



Politechniki
Śląskiej



Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

Opracowanie układu syntetycznego neuronu na bazie nanomateriałów hybrydowych

Członkowie zespołu projektowego



Kamil Warczek



Bartosz Sęk



Konrad Jaworek



Jakub Archabuz



Antoni Surowy



Marcin Mojza

Opiekunowie projektu



mgr inż. Bartłomiej
Nowacki



dr inż. Krzysztof
Habelok



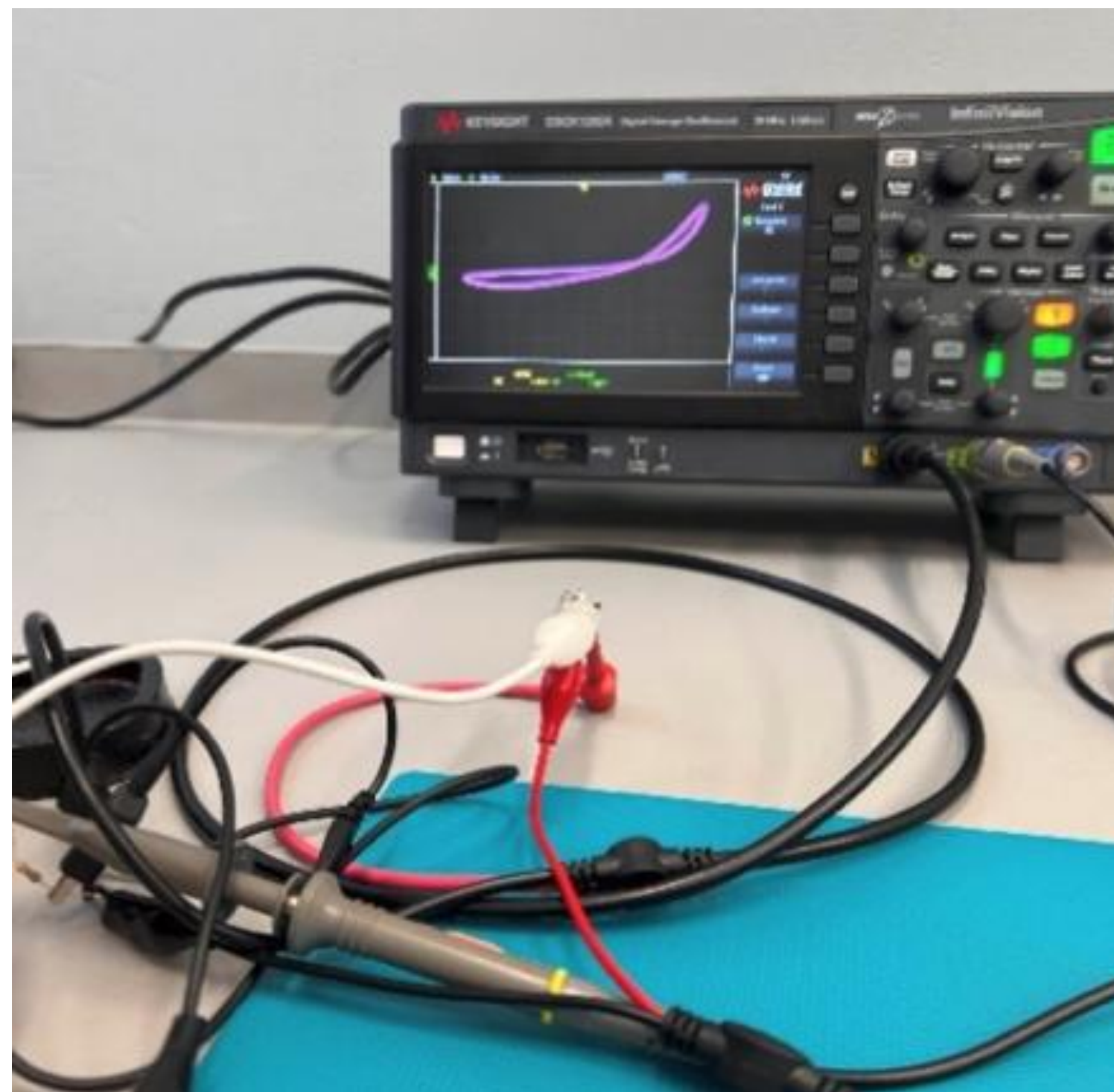
Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI



Politechniki
Śląskiej



Rys. 1. Stanowisko badawcze

Opracowanie układu syntetycznego neuronu na bazie nanomateriałów hybrydowych

Głównym celem projektu była budowa układu neuromorficznego odwzorowującego funkcje biologicznego neuronu. Wykorzystując nanomateriały o właściwościach memrystorowych system fizycznie symuluje plastyczność synaptyczną i procesy uczenia się. Całość zintegrowano z autorskim oprogramowaniem w języku Python, które automatyzuje pomiary i analizę danych z aparatury laboratoryjnej.

Przyjęte założenia

- 01 Synteza i wstępna charakterystyka nanomateriałów
- 02 Wybór materiału o największym potencjale do zastosowania w komputerze analogowym
- 03 Projekt, wykonanie i testy prototypu elektronicznego neuronu
- 04 Opracowanie oprogramowania sterującego z skryptami SCPI oraz narzędzi do analizy danych
- 05 Testowanie, validacja układu i przygotowanie kompletnej dokumentacji końcowej

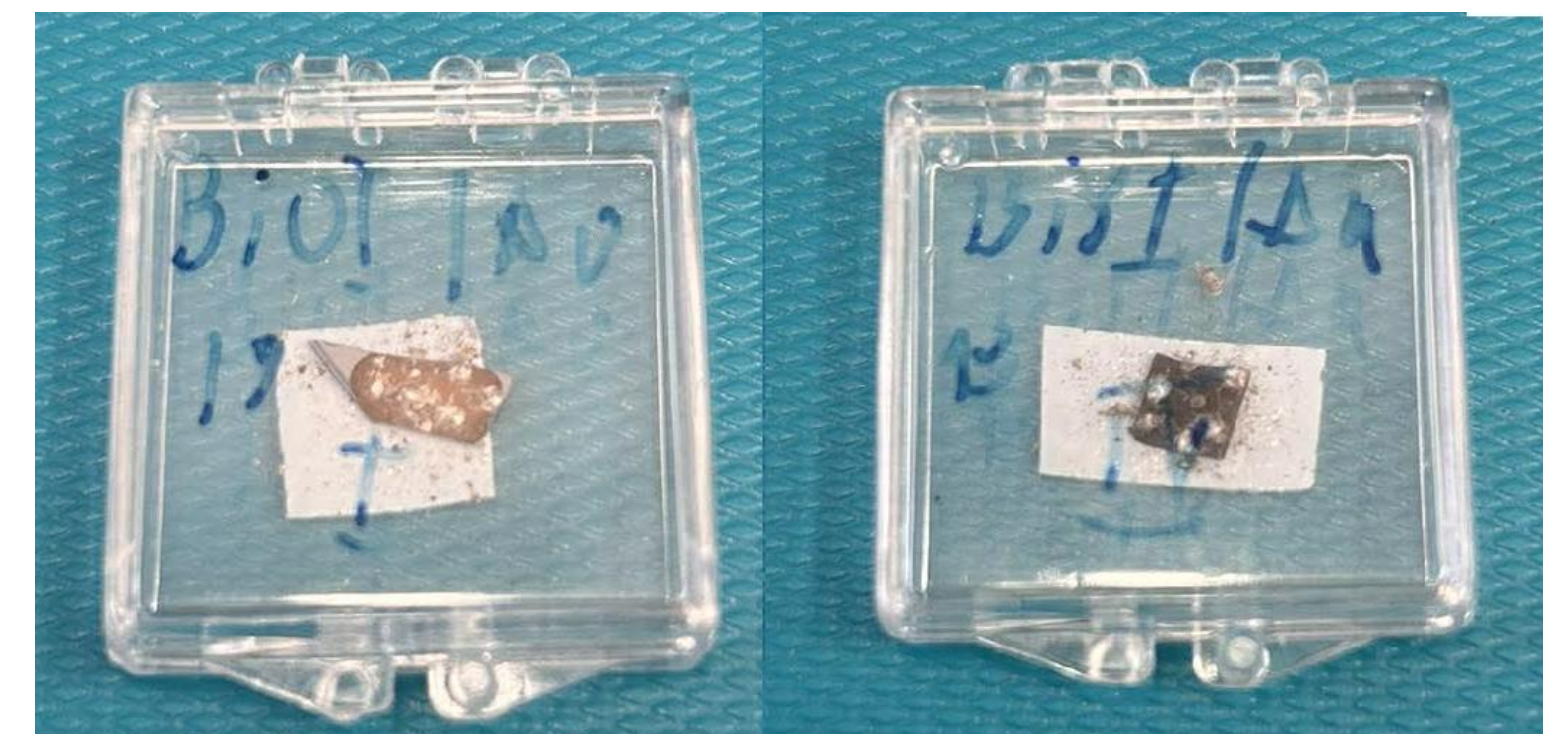
Osiągnięte cele

W ramach realizacji projektu przeprowadzono dogłębną analizę literatury, na podstawie której wyznaczono wymagania funkcjonalne projektowanego układu. Wytypowano materiał o największym potencjale