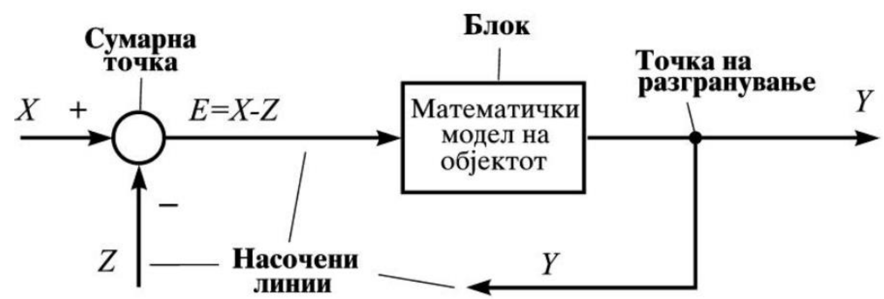
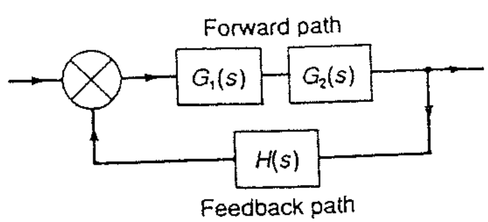
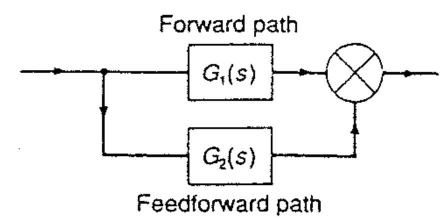
Глава 6. Блок дијаграми

Модели на сложени системи се добиваат со меѓусебно поврзување на подсистеми или елементи, при што секој од нив има своја посебна преносна функција. За претставување на секој од овие подсистеми или за претставување на сложени системи се користат блок дијаграми, што претставуваат еден или повеќе блокови взаемно поврзани со линии со стрелки што го покажуваат текот на сигналите, заедно со суматорите и точките на разгранување (слика 6.1). Во оваа Глава прикажани се одредувањата на вкупната преносна функција и одзивот од сложени системи составени од повеќе подсистеми, под услов да се познати преносните функции на поединечните подсистеми.







Слика 6.2. Директна и повратна патека

6.3. Паралелна директна патека

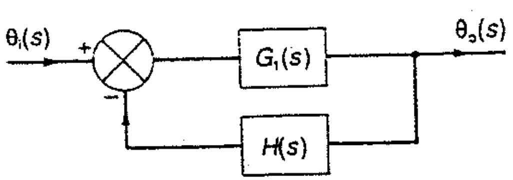
6.3. Блокови во серија

Ако еден систем се состои од n елементи со преносни функции $G_1(s), G_2(s), G_3(s)$, што се сериски поврзани, на пример како двата елементи во директната патека на слика 6.1, тогаш вкупната преносната функција $G(s)$ на системот е производ од преносните функции на поединечните елементи

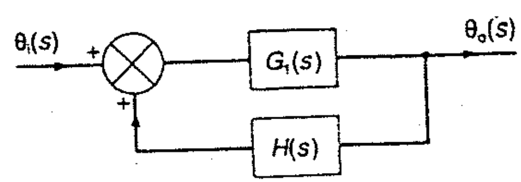
$$G(s) = \frac{\theta_0(s)}{\theta_i(s)} = G_1(s) \times G_2(s) \times G_3(s) \times \ldots\ldots \times G_n(s) \tag{6.1}$$

6.4. Блокови во повратна патека

На слика 6.4 прикажан е едноставен систем со затворена омча со негативна повратна врска (патека), кај кој во сумарната точка сигналите во повратната патека се одземаат од референтните сигнали. На слика 6.5 прикажан е систем со затворена омча со позитивна повратна врска (патека), кај кој во сумарната точка сигналите во повратната патека се собираат со референтните сигнали.



Слика 6.4. Негативна повратна врска



6.5. Позитивна повратна врска

Значи вкупната преносна функција на управувачки систем со затворена омча со негативна повратна врска, (слика 6.4), е

$$G(s)=\frac{G_1(s)}{1+G_1(s)H(s)} \tag{6.3}$$

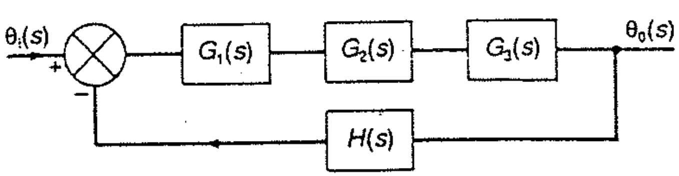
На сличен начин вкупната преносна функција на управувачки систем со затворена омча со позитивна повратна врска, (слика (6.5), е

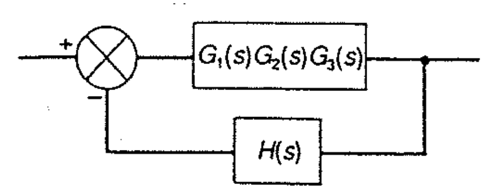
$$G(s)=\frac{G_1(s)}{1-G_1(s)H(s)} \tag{6.4}$$

6.5 Блокови во серија и со повратна патека

Нека еден систем со затворена омча со повратна врска (патека) се состои од три сериски поврзани елементи во директната патека и од еден елемент во повратната патека, како на слика 6.6. Преносната функција во директната патека, согласно со равенка (6.1) е

$$G_{dir.pateka}(s)=G_1(s)\times G_2(s)\times G_3(s)$$





Значи системот на слика 6.6 може да се претстави со еквивалентниот поедноставен систем на слика 6.7, кај кој посоти еден елемент во директната гранка со преносна функција $G_1(s)\times G_2(s)\times G_3(s)$, и еден елемент во повратната гранка со преносна функција $H(s)$. Значи вкупната преносна функција $G(s)$ за овој систем е

$$G(s)=\frac{\theta_0(s)}{\theta_i(s)}=\frac{G_1(s)\times G_2(s)\times G_3(s)}{1+[G_1(s)\times G_2(s)\times G_3(s)]H(s)}$$

6.6. Блокови во паралела

На слика 6.8 прикажан е дел од еден управувачки систем во кој се појавува паралелна директна патека. Во овој случај влезот во секој од елементите во директните патеки е $\theta_i(s)$. Значи излезот од елементот со преносна функција $G_1(s)$ е $G_1(s)\theta_i(s)$, додека излезот од елементот со преносна функција $G_2(s)$ е $G_2(s)\theta_i(s)$, На сликата 6.8 прикажано е дека овие два излези се сумираат во сумарната точка. Според тоа излезот $\theta_0(s)$ е

$$\theta_0(s)=G_1(s)\theta_{\cancel{0}\,i}(s)+G_2(s)\theta_{\cancel{0}\,i}(s)=[G_1(s)+G_2(s)]\theta_{\cancel{0}\,i}(s) \qquad (6.5)$$

Оттука вкупната преносна функција е

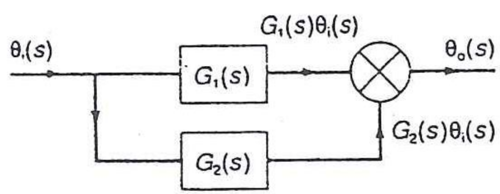
$$G(s)=G_1(s)+G_2(s) \tag{6.6}$$

Ако сигналите се одземаа во сумарната точка, тогаш

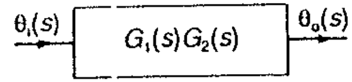
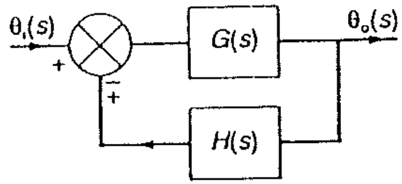
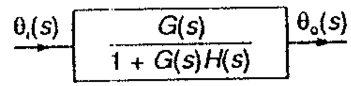
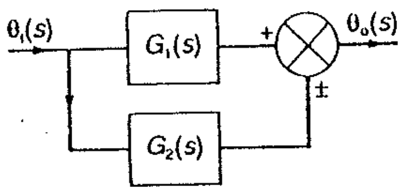
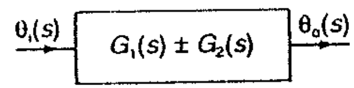
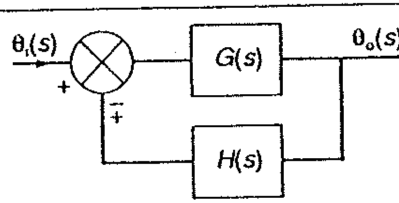
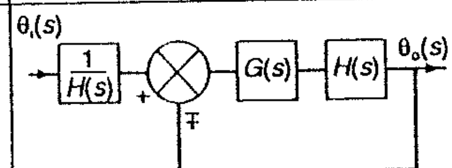
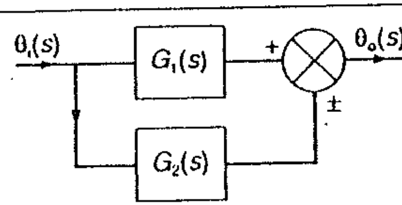
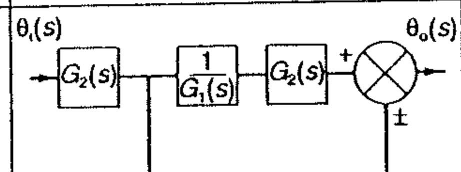
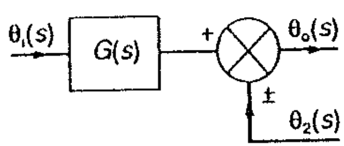
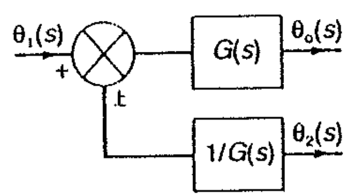
$$\theta_0(s)=G_1(s)\theta_{\underset{i}{\cancel{0}}}(s)-G_2(s)\theta_{\underset{i}{\cancel{0}}}(s)=[G_1(s)-G_2(s)]\theta_{\underset{i}{\cancel{0}}}(s) \tag{6.7}$$

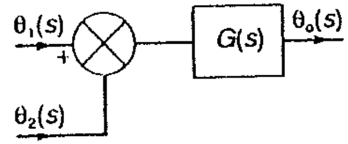
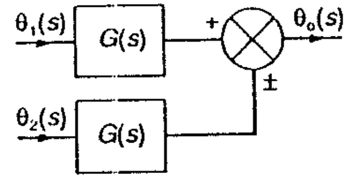
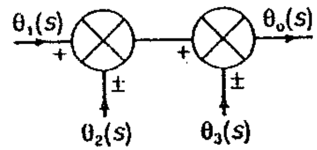
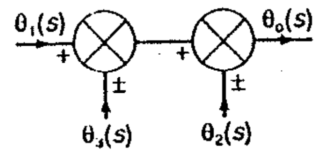
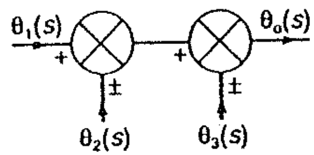
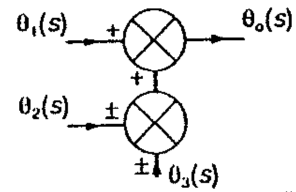
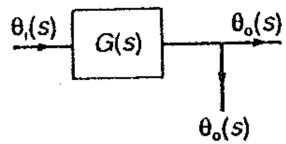
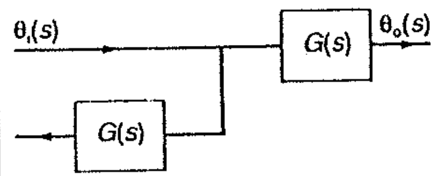
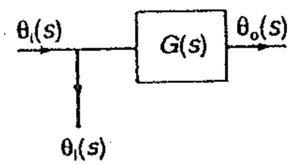
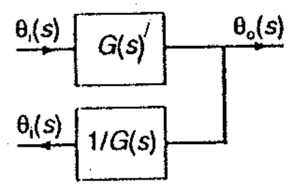
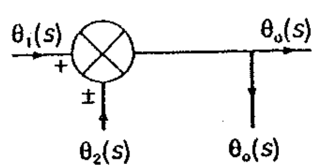
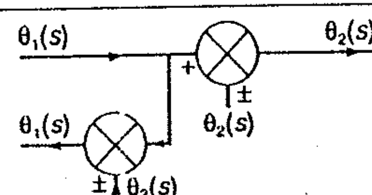
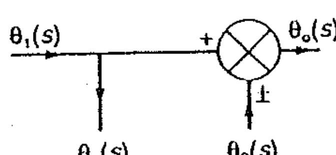
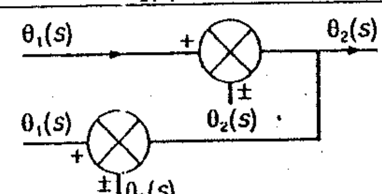
и

$$G(s)=G_1(s)-G_2(s) \tag{6.8}$$



Слика 6.8. Паралелна директна патека

Transformation	Original diagram	Equivalent diagram	Equation
1. Combing blocks in series			$\theta_o(s) = [G_1(s)G_2(s)]\theta_i(s)$
2. Eliminating a feedback loop			$\theta_o(s) = G(s)[\theta_i(s) \pm H(s)\theta_o(s)]$
3. Eliminating a feedforward loop			$\theta_o(s) = [G_1(s) \pm G_2(s)]\theta_i(s)$
4. Removing a block from a feedback loop			$\theta_o(s) = G(s)[\theta_i(s) \pm H\theta_o(s)]$
5. Removing a block from a feed forward loop			$\theta_o(s) = [G_1(s) \pm G_2(s)]\theta_i(s)$
6. Moving a summing point to in front of a block			$\theta_o(s) = G(s)\theta_1(s) \pm \theta_2(s)$

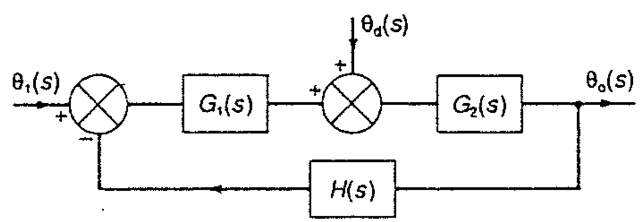
7. Moving a summing point to beyond a block			$\theta_o(s) = G(s)[\theta_1(s) \pm \theta_2(s)]$
8. Rearrangement of summing points			$\theta_o(s) = \theta_1(s) \pm \theta_2(s) \pm \theta_3(s)$
9. Rearrangement of summing points			$\theta_o(s) = \theta_1(s) \pm \theta_2(s) \pm \theta_3(s)$
10. Moving a takeoff point to front of a block			$\theta_o(s) = G(s)\theta_i(s)$
11. Moving a takeoff point to beyond a block			$\theta_o(s) = G(s)\theta_i(s)$
12. Moving a takeoff point to in front of a summing point			$\theta_o(s) = \theta_1(s) \pm \theta_2(s)$
13. Moving a takeoff point to beyond a block			$\theta_o(s) = \theta_1(s) \pm \theta_2(s)$

6.8. Системи со повеќе влезови

Честопати во управувачките системи, наместо еден, постојат повеќе влезови во системите. На пример, може да постои влезен сигнал што ја покажува бараната вредност на управувачката променлива, и истовремено да постои еден или повеќе влезови што се должат на пореметувањата што делуваат на системот. Процедурата што може да се усвои за да се добие зависноста помеѓу влезовите и излезот од системот е:

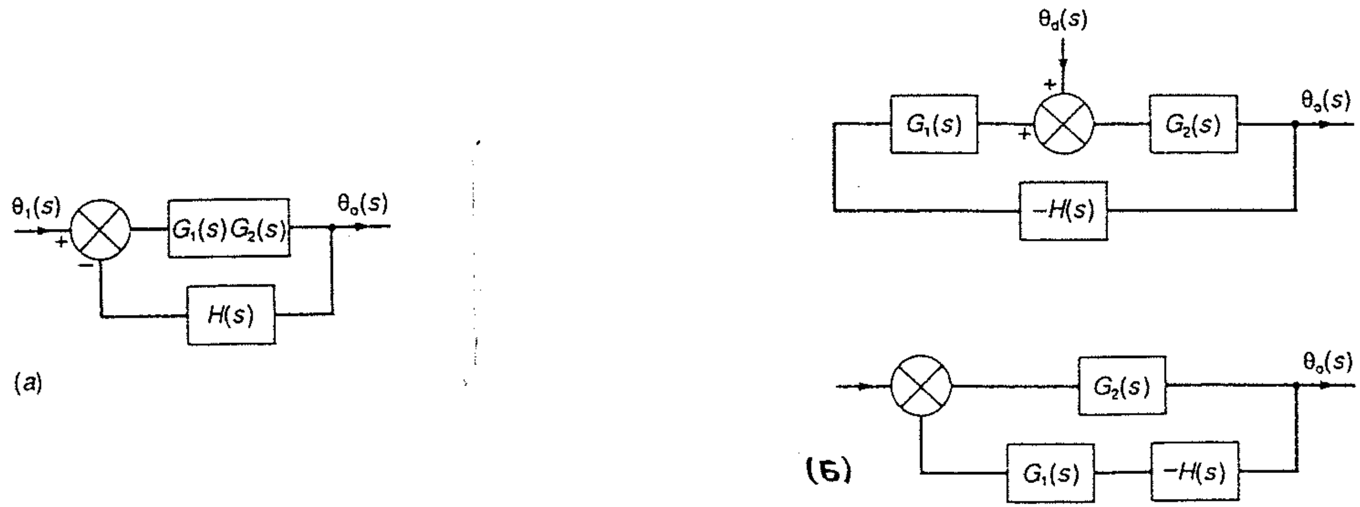
1. Постави ги сите влезови, освен еден од нив, да бидат еднакви на нула.
2. Трансформирај го блок дијаграмот што се добива кога сите влезови, освен еден се нула, така да се добие блок дијаграм со само една директна патека и една повратна патека.
3. Одреди го излезниот сигнал што се должи на овој влез што не е нула.
4. Повтори ги чекорите 1, 2, и 3 за секој од влезовите поединечно.
5. Вкупниот излез од системот е алгебарски збир од излезите што се должат на секој од влезовите.

