

# Miernictwo komputerowe



**MIERK-L15**

Kierunek : Mechanika i Budowa Maszyn  
Przedmiot bazowy specjalności: MD/MZ-MK

Ćwiczenie **mk11**

Temat:

## Czujniki tensometryczne

**L.Olejnik, J.Goliński**

Obowiązkowa literatura dodatkowa (materiały z wykładów przekazane w dokumentach):  
[ [Mierk-w02 typy ukladow DAQ....pdf](#) ] [ [Mierk-w04 sensoryka....pdf](#) ]

Zakład Obróbki Plastycznej i Odlewnictwa  
**Instytut Technik Wytwarzania**

---

### **Cel ćwiczenia**

Zapoznanie się z budową, zasadą działania i możliwościami zastosowania czujników tensometrycznych do pomiaru obciążeń technologicznych. Poznanie zagadnień obsługi czujników tensometrycznych przystosowanych konstrukcyjnie do pomiaru sił sposobem bezpośrednim, tj. przez ustawienie czujnika w urządzeniu produkcyjnych w taki sposób, aby siła potrzebna do wykonania zadania technologicznego bezpośrednio odkształcała element pomiarowy czujnika. Demonstracja rozpoznawania układu tensometrów, naklejonych na elemencie sprężystym czujnika, przez pomiar wielkości elektrycznych celem znalezienia odpowiedniego podłączenia dla zasilania czujnika i odebrania sygnału pomiarowego z czujnika. Dodatkowo w czasie ćwiczenia odbędzie się prezentacja prostego układu pomiarowego z interfejsem RS232, za pomocą którego wartości mierzonych wielkości elektrycznych będą przekazywane do komputera.

### **Zadanie problemowe**

**Dobrać odpowiedni sposób podłączenia przewodów zasilających układ tensometrów oraz przewodów służących do przekazania sygnału wyjściowego z układu tensometrów do przyrządu pomiarowego dla czujnika tensometrycznego wskazanego przez prowadzącego. Zainstalować oprogramowanie do obsługi miernika wielkości elektrycznych z interfejsem RS232, który należy użyć do rejestracji pomiarów rezystancji układu tensometrów.**

## Wprowadzenie

Przetwornik tensometryczny jest wykonany w postaci odpowiednio ukształtowanego elementu sprężystego, na którym naklejono elementy czułe na zmiany swoich wymiarów – tensometry. Działanie tensometrów opiera się na zjawisku zmiany rezystancji przewodnika pod wpływem zmiany jego przekroju i długości [1]. Tensometry nakleja się na powierzchni elementów poddanych działaniu sił. Siły te powodują sprężyste odkształcenia elementów i związanych z nimi tensometrów. Zmiana wymiarów tensometrów powoduje zmianę ich rezystancji. Ponieważ zmiany rezystancji są minimalne, w celu zwiększenia czułości i ułatwienia pomiaru zmian oporności, tensometry łączone są w układy mostkowe. Najczęściej stosowany jest mostek wykorzystujący cztery tensometry. Układ taki, nazywany konfiguracją „pełnego mostka” zapewnia maksymalną czułość.

## Charakterystyka układu tensometrów

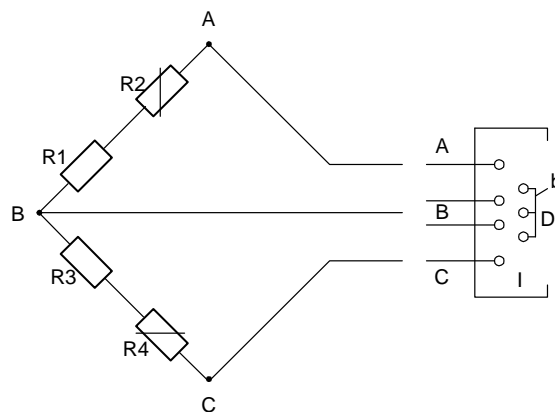
### Układ pół-mostka tensometrycznego

Tensometry starego typu (metalowe) najczęściej miały oporność  $120\Omega$ . Układ takich tensometrów w konfiguracji półmostka (umożliwienie kompensacji wpływu temperatury) zastosowano w czujniku pokazanym na Rys. 1. Układ z Rys. 1b powinien charakteryzować się wartościami rezystancji, które przedstawiono w poniższym wyliczeniu.

