

## Ćwiczenie 4

# Badanie uogólnionego przetwornika pomiarowego

### 1. Cel ćwiczenia

Poznanie typowych układów pracy przetworników pomiarowych o zunifikowanym wyjściu prądowym. Wyznaczenie i analiza charakterystyk przetwarzania i obciążenia wybranych przetworników. Analiza ograniczeń wynikających z maksymalnej rezystancji obciążenia oraz czasu przetwarzania przetworników, w potencjalnych zastosowaniach.

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia student zobowiązany jest do przyswojenia wiedzy teoretycznej znajdującej się w literaturze przedmiotu ze szczególnym uwzględnieniem dwóch pozycji: „Laboratorium miernictwa wielkości nieelektrycznych” autorstwa A. Michalski, S. Tumański, B. Żyła. oraz „Przetworniki i Sensory” autorstwa A. Michalskiego.

### 2. Przebieg ćwiczenia

Zadaniem studentów jest samodzielne zestawienie układów pomiarowych oraz wykonanie pomiarów i wyznaczenie charakterystyk zgodnie z programem ćwiczenia, jak również opracowanie sprawozdania końcowego z przygotowaniem odpowiedzi na pytania postawione w poniższej instrukcji.

**Uwaga: Po zestawieniu układu pomiarowego, przed przystąpieniem do dalszej pracy konieczne jest sprawdzenie i akceptacja układu pomiarowego przez prowadzącego zajęcia laboratoryjne.**

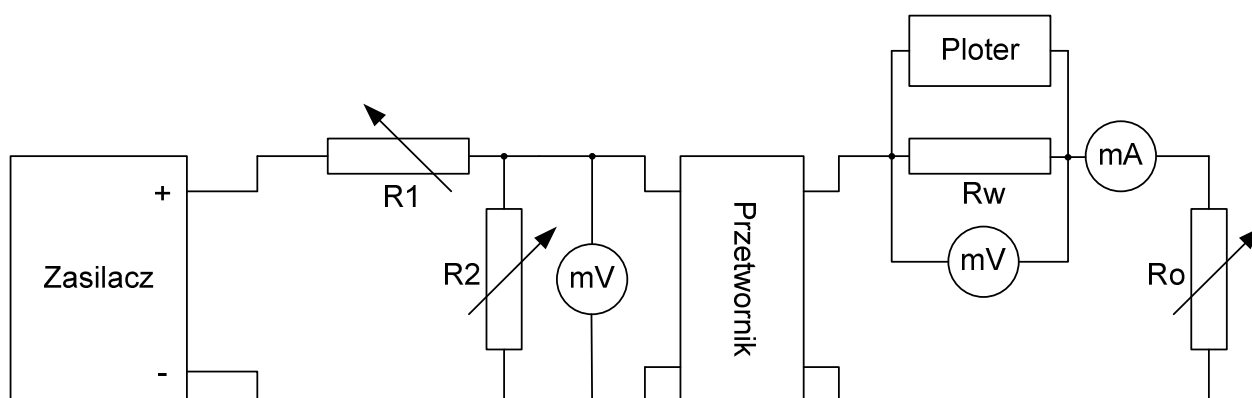
**W przypadku zastania połączonego układu pomiarowego koniecznym jest sprawdzenie poprawności połączeń oraz wartości początkowych obciążenia oraz napięć zasilających w obwodzie pomiarowym.**

## 2.1 Stanowisko pracy

Do realizacji ćwiczenia przeznaczone jest stanowisko wyposażone w:

- Badany przetwornik napięcia na prąd
- Stabilizowany zasilacz laboratoryjny
- Multimetr laboratoryjny – 2 szt.
- Ploter – rejestrator graficznych  $I=f(t)$ ,  $U=f(t)$
- Rezystor dekadowy – 3 szt.
- Rezystor wzorcowy – 1 szt.
- Komputer PC z oprogramowaniem pozwalającym na przedstawienie wyników pomiarów w sposób graficzny oraz wspomagającym wykonanie sprawozdania końcowego.
- Instrukcje wykonania ćwiczenia

Przetwornikiem badanym w ćwiczeniu jest przetwornik napięcia na zunifikowany sygnał prądowy. W ćwiczeniu przetwornik ten pracuje w układzie pomiarowym przedstawionym na Rys.1. W celu ułatwienia badań, na komputerze znajdującym się na stanowisku laboratoryjnym zainstalowano oprogramowanie wspomagające wyznaczenie badanych parametrów.

