

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI I TECHNIK INFORMACYJNYCH		PODSTAWY CZUJNIKÓW POMIAROWYCH LABORATORIUM	
Ćwiczenie 3 – Wieloparametrowe metody pomiaru wielkości nieelektrycznych zadanie domowe			
Imię i Nazwisko		Numer albumu	Data
PAWEŁ RAWICKI		283529	24.10.2020

Przed wykonaniem zadania należy przeczytać materiały do ćwiczenia 3, dostępne na stronie przedmiotu na serwerze Studia.

Rozwiązane zadanie należy przesłać na adres: jsoch@ise.pw.edu.pl w terminie do 25.10.2020r.

1.

Wielkości wyjściowe pewnego czujnika – rezystancja R i pojemność C – zależą od dwóch wielkości wejściowych – przesunięcia x i temperatury T .

W zakresie pomiarowym

$$0 \text{ cm} \leq x \leq 50 \text{ cm}$$

$$0 \text{ }^{\circ}\text{C} \leq T \leq 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

zależności te mają postać

$$R [\text{k}\Omega] = 50 + 8x + 2,3T$$

$$C [\text{nF}] = 700 - 3x - 0,1x^2 - 6T + 0,03xT$$

a)

Dla 5 wybranych punktów (x, T) zakresu pomiarowego obliczyć:

KOLOREM oznaczyłem punkty nadmiarowe, wykonane dodatkowo

- rezystancję R czujnika,
wiersze $\rightarrow x$ kolumny $\rightarrow T$

$x[\text{cm}] \backslash T[^{\circ}\text{C}]$	$0[^{\circ}\text{C}]$	10	20	30	40
$0[\text{cm}]$	50	73	96	119	142
10	130	153	176	199	222

20	210	233	256	279	302
30	290	313	336	359	382
40	370	393	416	439	462

- pojemność C czujnika,

$x[\text{cm}] \setminus T[^\circ\text{C}]$	$0[^\circ\text{C}]$	10	20	30	40
$0[\text{cm}]$	700	640	580	520	460
10	660	603	546	489	432
20	600	546	492	438	384
30	520	469	418	367	316
40	420	372	324	276	228

- wartość jacobianu $|J|$.

$x[\text{cm}] \setminus T[^\circ\text{C}]$	$0[^\circ\text{C}]$	10	20	30	40
$0[\text{cm}]$	-41.1	-41.79	-42.8	-43.17	-43.86
10	-34.1	-34.79	-35.38	-36.17	-36.86
20	-27.1	-27.79	-28.48	-29.19	-29.860
30	-20.1	-20.79	-21.48	-22.17	-22.86
40	-13.1	-13.79	-14.48	-15.17	-15.86

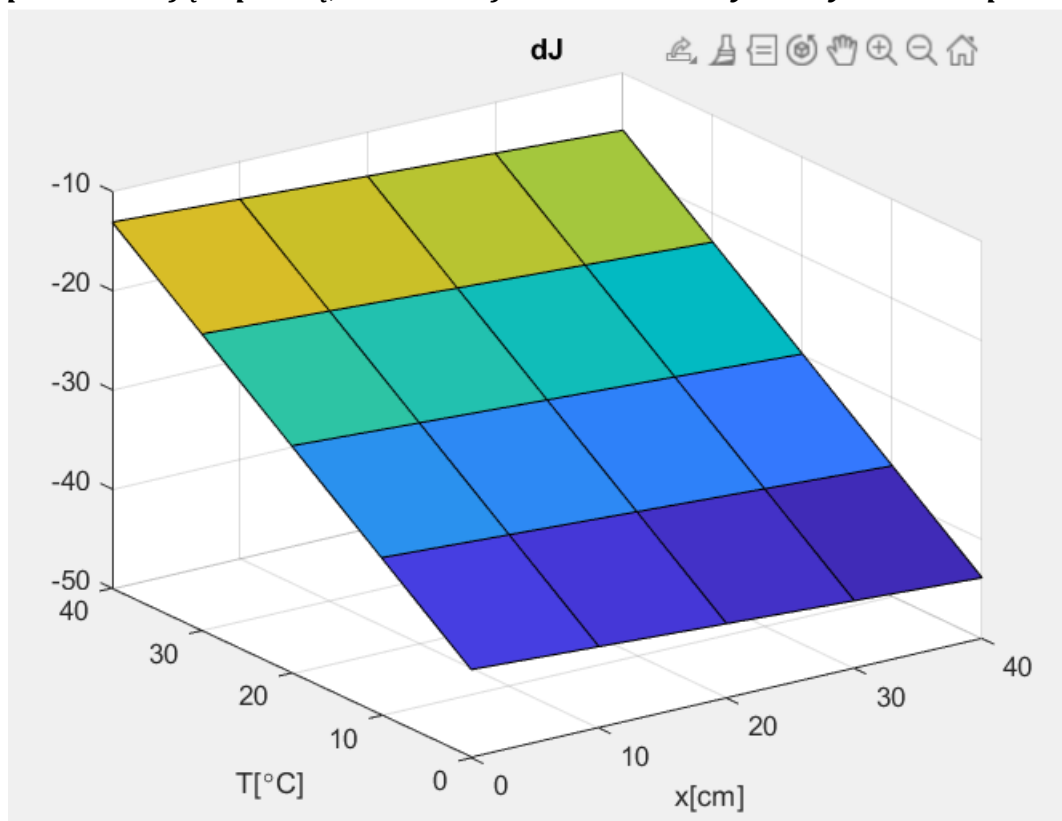
Jaki warunek musi być spełniony, aby na podstawie pomiaru rezystancji R i pojemności C tego czujnika można było w sposób jednoznaczny wyznaczyć przesunięcie x i temperaturę T ?

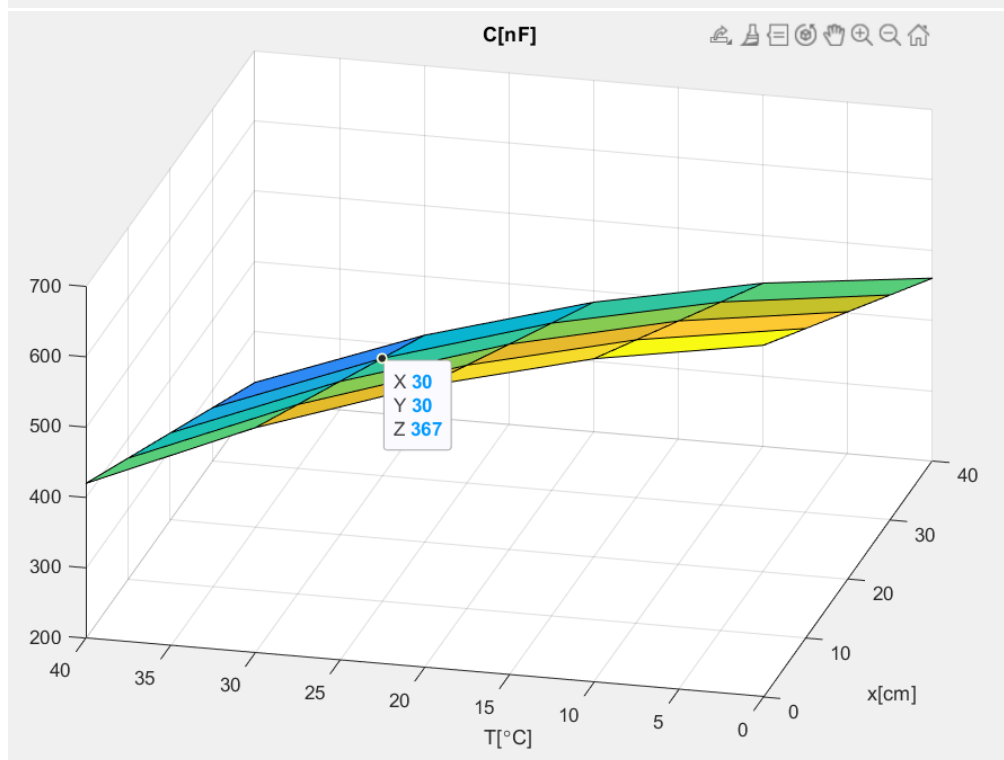
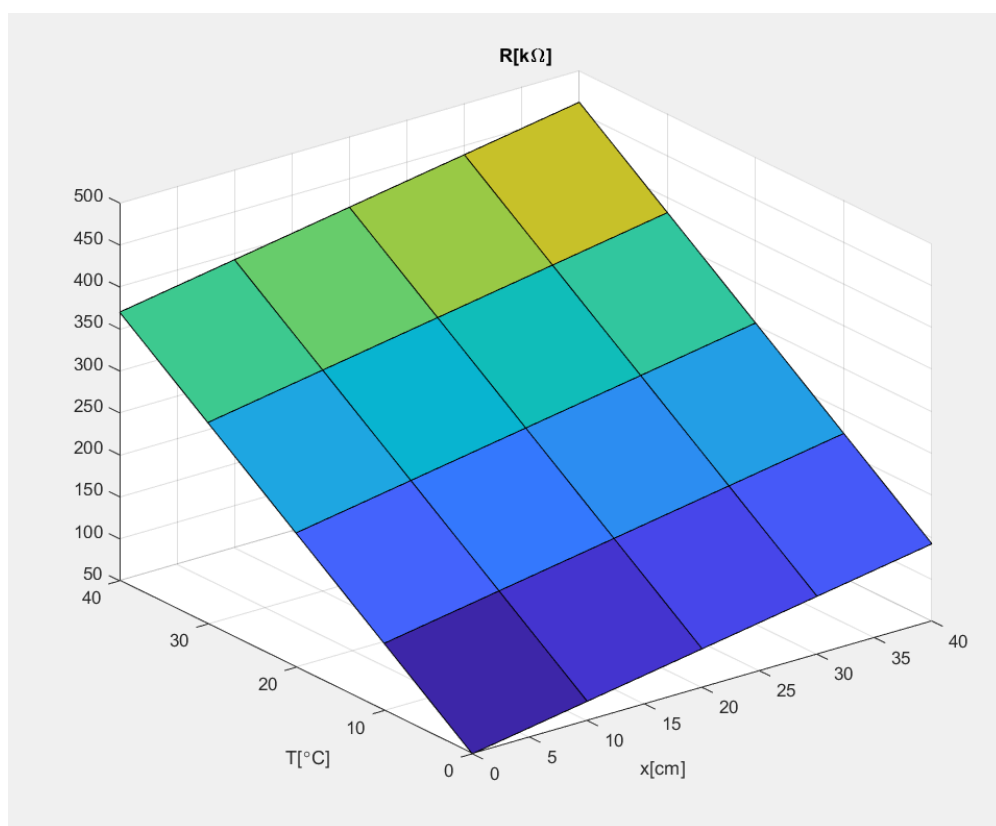
Aby na podstawie pomiarów można było w sposób jednoznaczny wyznaczyć przesunięcie x i T to przekształcenie z x i T na R i C musi być różnowartościowe. To znaczy, że dane R i C można wyznaczyć tylko dla jednego zestawu parametrów.

