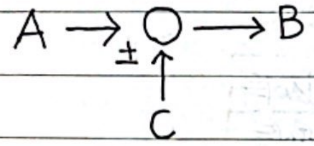
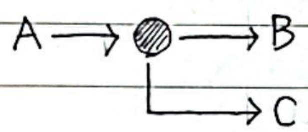
CH02. 블록선도와 신호흐름선도

NO. DATE.

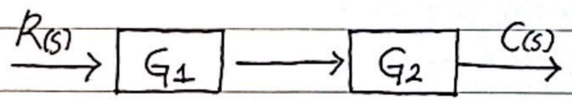
1. 블록선도

1. 블록선도의 기본기호

명 칭	심 볼	내 용
전달요소	$\boxed{G}$	입력 신호를 받아서 적당히 변환된 출력신호를 만드는 부분
화살표	$A \rightarrow \boxed{G} \rightarrow B$	신호의 진행방향 (경로) 표시
가합점 (합신점)		두 가지 이상의 신호가 있을 때 이들 신호의 합과 차를 만드는 부분 $B = A \pm C$
인출점 (분기점)		한 개의 신호를 두 계통으로 분기 하기 위한 점 $A = B = C$

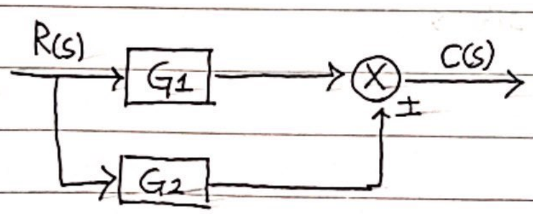
2. 블록선도의 전달함수

1) 직렬접속



- 2개 이상의 요소가 직렬로 결합되어 있는 방식으로 전달요소의 곱이 된다.
- 합성전달함수 : $G(s) = \frac{C(s)}{R(s)} = G_1 \cdot G_2$

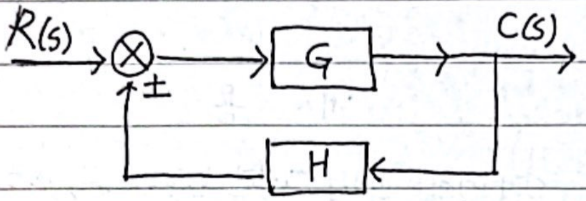
2) 병렬접속



- 2개 이상의 요소가 병렬로 결합되어 있는 방식으로 가합점의 부호에 따라 합하거나 뺀다.
- 합성전달함수 : $G(s) = \frac{C(s)}{R(s)} = G_1 \pm G_2$

morning glory

3) feedback 접속 (궤환접속)



· 출력신호 C(s)의 일부가 요소 H(s)을 거쳐 입력측에 feedback 되는 결합방식

· $C(s) = \{R(s) \pm C(s)H\}G$

· $C(s)\{1 \mp GH\} = R(s)G$

· $G(s) = \dfrac{C(s)}{R(s)} = \dfrac{G}{1 \mp GH} = \boxed{\dfrac{\Sigma \text{ 전향 경로이득}}{1 - \Sigma \text{ 루프이득}}}$

4) 블록선도의 용어정리

① G(s) : 종합전달함수

② G : 전향전달함수

③ H : 피드백 전달요소

④ H=1 : 단위 피드백 제어계

⑤ GH : 개루프 전달함수

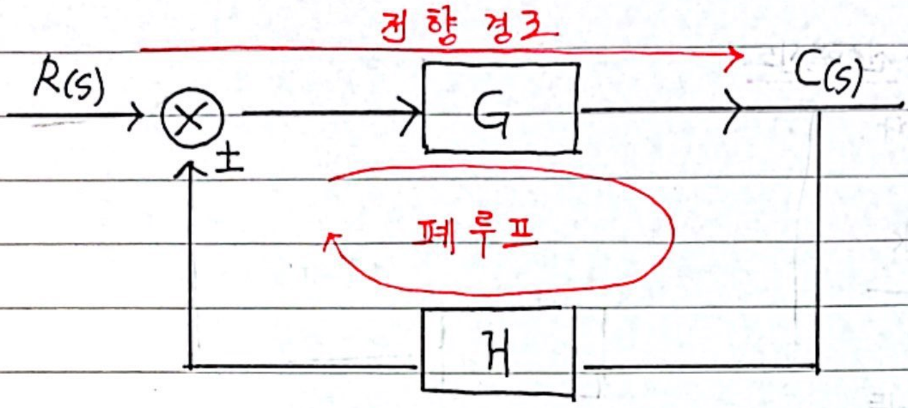
⑥ + : 정궤환 , − : 부궤환

⑦ 특성방정식 : G(s)의 분모가 0이 되는 방정식, 특성방정식 = $1 \mp GH = 0$

⑧ 극점 (X) : 종합전달함수 G(s)의 분모가 0이 되는 s 특성방정식의 근

⑨ 영점 (O) : 종합전달함수 G(s)의 분자가 0이 되는 s.

5) feed back 접속 (궤환 접속) 이해



· $G(s) = \dfrac{C(s)}{R(s)} = \dfrac{\Sigma \text{전향경로이득}}{1 - \Sigma \text{루프이득}}$

· 전향경로 이득 : 입력에서 출력으로 동일진행방향 갖는 전달요소의 곱

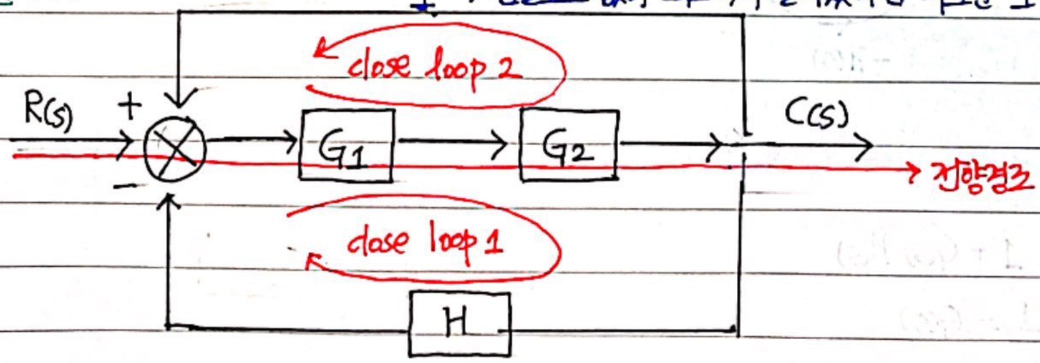
· 루프이득 : 피드백되는 폐루프내 전달요소의 곱

위 그림에서..

$$G(s) = \frac{\Sigma \text{전향경로이득}}{1 - \Sigma \text{루프이득}} = \frac{G}{1 \mp GH}$$

예를 들면 . . .

1 → 전달요소 없이 피드백이 걸려있다면 무조건 '1'이 있다고 판단



· $G(s) = \dfrac{\Sigma \text{전향경로이득}}{1 - \Sigma \text{루프이득}} = \dfrac{\overset{\text{전향경로}}{G_1 G_2}}{1 - \{\underbrace{-(G_1 G_2 H)}_{\text{close loop 1}} + \underbrace{(G_1 G_2 1)}_{\text{close loop 2}}\}} = \dfrac{G_1 G_2}{1 + G_1 G_2 H - G_1 G_2}$

2. 신호 흐름선도에 의한 전달 함수

· 전달요소를 없애고 가지로 바꿔놓은 것. ⇒ 신호흐름선도

· 메이슨 정리를 이용해서 전달함수를 구한다.

$$G(s) = \frac{C(s)}{R(s)} = \frac{\sum_{k=1}^{N} G_k \Delta k}{\Delta}$$

단, G_K = K번째의 전향경로의 이득

$$\Delta = 1 - \sum_n L_{n1} + \sum_n L_{n2} - \sum_n L_{n3} + \cdots$$

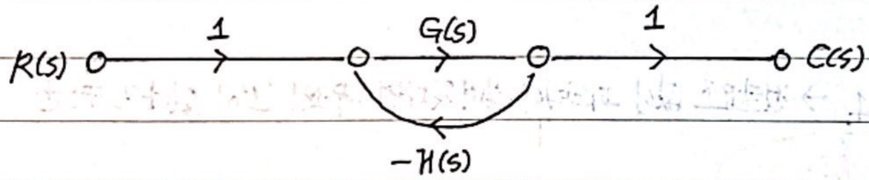
Δ_K = K번째의 전향경로와 접촉하지 않는 부분에 대한 Δ의 값.

여기서. L_{n1} : 개개의 폐루프 내의 개루프 이득

L_{n2} : 2개의 접촉되지 않은 폐루프내의 가지 곱

L_{n3} : 3개의 접촉되지 않은 폐루프 내의 가지 곱

예제



$L_{11} = -G(s)H(s)$

$\Delta = 1 - L_{11} = 1 + G(s)H(s)$

$G_1 = 1 \times G(s) \times 1 = G(s)$

$$G(s) = \frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G_1 \Delta_1}{\Delta} = \frac{G(s)}{1+G(s)H(s)}$$

NO. DATE.

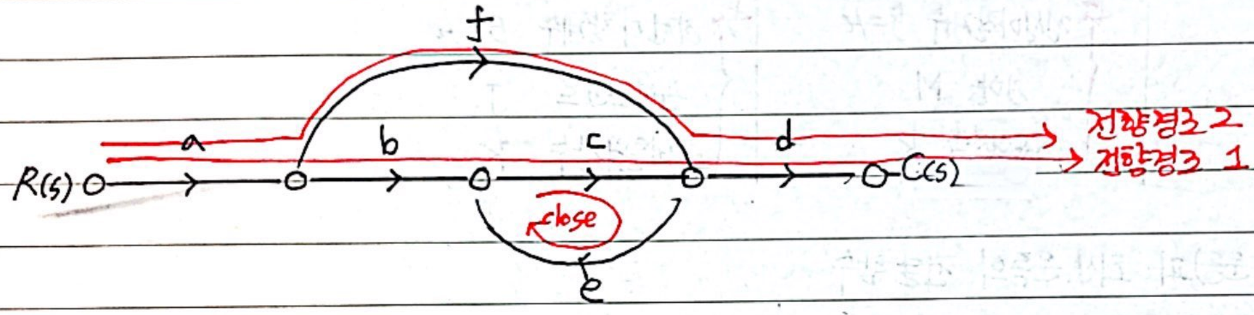
☆ 별해

. 메이슨 정리를 이용하면 복잡하므로 $G(s) = \dfrac{\Sigma \text{전향경로이득}}{1-\Sigma \text{루프이득}} = \dfrac{C(s)}{R(s)}$ 로 구한다. ☆

. 전향경로 이득 : 입력에서 출력으로 동일 진행 방향 갖는 가지의 곱.

. 루프 이득 : 피드백되는 폐루프 내 가지의 곱.

예제



$$G(s) = \frac{\Sigma \text{전향경로이득}}{1-\Sigma \text{루프이득}} = \frac{abcd - afd}{1 - ce}$$

* 피드백 : 되돌아가는 화살표

* 전향경로 : 입력에서 출력까지 가는 한방향의 길

morning glory

NO. DATE.

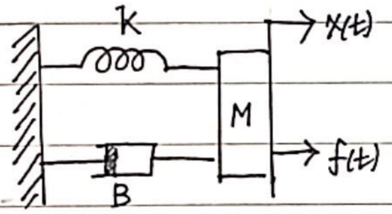
3. 운동계와 전기계의 상대적인 관계

1. 전기계와 운동계의 대응관계

전기계	운동계	
	병진운동	회전운동
전압 $v(t)$	힘 $f(t)$	토크 $\tau(t)$
전류 $i(t)$	속도 $v(t)$	각속도 $\omega(t)$
전하량 $q(t)$	변위 $x(t)$	각변위 $\theta(t)$
저항 R	점성마찰계수 $B=\mu$	회전마찰계수 $B=\mu$
인덕턴스 L	질량 M	관성모멘트 J
정전용량 C	스프링상수 K	비틀림상수 K

2. 병진 운동(직선 운동)과 회전 운동의 전달함수

병진 운동



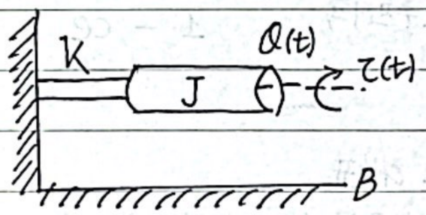
$$f(t) = M\frac{d^2x(t)}{dt^2} + B\frac{dx(t)}{dt} + Kx(t) \ [N]$$

라플라스 변환하면..

$$F(s) = Ms^2X(s) + BsX(s) + KX(s)$$

$$G(s) = \frac{X(s)}{F(s)} = \frac{1}{Ms^2+Bs+K}$$

회전 운동



$$\tau(t) = J\frac{d^2\theta(t)}{dt^2} + B\frac{d\theta(t)}{dt} + K\theta(t) \ [N\cdot m]$$

라플라스 변환하여 전개하면..

$$T(s) = Js^2\theta(s) + Bs\theta(s) + K\theta(s)$$

$$G(s) = \frac{\theta(s)}{T(s)} = \frac{1}{Js^2+Bs+K}$$