

Dobrze w regulacji w przypadku większej liczby sygnałów sterujących niż wyjściowych.

Jakub Ostrysz, Bednarz Rafał, Stankevich Stanislau

28 stycznia 2022

Dobrze w regulacji w przypadku większej liczby sygnałów sterujących niż wyjściowych.

Jakub Ostrysz,
Bednarz Rafał,
Stankevich
Stanislau

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Spis treści

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Dobrą próbą regulacji w przypadku większej liczby sygnałów sterujących nie do wyliczeniowych.

Jakub Ostrysz,
Bednarz Rafał,
Stankevich
Stanislau

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Spis treści

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Dobrą rolę w regulacji w przypadku większej liczby sygnałów sterujących niemożliwą do wyrażenia.

Jakub Ostrysz,
Bednarz Rafał,
Stankevich
Stanislau

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Wprowadzenie

Dobry przykład regulacji w przypadku większej liczby sygnałów sterujących niemożliwy do wyliczenia.

Jakub Ostrowski,
Bednarz Rafał,
Stankevich
Stanisław

Regulacja wielowymiarowa to proces regulacji, w którym regulowanych jest równocześnie wiele wielkości występujących w jednym obiekcie zależnych od wielu wartości sterujących.

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Wprowadzenie

Dobrze pŹtli
regulacji w
przypadku
wiŹkszej liczby
sygnałŹw
sterujcych ni do
wyŹŹciowych.

Jakub Ostrysz,
Bednarz Rafał,
Stankevich
Stanislau

Rozwaane algorytmy w regulacji wielowymiarowej:

- ▶ PID
- ▶ DMC
- ▶ GPC

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Spis treści

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Dobrą rolę regulacji w przypadku większej liczby sygnałów sterujących nie do wyliczających.

Jakub Ostrowski,
Bednarz Rafał,
Stankevich
Stanisław

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Wielowymiarowy PID

Dobrze pŁtli regulacji w przypadku wiŁkszej liczby sygnaŁw sterujcych ni do wyjŁciowych.

Jakub Ostrysz,
Bednarz RafaŁ,
Stankevich
Stanisław

Schemat projektowania wielowymiarowego algorytmu PID:

- ▶ Wyznaczenie odpowiedzi skokowych wszystkich torw
- ▶ Przyporządkowanie najbardziej znaczcym sygnaŁw sterujcych do wyjŁ
- ▶ Strojenie poszczegŁnych regulatorw

Niektre sygnaŁy sterujce nie bŁd miaŁy wpŁywu na sygnaŁy wyjŁciowe.

Wprowadzenie

PID

DMC

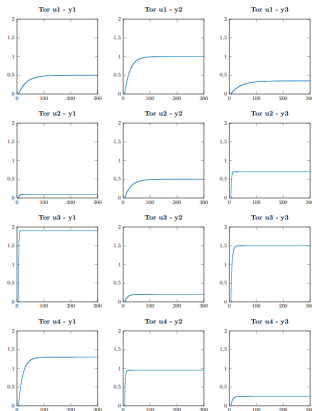
GPC

Wnioski

Bibliografia

Wielowymiarowy PID

Wyznaczenie odpowiedzi skokowych dla wszystkich torów procesu:



Rysunek: Odpowiedzi poszczególnych torów dla skoku jednostkowego

Dobrze pŹtli
regulacji w
przypadku
wiŹkszej liczby
sygnałŹw
sterujcych ni do
wyjŹciowych.