На слика 6.9 прикажан е управувачки систем со референтен влез $\theta_i(s)$ и пореметувачки влез $\theta_d(s)$.



Со примена на процедурата опишана погоре, кога $\theta_d(s)$ ќе се изедначи со нула, т.е кога ќе делува само влезот $\theta_i(s)$, и по поврзување на блоковите во серија, ќе се добие блок дијаграмот прикажан на слика 6.10 (а). Од овој блок дијаграм, со користење на трансформацијата 2 од Табела 6.1, зависноста помеѓу влезот во системот $\theta_i(s)$ и излезот од системот $\theta_0(s)$ е

$$\frac{\theta_0(s)}{\theta_i(s)}=\frac{G_1(s)\,G_2(s)}{1+G_1(s)G_2(s)H(s)} \tag{6.9}$$



Слика 6.10. (а) $\theta_d(s)=0$; (б) $\theta_i(s)=0$

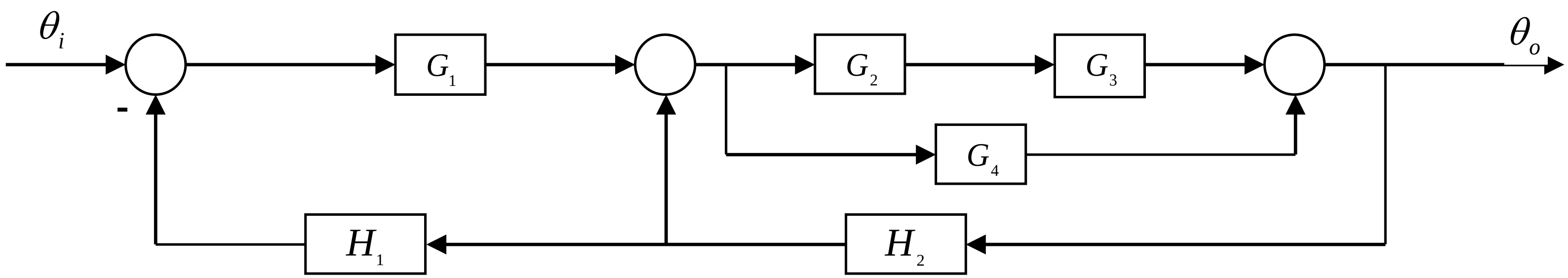
Потоа, ако $\theta_i(s)$ се изедначи со нула, ќе се добие блок дијаграмот на слика 6.10 (б). Со оглед дека повратната врска што води од излезот од системот кон влезот во системот во дијаграмот на слика 6.9 е негативна, преносната функција во повратната врска е $-H(s)$. Системот на слика 6.10 (б) е всушност систем со преносна функција $G_2(s)$ во директната патека, и позитивна повратна врска со преносна функција $-G_1(s)H(s)$. Значи, со користење на трансформацијата 2 од Табела 6.1, зависноста помеѓу влезот во системот $\theta_d(s)$ и излезот од системот $\theta_0(s)$ е

$$\frac{\theta_0(s)}{\theta_d(s)}=\frac{G_2(s)}{1-G_2(s)[-G_1(s)H(s)]}=\frac{G_2(s)}{1+G_1(s)G_2(s)H(s)} \tag{6.10}$$

Конечно вкупниот излез (одзив) од системот што е резултат на делувањето и на влезот $\theta_i(s)$ и на влезот $\theta_d(s)$ е збир од излезите дадени со равенките (6.9) и (6.10):

$$\theta_0(s)=\frac{G_1(s)\,G_2(s)}{1+G_1(s)G_2(s)H(s)}\,\theta_i(s)+\frac{G_2(s)}{1+G_1(s)G_2(s)H(s)}\theta_d(s) \tag{6.11}$$

Да се упростат следните блок дијаграми и да се напише вкупната преносна функција на системот



Да се пресмета вкупниот одзив на линеарниот систем со три влеза прикажан на сликата: