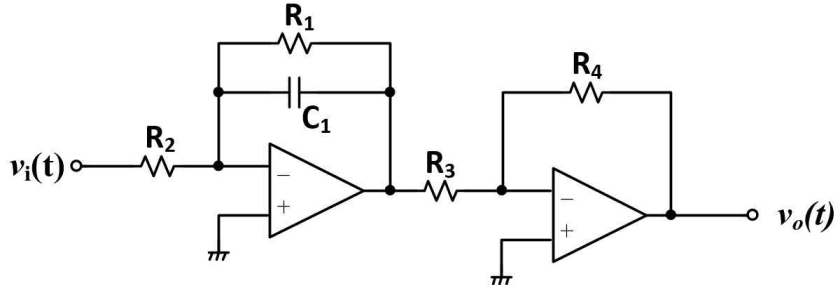
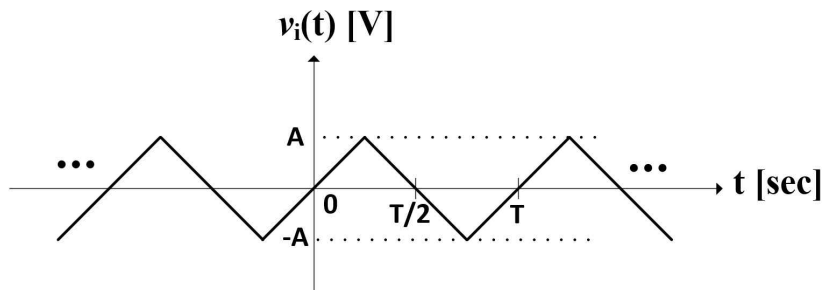


【 문제-1 】 (30점)

다음과 같은 이상적인 연산증폭기를 이용하는 회로와 입력 파형에 대해 아래 물음에 답하시오. (단, 풀이과정을 모두 기술하시오.)



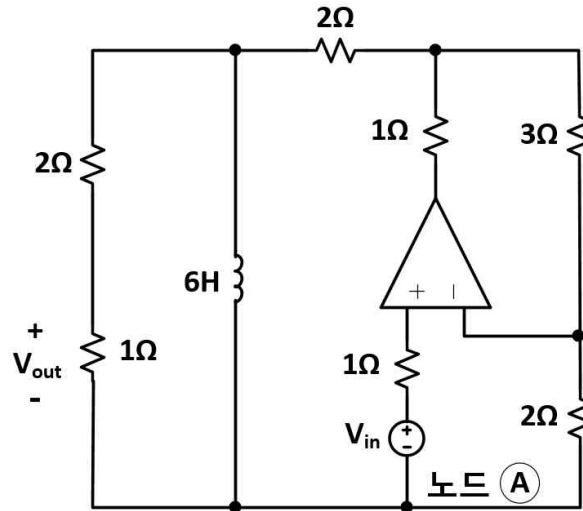
- (1) 회로에서 입력전압과 출력전압이 각각 $v_i(t)$, $v_o(t)$ 일 때, 회로의 전달함수 $H(s)$ 와 전달함수 크기가 최대값의 $1/\sqrt{2}$ 이 되는 차단주파수 f_c (단위 Hz)를 구하시오. (6점)
- (2) 회로의 입력전압이 아래 그림과 같은 주기함수일 때, 차단주파수 이하 주파수대의 출력만 고려하여 출력전압 $v_o(t)$ 를 구하시오. (단, $R_1 C_1 = 1/(4\pi)$ [ΩF], $T = 2$ [sec], $R_3 = R_4$, $R_2 C_1 = 1/(4\pi)$ [ΩF]이고, 주파수응답의 진폭특성만 고려한다.) (12점)



