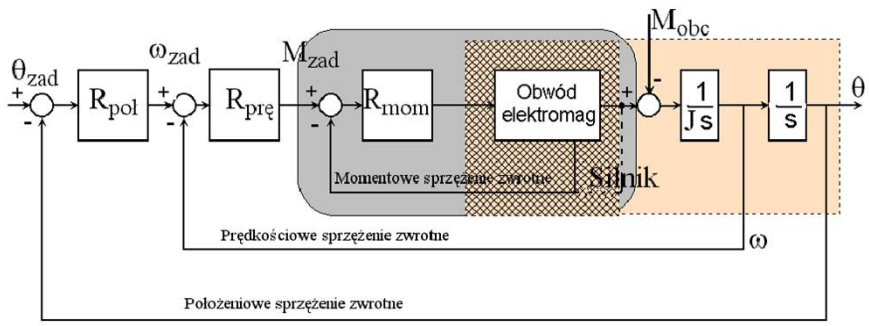
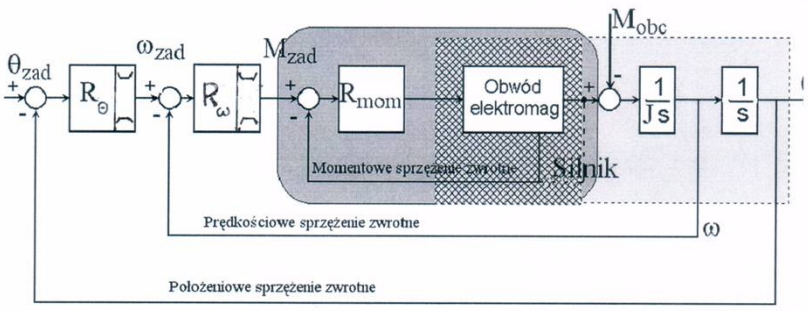
Regulacja prędkości - *materiały pomocnicze*

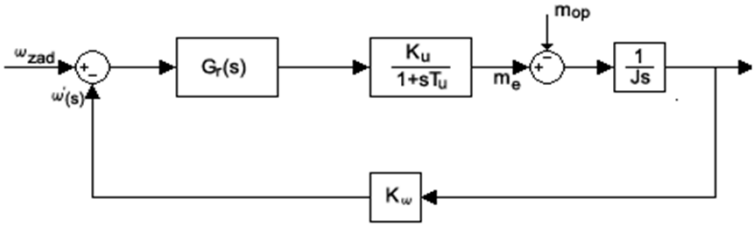


Schemat blokowy układu regulacji położenia o strukturze kaskadowej

Schemat blokowy układu regulacji położenia o strukturze kaskadowej



Dobór regulatora prędkości wg kryterium modułu

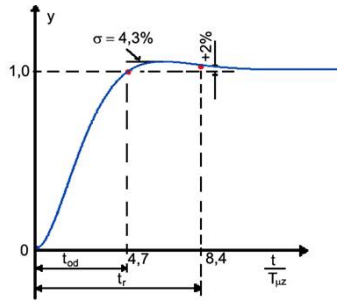


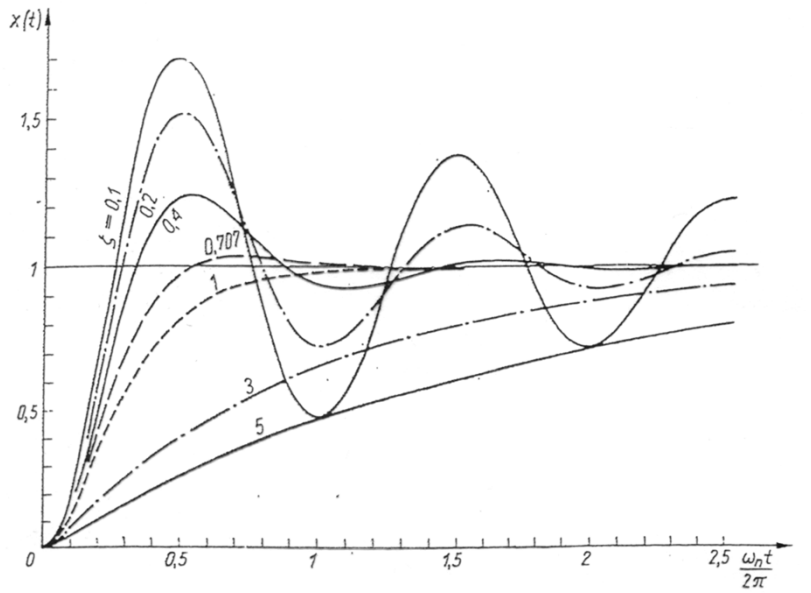
Schemat blokowy obwodu regulacji prędkości kątowej

