

REG10: Regeltechniek - Week 1.2

Hogeschool Rotterdam - Opleiding Elektrotechniek

Vorige week

- Laplace transformatie
- Stap en impuls functies

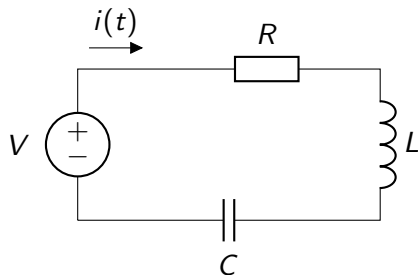
Vandaag

1. Modelvorming (§2.5)

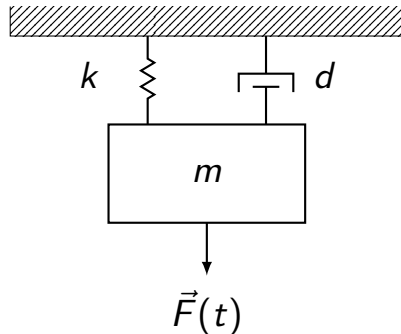
2. Blokschema's (§2.3)

Overdracht

Van systemen is een zogeheten overdracht te bepalen.

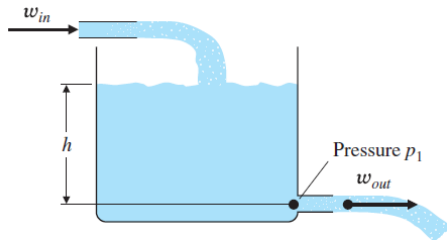


$$\frac{I(s)}{V(s)} = \frac{Cs}{LCs^2 + RCs + 1}$$



$$\frac{X(s)}{F(s)} = \frac{1}{ms^2 + ds + k}$$

Nog meer voorbeelden



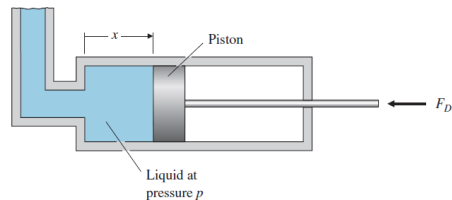
$$\dot{h} = \frac{1}{A\rho} (w_{in} - w_{out}),$$

A = area of the tank,

ρ = density of water,

$h = m/A\rho$ = height of water,

m = mass of water in the tank.



$$Q = \frac{1}{\rho R} (p_1 - p_2)^{1/\alpha},$$

where

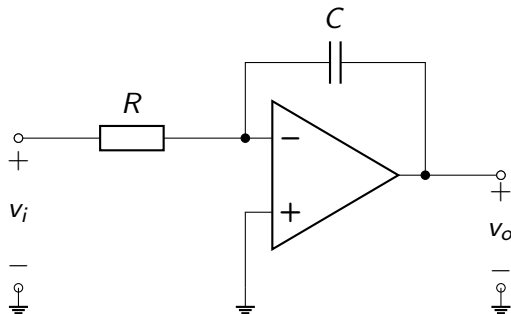
Q = volume flow rate, where $Q = w/\rho$,

ρ = fluid density.

*

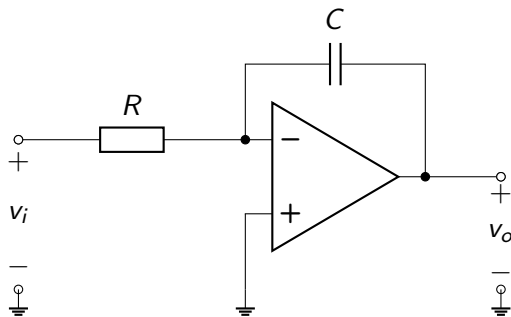
*Plaatjes afkomstig uit: Feedback control of dynamic systems, Pearson, 2016, Gene F. Franklin

Opgave 1



Bepaal de overdracht $\frac{V_o(s)}{V_i(s)}$. Maak hiervoor gebruik van de Laplace transformatie

