



Instrukcja obsługi programu Rejestrator XY

1. Wstęp

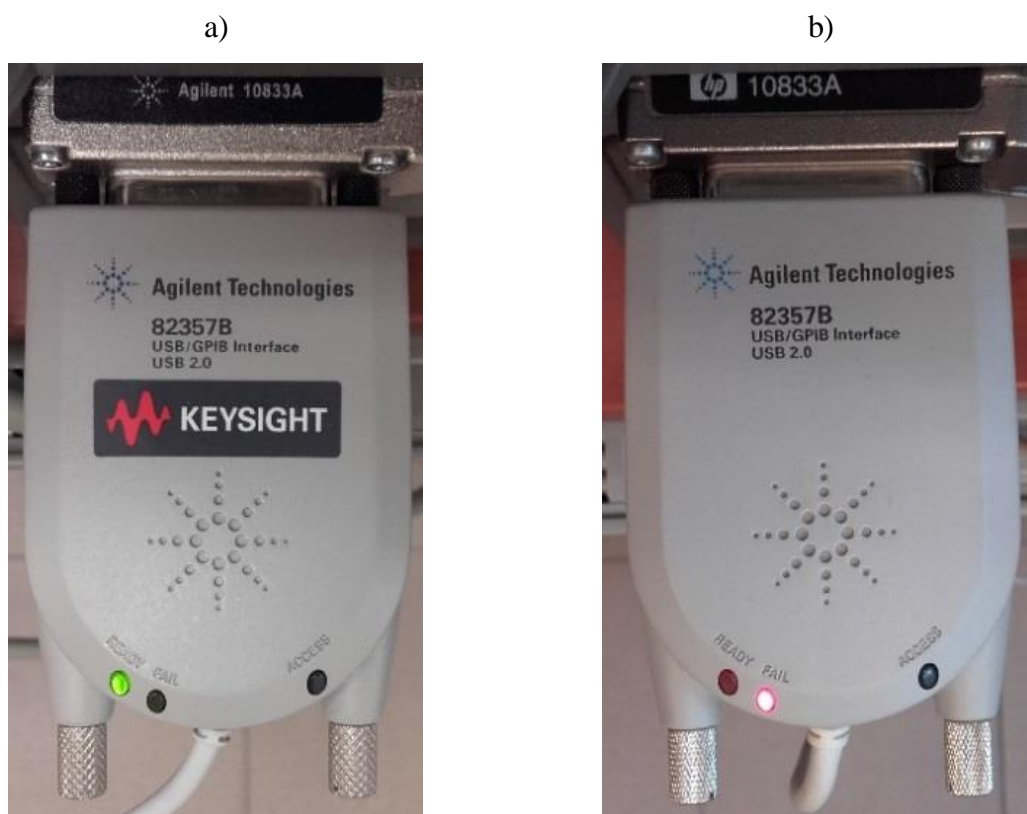
Podczas zajęć w *Laboratorium przyrządów półprzewodnikowych* studenci wykonują pomiary charakterystyk (np. prądowo-napięciowych) wybranych elementów elektronicznych (np. dioda półprzewodnikowa, tranzystor bipolarny itp.). W instrukcji opisano funkcję i obsługę programu oraz w jaki sposób wykonać podczas zajęć pomiary z wykorzystaniem zautomatyzowanego systemu pomiarowego *Rejestrator XY*.

Poniżej przedstawiono czynności, które należy wykonać zgodnie z instrukcją dla danego ćwiczenia, aby przeprowadzić pomiary charakterystyki (np. I-U) badanego elementu elektronicznego z wykorzystaniem zautomatyzowanego systemu pomiarowego (skrócone instrukcje obsługi przyrządów pomiarowych oraz zasilających są dostępne na stronie internetowej LPP).

Zaletą programu *Rejestrator XY* jest jego uniwersalność i łatwość obsługi. Program umożliwia konfigurację systemu pomiarowego, poprzez programowanie m.in. funkcji pomiarowych multimetrów oraz zadawanej wartości napięcia na wyjściu zasilacza tak, aby możliwe było zmierzenie dowolnych charakterystyk (tj. prądowo-napięciowych, napięciowo-prądowych, prądowo-prądowych i napięciowo-napięciowych) badanego elementu. Dzięki temu możliwe jest, zgodnie z instrukcją do danego ćwiczenia, wyznaczenie parametrów danego elementu elektronicznego przy odpowiednich warunkach jego pracy (np. przy danym napięciu zasilania, ograniczeniu prądowym bądź w określonym punkcie pracy).

