



Wprowadzenie do mechatroniki

Elementy algebry bloków

dr inż. Roland PAWLICZEK

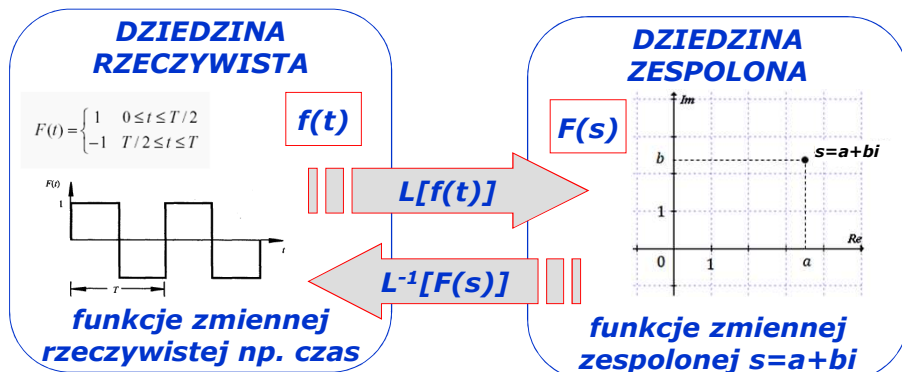
1

Przekształcenie Laplace'a

Przekształcenie przeprowadzające pewną funkcję $f(t)$ (tzw. **oryginał**), w funkcję zmiennej zespolonej $f(s)$ (tzw. **obraz**), przy czym

$$L[f(t)] = f(s) = \int_0^{\infty} f(t)e^{-st} dt$$

gdzie: $s \in \mathbf{C}$; \mathbf{C} - zbiór liczb zespolonych, s - liczba zespolona, t - czas.



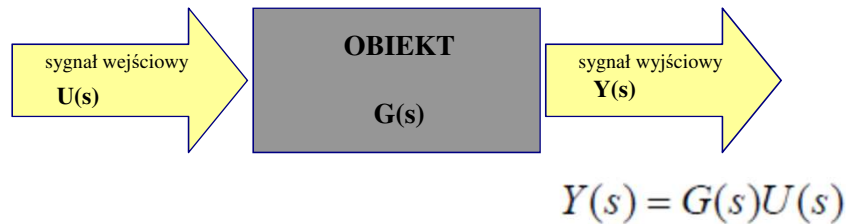
2

Transmitancja

Funkcję przetwarzającą sygnał wejściowy na wyjściowy (transmitancja obiektu) można określić jako:

$$G(s) = \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_1 s + b_0}{s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0}$$

Def. Transmitancja operatorowa $G(s)$ (*funkcja przejścia, przepustowość*) to stosunek transformaty sygnału wyjściowego do transformaty sygnału wejściowego przy zerowych warunkach początkowych równania różniczkowego



3

Transmitancja

$$T \frac{dy}{dt} + y = u$$

$$TsY(s) + Y(s) = U(s)$$

$$Y(s) \cdot (Ts + 1) = U(s)$$

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1}{Ts + 1}$$

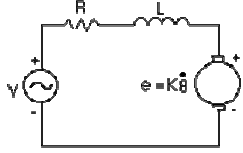
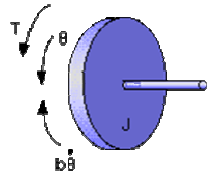
Transmitancja ma postać ułamka:

$$G(s) = \frac{L(s)}{M(s)} = \frac{[\text{Numerator}]}{[\text{Denominator}]}$$

4

Transmitancja

Model fizyczny silnika prądu stałego i równania układu

Model układu elektrycznego	Model układu mechanicznego
	
$L \frac{di}{dt} + Ri = V - K \frac{d\theta}{dt}$	$J \frac{d^2\theta}{dt^2} + b \frac{d\theta}{dt} = Ki$

*J- moment bezwładności wirnika; b- współczynnik tłumienia układu mechanicznego;
K- stała silnika; R- opór elektryczny; L- indukcyjność; V- napięcie źródła (wejście)
 θ - kat obrotu wałka silnika (wyjście); założono, że stojan i wirnik są ciałami sztywnymi*

transmitancja układu:

$$\frac{\theta(s)}{V(s)} = \frac{K}{(Js + b)(Ls + R) + K^2}$$

5

LabVIEW: Model transmitancyjny

Obiekty proste: SISO

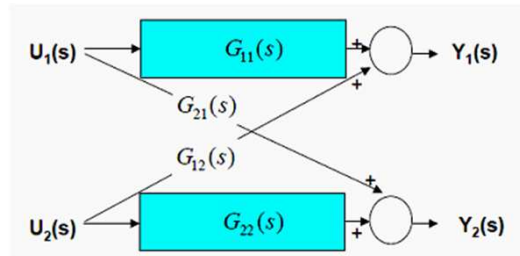
$U(s) \rightarrow \boxed{G(s)} \rightarrow Y(s) \quad Y(s) = G(s)U(s)$

