【 문제-1 】(30점)

그림 (가)의 회로에서 구한 $v_c(t)$의 정상상태(steady-state) 전압이 그림 (나) 또는 그림 (다)의 부하저항 R_L에 전달되게 하고자 한다. 그림 (다)의 연산증폭기는 이상적인 특성을 갖는다. $u(t)$는 단위계단함수이고 $5\sin(2t)$를 페이저(phasor)로 표현할 때 위상각 θ를 0°로 하며 페이저는 반드시 극좌표(polar form)로 표현하여야 한다. 시간 $t=0$에서 모든 커패시터 전압과 인덕터 전류는 영(zero)이다. 위상각 θ의 범위는 $-180^\circ \le \theta \le 180^\circ$로 나타낸다. 아래 물음에 대하여 답하시오.

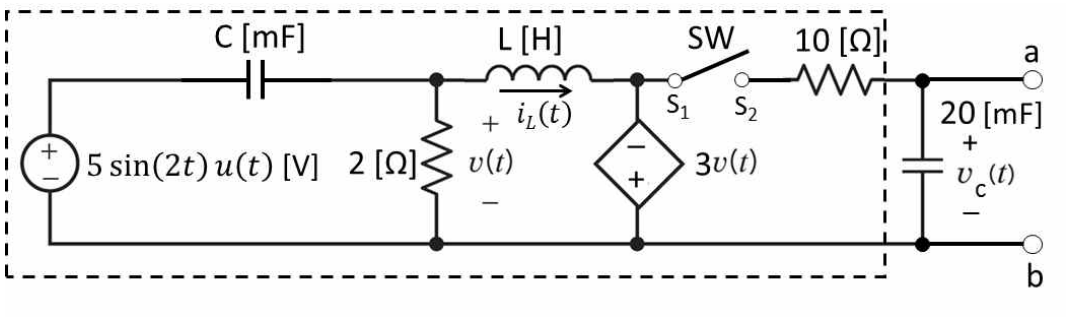


그림 (가)

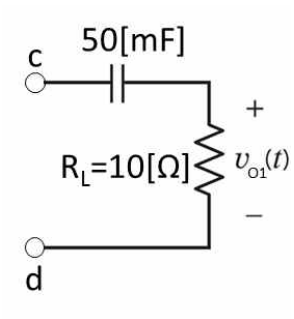


그림 (나)

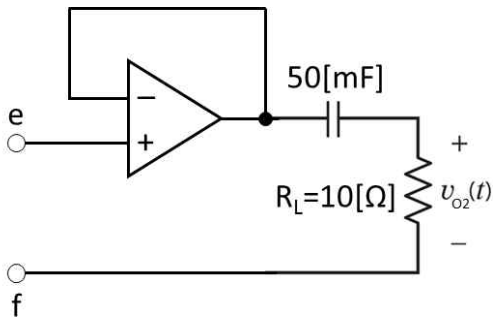


그림 (다)

(1) 그림 (가)에서 점선부분 안의 인덕터에 흐르는 전류 $i_L(t)$의 자연응답(natural response)이 아래의 식으로 표현될 때, $i_L(t)$에 대한 2차 미분방정식과 인덕터 L[H]과 커패시터 C[mF]의 값을 구하시오. (단, 스위치 SW는 열려있으며, 자연응답은 과도응답(transient response)이라고도 한다.) (8점)

$$i_{L(\text{자연응답})}(t) = -\frac{2}{3}e^{-t} + \frac{2}{3}e^{-4t}\ [\text{A}] \quad (t > 0)$$

(2) 시간 $t>0$에서 그림 (가)의 스위치 SW가 닫히고(접점 S_1과 S_2가 서로 연결되고) 정상상태가 된 후, 점선부분 안의 회로를 주파수 영역에서의 테브난 등가회로(Thevenin equivalent circuit)로 나타내고, 주파수 영역의 커패시터 전압 $V_c(\omega)$와 시간 영역에서의 커패시터 전압 $v_c(t)$를 각각 구하시오. (단, 테브난 등가회로와 $V_c(\omega)$는 반드시 페이저와 복소 임피던스를 이용한 주파수 영역의 해석 방법을 적용하여 풀이한다. 인덕터 L과 커패시터 C의 값은 문항 (1)에서 구한 값을 적용하고 $V_c(\omega)$는 반드시 극좌표 형식의 페이저로 표현한다.) (12점)

(3) 문항 (2)의 정상상태에서, 그림 (가)의 마디(node) a와 b에 그림 (나)의 마디 c와 d를 각각 연결하였을 때와, 그림 (다)의 마디 e와 f를 각각 연결하였을 때의 부하저항 R_L의 전압 $v_{o1}(t)$와 $v_{o2}(t)$를 주파수 영역에서 각각 $V_{o1}(\omega)$와 $V_{o2}(\omega)$라고 할 때, $V_c(\omega)$와 $V_{o1}(\omega)$ 및 $V_{o2}(\omega)$의 값을 구해서, 반드시 극좌표 형식의 페이저로 표현하시오. (단, 반드시 페이저와 복소 임피던스를 이용한 주파수 영역의 해석 방법을 적용하여 풀이하고, 인덕터 L과 커패시터 C의 값은 문항 (1)에서 구한 값을 적용한다.) (10점)

【 문제-2 】(20점)

그림 (가)에서 구한 A값을 이용하여 그림 (나)를 해석하고자 한다. $u(t)$와 $u(-t)$는 단위계단함수이고 $A\cos(2t)$를 페이저(phasor)로 표현할 때 위상각 θ을 0°로 하며 위상각 θ는 $-180^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ 범위에서 표시한다. 변압기1과 변압기2는 이상적인 변압기이고, 그림 (가)와 그림 (나)의 A는 동일한 값이다. 아래 물음에 대하여 답하시오.

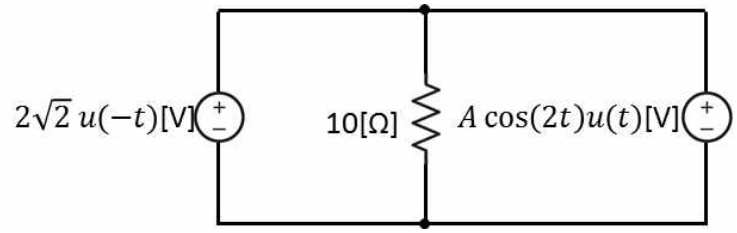


그림 (가)

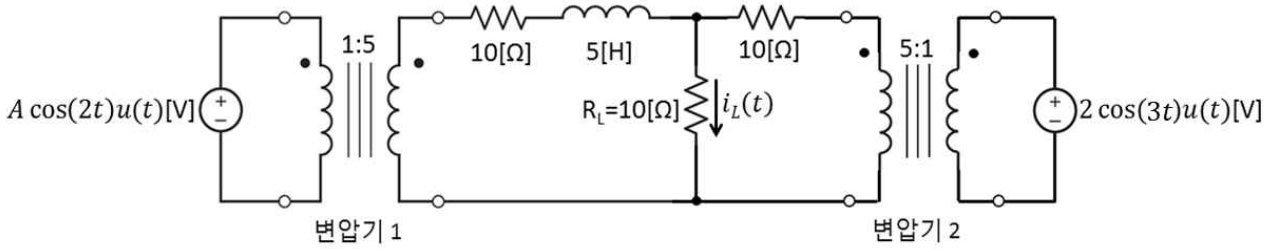


그림 (나)

(1) 그림 (가)의 저항 10[Ω]에서 소비되는 평균전력(average power)을 구한 후, 이를 이용하여 $A\cos(2t)u(t)$의 A값(A는 양수이다)을 구하시오. (단, $t<0$일 때 저항 10[Ω]에서의 평균전력과, $t>0$일 때 저항 10[Ω]에서의 평균전력은 동일한 값을 갖는다.) (6점)

(2) 그림 (나)의 회로가 $t>0$일 때, 부하 R_L에 흐르는 정상상태(steady-state)에서의 전류 $i_L(t)$와 평균전력을 구하시오. (단, 반드시 페이저와 복소 임피던스를 이용한 주파수 영역의 해석 방법을 적용하여 풀이한다.) (14점)

【 문제-3 】(30점)

대역통과필터는 저역통과필터와 고역통과필터의 종속접속으로 구성할 수 있다. 그 전달함수가 다음과 같이 주어졌을 때 각각의 물음에 답하시오.

$$H(s)=\frac{V_2(s)}{V_1(s)}=-\frac{(5\times10^3)s}{s^2+(12.5\times10^3)s+25\times10^6}$$

(1) H(s)로 부터 대역통과필터의 진폭이득 K, 저역통과필터의 전달함수 $H_l(s)$, 고역통과필터의 전달함수 $H_h(s)$를 각각 구하시오. (6점)

(2) 대역통과필터의 대역폭 $\triangle\omega$, 중심주파수 ω_c, 양호도(quality factor) Q를 각각 구하시오. (6점)

(3) 반전연산증폭기회로를 활용하여 K, $H_l(s)$, $H_h(s)$, H(s)를 각각 설계하고, 각각의 회로도를 구하시오. (단, 설계과정을 명시하여야 하고 이상적인 연산증폭기와 커패시터 및 저항을 사용하여 설계한다. 저항은 반드시 20 [kΩ]의 값을 갖는 것만 사용하여야 한다.) (18점)

【 문제-4 】(20점)

아래 그림은, 왼쪽의 Δ-결선 3상 전원으로부터 오른쪽의 Y-결선 3상 부하로 에너지를 공급하고 있는 상태를 나타낸 것이다. 정상적으로 운전하던 중, 전원측 B-점과 부하측 b-점을 연결하는 선로길이 200[km]인 송전선로 L_{B-b} 의 중앙부분에서 지락사고가 발생하여, 중앙점인 M-점이 계속 지면에 접촉(송전선로가 단선된 것은 아님)된 상태가 되었다. 이 사고로 전원 V_{BC}가 탈락하여 B-C 사이가 개방되고, 전원 V_{AB}와 V_{CA}만으로 에너지를 공급하게 되었다. 이 경우 3상 부하에서의 소비전력 $P[kW]$를 구하시오. (단, 실효값의 전원전압 $V_{AB} = 100\angle 0^\circ\,[kV]$, $V_{BC} = 100\angle -120^\circ\,[kV]$, $V_{CA} = 100\angle 120^\circ\,[kV]$이고, 불평형 3상 부하의 임피던스는 $Z_{an} = 5 + j3[\Omega]$, $Z_{bn} = 4 + j2[\Omega]$, $Z_{cn} = 3 + j1[\Omega]$이다. 전원측은 비접지이고, 부하측은 중성점 n이 대지 표면에 접지되어 있다. 송전선로 3가닥의 특성은 동일하고, 송전선로 1가닥의 단위길이당 임피던스는 $Z_{Line} = 0.02 + j0.01[\Omega/km]$이다. 이 경우 중성점 n의 전압은 0[$V$]가 아니며, 중성점 n으로부터 땅속 깊은 곳 G (0[V])까지의 등가 접지저항은 $Z_{n-G} = 6[\Omega]$, 지락점 M으로부터 땅속 깊은 곳 G (0[V])까지의 등가 지락저항은 $Z_{M-G} = 9[\Omega]$ 이고, 그 외의 값은 무시한다.)