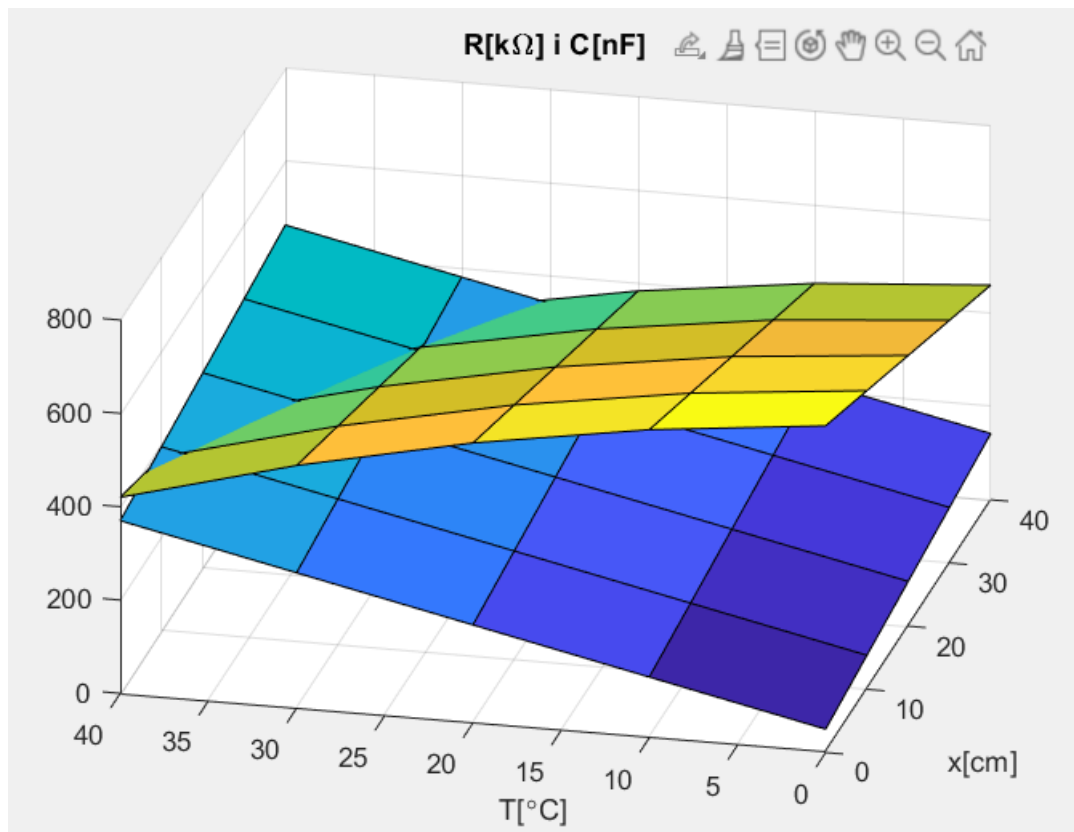
Można to sprawdzić poprzez sprawdzenie wyznacznika jacobianu danej funkcji, czy jest on różny od zera.

Czy wykonane obliczenia zdają się potwierdzać taką hipotezę?

Dla wykonanych obliczeń wyznacznik jacobianu jest różny od 0, co jest również widoczne na pierwszym załączonym wykresie. Zatem wykonane obliczenia potwierdzają hipotezę, że można jednoznacznie wyznaczyć T i x na podstawie R i C .







b)

Zmierzono następujące wartości wielkości wyjściowych czujnika:

$$R = (220 + a) \text{ k}\Omega$$

$$C = (490 - a) \text{ nF}$$

gdzie a oznacza dwie ostatnie cyfry numeru albumu studenta.

A=29

*Przy jakich wartościach przesunięcia x i temperatury T wykonano te pomiary?
Czy odpowiedź jest jednoznaczna w zakresie pomiarowym czujnika?*

R=249 kΩ

C=471 nF

Wartość przesunięcia x i temperatury T otrzymano przy pomocy funkcji solve Matlaba.

Otrzymane wyniki to:

$x=[83.05, 17.09]$

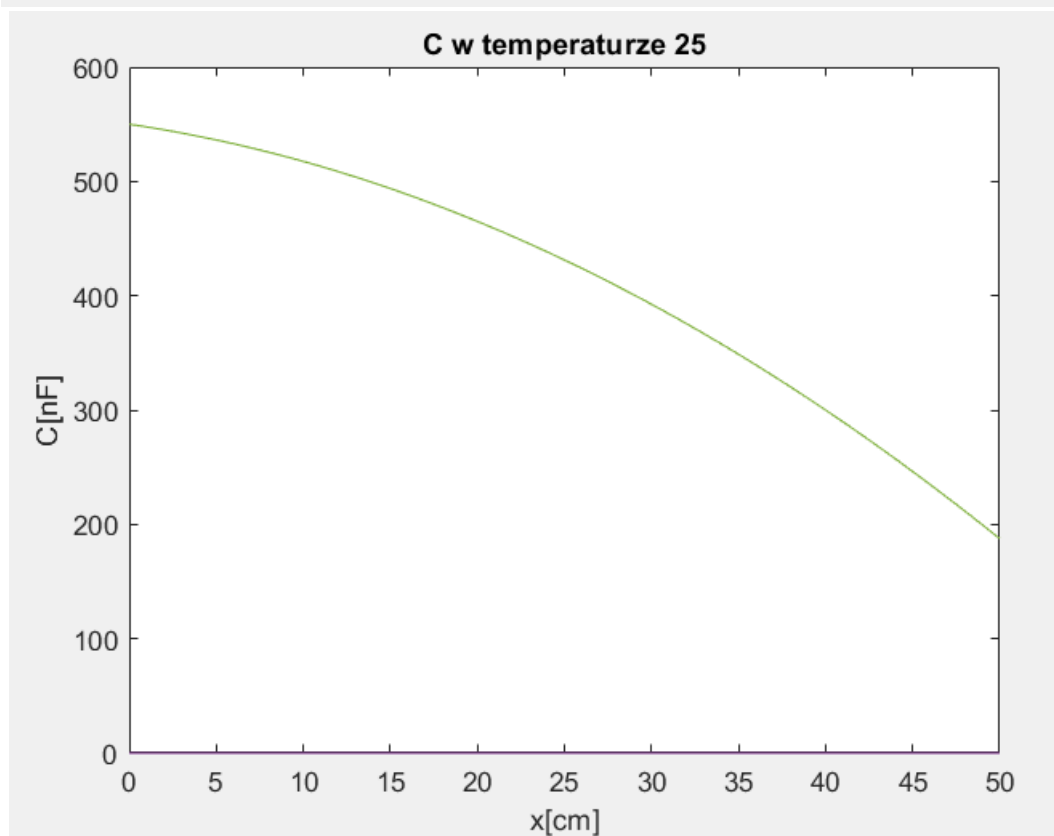
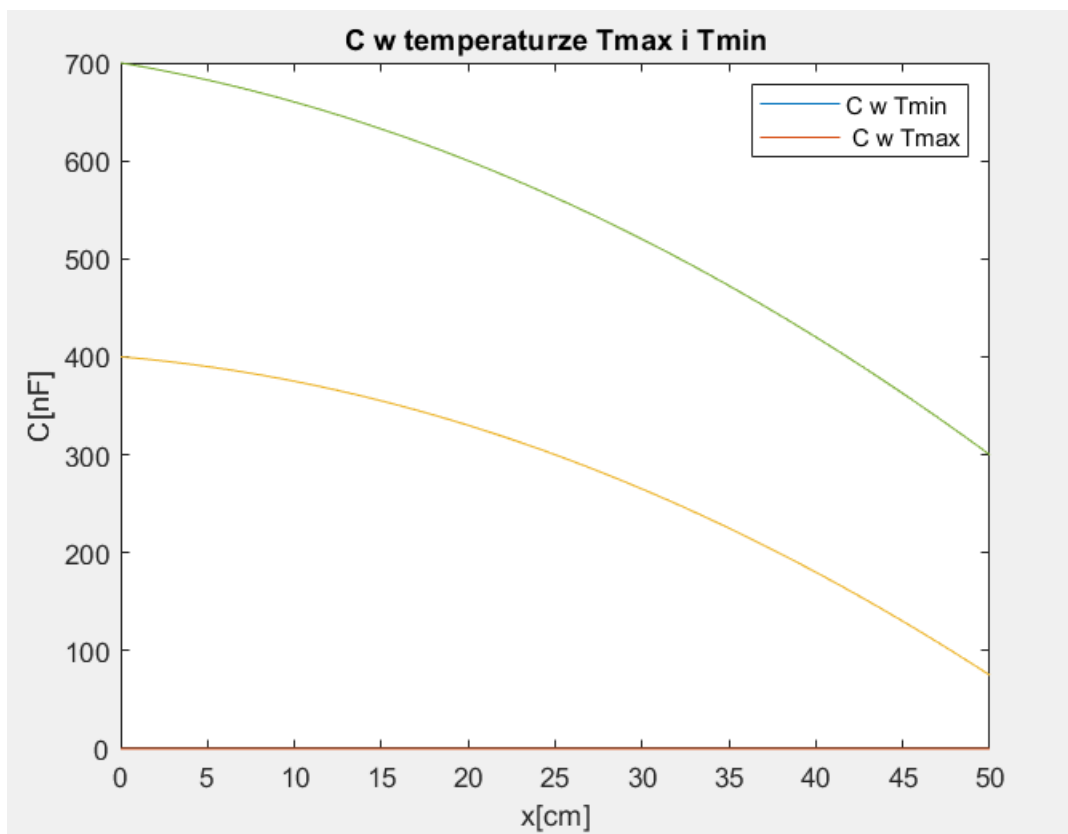
$T=[-202.36, 27.06]$

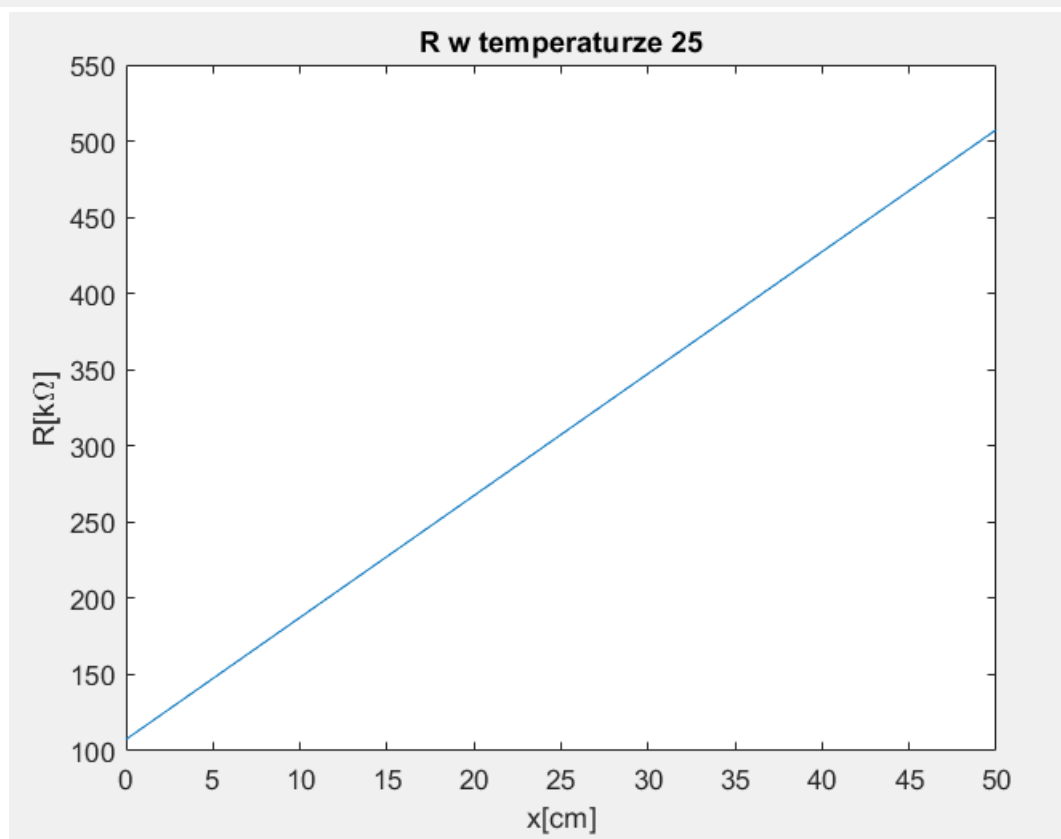
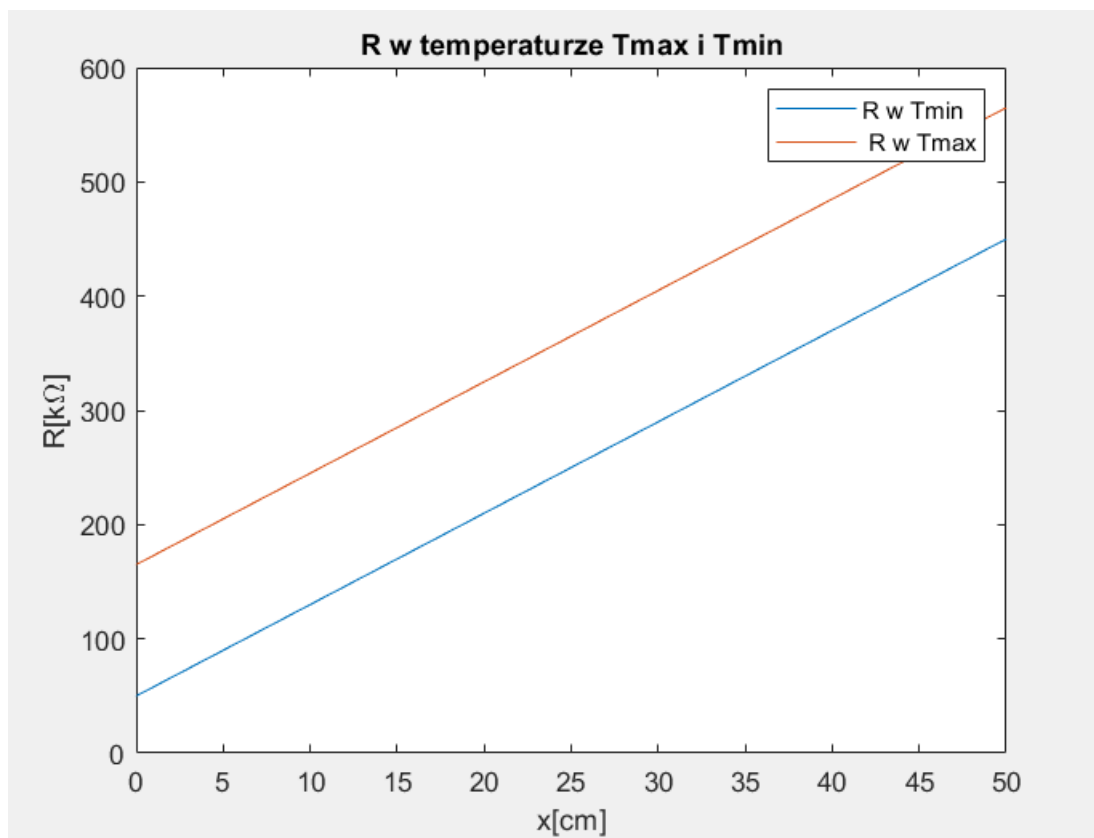
Zatem w zakresie pomiarowym czujnika odpowiedź jest jednoznaczna i wynosi $x = 17.09$, $T = 27.06$

c)

Sporządzić wykresy charakterystyk $R = f_1(x)$ i $C = f_2(x)$ w temperaturze $T_0 = 25^\circ\text{C}$ oraz (na wspólnym rysunku) w temperaturach skrajnych $T_{min} = 0^\circ\text{C}$ i $T_{max} = 50^\circ\text{C}$ w zakresie pomiarowym

$$0 \text{ cm} \leq x \leq 50 \text{ cm}$$





Co można powiedzieć o niepewności pomiarów przesunięcia x tym czujnikiem metodą jednoparametrową?

Dla pomiaru temperatury zależność jest liniowa, więc niepewności są takie same na całym zakresie pomiaru. Dla pomiaru pojemności większe niepewność jest w górnym zakresie pomiarowym $x \rightarrow$ około 50 cm ponieważ w tym zakresie zakres mierzonych pojemności jest mniejszy.

2.

a) Wartości pewnej funkcji $y = f(x)$, określonej w przedziale $<0; 10>$, zmierzono w 20 równo rozmieszczonych punktach i poddano aproksymacji metodą najmniejszych kwadratów za pomocą wielomianu stopnia 16. Wyniki tej aproksymacji przedstawiono na Rys.1.

W których miejscach dziedziny funkcji błąd aproksymacji jest największy? Czy rozkład punktów pomiarowych wydaje się optymalny? Zaproponuj korzystniejsze rozmieszczenie punktów pomiarowych.

Największy błąd aproksymacji wystąpił na krańcach dziedziny. Zatem rozkład punktów pomiarowych wydaje się nieoptymalny. Bardziej optymalnym rozkładem powinno być rozmieszczenie punktów pomiarowych nieliniowo- więcej tam gdzie błąd jest większy, czyli zagęszczenie punktów na krańcach dziedziny.

b) Następnie, nie zmieniając liczby punktów ani stopnia wielomianu, zagęszczono punkty pomiarowe w pobliżu brzegów dziedziny funkcji, uzyskując wyniki przedstawione na Rys.2.

Czy uzyskane wyniki potwierdzają intuicyjną propozycję?

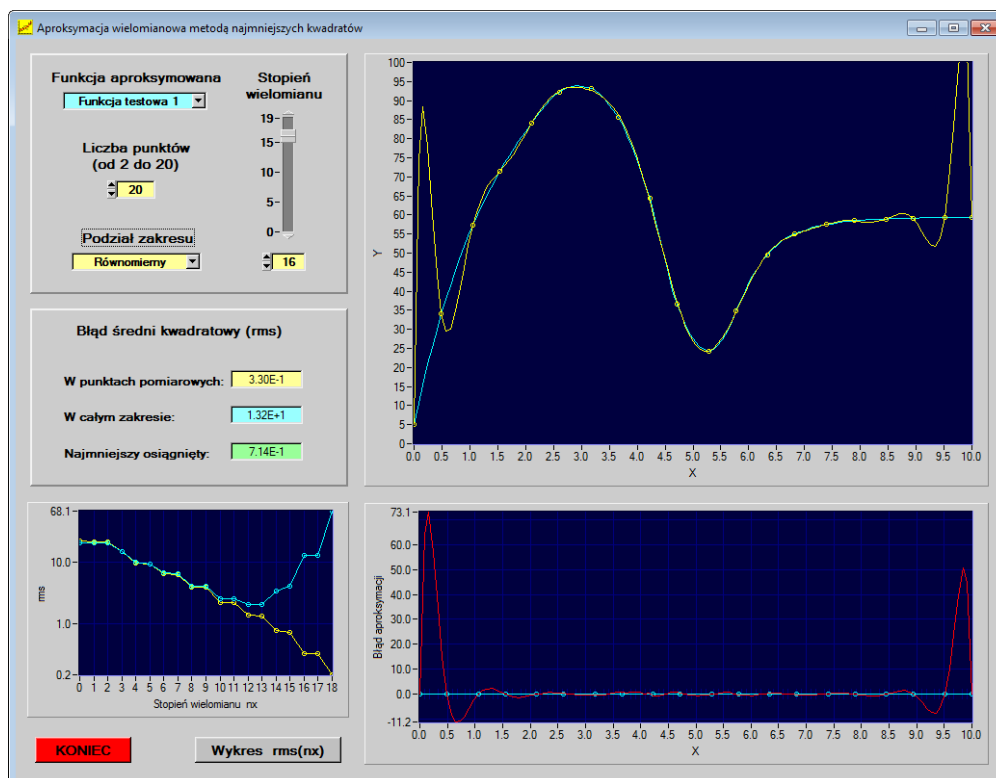
Tak, uzyskane wyniki potwierdzają intuicyjną propozycję.

c) Tę samą funkcję aproksymowano wielomianem stopnia 2, uzyskując wyniki przedstawione na Rys.3.