$U(s) \rightarrow \begin{cases} \boxed{G_1(s)} \rightarrow Y_1(s) \\ \boxed{G_2(s)} \rightarrow Y_2(s) \end{cases} \quad \begin{aligned} Y_1(s) &= G_1(s)U(s) \\ Y_2(s) &= G_2(s)U(s) \end{aligned}$

6

LabVIEW: Model transmitancyjny

Obiekty złożone: MIMO



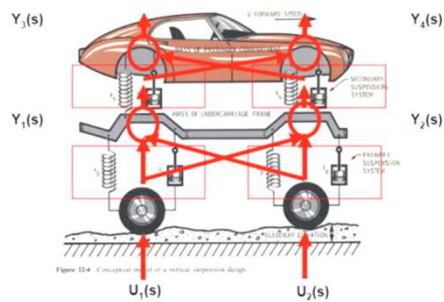
$$Y_1(s) = G_{11}(s)U_1(s) + G_{12}(s)U_2(s)$$

$$Y_2(s) = G_{21}(s)U_1(s) + G_{22}(s)U_2(s)$$

7

LabVIEW: Model transmitancyjny

Obiekty złożone: MIMO



$$U(s) = \begin{bmatrix} U_1(s) \\ U_2(s) \\ \dots \\ U_p(s) \end{bmatrix}$$

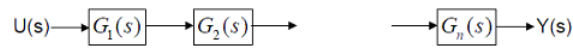
$$Y(s) = \begin{bmatrix} Y_1(s) \\ Y_2(s) \\ \dots \\ Y_q(s) \end{bmatrix}$$

$$G(s) = \begin{bmatrix} G_{11}(s) & G_{12}(s) & \dots & G_{1p}(s) \\ G_{21}(s) & G_{22}(s) & \dots & G_{2p}(s) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ G_{q1}(s) & G_{q2}(s) & \dots & G_{q1p}(s) \end{bmatrix}$$

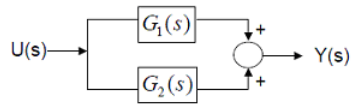
8

LabVIEW: łączenie obiektów

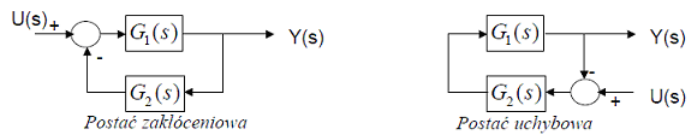
Szeregowe



Równoległe



Ze sprzężeniem zwrotnym

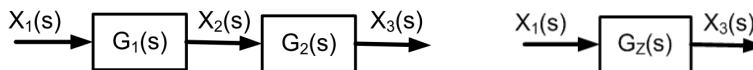


ZASADY PRZEKSZTAŁCENÍ

9

LabVIEW: łączenie obiektów

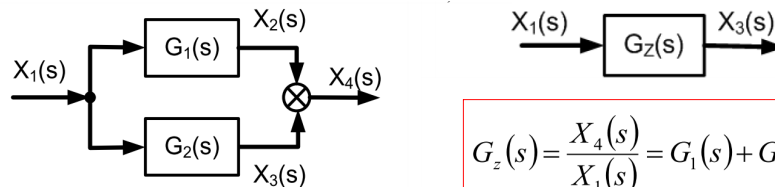
Połączenie szeregowe



Zródło: WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA, ZAKŁAD AWIONIKI I UZBROJENIA LOTNICZEGO

$$G_z(s) = \frac{X_3(s)}{X_1(s)} = G_1(s)G_2(s)$$

Połączenie równoległe **PARALLEL:**



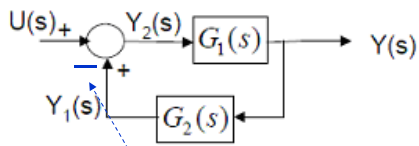
Zródło: WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA, ZAKŁAD AWIONIKI I UZBROJENIA LOTNICZEGO

$$G_z(s) = \frac{X_4(s)}{X_1(s)} = G_1(s) + G_2(s)$$

10

LabVIEW: łączenie obiektów

Sprzężenie zwrotne **dodatnie:**



$$Y_2(s) = U(s) + Y_1(s)$$

$$Y_1(s) = G_2(s)Y(s)$$

$$Y(s) = G_1(s)Y_2(s)$$

$$Y(s) = G_1(s)U(s) + G_1(s)G_2(s)Y(s)$$

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{G_1(s)}{1 - G_1(s)G_2(s)}$$

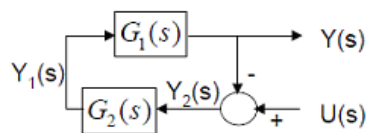
Sprzężenie zwrotne **ujemne:**

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{G_1(s)}{1 + G_1(s)G_2(s)}$$

11

LabVIEW: łączenie obiektów

Sprzężenie zwrotne **uchybowe:**



$$Y_2(s) = U(s) - Y_1(s)$$

$$Y_1(s) = G_2(s)Y(s)$$

$$Y(s) = G_1(s)Y_2(s)$$

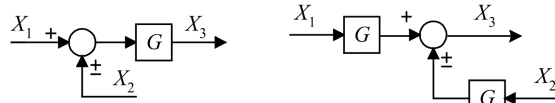
$$Y(s) = G_1(s)G_2(s)(U(s) - Y(s)) = G_1(s)G_2(s)U(s) - G_1(s)G_2(s)Y(s)$$

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{G_1(s)G_2(s)}{1 + G_1(s)G_2(s)}$$

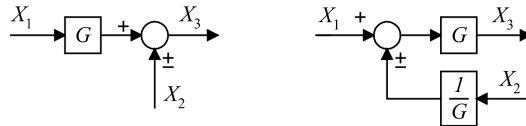
12

LabVIEW: przemieszczanie elementów

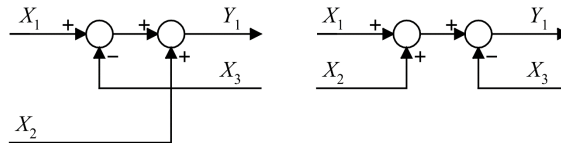
Przeniesienie węzła sumacyjnego z wejścia na wyjście bloku



Przeniesienie węzła sumacyjnego z wyjścia na wejście bloku



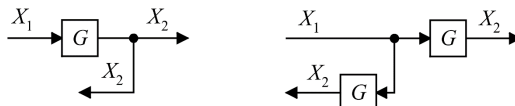
Zamiana miejscami węzłów sumacyjnych sąsiadujących ze sobą



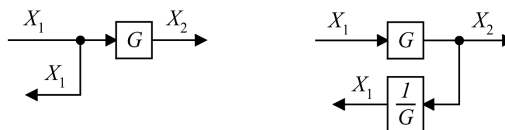
13

LabVIEW: przemieszczanie elementów

Przeniesienie węzła rozgałęźnego z wyjścia na wejście bloku



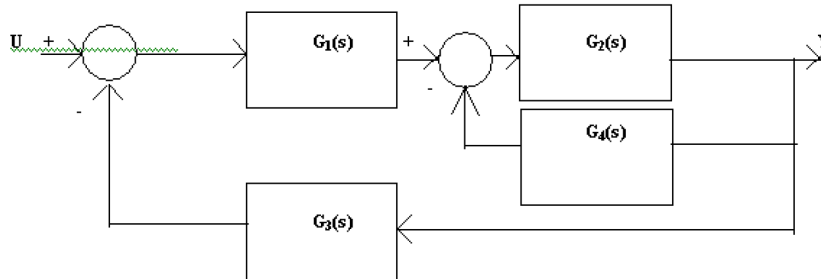
Przeniesienie węzła rozgałęźnego z wejścia na wyjście bloku



14

LabVIEW: łączenie obiektów

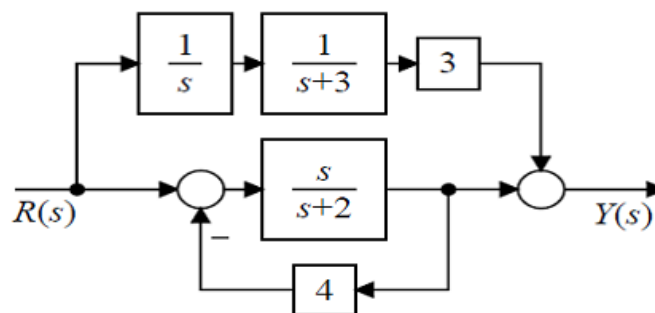
Przykład:



15

ĆWICZENIE

Obliczyć transmitancję zastępczą:



16

ĆWICZENIE

Obliczyć transmitancję zastępczą:

