

**UNIWERSYTET MORSKI****Gdynia dnia 2024-03-01****Katedra Podstaw Techniki****Laboratorium Automatyki – dynamika**

## Instrukcja ćwiczenia

Ćwiczenie nr	4
Temat:	<b>Badanie charakterystyk statycznych</b>
Stanowisko laboratoryjne	<b>Stanowisko Pneumatyka - elementy pomiarowe, sensoryka</b>
Opracował:	A. Mielewczyk

**UNIWERSYTET MORSKI**  
**Katedra Podstaw Techniki**  
**Laboratorium Automatyki**

**Instrukcja ćwiczenia nr 4**

**Temat: Badanie charakterystyk statycznych**

**Elementy pomiarowe**

**1. Cel ćwiczenia:**

Celem ćwiczenia jest wykreślenie charakterystyki statycznej elementów pomiarowych za pomocą programu **FluidSIM** i przetwornika analogowo-cyfrowego **EasyPort**.

**2. Zakres wymaganych wiadomości:**

- sygnały analogowe i cyfrowe,
- charakterystyka statyczna i dynamiczna,
- wzmacnienie elementu automatyki,
- pomiar sygnałów przez EasyPort,
- programowanie we FluidSIM,

**3. Przebieg ćwiczenia:**

Połączyć EasyPort ze stanowiskiem i komputerem, zaprojektować układ pomiarowy, wprowadzić parametry do programu FluidSIM, załączyć program, zarejestrować charakterystyki, wyznaczyć parametry i opracować wyniki w programie **Excel**, przedstawić wnioski.

**4. Stanowisko laboratoryjne:**

Stanowisko Pneumatyki i Sensoryki, układ pomiarowy EasyPort, program FluidSIM.

**5. Sprawozdanie z ćwiczenia:**

Część wstępna, opis elementów, parametry konfigurowane poprzez FluidSIM, charakterystyki statyczne i dynamiczne, wzmacnienie.

# Stanowisko do badania charakterystyk statycznych - pneumatyka i sensoryka

## Spis treści

<b>Instrukcja ćwiczenia nr 4</b> .....	2
1. Wprowadzenie.....	4
1.1 Charakterystyka statyczna.....	5
1.2 Linearyzacja statyczna nieliniowych równań różniczkowych .....	5
2. Stanowisko laboratoryjne .....	7
3. Programowanie we FluidSIM .....	8
4. Charakterystyki pomiarowe .....	27
5. Przebieg ćwiczenia .....	27
Spis ilustracji .....	28

## 1. Wprowadzenie

Układ dynamiczny opisany jest ogólnym równaniem ruchu w postaci:

$$\mathbf{f}(y^{(n)}, y^{(n-1)}, \dots, y', y, x^{(m)}, x^{(m-1)}, \dots, x', x, t) = 0$$

gdzie:  $\mathbf{x}$  - wektor sygnałów wejściowych,  $\mathbf{y}$  - wektor sygnałów wyjściowych.

Przyjmując, że zależność pomiędzy wejściem a wyjściem jest liniowa to otrzymujemy następujące równanie różniczkowe n-tego rzędu o stałych współczynnikach:

$$\begin{aligned} \frac{d^n y(t)}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} y(t)}{dt^{n-1}} + \dots + a_1 \frac{dy(t)}{dt} + a_0 y(t) = \\ = b_m \frac{d^m x(t)}{dt^m} + b_{m-1} \frac{d^{m-1} x(t)}{dt^{m-1}} + \dots + b_1 \frac{dx(t)}{dt} + b_0 x(t) \end{aligned}$$

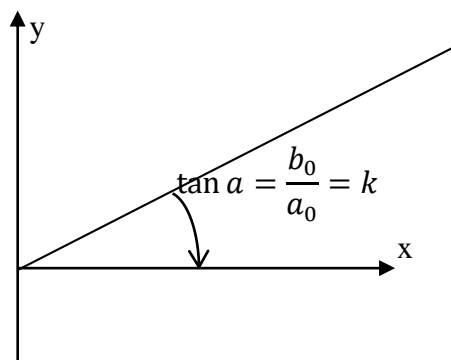
gdzie współczynniki  $a_0, a_1, \dots, a_{n-1}$  oraz  $b_0, b_1, \dots, b_m$  są stałymi rzeczywistymi.

**Charakterystyką statyczną nazywamy zależność między sygnałem (wektorem) wyjściowym a sygnałem (wektorem) wejściowym w stanie ustalonym.**

W stanie ustalonym, gdy  $t \rightarrow \infty$  przyjmuje się w równaniu ruchu, że wszystkie pochodne względem czasu  $t$  równe są 0, wtedy otrzymujemy równanie charakterystyki statycznej w postaci:

$$\begin{aligned} f(x, y) = 0 \quad \text{lub liniowe} \quad a_0 y = b_0 x \\ y = \frac{b_0}{a_0} x; \quad y = kx \end{aligned}$$

Parametrem każdego układu automatyki jest wzmocnienie  $k$ , czyli nachylenie charakterystyki statycznej we współrzędnych  $x$  i  $y$ . Do wyznaczenia wartości wzmocnienia elementu lub układu wykreśla się charakterystykę statyczną, która przedstawia relację pomiędzy sygnałem na wejściu i wyjściu układu w stanie ustalonym.



Rys. 1.1 Graficzna interpretacja współczynnika wzmocnienia układu

## 1.1 Charakterystyka statyczna

W odróżnieniu od wykresów **charakterystyk dynamicznych** (skokowej, impulsowej), wykres **charakterystyki statycznej** nie jest zależny od czasu, nie można na jej podstawie odczytać sposobu dojścia do stanu ustalonego.

Dla dynamicznego modelu liniowego opisanego transmitancją operatorową:

$$G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}$$

charakterystykę statyczną można wyznaczyć ze wzoru:

$$y_0 = \lim_{s \rightarrow 0} (G(s) \cdot x_0)$$

Charakterystyka statyczna jest graficzną prezentacją zależności pomiędzy zmiennymi wejściowymi i wyjściowymi modelu statycznego. Określenie, które ze zmiennych układu są wejściami a które wyjściami wynika z interpretacji fizycznej modelu – wartości na wejściach są zdeterminowane przez źródła niezależne od stanu obiektu (ustalane poza granicami obiektu) a wartości na wyjściach są efektem działania opisywanych procesów.

W przypadku elementów pomiarowych charakterystyka statyczna powinna być liniowa. W takim układzie można wyznaczyć nachylenie takiej charakterystyki, czyli współczynnik wzmocnienia dla całego zakresu pracy, Rys. 1.1.

## 1.2 Linearyzacja statyczna nieliniowych równań różniczkowych

W przypadku elementów o charakterystyce nieliniowej wykonuje się linearyzację charakterystyki, punkt pracy i wartość wzmocnienia w wybranym zakresie pracy urządzenia.

Przyjmując, że zależność pomiędzy wejściem a wyjściem jest nieliniowa to poddajemy go linearyzacji. Linearyzacją układów nieliniowych nazywamy zastąpienie układu nieliniowego jego liniowym przybliżeniem. Jedną z metod linearyzacji jest rozwinięcie równania ruchu w szereg Taylora w otoczeniu punktu równowagi  $p(x_0, y_0)$ . Linearyzacja statyczna w warunkach ustalonych ( $t \rightarrow \infty$ ) sprowadza równanie ruchu do postaci:

$$\mathbf{f}(y_0, 0, \dots, 0, x_0) = 0 \quad \frac{d}{dt} = 0$$

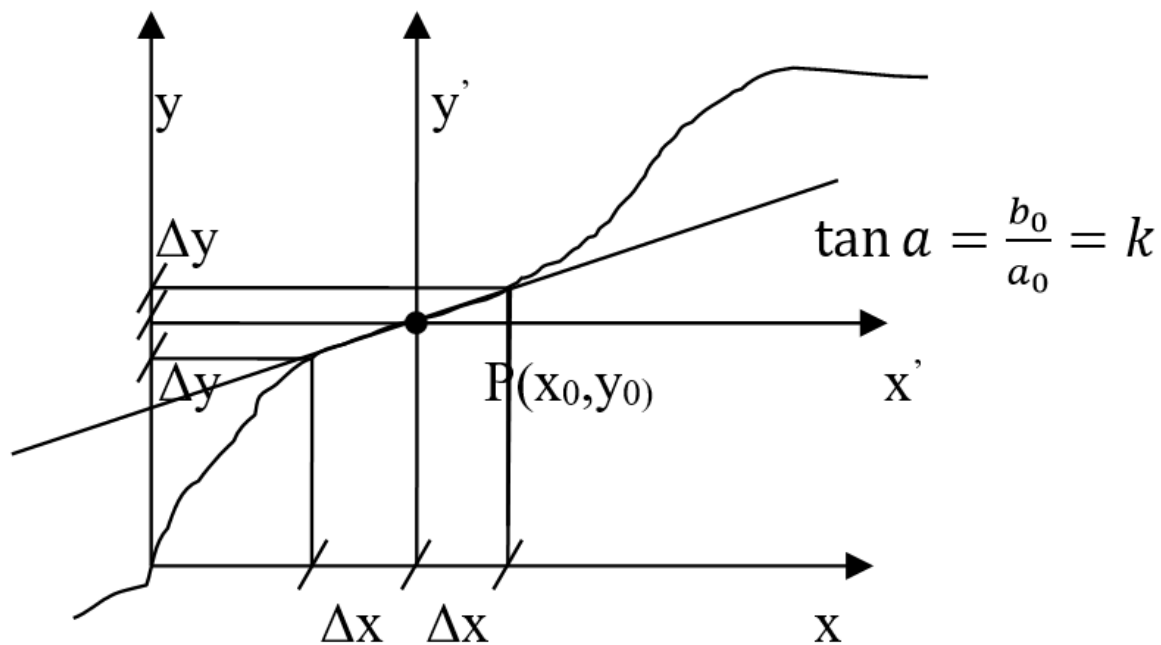
Jego postać zlinearyzowana to:

$$\left. \frac{\partial f}{\partial y} \right|_{y_0} \Delta y + \left. \frac{\partial f}{\partial x} \right|_{x_0} \Delta x = 0$$

