4. PRZEKSZTAŁCENIA SCHEMATÓW BLOKOWYCH

Każdy z wyżej wymienionych modeli matematycznych można przedstawić jako blok, czyli „czarną skrzynkę" z jednym wejściem i jednym wyjściem. W przypadku złożonych systemów zestawy tych bloków tworzą skomplikowane struktury, dlatego do ich uproszczenia stosuje się odpowiednie przekształcenia.

W praktyce stosuje się następujące połączenia bloków:

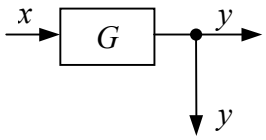
a) Połączenie szeregowe $G(s) = \prod_{i=1}^{n} G_i(s)$

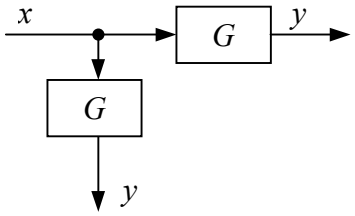
b) Połączenie równoległe $G(s) = \sum_{i=1}^{n} G_i(s)$

c) Połączenie ze sprzężeniem zwrotnym $G(s) = \dfrac{G_0(s)}{1 \pm G_0(s)H(s)}$

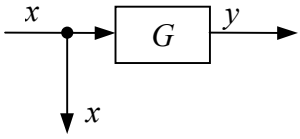
Na rysunku 4.1. przedstawiono podstawowe przekształcenia:

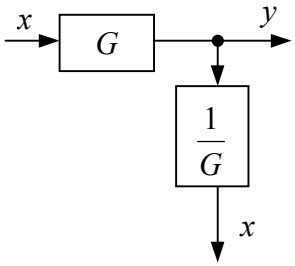
a) przesunięcie węzłów zaczepowych przed blok



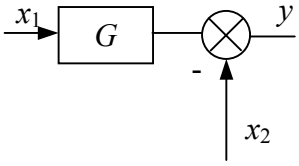


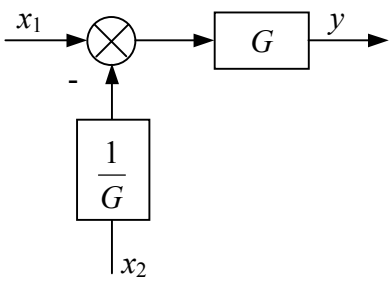
b) przesunięcie węzłów zaczepowych za blok



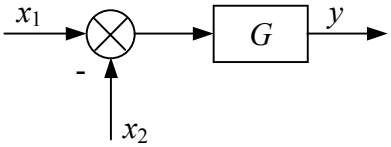


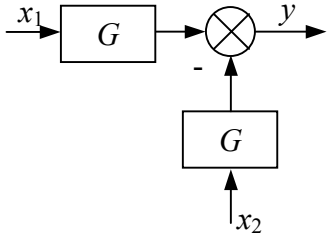
c) przesunięcie węzłów sumujących przed blok



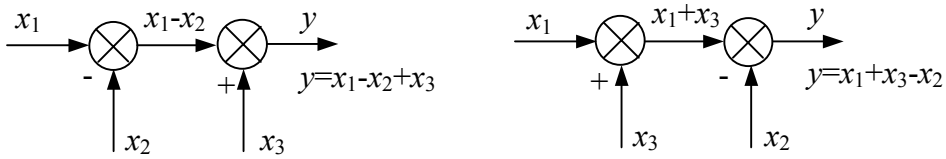


d) przesunięcie węzłów sumujących za blok

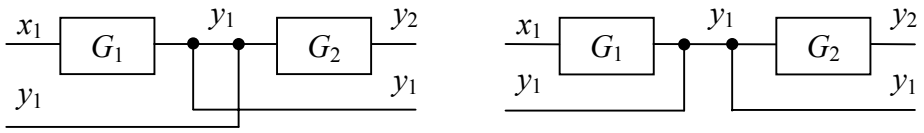




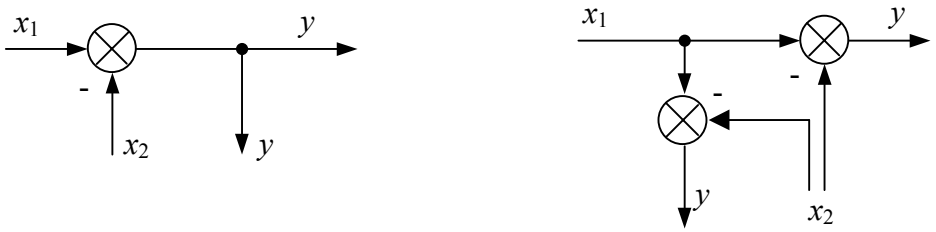
e) zmiana położenia węzłów sumujących



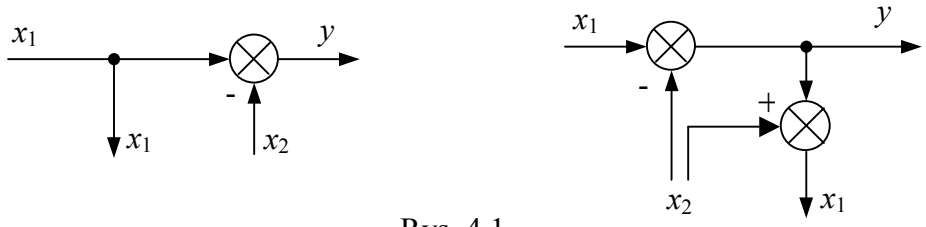
f) zmiana położenia węzłów zaczepowych



g) przesunięcie węzła zaczepowego przed węzeł sumujący



h) przesunięcie węzła sumującego przed węzeł zaczepowy



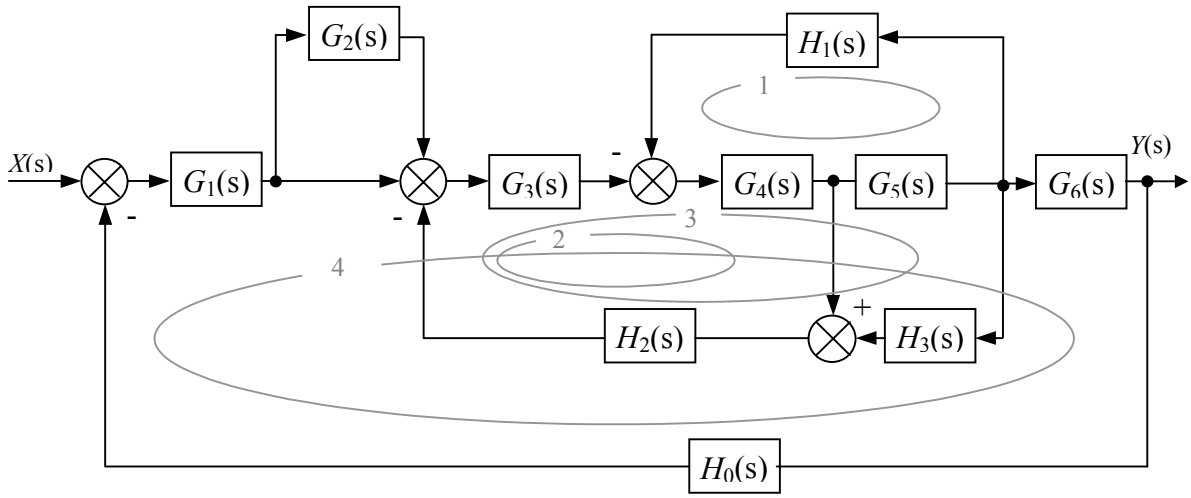
Rys. 4.1

W układzie gdzie łatwo wyznaczyć tor główny można stosować mnemotechniczną metodę oczkową. Jeżeli mamy *n* torów sprzężeń zwrotnych to

$$G(s)=\frac{Transmitancja\ toru\ otwartego}{1+\sum_{1}^{n} Transmitancji\ zamknietych\ oczek}$$

Oczka należy brać takie aby był ten sam kierunek przepływu sygnałów.
Ustalenie znaku w mianowniku: obchodząc oczko będziemy mieli parzystą ilość węzłów sumacyjnych (odwzorowujących znak) z ujemnym sprzężeniem zwrotnym to iloczyn transmitancji dla danego oczka ma znak „ - ”, a przy nieparzystej ilości węzłów ma znak „+”.

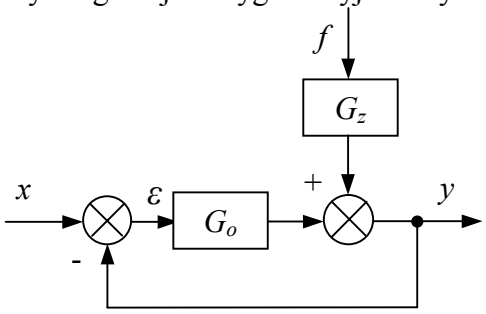
Przykład 4.1
Wyznaczyć transmitancję wypadkową układu z rysunku 4.2.



Rys. 4.2

$$G(s)=\frac{G_1(1+G_2)G_3G_4G_5G_6}{1+\underbrace{G_4G_5H_1}_{oczko\ 1}+\underbrace{G_3G_4H_2}_{oczko\ 2}+\underbrace{G_3G_4G_5H_2H_3}_{oczko\ 3}+\underbrace{G_1(1+G_2)G_3G_4G_5G_6H_0}_{oczko\ 4}}$$

Przykład 4.2
Wyznaczyć transmitancję: układu otwartego, układu otwartego w funkcji wymuszenia $f=f(y)$, układu zamkniętego, układu zamkniętego w funkcji wymuszenia $f=f(y)$ oraz układu zamkniętego przyjmując uchyb regulacji za sygnał wyjściowy.



Rys. 4.3

$$y=\frac{G_o}{1+G_o}x+\frac{G_z}{1+G_o}f$$

Transmitancje:
a) układu otwartego

$$\left.\frac{y}{\varepsilon}\right|_{f=0}=G_o$$

b) układu zamkniętego

$$\left.\frac{y}{x}\right|_{f=0} = \frac{G_o}{1+G_o}$$

c) uchybowa

$$\left.\frac{\varepsilon}{x}\right|_{f=0} = \frac{1}{1+G_o}$$

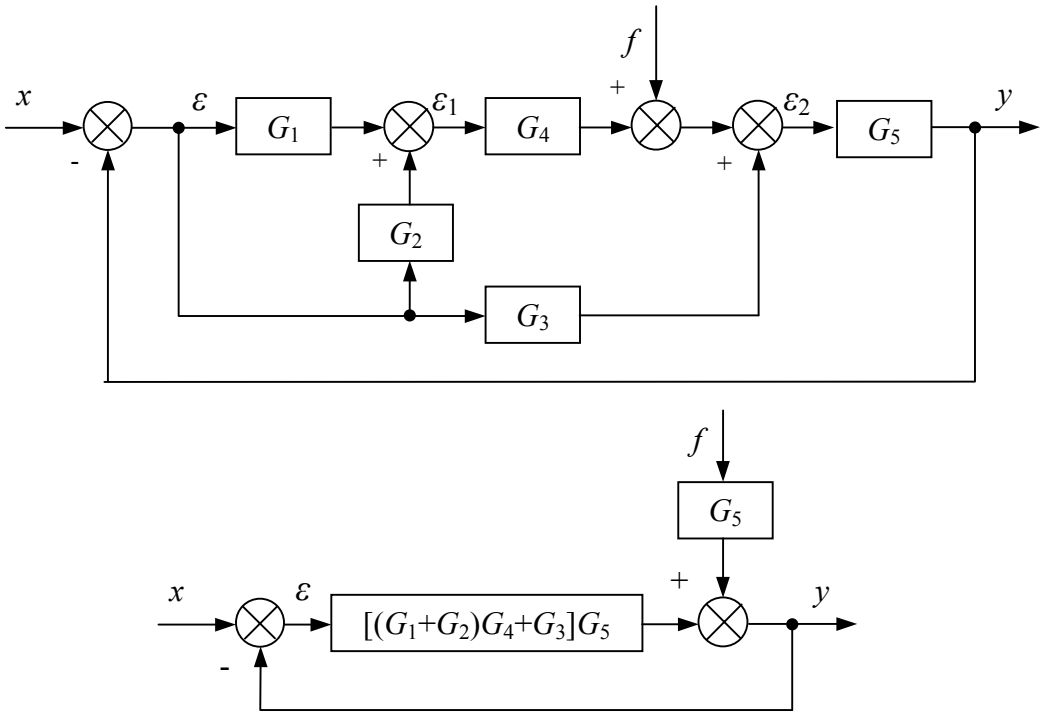
d) zakłóceniowa

$$\left.\frac{y}{f}\right|_{x=0} = \frac{G_z}{1+G_o}$$

e) układu otwartego dla zakłócenia *f*.

