

# Contents

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 직류회로</b>                                  | <b>3</b>  |
| 1.1 최대전력전달 (2025 부산대 편입학 문제 2번) . . . . .      | 4         |
| 1.2 최대전력전달 (2025 경북대 편입학 문제 3번) . . . . .      | 5         |
| 1.3 중첩의 원리 (2024 경북대 편입학 문제 3번) . . . . .      | 10        |
| 1.4 테브닌정리 (2023 경북대 편입학 문제 3번) . . . . .       | 11        |
| 1.5 노턴정리 (2022 경북대 편입학 문제 3번) . . . . .        | 12        |
| <b>2 교류회로</b>                                  | <b>15</b> |
| 2.1 테브닌임피던스 (2021 부산대 편입학 문제 3번) . . . . .     | 16        |
| 2.2 교류회로분석 (2021 부산대 편입학 문제 4번) . . . . .      | 18        |
| 2.3 최대복소전력 (2024 부산대 편입학 문제 3번) . . . . .      | 20        |
| 2.4 복소전력 (2024 부산대 편입학 문제 4번) . . . . .        | 24        |
| 2.5 복소전력 (2021 경북대 편입학 문제 3번) . . . . .        | 26        |
| 2.6 역률보정 (2022 경북대 편입학 문제 4번) . . . . .        | 28        |
| <b>3 과도응답과 주파수응답</b>                           | <b>31</b> |
| 3.1 과도응답 (2022 부산대 편입학 문제 3번) . . . . .        | 32        |
| 3.2 과도응답(2020 부산대 편입학 문제 2번) . . . . .         | 33        |
| 3.3 과도응답 (2025 경북대 편입학 문제 4번) . . . . .        | 34        |
| 3.4 과도응답 (2024 경북대 편입학 문제 4번) . . . . .        | 37        |
| 3.5 공진회로 (2022 부산대 편입학 문제 4번) . . . . .        | 40        |
| 3.6 전달함수 (2023 경북대 편입학 문제 4번) . . . . .        | 41        |
| 3.7 Op-amp 과도응답 (2021 경북대 편입학 문제 4번) . . . . . | 43        |

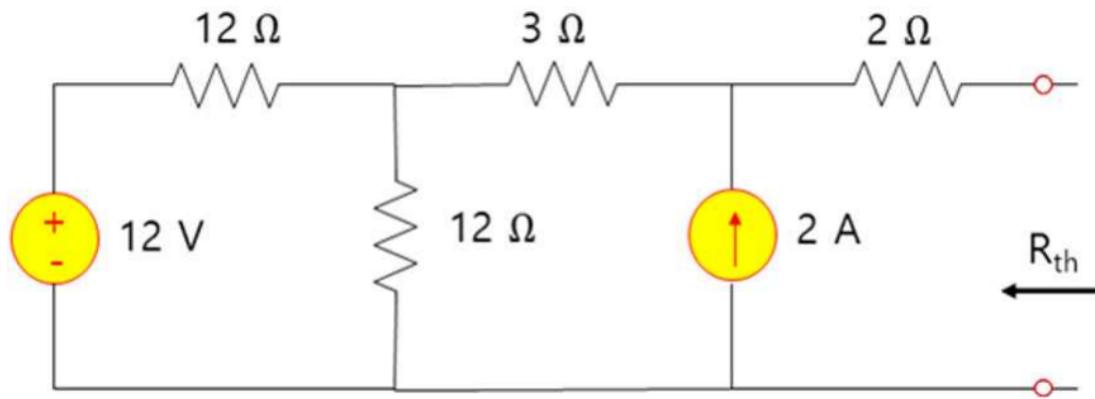
|   |           |
|---|-----------|
| 3.8 필터 주파수응답 (2020 경북대 편입학 문제 4번)             | 46        |
| <b>4 3상회로</b>                                 | <b>49</b> |
| 4.1 Balanced 3-phase load(2020 부산대 편입학 문제 1번) | 49        |
| <b>5 자기회로</b>                                 | <b>51</b> |
| 5.1 변압기 (2020 경북대 편입학 문제 3번)                  | 52        |

# Chapter 1

## 직류회로

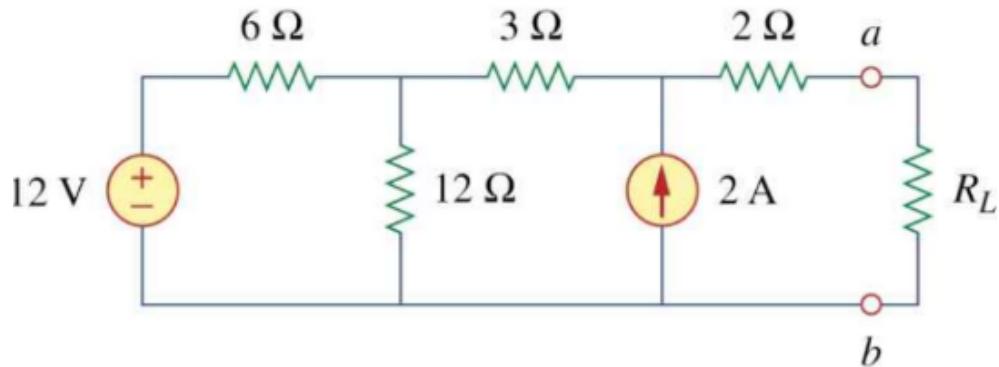
## 1.1 최대전력전달 (2025 부산대 편입학 문제 2번)

문제 2(15점) 그림에서 최대전력을 전달하는 부하저항  $RL$ 을 구하시오.

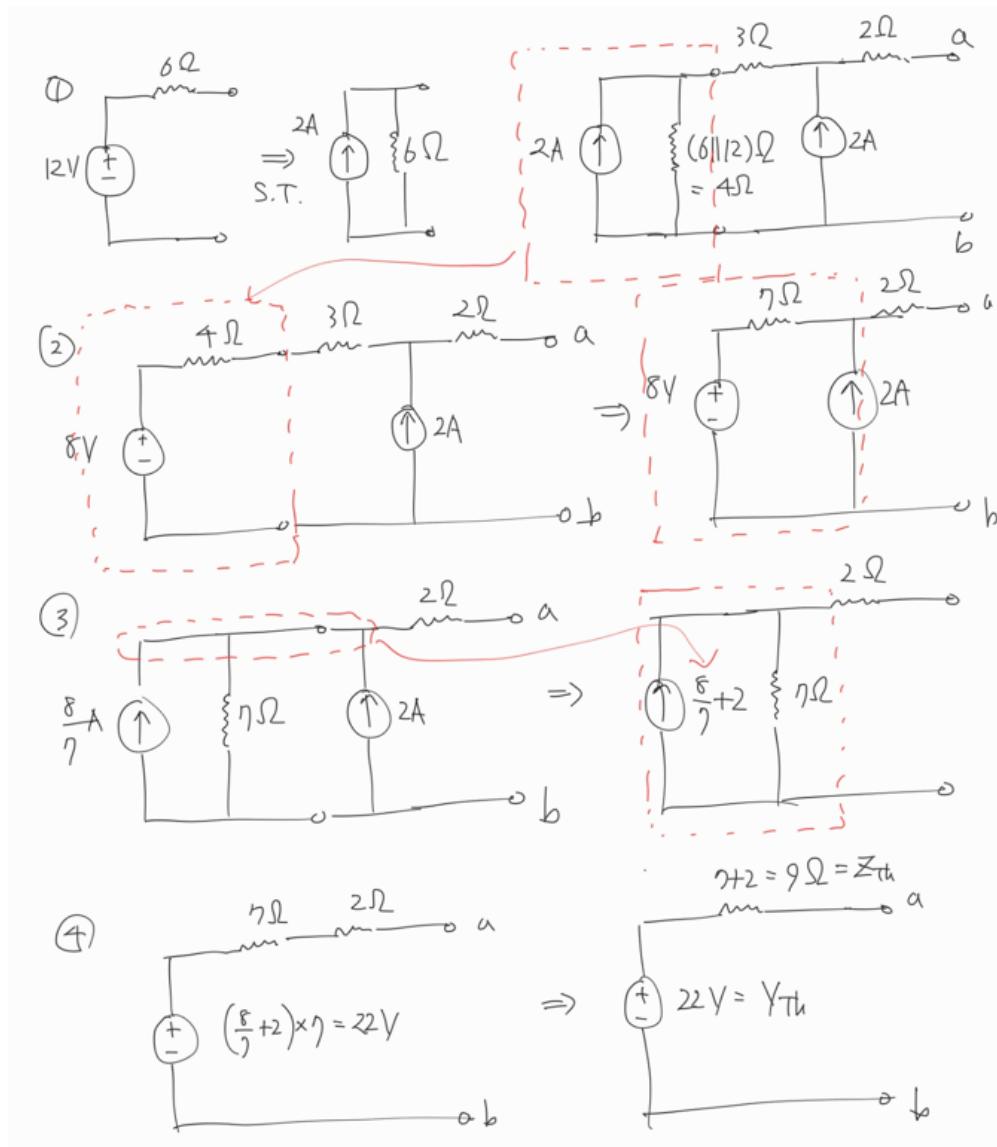


## 1.2 최대전력전달 (2025 경북대 편입학 문제 3번)

아래 회로에서 최대 전력전달을 위한  $R_L$ 값을 구하고, 최대전력을 구하시오.

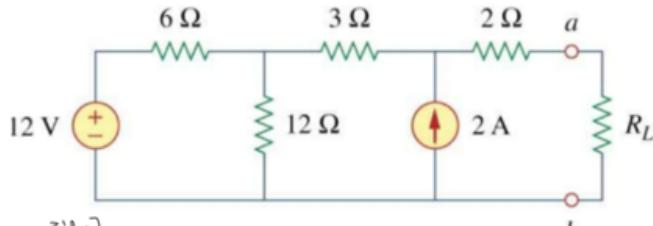
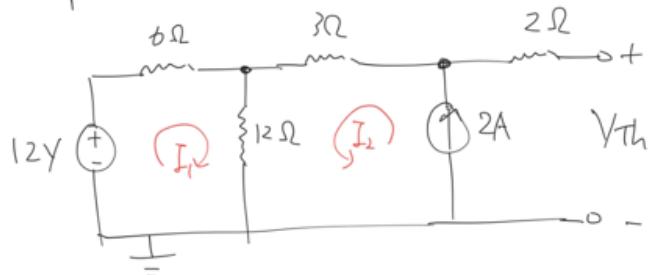


## Solution 1. Source Transformation



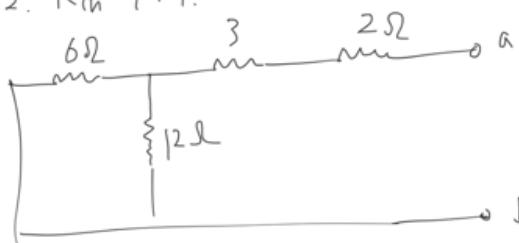
따라서 위의 테브닌 등가회로로부터  $R_L = R_{Th} = 9 \Omega$ 일 때 부하에 전달되는 최대 전력은  $P_{max} = \frac{V_{Th}^2}{4R_{Th}} = \frac{(22V)^2}{4 \cdot 9\Omega} \approx 13.44 W$ 이다.

## Solution 2. Mesh analysis

Step 1.  $V_{Th}$  구하기.

$$\textcircled{1} \text{ Loop 1: } -12V + (6+12)I_1 + 12I_2 = 0 \quad \textcircled{2} \text{ Loop 2: } I_2 = 2A \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \rightarrow I_1 = -\frac{2}{3}A.$$

$$\therefore V_{Th} = 12 - 6I_1 + 3I_2 = 12 - 6 \times \left(-\frac{2}{3}\right) + 3 \times 2 = 22V$$

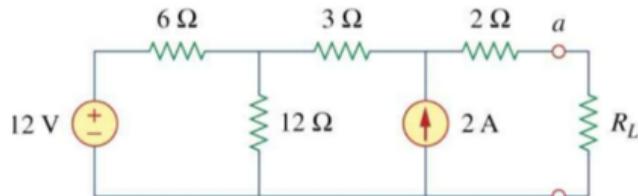
Step 2.  $R_{Th}$  구하기.  $\sim 12V$  단자, 2A 전류원 open.

$$\therefore R_{ab} = 2 + 3 + 6 = 11\Omega$$

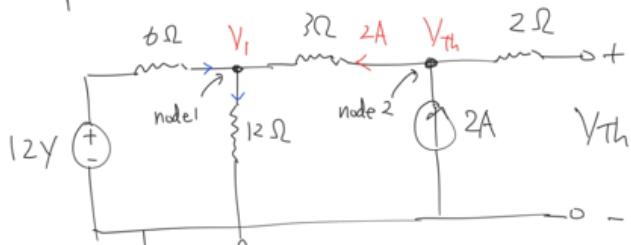
4

따라서 위의 테브닌 등가회로로부터  $R_L = R_{Th} = 9\Omega$ 일 때 부하에 전달되는 최대 전력은  $P_{max} = \frac{V_{Th}^2}{4R_{Th}} = \frac{(22V)^2}{4 \cdot 9\Omega} \approx 13.44W$ 이다.

Solution 3. Nodal analysis 따라서 위의 테브닌 등가회로로부터  $R_L = R_{Th} = 9 \Omega$ 일 때



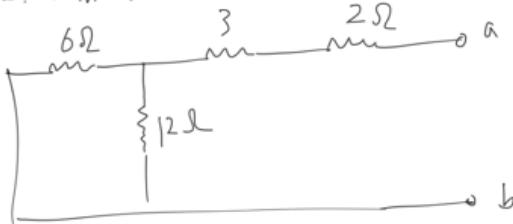
Step 1.  $V_{Th}$  구하기.



$$\text{node 1: } \frac{12V - V_1}{6\Omega} + 2 = \frac{V_1 - 0}{12\Omega} \quad \therefore V_1 = 16V.$$

$$\text{node 2: } \frac{V_{Th} - V_1}{3\Omega} = 2 \quad \therefore V_{Th} = V_1 + 6 = 22V.$$

Step 2.  $R_{Th}$  구하기.  $\rightarrow 12V$  단자, 2A 전류원 open.



$$\begin{aligned} \therefore R_{ab} &= 2 + 3 + 6//12 \\ &= 2 + 3 + 4 = 9\Omega. \end{aligned}$$

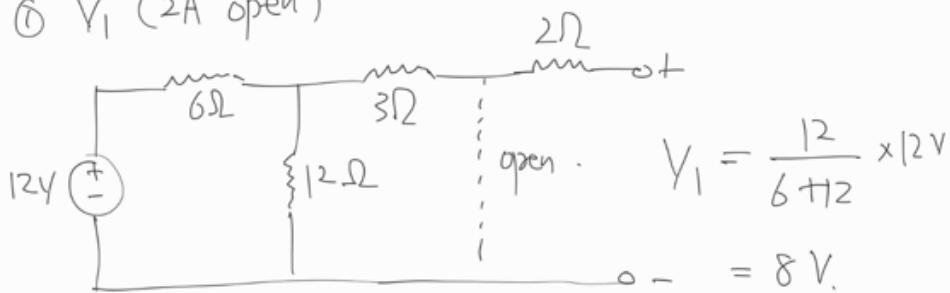
4

부하에 전달되는 최대 전력은  $P_{max} = \frac{V_{Th}^2}{4R_{Th}} = \frac{(22V)^2}{4 \cdot 9\Omega} \approx 13.44W$ 이다.

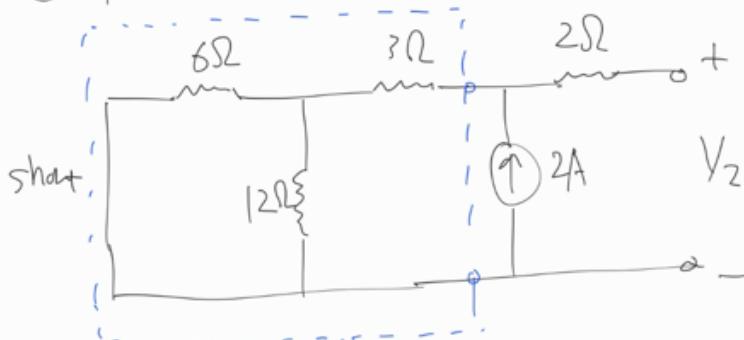
## Solution 4. Superposition principle

$$\text{증립원리} : V_{Th} = V_1 + V_2$$

①  $V_1$  (2A open)



②  $V_2$  (12V 전압원 short)



$$3+6||12 = 7\Omega$$

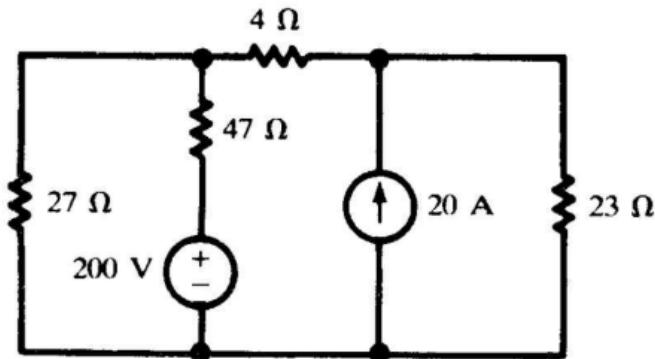
$$V_2 = 2 \times 7 = 14V$$

$$\therefore V_{Th} = V_1 + V_2 = 8 + 14 = \boxed{22V}$$

테브닌 저항은 위의 solution 1 3에서 구한 것과 동일한 방식으로 9 Ω임을 알 수 있다. 따라서 위의 테브닌 등가회로로부터  $R_L = R_{Th} = 9 \Omega$ 일 때 부하에 전달되는 최대 전력은  $P_{max} = \frac{V_{Th}^2}{4R_{Th}} = \frac{(22V)^2}{4 \cdot 9 \Omega} \approx 13.44 W$ 이다.

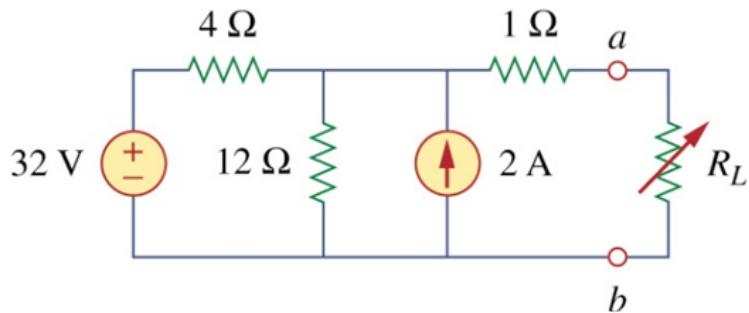
### 1.3 중첩의 원리 (2024 경북대 편입학 문제 3번)

중첩의 원리(superposition principle)를 이용하여, 다음 회로의  $23\Omega$  저항에 흐르는 전류값을 구하여라.



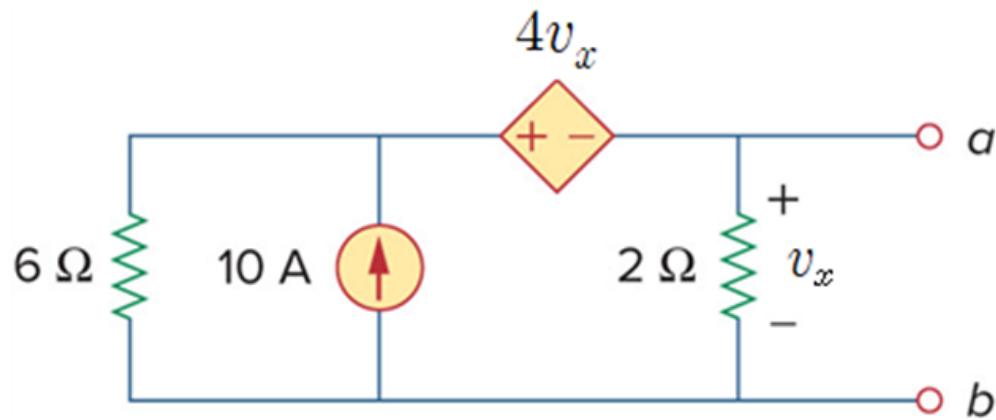
## 1.4 테브닌정리 (2023 경북대 편입학 문제 3번)

$R_L$ 이  $6\ \Omega$ ,  $16\ \Omega$ ,  $36\ \Omega$  일 경우,  $R_L$ 에 흐르는 전류를 각각 구하여라.



### 1.5 노턴정리 (2022 경북대 편입학 문제 3번)

다음 회로에서 종단  $a - b$ 에서 노턴 등가회로를 구하시오.



①  $I_N$  구하기  $\sim$  a-b 단자 short 전류.

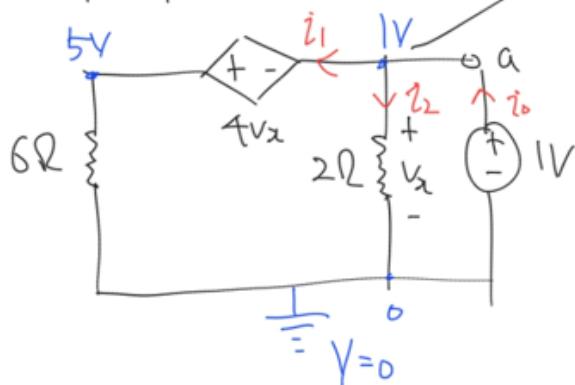
a-b 단자 short  $\rightarrow V_L = 0 \sim 4V_x = 0$  (3족전원  $\rightarrow$  short)

$$\therefore i_{sc} = 10A. = I_N$$

②  $Z_N$  구하기  $\sim$  a-b 단자에 test 전압원 1V  $\sim V_{Lc} = 1V$ .

$\star$  independent source 를 고는 거 알지 말기.

10A 전류원을 개방하면



$$KCL: i_o = i_1 + i_2$$

$$i_1 = \frac{5-0}{6\Omega} = \frac{5}{6} A$$

$$i_2 = \frac{1-0}{2\Omega} = \frac{1}{2} A$$

$$\therefore i_o = \frac{5}{6} + \frac{1}{2} = \frac{4}{3} A$$

$$\therefore Z_N = \frac{1V}{i_o} = \frac{3}{4} \Omega$$

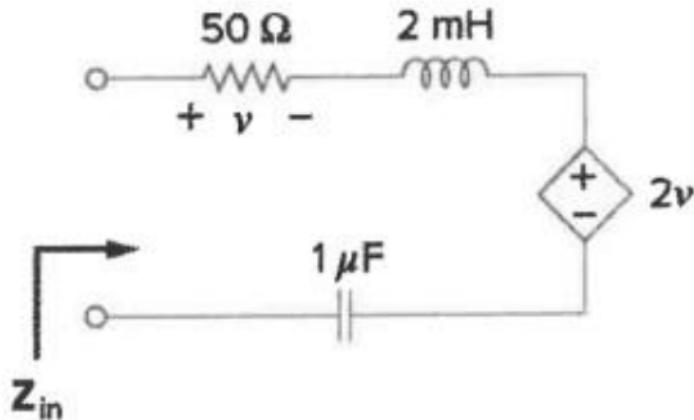


# Chapter 2

## 교류회로

## 2.1 테브닌임피던스 (2021 부산대 편입학 문제 3번)

다음 회로의 좌측에서 바라본 테브난 등가임피던스( $Z_m$ )를 계산하시오. 단, 각속도는  $10^4 \text{ rad/sec}$ 로 가정하며, 모든 복소수는 직각좌표형식(rectangular form)으로 나타내시오.



**Solution:** 먼저 phasor doamin에서 임피던스를 표현하면

$$X_L = jwL = j(10^4 \text{ rad/s}) \times (2 \text{ mH}) = 20j$$

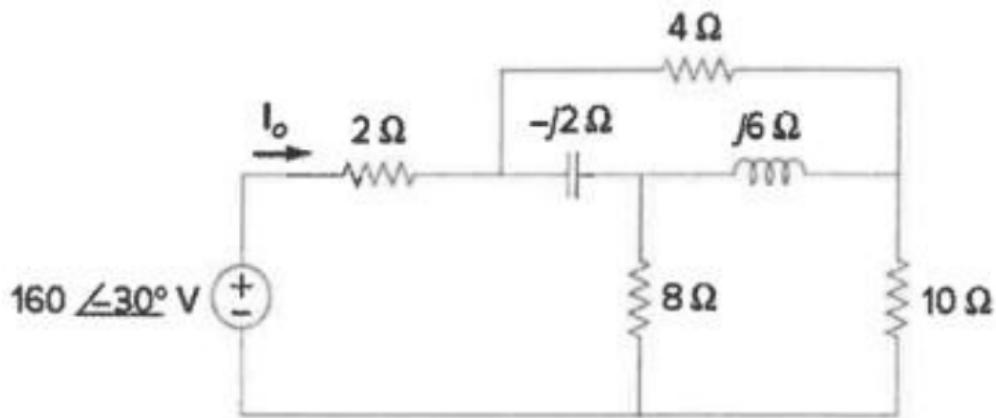
$$X_C = \frac{1}{jwC} = \frac{1}{j(10^4 \text{ rad/s}) \times 1 \mu F} = -100j$$

개방된 단자에 test 전압  $1 V$ 를 인가했을 때 회로에 흐르는 전류를  $i_o$ 라 하자. 종속전원  $2v$ 는 50옴에 걸리는 전압의 2배이므로 100옴의 저항으로 생각할 수 있다. 따라서 테브난 등가임피던스는

$$Z_{Th} = \frac{1V}{i_0} = 50 \Omega + X_L + 100 \Omega (\text{종속전원}) + X_C = 150 \Omega - 80j = 170 \Omega \angle -28.07^\circ$$

## 2.2 교류회로분석 (2021 부산대 편입학 문제 4번)

다음 회로에서  $I_0$ 를 계산하시오. 단, 우측 상단부분의 회로를  $\Delta$ - $Y$  변환하여  $I_0$ 를 계산하되, 최종 값은 극좌표형식(polar form)으로 나타내시오.



*<2021 복인 4번>*

$$Z_{eq} = Z + Z_a + (Z_b + j) || (Z_c + j)$$

$$= Z + \sqrt{2} \angle -135^\circ$$

$$= \frac{(2.12 \angle -45^\circ + 8)(10 + 3\sqrt{2} \angle 45^\circ)}{(2.12 \angle -45^\circ + 8 + 3\sqrt{2} \angle 45^\circ + 10)}$$

$$= 24\sqrt{2} \angle -135^\circ + 5.693 \angle 0.172^\circ$$

$$\approx 6.765 \angle -8.355^\circ$$

① a-b-c  $\Delta$ -Y 변환.

$$Z_a = \frac{4 \times (-2j)}{4 - 2j + 6j} = \frac{-8j}{4 + 4j} = \sqrt{2} \angle -135^\circ$$

$$Z_b = \frac{6j \times (-2j)}{4 + 4j} = \frac{+12}{4 + 4j} = 2.12 \angle -45^\circ$$

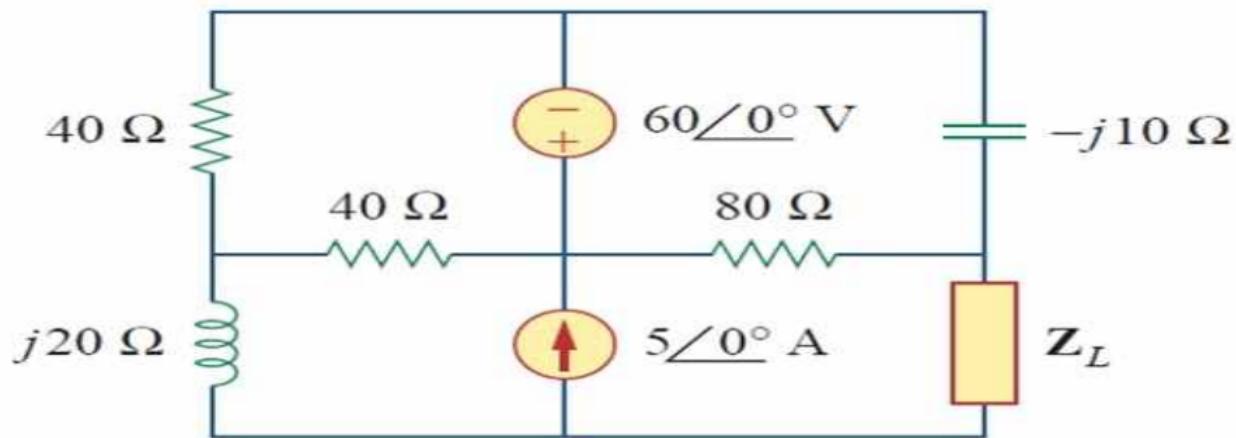
$$Z_c = \frac{+6j}{4 + 4j} = \frac{24j}{4 + 4j} = 3\sqrt{2} \angle 45^\circ$$

$$\therefore I_o = \frac{160 \angle -30^\circ}{6.765 \angle -8.355^\circ} \approx 23.65 \angle -21.65^\circ$$

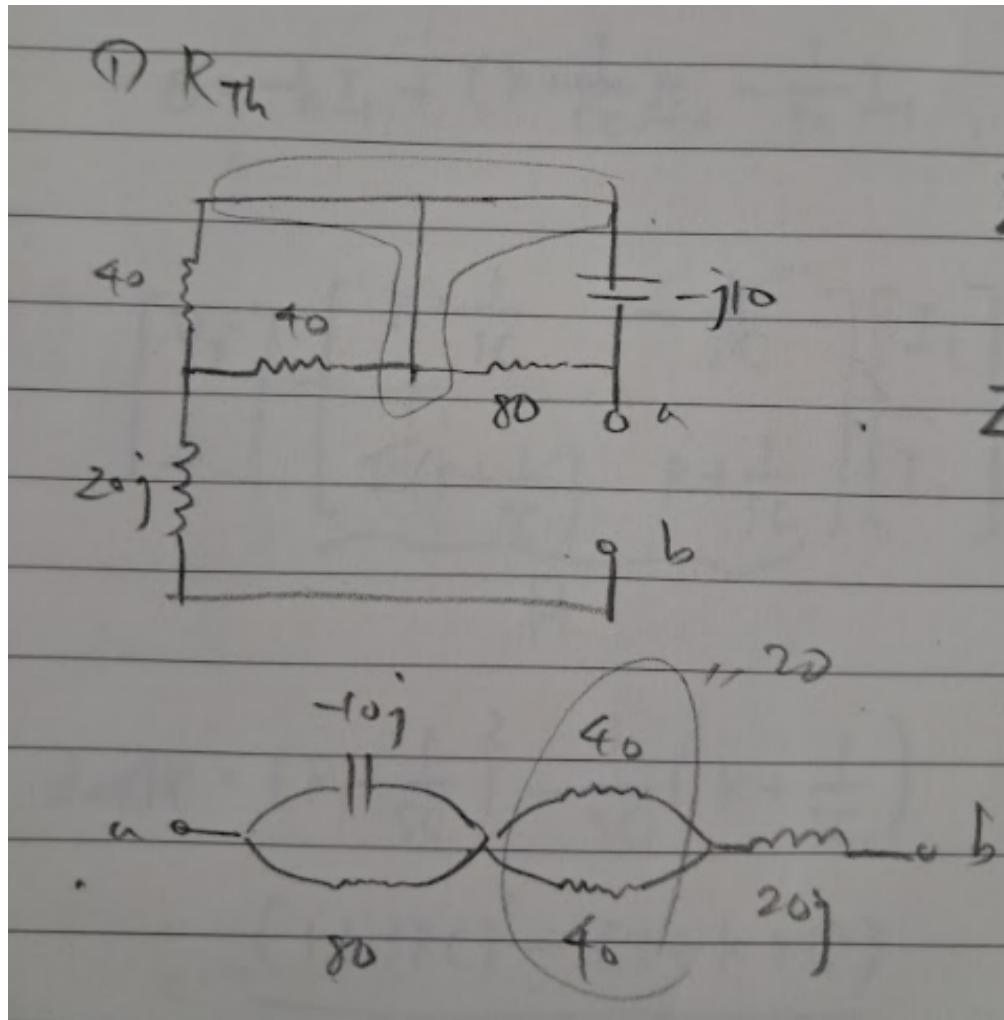
②

## 2.3 최대복소전력 (2024 부산대 편입학 문제 3번)

다음 회로에서 최대전력을 전달하는  $Z_L$ 값을 구하시오.



Solution. (문제 출처 : Sadiku 연습문제 11.18번)



60 V∠0° 전압원을 short, 5 A∠0° 전류원을 open하면 a – b 단자 사이의 등가 임피던스는

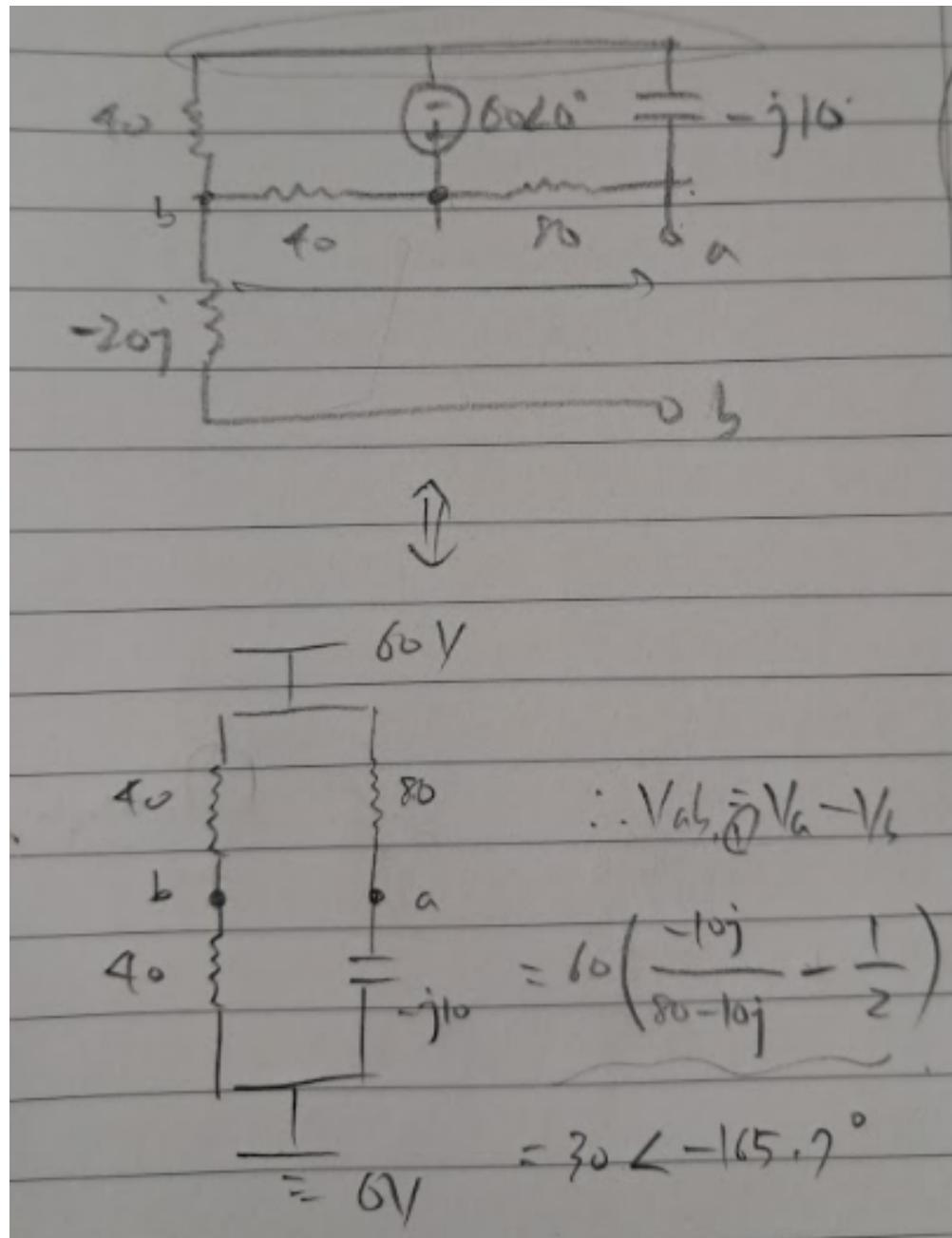
$$Z_{ab} = Z_{Th} = (80 \parallel -10j) + (40 \parallel 40) + 20j \approx 21.23 + 10.15j$$

따라서 최대전력을 전달하는 부하의 임피던스는

$$Z_L = Z_{Th}^* = 21.23 - 10.15j$$

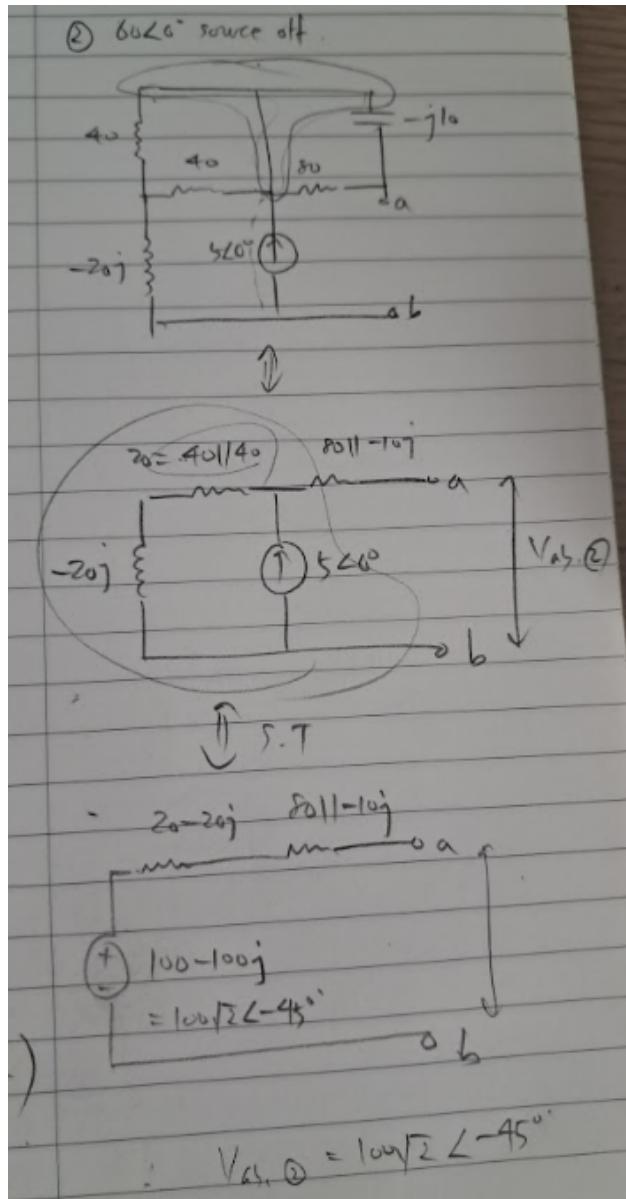
**Appendix. 테브닌 등가전압 구하기**  $40 - 40 - (-20j)$  Y-network를  $\Delta$  network로 바꾼 후 nodal, mesh analysis가 간단해지는지 시도해 보았으나 별로 도움이 안 된다. 알고 보니 중첩 원리로 풀면 테브닌 등가저항을 구하기가 편한 문제다.

먼저 전류원을 개방한 후  $a - b$  단자에 걸리는 전압  $V_{Th,1}$ 을 구하면



$$\therefore V_{Th,1} = 30 \angle -165.7^\circ$$

다음으로 전압원을 short한 후  $a - b$  단자에 걸리는 전압  $V_{Th,2}$ 을 구하면



$$\therefore V_{Th,2} = 100\sqrt{2}\angle -45^\circ$$

따라서 중첩의 원리에 의하여  $a - b$  단자에 걸리는 테브닌 등가전압은

$$V_{Th} = V_{Th,1} + V_{Th,2} = 30\angle -165.7^\circ + 100\sqrt{2}\angle -45^\circ = 128.7\angle -56.56^\circ$$

## 2.4 복소전력 (2024 부산대 편입학 문제 4번)

120  $V_{rms}$ 의 정현파 교류 전원에서 12  $kVA$  그리고 0.856의 지상역률을 가지는 임피던스 부하  $Z$ 가 있다.

1. 위의 부하조건에서 부하에 인가되는 유효전력  $P$ 와 무효전력  $Q$ 를 구하시오.
2. 이때 피크 전류  $I$ 를 구하시오.
3. 부하의 임피던스  $Z$ 는 얼마인가?

**Solution.**

주어진 조건:

$$V_{\text{rms}} = 120 \text{ V}, \quad S = 12 \text{ kVA}, \quad \text{PF} = 0.856 \text{ (lagging)}$$

$$\cos \theta = 0.856 \quad \Rightarrow \quad \theta = \cos^{-1}(0.856) \approx 31.13^\circ$$

### 1. 유효전력과 무효전력 (Real and Reactive Power)

$$P = S \cos \theta = 12 \times 0.856 \approx 10.27 \text{ kW}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{12^2 - 10.27^2} \approx 6.21 \text{ kVAR}$$

### 2. 전류 (Current)

복소전력 정의:

$$S = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}}^*$$

따라서

$$I_{\text{rms}} = \frac{S^*}{V_{\text{rms}}^*} = \frac{12,000 \angle -31.13^\circ}{120 \angle 0^\circ} = 100 \angle -31.13^\circ \text{ A(rms)}$$

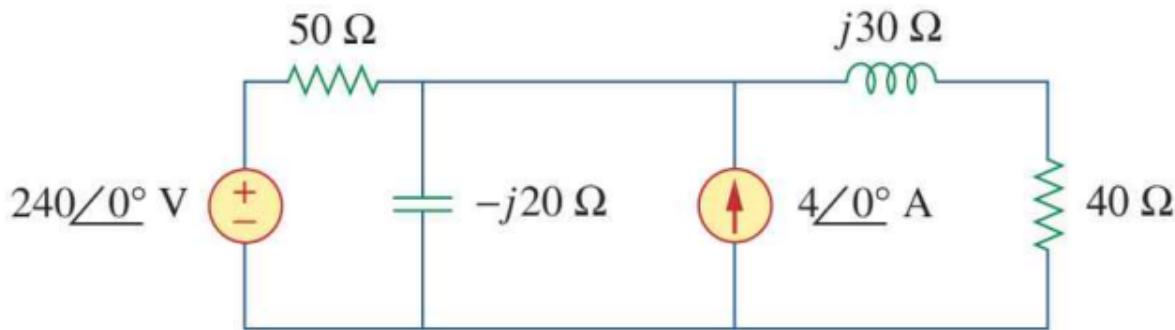
$$I_{\text{peak}} = \sqrt{2} |I_{\text{rms}}| = \sqrt{2} \times 100 = 141.4 \text{ A}$$

### 3. 부하 임피던스 (Load Impedance)

$$Z = \frac{V_{\text{rms}}}{I_{\text{rms}}} = \frac{120 \angle 0^\circ}{100 \angle -31.13^\circ} = 1.2 \angle 31.13^\circ \Omega$$

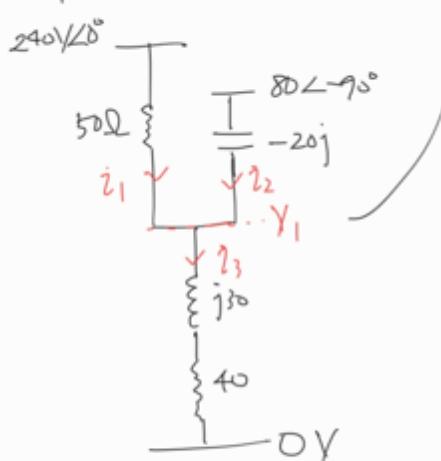
## 2.5 복소전력 (2021 경북대 편입학 문제 3번)

다음 회로에서 인덕터와 캐패시터가 공급 혹은 소비하는 복소전력을 구하시오.



## ① Node analysis.

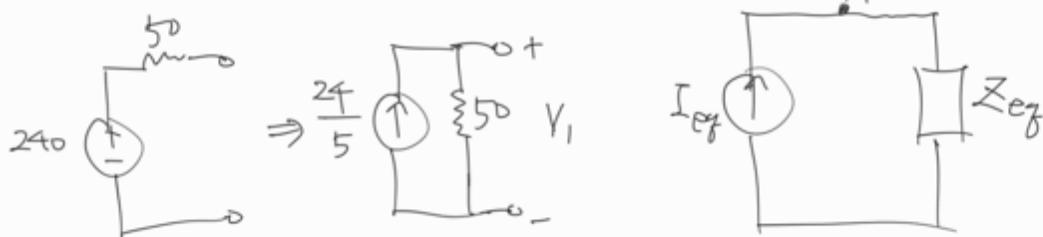
\* phasor notation 가정



$$KCL: i_1 = \frac{240 - V_1}{50}, i_2 = \frac{80\angle-90^\circ - V_1}{(-20j)}, i_3 = \frac{V_1 - 0}{40 + 30j}$$

$i_1 + i_2 = i_3 \Rightarrow V_1$  구할 수 있지만 계산이 불편.

## ② Source transformation.



$$I_{eq} = \frac{240V}{50\Omega} + 4\angle 0^\circ = \frac{48}{5} \angle 0^\circ$$

$$Z_{eq} = 50\Omega \parallel (-20j) \parallel (40 + 30j) \approx 19.1 \angle -46.55^\circ$$

$$\therefore V_1 = I_{eq} Z_{eq} \approx 168.1 \angle -46.55^\circ$$

• Capacitor의 복소전력  $S_C = V_1 \cdot I_c^* = V_1 \left( \frac{V_1}{Z_C} \right)^* = \frac{|V_1|^2}{Z_C^*} = \frac{168.1^2}{20j} \approx 1413 \angle -90^\circ$

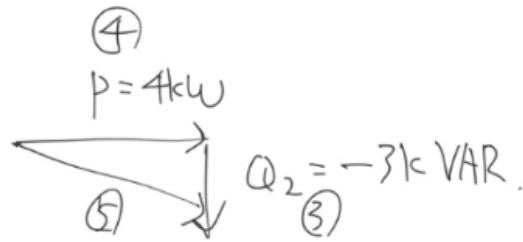
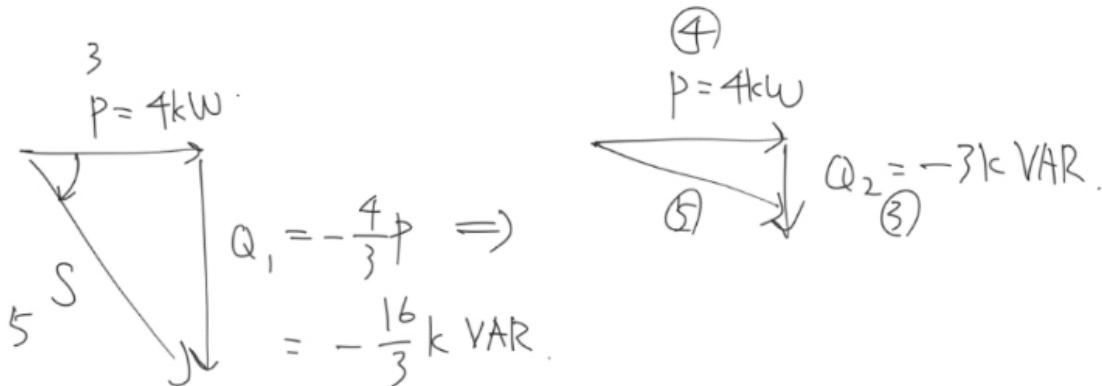
• Inductance의 복소전력 ①  $I_L = \frac{V_1}{40 + 30j} = 3.362 \angle -83.42^\circ$

②  $S_L = |I_L|^2 \cdot Z_L = (3.362)^2 \cdot (30j) = 339.1 \angle 90^\circ$

## 2.6 역률보정 (2022 경북대 편입학 문제 4번)

어떤 부하가 120 V(rms), 50 Hz의 전력선에 연결될 때, 뒤짐 역률 0.6의 4 kW를 소비한다. 역률을 0.8로 증가시키기 위해서 필요한 캐패시턴스의 값을 구하시오.

Solution:



$$\Delta Q = |Q_1 - Q_2| = \frac{16}{3} - 3 = \frac{7}{3} \text{kVAR} = \frac{V_{\text{rms}}^2}{X_C} = \omega C V_{\text{rms}}^2$$

$$\therefore C = \frac{\Delta Q}{\omega V_{\text{rms}}^2} = \frac{\frac{7}{3} \times 10^3}{2\pi \times 50 \times 120^2} \simeq 515.8 \mu\text{F.}$$

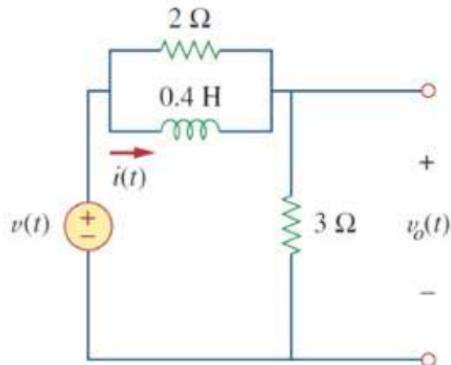


# Chapter 3

## 과도응답과 주파수응답

### 3.1 과도응답 (2022 부산대 편입학 문제 3번)

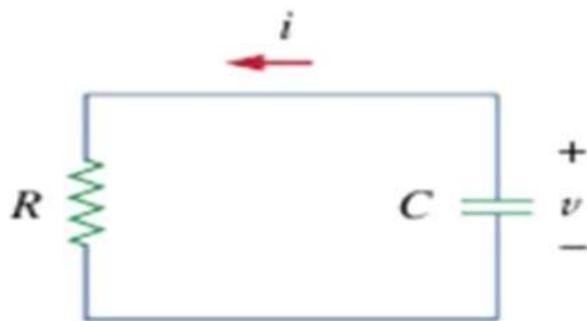
**문제 3** 다음 회로에서  $i(0) = 5[\text{A}]$ ,  $v(t) = 10[\text{V}]$ 일 때,  $t > 0$ 에서의  $i(t)$ 와  $v_o(t)$ 의 식을 구하시오.



### 3.2 과도응답(2020 부산대 편입학 문제 2번)

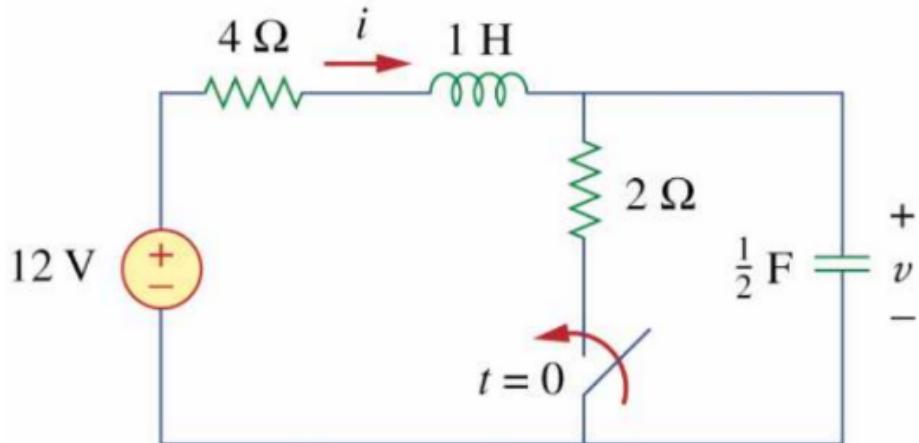
아래 회로에서  $v(t) = 10e^{-4t}$  [V],  $i(t) = 0.2e^{-4t}$  [A],  $t > 0$  이다.

- R과 C 값을 구하라.
- 시정수(time constant)를 구하라
- 커패시터 C의 초기에너지 구하라.
- 초기에너지의 50%를 소비하는 데 걸리는 시간은?
- 저항 R에서 소비되는 총 에너지가 커패시터의 초기에너지와 같음을 보여라.



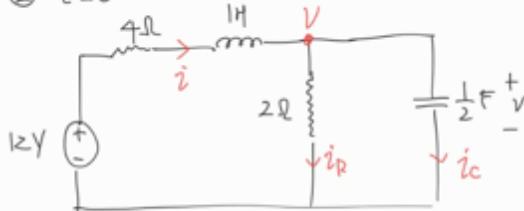
### 3.3 과도응답 (2025 경북대 편입학 문제 4번)

$t > 0$  인 구간에서 전압  $v$  와 전류  $i$ 를 구하시오.



**Comment.** 시간 영역에서 2차 상미분방정식을 풀든, s-영역에서 라플라스 변환을 하든 초기 조건을 반영하는 과정이나 부분 분수 전개 등 계산 실수 위험이 높다. 천천히 정확하게 계산할 것.

## Solution 1. Time-domain solution

①  $t < 0$  (스위치 개방)DC에서 축동하는 회로 이모저 모드에서  $1H$  inductor는 short-circuit, $\frac{1}{2}F$  capacitor는 open-circuit으로 작동한다. $\therefore t < 0$  때  $i = 0$  이므로  $v(0^-) = 12V$ ,  $\dot{v}(0^-) = 0$ .②  $t \geq 0$ 

$$\star \frac{dv}{dt}(0) = -12V$$

$$KVL: 12V = 4i + (1H) \frac{di}{dt} + v.$$

$$KCL: i = i_R + i_C = \frac{v}{2} + \left(\frac{1}{2}\right) \frac{dv}{dt} = \frac{1}{2} \left(v + \frac{dv}{dt}\right). \therefore i(0) = 0 = \frac{1}{2} \left(v(0) + \frac{dv}{dt}(0)\right)$$

$$\text{이제 } \begin{aligned} 12 &= 4 \times \frac{1}{2} \left(v + \frac{dv}{dt}\right) + \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(v + \frac{dv}{dt}\right) + v. \Rightarrow \frac{d^2v}{dt^2} + 5 \frac{dv}{dt} + 6v = 24. \end{aligned}$$

$$v = v_t + v_{ss} \text{ 라 하면}$$

$$1) \quad \ddot{v}_t + 5\dot{v}_t + 6v_t = 0 \quad \therefore v_t(t) = Ae^{-2t} + Be^{-3t}.$$

$$2) \quad (D^2 + 5D + 6)v_{ss} = 24 \quad \therefore v_{ss}(t) = \frac{1}{6(1 + \frac{D^2 + 5D}{6})} (24)$$

$$\approx \frac{1}{6} \left(1 - \left(\frac{D^2 + 5D}{6}\right) + \left(\sim \frac{1}{6}\right)\right) (24)$$

$$= \frac{1}{6} \times 24 = 4$$

$$\therefore v = Ae^{-2t} + Be^{-3t} + 4 \quad \sim v(0) = A + B + 4 = 12 \quad \therefore A + B = 8$$

$$\ddot{v} = -2Ae^{-2t} + (-3)Be^{-3t} \quad \ddot{v}(0) = -(2A - 3B).$$

$$\therefore 2A + 3B = 12 \quad \therefore A = 12, B = -4.$$

$$\therefore v(t) = 12e^{-2t} - 4e^{-3t} + 4 \quad \sim \ddot{v} = -24e^{-2t} + 12e^{-3t}$$

$$i(t) = \frac{1}{2} \left(v + \frac{dv}{dt}\right) = \left(6e^{-2t} - 2e^{-3t} + 2\right) - 12e^{-2t} + 6e^{-3t}$$

$$= 2 - 6e^{-2t} + 4e^{-3t}$$

## Solution 2. Frequency-domain solution (Laplace Transform)

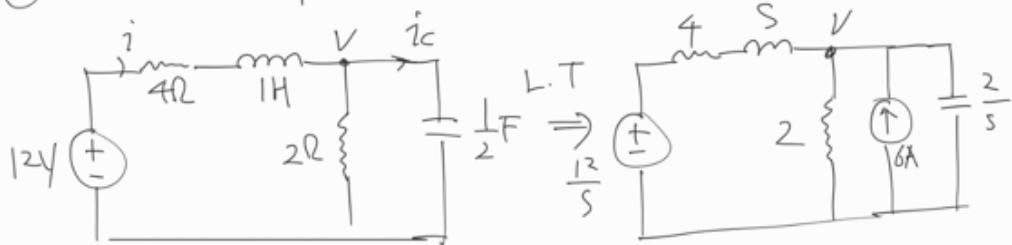
①  $t < 0$  (스위치 켜방)

DC에서 축동하는 회로 이므로  $1H$  inductor는 short-circuit,

$\frac{1}{2}F$  capacitor는 open-circuit으로 작동한다.

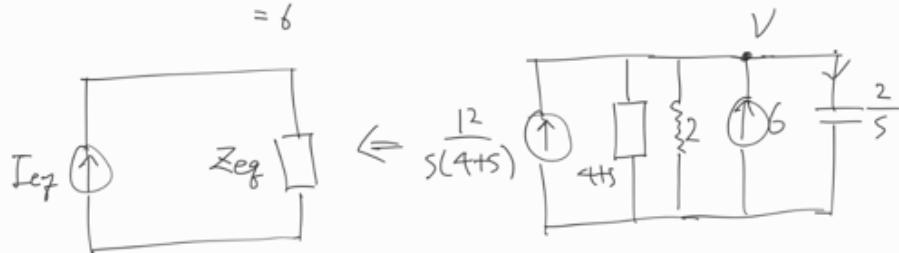
$\therefore t < 0$  일 때  $i = 0$  이므로  $v(0^-) = 12V$ ,  $i(0^-) = 0$ .

②  $t > 0$  일 때 Laplace 변환으로 S-domain에서 회로는



$$i_c = C_s V(s) - \underbrace{C v(0)}_{= 6}$$

↓ S.T.



$$I_{eq} = \frac{12}{s(s+4)} + 6, \quad Z_{eq} = (4+s) \parallel 2 \parallel \frac{2}{s} = \left( \frac{1}{s+4} + \frac{1}{2} + \frac{s}{2} \right)^{-1} = \frac{2(s+4)}{(s+2)(s+3)}$$

$$\therefore V(s) = I_{eq} \cdot Z_{eq} = \left\{ \frac{12}{s(s+4)} + 6 \right\} \times \frac{2(s+4)}{(s+2)(s+3)}$$

$$= \frac{24}{s(s+2)(s+3)} + \frac{12(s+4)}{(s+2)(s+3)} = \frac{8}{s(s+2)} - \frac{8}{(s+2)(s+3)} + \frac{12}{s+2} - \frac{12}{s+3} + \frac{12}{s+2}$$

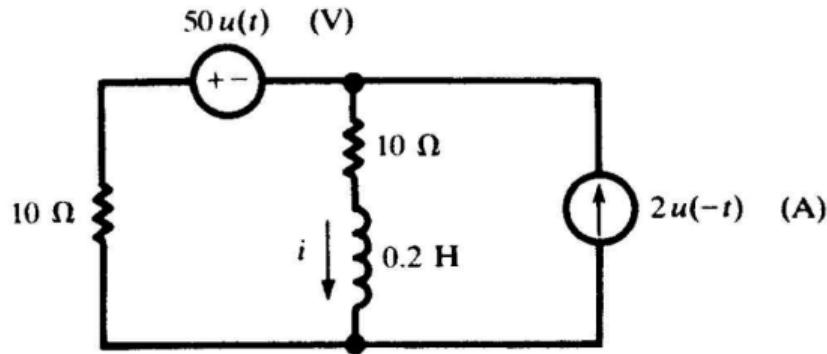
$$= \frac{4}{s} - \frac{4}{s+2} - \frac{8}{s+2} + \frac{8}{s+3} + \frac{24}{s+2} - \frac{12}{s+3} = \frac{4}{s} + \frac{12}{s+2} - \frac{4}{s+3}$$

$$\therefore v(t) = \{4 + 12e^{-2t} - 4e^{-3t}\}v(t).$$

$$(4+s) I(s) + V(s) = \frac{12}{s} \text{에서 } i(t) \text{은 } \text{가지} \text{가} \text{다}.$$

### 3.4 과도응답 (2024 경북대 편입학 문제 4번)

다음 회로에 대하여, 모든 시간  $t$ 에서 전류  $i$ 의 값, 즉,  $i(t)$ 를 구하여라.



**Solution 1. 과도응답**

For  $t < 0$ , the voltage source is a short circuit and the current source shares 2 A equally between the two  $10\Omega$  resistors:

$$i(t) = i(0^-) = i(0^+) = 1 \text{ A}$$

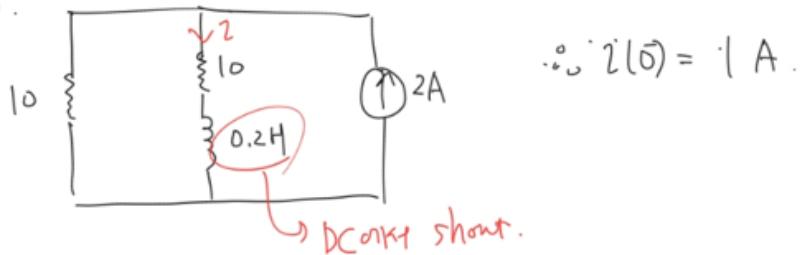
For  $t > 0$ , the current source is replaced by an open circuit and the 50-V source acts in the  $RL$  series circuit ( $R = 20\Omega$ ). Consequently, as  $t \rightarrow \infty$ ,  $i \rightarrow -50/20 = -2.5 \text{ A}$ . Then,

$$i(t) = [i(0^+) - i(\infty)]e^{-Rt/L} + i(\infty) = 3.5e^{-100t} - 2.5 \quad (\text{A})$$

By means of unit step functions, the two formulas may be combined into a single formula valid for all  $t$ :

$$i(t) = u(-t) + (3.5e^{-100t} - 2.5)u(t) \quad (\text{A})$$

## Solution 2. 라플라스 변환

①  $t < 0$ .②  $t > 0$ .  $\sim 2u(-t)$  open / Laplace transform.

$$v = \mathcal{L} \frac{di}{dt} \sim V(s) = \mathcal{L} s I(s) - \underline{\mathcal{L} i(0)} \quad \text{즉시에 유의 (초기값)}$$

$$= 0.2$$

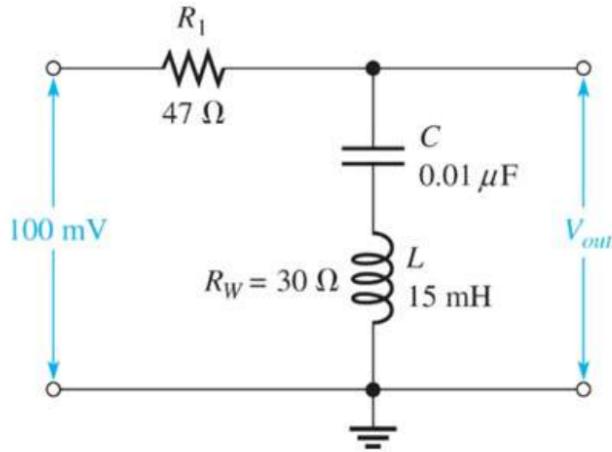
KVL:  $(10 + 10 + 0.2s)I + \frac{50}{s} - 0.2V = 0$ .

$$\therefore I(s) = \frac{0.2 - \frac{50}{s}}{0.2s + 20} = \frac{\frac{0.2s - 50}{s}}{0.2s + 20} = \frac{s - 250}{s(s + 100)} = \frac{3.5}{s + 100} - \frac{2.5}{s}$$

$$\therefore i(t) = (3.5e^{-100t} - 2.5)u(t) + (1A)u(-t)$$

### 3.5 공진회로 (2022 부산대 편입학 문제 4번)

**문제 4** 다음 회로에서 공진 주파수( $H_z$ )에서의 출력전압( $mV$ )과 대역폭( $H_z$ )을 구하시오. ( $R_W$  : 권선저항)



### 3.6 전달함수 (2023 경북대 편입학 문제 4번)

전달함수가  $H(s) = \frac{6s}{(s+1)(s+2)}$  일 경우

- (a) impulse response를 구하여라.
- (b) 입력이  $x(t) = u(t)$ 인 경우, 출력  $y(t)$ 를 구하여라.

**Solution:**

(a) Partial fraction expansion

$$H(s) = \frac{6s}{(s+1)(s+2)} = -\frac{6}{s+1} + \frac{12}{s+2} \Rightarrow h(t) = (-6e^{-t} + 12e^{-2t}) u(t)$$

(b-1) By convolution integral

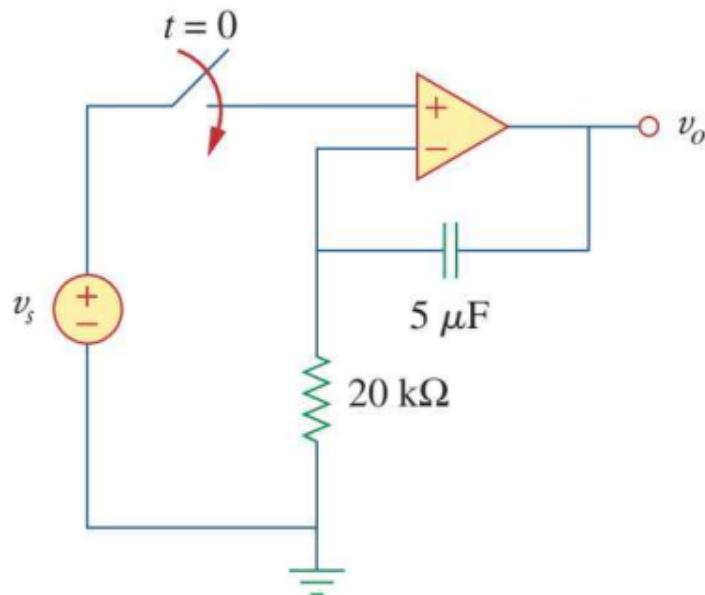
$$\begin{aligned} y(t) &= h(t) * x(t) = x(t) * h(t) \\ &= \int_0^t h(\lambda)x(t-\lambda) d\lambda = \int_0^t h(\lambda)u(t-\lambda) d\lambda \\ &= \int_0^t h(\lambda) \times 1 d\lambda = \int_0^t h(\lambda) d\lambda \\ &= \int_0^t (-6e^{-\lambda} + 12e^{-2\lambda}) d\lambda \\ &= 6 [e^{-\lambda}]_0^t - 6 [e^{-2\lambda}]_0^t \\ &= 6(e^{-t} - 1) - 6(e^{-2t} - 1) \\ &= 6(e^{-t} - e^{-2t})u(t) \end{aligned}$$

(b-2) By inverse Laplace transform

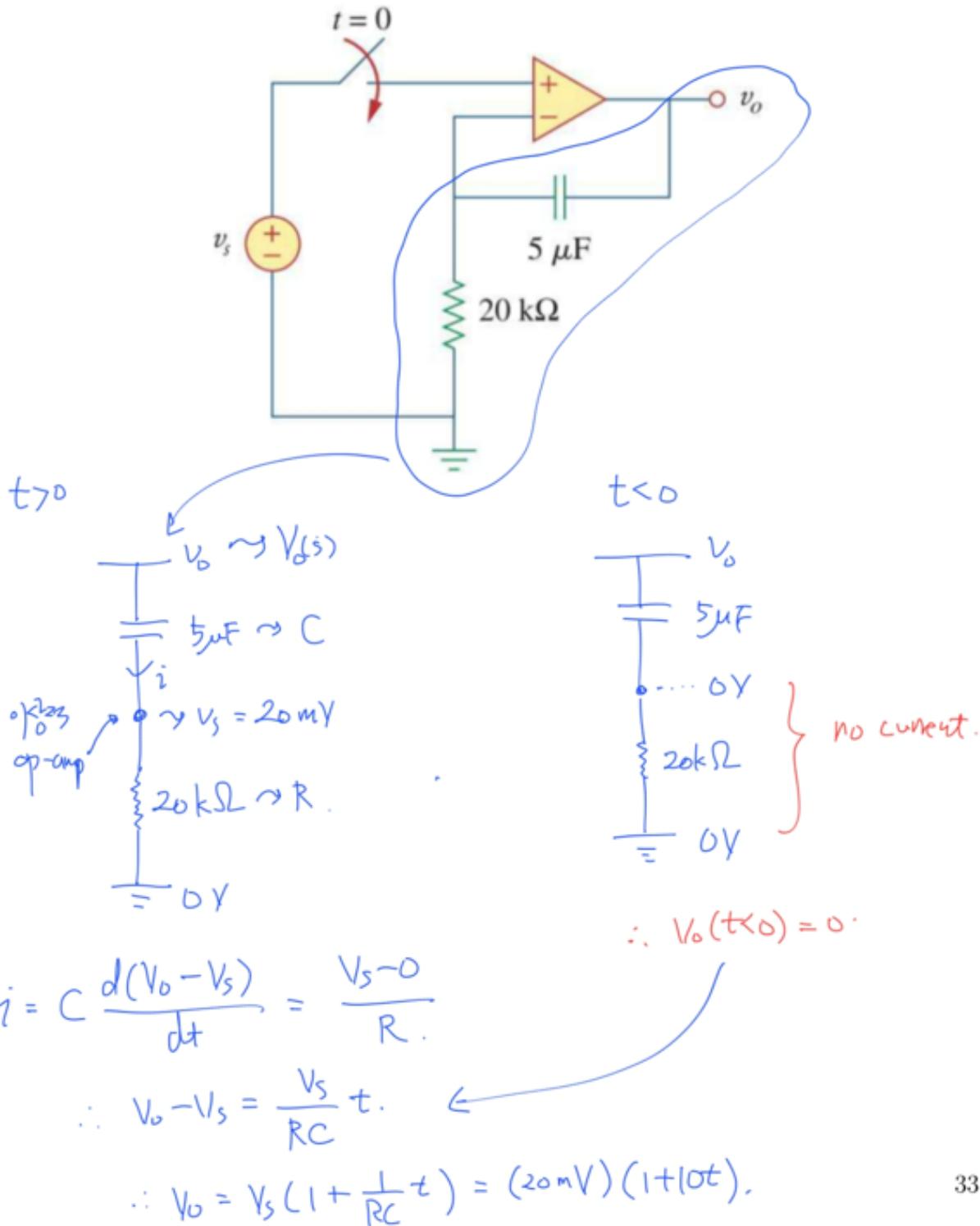
$$\begin{aligned} X(s) &= \frac{1}{s} \\ Y(s) &= H(s)X(s) \\ &= \frac{6}{(s+1)(s+2)} \cdot \frac{1}{s} \\ &= \frac{6}{s+1} - \frac{6}{s+2} \\ \Rightarrow y(t) &= 6(e^{-t} - e^{-2t})u(t) \end{aligned}$$

### 3.7 Op-amp 과도응답 (2021 경북대 편입학 문제 4번)

다음 연산증폭기 회로에서  $v_s = 20 \text{ mV}$  이다.  $t > 0$ 일 때  $v_o(t)$ 를 구하시오.

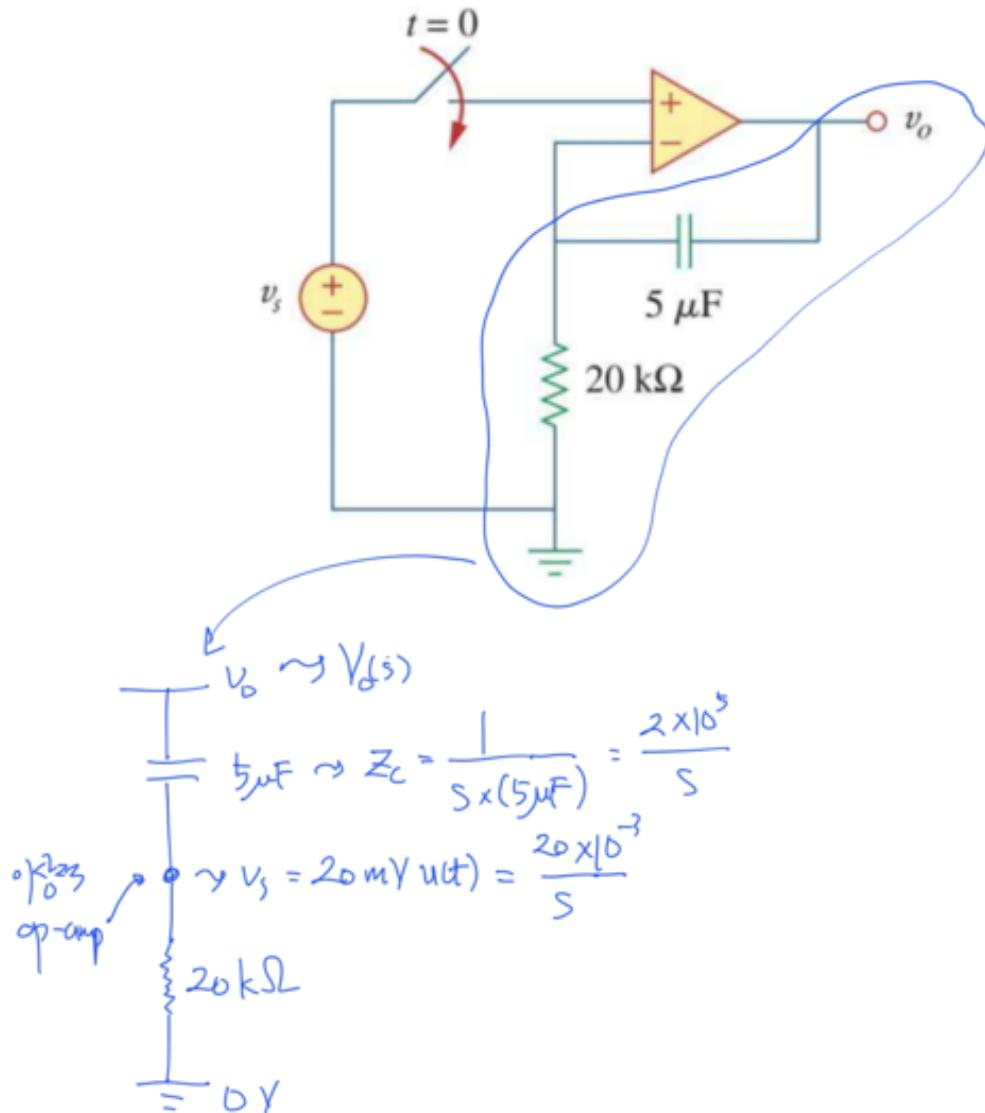


## Solution 1. t-domain solution.



33

## Solution 2. s-domain solution.

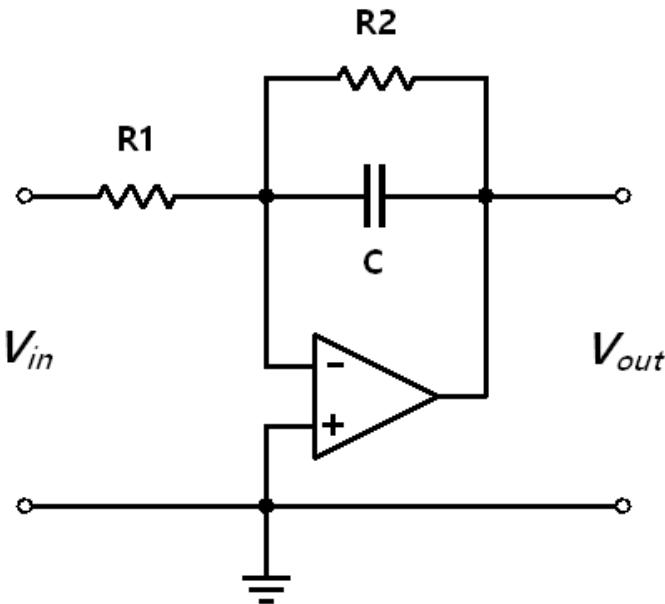


$$V_o(s) = \frac{20k + \frac{2 \times 10^5}{s}}{20k} \times \underbrace{\frac{20 \times 10^3}{s}}_{= 1/s} = \frac{20}{10^3} \times \left(1 + \frac{10}{s}\right) \times \frac{1}{s} = \frac{20}{10^3} \left(\frac{1}{s} + \frac{10}{s^2}\right)$$

$$\therefore V_o(t) = L.T[V_o(s)] = \frac{20}{10^3} (1 + 10t) \text{ u(t)} \approx 20 + 200t \text{ [mV].} \quad 33$$

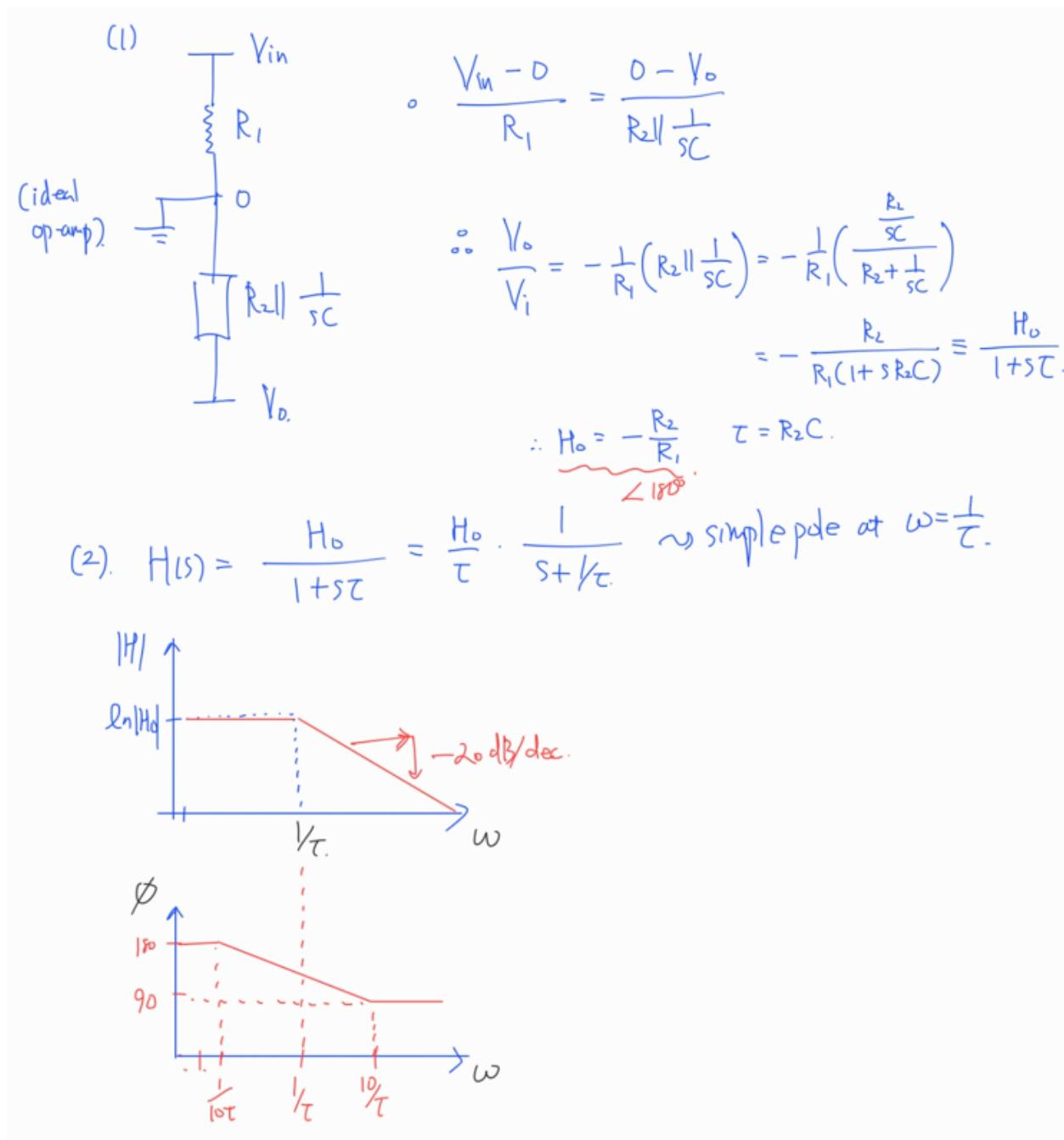
### 3.8 필터 주파수응답 (2020 경북대 편입학 문제 4번)

아래 회로에 관하여, 아래 물음에 답하시오.



- (1) 이 회로의 OP-AMP가 이상적이라 가정하고, 회로의 전달함수(Transfer Function)를 구하시오. (단, 전달함수는  $H(s) = V_{out}(s)/V_{in}(s) = \frac{H_0}{1+s\tau}$ 의 형태로 나타내시오.) (10점)
- (2) 이 회로는 어떠한 필터인지 보드선도(Bode Plot)를 이용하여 구체적으로 설명하시오. (15점)

Solution.





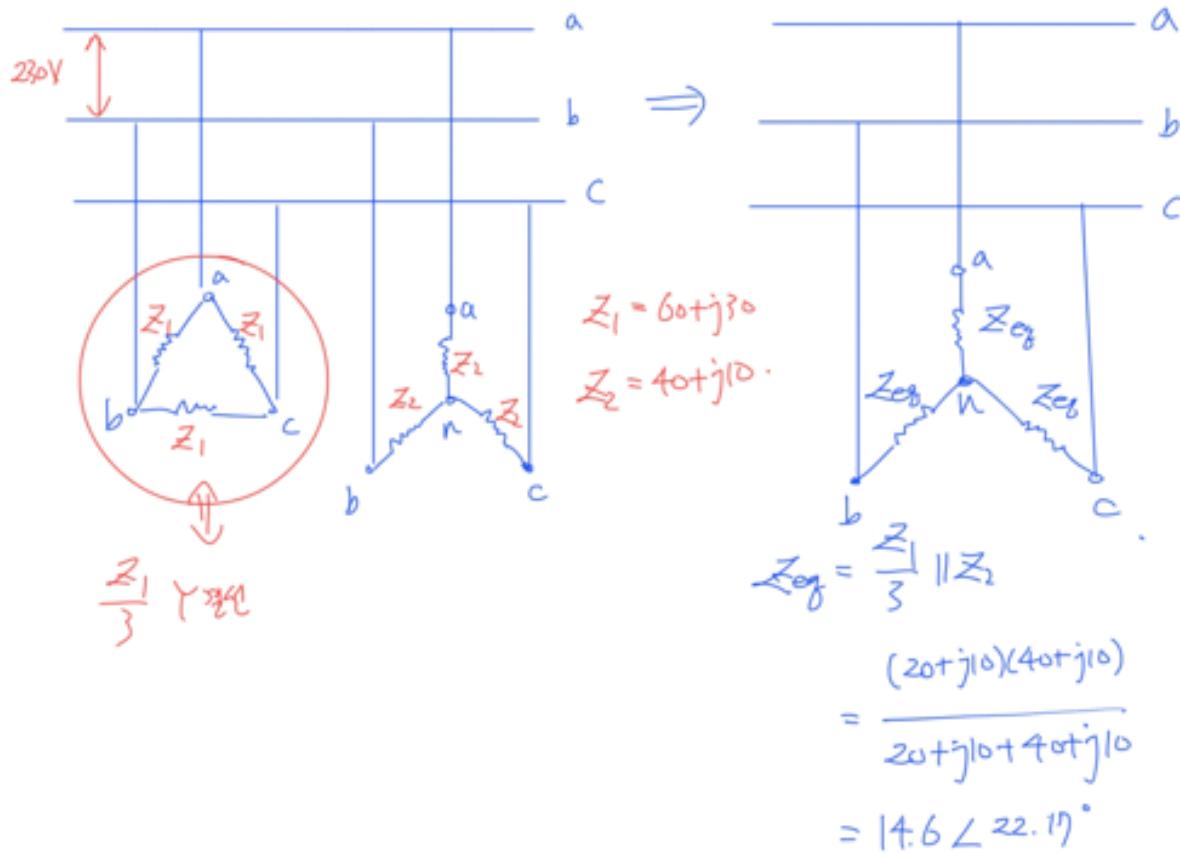
# Chapter 4

## 3상회로

### 4.1 Balanced 3-phase load(2020 부산대 편입학 문제 1번)

230 V의 3상전원에, 3개의 동일 임피던스  $60 + j30 \text{ } [\Omega]$ 이  $\Delta$  결선으로 연결되어 있다. 또, 3 개의 동일 임피던스  $40 + j10 \text{ } [\Omega]$ 이 동일 지점에 Y 결선으로 연결되어 있을 때 다음을 구하라.

1. 선전류
2. 2개의 부하에 공급되는 총 복소전력
3. 2개의 부하를 합친 총 역률



(1) 선류, 주파수.

① 선전압의  $230\text{V} \angle 0^\circ$ 라 가정.  $\rightarrow$  상전압  $V_\phi = \frac{230}{\sqrt{3}} \angle -70^\circ$

② 정전류  $I_\phi = \frac{V_\phi}{Z_{eq}} = \frac{\frac{230}{\sqrt{3}} \angle -70^\circ}{14.6 \angle 22.17^\circ} = 9.1 \angle -52.17^\circ$

③ 선전류  $I_L = I_\phi = 9.1 \angle -52.17^\circ (\because \text{Y결선})$

(2) 복도전역  $S = 3 V_\phi I_\phi^* = 3 \times \frac{230}{\sqrt{3}} \angle -70^\circ \times 9.1 \angle (+52.17^\circ)$   
 $= 3.625 \angle 22.17^\circ (\text{kVA})$ .

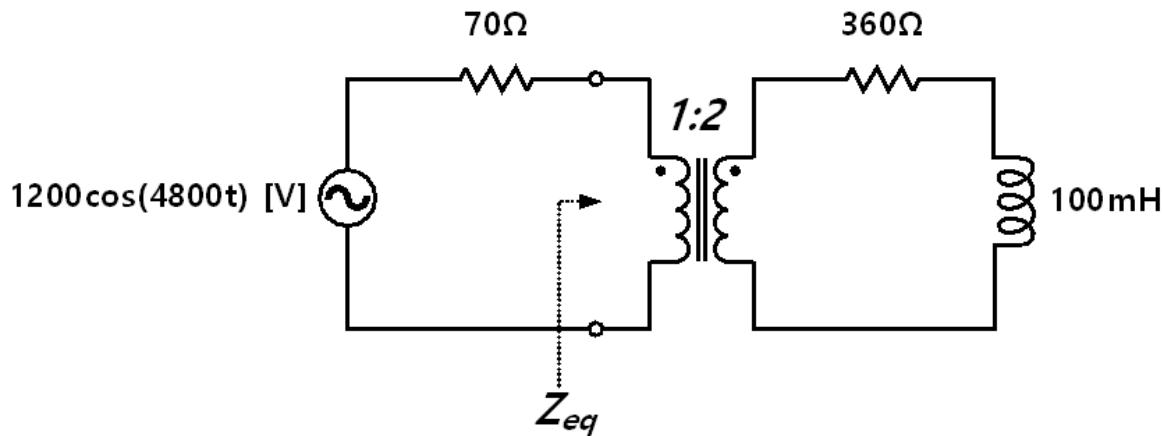
(3) 역률  $\cos(22.17) = 0.9261 (\text{kay})$

# Chapter 5

## 자기회로

## 5.1 변압기 (2020 경북대 편입학 문제 3번)

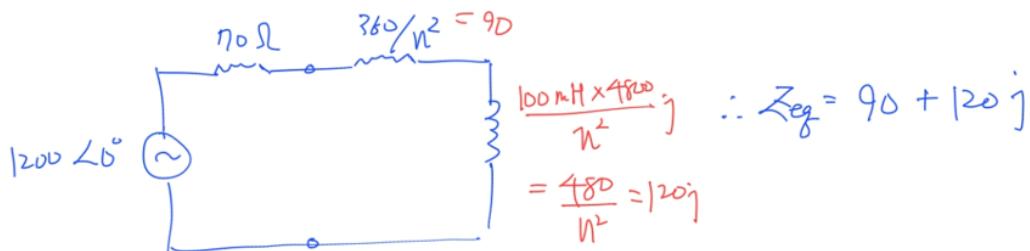
아래 회로에 관하여, 아래 물음에 답하시오. (단, 회로 내의 변압기는 턴 비가 1:2인 이상적인 변압기이다.)



- (1) 회로에 표시한 등가 임피던스( $Z_{eq}$ )를 구하시오. (10점)
- (2) 전원 단의 역률(power factor)을 구하시오. (15점)

Solution.

$$(1) \quad n=2 \rightarrow \frac{X_2}{Y_1} = n=2, \quad \frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{n} = \frac{1}{2}. \quad \text{※ } X_L = 100\text{mH} \text{라고 } \\ \text{생각해보면 } \Rightarrow$$



$$(2) \quad$$

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{1200\angle 0^\circ}{70 + 90 + 120j} \\
 &= \frac{1200\angle 0^\circ}{200\angle +36.89^\circ} = 6\angle -36.89^\circ \\
 \therefore (\cos\theta) &= \frac{160}{\sqrt{160^2 + 120^2}} = \frac{160}{200} = 0.8. (kg)
 \end{aligned}$$