS\AtlasCorr11\project\test.lst

**Select experiment**

- Voltammetry
  - Open Circuit
  - Linear Scan Voltammetry
  - Cyclic Voltammetry
  - Chronoamperometry
  - Chronopotentiometry
  - Recurent Potential Pulses
  - Recurent Galvanic Pulses
- Corrosion
  - Corrosion Open Circuit
  - Potentiostatic
  - Galvanic Corrosion
  - Galvanostatic
  - Zero Resistance Ammeter
  - Linear Polarization Resista
  - Galvanodynamic
  - Galvanodynamic 3 step
  - Cyclic Polarization
- Impedance

Buttons: Add, Down, Up, copy, paste, del, custom, setup, help

**List of experiments**

- Linear Scan Voltammetry

**Scan definitions**

Properties	value	
Potential E1[V]	1.00E+0	free/last potent
Time t1	0.00	[sec]
Scan Rate (SR1)	-1.00E+0	[mV/sec]
Potential E2[V]	1.00E+0	
Time t2	0.00	[sec]

**Conditions of Termination:**

parameter	Lower	Higher	active
Ewe [V]	-10.00	10.00	Yes
Ipol [A]	-1.00	1.00	Yes
Uext1 [V]	0.00	0.00	No
Uext2 [V]	0.00	0.00	No

**Scan Option**

Scan Option	Value
Scan Type	Delta-Ipol
mA/Point	10.00
Max. [points/sec]	10.00
Min. [points/sec]	1.00

**Linear Scan Voltammetry**

The graph shows a potential scan profile. The vertical axis is labeled E(t) and the horizontal axis is labeled t. The scan starts at a constant potential E1 from time t1. At time t1, the potential begins to increase linearly with a scan rate SR1. At time t2, the potential reaches a constant value E2 and remains constant until the end of the scan.

Rys. VI.25. Panel opisujący eksperyment "Linear Scan Voltammetry"

**Scan Definition** (Definicja przebiegu):

**Potential E1 [V]** – Początkowa wartość potencjału

**Time t1** – Czas trwania potencjału E1

**Scan Rate (SR1)** – Szybkość narastania/opadania potencjału

**Potential E2 [V]** – Końcowa wartość potencjału

**Time t2** – Czas trwania potencjału E2

**Conditions of Termination** (Warunki zakończenia eksperymentu):

**Ipol [A]** – Minimalne i maksymalne wartości prądu, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Uext1 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego .

**Uext2 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego.

**Scan Option** (Sposób zbierania próbek pomiarowych):

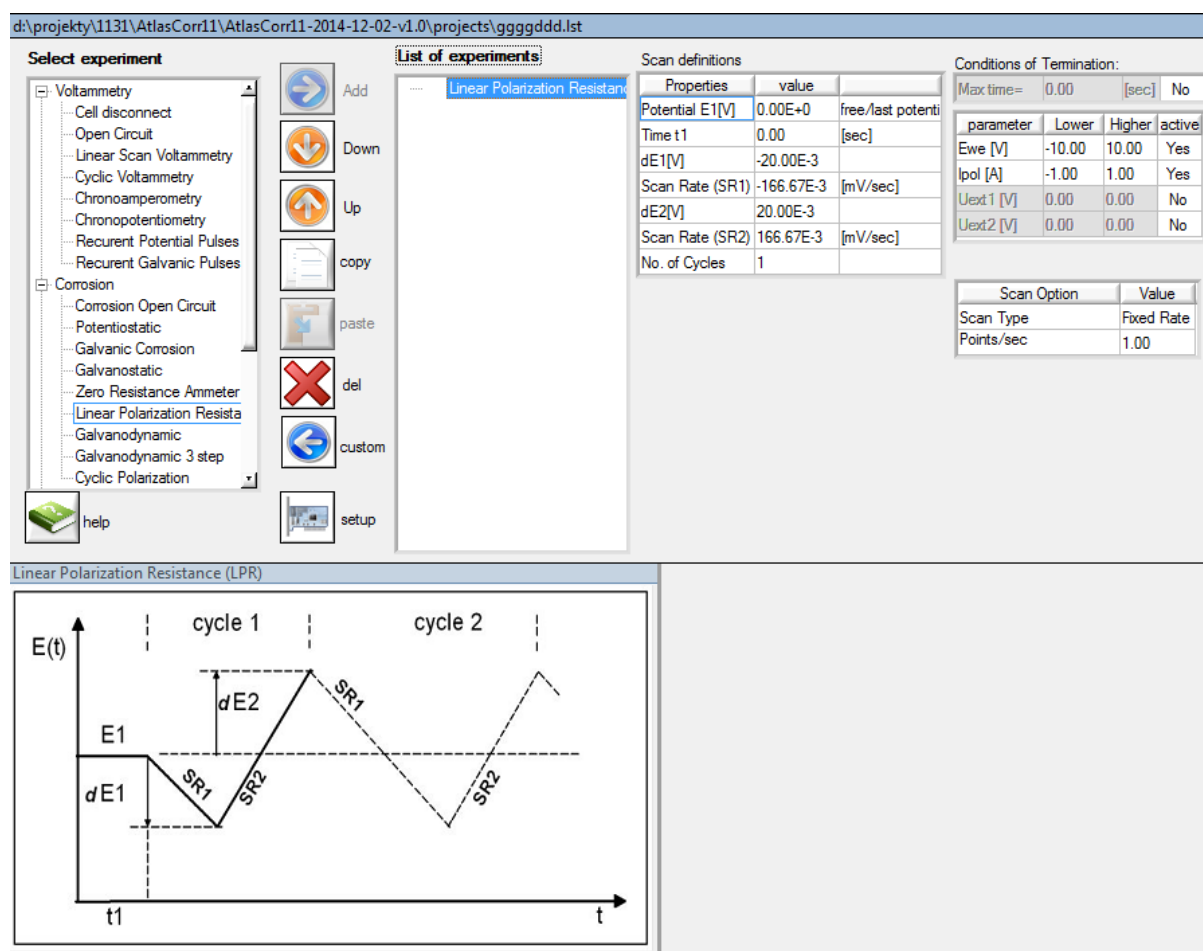
**Fixed Rate** – Stała częstotliwość próbkowania

**Delta – E** – próbkowane co określoną zmianę potencjału

**Delta – I** – próbkowane co określoną zmianę prądu

### VI.6.7. Linear Polarization Resistance & Tafel plots (Rys. VI.26)

Pomiar potencjału i prądu przy liniowej zmianie potencjału wymuszającego dla obliczenia stałych Tafela i rezystancji polaryzacyjnej.



Rys. VI.26. Panel opisujący eksperyment "Linear Polarization Resistance & Tafel plots"

#### Scan Definition (Definicja przebiegu):

**Potential  $E_1$  [V]** – Początkowa wartość potencjału – zawsze potencjał stacjonarny zmierzony po czasie  $t_1$ , przed rozpoczęciem polaryzacji próbki

**Time  $t_1$**  – Czas pomiaru potencjału stacjonarnego  $E_1$ . Próbkę nie jest polaryzowana.

Załączone są tylko zaciski do pomiaru potencjału.

**$dE_1$  [V]** – Różnica potencjału względem potencjału  $E_1$

**Scan Rate ( $SR_1$ )** – Szybkość narastania/opadania potencjału  $dE_1$

**$dE_2$  [V]** – Różnica potencjału względem potencjału  $E_2$

**Scan Rate ( $SR_2$ )** – Szybkość narastania/opadania potencjału  $dE_2$

**No. of Cycles** – Liczba powtórzeń zdefiniowanej sekwencji

#### Conditions of Termination (Warunki zakończenia eksperymentu):

**Ewe [V]** – Minimalne i maksymalne wartości potencjału, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Ipol [A]** – Minimalne i maksymalne wartości prądu, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Uext1 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego.

**Uext2 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego.

**Scan Option** (Sposób zbierania próbek pomiarowych):

**Fixed Rate** – Stała częstotliwość próbkowania

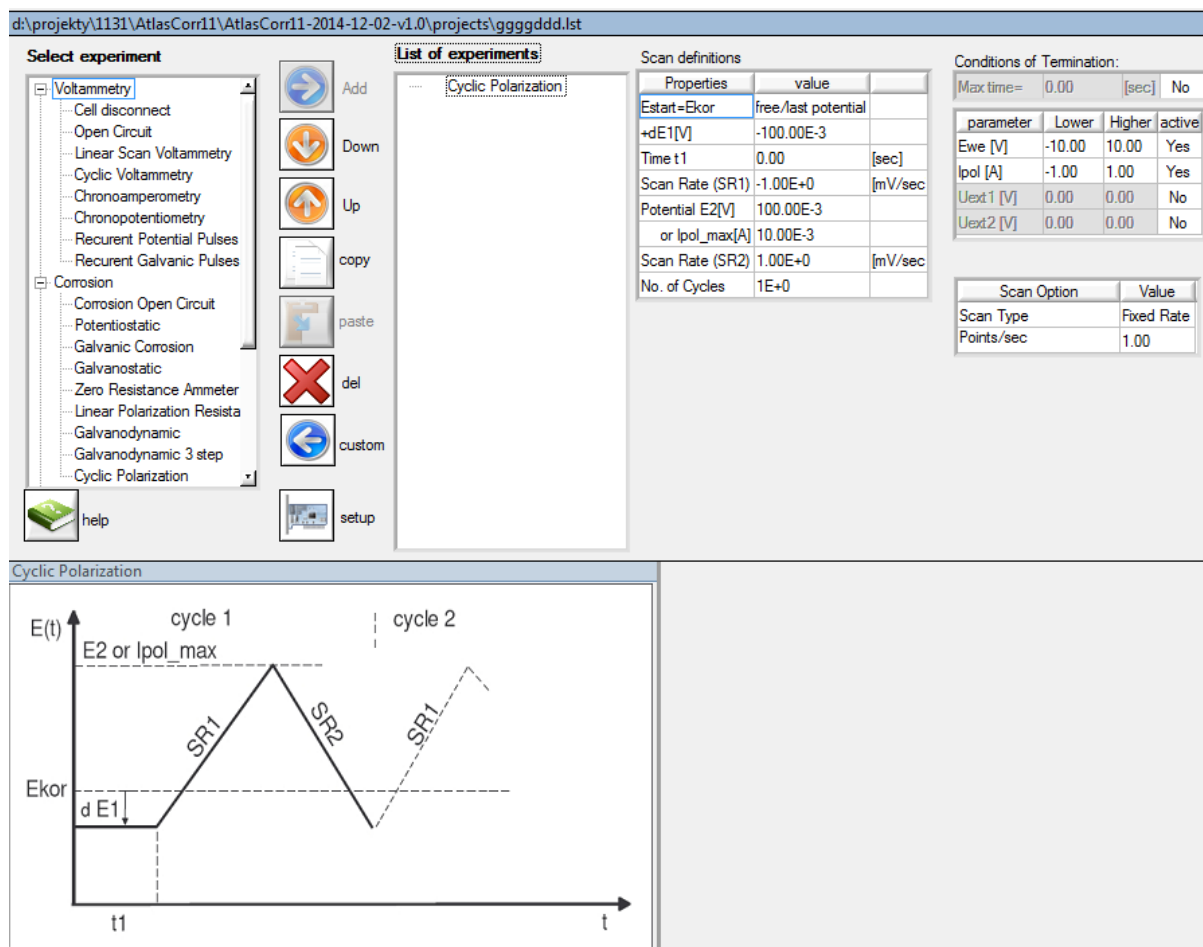
**Delta – E** – próbkowane co określoną zmianę potencjału

**Delta – I** – próbkowane co określoną zmianę prądu

Obliczenia Stałych Tafela, prądu korozji, potencjału korozyjnego oraz ubytków procesu korozji należy dokonać przy pomocy programu AtlasLab® firmy ATLAS-SOLLICH.

### VI.6.8. Cyclic Linear Polarization (Rys. VI.27)

Pomiar potencjału i prądu przy liniowej zmianie potencjału wymuszającego dla obliczenia parametrów korozyjnych materiałów, takich jak prąd i potencjał przebicia, potencjały pasywacji i repasywacji. Potencjały programuje się różnicowo w stosunku do stacjonarnego potencjału początkowego.



Rys. VI.27. Panel opisujący eksperyment "Cyclic Linear Polarization"

**Scan Definition (Definicja przebiegu):**

**Potential Ekor [V]** – Potencjał korozyjny (stacjonarny) badanej próbki – zawsze potencjał stacjonarny zmierzony po czasie  $t_1$ , przed rozpoczęciem polaryzacji próbki.

Załączone są tylko zaciski do pomiaru potencjału.