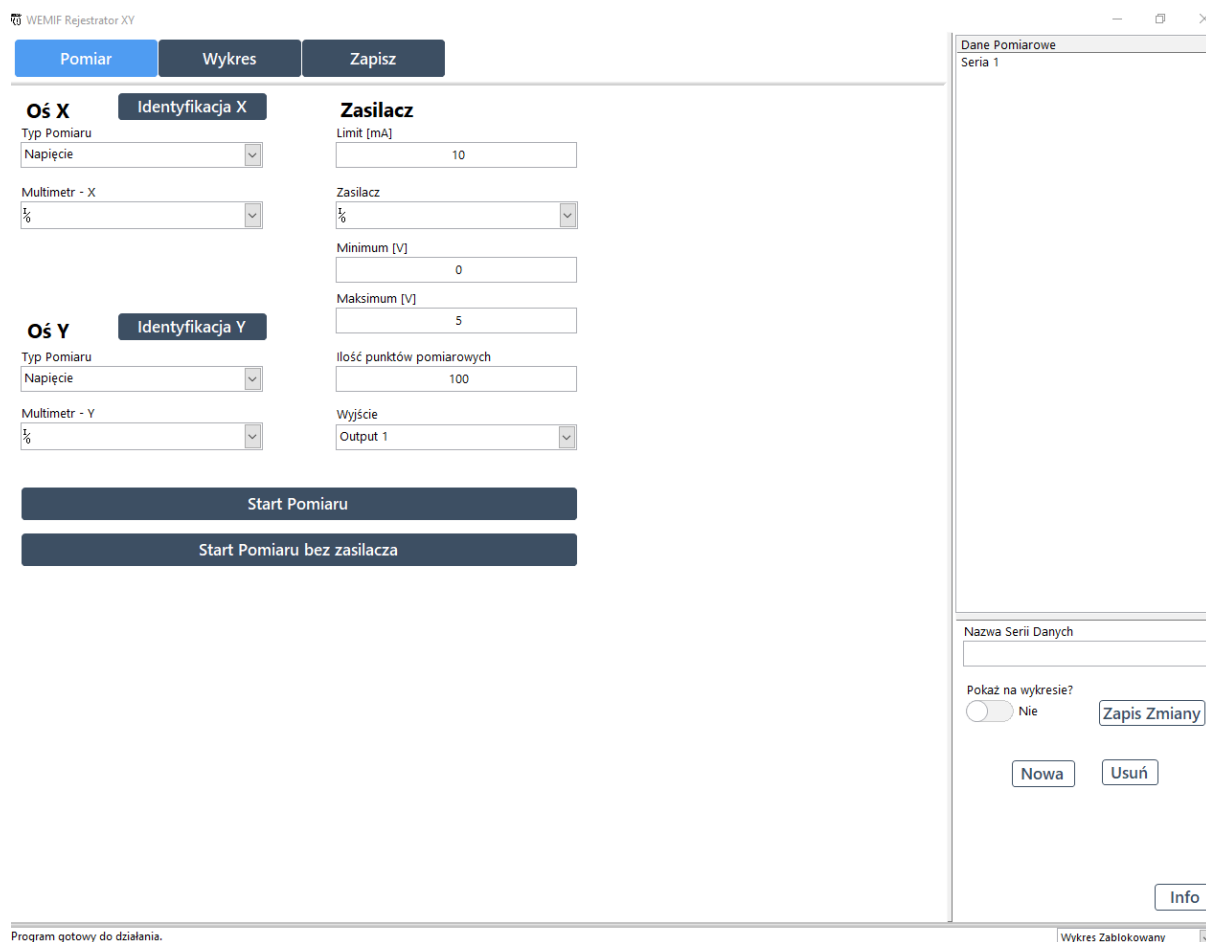
2. Procedura wykonywania pomiarów z wykorzystaniem zautomatyzowanego systemu pomiarowego

Pracę z systemem pomiarowym należy rozpocząć od włączenia zasilania komputera. Po uruchomieniu systemu operacyjnego sprawdzić czy interfejs USB/GPIB, podłączony do tylnego gniazda zasilacza laboratoryjnego, jest gotowy do pracy. Przy poprawnym uruchomieniu powinna świecić się zielona dioda sygnalizacyjna *READY* (rys. 1a). W wypadku, gdy wystąpi błąd komunikacji interfejsu z komputerem, wówczas zaświeci się czerwona dioda sygnalizacyjna *FAIL* (rys. 1b) – w takiej sytuacji należy ponownie uruchomić komputer.



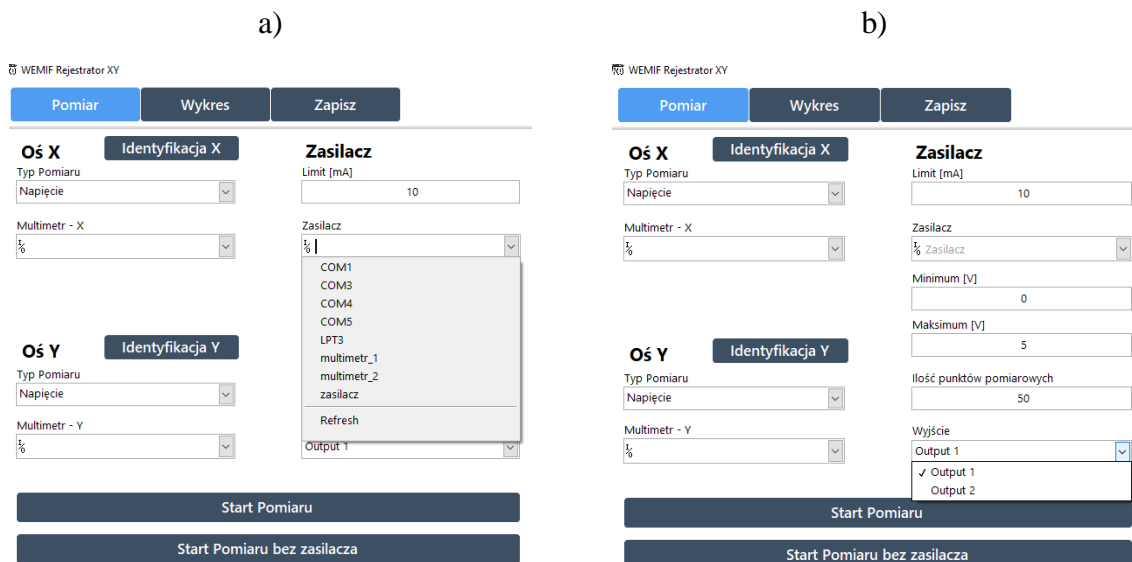
Rys. 1. Zdjęcie interfejsu USB/GPIB: a) gotowego do pracy, b) sygnalizującego błąd