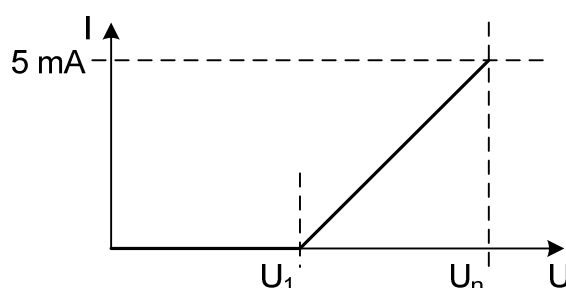


Rys. 1. Układ pomiarowy do badania przetwornika



## 2.2 Wyznaczenie zakresu przetwarzania

Pierwszym parametrem, który należy wyznaczyć jest przedział przetwarzania. Jak zostało wspomniane wyżej, badanym przetwornikiem jest przetwornik napięcia na zunifikowany sygnał prądowy z zakresu od 0 do 5 mA. Wyznaczenie przedziału przetwarzania sprowadza się do zmierzenia napięcia wejściowego  $U_1$ , którego wartość powoduje „zauważalny” przepływ prądu w obwodzie wyjściowym przetwornika. Oraz wyznaczenie napięcia wejściowego  $U_n$ , które powoduje przepływ prądu o wartości równej 5mA w obwodzie wyjściowym przetwornika. Szukane wartości napięć przedstawiono na Rys. 2.



Rys.2. Przedział przetwarzania badanego przetwornika

O ile prowadzący nie zaleci inaczej w celu wyznaczenia przedziału przetwarzania należy:

- Ustawić wartość rezystora  $R_1$  na maksimum;
- Ustawić wartość rezystora  $R_2 = 50\Omega$ ;
- Ustawić wartość rezystora  $R_o = 200\Omega$ ;
- Ustawić napięcie zasilania  $U_z = 10V$ ;
- Dzielnikiem  $R_1/R_2$  ustalić wartość  $U_1$  – przy tej wartości napięcia, prąd skokowo wzrasta z poziomu nanoamperów do poziomu mikroamperów (*Uwaga! Pomiar prądu dokonywany jest pośrednio poprzez pomiar spadku napięcia na rezystorze wzorcowym*);
- Po wyznaczeniu  $U_1$  dzielnikiem  $R_1/R_2$  ustawić takie napięcie wejściowe, aby prąd płynący w obwodzie wyjściowym był równy dokładnie 5,00 mA.



*Uwaga: dokładne wyznaczenie przedziału przetwarzania jest koniecznym warunkiem uzyskania miarodajnych wyników w dalszej części ćwiczenia, tak więc punkt ten należy wykonać z należytą starannością*

Oprogramowanie wspomagające prace przy badaniu parametrów przetwornika ma postać arkusza kalkulacyjnego z odpowiednim interfejsem graficznym. Uruchomienie następuje za pośrednictwem ikony umieszczonej na pulpicie. Po wprowadzeniu danych osobowych oraz przejściu testu początkowego, uzyskiwany jest dostęp do panelu (Rys. 3) umożliwiającego wprowadzenie zakresu przetwarzania badanego przetwornika.