**dE1 [V]** – Różnica potencjału względem potencjału **Ekor**

**Estart** – potencjał początkowy polaryzacji próbki. **Estart = Ekor + dE1**

**Time t1** – Czas pomiaru potencjału stacjonarnego  $E_1$ . Próbka nie jest polaryzowana.

**Scan Rate (SR1)** – Szybkość zmian - narastania/opadania - sygnału pobudzenia

**E2 [V]** – Potencjał zakończenia polaryzacji przy którym zmieniony zostanie kierunek polaryzacji

**Ipol\_max [A]** – Wartość prądu polaryzującego po osiągnięciu którego zmieniony zostanie kierunek polaryzacji

**Scan Rate (SR2)** – Szybkość zmian - narastania/opadania - sygnału pobudzenia

**No. of Cycles** – Liczba powtórzeń zdefiniowanej sekwencji

**Conditions of Termination** (Warunki zakończenia eksperymentu):

**Ewe [V]** – Minimalne i maksymalne wartości potencjału, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Ipol [A]** – Minimalne i maksymalne wartości prądu, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Uext1 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego .

**Uext2 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego.

**Scan Option** (Sposób zbierania próbek pomiarowych):

**Fixed Rate** – Stała częstotliwość próbkowania

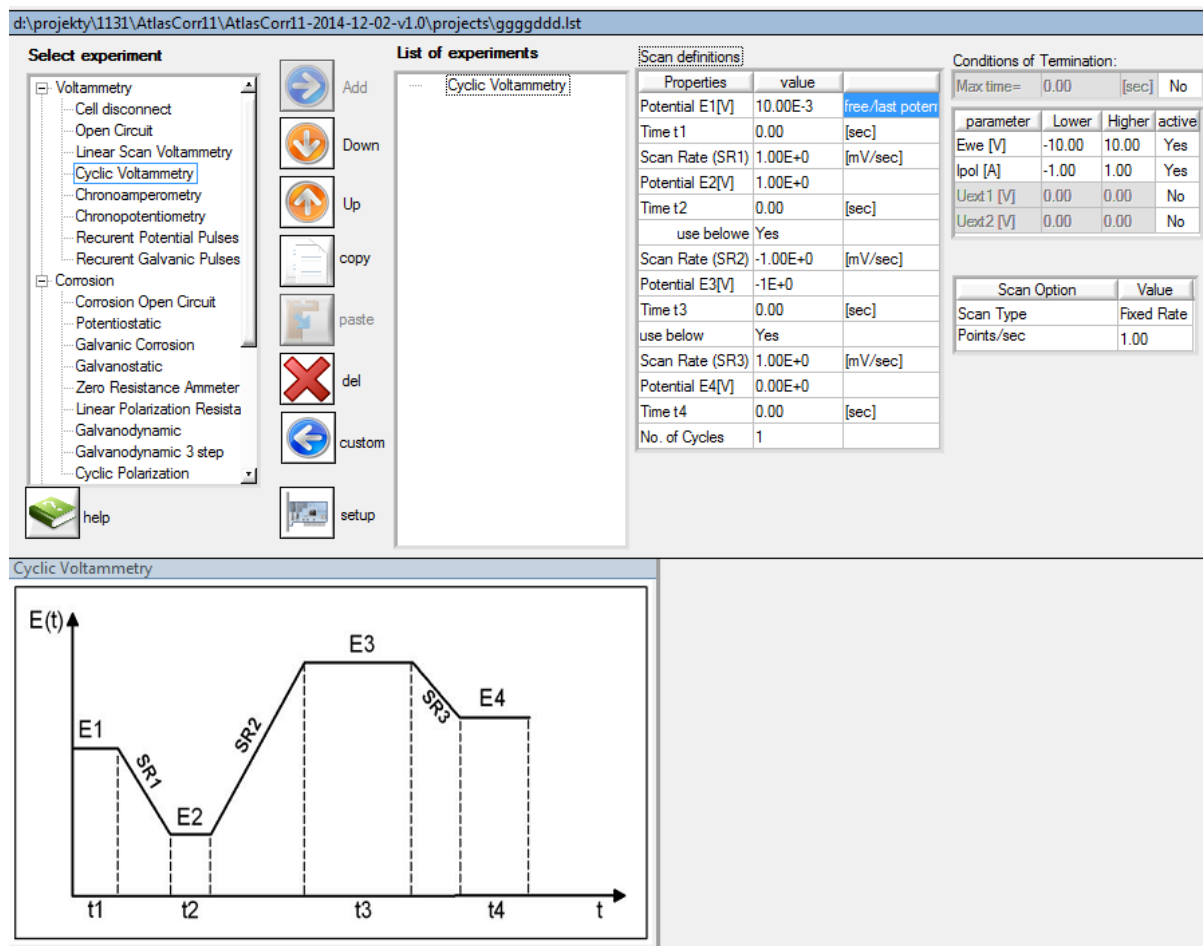
**Delta – E** – próbkowane co określoną zmianę potencjału

**Delta – I** – próbkowane co określoną zmianę prądu

Obliczenia parametrów korozyjnych materiałów, takich jak prąd i potencjał przebicia należy dokonać przy pomocy programu AtlasLab® firmy ATLAS-SOLLICH.

### VI.6.9. Cyclic Voltammetry (Rys. VI.28)

Pomiar potencjału i prądu przy liniowej zmianie potencjału pomiędzy wieloma poziomami potencjału.



Rys. VI.28. Panel opisujący eksperyment "Cyclic Voltammetry"

#### Scan Definition (Definicja przebiegu):

**Potential E1 [V]** – Początkowa wartość potencjału

**Time t1** – Czas trwania potencjału E1

**Scan Rate(SR1)** – Szybkość narastania/opadania potencjału

**Potential E2 [V]** – Wartość potencjału E2

**Time t2** – Czas trwania potencjału E2

**Use** – włączenie opcji Use pozwoli na wykonanie kolejnych kroków 3 i 4

**Scan Rate(SR2)** – Szybkość narastania/opadania potencjału

**Potential E3 [V]** – Wartość potencjału E3

**Time t3** – Czas trwania potencjału E3

**Use** – włączenie opcji Use pozwoli na wykonanie kroku 4

**Scan Rate(SR3)** – Szybkość narastania/opadania potencjału

**Potential E4 [V]** – Wartość potencjału E4

**Time t4** – Czas trwania potencjału E4

**No of Cycles** – Liczba powtórzeń wykreowanego przebiegu

**Conditions of Termination** (Warunki zakończenia eksperymentu):

**Ewe [V]** – Minimalne i maksymalne wartości potencjału, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Ipol [A]** – Minimalne i maksymalne wartości prądu, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Uext1 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego .

**Uext2 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego.

**Scan Option** (Sposób zbierania próbek pomiarowych):

**Fixed Rate** – Stała częstotliwość próbkowania

**Delta – E** – próbkowane co określoną zmianę potencjału

**Delta – I** – próbkowane co określoną zmianę prądu



### VI.6.10. Recurrent Potential Pulses & Potential Charge-Discharge (Rys. VI.29)

– Pomiar potencjału i prądu przy zdefiniowanych dwóch stałych wartościach potencjału wymuszającego na badanej próbce lub ogniwie.

The screenshot shows the AtlasCorr11 software interface. The 'Scan definitions' table is as follows:

Properties	value	
Potential E1[V]	0.00E+0	free/last potenti
Time t1	10.00	[sec]
Potential dE[V]	1.00E+0	
Time t2	10.00	[sec]
No. of Cycles	1	

The 'Conditions of Termination' table is as follows:

parameter	Lower	Higher	active
Ewe [V]	-10.00	10.00	Yes
Ipol [A]	-1.00	1.00	Yes
Uext1 [V]	0.00	0.00	No
Uext2 [V]	0.00	0.00	No

The graph shows potential  $E(t)$  versus time  $t$ . It features two rectangular pulses: the first pulse has a constant potential  $E_1$  for a duration  $t_1$ , and the second pulse has a constant potential  $E_2$  for a duration  $t_2$ . The pulses are separated by a gap in time.

Rys. VI.29. Panel opisujący eksperyment "Recurrent Potential Pulses & Potential Charge-Discharge"

**Scan Definition** (Definicja przebiegu):

**Potential E1 [V]** – Początkowa wartość potencjału

**Time t1** – Czas trwania potencjału E1

**Potential E2 [V]** – Wartość potencjału E2

**Time t2** – Czas trwania potencjału E2

**No of Cycles** – Liczba powtórzeń wykreowanego przebiegu

**Conditions of Termination** (Warunki zakończenia eksperymentu):

**Ewe [V]** – Minimalne i maksymalne wartości potencjału, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Ipol [A]** – Minimalne i maksymalne wartości prądu, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Uext1 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego.

**Uext2 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego.

**Scan Option** (Sposób zbierania próbek pomiarowych):

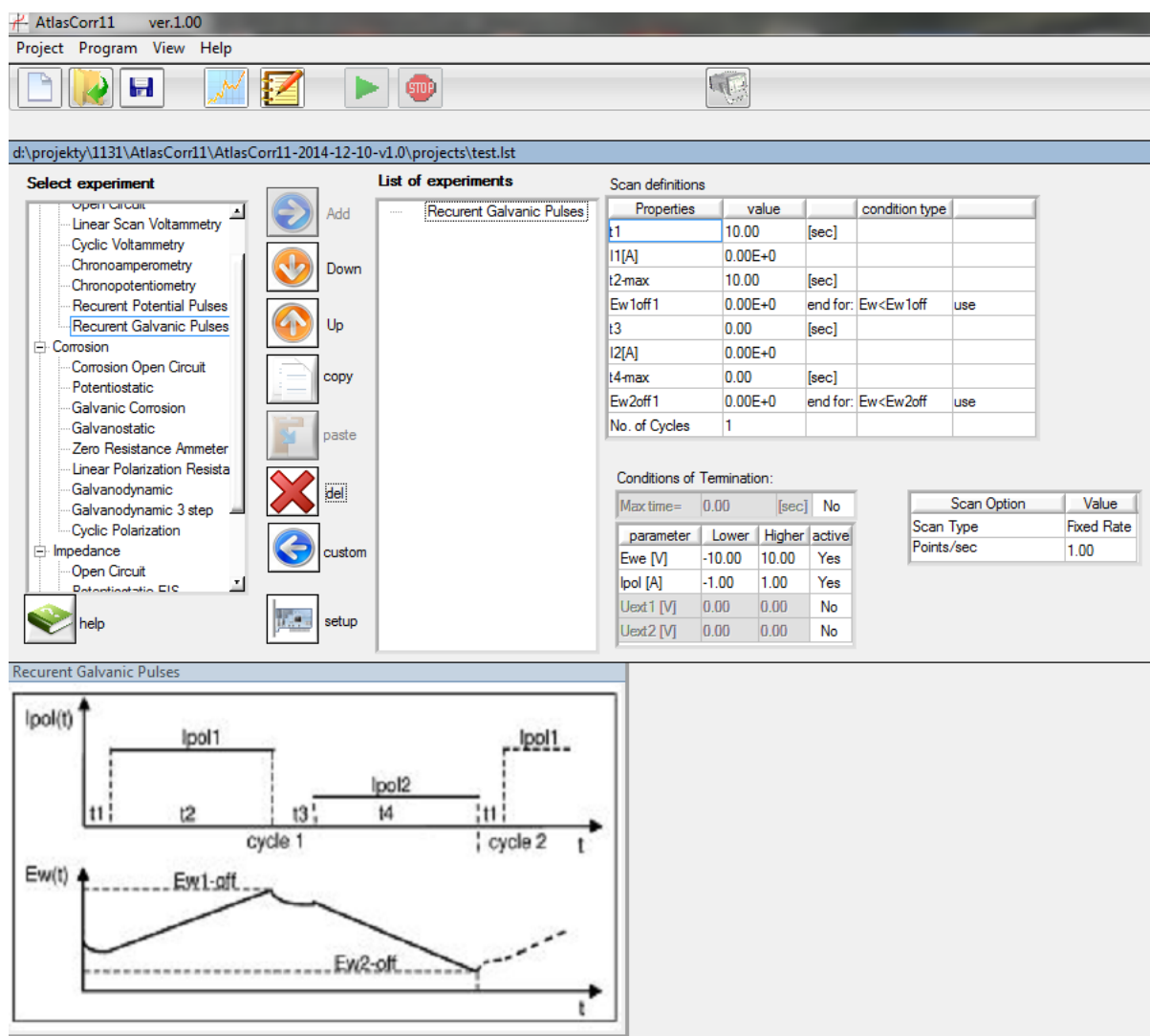
**Fixed Rate** – Stała częstotliwość próbkowania

**Delta – E** – próbkowane co określoną zmianę potencjału

**Delta – I** – próbkowane co określoną zmianę prądu

### VI.6.11. Recurent Galvanic Pulses & Current Charge-Discharge (Rys. VI.30)

– Pomiar potencjału i prądu przy zdefiniowanych dwóch stałych wartościach wymuszonego prądu, przepływającego przez badaną próbkę lub ogniwo.