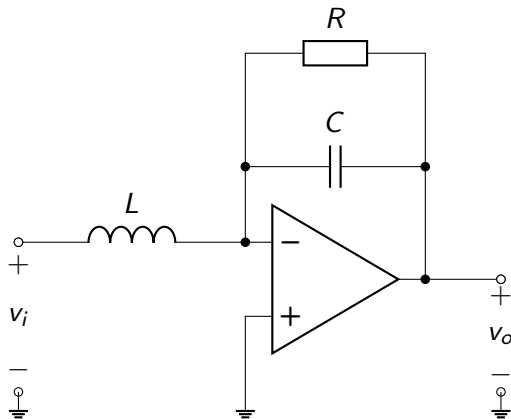
Opgave 1



Antwoord:

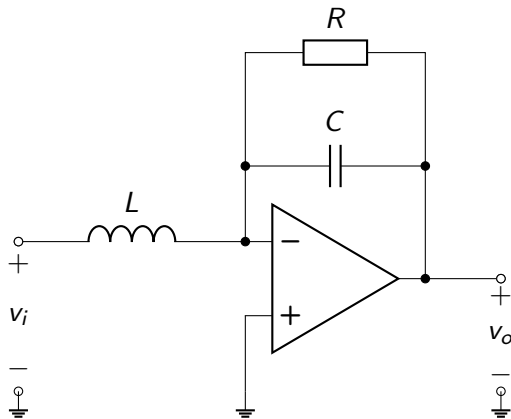
$$\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = -\frac{1}{RCs}$$

Opgave 2



Bepaal de overdracht $\frac{V_o(s)}{V_i(s)}$.

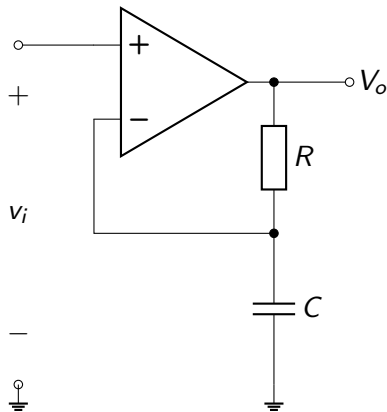
Opgave 2



Antwoord:

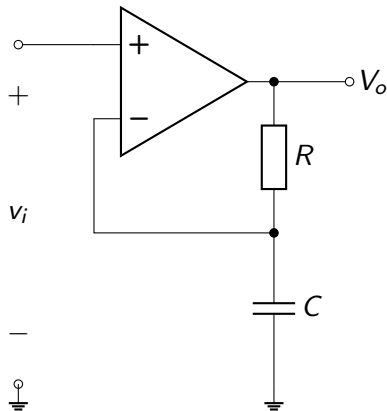
$$\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = -\frac{\frac{1}{Ls}}{\frac{1}{R} + Cs}$$

Opgave 3



Bepaal de overdracht $\frac{V_o(s)}{V_i(s)}$.

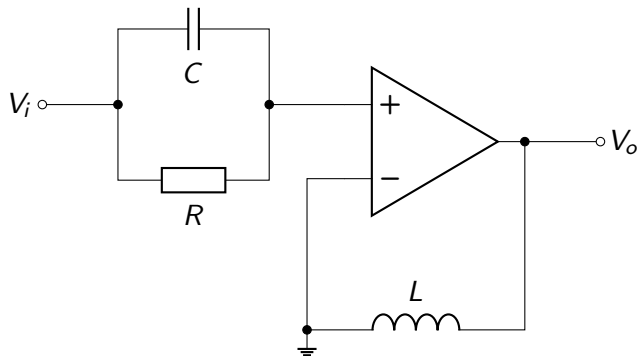
Opgave 3



Antwoord:

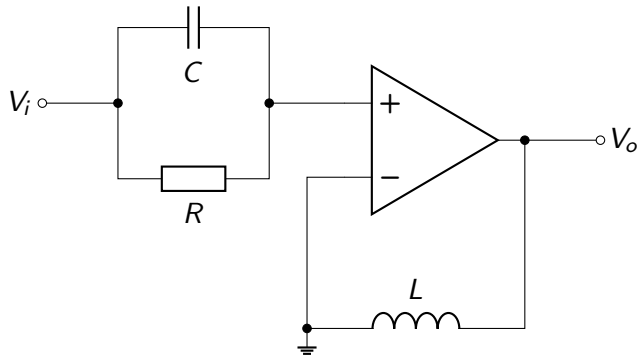
$$\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = 1 + RCs$$

Opgave 4



Bepaal de overdracht $\frac{V_o(s)}{V_i(s)}$.

