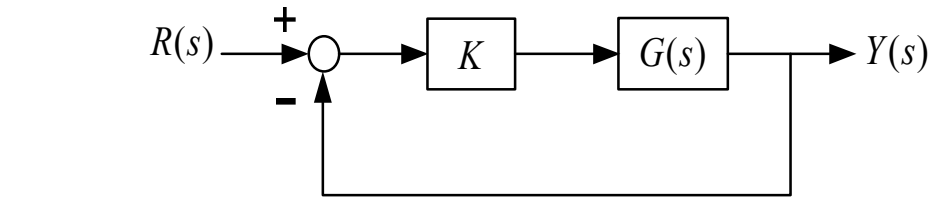
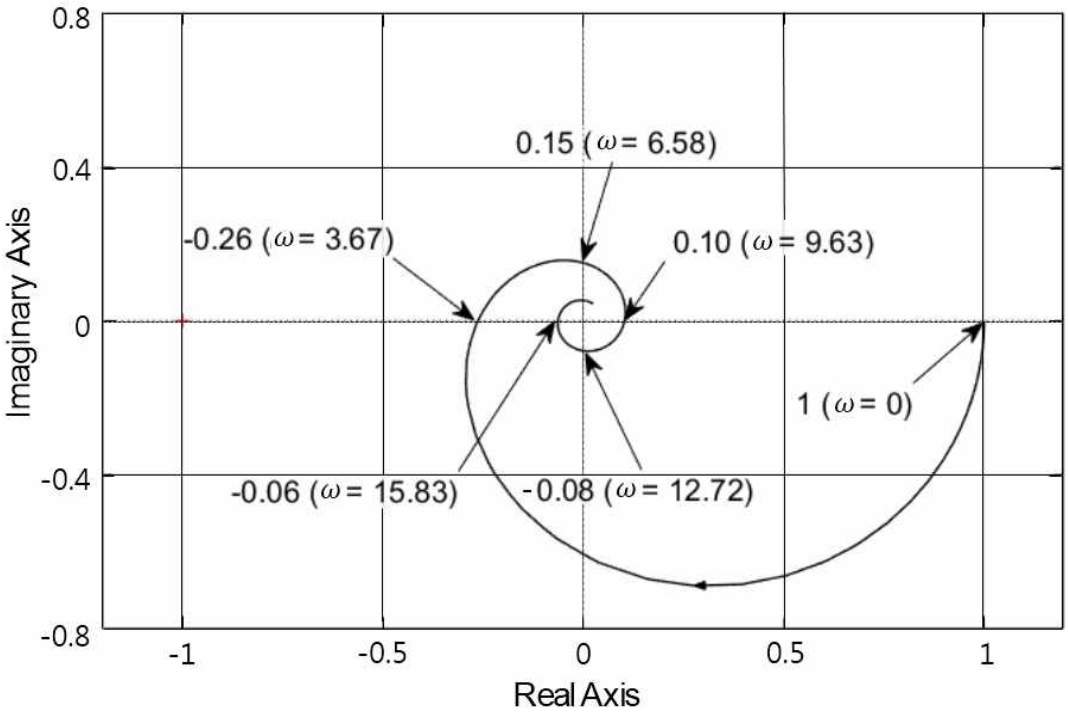
【 문제-1 】(30점)

다음 블록선도로 표현되는 시스템에서, 전달함수 $G(s)$는 다음과 같은 형태로 표현되고,

$$G(s) = \frac{e^{-Ls}}{1+Ts}$$

전달함수 $G(s)$의 Nyquist 선도는 아래와 같다고 한다. Nyquist 선도에서 주파수 ω의 단위는 rad/s이다. $R(s)$와 $Y(s)$는 각각 $r(t)$와 $y(t)$를 Laplace변환한 것이다. 다음 물음에 답하시오. (단, 답은 반올림하여 소수점 둘째자리까지 표시한다.)





(1) $G(s)$의 위상교차주파수(phase crossover frequency)를 구하고, K에 대한 이득여유(gain margin)를 dB 단위로 구하시오. (4점)

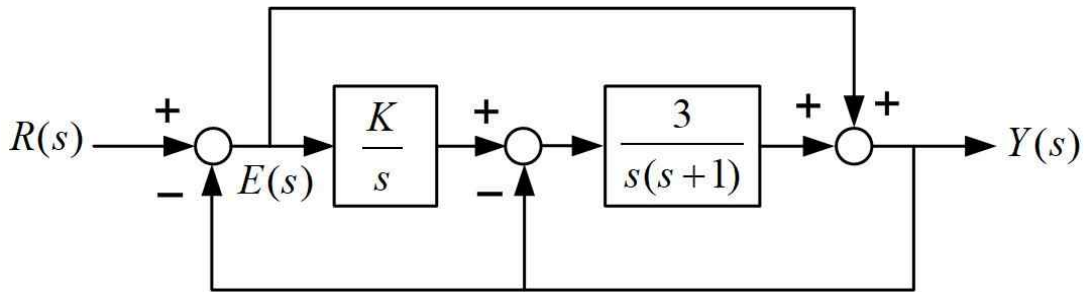
(2) 이 폐루프시스템이 안정할 K($K>0$)의 범위를 구하시오. (6점)

(3) 기준입력 $r(t)$와 출력변수 $y(t)$ 사이의 관계를 미분방정식 형태로 구하시오. (10점)

(4) Nyquist 선도로부터 시상수 T와 시간지연 L을 구하시오. (10점)

【 문제-2 】(20점)

다음과 같은 블록선도로 표현되는 피드백제어시스템(feedback control system)이 있다. 여기서 $R(s)$, $E(s)$, $Y(s)$는 각각 $r(t)$, $e(t)$, $y(t)$를 Laplace변환한 것이다. 다음 물음에 답하시오.



(1) 이 시스템의 폐루프전달함수 $Y(s)/R(s)$를 구하시오. (8점)

(2) 이 폐루프시스템이 안정할 K 의 범위를 Routh 안정도판별법(Routh-Hurwitz 판별법)을 이용하여 구하시오. (6점)

(3) $K=5/12$ 이고 $r(t)=t\,u_s(t)$ 일 때 정상상태오차[즉, $\lim_{t\to\infty} e(t)$]를 구하시오. (단, 여기서 $u_s(t)$는 단위계단함수(unit step function)를 의미한다.) (6점)

【 문제-3 】(30점)

다음의 상태방정식에서 $x(t)$는 상태변수, $u(t)$는 입력, $y(t)$는 측정값이다.

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -3 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t), \quad y(t) = Cx(t),$$

$$x(t) = \left[x_1(t) \;\; x_2(t) \right]^T$$

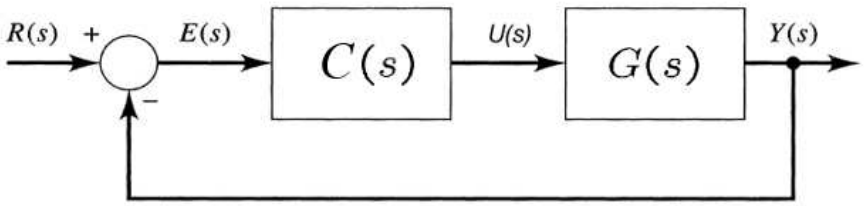
(1) 제어기 $u(t) = -Kx(t)$를 사용하고자 한다. 먼저 이 시스템의 가제어성 여부를 판정하고, 폐루프 극점이 -1에서 중근을 갖도록 제어기 이득 K를 구하시오. (10점)

(2) $C = [1 \;\; 0]$일 때 관측기(observer)를 사용하여 상태변수를 추정($\hat{x}$)하려고 한다. 이 시스템의 가관측성 여부를 판정하고 관측기를 상태방정식으로 표현하시오. (단, $A - LC$의 고유치가 -1에서 중근을 갖도록 L을 결정하시오.) (10점)

(3) 문항 (1), (2)에서 구한 제어기($u = -K\hat{x}$)와 관측기를 사용하면 제어기가 $U(s) = F(s)\,Y(s)$와 같은 출력피드백제어기(output-feedback controller)가 된다. 제어기의 전달함수 $F(s)$를 구하시오. (10점)

【 문제-4 】(20점)

아래의 피드백시스템에 대하여 물음에 답하시오. 그림에서 $R(s), Y(s)$는 각각 입력과 출력 신호의 라플라스 변환이고, $G(s)=\dfrac{s-10}{s+1}$, $C(s)=K$(상수)는 각각 플랜트와 제어기이다.



(1) $G(s)$의 Bode선도, s-domain에서 Nyquist 경로(path), 그리고 이 Nyquist 경로에 대한 Nyquist 선도(plot)를 근사적(asymptotic)으로 그리시오. (8점)

(2) $K>0$ 영역에서 위 피드백 시스템의 근궤적을 그리고, K에 대한 시스템의 안정도를 판별하시오. (6점)

(3) $Y(s)=G(s)U(s)$의 관계(open-loop)에서, 문항 (1)에서 근사적으로 그린 $G(s)$의 Bode선도를 사용하여 입력신호 $u(t)=\cos(t)$에 대한 정상상태 출력 $y_{ss}(t)$를 구하시오. (6점)