초급 문제 20문제 풀이 및 해설

1. **문제** 전달함수란 무엇인지 간단히 서술하시오.

   풀이 및 해설
   전달함수는 시스템 입력과 출력의 라플라스 변환 비율로, 시스템의 동적 특성을 수학적으로 표현하는 함수입니다. 주로 미분방정식을 해석하기 쉽게 변환하여 시스템 분석과 설계에 사용됩니다.

   답 시스템의 입력과 출력의 라플라스 변환 비율인 함수.

2. **문제** 다음 시스템의 전달함수를 구하시오: $\tau \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = Ku(t)$

   풀이 및 해설
   양변에 라플라스 변환을 취하면, $\tau sY(s) + Y(s) = KU(s)$ 양변에서 $Y(s)$를 묶으면, $Y(s)(\tau s + 1) = KU(s)$ 따라서 전달함수는, $G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{K}{\tau s + 1}$

   답 $G(s) = \frac{K}{\tau s + 1}$

3. **문제** 1차 전달함수 $G(s) = \frac{5}{2s+1}$의 극점을 구하시오.

   풀이 및 해설
   극점은 전달함수 분모를 0으로 만드는 값이다. $2s + 1 = 0$ $s = -\frac{1}{2}$

   답 $s = -\frac{1}{2}$

4. **문제** 다음 전달함수의 영점과 극점을 구하시오: $G(s) = \frac{s+3}{s^2+4s+5}$

   풀이 및 해설
   - 영점: 분자를 0으로 하는 값 $s + 3 = 0 \Rightarrow s = -3$ - 극점: 분모를 0으로 하는 값 $s^2 + 4s + 5 = 0$ 근의 공식 적용: $s = \frac{-4 \pm \sqrt{16-20}}{2} = -2 \pm j$

   답 영점: $s = -3$ 극점: $s = -2 \pm j$

5. **문제** 2차 시스템 전달함수 $G(s) = \frac{9}{s^2+6s+9}$의 감쇠비를 구하시오.

   풀이 및 해설
   표준 2차 시스템 형식은, $s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2$ 비교하면, $2\zeta\omega_n = 6$ $\omega_n^2 = 9 \Rightarrow \omega_n = 3$ 따라서, $2\zeta \times 3 = 6 \Rightarrow \zeta = 1$

   답 $\zeta = 1$ (임계감쇠)

6. **문제** RC 저역 통과 필터 회로의 전달함수를 작성하시오.

   풀이 및 해설
   RC 저역 통과 필터는, 입력 전압 V_{in}, 출력 전압 V_{out} 저항 R, 커패시터 C 연결 전달함수: $G(s) = \frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = \frac{1}{RCs+1}$

   답 $G(s) = \frac{1}{RCs+1}$

7. **문제** 전달함수의 안정성 조건을 간단히 설명하시오.

   풀이 및 해설
   시스템이 안정하려면, 모든 극점이 복소평면에서 좌측 반평면(실수부 ¡ 0)에 위치해야 한다.

   답 모든 극점이 좌측 반평면에 있어야 안정이다.

8. **문제** 1차 시스템의 시간상수를 정의하고 의미를 설명하시오.

   풀이 및 해설
   시간상수 τ는 시스템 응답이 약 63.2%에 도달하는 데 걸리는 시간이다. 작을수록 빠른 응답을 의미한다.

   답 시간상수 τ는 시스템의 응답 속도를 나타내며, 작을수록 빠르다.

9. **문제** 전달함수 $G(s) = \frac{10}{5s+1}$의 정현파 입력에 대한 응답 주파수를 설명하시오.

   풀이 및 해설
   이 전달함수의 컷오프 주파수는 $\omega_c = \frac{1}{5} = 0.2\text{rad/s}$ 이다. 주파수가 컷오프 이하에서는 출력이 입력을 따라가고, 그 이상에서는 감쇠가 발생한다.

   답 주파수 0.2rad/s 이하에서 응답이 잘 따라가며, 그 이상은 감쇠된다.

10. **문제** 시스템 전달함수 $G(s) = \frac{s}{s+2}$의 영점 위치를 구하시오.

    풀이 및 해설
    영점은 분자를 0으로 하는 값이다. $s = 0$

    답 $s = 0$

11. **문제** 1차 시스템의 라플라스 변환 과정 설명하시오.

    풀이 및 해설
    미분방정식에 라플라스 변환을 적용하면, 미분 연산이 s 곱셈으로 바뀌어 해석이 용이해진다. 예를 들어, $\frac{dy}{dt}$는 $sY(s)$로 변환된다.

    답 미분방정식의 미분항을 s 곱셈으로 변환하여 대수식으로 바꾸는 과정이다.

12. **문제** 전달함수에서 분자와 분모의 차수가 의미하는 바를 설명하시오.

    풀이 및 해설
    분모 차수는 시스템의 차수(동적 특성의 복잡성)를 나타내며, 분자 차수는 시스템의 영점 개수를 의미한다. 분모 차수가 크거나 같아야 안정적이다.

    답 분모 차수 = 시스템 차수, 분자 차수 = 영점 개수, 분모 차수가 커야 안정적이다.

13. **문제** 임계감쇠 상태의 2차 시스템 전달함수를 서술하시오.

    풀이 및 해설
    임계감쇠는 $\zeta = 1$ 일 때, 전달함수는 $G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2+2\omega_n s+\omega_n^2}$

    답 $G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2+2\omega_n s+\omega_n^2}$ $(\zeta = 1)$

14. **문제** 다음 전달함수의 극점이 우측 평면에 있을 경우 시스템 안정성을 설명하시오: $G(s) = \frac{1}{s-1}$

    풀이 및 해설
    극점 $s = 1$은 우측 반평면에 위치하므로 시스템은 불안정하다.

    답 불안정하다.

15. **문제** 시스템 응답에서 과도응답과 정상상태응답의 차이를 설명하시오.

    풀이 및 해설
    과도응답은 초기 상태 변화 과정이고, 정상상태응답은 시간이 충분히 흐른 후 안정된 출력 상태이다.

    답 과도응답은 초기 변화, 정상상태응답은 최종 안정 상태이다.

16. **문제** 전달함수의 라플라스 변환 변수 s의 의미를 설명하시오.

    풀이 및 해설
    s는 복소 주파수 변수로, 실수부는 감쇠율, 허수부는 진동수를 의미한다.
    답 복소 주파수 변수로 감쇠와 진동을 나타낸다.

17. **문제** 1차 시스템의 응답 속도를 높이는 방법을 기술하시오.

    풀이 및 해설
    시간상수 τ를 줄이면 응답 속도가 빨라진다. 즉, 시스템 파라미터를 조정하여 τ를 감소시킨다.
    답 시간상수 τ를 줄인다.

18. **문제** 전달함수에서 영점이 시스템 응답에 미치는 영향을 간단히 설명하시오.

    풀이 및 해설
    영점은 시스템의 강제응답에 영향을 주며, 응답의 위상과 진폭에 변화를 일으킨다.
    답 영점은 출력 응답의 위상과 진폭에 영향을 준다.

19. **문제** 다음 시스템의 전달함수를 분자와 분모로 표현하시오: 미분방정식 $\frac{d^2y}{dt^2} + 3\frac{dy}{dt} + 2y = u(t)$

    풀이 및 해설
    라플라스 변환: $s^2Y(s) + 3sY(s) + 2Y(s) = U(s)$ $Y(s)(s^2 + 3s + 2) = U(s)$ 전달함수: $G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1}{s^2+3s+2}$
    답 $G(s) = \frac{1}{s^2+3s+2}$

20. **문제** RC 회로에서 컷오프 주파수를 수식으로 표현하시오.

    풀이 및 해설
    컷오프 주파수 ω_c는, $\omega_c = \frac{1}{RC}$
    답 $\omega_c = \frac{1}{RC}$