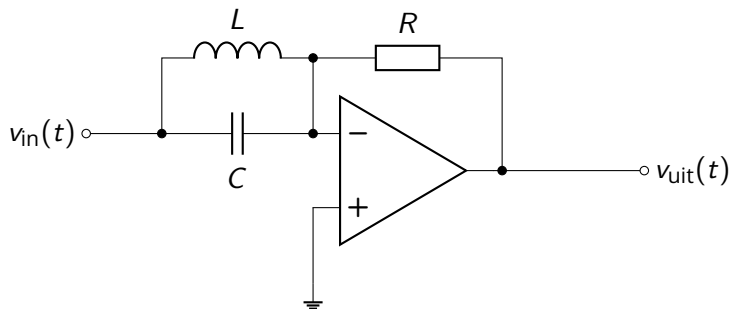
Opgave 4



Antwoord:

$$\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{-sL(RCs + 1)}{R}$$

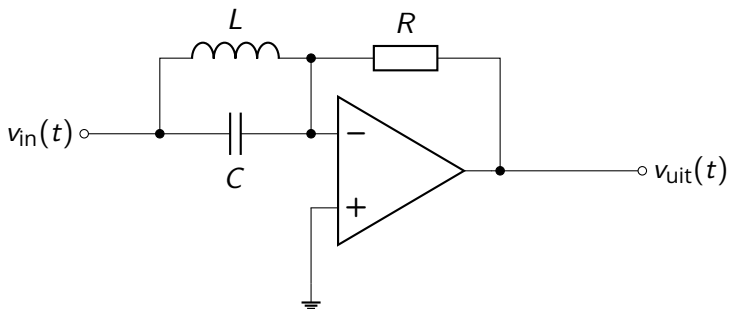
Gegeven is onderstaand circuit:



Je mag uitgaan van een ideale opamp.

Geef de overdrachtsfunctie $H(s) = \frac{V_{uit}(s)}{V_{in}(s)}$.

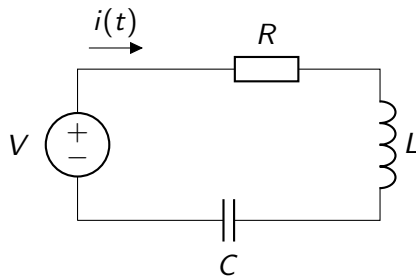
Gegeven is onderstaand circuit:



Antwoord:

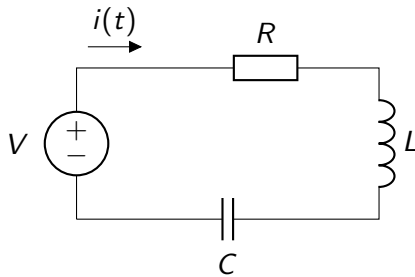
$$H(s) = \frac{V_{uit}(s)}{V_{in}(s)} = -R \left(\frac{1}{Ls} + Cs \right)$$

Voorbeeld 38, 39, 40



Bepaal de overdracht van V naar $i(t)$ in termen van R, L, C

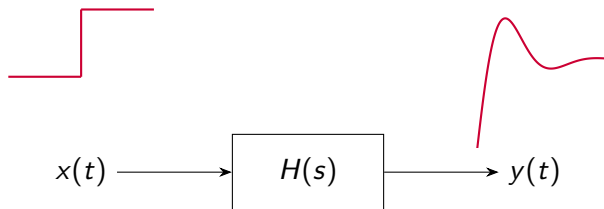
Voorbeeld 38, 39, 40



$$\frac{I(s)}{V(s)} = \frac{Cs}{LCs^2 + RCs + 1}$$

Betekenis overdracht

Een overdracht[†] bevat alles om het dynamische gedrag te bepalen. Met gedrag wordt hier de verandering van de uitgang op een verandering van de ingang bedoeld.