Po uruchomieniu komputera i upewnieniu się, że interfejs USB/GPIB pracuje prawidłowo, należy włączyć zasilacz laboratoryjny oraz multimetry, które są połączone w system pomiarowy (w wypadku wątpliwości co do konfiguracji systemu sprawdzić, które urządzenia są połączone za pomocą przewodów GPIB). Następnie uruchomić program *Rejestrator XY* za pomocą ikony znajdującej się na pulpicie systemu operacyjnego i poczekać na uruchomienie się programu (rys. 2).



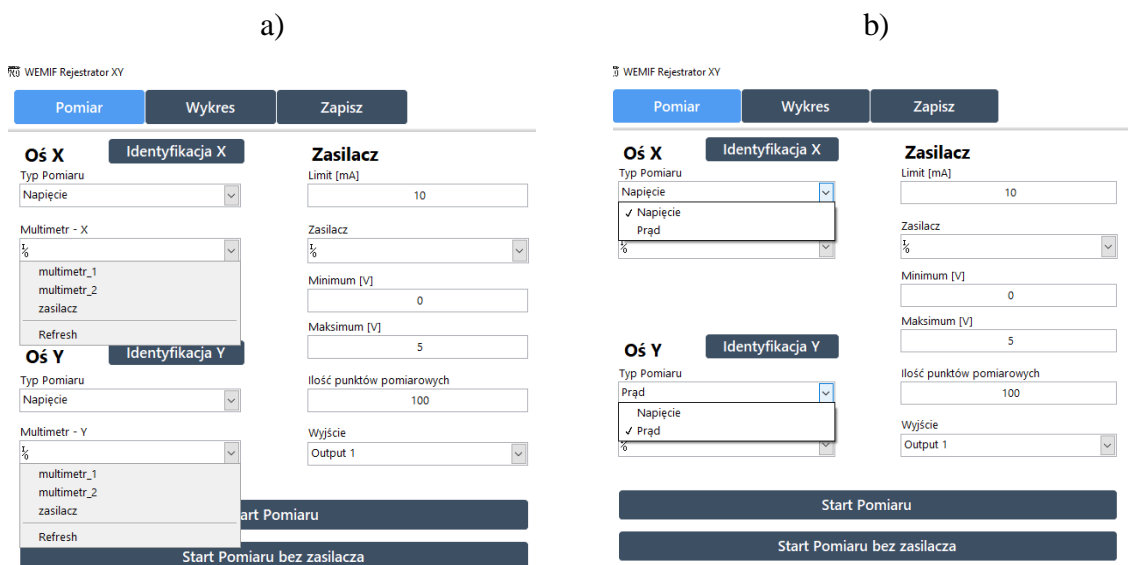
Rys. 2. Okno startowe programu *Rejestrator XY*

System pomiarowy konfiguruje się za pomocą funkcji dostępnych w oknie *Pomiar*. W pierwszej kolejności należy wpisać w polu *limit* wartość ograniczenia prądowego (wyrażona w miliamperach), która zapewni bezpieczny pomiar elementu elektronicznego. Wartość ograniczenia prądowego należy odczytać z noty katalogowej elementu, obliczyć bądź wpisać zgodnie z wytycznymi podanymi przez prowadzącego. W polu *zasilacz* wybrać odpowiednie urządzenie z listy rozwijalnej (rys. 3a). W sytuacji, gdy na liście rozwijalnej nie będzie wyszczególnionego zasilacza, należy upewnić się czy jest on włączony i nacisnąć polecenie *Refresh*. Następnie należy zadać zakres zmian napięcia (wartość minimalna i maksymalna, wyrażone w woltach), liczbę punktów pomiarowych (dobraną do mierzonej charakterystyki – zazwyczaj od 30 do 50 punktów pomiarowych) oraz wybrać wyjście zasilacza, na którym podawane będzie napięcie (rys. 3b).