Rezystancja pomiędzy zaciskami A-B	$R_{12}=R_1+R_2$	$R_{12}=120\Omega + 120\Omega = 240\Omega$
Rezystancja pomiędzy zaciskami A-C	$R_{13}=R_1+R_2+R_3+R_4$	$R_{13}=120\Omega + 120\Omega + 120\Omega + 120\Omega = 480\Omega$
Rezystancja pomiędzy zaciskami B-C	$R_{23}=R_3+R_4$	$R_{23}=120\Omega + 120\Omega = 240\Omega$



a)



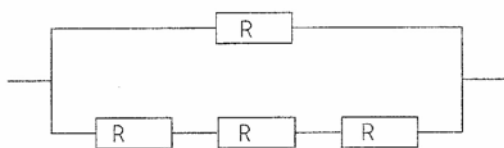
b)

Rys. 1. Tensometryczny silomierz tarczowy: a) wygląd, b) układ tensometrów

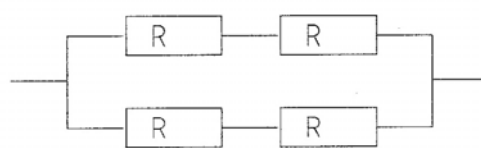
### Układ pełnego mostka tensometrycznego

Nowsze tensometry ceramiczne mają oporność  $350\Omega$  i naklejane są w układzie pełnego mostka. Analiza budowy pełnego mostka tensometrycznego wykazuje, że rezystancja zastępcza mierzona pomiędzy poszczególnymi stykami (punktami połączeń sąsiednich tensometrów) może być przedstawiona za pomocą dwóch rodzajów szeregowo-równoległych obwodów elektrycznych, mianowicie:

- 1) Układ złożony z jednego rezystora połączonego równolegle z trzema rezystorami połączonymi szeregowo (Rys. 2a)
- 2) Układ równoległy złożony z dwóch gałęzi zawierających po dwa szeregowo połączone rezystory (Rys. 2b).



a)

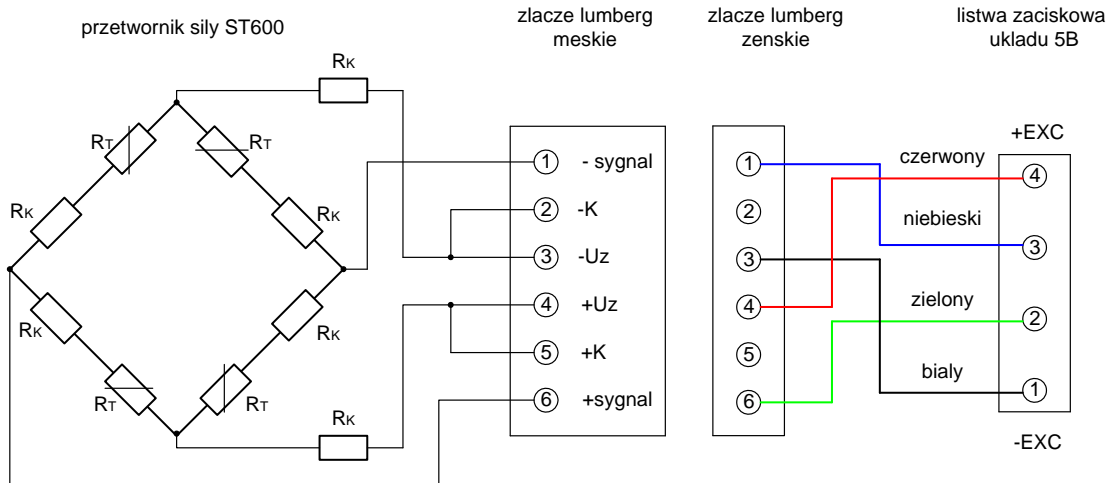


b)

Rys. 2. Zastępcze schematy elektryczne szeregowo-równoległych obwodów występujących w układzie pełnego mostka: a) rodzaj pierwszy, b) rodzaj drugi

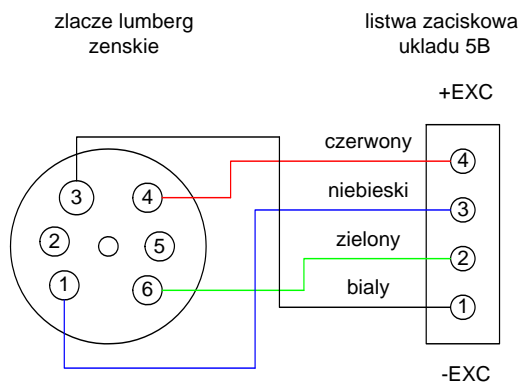
## Przykład analizy układu tensometrów

Celem pomiarów rezystancji jest wyznaczenie planu połączeń zacisków układu tensometrów z zaciskami w gnieździe przyrządu pomiarowego, do którego ma być podłączony analizowany czujnik. Wykaz dostępnych przyrządów pomiarowych zamieszczono w załączniku [zC](#) – przyrządy będą używane w ćwiczeniu mk12). Przykład prawidłowo sporządzonego planu połączeń pokazano na Rys. 3. uwzględniono na nim połączenie pośrednie za pomocą gniazda i wtyczki o kreślonej specyfikacji technicznej (podano nazwę: Lumberg i typ: męskie/żeńskie).