Rys. 3. Panel wspomagający wyznaczenie zakresu przetwarzania

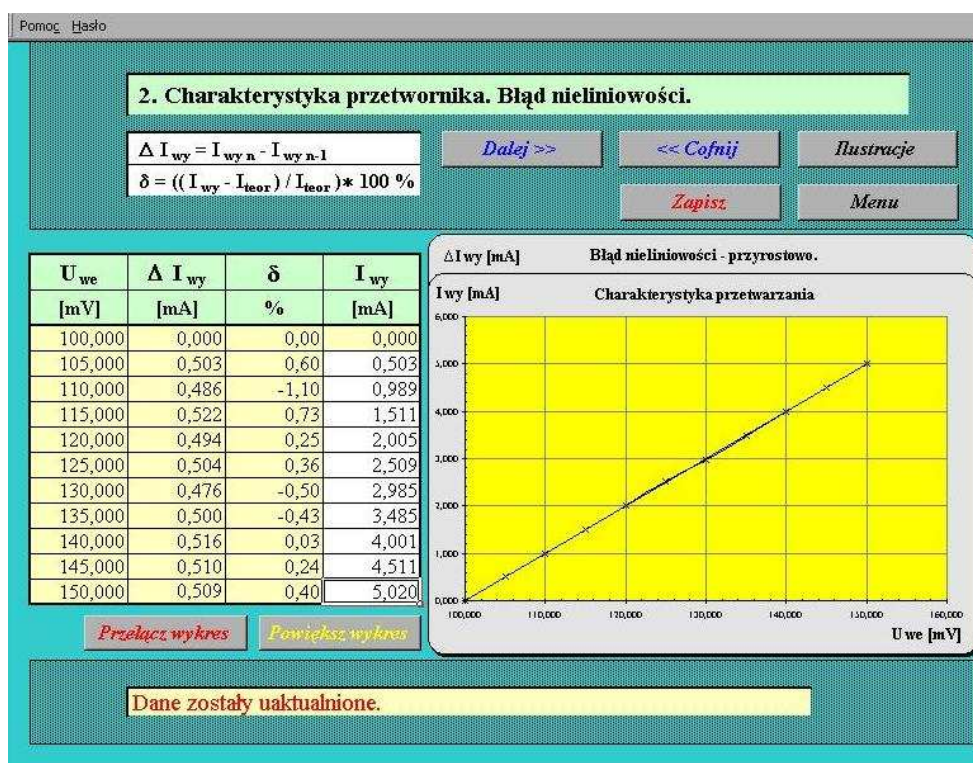
*Uwaga: dane widniejące na Rys.3. odpowiadają przetwornikowi napięcia na prąd innej klasy niż użytego w ćwiczeniu (zakres przetwarzania, przetwornika badanego w ćwiczeniu jest inny).*

Po wyznaczeniu i wpisaniu wartości napięć  $U_1$  i  $U_n$  należy przejść do dalszej części ćwiczenia wciskając przycisk **Dalej>>**.

### 2.3 Wyznaczenie charakterystyki przetwarzania i błędu nieliniowości przetwornika

Następnym punktem realizowanym w ćwiczeniu jest wyznaczenie podstawowej charakterystyki przetwarzania  $I_{wy}=f(U_{wej})$ .

Panel wspomagający wyznaczenie charakterystyki przetwarzania, oraz wyznaczenie błędów nieliniowości badanego przetwornika przedstawiony jest na Rys.4.



Rys. 4 Panel wspomagający wyznaczenie charakterystyki przetwarzania

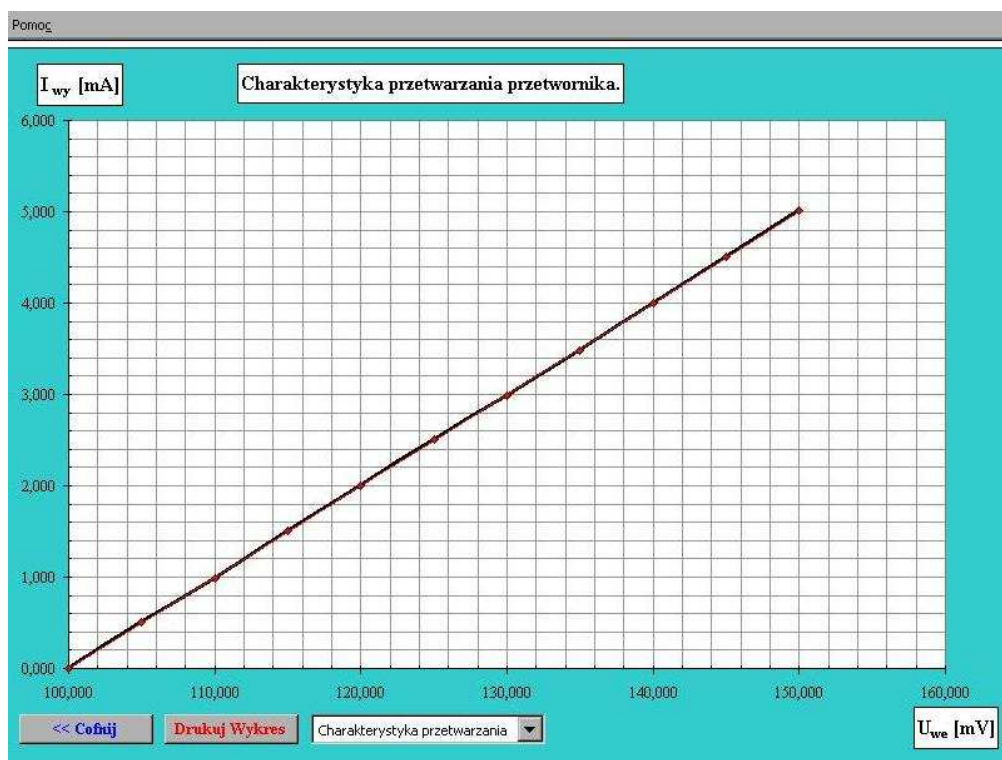
W celu wyznaczenia charakterystyki  $I_{wy}=f(U_{wy})$  należy:

- dzielnikiem rezystancyjnym R1/R2 (schemat na Rys. 1) ustawić odpowiednią wartość napięcia wejściowego (zgodnie z tabelą umieszczoną na panelu - Rys.4). Podane wartości napięcia

wejściowego winny być ustawione z możliwie największą dokładnością;

- Po każdorazowym ustawieniu napięcia wejściowego, obliczyć wartość prądu  $I_{wy}$  na podstawie wskazania miliwoltomierza mV2. Wartość prądu wstawić do tabeli;
- Pomiary wykonać dla wszystkich wartości napięcia  $U_{we}$  podanych w tabeli.

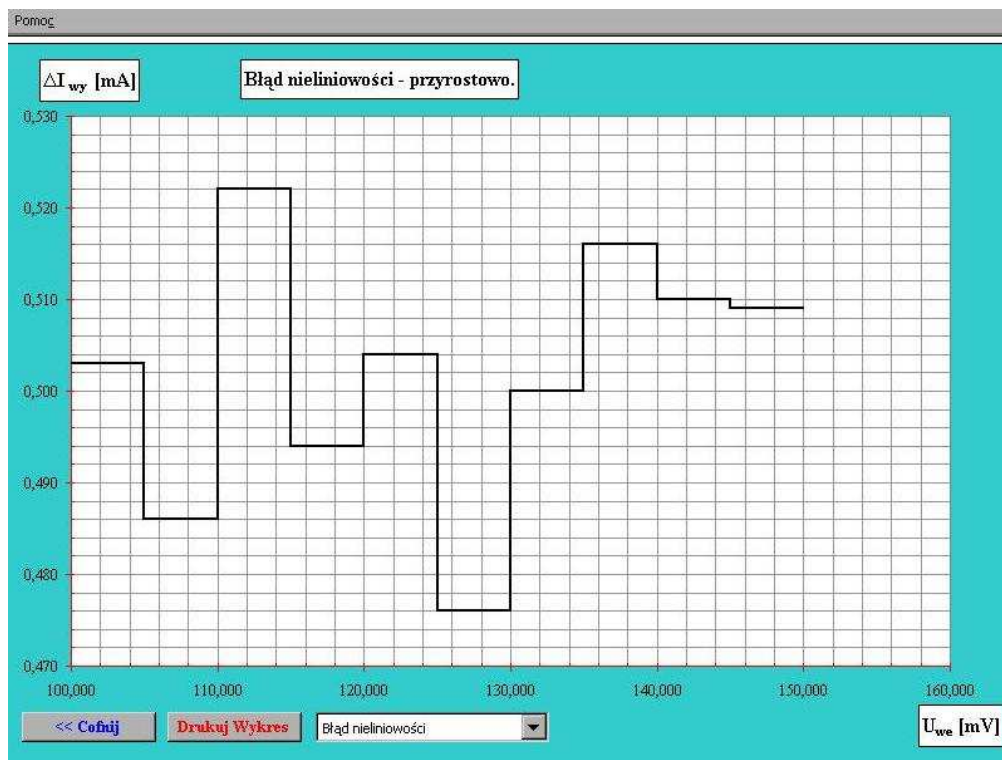
W celu wydrukowania charakterystyki  $I_{wy}=f(U_{wy})$  należy użyć przycisku **Powiększ wykres** co spowoduje pojawienie się panelu przedstawionego na Rys.5. a następnie wydrukować charakterystykę.



Rys. 5. Rzeczywista charakterystyka przetwarzania  $I=f(U)$

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów wyznaczany jest błąd nieliniowości przetwarzania. W celu wydrukowania charakterystyki błędu nieliniowości, należy wrócić do panelu głównego przełączyć wykres (**Przełącz wykres**), a następnie analogicznie użyć opcji: **Powiększ wykres** i **Drukuj wykres**. Przykładowa charakterystyka błędu nieliniowości przetwarzania zdjęta metodą

przyrostów pokazana jest na Rys. 6.



Rys. 6. Rzeczywista charakterystyka błędów nieliniowości badanego przetwornika

Po wydrukowaniu charakterystyki przechodzimy do panelu poprzedniego a następnie do dalszej części ćwiczenia.

Problemy:

1. Określić maksymalną wartość bezwzględną błędów nieliniowości badanego przetwornika?
2. Czy charakterystyka przetwarzania jest zgodna z oczekiwaniami – jeśli nie, pomiary należy powtórzyć.
3. Od czego zależy błąd nieliniowości – w jaki sposób go zminimalizować.
4. Czy istnieją inne sposoby przedstawiania błędów nieliniowości, jeśli tak to jakie?

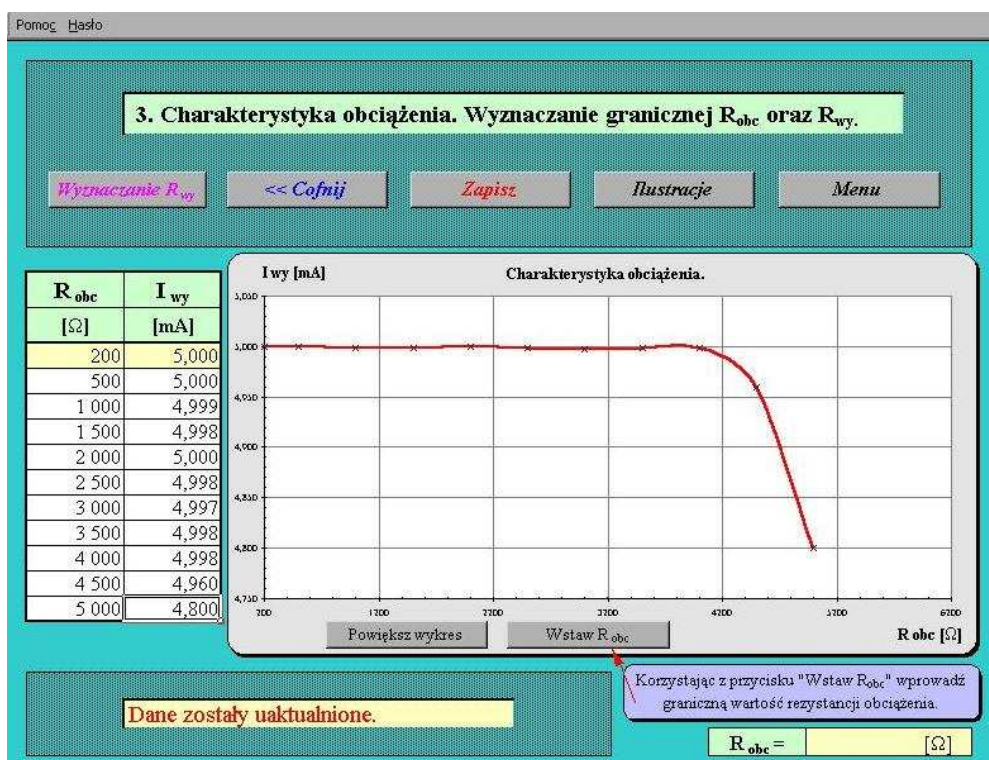
## 2.4 Wyznaczenie charakterystyki obciążenia

Do wyznaczenia charakterystyki obciążenia przygotowany jest panel przedstawiony na Rys.7.