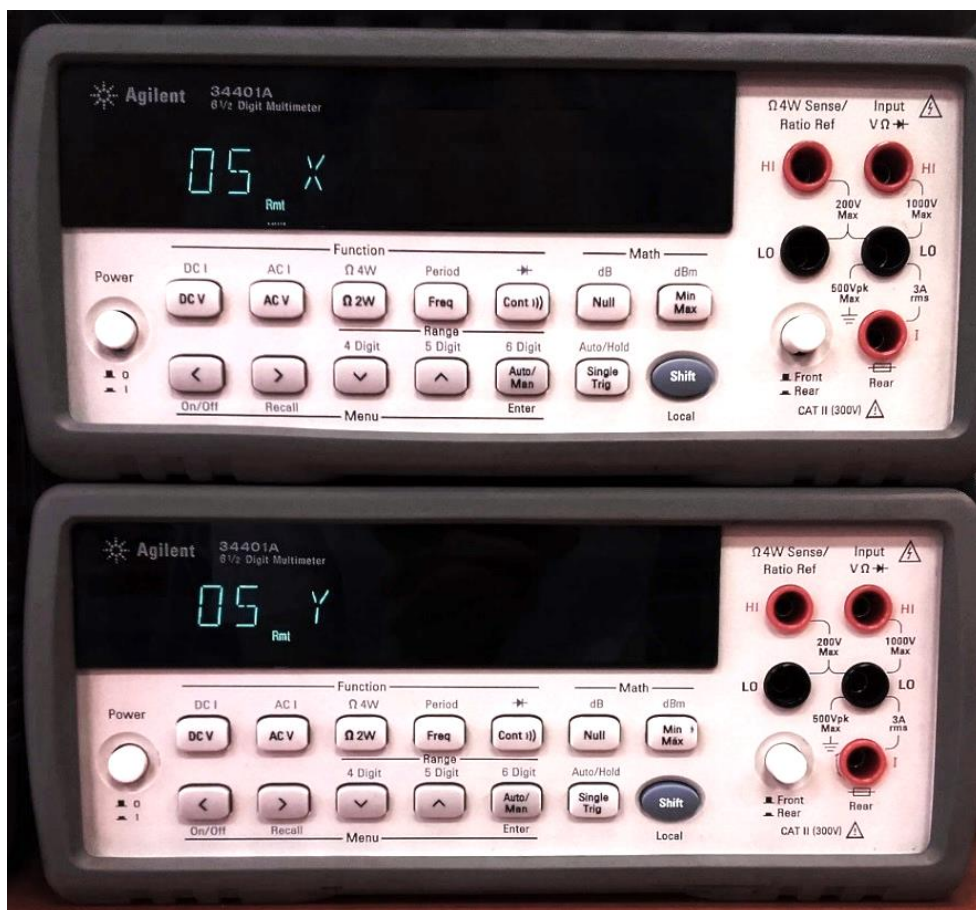


Rys. 3. Konfiguracja zasilacza w programie *Rejestrator XY*:
 a) wybór urządzenia, b) wybór wyjścia zasilacza

Po skonfigurowaniu zasilacza należy skonfigurować multimetry. Multimetry deklaruje się osobno dla osi X i Y, wybierając dany multimetr z listy rozwijalnej (rys. 4a). W sytuacji, gdy na liście rozwijalnej nie będzie wyszczególnionego danego multimetra, należy upewnić się czy jest on włączony i nacisnąć polecenie *Refresh*. Po zadeklarowaniu multimetrów należy wybrać czy dany multimetr pracuje jako woltomierz czy też jako amperomierz (rys. 4b). Po skonfigurowaniu multimetrów należy kliknąć przyciski *identyfikacja X* oraz *identyfikacja Y*, wówczas na wyświetlaczu multimetrów pojawi się informacja dotycząca ich konfiguracji (rys. 5).

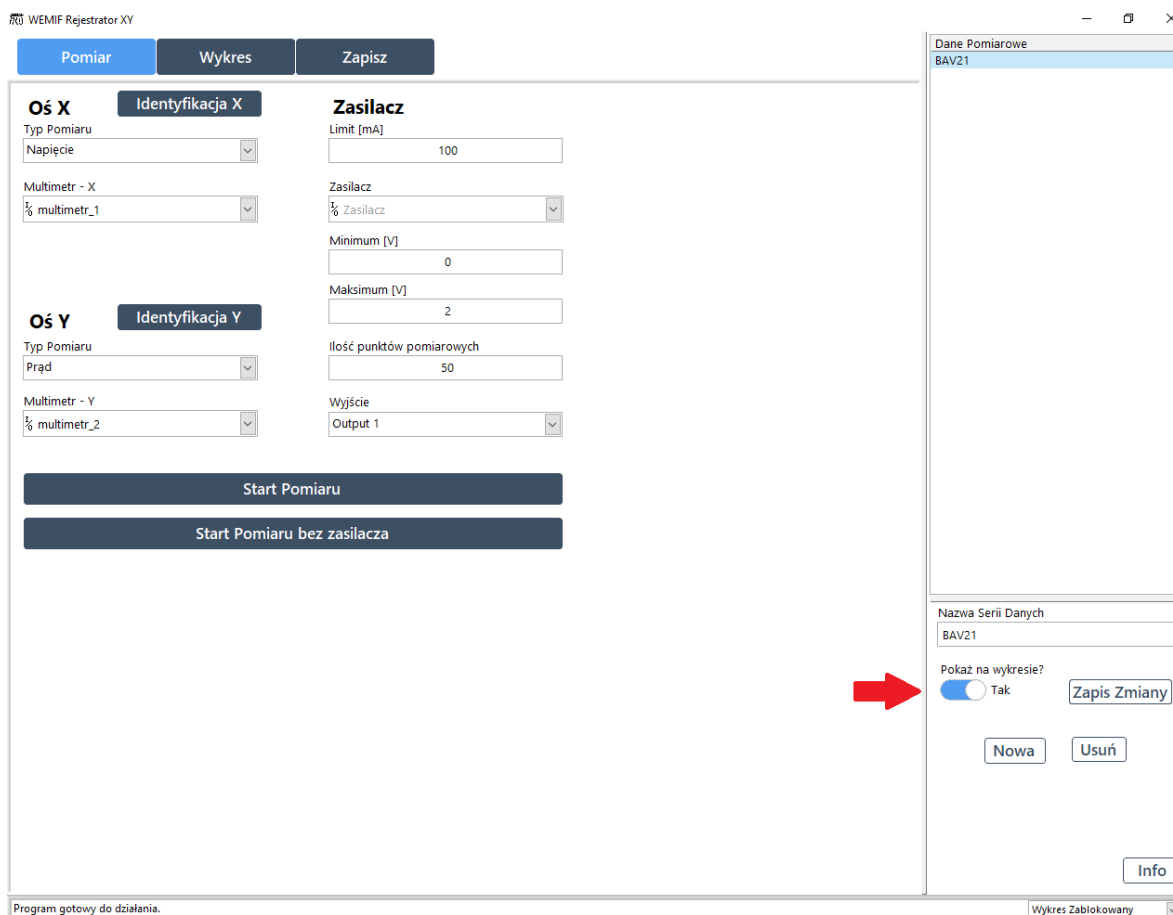


Rys. 4. Konfiguracja multimetrów w programie *Rejestrator XY*:
 a) wybór urządzeń, b) wybór funkcji pomiarowej