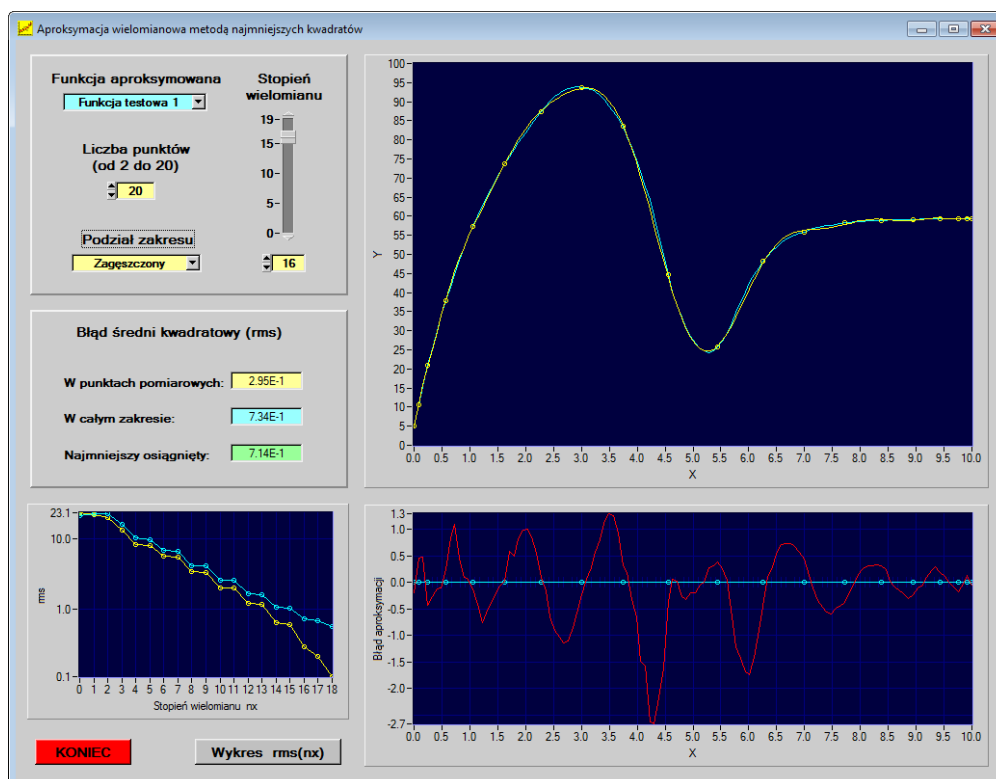
Czy przy tak niskim stopniu wielomianu można było się spodziewać dokładnej aproksymacji? Jak nazywa się taki rodzaj błędu aproksymacji?

Przy tak niskim stopniu wielomianu nie można było się spodziewać dokładnej aproksymacji.

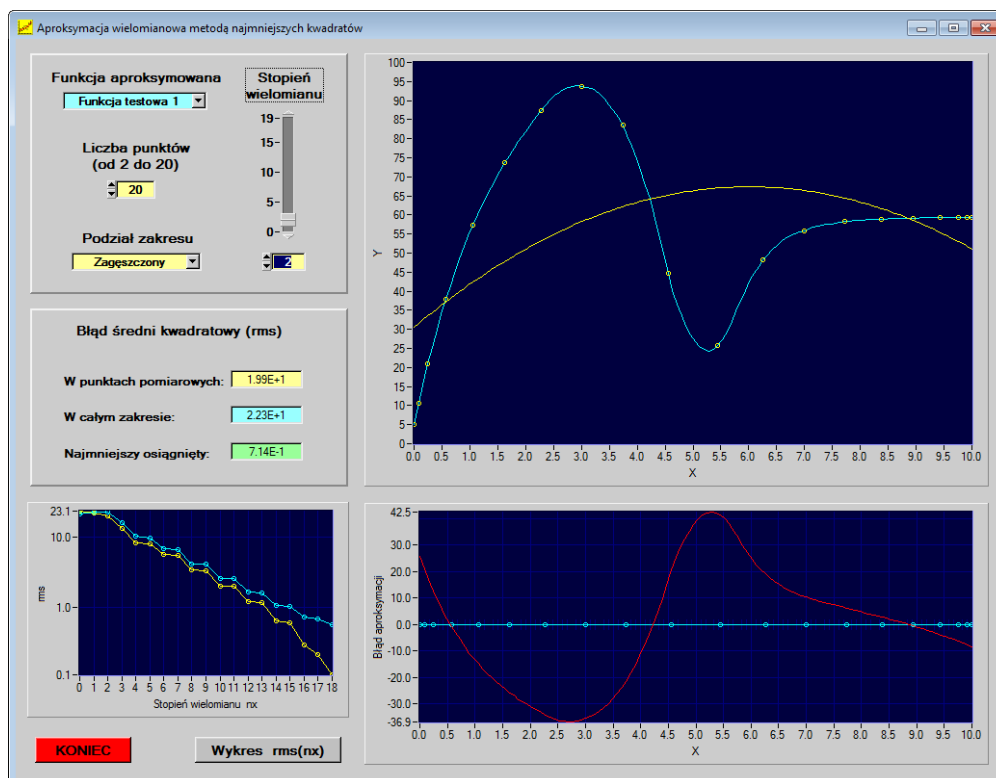
Taki rodzaj błędu aproksymacji nazywa się błędem modelu- \rightarrow klasa funkcji uniemożliwia poprawne odwzorowanie badanej zależności.



Rys.1. Aproksymacja wielomianowa funkcji przy równomiernym rozmieszczeniu punktów pomiarowych.



Rys.2. Aproksymacja wielomianowa funkcji przy zagęszczeniu punktów pomiarowych w pobliżu brzegów jej dziedziny.



Rys.3. Aproksymacja funkcji o skomplikowanym kształcie (dwa ekstrema) wielomianem niskiego stopnia.