W celu wyznaczenia charakterystyki obciążenia należy:

- Ustawić znamionową wartość rezystancji obciążenia  $R_o=200\Omega$ ;

- Za pomocą dzielnika R1/R2 ustawić napięcie wejściowe, powodujące przepływ prądu w obwodzie wyjściowym przetwornika  $I_{wy} = 5\text{mA}$ ;
- Sukcesywnie zwiększać rezystancję obciążenia za pomocą rezystora  $R_o$ ;
- Aktualną wartość prądu  $I_{wy}$  notować w tabeli umieszczonej w panelu;
- Zmian rezystancji obciążenia dokonać w przedziale od  $200\Omega$  do  $5000\Omega$ .
- 



Rys. 7. Panel wspomagający wyznaczenie charakterystyki obciążenia.

W celu wydrukowania charakterystyki należy wykres powiększyć a następnie wydrukować. Przykładowa charakterystyka obciążenia przedstawiona jest na Rys.8.

Następnie na podstawie zebranych wyników oraz charakterystyki należy wyznaczyć graniczną rezystancję obciążenia. Po wstawieniu wartości rezystancji obciążenia należy przejść do następnej części ćwiczenia

Problemy :



1. Jakie informacje niesie charakterystyka  $I_{wy}=f(R_{obc})$ ;
2. Czym jest graniczna rezystancja obciążenia w odniesieniu do przetwornika U/I.



Rys. 8. Przykładowa charakterystyka  $I_{wy}=f(R_{obc})$

## 2.5 Wyznaczenie rezystancji wyjściowej badanego przetwornika

Wciśnięcie klawisza **Wyznaczenie  $R_{wy}$**  spowoduje otwarcie okna wspomagającego wyznaczenie rezystancji wyjściowej. W celu wyznaczenia rezystancji wyjściowej przetwornika należy

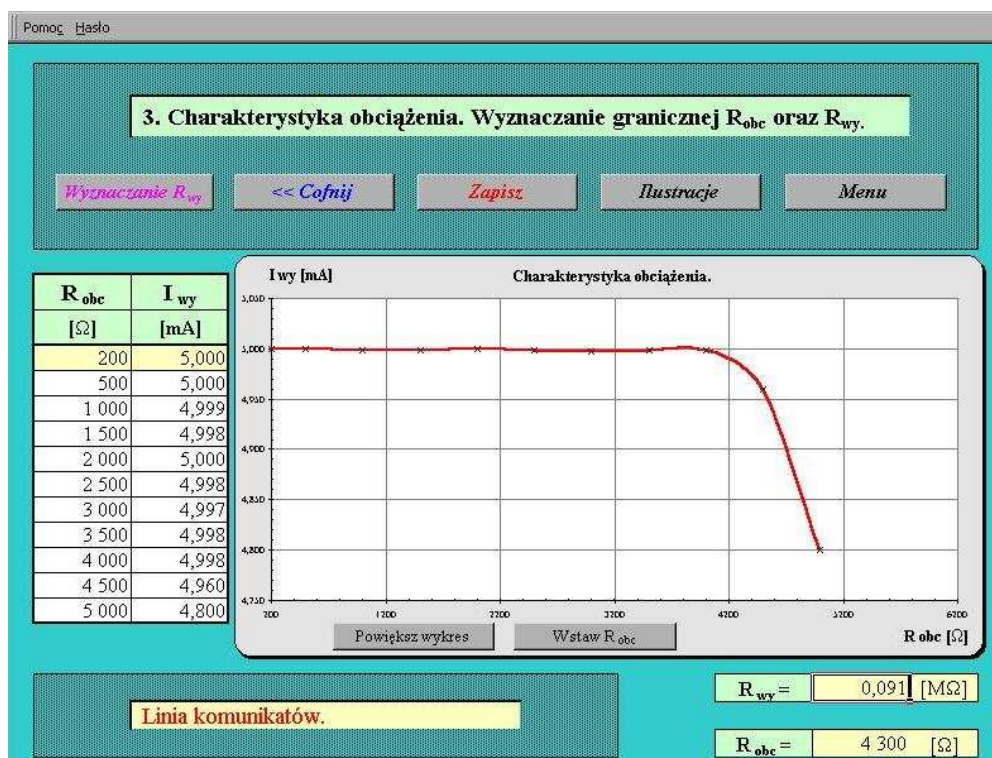
- Ustawić rezystancję obciążenia  $R_{obc}=200\Omega$ ;
- Za pomocą dzielnika  $R_1/R_2$  ustawić napięcie wejściowe przetwornika, powodujące przepływ prądu w obwodzie wyjściowym  $I_{wy}=5\text{mA}$ ;
- Podstawić aktualnie ustawione wartości  $R_{obc}$ , oraz  $I_{wy}$  do wzoru na rezystancję wyjściową;
- Zwiększając rezystancję obciążenia  $R_{obc}$  doprowadzić do minimalnej ale powtarzalnej zmiany,

natężenia płynącego prądu wyjściowego  $I_{wy}$ ’;