Dus, als we de overdracht weten dan kunnen we de uitgang berekenen en dus regelen!

[†]Engels: Transfer function

Voorbeeld 38, 39, 40

Als we nu verschillende waarden nemen voor de componenten ...

	$R \text{ (k}\Omega\text{)}$	$L \text{ (H)}$	$C \text{ (mF)}$
1	2,5	500	0,5
2	2	500	0,5
3	1	500	1

$$\frac{I(s)}{V(s)} = \frac{Cs}{LCs^2 + RCs + 1}$$

en vervolgens de stroom $i(t)$ afleiden met breuksplitsing en de inverse Laplace transformatie ...

Antwoorden voorbeeld

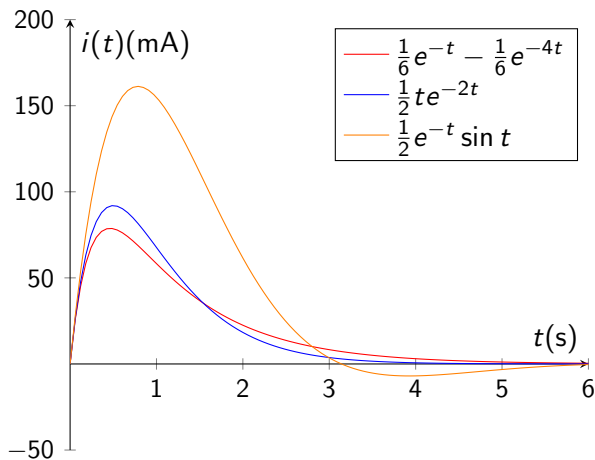
dan krijgen we drie verschillende responsies.

$$i_1(t) = \frac{1}{6}e^{-t} - \frac{1}{6}e^{-4t}$$

$$i_2(t) = \frac{1}{2}te^{-2t}$$

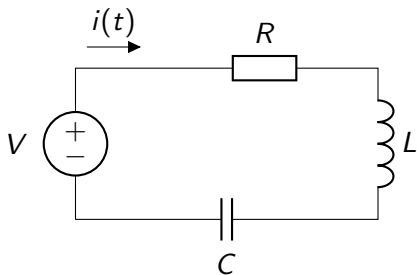
$$i_3(t) = \frac{1}{2}e^{-t} \sin t$$

Plot responses

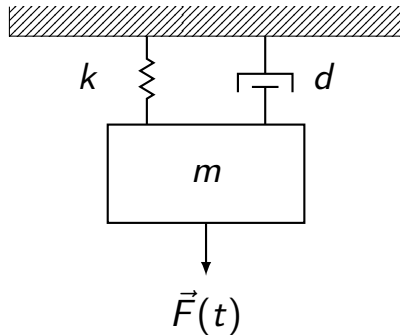


Overdracht

We beschouwen weer onderstaande systemen:



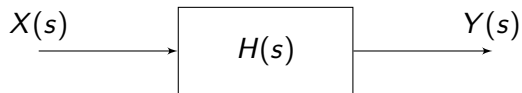
$$\frac{I(s)}{V(s)} = \frac{Cs}{LCs^2 + RCs + 1}$$



$$\frac{X(s)}{F(s)} = \frac{1}{ms^2 + ds + k}$$

Overdracht

Wanneer de overdracht is bepaald wordt het systeem versimpelt tot een blokje. Schematisch wordt het weergegeven als



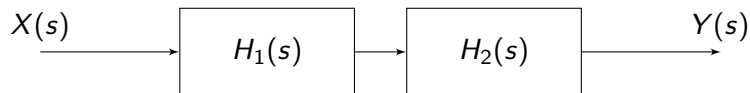
De overdracht wordt aangeduid als $H(s)$. Voor bovenstaand blokschema geldt

$$Y(s) = H(s)X(s)$$

In de vergelijking wordt $X(s)$ de ingang en $Y(s)$ als uitgang aangeduid.

Cascade systeem (serie)

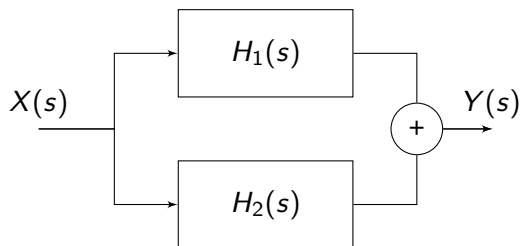
Twee systemen achter elkaar kunnen worden vereenvoudigd met een vermenigvuldiging.



Er geldt dan:

$$Y(s) = H_2(s)H_1(s)X(s)$$

Parallel systeem

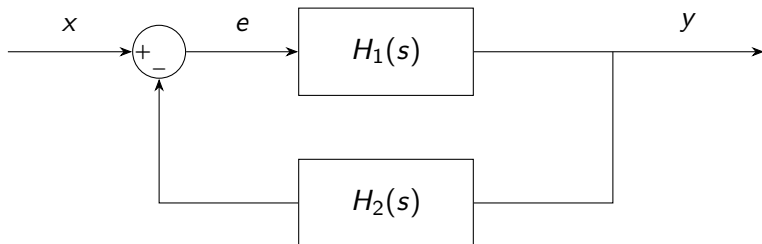


Voor een parallelschakeling geldt:

$$Y(s) = (H_1(s) + H_2(s)) X(s)$$

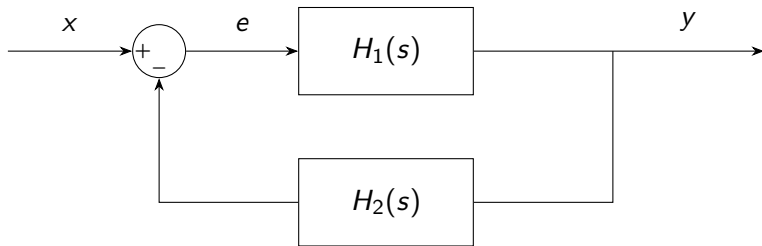
Closed-loop systeem

De vorige systemen heten *open-loop* systemen. Wanneer de uitgang wordt terug gebracht naar de ingang spreken we van terugkoppeling [‡]. Systemen met terugkoppeling worden *closed-loop* systemen genoemd.



[‡]Engels: feedback

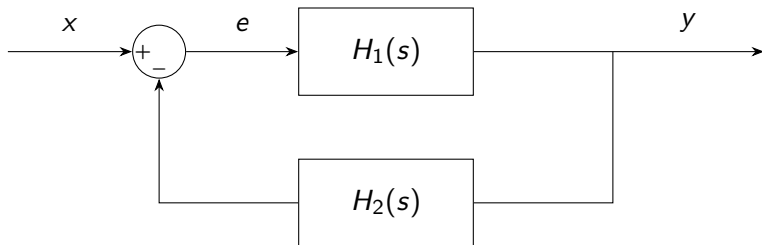
Closed-loop systeem



Voor een closed-loop systeem geldt:

$$Y(s) = \frac{H_1(s)}{1 + H_1(s)H_2(s)} X(s)$$

Closed-loop systeem

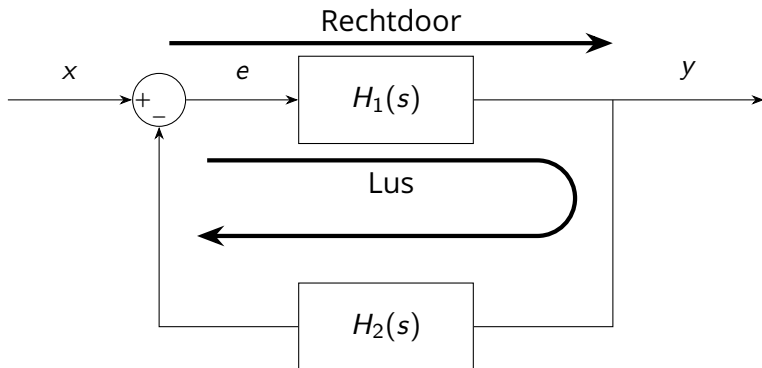


Leid deze overdracht af

$$H_{\text{lus}} = \frac{H_1(s)}{1 + H_1(s)H_2(s)}$$

Hint: Je kan schrijven $e = x - H_2 y$

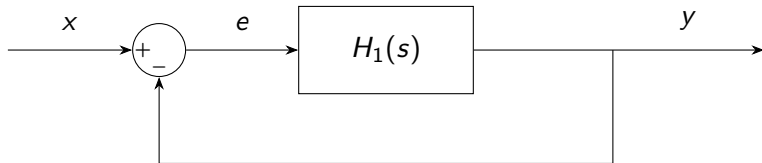
Closed-loop systeem



De vergelijking kan als volgt worden onthouden:

$$H_{lus} = \frac{H_1(s)}{1 + H_1(s)H_2(s)} = \frac{\text{Rechtdoor}}{1 + \text{Lus}}$$

Closed-loop systeem

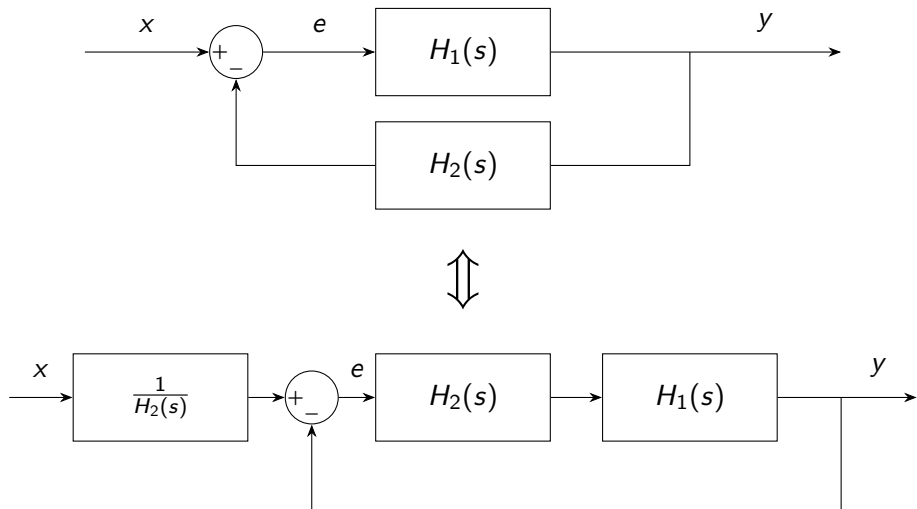


Speciaal geval. De eenheidsterugkoppeling:

$$Y(s) = \frac{H_1(s)}{1 + H_1(s)} X(s)$$

Matlab werkt veel met deze vorm van terugkoppeling!

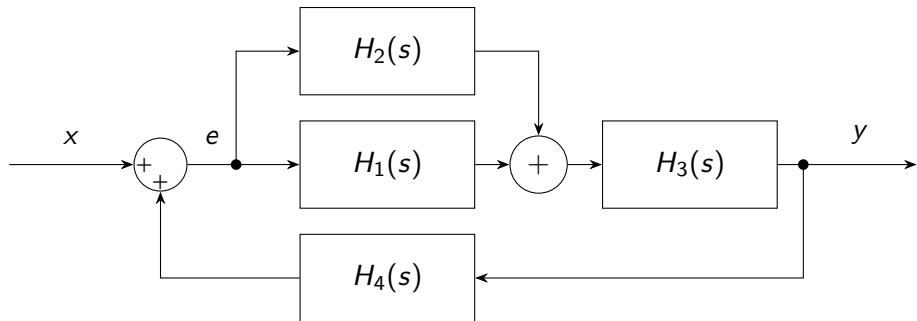
Conversie



Basissystemen

Voorgaande systemen zijn *basissystemen*. We kunnen ieder systeem vereenvoudigen tot één blok. Zo kun je het totale gedrag van een complexer systeem samenvatten in één overdrachtsfunctie.

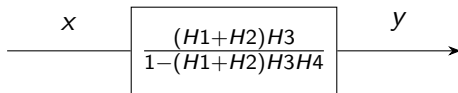
Opgave 1



Vereenvoudig bovenstaand systeem met de zojuist geleerde regels.

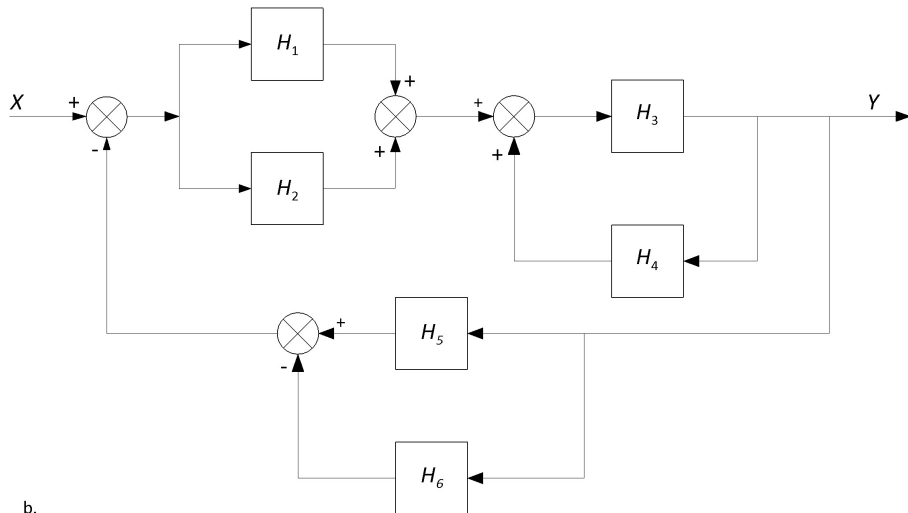
Opgave 1

Antwoord:



Opgave 2.9.1 (b)

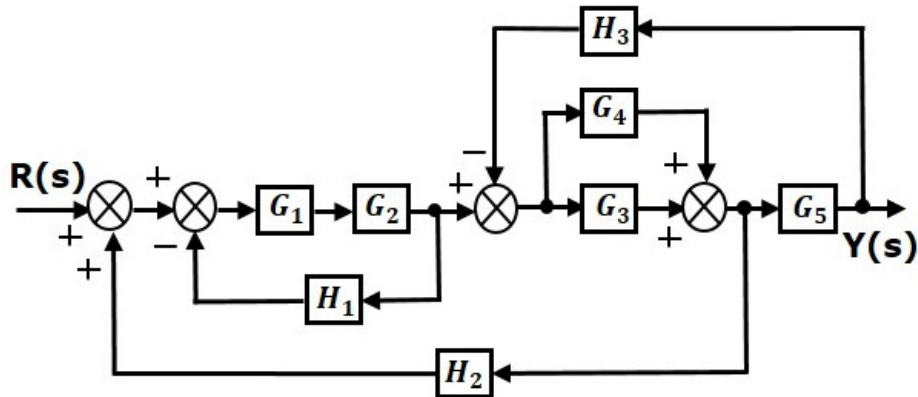
Vereenvoudig onderstaand blokschema met de zojuist geleerde regels.



b.

Opgave 2

Vereenvoudig onderstaand blokschema met de zojuist geleerde regels.

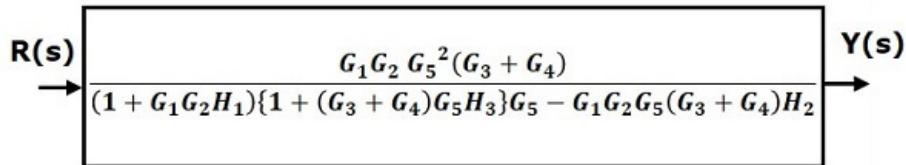


§

§ Afbeelding afkomstig van: [bron](#)

Opgave 2

Antwoord:



Afbeelding afkomstig van: [bron](#)

Volgende week...

- Proceseigenschappen