Rys. VI.30. Panel opisujący eksperyment "Recurent Galvanic Pulses & Current Charge-Discharge"

#### Scan Definition (Definicja przebiegu):

**t1** – Czas od początku eksperymentu do ustanowienia wymuszonego prądu o wartości I1.

Jeżeli czas ten jest krótszy od 5 sek. wówczas ustawiana jest wartość prądu polaryzującego = 0,00 A, a elektroda CE jest dołączona do naczynka. Jeżeli czas przerwy jest dłuższy od 5 sek. wówczas ustawiana jest wartość prądu polaryzującego = 0,00 A, a elektroda CE jest odłączona od naczynka.

**I1 [A]** – Wartość wymuszanego prądu.

**t2-max** – Maksymalny czas trwania wymuszenia prądem o wartości I1.

**Ew1off[V]** – Wartość potencjału Ew, przy którym następuje zakończenie wymuszenia prądowego I1.

**End for:  $E_w > E_{w1off}$**  – Wymuszenie I1 zostanie zakończone gdy napięcie  $E_w$  osiągnie wartość większą od napięcia  $E_{w1off}$ , (słuszne dla układu w którym przepływ prądu I1 powoduje wzrost potencjału  $E_w$ ).

**End for:  $E_w < E_{w1off}$**  – Wymuszenie I1 zostanie zakończone, gdy napięcie  $E_w$  osiągnie wartość mniejszą od napięcia  $E_{w1off}$ , (słuszne dla układu w którym przepływ prądu I1 powoduje spadek potencjału  $E_w$ ).

**t3** – czas przerwy pomiędzy zakończeniem wymuszenia I1 a rozpoczęciem wymuszenia I2. Jeżeli czas ten jest krótszy od 5 sek. wówczas ustawiana jest wartość prądu polaryzującego = 0,00 A, a elektroda CE nie jest odłączona od naczynka. Jeżeli czas przerwy jest dłuższy od 5 sek. wówczas ustawiana jest wartość prądu polaryzującego = 0,00 A, a elektroda CE jest odłączona od naczynka.

**I2 [A]** – Wartość wymuszonego prądu.

**t4-max** – Maksymalny czas trwania wymuszenia prądem o wartości I2.

**$E_{w2off}$ [V]** – Wartość potencjału  $E_w$ , przy którym następuje zakończenie wymuszenia prądowego I2.

**End for:  $E_w > E_{w2off}$**  – Wymuszenie I2 zostanie zakończone, gdy napięcie  $E_w$  będzie większe od napięcia  $E_{w2off}$ , (słuszne dla układu w którym przepływ prądu I2 powoduje wzrost potencjału  $E_w$ ).

**End for:  $E_w < E_{w2off}$**  – Wymuszenie I2 zostanie zakończone, gdy napięcie  $E_w$  będzie mniejsze od napięcia  $E_{w2off}$ , (słuszne dla układu w którym przepływ prądu I2 powoduje spadek potencjału  $E_w$ ).

**Use** – Aktywowanie warunku zakończenia wymuszenia po przekroczeniu określonej wartości potencjału  $E_w$ .

**No. of Cycles** – Liczba powtórzeń zdefiniowanego procesu.

**Conditions of Termination** (Warunki zakończenia eksperymentu):

**$E_{we}$  [V]** – Minimalne i maksymalne wartości potencjału, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**$I_{pol}$  [A]** – Minimalne i maksymalne wartości prądu, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**$U_{ext1}$  [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego .

**$U_{ext2}$  [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego.

**Scan Option** (Sposób zbierania próbek pomiarowych):

**Fixed Rate** – Stała częstotliwość próbkowania

**Delta – E** – próbkowane co określoną zmianę potencjału

**Delta – I** – próbkowane co określoną zmianę prądu

## VI.6.12. Galvanodynamic (Rys. VI.31)

Pomiar potencjału i prądu przy liniowej zmianie prądu.

The screenshot displays the software interface for setting up a Galvanodynamic experiment. It includes a tree view of experiment types, a list of selected experiments, a table for defining scan parameters (currents, times, scan rate), and a table for termination conditions (potential, current, external voltage limits). A graph below the interface illustrates the current profile over time, showing a constant current  $I_{pol1}$  until time  $t_1$ , followed by a linear increase with scan rate  $SR1$ , and finally a constant current  $I_{pol2}$  starting at time  $t_2$ .

Rys. VI.31. Panel opisujący eksperyment "Galvanodynamic"

**Scan Definition (Definicja przebiegu):**

**$I_{pol1}$  [A]** – Początkowa wartość prądu

**Time  $t_1$**  – Czas trwania prądu  $I_1$

**Scan Rate ( $SR1$ )** – Szybkość narastania/opadania prądu

**$I_{pol2}$  [A]** – Końcowa wartość prądu

**Time  $t_2$**  – Czas trwania prądu  $I_2$

**Conditions of Termination (Warunki zakończenia eksperymentu):**

**Ewe [V]** – Minimalne i maksymalne wartości potencjału, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**$I_{pol}$  [A]** – Minimalne i maksymalne wartości prądu, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Uext1 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego.

**Uext2 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego.

**Scan Option (Sposób zbierania próbek pomiarowych):**

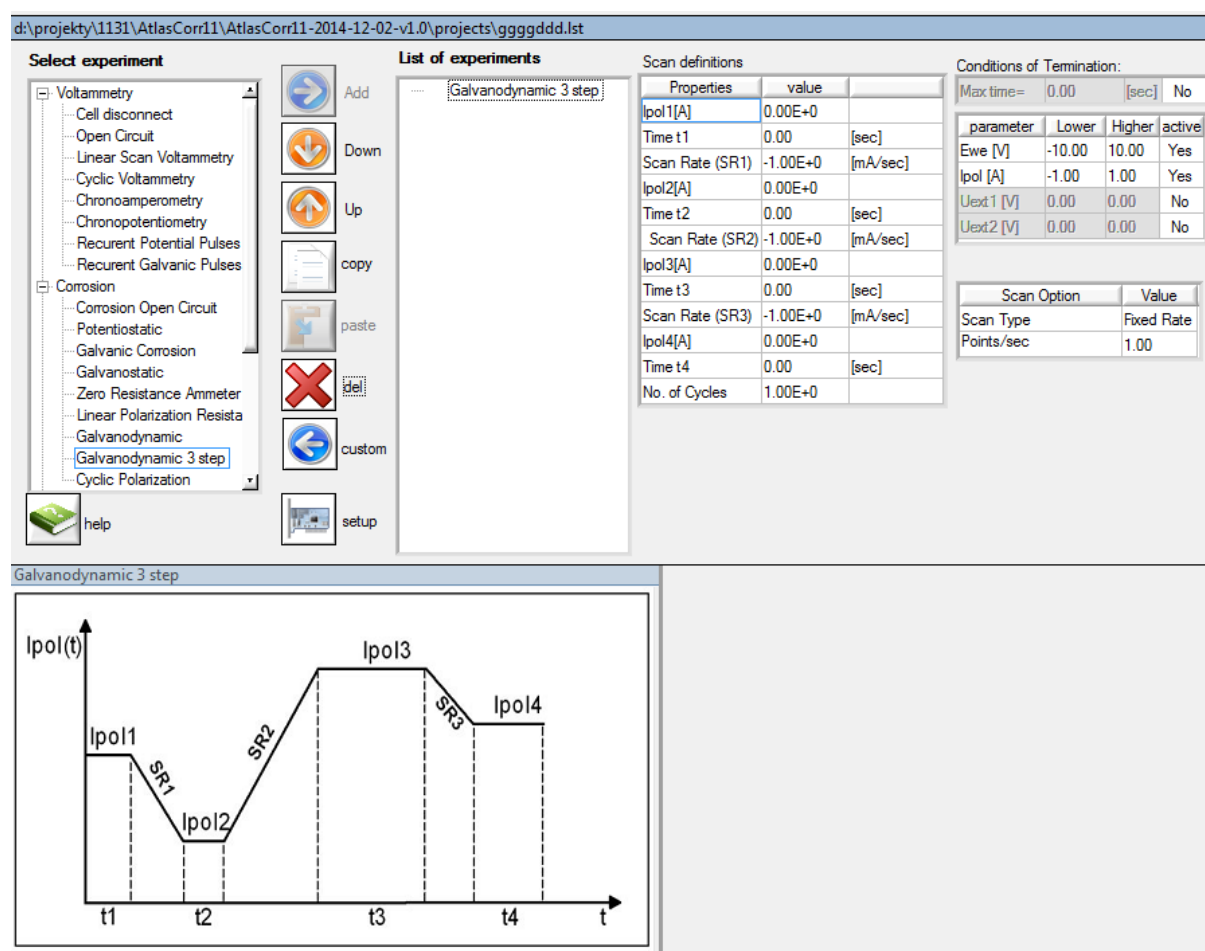
**Fixed Rate** – Stała częstotliwość próbkowania,

**Delta – E** – Próbkowane co określoną zmianę potencjału,

**Delta – I** – Próbkowane co określoną zmianę prądu.

### VI.6.13. Galvanodynamic 3 steps (Rys. VI.32)

Pomiar potencjału i prądu przy liniowej zmianie prądu pomiędzy kilku wartościami prądu.



Rys. VI.32. Panel opisujący eksperyment "Galvanodynamic 3 steps"

**Scan Definition** (Definicja przebiegu):

**Ipol1 [A]** – Początkowa wartość prądu

**Time t1** – Czas trwania prądu I1

**Scan Rate(SR1)** – Szybkość narastania/opadania prądu

**Ipol2 [A]** – Wartość prądu I2

**Time t2** – Czas trwania prądu I2

**Scan Rate(SR2)** – Szybkość narastania/opadania prądu

**Ipol3 [A]** – Wartość prądu I3

**Time t3** – Czas trwania prądu I3

**Scan Rate(SR3)** – Szybkość narastania/opadania prądu

**Ipol4 [A]** – Wartość prądu I4

**Time t4** – Czas trwania prądu I4

**No. of Cycles** – Liczba powtórzeń wykreowanego przebiegu

**Conditions of Termination** (Warunki zakończenia eksperymentu):

**Ewe [V]** – Minimalne i maksymalne wartości potencjału, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Ipol [A]** – Minimalne i maksymalne wartości prądu, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Uext1 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego .

**Uext2 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego.

**Scan Option** (Sposób zbierania próbek pomiarowych):

**Fixed Rate** – Stała częstotliwość próbkowania

**Delta – E** – Próbkowane co określoną zmianę potencjału

**Delta – I** – Próbkowane co określoną zmianę prądu

## VI.6.14. Potentiostatic EIS (Rys. VI.33)

Pomiar widma impedancji przy potencjale stacjonarnym lub wymuszonym.

The screenshot shows the software interface for Potentiostatic EIS. The 'Select experiment' tree on the left includes categories like Corrosion, Impedance, and Energy. The 'List of experiments' panel shows 'Potentiostatic EIS' selected. The 'Scan definitions' table lists parameters such as Potential E1 [V], Time t1, AC Amplitude [mV], Freq Scan Mode, Initial Freq. [Hz], and Final Freq. [Hz]. The 'Conditions of Termination' table shows parameters like Ewe [V], Ipol [A], Uext1 [V], and Uext2 [V]. Below the interface is a graph of potential  $E(t)$  versus time  $t$ , showing a step potential  $E_1$  at time  $t_1$ , followed by three frequency steps  $f_1$ ,  $f_2$ , and  $f_3$ , and finally a sinusoidal scan  $f_n$ .

Rys. VI.33. Panel opisujący eksperyment "Potentiostatic EIS"

**Scan Definition** (Definicja przebiegu):

**Potential E1 [V]** – offset potencjałowy

**forced potential** – potencjał wymuszony o wartości podanej w kontrolce Potential E1 [V].

**free/last potential** – jeżeli czas opóźnienia (Time t1) jest zero to zostanie użyty ostatnio ustawiony potencjał.

Jeżeli delay będzie różny od zera to elektrody się rozłączą na czas trwania opóźnienia. Przed pomiarem pierwszej częstotliwości zostanie zmierzony potencjał stacjonarny i na takim potencjale będzie odbywał się dalszy pomiar widma.