gdzie:  $\Delta y = y - y_0$  ;  $\Delta x = x - x_0$

$$a\Delta y + b\Delta x = 0$$

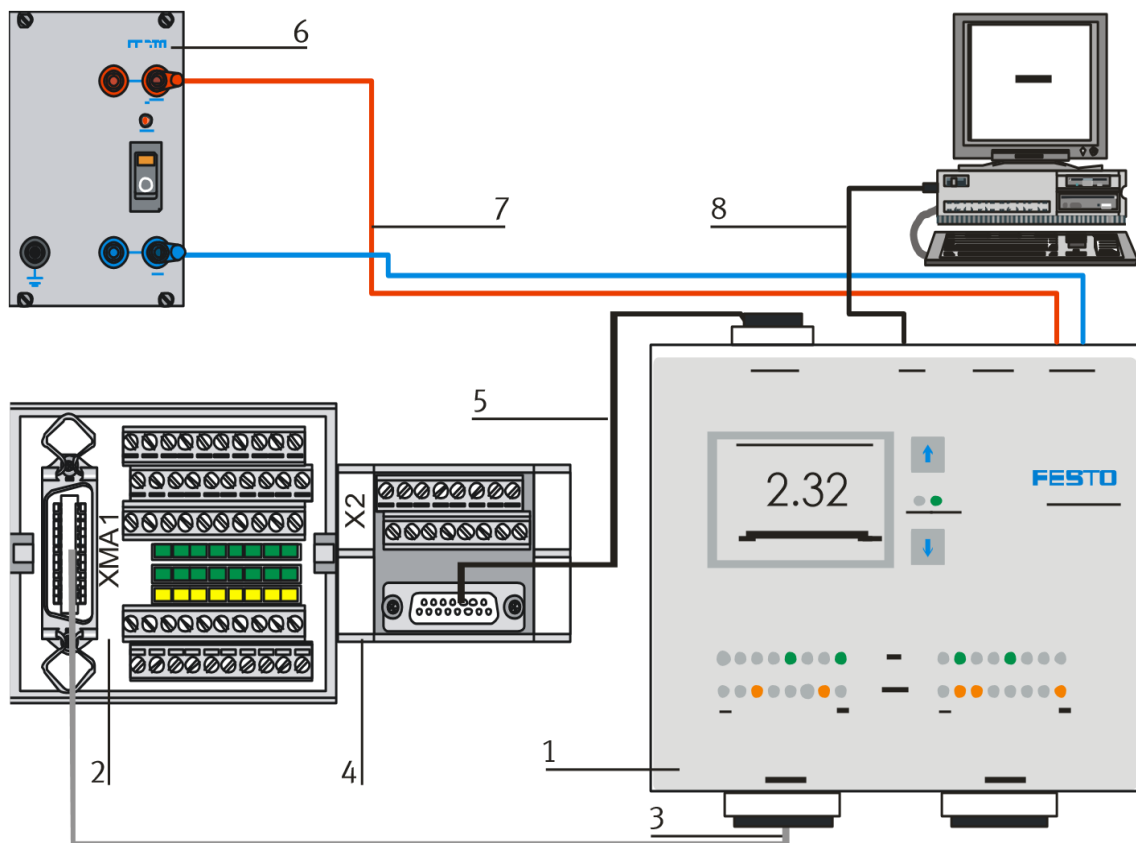
Równanie zlinearyzowane obowiązuje tylko w dobranym przedziale  $\Delta y$ ,  $\Delta x$  wokół punktu pracy  $p(x_0, y_0)$  i definiuje go współczynnik wzmocnienia  $k$ , Rys. 1.2.



Rys. 1.2 Graficzna interpretacja współczynnika wzmocnienia układu zlinearyzowanego

## 2. Stanowisko laboratoryjne

Pomiary realizujemy na stanowisku sensoryki Festo. Do wybranego czujnika pomiarowego podłączamy sygnał sterujący. Obwód wyjściowy podłączamy do modemu analogowego lub cyfrowego, a następnie do modułu EasyPort. Podłączamy zasilacz 24VDC do układu oraz przewody wymiany danych analogowych i cyfrowych poprzez EasyPort do komputera, Rys. 2.1.



Rys. 2.1 Zasilanie układu, EasyPort i komputer

### 3. Programowanie we FluidSIM

Wprowadzamy parametry rejestracji sygnałów – do dyspozycji mamy cztery kanały cyfrowe i cztery kanały analogowe prądowe 0-20mA lub napięciowe 0-10V.

Wprowadzamy parametry woltomierza, Rys. 3.1.

Poziom [Woltomierz] - Properties

Symbol Name:

Description:   Display

Part number:

Layer:  ▾

Display in Parts Lists

Identification:   Display

**Component Parameters** | Drawing Properties

Show designation     Show variable     Show Unit

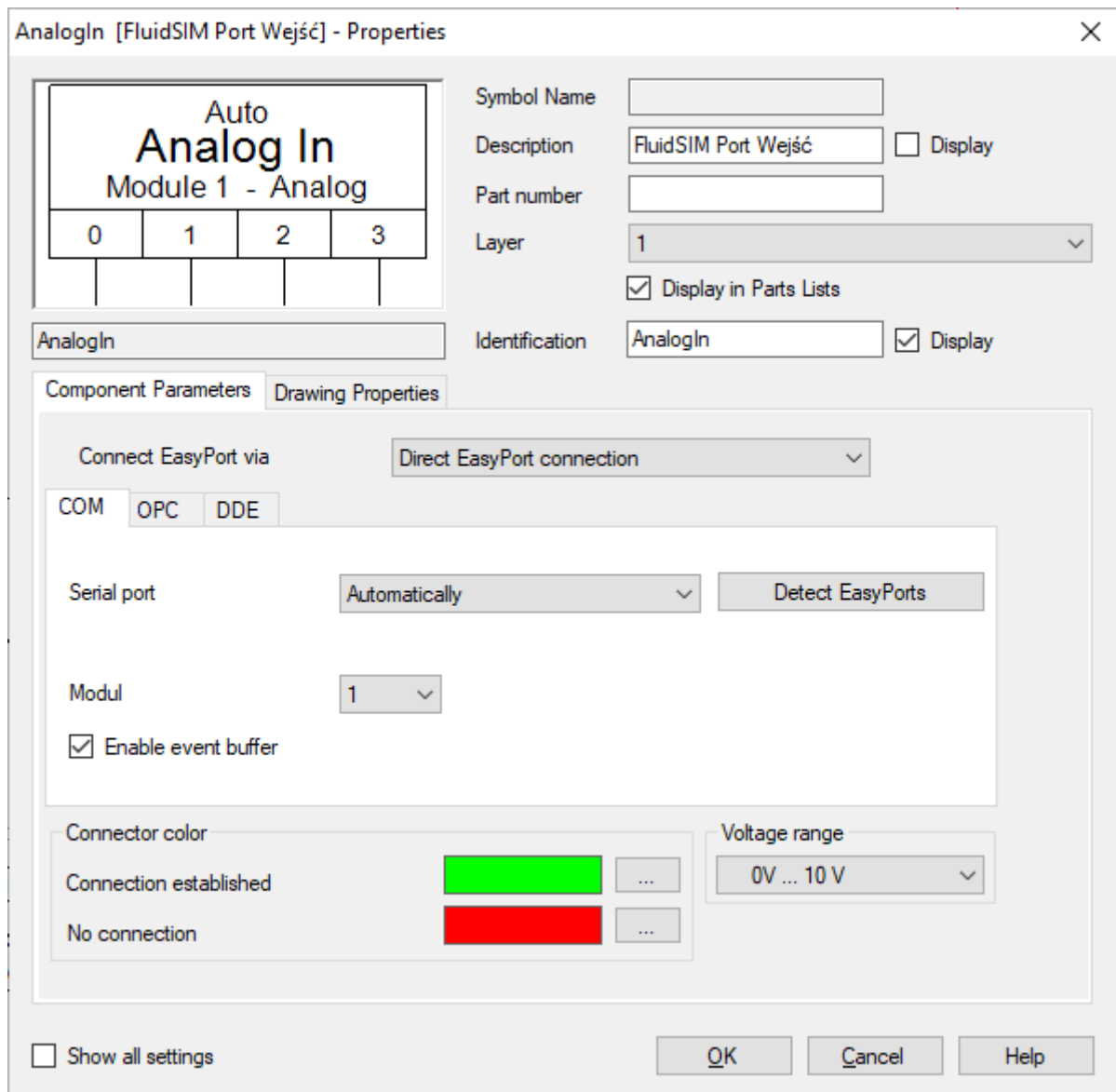
Designation	Value	Range	Unit	Display	Variable
Measure mode	<input checked="" type="radio"/> Instantaneous value <input type="radio"/> Effective (RMS) voltage without DC component <input type="radio"/> Effective (RMS) voltage				
Voltage			V ▾	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="U..."/>
Voltage, DC component			V ▾	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="U_dc..."/>

Show all settings

Rys. 3.1 Parametry woltomierza

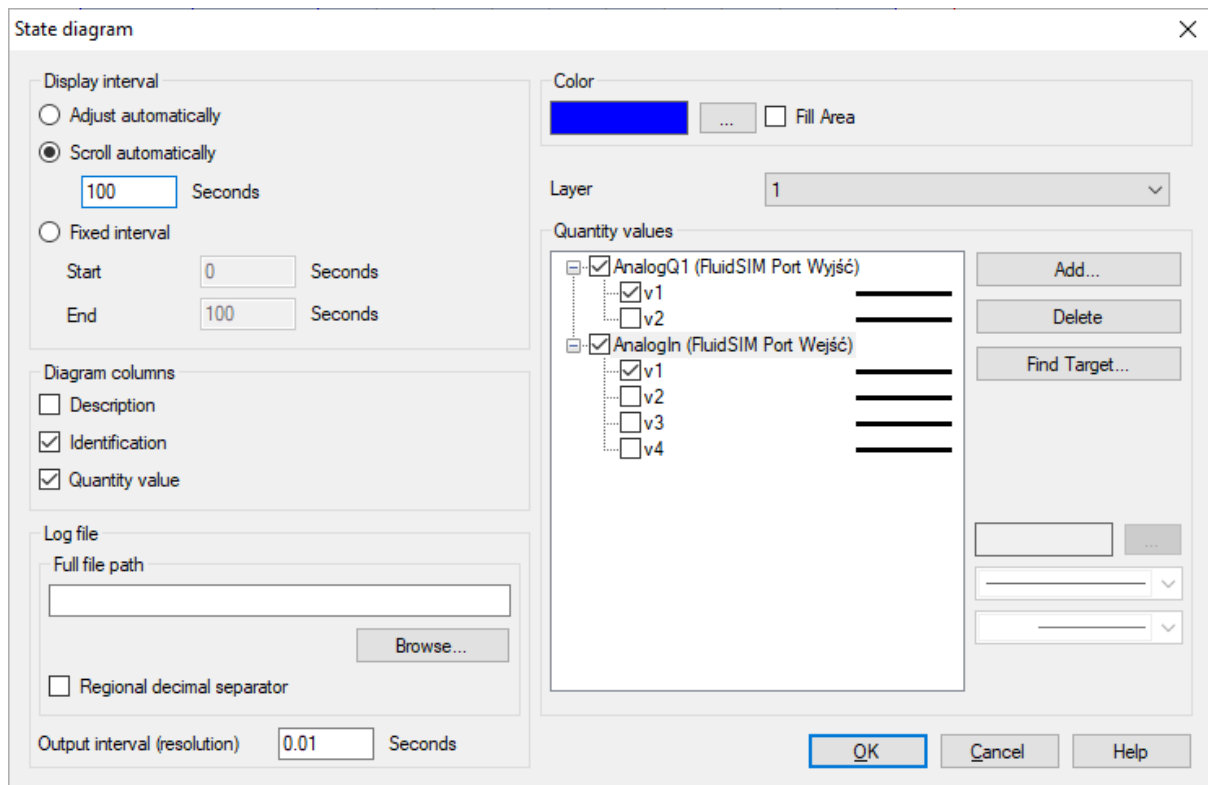


Wprowadzamy parametry modułu analogowego, Rys. 3.2.