Rys. 5. Etykiety na wyświetlaczach multimetrów po kliknięciu przycisków identyfikacji

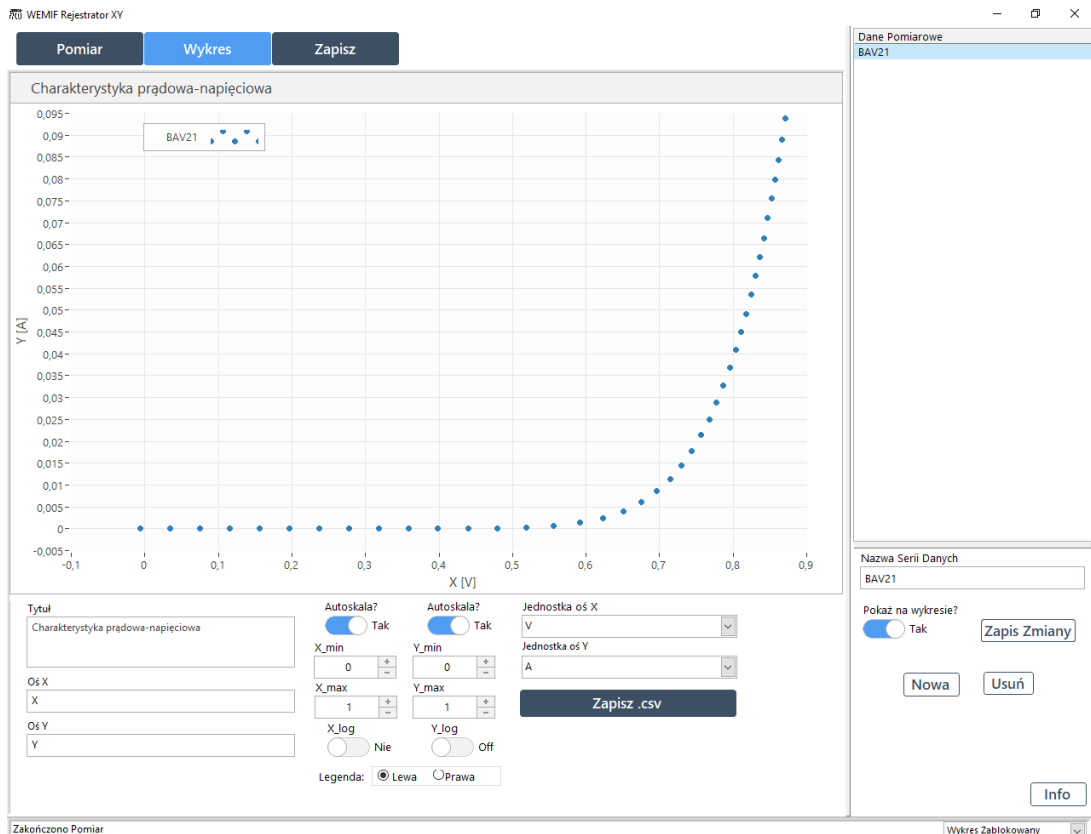
Po skonfigurowaniu zasilacza i multimetrów należy połączyć układ pomiarowy zgodnie ze schematem w instrukcji danego ćwiczenia laboratoryjnego bądź wskazówkami podanymi przez prowadzącego. Po połączeniu układu pomiarowego należy kliknąć serię pomiarową w prawym górnym rogu okna aplikacji (domyślnie utworzona *seria 1*), a następnie zmienić jej nazwę (np. na oznaczenie mierzonego elementu) i kliknąć przycisk *zapisz zmiany* (nie należy używać klawisza *Enter* – spowoduje on przejście kursora do następnego wiersza). Po nazwaniu serii pomiarowej upewnić się, że seria jest widoczna na wykresie (rys. 6).