**Time t1** – Opóźnienie rozpoczęcia pomiaru

**AC Amplitude [mV]** – amplituda sygnału pomiarowego

**Freq Scan Mode** – wybór sposobu wybierania częstotliwości. Automatycznie albo z listy częstotliwości zapisanej w pliku tekstowym. Przykładowy plik z listą częstotliwości został



dołączony na płycie instalacyjne CD w katalogu /Adds.

**Initial Frequency [Hz]** – częstotliwość początkowa

**Final Frequency 1 [Hz]** – częstotliwość końcowa pierwszego przedziału częstotliwości

**Final Frequency 2 [Hz]** – częstotliwość końcowa drugiego przedziału częstotliwości

**Final Frequency 3 [Hz]** – częstotliwość końcowa trzeciego przedziału częstotliwości

**Final Frequency 4 [Hz]** – częstotliwość końcowa czwartego przedziału częstotliwości

**Points/dek:** - liczba punktów na dekadę w danym przedziale częstotliwościowym

**Type of Scale:** - wybór częstotliwości w skali logarytmicznej lub dziesiętnej

**use** – włącz/wyłącz dany przedział częstotliwości

**No of spectra** – liczba powtórzeń pomiaru widma

**Time between start moments [min]** – czas pomiędzy początkami pomiaru kolejnych widm

**Conditions of Termination** (Warunki zakończenia eksperymentu):

**Ewe [V]** – Minimalne i maksymalne wartości potencjału, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Ipol [A]** – Minimalne i maksymalne wartości prądu, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Uext1 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego .

**Uext2 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego.

### VI.6.15. Potential steps EIS (Rys. VI.34)

Pomiar widm impedancji przy różnych wartościach potencjału polaryzacji. Programowana wartość potencjału początkowego, końcowego i wartość schodka zmian potencjału.

The screenshot shows the software interface for setting up a 'Potential steps EIS' experiment. The 'Scan definitions' table is as follows:

Properties	value	
Potential E1[V]	0.00E+0	free/last pote
Time t1	0.00	[sec]
Potential E2[V]	0.00E+0	
Scan Rate (SR)	1.00E+0	[mV/sec]
Step dE[mV]	20	
AC Amplitude [mV]	10	
Freq Scan Mode	AUTO	Logarithmic
Initial Freq. [Hz]	100.000E+3	
points/dek:	1	
Final Freq. 1 [Hz]	1.000E+0	
points/dek:	1	use
Final Freq. 2 [Hz]	1.000E-6	
dt[s]	1.00	

The 'Conditions of Termination' table is as follows:

parameter	Lower	Higher	active
Ewe [V]	-10.00	10.00	Yes
Ipol [A]	-1.00	1.00	Yes
Uext1 [V]	0.00	0.00	No
Uext2 [V]	0.00	0.00	No

Below the interface is a graph of potential  $E(t)$  vs time  $t$ . The graph shows a staircase potential with sinusoidal AC perturbations. The initial potential is  $E_1$ , the final potential is  $E_2$ , and the step height is  $dE$ . The scan rate is  $SR$ , and the frequencies of the AC perturbations are  $f_1$  and  $f_n$ . The time delay at the start is  $t_1$ .

Rys. VI.34. Panel opisujący eksperyment "Potential steps EIS"

**Scan Definition** (Definicja przebiegu):

**Potential E1 [V]** – offset potencjałowy

**forced potential** – potencjał wymuszony o wartości podanej w kontrolce

Potential E1 [V].

**free/last potential** – jeżeli czas opóźnienia (Time t1) jest zero to zostanie użyty ostatnio ustawiony potencjał.

Jeżeli delay będzie różny od zera to elektrody się rozłączą na czas trwania opóźnienia. Przed pomiarem pierwszej częstotliwości zostanie zmierzony potencjał stacjonarny i na takim potencjale będzie odbywał się dalszy pomiar widma.

**Time t1** – Opóźnienie rozpoczęcia pomiaru

**Potential E2[V]** – końcowy offset potencjałowy

**Scan Rate [SR]** – szybkość narastania kolejnego schodka potencjałowego

**Step dE [mV]** – wartość napięciowa skoku potencjałowego między kolejnymi uskokami potencjału.

**AC Amplitude [mV]** – amplituda sygnału pomiarowego

**Initial Frequency [Hz]** – częstotliwość początkowa

**Final Frequency 1 [Hz]** – częstotliwość końcowa pierwszego przedziału częstotliwości

**Final Frequency 2 [Hz]** – częstotliwość końcowa drugiego przedziału częstotliwości

**Points/dek:** - liczba punktów na dekadę w danym przedziale częstotliwościowym

**Type of Scale:** - wybór częstotliwości w skali logarytmicznej lub dziesiętnej

**use** – włącz/wyłącz dany przedział częstotliwości

**dt[s]**- opóźnienie włączenia generacji częstotliwości od momentu ustabilizowania się poziomu potencjałowego.

**Conditions of Termination** (Warunki zakończenia eksperymentu):

**Ewe [V]** – Minimalne i maksymalne wartości potencjału, jakie mogą zakończyć eksperyment.

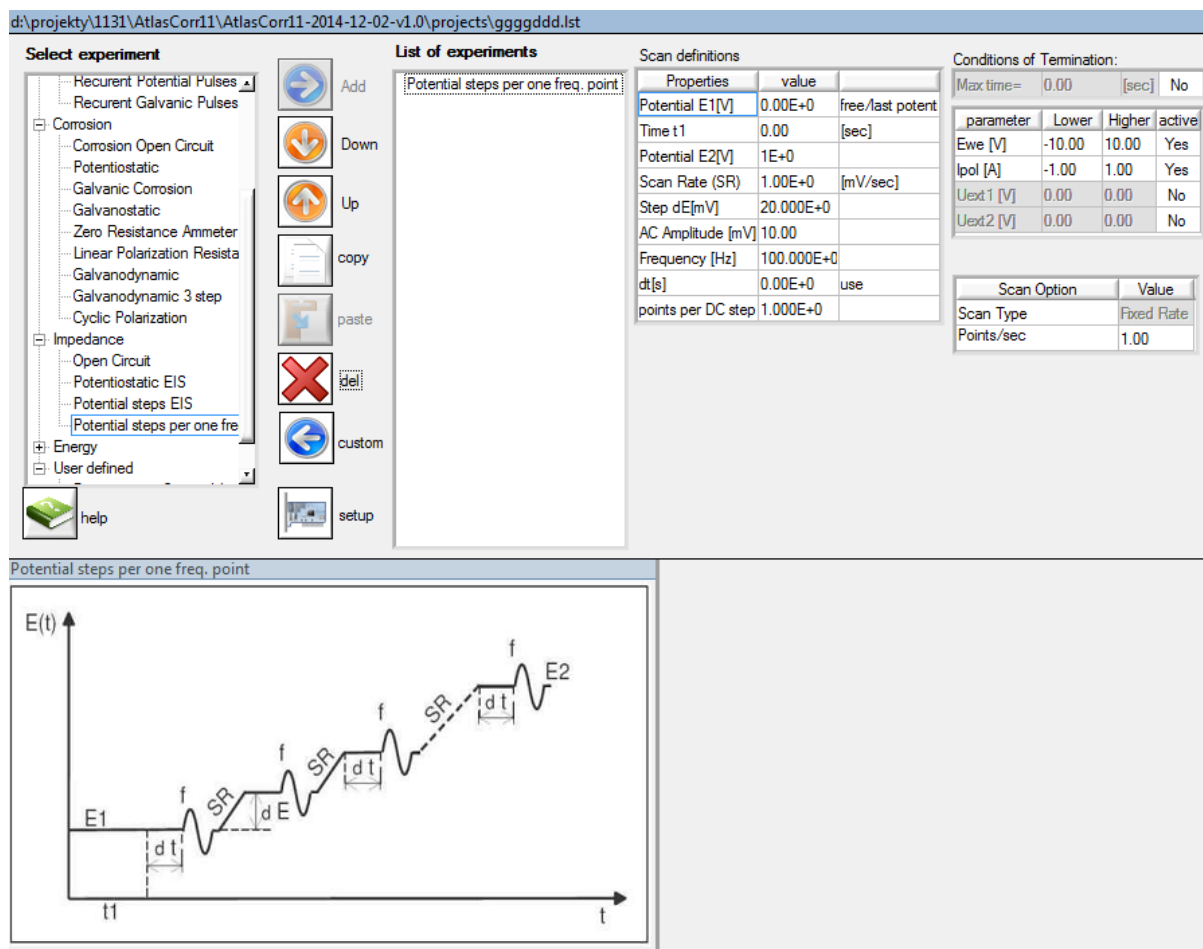
**Ipol [A]** – Minimalne i maksymalne wartości prądu, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Uext1 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego .

**Uext2 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego.

### VI.6.16. Impedance for one frequency point vs. potential steps (Rys. VI.35)

Pomiar impedancji dla jednej wybranej częstotliwości przy zmianach potencjału polaryzacji.  
Polarografia zmiennoprądowa.



Rys. VI.35. Panel opisujący eksperyment "Impedance for one frequency point vs. potential steps"

**Scan Definition** (Definicja przebiegu):

**Potential E1 [V]** – offset potencjałowy

**forced potential** – potencjał wymuszony o wartości podanej w kontrolce

Potential E1 [V].

**free/last potential** – jeżeli czas opóźnienia (Time t1) jest zero to zostanie użyty ostatnio ustawiony potencjał.

Jeżeli delay będzie różny od zera to elektrody się rozłączą na czas trwania opóźnienia. Przed pomiarem pierwszej częstotliwości zostanie zmierzony potencjał stacjonarny i na takim potencjale będzie odbywał się dalszy pomiar widma.

**Time t1** – Opóźnienie rozpoczęcia pomiaru

**Potential E2[V]** – końcowy offset potencjałowy

**Scan Rate [SR]** – szybkość narastania kolejnego schodka potencjałowego

**Step dE [mV]** – wartość napięciowa skoku potencjałowego między kolejnymi uskokami potencjału.

**AC Amplitude [mV]** – amplituda sygnału pomiarowego

**Frequency f [Hz]** – częstotliwość pomiarowa

**dt[s]**- opóźnienie włączenia generacji częstotliwości od momentu ustabilizowania się poziomu potencjałowego.

**points per DC step** – liczba punktów pomiarowych na jeden poziom potencjałowy.

**Conditions of Termination** (Warunki zakończenia eksperymentu):

**Ewe [V]** – Minimalne i maksymalne wartości potencjału, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Ipol [A]** – Minimalne i maksymalne wartości prądu, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Uext1 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego .

**Uext2 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego.

## VI.6.17. Normal Pulse Voltammetry (Eksperyment niezaimplementowany jeszcze) (Rys. VI.36)

The screenshot shows the software interface for setting up a 'Normal Pulse Voltammetry' experiment. The interface is divided into several sections:

- Select experiment:** A list of various electrochemical techniques, with 'Normal Pulse Voltammetry' selected.
- List of experiments:** A list containing the selected experiment, 'Normal Pulse Voltammetry'.
- Scan definitions:** A table defining the parameters of the scan.
 

Properties	value	
Potential E0[V]	0.00E+0	free/last potent
Time t1	0.00	[sec]
Time t2	0.05	[sec]
Time t3	0.05	[sec]
Es[V]	0.00E+0	
Emax[V]	0.00E+0	
- Conditions of Termination:** A table defining the termination conditions.
 

parameter	Lower	Higher	active
Ewe [V]	-10.00	10.00	Yes
Ipol [A]	-1.00	1.00	Yes
Uext1 [V]	0.00	0.00	No
Uext2 [V]	0.00	0.00	No
- Scan Option:** A table defining the scan options.
 

Scan Option	Value
Scan Type	Fixed Rate
Points/sec	1.00
- Graph:** A plot of potential  $E(t)$  versus time  $t$ . The graph shows a series of pulses with increasing amplitudes. The initial potential is  $E_0$ . The pulses are labeled 'step 1', 'step 2', and 'step 3'. The pulse amplitudes are labeled  $E_s$  and the maximum potential is  $E_{max}$ . The time intervals between pulses are labeled  $t_1$ ,  $t_2$ , and  $t_3$ .

Rys. VI.36. Panel opisujący eksperyment "Normal Pulse Voltammetry".