memrystorowym do dalszych badań. Opracowano oprogramowanie do analizy właściwości materiałów oraz danych pomiarowych. Udało się także zrealizować montaż podstawowego układu elektronicznego neuronu, a następnie przeprowadzić jego testy wraz z analizą zebranych wyników pomiarów.



Zastosowane metody realizacji

Opracowano aplikację w języku Python do analizy i transmisji danych w układzie neuromorficznym, wykorzystującą protokół SCPI oraz TSP do komunikacji z multimetrem oraz generatorem. Zastosowanie programu umożliwiło przeprowadzenie testów próbek neuromorficznych oraz analizę danych pomiarowych, co umożliwia obliczenia w dziedzinie analogowej.



Rys. 2. Opracowany memrystor

Osiągnięte wyniki

W wyniku prac na projektem udało się zaprojektować układ neuromorficzny, który umożliwił identyfikację próbek wykazujących właściwości memrystorowe, takie jak nieliniowa charakterystyka prądowo-napięciowa i efekt pamięciowy. Opracowane oprogramowanie zapewniło sterowanie pomiarami oraz dwukierunkową komunikację z próbką, a analiza odpowiedzi na impulsy wejściowe potwierdziła obecność mechanizmów adaptacyjnych i możliwość odwzorowania zachowania biologicznego neuronu.