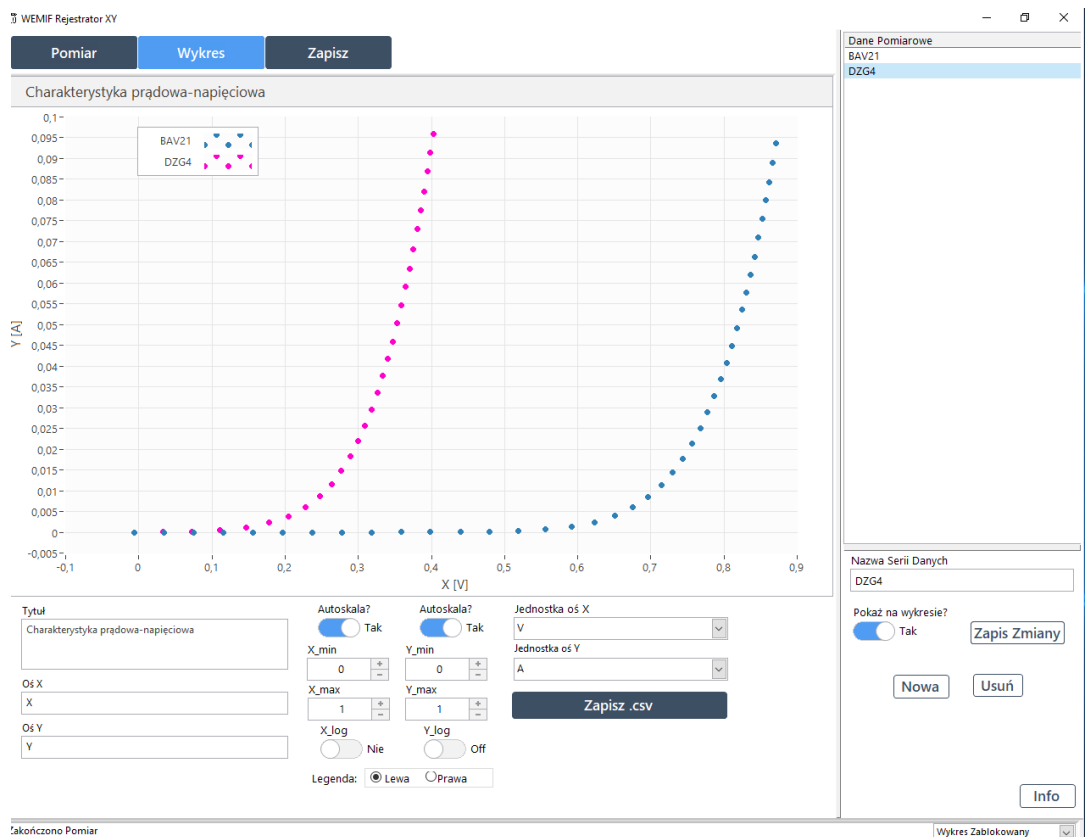
Rys. 6. Program *Rejestrator XY* skonfigurowany do pomiaru diody BAV21

Po skonfigurowaniu systemu pomiarowego, połączeniu układu, wybraniu i opisaniu serii pomiarowej należy nacisnąć przycisk *Start pomiaru*. Program przejdzie do zakładki *Wykres*, w którym prezentowane są wyniki pomiarów (rys. 7.) i będzie sterował zasilaczem, automatycznie zwiększając wartość napięcia zgodnie z zadany zakres, zapisywał wartości napięcia/prądu mierzone przez multimetry. W wypadku naciśnięcia przycisku *Start pomiaru bez zasilacza* program nie będzie komunikował się z zasilaczem i wówczas badany układ musi być zasilany z innego źródła.

W celu zmierzenia kolejnej serii pomiarowej należy wrócić do zakładki *Pomiar*, klikając na przycisk w lewym górnym rogu okna. Następnie należy kliknąć przycisk *Nowa*, kliknąć na nowo utworzoną serię, wpisać nową nazwę serii i zapisać zmiany. Należy pamiętać, np. jeżeli mierzony będzie inny element elektroniczny, aby przed kolejnym pomiarem przełączyć układ pomiarowy i zmienić wartość ograniczenia prądowego i/lub zakres zmian napięcia. Po naciśnięciu przycisku *Start pomiaru* program przejdzie do zakładki *Wykres* i doda na wykresie kolejną serię danych (rys. 8).



Rys. 7. Zmierzona w programie *Rejestrator XY* charakterystyka I-U diody BAV21



Rys. 8. Zmierzona w programie *Rejestrator XY* charakterystyki I-U diod BAV21 i DZG4

3. Formatowanie wykresu w programie *Rejestrator XY*

Program *Rejestrator XY* umożliwia odpowiednie formatowanie wykresu, aby możliwe było jego wydrukowanie, a następnie na podstawie zmierzonej charakterystyki wyznaczenie parametrów mierzonego elementu elektronicznego. Poniżej wykresu znajdują się pola umożliwiające edycję wykresu. Program umożliwia zmianę tytułu wykresu oraz nazw osi. W tym celu należy kliknąć odpowiednie pole tekstowe i wpisać prawidłowy opis. W polu formatowania osi możliwa jest zmiana jednostki osi przez zastosowanie przedrostków jednostki i wyrazić ją np. w wypadku natężenia prądu w μA , mA lub A (rys. 9). Odpowiednio napięcie można wyrazić w μV , mV lub V .

The screenshot shows the graph editing interface with the following elements:

- Tytuł:** A text box containing the text "I = f(U) diod półprzewodnikowych spolaryzowanych w kierunku przewodzenia".
- Oś X:** A text box containing "Napięcie, U".
- Oś Y:** A text box containing "Natężenie prądu, I".
- Autoskala?:** Two toggle switches, both currently set to "Nie" (Off).
- X_min:** A numeric input field with "0" and increment/decrement buttons.
- X_max:** A numeric input field with "1" and increment/decrement buttons.
- X_log:** A toggle switch currently set to "Nie".
- Y_min:** A numeric input field with "0" and increment/decrement buttons.
- Y_max:** A numeric input field with "0,1" and increment/decrement buttons.
- Y_log:** A toggle switch currently set to "Off".
- Legenda:** Radio buttons for "Lewa" (selected) and "Prawa".
- Jednostka oś X:** A dropdown menu currently showing "V".
- Jednostka oś Y:** A dropdown menu currently showing "A", with a list of other units (uV, mV, V, uA, mA) visible below it.