Rys. 3.2 Parametry modułu analogowego wejściowego

Wprowadzamy parametry rejestratora, Rys. 3.3.

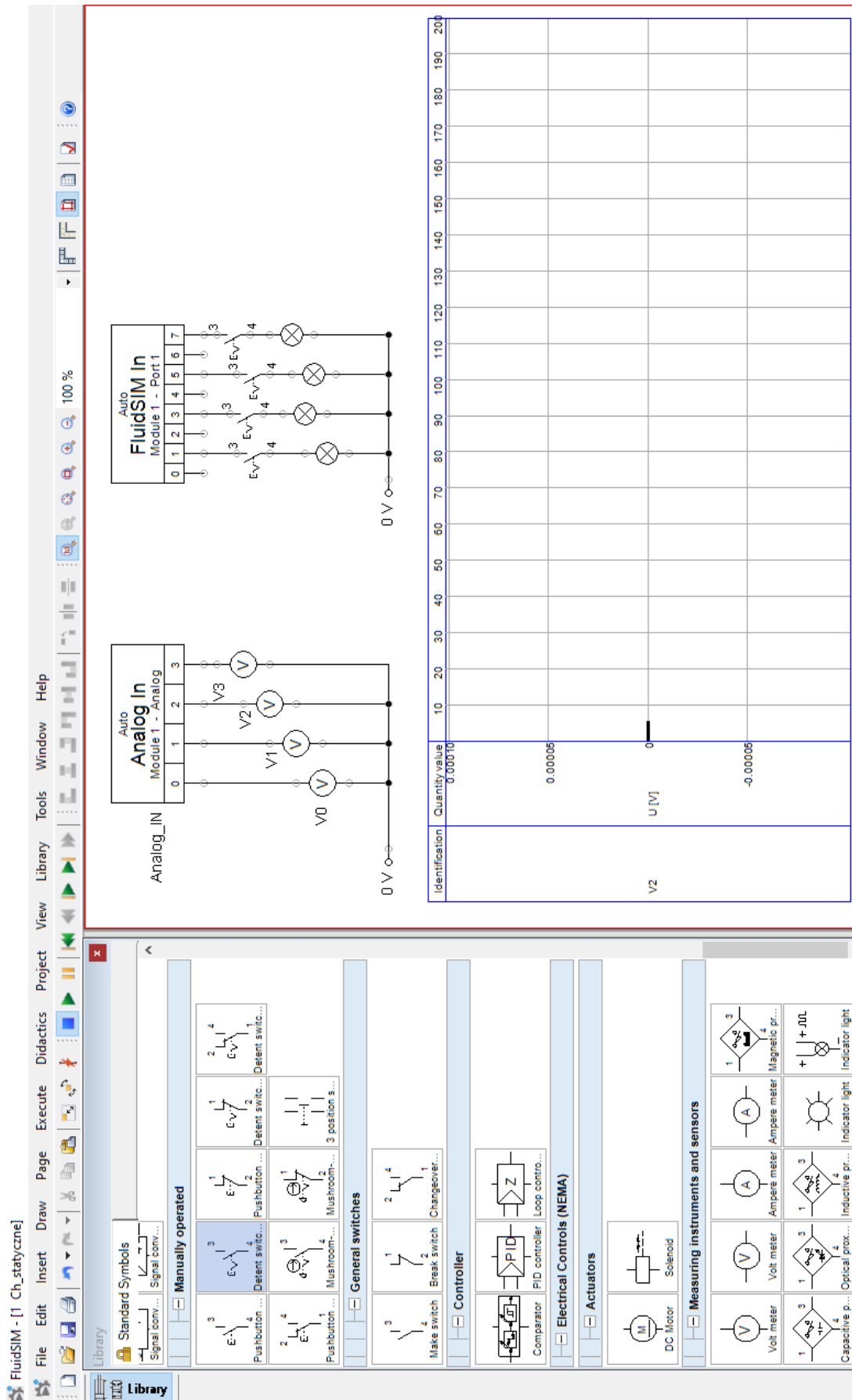


Rys. 3.3 Parametry rejestratora

Pełny program do rejestracji we FluidSIM przedstawia Rys. 3.4.

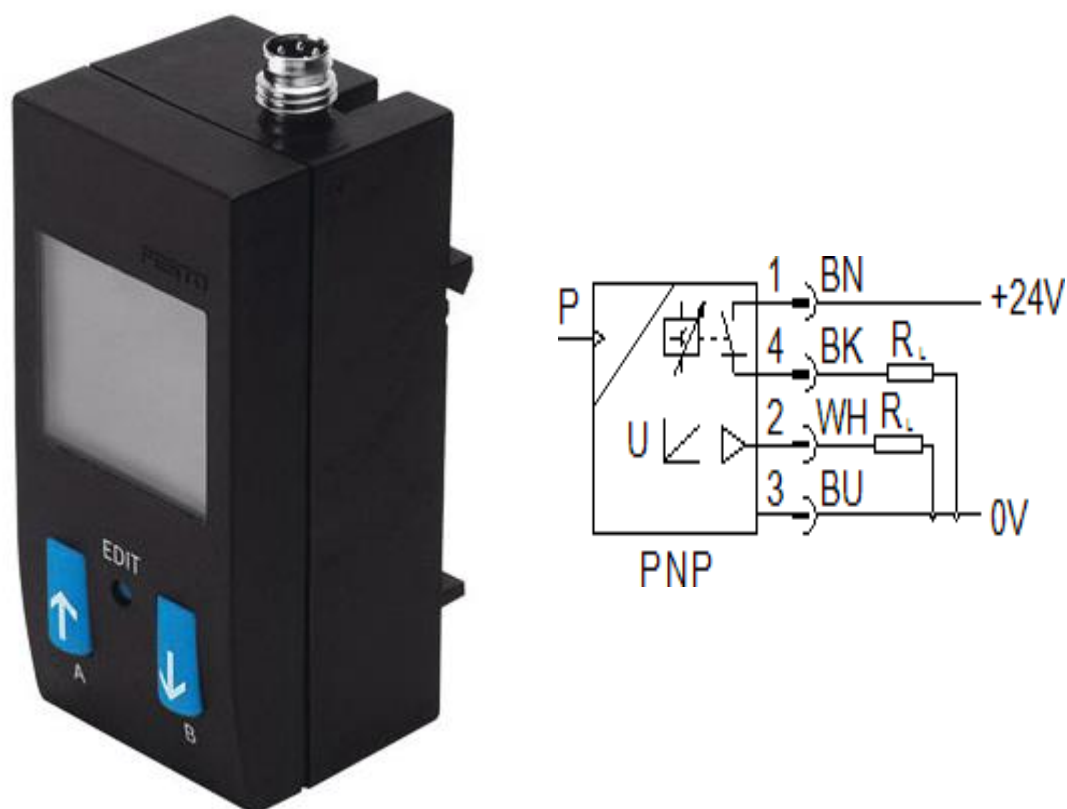
Zarejestrować dane do charakterystyki statycznej dla następujących czujników:

- a) Czujnik ciśnienia
- b) Czujnik położenia siłownika pneumatycznego
- c) Czujnik zbliżeniowy
- d) Czujnik przepływu



Rys. 3.4 Program we FluidSIM do rejestracji sygnałów wejściowych

1. **Czujnik ciśnienia SDE1-D10-G2-H18-C-PU-M8**, Rys. 3.5.  
Numer części: 529955 z wtyczką M8.



Rys. 3.5 Czujnik ciśnienia

## Tabela karta danych

Parametr	Wartość
Dopuszczenie	RCM Mark c UL us - Recognized (OL)
Znak CE (patrz deklaracja zgodności)	Wg dyrektywy EU-EMV
Uwaga dotycząca materiałów	Nie zawierają miedzi i PTFE Zgodne z RoHS
Mierzona wielkość	Ciśnienie względne
Metoda pomiarowa	Piezorezystancyjny czujnik ciśnienia z wskazaniem
<b>Wartość początkowa zakresu pomiaru ciśnienia</b>	<b>0 bar</b>
<b>Wartość końcowa zakresu pomiaru ciśnienia</b>	<b>10 bar</b>
Medium robocze	Sprężone powietrze wg ISO8573-1:2010 [7:4:4]
Uwagi odnośnie medium roboczego	Możliwa praca na powietrzu olejonym
Temperatura medium	0 ... 50 °C
Temperatura otoczenia	0 ... 50 °C
Dokładność FS	2 %FS
Wyjście dwustanowe	PNP

Funkcja przełączania	Dowolnie programowalny
Funkcja elementu przełączającego	Można przełączyć na
Powtarzalność punktu przełączania	0.3 %
Maks. prąd wyjściowy	150 mA
<b>Wyjście analogowe</b>	<b>0 - 10 V</b>
Zabezpieczenie przed zwarcieniem	Obwód impulsowy
Zakres napięcia roboczego DC	15 ... 30 V
Zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją	Dla wszystkich przyłączy elektrycznych
Przyłącze elektryczne	Wtyczka konstrukcja okrągła wg EN 60947-5-2 M8x1 4-pin
Sposób montażu	Przy pomocy szyny montażowej
Pozycja zabudowy	Dowolna
Przyłącza pneumatyczne	G1/8
Waga produktu	70 g
Obudowa	PA, Wzmocniony POM
Typ wyświetlacza	LCD z podświetlaniem tła
Wskaźnik stanu przełączania	LCD
Opcje ustawień	Teach-In
Zabezpieczenie	PIN-Code
Zakres nastawy wartości progowej	2 ... 99.8 %
Regulacja histerezy	0 ... 90 %
Stopień ochrony	IP65
Klasa odporności na korozję CRC	2 – Średnia odporność na korozję

## 2. Przetwornik położenia siłownika pneumatycznego SMAT-8E-S50-IU-M8

Produkt numer **540191** z integrowanym przetwarzaniem sygnału, elektrycznymi wyjściami analogowymi i optyczną sygnalizacją stanu pracy, montowany w rowku typu T.