**Scan Definition** (Definicja przebiegu):

**Potential E0 [V]** – offset potencjałowy

**forced potential** – potencjał wymuszony o wartości podanej w kontrolce Potential E0 [V].

**free/last potential** – jeżeli czas opóźnienia (Time t1) jest zero to zostanie użyty ostatnio ustawiony potencjał.

Jeżeli Time t1 będzie różny od zera to elektrody się rozłączą na czas trwania opóźnienia. Przed pomiarem pierwszej wartości zostanie zmierzony potencjał stacjonarny i na takim potencjale będzie odbywał się dalszy pomiar.

**Time t1** – Opóźnienie rozpoczęcia pomiaru

**Time t2** – Czas trwania potencjału E0

**Time t3** – Czas trwania impulsu

**Es[V]** – wartość potencjału o jaką będzie zmieniana kolejna wartość amplitudy impulsu

**Emax[V]** – maksymalna wartość potencjału jaką może osiągnąć sygnał pobudzenia pomiarowych na jeden poziom potencjałowy.

**Conditions of Termination** (Warunki zakończenia eksperymentu):

**Ewe [V]** – Minimalne i maksymalne wartości potencjału, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Ipol [A]** – Minimalne i maksymalne wartości prądu, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**Uext1 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego .

**Uext2 [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego.

## VI.6.18. Square Wave Voltammetry (Eksperyment niezaimplementowany jeszcze) (Rys. VI.37)

d:\projekty\1131\AtlasCorr1\AtlasCorr11-2015-01-14-v1.01\projects\jjj.lst

**Select experiment**

- Voltammetry
  - Cell disconnect
  - Open Circuit
  - Chronoamperometry
  - Chronopotentiometry
  - Linear Scan Voltammetry
  - Cyclic Voltammetry
  - Recurrent Potential Pulses
  - Recurrent Galvanic Pulses
  - Normal Pulse Voltammetry
  - Differential Pulse Voltamm
  - Square Wave Voltammetry
- Corrosion
  - Corrosion Open Circuit
  - Potentiostatic
  - Zero Resistance Ammeter
  - Galvanostatic
  - Linear Polarization Resista
  - Cyclic Polarization

help

**List of experiments:** Square Wave Voltammetry

Scan definitions

Properties	value	
Potential E0[V]	0.00E+0	free/last potent
Time t1	0.00	[sec]
Time t2	0.05	[sec]
Time t3	0.05	[sec]
Es[V]	0.00E+0	
Ep[V]	0.00E+0	
Emax[V]	0.00E+0	

Conditions of Termination:

parameter	Lower	Higher	active
Ewe [V]	-10.00	10.00	Yes
Ip0 [A]	-1.00	1.00	Yes
Uext1 [V]	0.00	0.00	No
Uext2 [V]	0.00	0.00	No

Scan Option	Value
Scan Type	Fixed Rate
Points/sec	1.00

**Square Wave Voltammetry**

Rys. VI.37. Panel opisujący eksperyment "Square Wave Voltammetry".

**Scan Definition** (Definicja przebiegu):**Potential E0 [V]** – offset potencjałowy**forced potential** – potencjał wymuszony o wartości podanej w kontrolce Potential E0 [V].**free/last potential** – jeżeli czas opóźnienia (Time t1) jest zero to zostanie użyty ostatnio ustawiony potencjał.

Jeżeli Time t1 będzie różny od zera to elektrody się rozłączą na czas trwania opóźnienia. Przed pomiarem pierwszej wartości zostanie zmierzony potencjał stacjonarny i na takim potencjale będzie odbywał się dalszy pomiar.

**Time t1** – Opóźnienie rozpoczęcia pomiaru**Time t2** – Czas trwania dodatniego impulsu przebiegu**Time t3** – Czas trwania ujemnego impulsu przebiegu**Es[V]** – wartość potencjału o jaką zostanie zmieniana kolejna wartość sygnału, od którego rozpocznie się następny przebieg prostokątny



**Ep[V]** – wartość amplitudy przebiegu prostokątnego

**E<sub>max</sub>[V]** – maksymalna wartość potencjału jaką może osiągnąć sygnał pobudzenia

**Conditions of Termination** (Warunki zakończenia eksperymentu):

**E<sub>we</sub> [V]** – Minimalne i maksymalne wartości potencjału, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**I<sub>pol</sub> [A]** – Minimalne i maksymalne wartości prądu, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**U<sub>ext1</sub> [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego .

**U<sub>ext2</sub> [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego.

### VI.6.19. Differential Pulse Voltammetry (Eksperyment niezaimplementowany jeszcze) (Rys. VI.38)

The screenshot shows the software interface for Differential Pulse Voltammetry. The 'List of experiments' panel has 'Differential Pulse Voltammetry' selected. The 'Scan definitions' table is as follows:

Properties	value	
Potential E0[V]	0.00E+0	free/last potent
Time t1	0.00	[sec]
Time t2	0.05	[sec]
Time t3	0.05	[sec]
Scan Rate (SR)	1.00E+0	[mV/sec]
Ep[V]	0.00E+0	
Emax[V]	0.00E+0	

The 'Conditions of Termination' table is:

parameter	Lower	Higher	active
Ewe [V]	-10.00	10.00	Yes
Ipol [A]	-1.00	1.00	Yes
Uext1 [V]	0.00	0.00	No
Uext2 [V]	0.00	0.00	No

The 'Scan Option' table is:

Scan Option	Value
Scan Type	Fixed Rate
Points/sec	1.00

The graph below shows the potential  $E(t)$  versus time  $t$ . It illustrates a staircase potential scan with pulses. The initial potential is  $E_0$  and the maximum potential is  $E_{max}$ . The potential increases in steps, with each step having a pulse. The pulse height is  $E_p$ . The time intervals  $t_1$ ,  $t_2$ , and  $t_3$  are marked on the x-axis.

Rys. VI.38. Panel opisujący eksperyment "Differential Pulse Polarography".

**Scan Definition** (Definicja przebiegu):

**Potential E0 [V]** – offset potencjałowy

**forced potential** – potencjał wymuszony o wartości podanej w kontrolce

Potential E0 [V].

**free/last potential** – jeżeli czas opóźnienia (Time t1) jest zero to zostanie użyty ostatnio ustawiony potencjał.

Jeżeli Time t1 będzie różny od zera to elektrody się rozłączą na czas trwania opóźnienia. Przed pomiarem pierwszej wartości zostanie zmierzony potencjał stacjonarny i na takim potencjale będzie odbywał się dalszy pomiar.

**Time t1** – Opóźnienie rozpoczęcia pomiaru.

**Time t2** – Czas trwania niskiego napięcia impulsu przebiegu

**Time t3** – Czas trwania napięcia impulsu powiększonego o EP

**Scan Rate (SR1)** – Szybkość narastania potencjału.

**Ep[V]** – wartość amplitudy przebiegu prostokątnego.

**E<sub>max</sub>[V]** – maksymalna wartość potencjału jaką może osiągnąć sygnał pobudzenia.

**Conditions of Termination** (Warunki zakończenia eksperymentu):

**E<sub>we</sub> [V]** – Minimalne i maksymalne wartości potencjału, jakie mogą zakończyć eksperyment.

**I<sub>pol</sub> [A]** – Minimalne i maksymalne wartości prądu, jakie mogą zakończyć eksperyment.

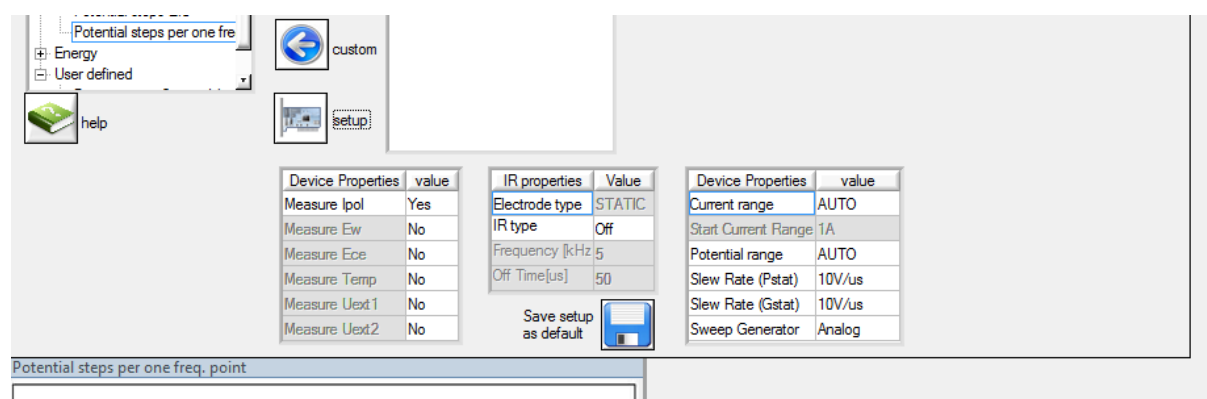
**U<sub>ext1</sub> [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego .

**U<sub>ext2</sub> [V]** – minimalne i maksymalne wartości napięć odczytanych z czujnika zewnętrznego.

## VI.7. Ustawienia przyrządu ATLAS 1131 EU&IA

### VI.7. 1. Ustawienia opcji przyrządu

Opcje przyrządu dla danego eksperymentu stają się widoczne po uruchomieniu ikonki **setup**. Okno definiowania szczegółów eksperymentu powiększa się o parametry urządzenia pomiarowego. Jest to wykaz ustawień przyrządu w czasie trwania danego eksperymentu.



Rys. VI.34 Panel definiujący ustawienia przyrządu

**Current Range** – Zakres prądowy przyrządu

**Potential Range** – Zakres napięciowy przyrządu

**Slew rate** - szybkość odpowiedzi elektrody pomocniczej

**Pstat** – szybkość odpowiedzi elektrody pomocniczej dla trybu Potencjostat

**Gstat** – szybkość odpowiedzi elektrody pomocniczej dla trybu Galwanostat

**Ipol** – Włączenie/wyłączenie pomiaru prądu.

**Ew** – Włączenie/wyłączenie pomiaru napięcia Ew.

**Ece** – Włączenie/wyłączenie pomiaru napięcia Ece. Dla tego pomiaru niezbędne jest założenie kabla CSE, jak to pokazane jest na Rys. V.1 Schemat podłączenia naczynka pomiarowego do przyrządu – 4 terminals cel connection.

**Temp** – Włączenie/wyłączenie pomiaru temperatury. Dla tego pomiaru niezbędne jest założenie czujnika temperatury, jak to pokazane jest na Rys. V.1 Schemat podłączenia naczynka pomiarowego do przyrządu.

**Uext** – Włączenie/wyłączenie pomiaru napięcia Uext1 (napięcie zewnętrzne 1).

**Uext2** – Włączenie/wyłączenie pomiaru napięcia Uext2 (napięcie zewnętrzne 2).

**IR Compensation** – Włączenie/wyłączenie statycznej kompensacji składowej omowej.

**Electrode type** – wybór rodzaju elektrody badanej

- **STATIC** – elektroda stała

**Off** – wyłączenie możliwości kompensacji składowej omowej

**Static** – Kompensacja składowej omowej IR realizowana jest przez pomiar rezystancji składowej Rohm przy użyciu analizatora impedancji. Użytkownik w panelu

**Pstat/Gstat settings** wybiera częstotliwość **Frequency [kHz]**, przy której mierzona jest ta rezystancja. Po zmierzeniu rezystancji Rohm program wprowadza korektę pomiaru potencjału elektrody badanej o wartość  $Rohm \cdot I_{pol}$ , gdzie  $I_{pol}$  jest wartością prądu polaryzacji w punkcie pomiaru potencjału. Należy wybrać wartość częstotliwości w zakresie 10 kHz do 50 kHz.

Należy pamiętać o ustawieniu tej opcji również w szczegółach eksperymentu.

**Dynamic** – kompensacja składowej omowej dynamiczna. Należy określić czas przerwania polaryzacji w czasie którego zmierzony zostanie potencjał elektrody WE bez przepływu prądu.

**Sweep Generator** – Wybór typu generatora sygnału pobudzenia

**Analog** – sygnał liniowo narastający w czasie

**Digital** – sygnał generowany cyfrowo - schodkowy.

Kontrolka:

**Save as default** – zapisuje nastawy przyrządu jako domyślne i wykorzystuj je przy kolejnych uruchomieniach programu dla nowych eksperymentów

## VI.7. 2. Ustawienia Slew Rate i Sweep Generator

**Sweep Generator** – Wybór typu generatora sygnału pobudzenia (Rys. VI.35, VI.36, VI.37).

Jeżeli wybrany został **Analog** – wówczas sygnał pobudzenia jest sygnałem ciągłym, liniowo narastającym w czasie, tak jak narasta napięcie na kondensatorze ładowanym stałą wartością prądu (Rys. VI.35).