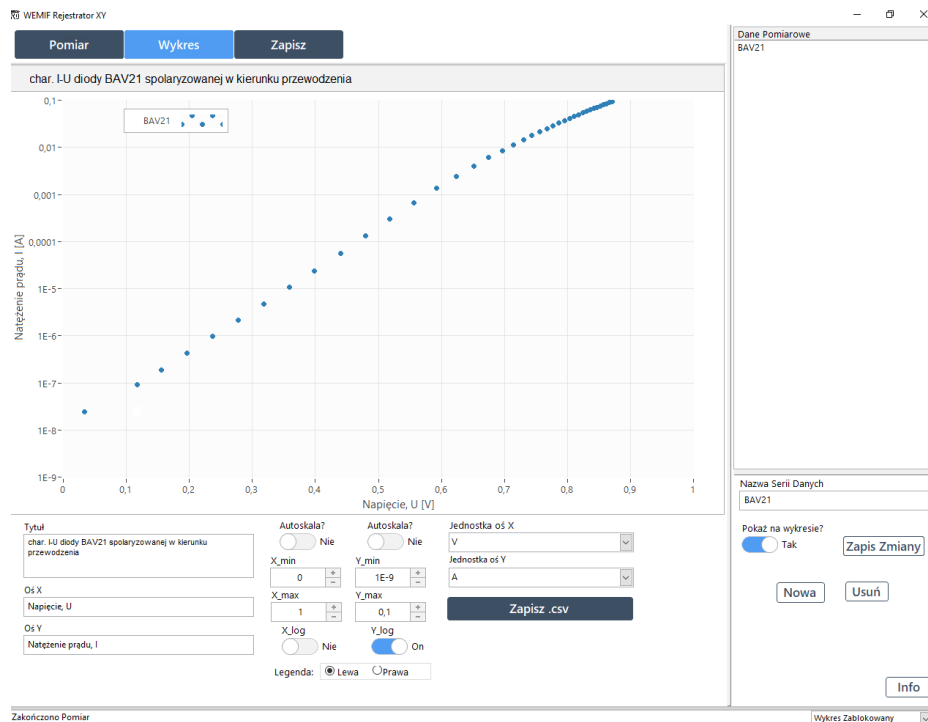
Rys. 9. Pola edycji wykresu

Przycisk *Autoskala* domyślnie jest ustawiony w pozycji *tak*, co powoduje, że program automatycznie dobiera zakres wartości w danej osi. Po przełączeniu przycisku *Autoskala* w pozycję *nie* można ustawić ręcznie zakres wartości dla danej osi. Wówczas w odpowiednich polach należy wpisać wartość minimalną i maksymalną zakresu skali. Wartość odcinka jednostkowego na danej osi można zmienić zaznaczając na niej lewym przyciskiem myszy wartość odcinka, wpisać nową wartość za pomocą klawiatury numerycznej i zaakceptować klawiszem *Enter*. Program rozpoznaje notację inżynierską, np. można wpisać wartość $1\text{E}-9$. Zmiana pozycji przycisku *X_log* bądź *Y_log* na *tak* spowodują zmianę skali danej osi ze skali liniowej na logarytmiczną (rys. 10). Przyciski w polu legenda umożliwiają zmianę miejsca umieszczenia legendy, tj. z lewej bądź prawej strony wykresu.

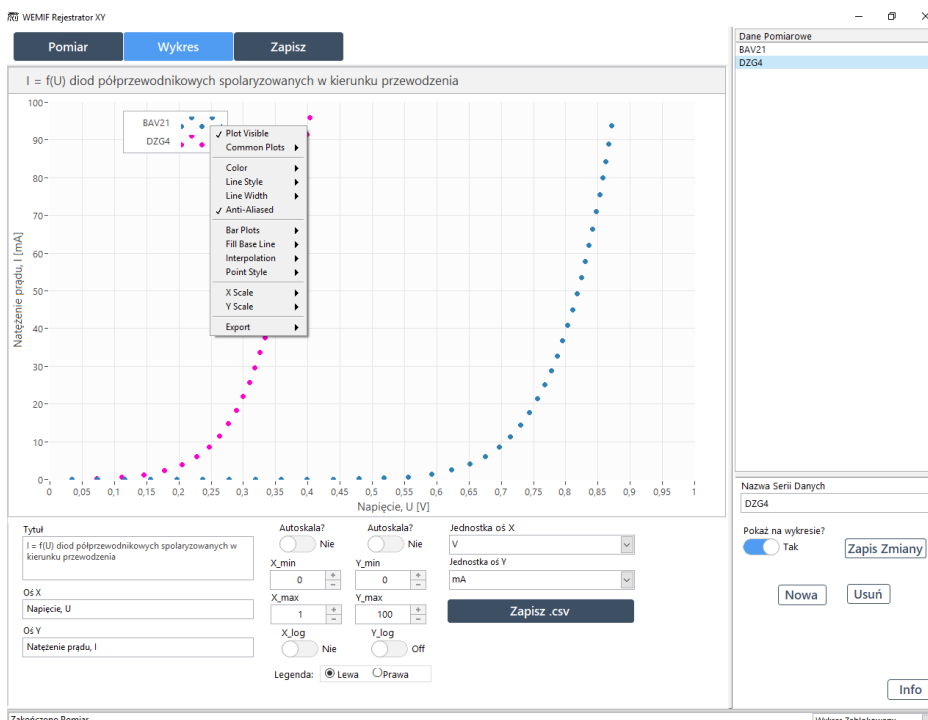
Przycisk *zapisz .csv* wywołuje okno dialogowe, w którym można wskazać lokalizację i podać nazwę pliku, do którego zapisane zostaną zmierzone wartości napięć i/lub natężenia prądu. Zapisane dane można zaimportować, a następnie analizować za pomocą np. programu Origin.