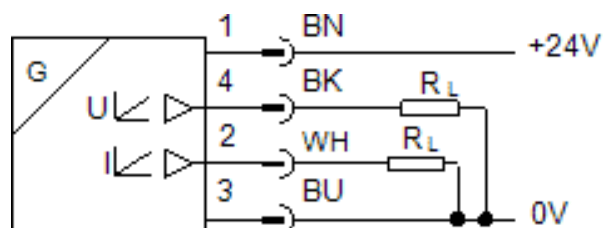
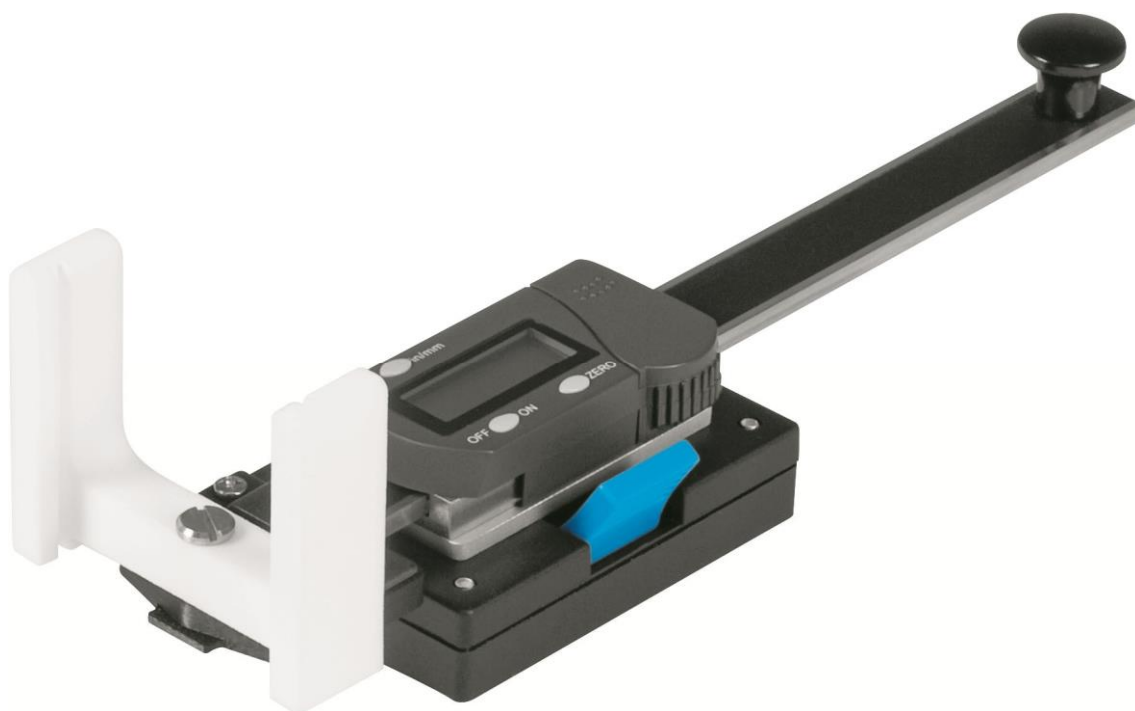


Tabela karta danych

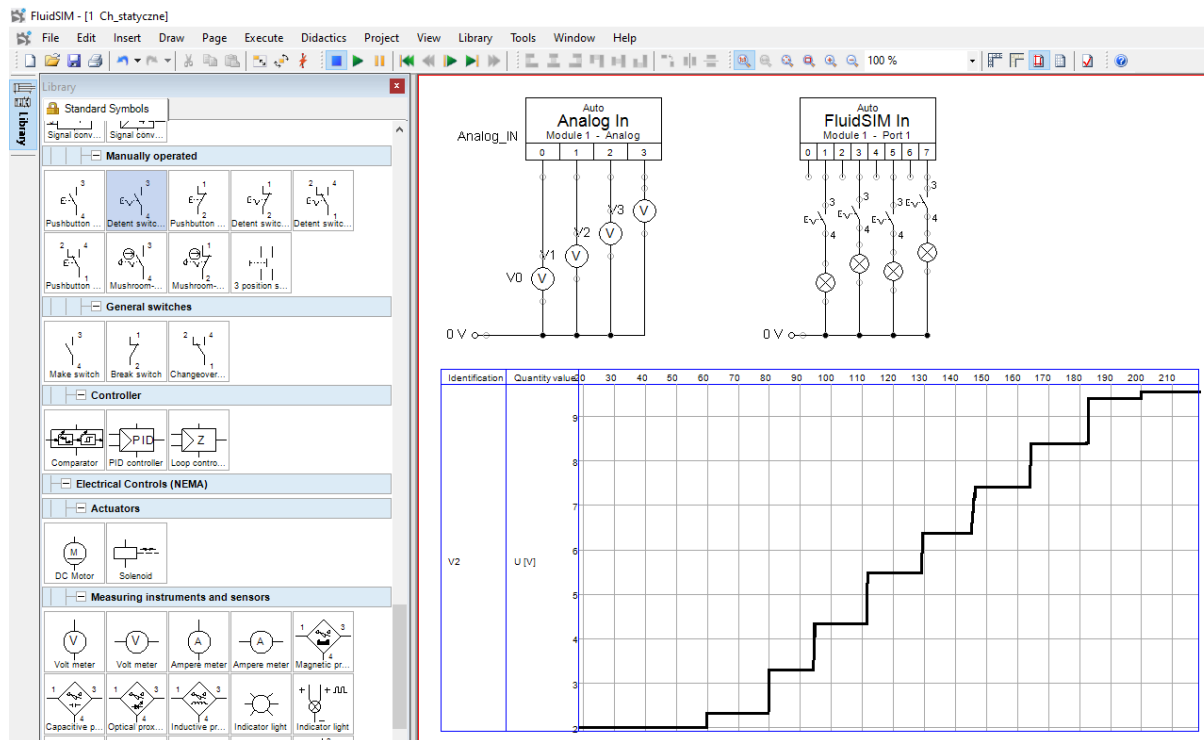
Parametr	Wartość
Kształt	Do rowka T
Dopuszczenie	RCM Mark c UL us - Listed (OL)
Znak CE (patrz deklaracja zgodności)	Wg dyrektywy EU-EMV Zgodnie z dyrektywą EU RoHS
Znak UKCA (patrz deklaracja zgodności)	Zgodnie z przepisami Wielkiej Brytanii dotyczącymi EMC Zgodnie z przepisami Wielkiej Brytanii dotyczącymi RoHS
Znak KC	KC-EMV
Certyfikat	UL E232949
Uwaga dotycząca materiałów	Nie zawierają miedzi i PTFE Zgodne z RoHS Nie zawiera halogenów
Instrukcje użytkowe	Support / Antrieb-Sensor-Übersicht „Der passende Sensor zum Antrieb“
Mierzona wielkość	Położenie
Sposób pomiaru	Magnetyczny- Hall
<b>Zakres pomiaru przesunięcia</b>	<b>48 ... 52 mm</b>
Temperatura otoczenia	-20 ... 50 °C
Znamionowe próbkowanie	2.85 ms
Maks. prędkość przemieszczenia	3 m/s
Rozdzielczość przemieszczenia	0.064 mm
Powtarzalność w $\pm$ mm	0.128 mm
Histeresa	0.064 mm
Wyjście analogowe	0 - 10 V 4 - 20 mA
Czułość, prąd wyjściowy	0.305 mA/mm
Czułość, napięcie wyjściowe	0.152 V/mm
Typowy błąd liniowości w $\pm$ mm	$\pm 0,25$ mm
Maks. rezystancja obciąż., prąd wyjściowy	500 Ohm
Min. rezystancja obciąż., napięcie wyjściowe	2 kOhm
Zabezpieczenie przed zwarcie	Tak
Zabezpieczenie przed przeciążeniem	Dostępne
Zakres napięcia roboczego DC	15 ... 30 V
Tętnienie resztkowe	10 %
Prąd jałowy	32 mA
Zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją	Dla wszystkich przyłączy elektrycznych
Podłączenie elektryczne 1, typ podłączenia	Wtyczka
Podłączenie elektryczne 1, technologia podłączenia	M8x1, kodowanie A zgodnie z EN 61076-2-104
Podłączenie elektryczne 1, liczba pinów/żył	4

Kierunek przyłącza wyjściowego	W poprzek
Materiał styków elektrycznych	Mosiądz pozłacany
Sposób montażu	Zamocowany w rowku T
<b>Cecha</b>	<b>Wartość</b>
	długości możliwe do włożenia w rowek
Pozycja zabudowy	Dowolna
Waga produktu	15 g
Kolor obudowy	Czarny
Materiał obudowy	Wzmocnione PA PC
Materiał nakrętki kołpakowej	Mosiądz, niklowany
Wskaźnik stanu gotowości	Zielona dioda LED
Wyświetlanie stanu	Czerwona dioda LED = wyjście poza zakresem pomiarowym
Stopień ochrony	IP65 IP67
Klasa odporności na korozję CRC	2 – Średnia odporność na korozję
Zgodność z PWIS	VDMA24364-B2-L