Ten sposób generowania sygnału jest korzystniejszy przy polaryzacji liniowej badanej próbki.

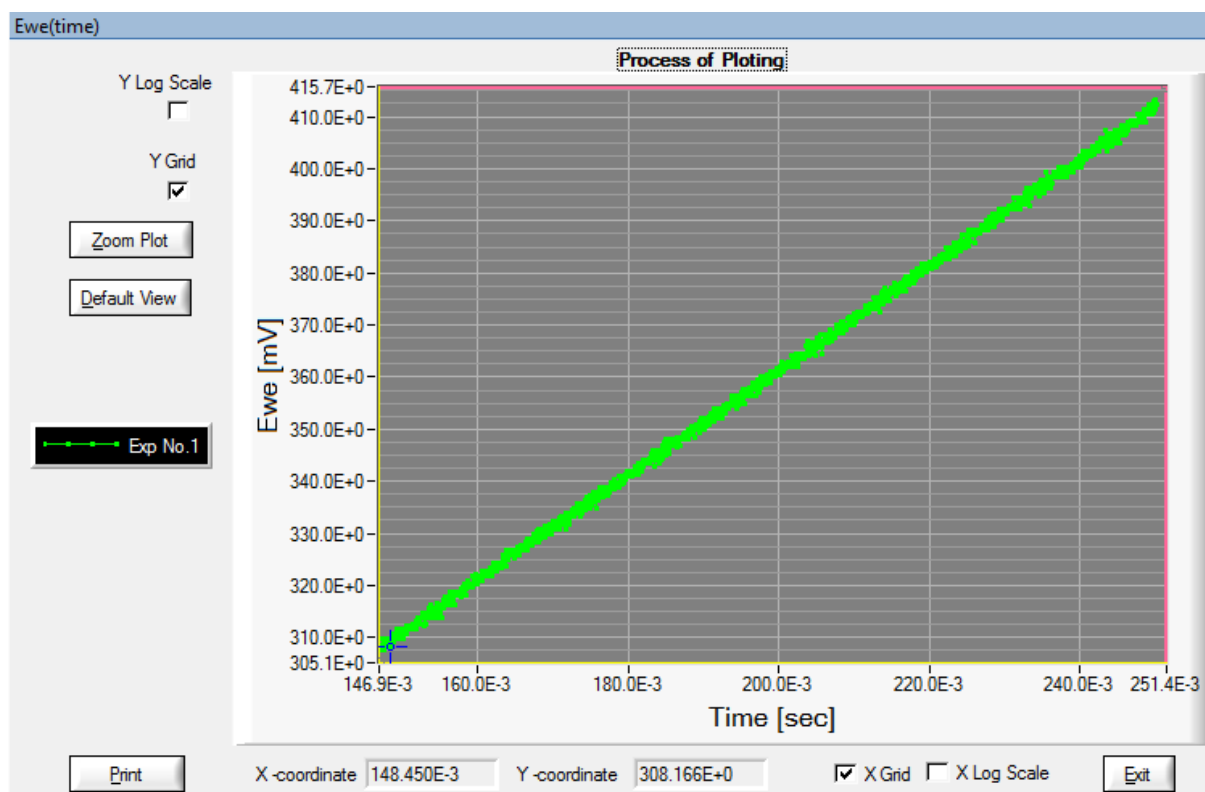
Jeżeli wybrany został **Digital** – sygnał generowany cyfrowo - wówczas sygnał pobudzenia jest sygnałem zbudowanym z przyrostów schodkowych (Rys. VI.36, VI.37).

Sygnał taki wykorzystuje się w czasie badań dynamicznych, uskoków potencjałowych czy prądowych lub przy technikach impulsowych.

Po wybraniu opcji **Analog** każdy następny eksperyment musi być w tym samym trybie **Analog**. Jeśli program wykryje niezgodność to ustawia taki sam tryb dla wszystkich następnych eksperymentów

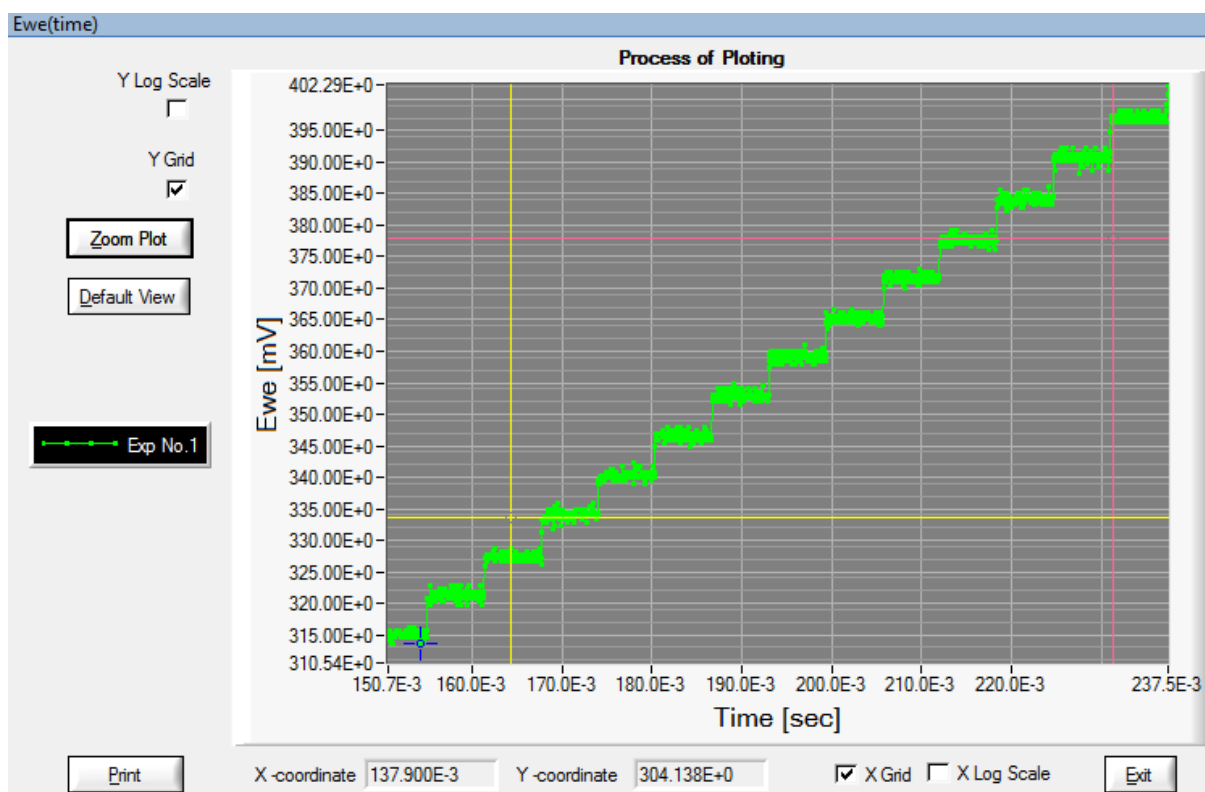
**Slew Rate** – Szybkość narastania napięcia na elektrodzie pomocniczej CE (Rys. VI.36, VI.37).

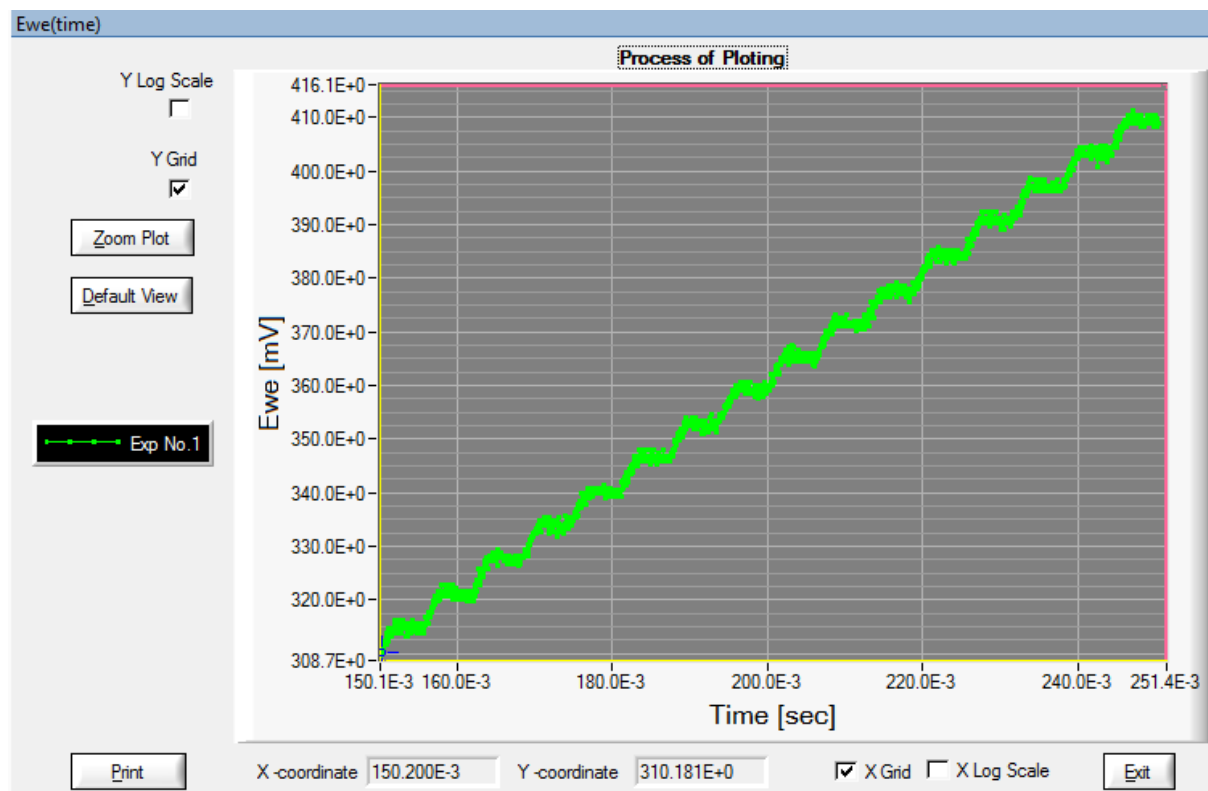
Jeśli przyrząd pracuje w trybie potencjostatu, w zależności od szybkości zmian sygnału pobudzenia należy wybrać szybkość zmian napięcia na elektrodzie pomocniczej CE. Wybranie wolnych zmian sygnału pobudzenia na Sweep Generator, do 50 mV/s, szybkość odpowiedzi elektrody pomocniczej nie musi być duża, wystarczająca 10 mV/ $\mu$ s. Ograniczenie szybkości odpowiedzi elektrody pomocniczej zmniejszy poziom szumów przenoszonych na elektrodę badaną (Rys. VI.37). Dla szybszych zmian sygnału pobudzenia szybkość zmian napięcia na elektrodzie pomocniczej też powinna być większa.



Rys. VI.35 Przykład sygnału z generatora liniowego

Taka sama zależność szybkości odpowiedzi elektrody pomocniczej CE obowiązuje dla trybu galwanostat.