$$K_P = \frac{J}{2T_\mu \, k_\omega \, k_\mu}$$

Regulator typu P

$$G_{\omega z}(s) = \frac{1/k_\omega}{2T_\mu^2 s^2 + 2T_\mu \, s + 1}$$

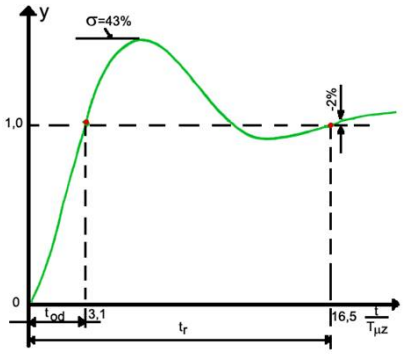




Rys. Przebieg odpowiedzi skokowej układu II rzędu dla różnych wartości współczynnika tłumienia ξ

Dobór regulatora prędkości wg kryterium symetrii

Regulator typu PI

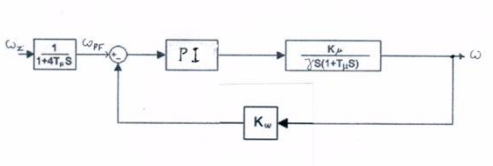


$$K_P = \frac{J}{2T_\mu\, k_\omega\, k_\mu}$$

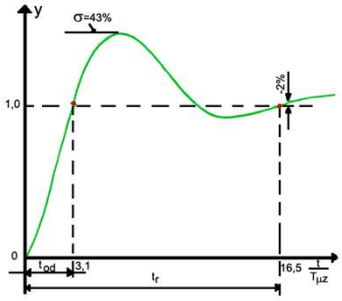
$$T_I = 4\,T_\mu$$

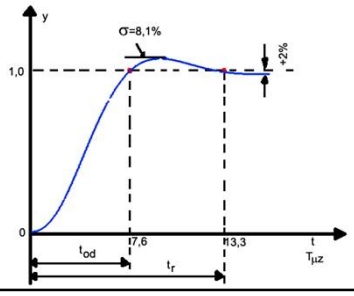
$$G_{\omega z}(s) = \frac{\frac{1}{k_\omega}\left(1 + 4T_\mu\, s\right)}{8T_\mu^3 s^3 + 8T_\mu^2 s^2 + 4T_\mu\, s + 1}$$

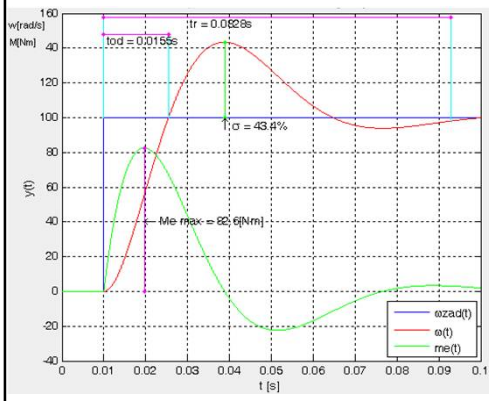
Dobór regulatora prędkości wg kryterium symetrii regulator z prefiltrem

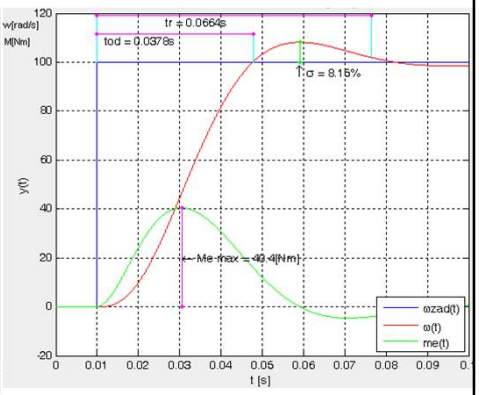


$$G_{\omega z}(s) = \frac{1/k_\omega}{8T_\mu^3 s^3 + 8T_\mu^2 s^2 + 4T_\mu\, s + 1}$$