### 3. Suwmiarka cyfrowa – no. 572740, o zakresie 100mm i dokładności 0.01mm



Rys. 3.7 Suwmiarka cyfrowa

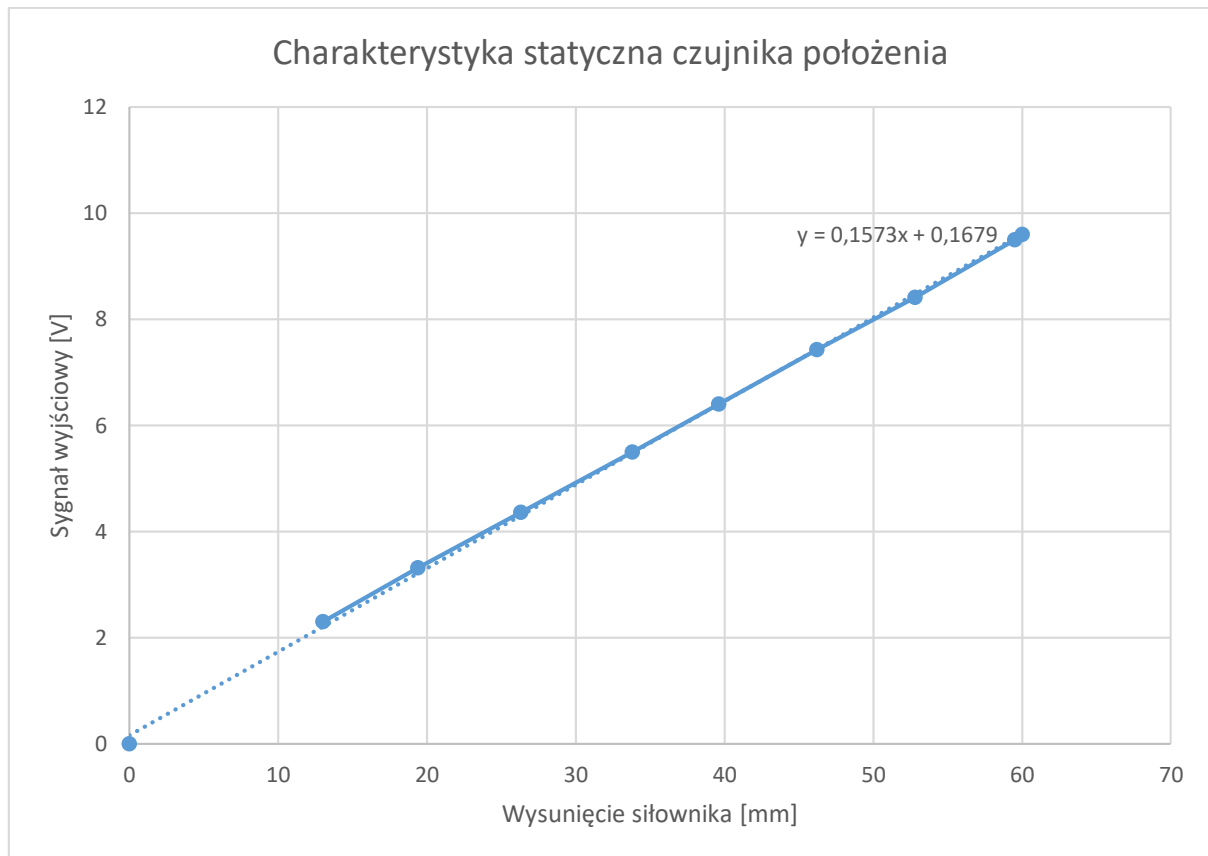


Rys. 3.8 Przykładowe pomiary czujnika położenia do narysowania charakterystyki statycznej

Dane pomiarowe wprowadzamy do Excela, kreślimy wykres i wyznaczamy wzmacnienie.

In[mm]	Out[V]
0	2
4,6	2,03
8,85	2,03
13	2,3
19,4	3,32
26,3	4,36
33,8	5,5
39,6	6,4
46,2	7,43
52,8	8,41
59,5	9,5
60	9,6

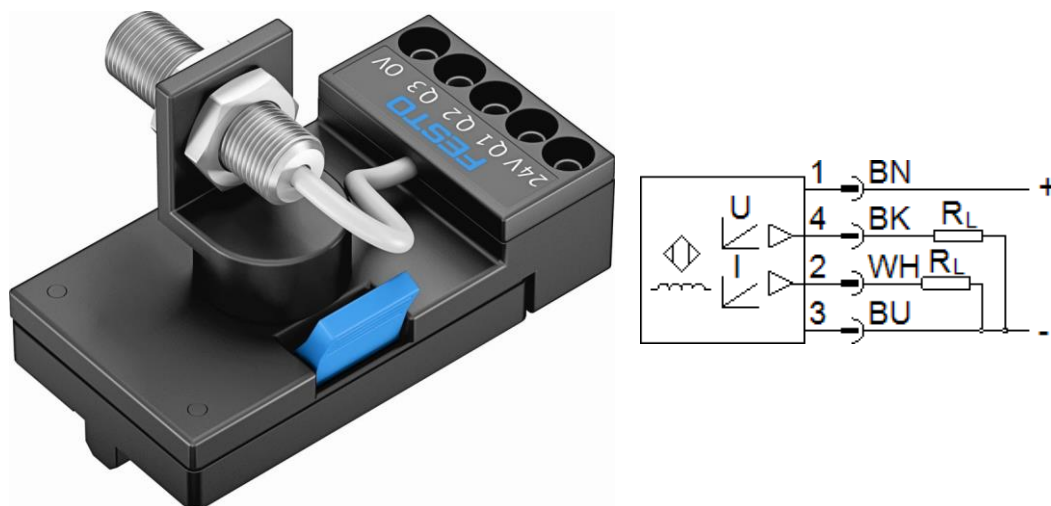




Wzmocnienie czujnika przesunięcia  $k = 0.16$  [V/mm]

4. Wskaźnik indukcyjny odległości dla elementu ze stali (5), stali nierdzewnej (6), aluminium (7), miedzi (8) i miedzi (9).

Proximity sensor SIEA-M12B-UI-S; Part number: 548644



Rys. 3.9 Wskaźnik indukcyjny odległości

**Tabela karta danych**

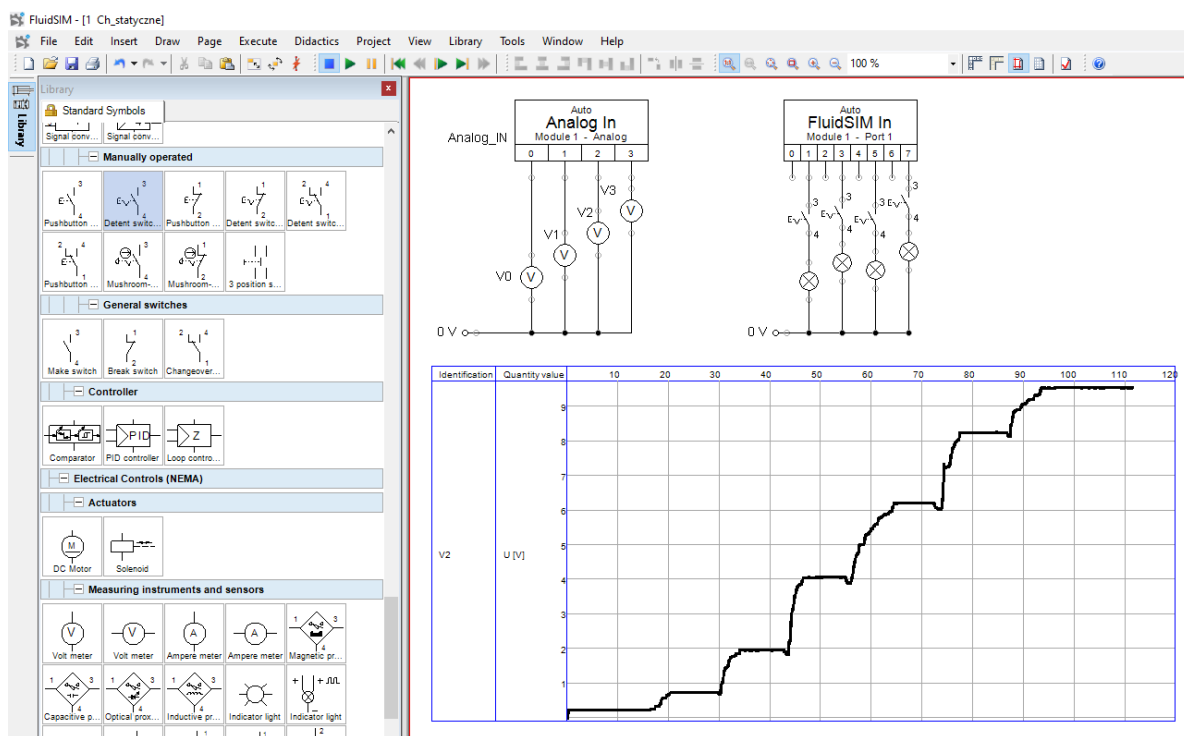
<b>Feature</b>	<b>Value</b>
Design	Round
Authorisation	RCM Mark c UL us - Listed (OL)
CE mark (see declaration of conformity)	to EU directive for EMC
Materials note	Free of copper and PTFE
Measuring principle	Inductive
<b>Reduction factors</b>	<b>Aluminium = 0.28</b> <b>Stainless steel, St 18/8 = 0.47</b> <b>Copper = 0.2</b> <b>Brass = 0.35</b> <b>Steel, St 37 = 1.0</b>
<b>Distance measuring range</b>	<b>0 ... 6 mm</b>
Ambient temperature	-25 ... 70 °C
Travel resolution	0.001 mm
Repetition accuracy	0.3 mm
Repetition accuracy for constant conditions	+/- 0,01 mm
Temperature drift from real switching distance	<= ± 5% (0 - 70°C) <= ± 10% (-25 - 0°C)
Max. switching frequency, DC	1,000 Hz
Analogue output	0 - 10 V 4 - 20 mA
Bandwidth	1000 Hz (-3 dB where s = 3 mm)
Max. load current at analogue voltage output	10 mA
Max. load at analogue voltage output	500 Ohm
Short circuit strength	Pulsing
Overload withstand capability	Available
Max. current/voltage output without object	120 %
<b>Output voltage at 23°C</b>	<b>0 V / -0 + 0,4 V (s=0 mm)</b> <b>+5,2 V / ± 0,4 V (s=3 mm)</b> <b>+10 V / ± 0,4 V (s=6 mm)</b>
Output current at 23°C	4mA / ± 0,8 mA (s=0 mm) 20mA / ± 0,8 mA (s=6 mm)
Operating voltage range DC	15 ... 30 V
Residual ripple	20 %
Idle current	<= 10 mA
Polarity protected	for operating voltage
Electrical connection	Plug M12x1 4-pin
Size	M12
Mounting type	with lock nut
Tightening torque	10 Nm