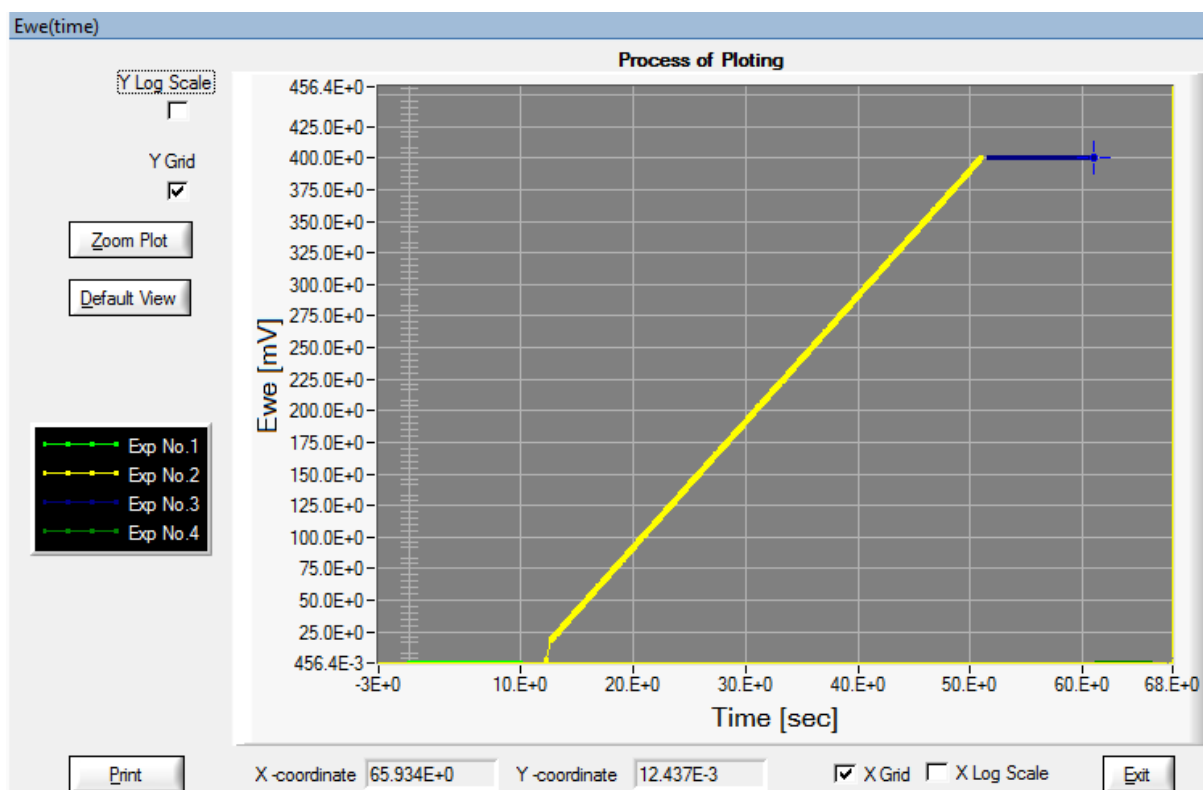
Rys. VI.36 Przykład sygnału z generatora cyfrowego (Slew Rate: 10[V/ $\mu$ s])



Rys. VI.37 Przykład sygnału z generatora cyfrowego (Slew Rate: 1[mV/ $\mu$ s])

## VI.8. Wykresy

Wyniki pomiarów można obserwować na wykresach. Typy wyświetlanych wykresów należy zdefiniować w menu programu **View->select plots**. Po rozpoczęciu procesu pomiarowego na ekranie pojawią się okna zdefiniowanych wykresów (Rys. VI.38). Przy pomocy niebieskiego znacznika można obserwować dokładne wartości punktów pomiarowych. Żółte oraz różowe linie są do zaznaczenia obszaru wykresu, który można zobaczyć w powiększeniu (**Zoom Plot**).



Rys. VI.38 przykładowy panel wykresu

**Y Log Scale , X Log Scale** – Wybór skali (logarytmiczna/dziesiętna)

**Y Grid, X Grid** – Wyświetlanie na wykresie pomocniczej siatki lub też nie

**Zoom Plot** – Powiększenie fragmentu wykresu. Obszar powiększenia wyznaczają znaczniki (żółty i różowy) znajdujące się na wykresie.

**Default View** – Całościowy widok wykonanych pomiarów

**Print** – Drukowanie wykresu

**X- coordinate , Y-coordinate** – Współrzędne niebieskiego znacznika

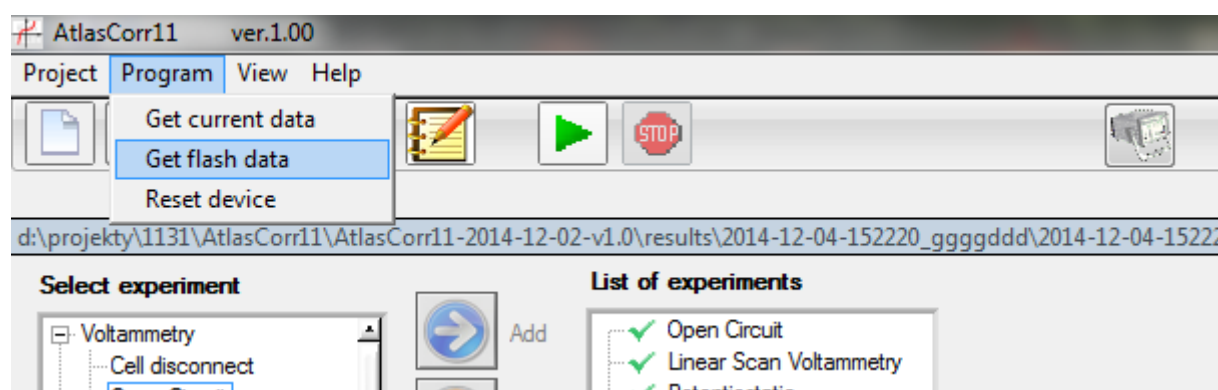
**Exit** – Zamknięcie wykresu



## VI.9. Pobieranie danych z pamięci wewnętrznej urządzenia

W trakcie trwania eksperymentów wyniki przesyłane są na bieżąco do komputera sterującego. W przypadku ustawienia bardzo szybkiego próbkowania, powyżej 50 pomiarów na sekundę nie wszystkie wyniki mogą zostać przesłane do komputera. Dlatego po wykonaniu pomiaru wszystkie dane można odczytać z pamięci wewnętrznej urządzenia.

Jest to też szczególnie istotne w sytuacji, gdy na czas pomiaru komputer został wyłączony. Po zakończeniu pomiaru w wygodnym dla użytkownika czasie można te dane odczytać. W tym celu należy użyć opcji „Get flash data” z menu „Program” (Rys. VI.39).



Rys. VI.39. Przygotowanie do odczytu danych z pamięci instrumentu

W kolejnym panelu należy wybrać nazwę pliku do zapisu danych dla pierwszego wykonanego eksperymentu. Dla kolejnych eksperymentów do podanej nazwy będzie dodany element „\_X” gdzie X – numer eksperymentu. (Rys. VI.40).

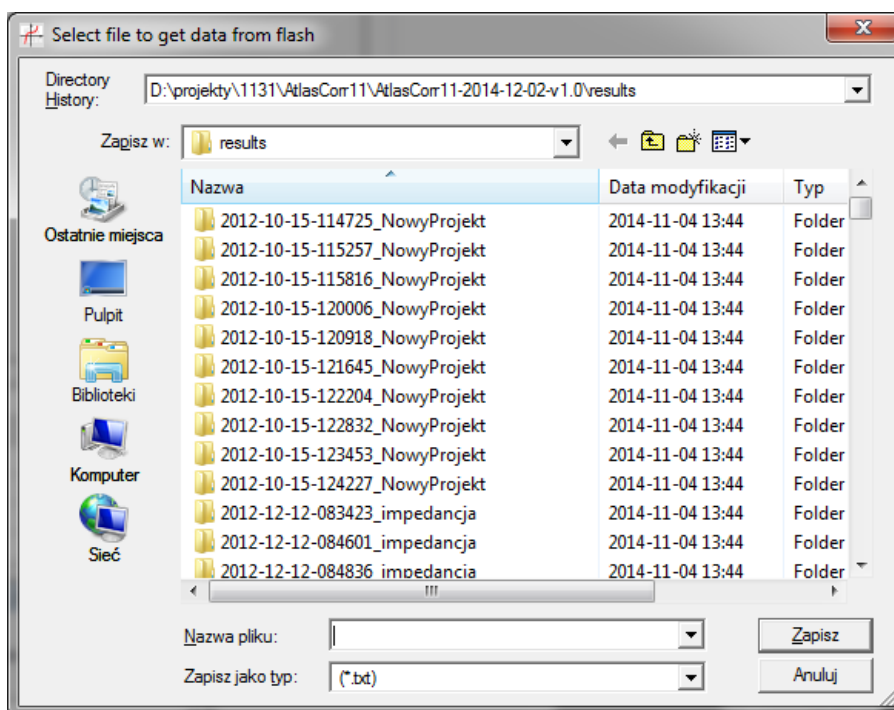
Domyślnie wyniki zapisują się w podkatalogu **/results** katalogu programu **AtlasCorr11**. Każdy proces pomiarowy ma swój odrębny katalog.

Program proponuje początkową nazwę katalogu, którą jest data i godzina rozpoczęcia procesu pomiarowego, np. **2014-12-02-153920\_**.

Dla lepszego sprecyzowania jakiego procesu dotyczą wyniki zapisane w tym katalogu, należy uzupełnić tę nazwę o własne szczegóły, np. **LSV-St3-pr2345**. (Linear Sweep Voltammetry - stali St3 - próbki o numerze 2345 )

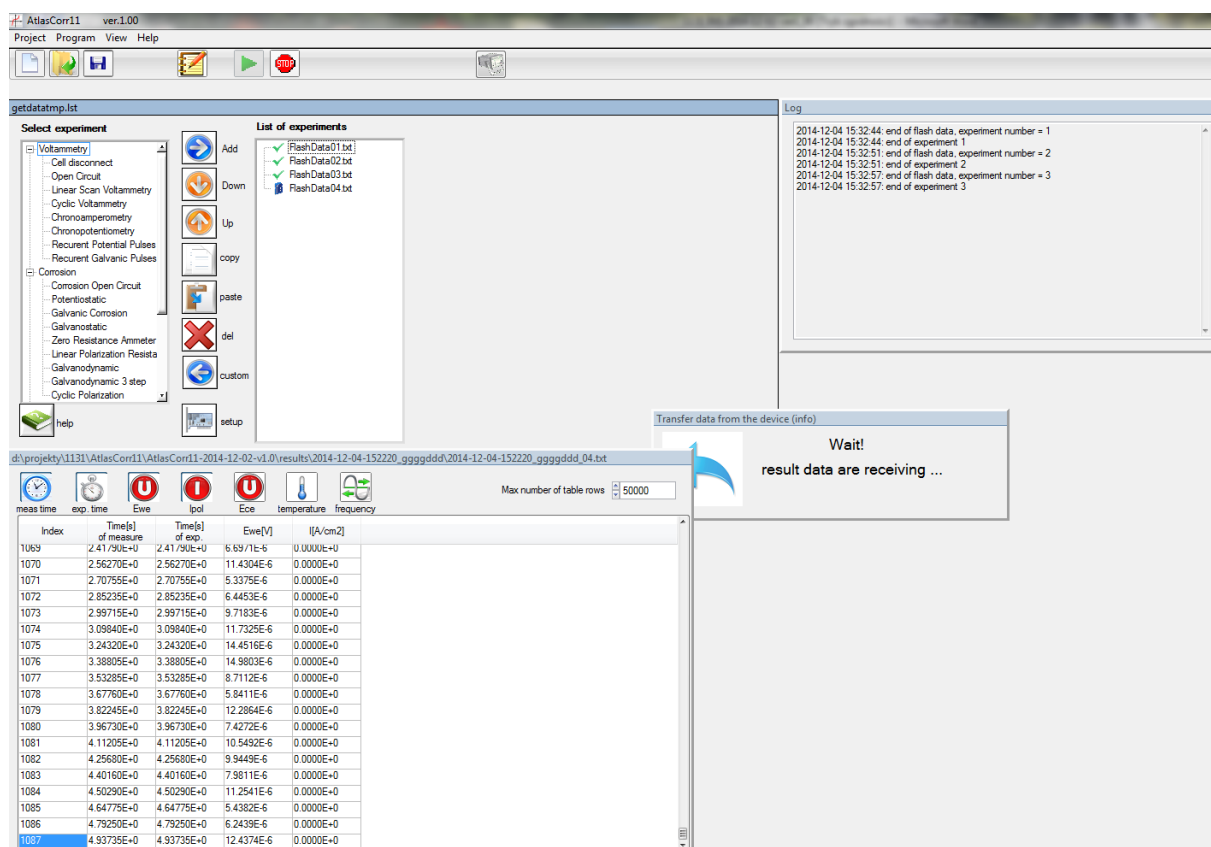
W wyżej przytoczonym przykładzie katalog wyników nazywać się będzie:

**2014-12-02-153920\_LSV-St3-pr2345**



Rys. VI.40. Wybór pliku do zapisu danych

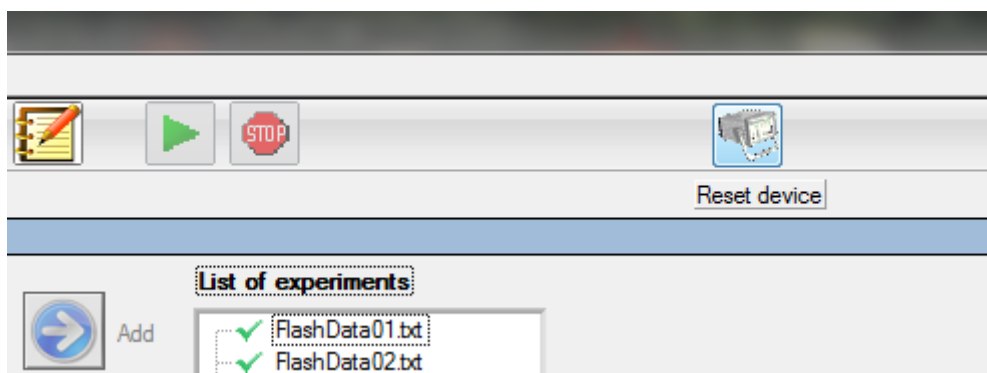
Po wybraniu pliku rozpoczyna się proces pobierania danych z urządzenia i zapisu ich na komputerze PC (Rys. VI.41).



Rys. VI.41. Proces pobierania danych z urządzenia

## VI.10. Reset urządzenia

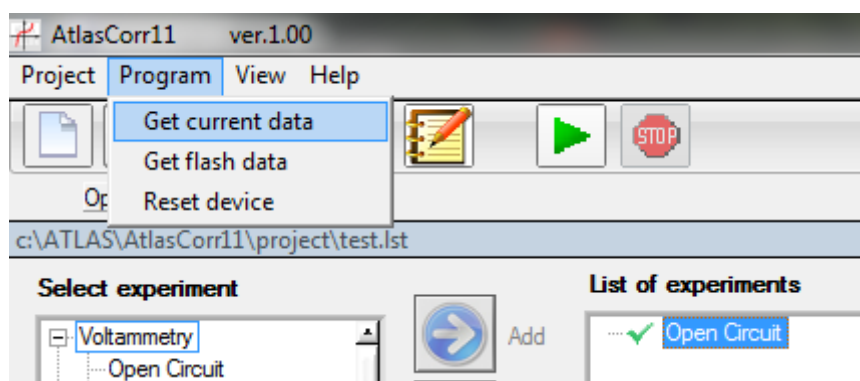
Jeśli z jakiegoś powodu zdarzy się uruchomić program w czasie, gdy urządzenie jest zajęte np. pomiarem to żeby można było rozpocząć nowy proces pomiarowy należy najpierw zresetować urządzenie (Rys. VI.42).



Rys. VI.42. Reset urządzenia

## VI.11. Odczyt danych z procesu pomiarowego będącego w trakcie wykonywania

W przypadku, gdy proces pomiarowy jest w trakcie wykonywania a program AtlasCorr11 nie był w tym czasie włączony to można podłączyć się do wykonywanego pomiaru. Po włączeniu programu AtlasCorr11 należy zaznaczyć pasek "Get current data" (Rys. VI.43).



Rys. VI.43. Odczyt danych z wykonywanego pomiaru

Na ekranie pojawi się panel, w którym należy zdefiniować nazwę pliku do którego będą zapisywane rezultaty (każdy następny eksperyment będzie miał do nazwy dodany numer eksperymentu w cyklu pomiarowym Rys. VI.44) oraz typy wyświetlanych wykresów.

Domyślnie wyniki zapisują się w podkatalogu **/results** katalogu programu **AtlasCorr11**.

Każdy proces pomiarowy ma swój odrębny katalog.

Program proponuje początkową nazwę katalogu, którą jest data i godzina rozpoczęcia procesu pomiarowego, np. **2014-12-02-153920\_**.

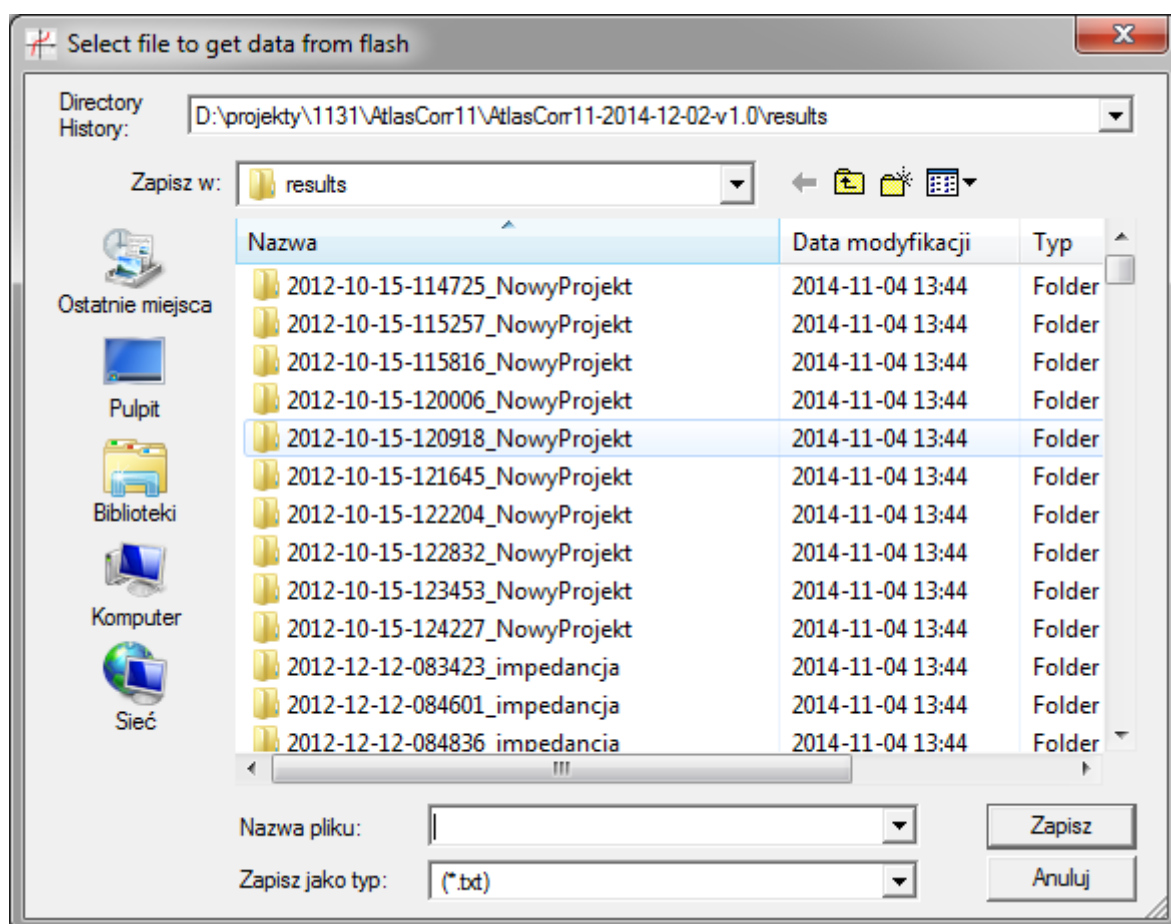
Dla lepszego sprecyzowania jakiego procesu dotyczą wyniki zapisane w tym katalogu, należy uzupełnić tą nazwę o własne szczegóły, np. **LSV-St3-pr2345**. (Linear Sweep Voltammetry - stali St3 - próbki o numerze 2345 )

W wyżej przytoczonym przykładzie katalog wyników nazywać się będzie:

**2014-12-02-153920\_LSV-St3-pr2345**

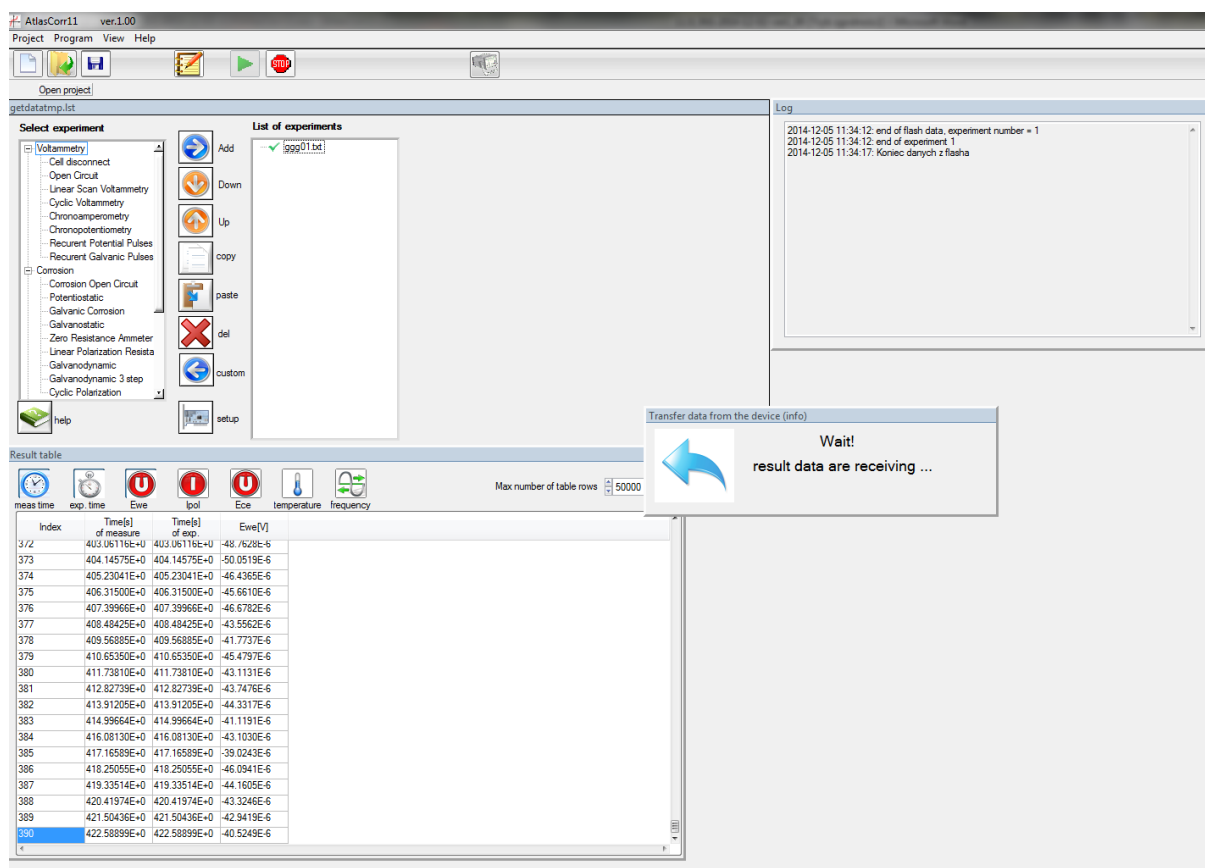
**Cancel** – Rezygnacja z rozpoczęcia procesu pomiarowego.

**Run** – Potwierdzenie uruchomienia procesu pomiarowego.



Rys. VI.44. Wprowadzanie nazwy pliku dla ściąganych danych.

Po wpisaniu nazwy pliku należy potwierdzić kontrolką **Zapisz**. Na ekranie pojawi się tabela, do której będą wpisywane wyniki (Rys VI.45).

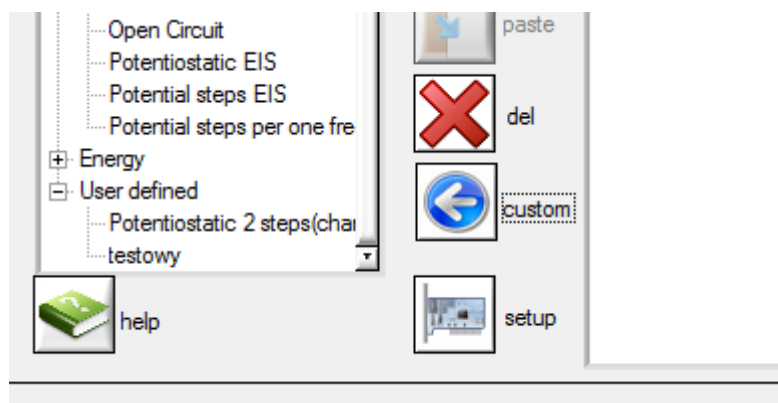


Rys. VI.45. Widok programu w czasie odczytu danych z pamięci nieulotnej urządzenia.

## VI.12. Definiowanie własnych eksperymentów

Program posiada opcje zdefiniowania eksperymentów z własnymi domyślnymi wartościami i nazwą. Opcja przydatna gdy często korzystamy z pewnego typu eksperymentu o zdefiniowanych, powtarzalnych wartościach i nazwie. Wtedy możemy go dodać do kategorii **User defined** i mamy do niego szybki dostęp przy definiowaniu procesu pomiarowego.

Aby dodać eksperyment do takiej listy należy najpierw określić jego parametry i uruchomić przycisk **custom**. Następnie musimy wpisać jego nazwę i eksperyment powinien się pojawić w kategorii **User defined**.

Rys. VI.46. Widok przycisku **custom**.