Program umożliwia edycję stylu serii pomiarowej. W tym celu należy kliknąć prawym przyciskiem myszy na nazwę serii pomiarowej w legendzie wykresu. Wówczas rozwinię się

lista z dodatkowymi funkcjami (rys. 11). Możliwa jest zmiana wykresu punktowego na liniowy, koloru, stylu i grubości linii oraz sposobu interpolacji linii pomiędzy punktami pomiarowymi. Przy standardowych pomiarach funkcje te nie są stosowane.



Rys. 10. Charakterystyka I-U diody BAV21 spolaryzowanej w kierunku przewodzenia w układzie log-lin zmierzona za pomocą programu *Rejestrator XY*



Rys. 11. Rozwinięta lista z dostępnymi opcjami formatowania stylu serii pomiarowej w programie *Rejestrator XY*

4. Drukowanie wykresu

Korzystając z zainstalowanej drukarki sieciowej w laboratorium, w celu wydrukowania otrzymanego wykresu należy kliknąć zakładkę *Zapisz*. Przed zapisaniem wykresu do pliku graficznego należy uzupełnić pola tekstowe z imieniem, nazwiskiem i numerem indeksu osób wykonujących ćwiczenie oraz terminem zajęć (rys. 12). Po naciśnięciu przycisku *Zapisz do .jpg* uruchomione zostanie okno dialogowe, w którym można wskazać lokalizację i podać nazwę pliku. Plik należy otworzyć w przeglądarce fotografii systemu Windows i wydrukować (rys. 13).

Studenci są proszeni o zapisywanie wykresów na pulpicie i ich kasowanie po skończonych zajęciach.

WEMIF Rejestrator XY

Pomiar Wykres Zapisz

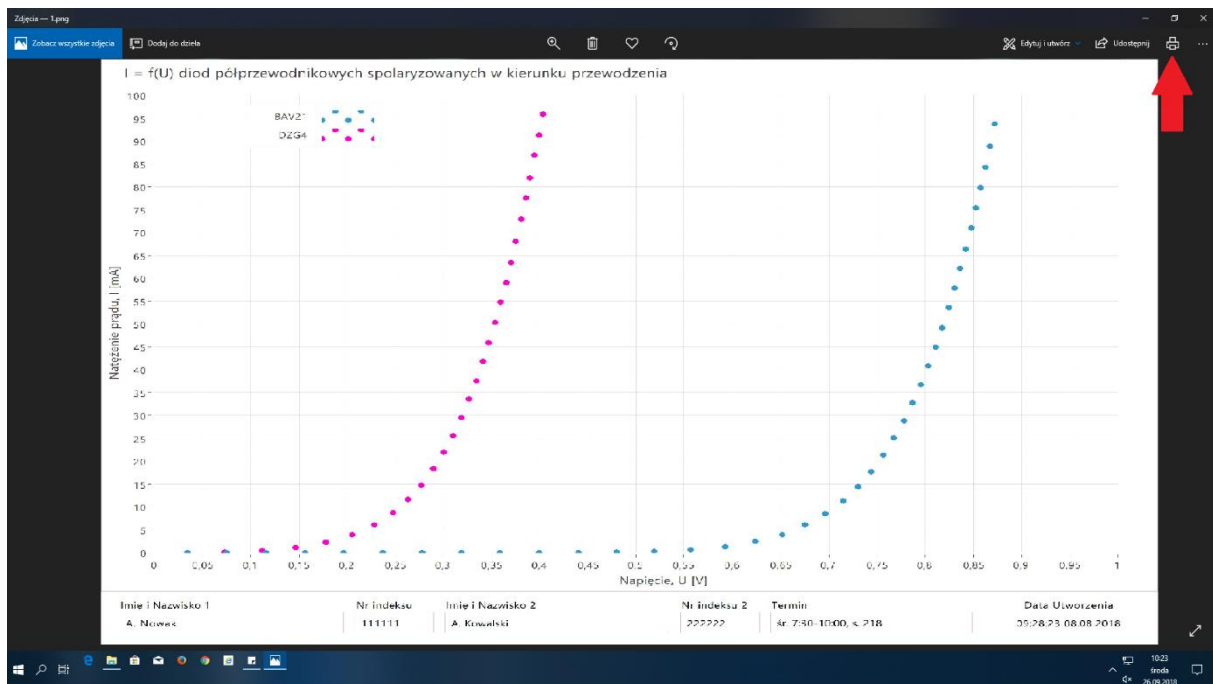
Imię i Nazwisko 1: A. Nowak
Nr indeksu: 111111

Imię i Nazwisko 2: A. Kowalski
Nr indeksu 2: 222222

Termin: śr. 7:30-10:00, s. 218

Zapisz do jpg

Rys. 12. Pola do uzupełnienia przed zapisaniem wykresu w programie *Rejestrator XY*



Rys. 13. Zapisany wykres zmierzony za pomocą programu *Rejestrator XY* i otwarty w przeglądarce fotografii systemu Windows