Feature	Value
Type of installation	flush
Product weight	33 g
Material housing	Brass Chromed-plated
Protection class	IP67
Corrosion resistance classification CRC	2 - Moderate corrosion stress

**Tabela Materiały testowe**

Item no.	Material, Dimensions [mm]
3	Magnet 1
4	Magnet 2
5	Mild steel S 235 JR, 90 x 30
6	Stainless steel, 90 x 30
7	Aluminium, 90 x 30
8	Brass, 90 x 30
9	Copper, 90 x 30
10	Cardboard, 90 x 30
11	Rubber, 90 x 30
12	Plastic, transparent, 90 x 30
13	Mild steel S 235 JR, 30 x 30
14	Mild steel S 235 JR, 25 x 25
15	Mild steel S 235 JR, 20 x 20
16	Mild steel S 235 JR, 15 x 15
17	Mild steel S 235 JR, 10 x 10
18	Mild steel S 235 JR, 5x 5
19	Kodak grey card, 100x 100
20	Plastic, transparent, 100x 100
21	Plastic, red, 100x 100
22	Plastic, blue, 100x 100
23	Plastic, black, 100x 100
24	Cardboard, white, 100 x100
25	Plastic, 2.0 mm thick, 90 x 30
26	Plastic, 3.0 mm thick, 90 x 30
27	Plastic, 5.0 mm thick, 90 x 30
28	Plastic, 8.0 mm thick, 90 x 30
29	Plastic, 11.0 mm thick, 90 x 30

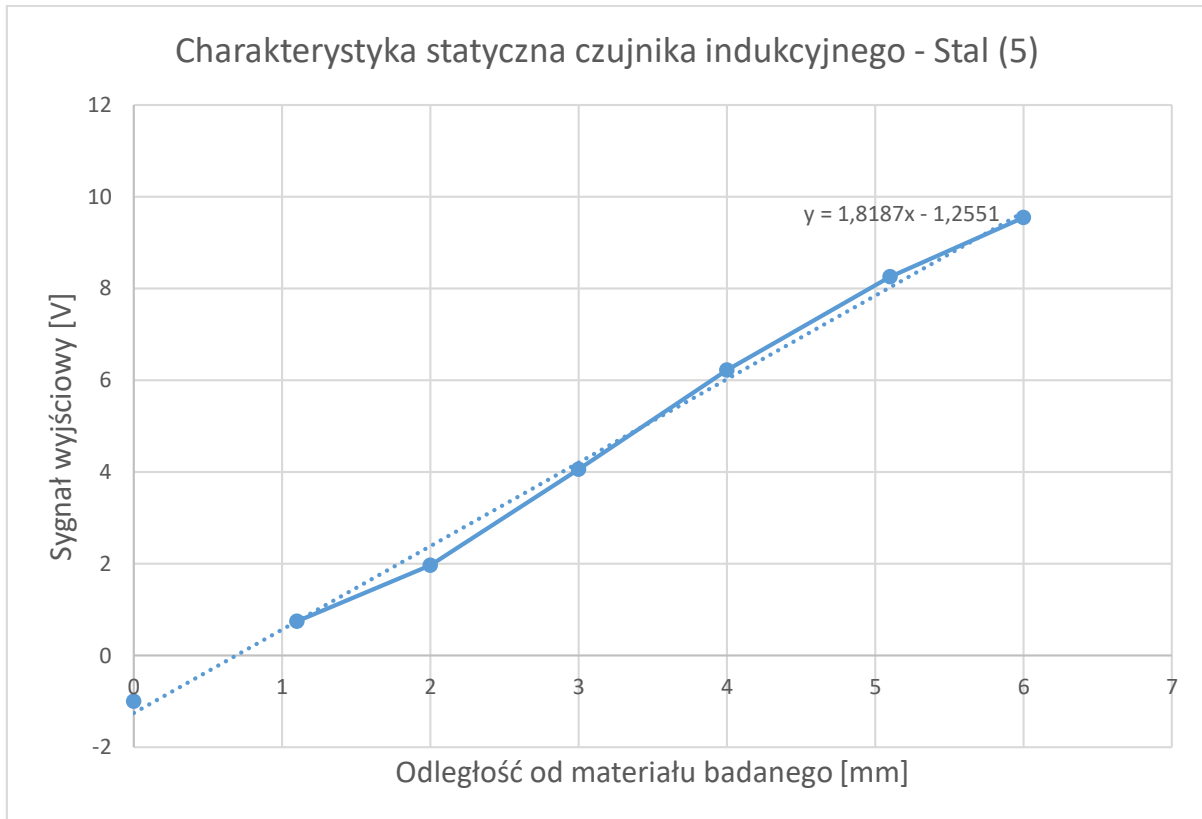
30	Plastic, 14.0 mm thick, 90 x 30
31	Plastic, 17.0 mm thick, 90 x 30
32	Holder for fibre-optic cable
33	Housing (black), cover (blue)
34	Holding brackets for liquid level measurement, through-beam sensor (2)
35	Beaker
36	Test screws (2)
37	Workpiece ,valve housing'
38	Screw driver



Rys. 3.10 Przykładowe pomiary czujnika odległości do narysowania charakterystyki statycznej dla stali (5)

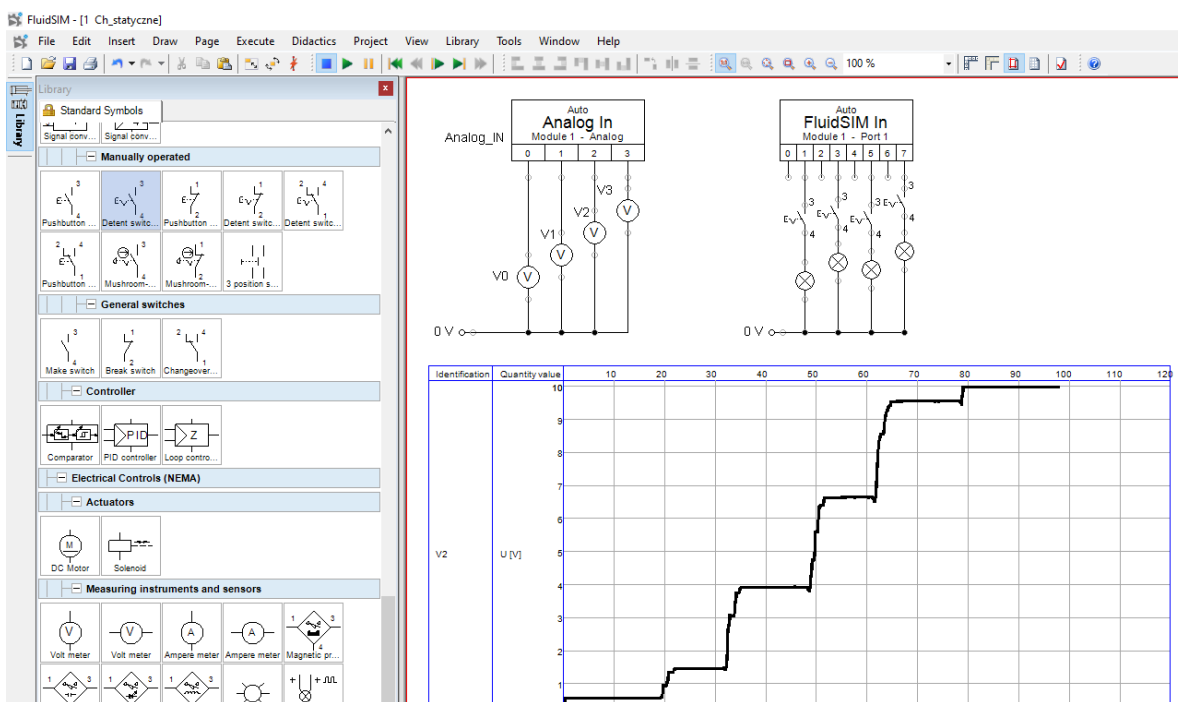
Dane pomiarowe wprowadzamy do Excela, kreślimy wykres i wyznaczamy wzmacnienie.

In[mm]	Out[V]
0	0,23
1,1	0,74
2	1,96
3	4,06
4	6,22
5,1	8,25
6	9,54



Wzmocnienie czujnika odległości dla stali **k = 1.82 [V/mm]**

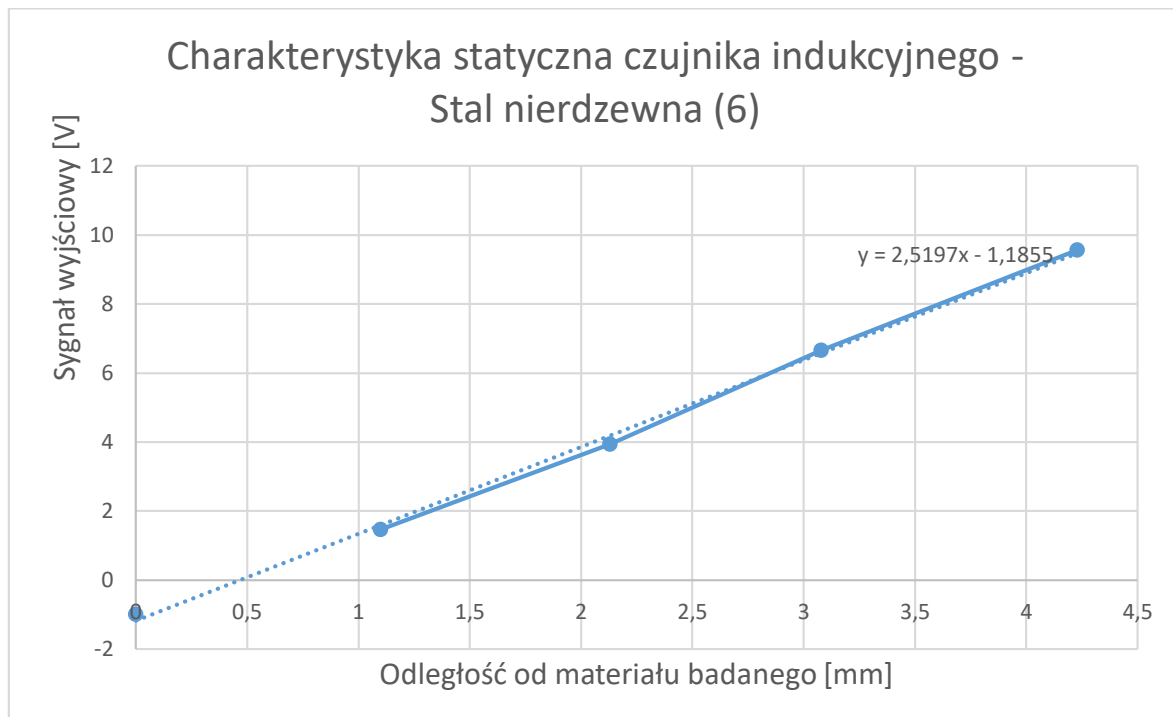
Pozostałe pomiary dla wybranych materiałów.