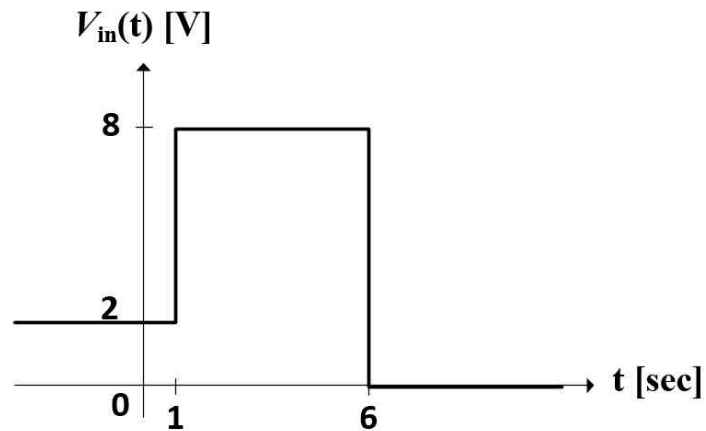
- (3) 회로에서 $R_3 = R_4$, $R_1 = R_2 = R$ (R 은 상수)로 놓고 C_1 을 $1/K$ ($1 < K < \infty$) 배로 감소시켰다. 이 때 K 가 변함에 따라 출력신호의 모양이 어떻게 변하는지 설명하시오. (단, 파형의 시간축 이동은 고려하지 않는다.) (6점)
- (4) 캐패시터 C_2 를 회로의 입력 단자와 저항 R_2 사이에 직렬로 삽입하여 높은 (upper) 차단주파수 f_{c2} 가 문제(1)의 f_c 와 $f_{c2} \approx f_c$ 관계를 만족하는 대역통과 필터를 설계하고자 한다. C_2 의 조건을 구하고 그 이유를 설명하시오. (단, 두 차단 주파수를 f_{c1} , f_{c2} 라 할 때 $0 \ll f_{c1} \ll f_{c2}$ 조건을 만족한다.) (6점)

【 문제-2 】 (20점)

(그림 a)의 회로는 아날로그 신호를 증폭하여 인덕터에 저장하는 동작을 수행한다. 연산증폭기는 노드 ㉠을 기준으로 20[V]의 전원을 사용하며 이상적인 특성을 갖고 있다.



(그림 a)

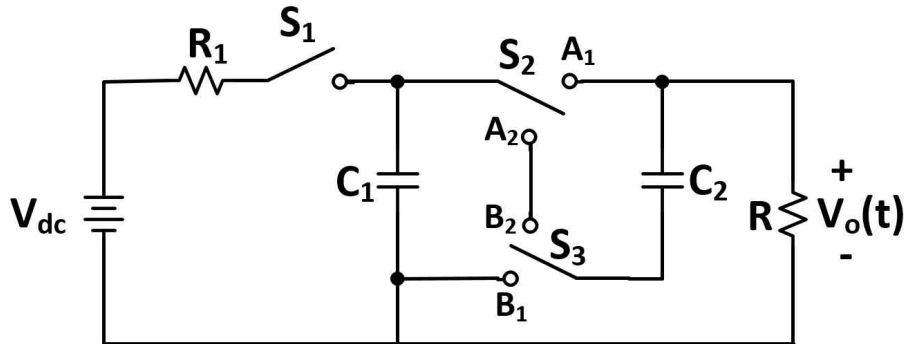


(그림 b)

- (1) 입력 V_{in} 에 dc 전압을 인가할 때, KCL(키르히호프의 전류법칙)을 적용하여 노드 ㉠에 흐르는 모든 전류 성분을 구하시오. (5점)
- (2) 입력 $V_{in}(t)$ 가 (그림 b)와 같을 때, 시간영역에서의 해석을 수행하여 $t > 0$ 영역에서의 출력 $V_{out}(t)$ 를 구하고, 그 개략적인 파형을 그리시오. (15점)

【 문제-3 】 (30점)

캐패시터와 저항으로 구성된 아래의 회로는 DC 전원과 스위치를 이용하여 충전 또는 방전을 한다. 아래의 물음에 답하시오.



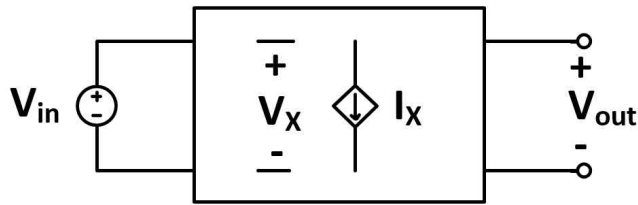
- (1) 위의 회로에서 $t < 0$ 일 때 스위치 S_1 이 닫혀있고 스위치 S_2 와 S_3 은 각각 연결점 A_1 과 B_1 에 연결된 상태를 유지하다가 $t = 0$ 일 때 S_1 이 열리고 S_2 의 연결점이 A_1 에서 A_2 로 S_3 의 연결점이 B_1 에서 B_2 로 바뀐다. 저항 R 에 걸린 전압을 $V_o(t)$ 라고 할 때, $V_o(0^-)$, $V_o(0^+)$, $V_o(t)$ 함수를 구하시오. (5점)
- (2) 위의 회로에서 $t > 0$ 일 때 출력 전압 $V_o(t)$ 가 감소하여 $\frac{V_{dc}}{2}$ 가 되는 시간을 t_0 라고 할 때 $t = t_0$ 에서 스위치 S_1 이 닫히고 S_2 와 S_3 은 각각 연결점 A_1 과 B_1 에 연결된다. 이 동작을 가능하게 하기 위한 R 과 R_1 의 관계식과 $V_o(t_0^-)$, $V_o(t_0^+)$ 의 값, 그리고 $t > t_0$ 구간에서 $V_o(t)$ 함수를 구하시오. (단, $t_0 > 0$) (10점)
- (3) R 과 R_1 이 문제(2)의 동작이 가능한 조건을 만족하지 않는 경우 위의 회로가 어떤 동작을 하는지 설명하시오. (4점)
- (4) 위의 회로에서 $t = 2t_0$ 일 때 스위치 S_1 이 다시 열리고 S_2 의 연결점이 A_1 에서 A_2 로 S_3 의 연결점이 B_1 에서 B_2 로 바뀐다. 이후 $V_o(t)$ 가 $\frac{V_{dc}}{2}$ 가 되면 다시 스위치의 연결이 (2)번 문제와 같이 바뀌는 동작이 반복된다. $R = 1[\Omega]$, $R_1 = 0.1[m\Omega]$, $C_1 = C_2 = 1[F]$, $V_{dc} = 1[V]$ 일 때 $0 < t < 2t_0$ 구간에서 $V_o(t)$ 함수와 $V_o(2t_0^-)$, $V_o(2t_0^+)$ 값을 구하고, $-\infty < t < 3t_0$ 구간에서 $V_o(t)$ 의 파형을 그리시오. (11점)

【 문제-4 】 (20점)

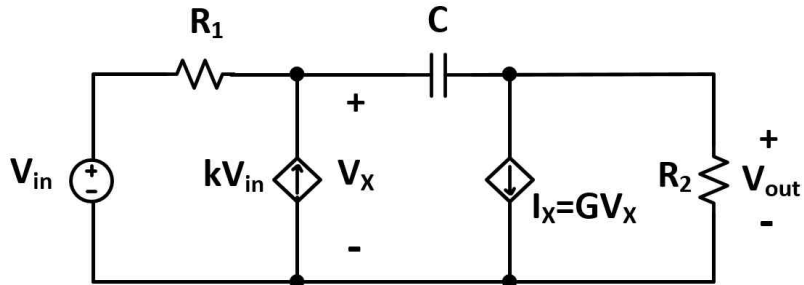
(그림 a)의 회로 블록은 $I_x = G \cdot V_x$ 인 종속전원을 포함하고 있으며, 입력 V_{in} 을 인가하여 출력 V_{out} 을 관찰한다. 전체회로를 종속전원 신호 V_x 및 I_x 로써 부분 회로들로 분해하여 해석하면 전체회로의 특성을 다양한 관점에서 이해할 수 있다. 여기서 V_x 와 V_{out} 이 V_{in} 및 I_x 의 함수로 구현되는 경우, 다음의 행렬 (matrix) 식과 같이 표현할 수 있다.

$$\begin{bmatrix} V_x \\ V_{out} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{in} \\ I_x \end{bmatrix}$$

(그림 b)는 위의 관계식이 적용되는 회로의 한 예이다.



(그림 a)



(그림 b)

- (1) (그림 a)의 관계식으로부터 전달함수 V_{out}/V_{in} 을 계수 A, B, C, D, G 의 함수로 나타내시오. (3점)
- (2) (그림 b)의 회로에서 문제(1)에서의 A, B, C, D 의 전기적 의미에 기반하여 전달함수 $H(s)=V_{out}(s)/V_{in}(s)$ 를 구하시오. (10점)
- (3) (그림 b)의 회로에서 $G=1[\text{mS}]$, $R_1=0[\Omega]$, $R_2=1[\text{k}\Omega]$, $C=1[\text{mF}]$, $k=1$ 일 때, 시간 영역에서의 단위계단과 응답(unit-step response) $V_{out}(t)$ 를 구하고, 이 회로의 주파수 응답을 설명하시오. (7점)