Jakub Ostrowski,
Bednarz Rafał,
Stankevich
Stanislau

Wprowadzenie

PID

DMC

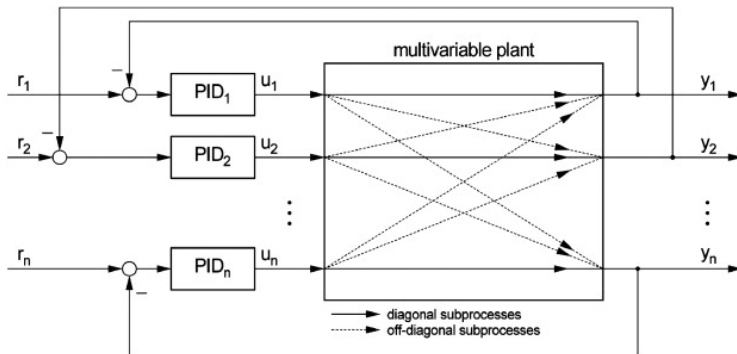
GPC

Wnioski

Bibliografia

Wielowymiarowy PID

Określenie pętli regulacji:



Rysunek: Schemat układu regulacji

Dobrą pętlą regulacji w przypadku większej liczby sygnałów sterujących niż do wyjściowych.

Jakub Ostrysz,
Bednarz Rafał,
Stankevich
Stanisław

Wprowadzenie

PID

DMC

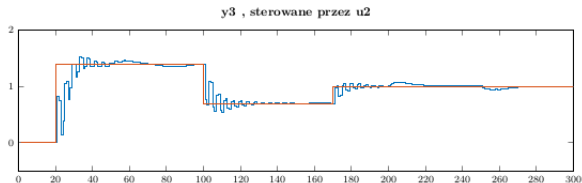
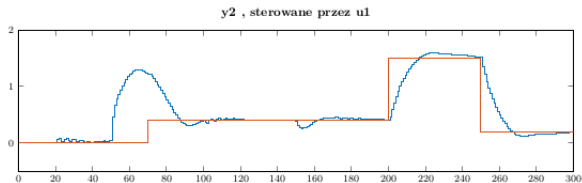
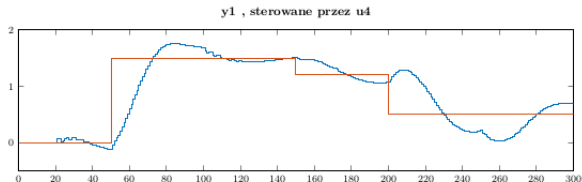
GPC

Wnioski

Bibliografia

Wielowymiarowy PID

Wyniki działania:



Dobrą jakość regulacji w przypadku większej liczby sygnałów sterujących niemożliwe do osiągnięcia.

Jakub Ostrysz,
Bednarz Rafał,
Stankevich
Stanisław

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Spis treści

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Dobrą rolę regulacji w przypadku większej liczby sygnałów sterujących nie do wyliczenia.

Jakub Ostrysz,
Bednarz Rafał,
Stankevich
Stanislau

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Wielowymiarowy DMC

Projekt pŹtli regulacji z zastosowaniem wielowymiarowego algorytmu DMC:

- ▶ Wyznaczenie wielowymiarowej odpowiedzi skokowej
- ▶ Model w postaci odpowiedzi skokowej
- ▶ Rozwizanie problemu optymalizacji
- ▶ Wyznaczenie wektora optymalnych przyrostw sterowa

Wszystkie sygnaŹy sterujce wpŹywaj na sygnaŹy wyjŹciowe.

Dobr pŹtli regulacji w przypadku wiŹkszej liczby sygnaŹw sterujcych ni do wyjŹciowych.

Jakub Ostrysz,
Bednarz RafaŹ,
Stankevich
Stanislau

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Wielowymiarowy DMC

Dobrze pŹtli regulacji w przypadku wiŹkszej liczby sygnałw sterujcych ni do wyjŹciowych.

Jakub Ostrysz,
Bednarz Rafał,
Stankevich
Stanislau

Wyznaczenie wielowymiarowej odpowiedzi skokowej:

$$\mathbf{S}_l = \begin{bmatrix} s_l^{11} & s_l^{12} & s_l^{13} & \dots & s_l^{1n_u} \\ s_l^{21} & s_l^{22} & s_l^{23} & \dots & s_l^{2n_u} \\ s_l^{31} & s_l^{32} & s_l^{33} & \dots & s_l^{3n_u} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_l^{n_y 1} & s_l^{n_y 2} & s_l^{n_y 3} & \dots & s_l^{n_y n_u} \end{bmatrix}, \quad l = 1, 2, \dots, D.$$

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Wielowymiarowy DMC

Dobrze pŁtli
regulacji w
przypadku
wiŁkszej liczby
sygnaŁw
sterujcych ni do
wyjŁciowych.

Jakub Ostrysz,
Bednarz RafaŁ,
Stankevich
Stanislau

Model w postaci odpowiedzi skokowej:

$$y(k) = y(0) + \sum_{j=1}^k \mathbf{S}_j \Delta u(k-j),$$

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Wielowymiarowy DMC

Dobrze pŹtli
regulacji w
przypadku
wiŹkszej liczby
sygnaliŹw
sterujacych ni do
wyjŹciowych.

Jakub Ostrysz,
Bednarz RafaŹ,
Stankevich
Stanislau

Rozwizanie problemu optymalizacji:

$$\min_{\Delta u(k)} J(k) = \sum_{n=1}^{n_y} \mu_n \sum_{p=1}^N (y_n^{zad}(k) - y^1(k + p(k)))^2 + \sum_{n=1}^{n_u} \lambda_u \sum_{p=0}^{N_u-1} (\Delta u_n(k + p(k)))^2$$

ZalenoŹ opisujca wyjŹcia przewidywane

$$y(k+p|k) = \sum_{j=1}^p \mathbf{S}_j \Delta u(k+p-j|k) + y(k) + \sum_{j=1}^{D-1} (\mathbf{S}_{j+p} - \mathbf{S}_j) \Delta u(k-j),$$

Wprowadzenie

PID

DMC

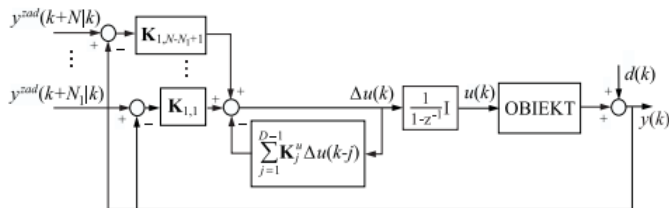
GPC

Wnioski

Bibliografia

Wielowymiarowy DMC

Określenie pętli regulacji:



Rysunek: Schemat układu regulacji

Dobry pętli regulacji w przypadku większej liczby sygnałów sterujących ni do wyjściowych.

Jakub Ostrysz,
Bednarz Rafał,
Stankevich
Stanisław

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Wyniki działania:

Dobr pŹtli
regulacji w
przypadku
wiŹkszej liczby
sygnaŹw
sterujcych ni do
wyjŹciowych.

Jakub Ostrysz,
Bednarz Rafać,
Stankevich
Stanislau

Wprowadzenie

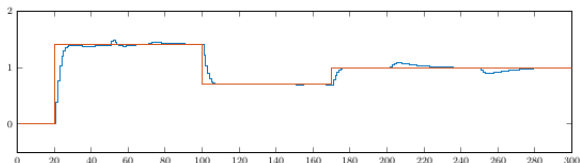
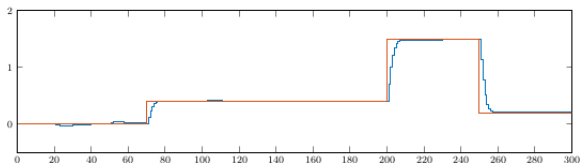
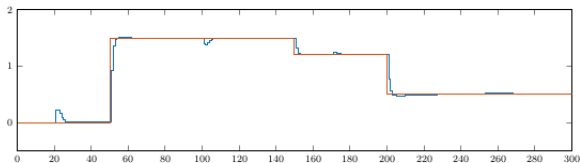
PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia



Spis treści

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Dobrą próbą regulacji w przypadku większej liczby sygnałów sterujących nie do wyliczeniowych.