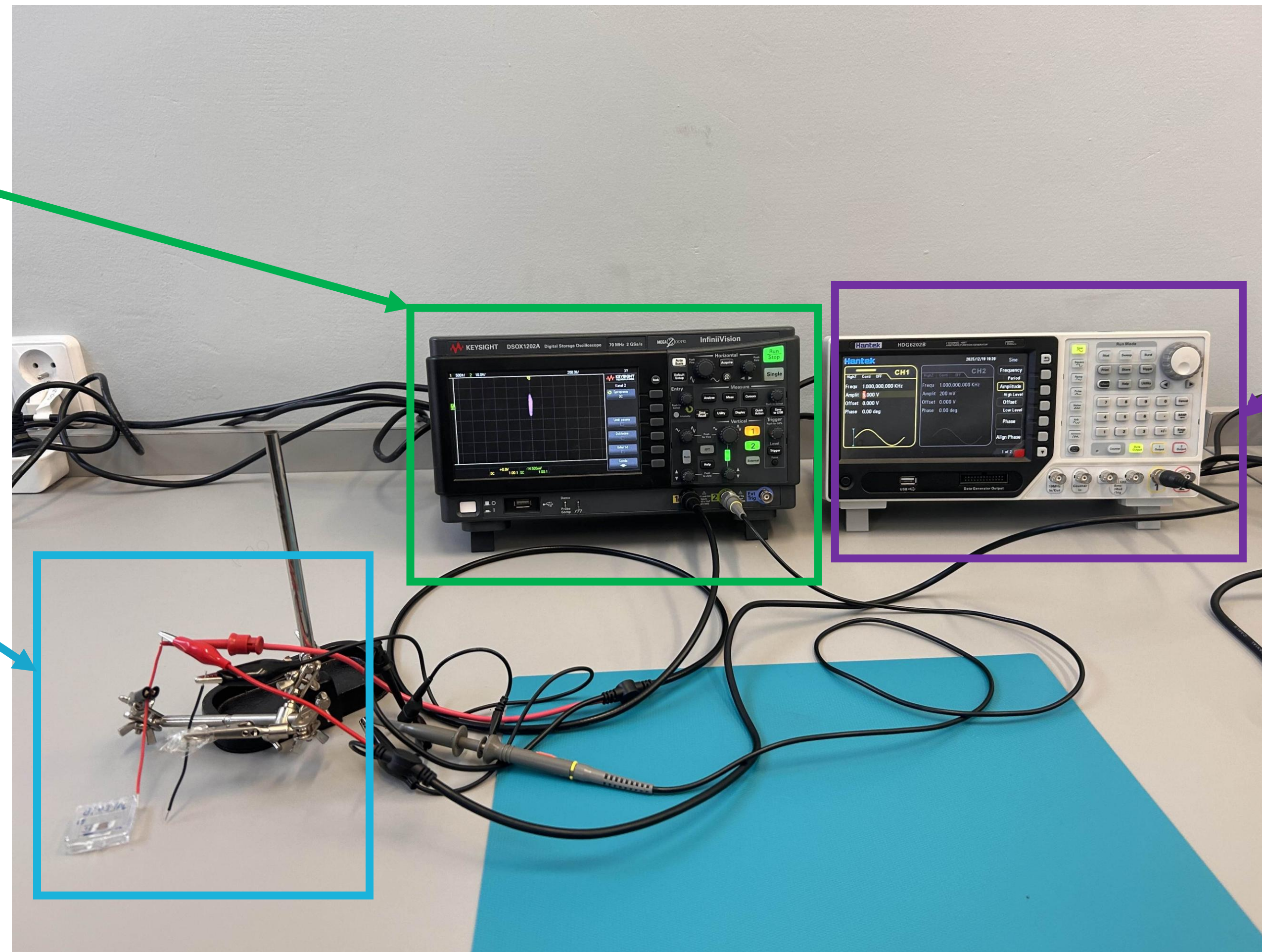


Stanowisko pomiarowe

Oscyloskop pracujący w trybie XY, mierzy prąd i napięcie przepływające przez memrystor

Próbka wraz z elektrodami stykowymi

Generator sygnału sinusoidalnego



Rys. 3. Stanowisko pomiarowe



Politechnika
Śląska



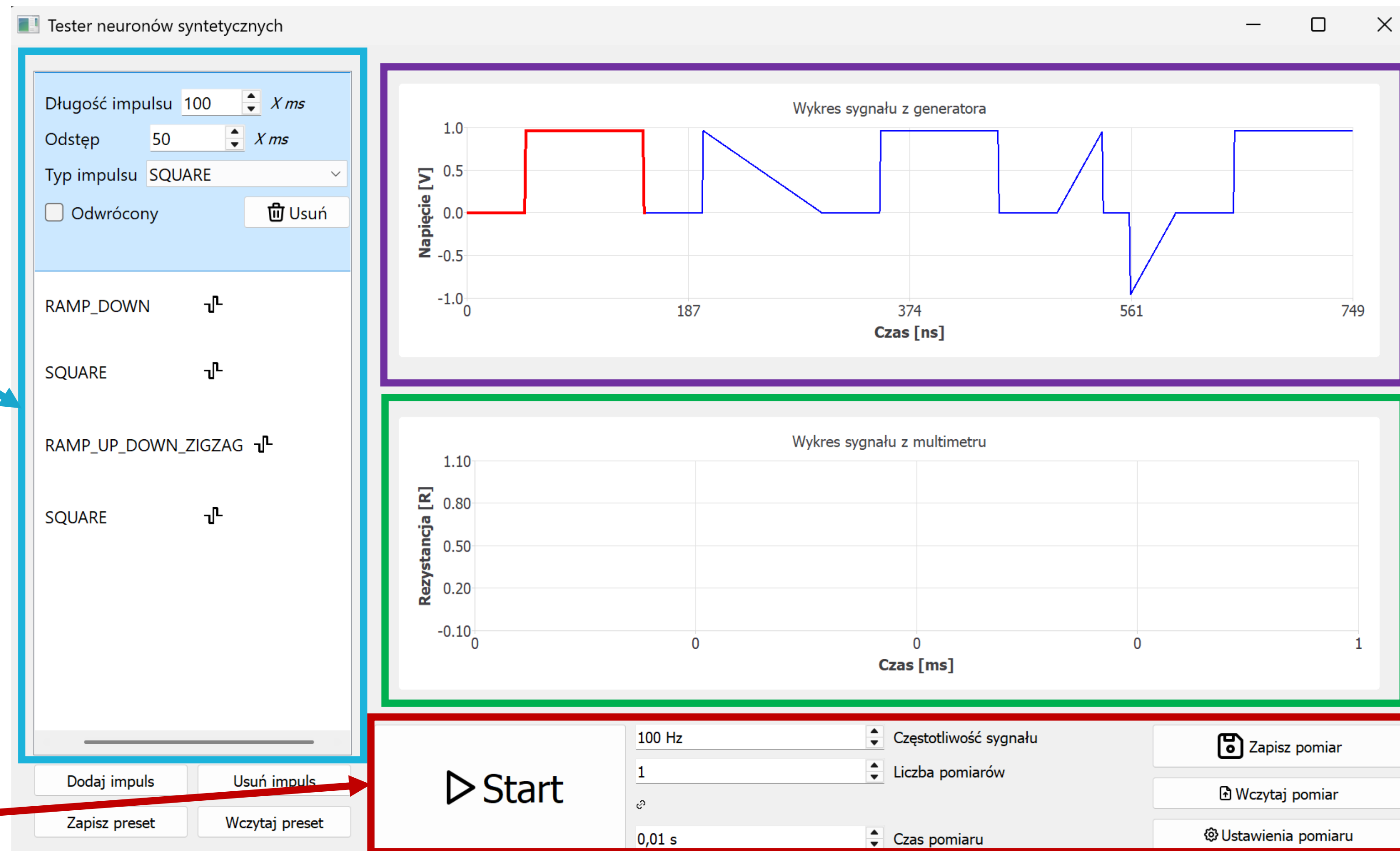
UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI



Politechniki
Śląskiej

Interfejs oprogramowania

Interfejs
do generowania
sygnałów



Wizualizacja
generowanego
sygnału

Parametry pomiarów
oraz zapis do pliku

Wizualizacja wyników
pomiarów

Rys. 4. Interfejs oprogramowania badawczego



Politechnika
Śląska

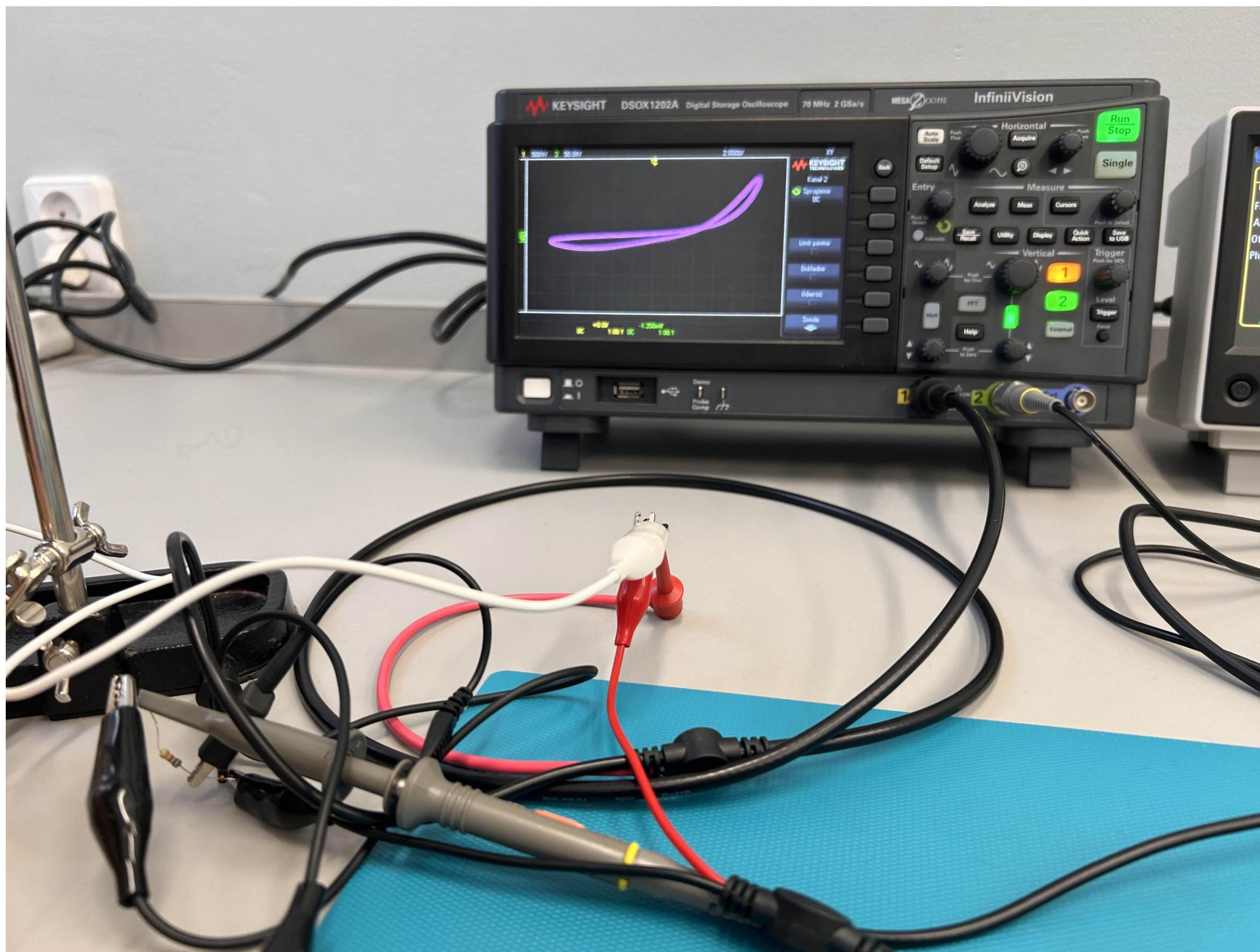


UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

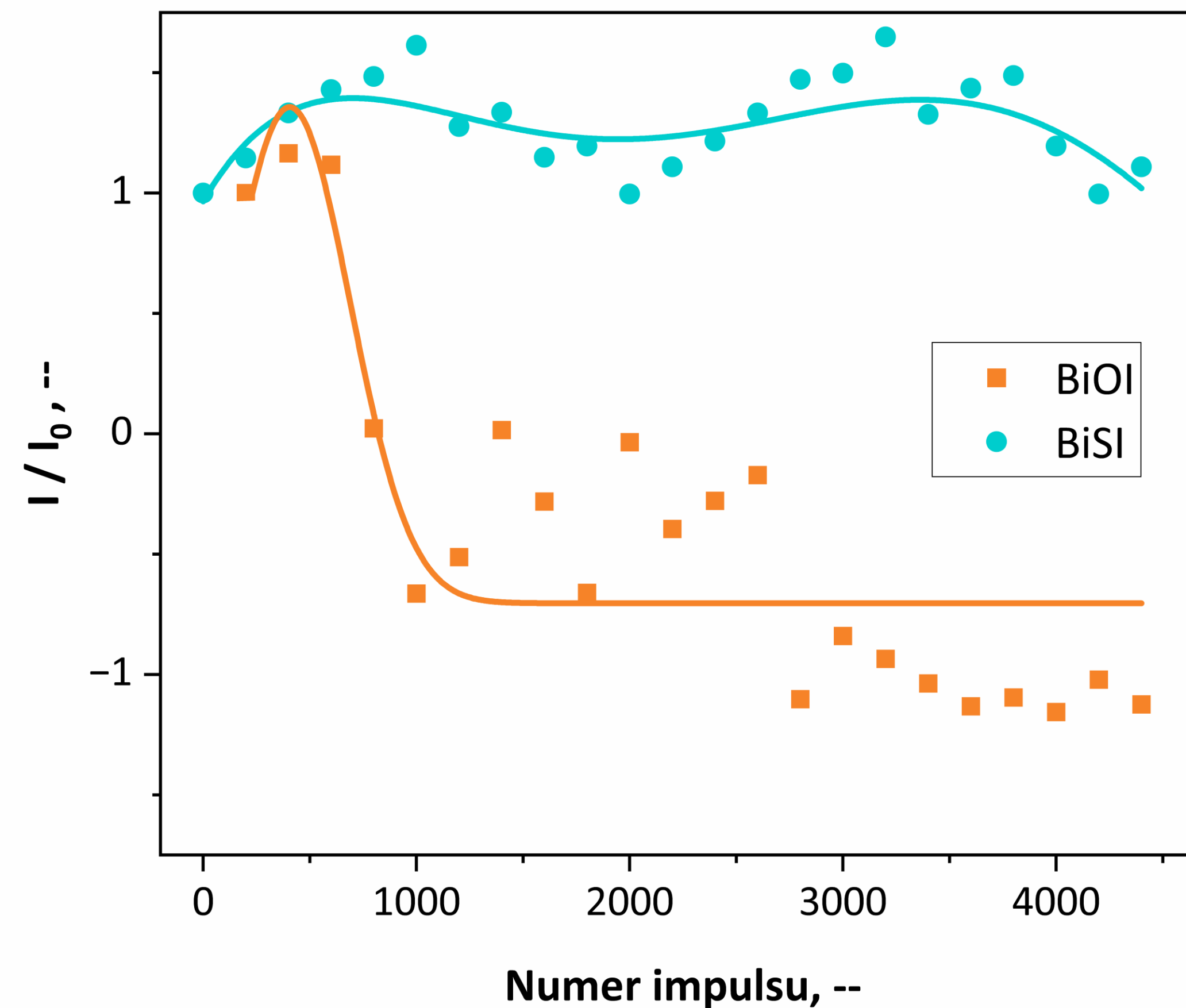


Politechniki
Śląskiej

Wyniki pomiarów



Rys. 5. Nieliniowość dynamiki układu nanomateriału - memrystor



Rys. 6. Odpowiedź memrystyczna na pobudzenie impulsowe