$$\frac{f}{y} = G_z$$

Przykład 4.3.
Wyznaczyć transmitancję układu otwartego, układu otwartego w funkcji wymuszenia *f=f*(*y*), układu zamkniętego, układu zamkniętego w funkcji wymuszenia *f=f*(*y*) oraz układu zamkniętego przyjmując uchyb regulacji za sygnał wyjściowy.



Rys. 4.4

Transmitancje mają postać:

a) układu otwartego

$$G_O(s) = [(G_1 + G_2)G_4 + G_3]G_5$$

b) układu otwartego w funkcji wymuszenia *f=f*(*y*)

$$G_{Of}(s) = G_5$$

c) układu zamkniętego

$$G_z(s) = \frac{G_O(s)}{1 + G_O(s)}$$

d) układu zamkniętego w funkcji wymuszenia *f=f(y)*

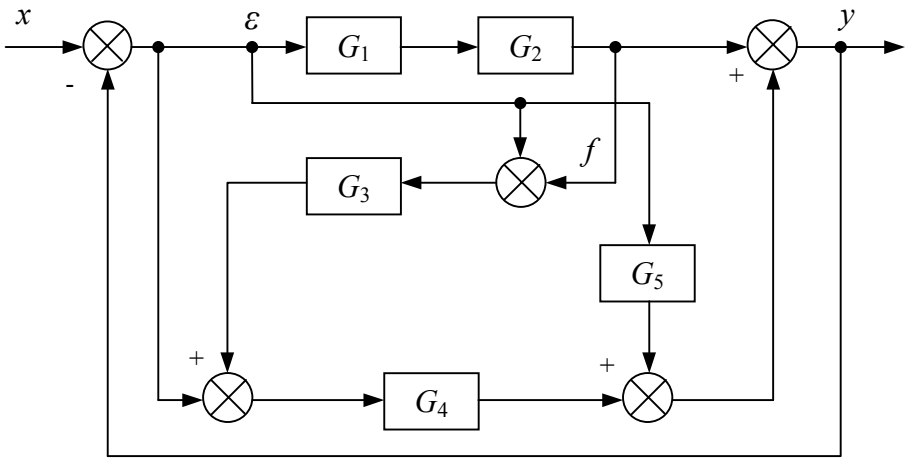
$$G_{zf}(s) = \frac{G_5}{1 + G_O(s)}$$

e) układu zamkniętego przyjmując uchyb regulacji za sygnał wyjściowy (transmitancja uchybowa)

$$G_{z\varepsilon}(s) = \frac{1}{1 + G_O(s)}$$

Przykład 4.4

Wyznaczyć transmitancję: układu otwartego, układu otwartego w funkcji wymuszenia *f=f(y)*, układu zamkniętego, układu zamkniętego w funkcji wymuszenia *f=f(y)* oraz układu zamkniętego przyjmując uchyb regulacji za sygnał wyjściowy.



Rys. 4.5

Transmitancje mają postać:

a) układu otwartego

$$G_O(s) = G_1G_2 + [1 + G_1G_2G_3]G_4 + G_5$$

b) układu otwartego w funkcji wymuszenia *f=f(y)*

$$G_{Of}(s) = G_3G_4$$

c) układu zamkniętego

$$G(s) = \frac{G_O(s)}{1 + G_O(s)}$$

d) układu zamkniętego w funkcji wymuszenia *f=f(y)*

$$G_f(s) = \frac{G_3G_4}{1 + G_O(s)}$$

e) układu zamkniętego przyjmując uchyb regulacji za sygnał wyjściowy (transmitancja uchybowa)

$$G_\varepsilon(s) = \frac{1}{1 + G_O(s)}$$