Jakub Ostrowski,
Bednarz Rafał,
Stankevich
Stanisław

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Wielowymiarowy GPC

Projekt pŹtli regulacji z zastosowaniem wielowymiarowego algorytmu GPC:

- ▶ Wyznaczenie wielowymiarowej odpowiedzi impulsowej
- ▶ Model w postaci odpowiedzi skokowej
- ▶ Rozwizanie problemu optymalizacji
- ▶ Wyznaczenie wektora optymalnych przyrostw sterowa

Wszystkie sygnaŹy sterujce wpŹywaj na sygnaŹy wyjŹciowe.

Dobr pŹtli regulacji w przypadku wiŹkszej liczby sygnaŹw sterujcych ni do wyjŹciowych.

Jakub Ostrysz,
Bednarz RafaŹ,
Stankevich
Stanislau

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Wielowymiarowy GPC

Dobry przykład regulacji w przypadku większej liczby sygnałów sterujących niż do wyjściowych.

Jakub Ostrowski,
Bednarz Rafał,
Stankevich
Stanisław

Wyznaczenie wielowymiarowej odpowiedzi impulsowej:

$$s_k = \sum_{j=0}^k h_j,$$

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Wielowymiarowy GPC

Dobrze! Regulacji w przypadku większej liczby sygnałów sterujących nie do wyliczających.

Jakub Ostrysz,
Bednarz Rafał,
Stankevich
Stanisław

Model w postaci odpowiedzi skokowej:

$$\mathbf{A}(z^{-1})y(k) = \mathbf{B}(z^{-1})u(k-1) + \mathbf{C}(z^{-1})\frac{\varepsilon(k)}{\Delta},$$

gdzie \mathbf{A} , \mathbf{B} i \mathbf{C} s macierzami wielomianowymi

$$\mathbf{A}(z^{-1}) = \mathbf{1} + \mathbf{A}_1 z^{-1} + \mathbf{A}_2 z^{-2} + \dots + \mathbf{A}_{n_A} z^{-n_A},$$

$$\mathbf{B}(z^{-1}) = \mathbf{B}_0 + \mathbf{B}_1 z^{-1} + \mathbf{B}_2 z^{-2} + \dots + \mathbf{B}_{n_B} z^{-n_B},$$

$$\mathbf{C}(z^{-1}) = \mathbf{1} + \mathbf{C}_1 z^{-1} + \mathbf{C}_2 z^{-2} + \dots + \mathbf{C}_{n_C} z^{-n_C},$$

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Wielowymiarowy GPC

Dobrze jest
regulacji w
przypadku
większej liczby
sygnałów
sterujących ni do
wyjściowych.

Jakub Ostrysz,
Bednarz Rafał,
Stankevich
Stanislau

Model w przypadku działania szumów białych:

$$\mathbf{A}(z^{-1})y(k) = \mathbf{B}(z^{-1})u(k-1) + \frac{\varepsilon(k)}{\Delta}.$$

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Wielowymiarowy GPC

Dobrze jest regulacji w przypadku większej liczby sygnałów sterujących niż wyjściowych.

Jakub Ostrowski,
Bednarz Rafał,
Stankevich
Stanisław

Rozwiązanie problemu optymalizacji:

$$\min_{\Delta u(k)} J(k) = \sum_{n=1}^{n_y} \mu_n \sum_{p=1}^N (y_n^{zad}(k) - y^1(k+p(k)))^2 + \sum_{u=1}^{n_u} \lambda_u \sum_{p=0}^{N_u-1} (\Delta u_n(k+p(k)))^2$$

Zastosowanie trajektorii referencyjnej w miejsce trajektorii wartości zadanych

$$y^{ref}(k+p|k) = \gamma y^{ref}(k+p-1|k) + (1-\gamma)y^{zad}(k+p|k), \quad p = 1, \dots, N$$

Wprowadzenie

PID

DMC

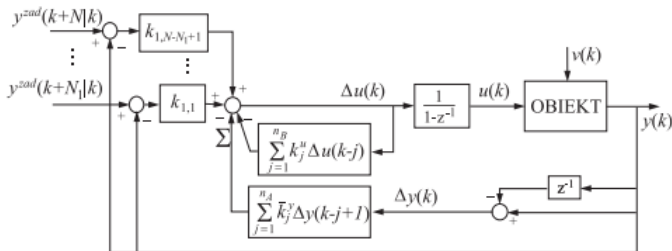
GPC

Wnioski

Bibliografia

Wielowymiarowy GPC

Okrežlenie pŕtli regulacj:



Rysunek: Schemat układu regulacji

Dobr pŹtli
regulacji w
przypadku
wiŹkszej liczby
sygnaŹw
sterujcych ni do
wyŹciowych.

Jakub Ostrysz,
Bednarz Rafaċ,
Stankevich
Stanislau

Wprowadzenie

PID

DMC

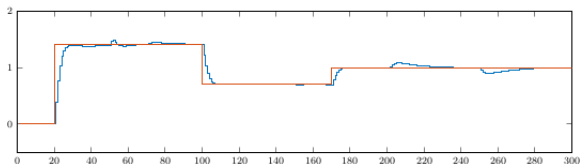
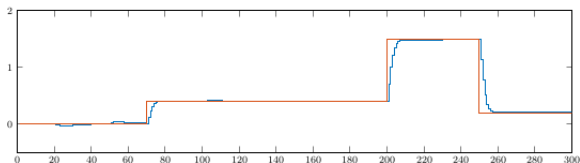
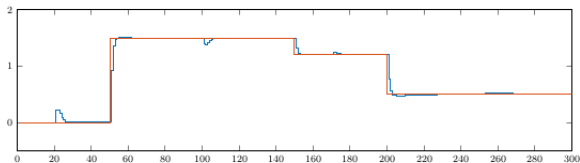
GPC

Wnioski

Bibliografia

Wielowymiarowy GPC

Wyniki działania:



Dobrą jakość regulacji w przypadku większej liczby sygnałów sterujących niemożliwe do wyrażenia.

Jakub Ostrysz,
Bednarz Rafał,
Stankevich
Stanisław

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Spis treści

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Dobrą rolę regulacji w przypadku większej liczby sygnałów sterujących nie do wyliczających.

Jakub Ostrysz,
Bednarz Rafał,
Stankevich
Stanislau

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Ocena działania poszczególnych układów wielowymiarowej regulacji:

- ▶ PID
- ▶ DMC
- ▶ GPC

Dobrze jest
regulacji w
przypadku
większej liczby
sygnałów
sterujących niż do
wymiarów.

Jakub Ostrysz,
Bednarz Rafał,
Stankevich
Stanislau

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Spis treści

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Dobrą próbą regulacji w przypadku większej liczby sygnałów sterujących nie do wyliczających.

Jakub Ostrysz,
Bednarz Rafał,
Stankevich
Stanislau

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia

Bibliografia

- [1] P. Tatjewski. Sterowanie zaawansowane obiektów przemysłowych Struktury i algorytmy. 2016
- [2] R. Dittmar, S.Gill, H. Singh, M.Darby. Robust optimization-based multi-loop PID controller tuning: A new tool and its industrial application. 2011

Dobrze pżtli
regulacji w
przypadku
wiŹkszej liczby
sygnałów
sterujcych ni do
wyŹciowych.

Jakub Ostrysz,
Bednarz Rafał,
Stankevich
Stanislau

Wprowadzenie

PID

DMC

GPC

Wnioski

Bibliografia