- Podstawić aktualne wartości  $R_{obc}$ ’,  $I_{wy}$ ’ do wzoru na rezystancję wyjściową;

Wyznaczona wartość  $R_{wy}$  zostanie automatycznie wstawiona do okna w panelu głównym

(przykładowy kompletnie wypełniony panel przedstawiony jest na Rys.9, nie należy sugerować się zamieszczonymi wartościami liczbowymi) .



Rys. 9. Panele z wpisami odnośnie rezystancji wyjściowej przetwornika oraz granicznej rezystancji obciążenia

Problemy:

1. Dokonać teoretycznej analizy, jaką wartość rezystancji wyjściowej dla badanego typu przetwornika należy uznać za poprawną.

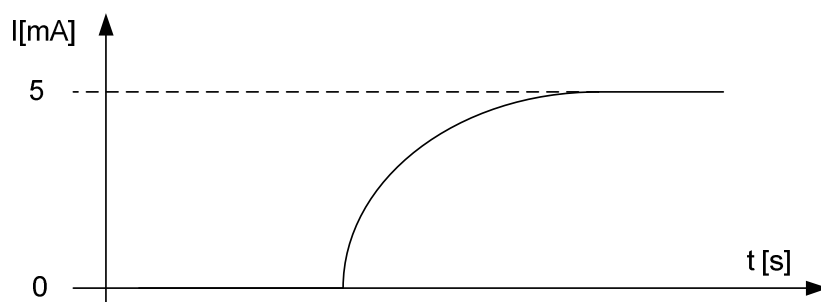
## 2.6 Wyznaczenie stałej czasowej odpowiedzi przetwornika

W celu wyznaczenia stałej czasowej odpowiedzi przetwornika należy:

- Ustawić rezystancję obciążenia  $R_{obc} = 200\Omega$ ;



- Ustawić dzielnik R1/R2 w taki sposób aby przy użyciu jednej dekady, zmieniając nastawę o pojedynczy skok uzyskać zmianę napięcia wejściowego od wartości  $U_1$  do  $U_n$ ;
- Włączyć rejestrator graficznych  $I=f(t)$ ;
- Ustawić odpowiednią prędkość przesuwu taśmy (podziałka rejestratora wyskalowana jest w mm/prędkość, preferowana prędkość 25 mm/s);
- Ustawić dzielnikiem R1/R2 napięcie wejściowe  $U_{we} = U_1$ ;
- Włączyć przesuw taśmy rejestratora;
- Ustawić dzielnikiem R1/R2 napięcie wejściowe  $U_{we} = U_n$ ;
- Wyłączyć przesuw taśmy rejestratora;
- Na podstawie uzyskanego wykresu wyznaczyć stałą czasową metodą graficzną i algebraiczną. Przykładowy przebieg odpowiedzi przetwornika na skok napięcia wejściowego przedstawiony jest na Rys. 10



Rys. 10. Odpowiedź skokowa przetwornika U/I

Problemy:

1. Co to jest stała czasowa, jak się ją definiuje i w jaki sposób można ją wyznaczyć?
2. Z jakimi realnymi sensorami może współpracować badany przetwornik ze względu na wartość stałej czasowej?

Wykres odpowiedzi skokowej oraz wyznaczoną stałą czasową przetwornika umieścić w sprawozdaniu.

### 3. Sprawozdanie

W sprawozdaniu powinny znaleźć się:

- Schematy układów pomiarowych;
- Wyniki pomiarów;
- Wydrukowane charakterystyki;
- Odpowiedzi na pytania zawarte w instrukcji;
- Wnioski własne i spostrzeżenia.

Po wykonaniu sprawozdania należy wyłączyć przyrządy pomiarowe i komputer, oraz rozłączyć układ pomiarowy. Sprawozdanie przekazać prowadzącemu zajęcia laboratoryjne.