Rys. 3. Plan podłączenia czujnika tensometrycznego (przetwornik ST600) do zacisków przyrządu pomiarowego (układ 5B)

Stosownym jest pokazanie graficznego układu pinów w użytym systemie gniazdo-wtyczka z użyciem numeracji nanoszonych fabrycznie na gniazdach i wtyczkach tak, jak to pokazano na Rys. 4.



Rys. 4. Połączenie przewodu z wtyczką Lumberg z listwą zaciskową układu 5B

## Stanowisko

Stanowisko badawcze składa się z analizowanego czujnika tensometrycznego i uniwersalnego miernika wielkości elektrycznych (multimetr UT60F/C lub UT70C) z interfejsem RS232 oraz komputera PC, któremu dodano funkcjonalność odbioru informacji drogą transmisji szeregowej danych cyfrowych w standardzie RS232.

## Przebieg ćwiczenia

W trakcie ćwiczenia należy określić plan połączeń zacisków przyłączeniowych układu tensometrycznego wymagany dla przyłączenia przyrządu pomiarowego (wzmacniacza tensometrycznego). Dane do wyznaczenia sposobu podłączenia wyjść należy zebrać poprzez wykonanie pomiaru rezystancji układu tensometrów.

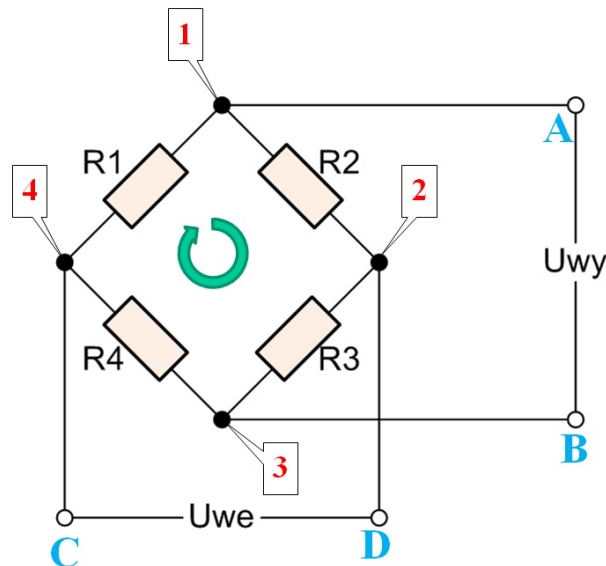
Do pomiaru rezystancji układu tensometrów użyć multimetru. Przed wykonaniem pomiarów należy na komputerze PC zainstalować oprogramowanie do szeregowej transmisji danych z wykorzystaniem interfejsu RS232. Sposób połączenia multimetru z komputerem i instalacji oprogramowania komunikacyjnego opisano w załączniku [zD](#).

Przystępując do pomiarów, identyfikujących układ tensometrów naklejonych w analizowanym czujniku siły, należy oznaczyć przewody wyprowadzone z gniazda przyłączeniowego czujnika. Zaleca się przymocowanie przewodów przez przykręcenie ich odizolowanych końców do zacisków śrubowych listwy zaciskowej. Na Rys. 5 pokazano zalecany sposób oznakowania połączeń dla analizowanego układu tensometrów.

W czasie ćwiczenia należy wykonać następujące zadania cząstkowe:

- Wyznaczyć rezystancję pojedynczego tensometru, który zastosowano w układzie tensometrów w rozpatrywanym czujniku siły
- Określić rodzaj mostka tensometrycznego użytego w rozpatrywanym czujniku siły.

Wyniki pomiarów rezystancji należy odnotowywać w przygotowanym arkuszu pomiarowym (patrz załącznik [ZA](#)). Wyniki pomiarów rejestrować z wykorzystaniem układu komputerowej rejestracji DAQ, w którym dane są przekazywane do komputera za pomocą transmisji szeregowej. Użycie układu DAQ udokumentować przez zapis zrzutu ekranu komputera, na którym pokazano wybrane dane zapisane w arkuszu pomiarowym.



Rys. 5. Zalecany sposób oznaczenia zacisków przyłączeniowych układu tensometrów i wyprowadzeń

## Sprawozdanie

Sprawozdanie powinno odzwierciedlać przebieg ćwiczenia, a w szczególności zawierać następujące elementy:

- Rysunki wyprowadzeń elektrycznych i układu tensometrów<sup>1</sup>, zastosowane w analizowanym czujniku siły (skorzystaj z załącznika [zB](#))
- Tablica prezentująca wyniki pomiarów potwierdzających prawidłowość oceny zastosowanego układu tensometrów
- Plan połączeń w gnieździe przyłączeniowym czujnika (jeżeli podłączenie czujnika następuje za pomocą gniazda)
- Plan połączeń kabla użytego do wyprowadzenia przewodów z gniazda czujnika do listwy zaciskowej
- Rezystancja tensometrów użytych w analizowanym czujniku
- Dyskusja wyników i wnioski dotyczące przydatności czujnika do pomiaru siły
- Schemat blokowy układu DAQ użytego do transmisji danych do komputera (podać miejsce cyfrowania danych i spróbować określić z jaką rozdzielczością są cyfrowane wielkości mierzone tym układem DAQ)
- Zrzut z ekranu potwierdzający użycie układu DAQ lub przykładowy wydruk danych zapisywanych podczas pomiarów (w opisie tablicy wyników wskazać, dla którego z układów z Rys. 2 zapisano te dane).

## ZALĄCZNIKI

- Przykładowy arkusz pomiarowy<sup>2</sup> do odnotowywania wyników pomiarów
- Szkic połączenia tensometrów w układzie pełnego mostka<sup>3</sup> do sprawozdania
- Wykaz<sup>4</sup> przyrządów pomiarowych i okablowania do czujników tensometrycznych
- Instrukcja<sup>5</sup> przyłączenia multimetru do komputera i instalacji oprogramowania

<sup>1</sup> Zaleca się wykonywanie rysunków w programie Visio, ewentualnie przy użyciu AutoCAD

<sup>2</sup> Dokument załącznika [ [zA mk11 arkusz pomiarowy - wyprowadzenia przewodu czujnika.doc](#) ]

<sup>3</sup> Dokument załącznika [ [zB mk11 rysunek układu tensometrów 02.dwg](#) ]

<sup>4</sup> Dokument załącznika [ [zC mk11 podłączenie czujników SG 09.pdf](#) ]

<sup>5</sup> Dokument załącznika [ [zD\\_mk11 multimetr UT70C 02](#) ]

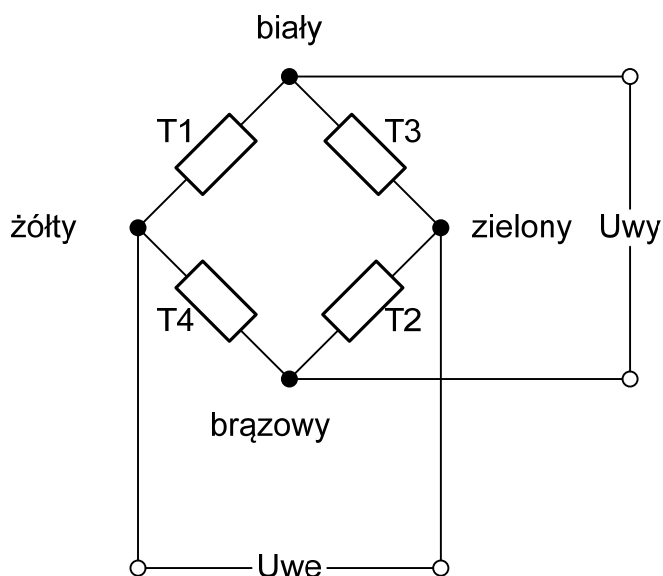
## Załącznik ZA1

Arkusz pomiarowy (przykładowy)

### Wyprowadzenia przewodów z czujnika tensometrycznego



Rys. 6. Wygląd końcówki kabla wyprowadzonego z czujnika



Rys. 7. Plan połączeń przewodów do układu tensometrów analizowanego czujnika

Tablica kodowa przewodów czujnika wraz z wynikami pomiarów

Kolor przewodów:		Oporność zastępcza $R_z$ [ $\Omega$ ]:
Żółty	Zielony	380
Zielony	Brązowy	290
Biały	Brązowy	350
Żółty	Biały	260
Biały	Zielony	290
Brązowy	Żółty	260

## ***LITERATURA***

---

- 1 Roliński Z.: Tensometria oporowa. Podstawy teoretyczne i przykłady zastosowań. WNT Warszawa, 1981, str.56÷66