Rys. 3.11 Przykładowe pomiary czujnika odległości do narysowania charakterystyki statycznej dla stali nierdzewnej (6)

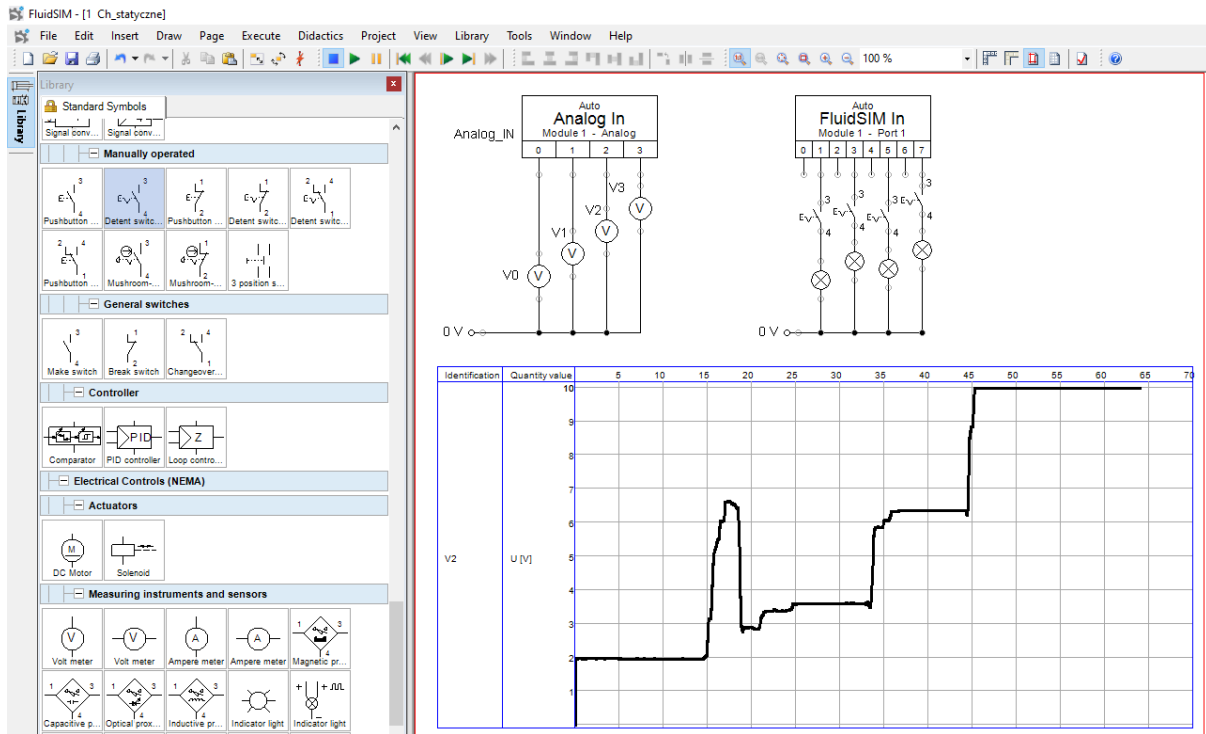
Dane pomiarowe wprowadzamy do Excela, kreślimy wykres i wyznaczamy wzmacnienie.

In[mm]	Out[V]
0	0,6
1,1	1,47
2,13	3,94
3,08	6,65
4,23	9,57



Wzmacnienie czujnika odległości dla stali nierdzewnej wynosi

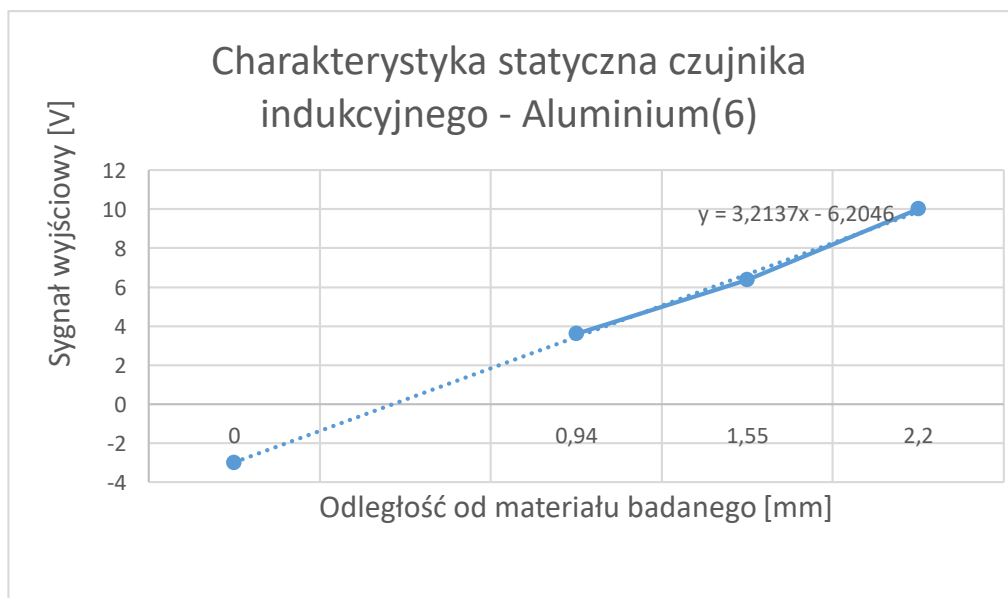
$$k = 2.5 \text{ [V/mm]}$$

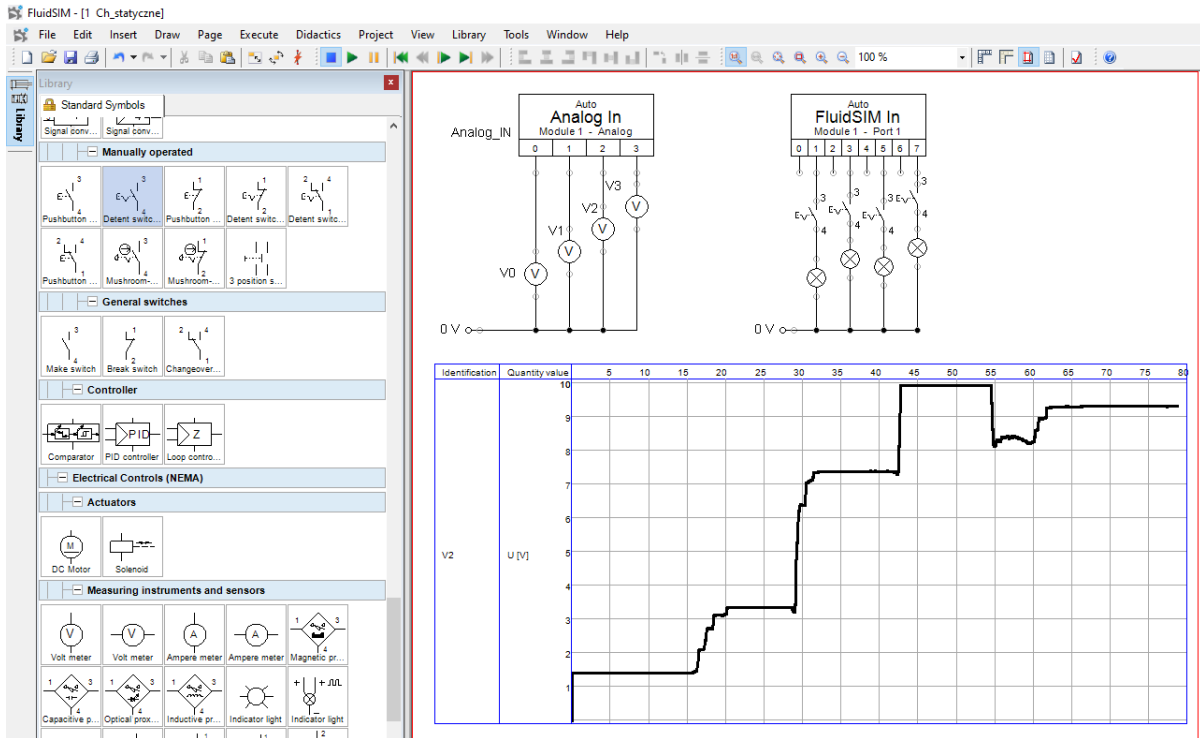


Rys. 3.12 Przykładowe pomiary czujnika odległości do narysowania charakterystyki statycznej dla aluminium (7)

Dane pomiarowe wprowadzamy do Excela, kreślimy wykres i wyznaczamy wzmacnienie.

In[mm]	Out[V]
0	1,96
0,94	3,6
1,55	6,36
2,2	10

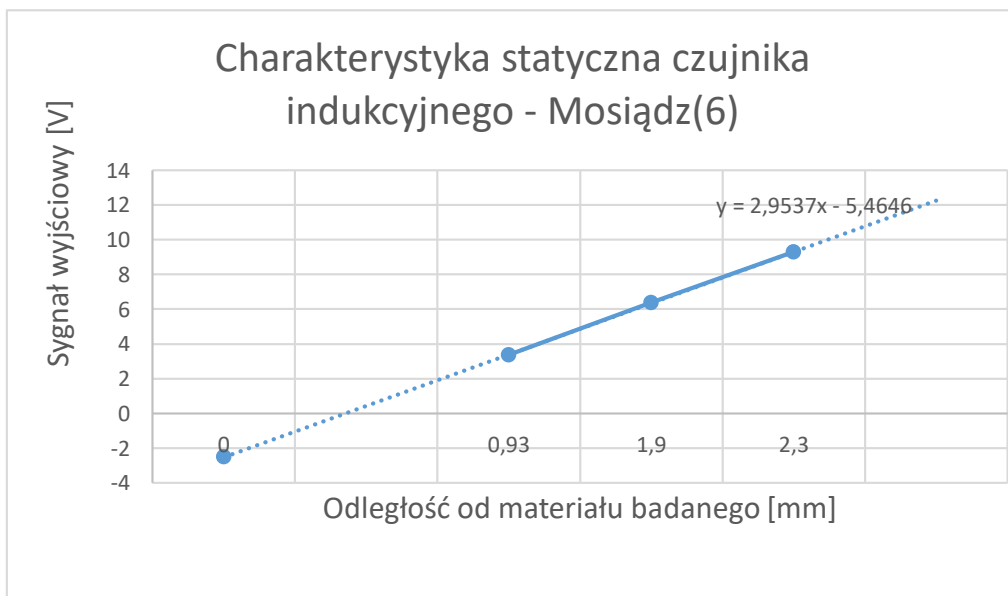




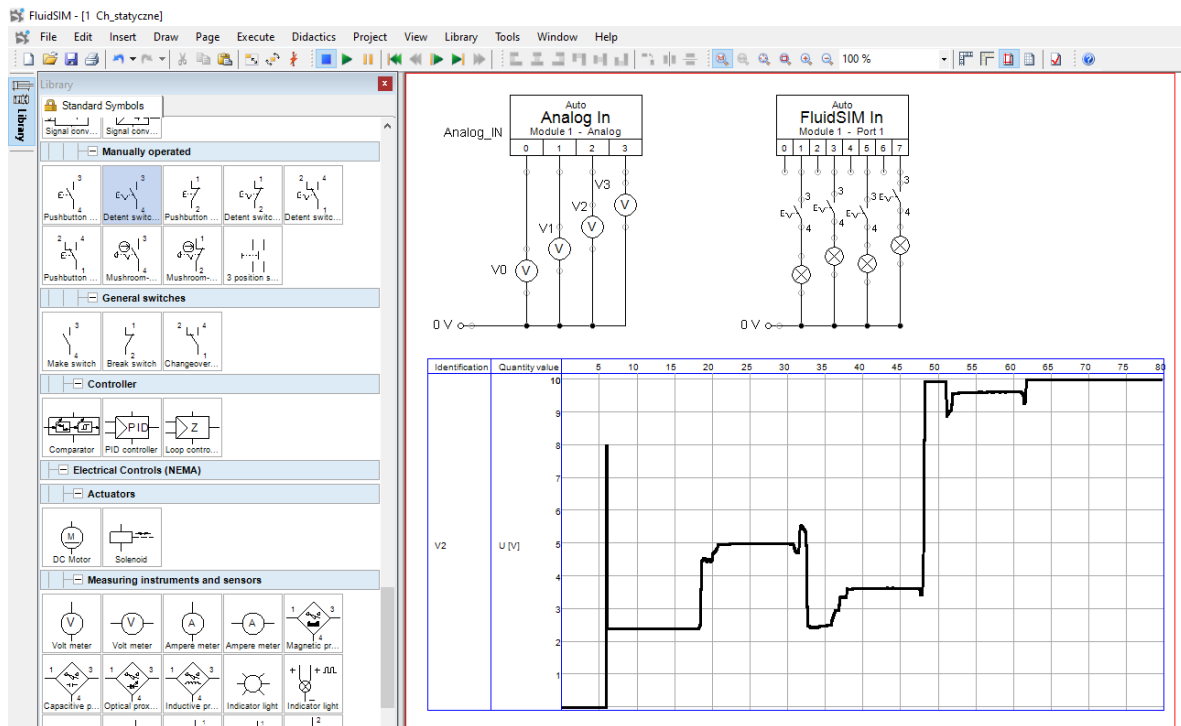
Rys. 3.13 Przykładowe pomiary czujnika odległości do narysowania charakterystyki statycznej dla mosiądzu (8)

Dane pomiarowe wprowadzamy do Excela, kreślimy wykres i wyznaczamy wzmacnienie.

In[mm]	Out[V]
0	1,41
0,93	3,36
1,9	6,38
2,3	9,3



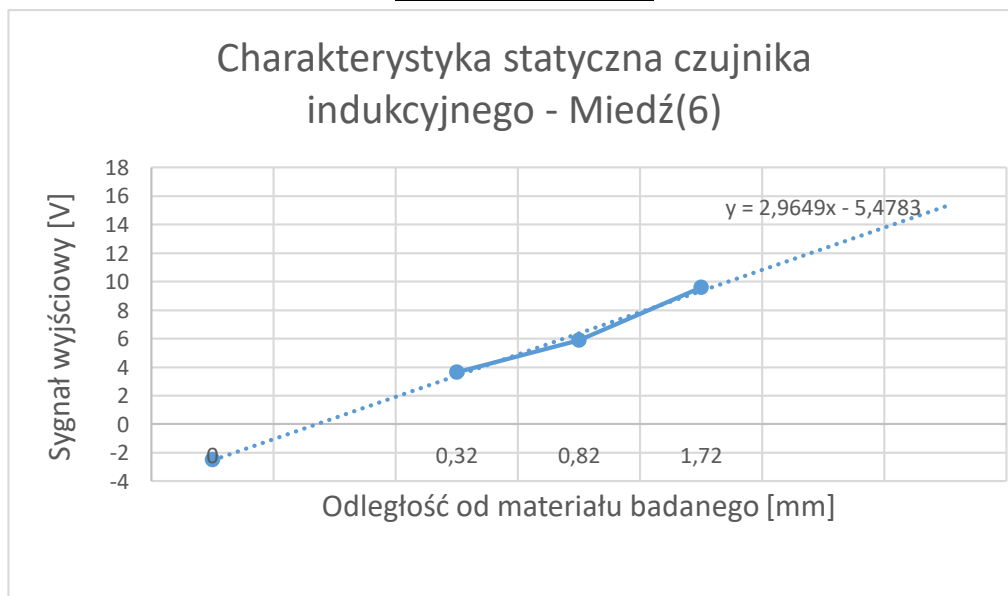




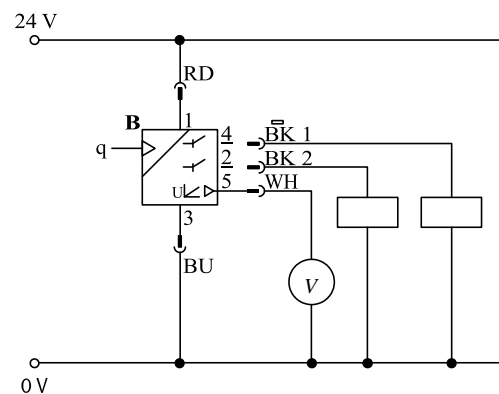
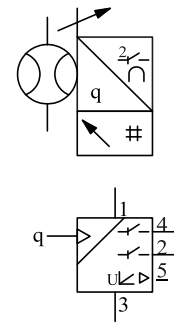
Rys. 3.14 Przykładowe pomiary czujnika odległości do narysowania charakterystyki statycznej dla miedzi (9)

Dane pomiarowe wprowadzamy do Excela, kreślimy wykres i wyznaczamy wzmacnienie.

In[mm]	Out[V]
0	2,4
0,32	3,63
0,82	5,9
1,72	9,6



5. Flow sensor – no. 8036235



Rys. 3.15 Flow measuring range 0,5 – 50 l/min, Symbol, Electrical connection of the flow sensor

The direction of flow indicated on the housing must be observed when connecting to the compressed air network.

Technical data

Electrical components	
Operating voltage range	15 – 30 V DC
<b>Analogue output</b>	<b>0 – 10 V</b>
Load resistance at the voltage output	Min. 10 k $\Omega$
Switching output	2x PNP/2 x NPN, adjustable
Switching element function	N/O or N/C contact, adjustable
Output current	Max. 100 mA
Protection class	IP 65
Reverse polarity and short circuit protection	Integrated
Electrical connection	Plug M12 x 1, 5-pin
Cable	With 4 mm safety plugs

Pneumatic components	
<b>Flow measuring range</b>	<b>0,5 – 50 l/min</b>

Full scale accuracy	3 %
<b>Operating pressure</b>	<b>0 – 1000 kPa (0 – 10 bar)</b>
Operating medium	Filtered, unlubricated compressed air, grade of filtration 40 $\mu\text{m}$
Temperature of medium	0 – 50 °C
Ambient temperature	0 – 50 °C

#### 4. Charakterystyki pomiarowe

Wpisać dane pomiarowe do programu Excel i wykreślić charakterystyki statyczne, jeżeli jest potrzeba to zlinearyzować, określić współczynnik wzmocnienia.

#### 5. Przebieg ćwiczenia

- a) Połączyć przewody zasilające i sterujące, moduł EasyPort i stanowisko z komputerem,
- b) Załączyć program FluidSIM i skonfigurować połączenie ze stanowiskiem,
- c) Napisać program rejestracji sygnałów we FluidSIM,
- d) Zarejestrować charakterystyki układu i wydrukować,
- e) Wykreślić charakterystyki statyczne i wyznaczyć współczynnik wzmocnienia
- f) Wykonać sprawozdanie z wnioskami.

## Spis ilustracji

Rys. 1.1 Graficzna interpretacja współczynnika wzmocnienia układu.....	4
Rys. 1.2 Graficzna interpretacja współczynnika wzmocnienia układu zlinearyzowanego .....	6
Rys. 2.1 Zasilanie układu, EasyPort i komputer .....	7
Rys. 3.1 Parametry voltomierza .....	8
Rys. 3.2 Parametry modułu analogowego wejściowego .....	9
Rys. 3.3 Parametry rejestratora .....	10
Rys. 3.4 Program we FluidSIM do rejestracji sygnałów wejściowych .....	11
Rys. 3.5 Czujnik ciśnienia.....	12
Rys. 3.6 Przetwornik położenia siłownika pneumatycznego .....	13
Rys. 3.7 Suwmiarka cyfrowa .....	15
Rys. 3.8 Przykładowe pomiary czujnika położenia do narysowania charakterystyki statycznej .....	16
Rys. 3.9 Wskaźnik indukcyjny odległości .....	17
Rys. 3.10 Przykładowe pomiary czujnika odległości do narysowania charakterystyki statycznej dla stali (5) .....	20
Rys. 3.11 Przykładowe pomiary czujnika odległości do narysowania charakterystyki statycznej dla stali nierdzewnej (6).....	21
Rys. 3.12 Przykładowe pomiary czujnika odległości do narysowania charakterystyki statycznej dla aluminium (7).....	23
Rys. 3.13 Przykładowe pomiary czujnika odległości do narysowania charakterystyki statycznej dla mosiądzu (8).....	24
Rys. 3.14 Przykładowe pomiary czujnika odległości do narysowania charakterystyki statycznej dla miedzi (9) .....	25
Rys. 3.15 Flow measuring range 0,5 – 50 l/min, Symbol, Electrical connection of the flow sensor	26