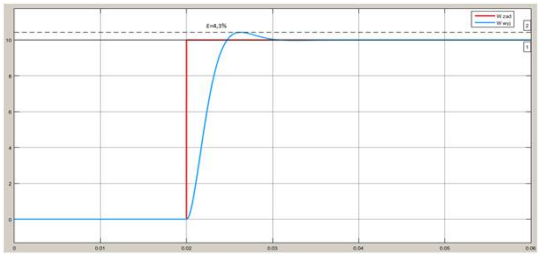




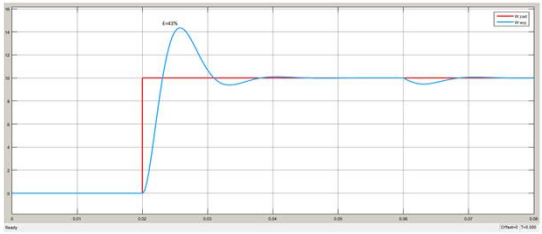


Odpowiedź na zmianę skokową prędkości zadanej dla regulatora prędkości dobranego wg kryterium symetrii; bez i z filtrem wejściowym (prefiltrem)

Porównanie odpowiedzi skokowej regulatora prędkości typu P i PI

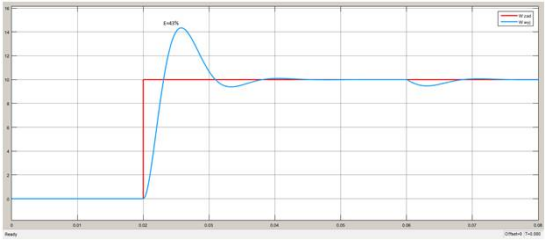


Odpowiedź regulatora prędkości typu P (kr. modułu) na skok 10 rad/s

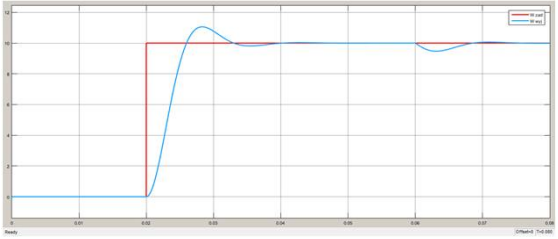


Odpowiedź regulatora prędkości typu PI (kr. symetrii) na skok 10 rad/s.

Wpływ „prefiltru” na odpowiedź skokową regulatora prędkości typu PI

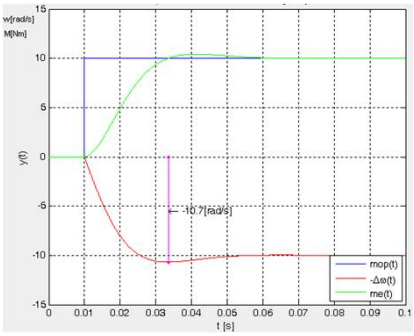


Odpowiedź regulatora prędkości typu PI na skok 10 rad/s.

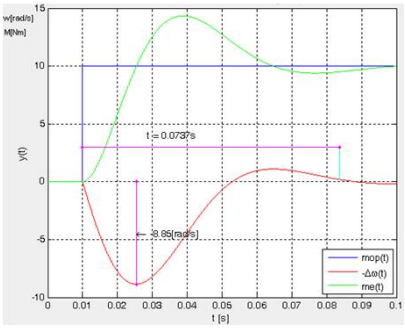


Odpowiedź regulatora PI + prefiltr na skok 10 rad/s, (przeregulowanie 10,5%)

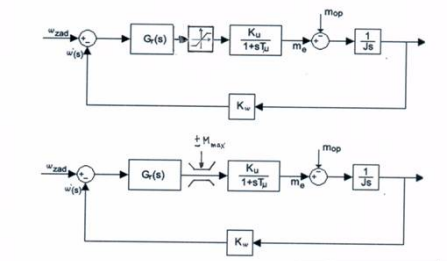
Odpowiedź na zmianę skokową momentu oporowego dla regulatora prędkości dobranego wg kryterium modułu.

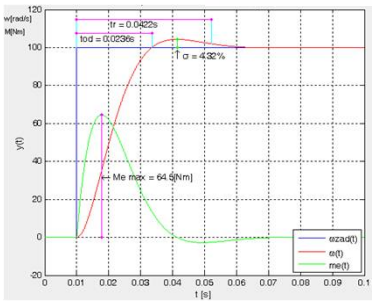


Odpowiedź na zmianę skokową momentu dla regulatora prędkości dobranego wg kryterium symetrycznego;

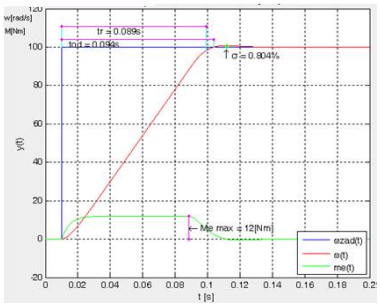


Wpływ ograniczenia sygnału wyjściowego regulatora prędkości na odpowiedź skokową regulatora prędkości typu P



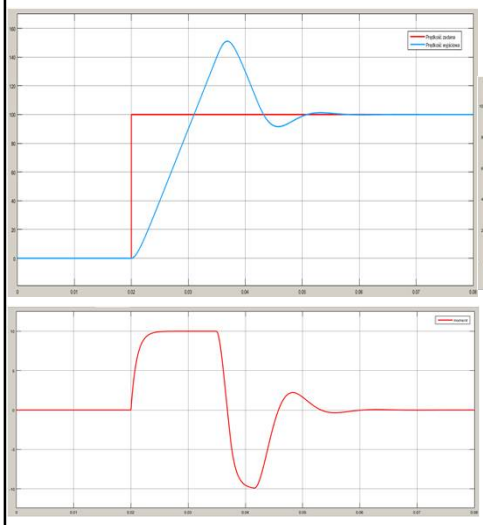


Odpowiedź bez ograniczenia

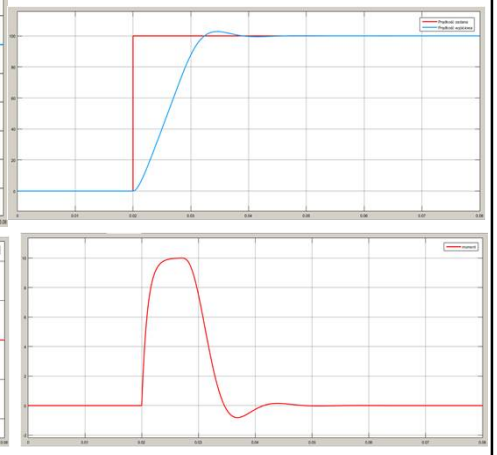


Odpowiedź z ograniczeniem

Ilustracja zjawiska windup

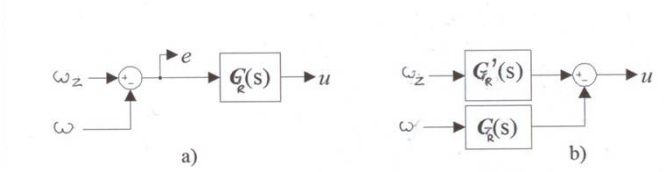


Przebieg prędkości ω, ω_{zad} i momentu silnika m_e w obecności zjawiska windup.

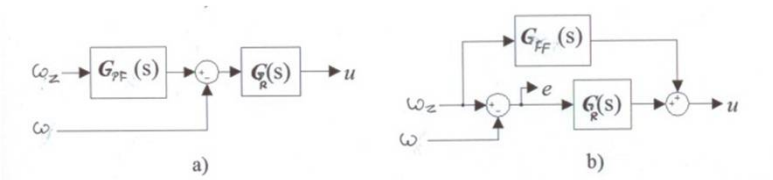


Przebieg prędkości ω, ω_{zad} i momentu silnika m_e z układem anty-windup.

Struktury regulatorów prędkości typu 2DOF

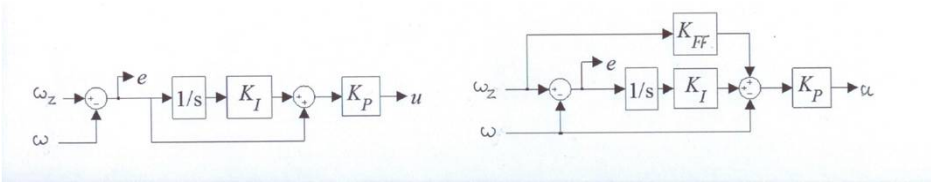


Schematy blokowe regulatorów liniowych o działaniu ciągłym: a) standardowa, z sumatorem na wejściu, b) teoretyczna regulatora o dwóch stopniach swobody



Struktury regulatorów: a) z pre-filtrem w torze wartości zadanej, b) ze sprzężeniem w przód (*feed forward*)

Struktury regulatorów prędkości



a) b)

Schematy blokowe regulatorów liniowych o działaniu ciągłym:
a) konwencjonalnego regulatora PI, b) regulatora PI+ .

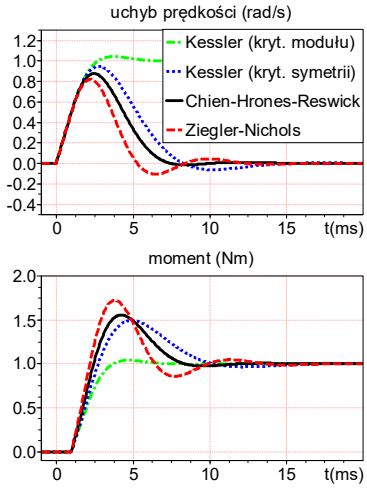
$$G_R(s) = K_P \cdot \left(1 + \frac{1}{sT_I}\right)$$

$$G_R(s) = K_P \cdot \left(1 + \frac{K_I}{s}\right)$$

$$G_R(s) = K_P \cdot \left(K_{FF} + \frac{1}{sT_I}\right) = K_P \cdot \left(K_{FF} + \frac{K_I}{s}\right)$$

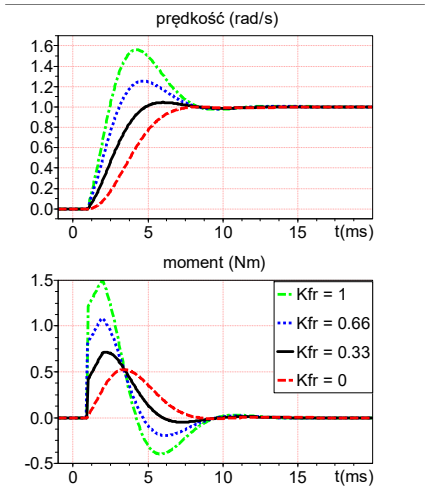
$$G_{PF}(s) = \frac{sK_{FF} + K_I}{s + K_I} = \frac{1 + sT_I K_{FF}}{1 + sT_I}$$

Układ regulacji prędkości charakterystyki zakłóceniowe



Wpływ nastaw regulatora PI na charakterystyki zakłóceniowe układu regulacji prędkości
uchyb prędkości i moment silnika po skokowej zmianie obciążenia o 1Nm.

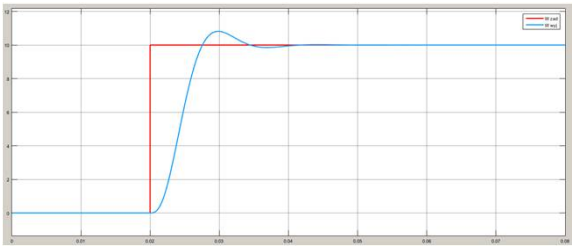
Układ regulacji prędkości charakterystyki wymuszeniowe – regulator PI+



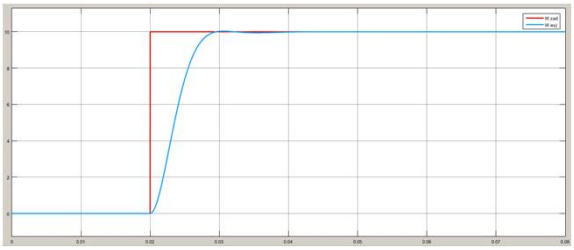
$K_{FF} = K_{fr}$

Wpływ współczynnika K_{FF} (K_{fr}) właściwości układu z regulatorem PI+ (K_P =1.2Nm/rad/s, T_I = 4ms) przy zmianach prędkości zadanej :
prędkość i moment silnika po skokowej zmianie prędkości zadanej o 1rad/s

Odpowiedzi skokowe regulatora prędkości typu PI+



Odpowiedź regulatora PI+ na skok 10 rad/s, K_{FF}=0, (przeregulowanie 8,1%)



Odpowiedź regulatora PI+ na skok 10 rad/s, K_{FF}=0,3