

2015-1 기초회로이론 Midterm#1 solution

[1]

답: (III)

이유: 2Ω 에 걸리는 전압이 $0V$ 이어야만 성립한다.

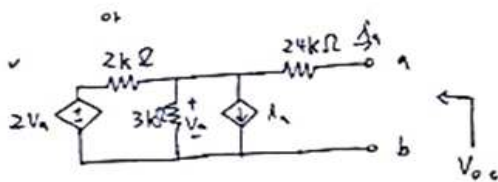
$$2V_x = V_x \text{ when } V_x = 0$$

하지만 V_x 는 0 이 될 수 없음!!

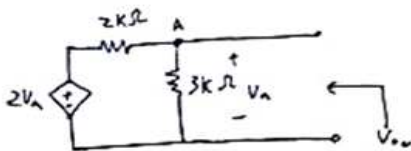
[2]

i) V_{oc} 구하기

$\checkmark V_{oc} = 0$ (\because All sources are dependent source)



$$\rightarrow i_x = 0$$



KCL at node A

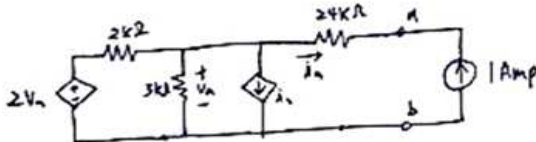
$$\frac{V_A - 2V_x}{2k} + \frac{V_A}{3k} = 0$$

$$V_A = 0$$

$$\sim V_{oc} = 0$$

ii) R_T 구하기

a b 양단에 $1A$ 전류원 연결 후 V_{ab} 구한다. $R_T = V_{ab}/1$ 로 구한다.



$$i_o = -1[A] \quad \text{--- ①}$$

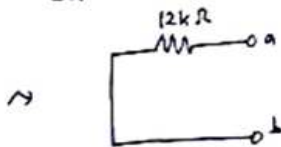
$$V_A + 24k = V_{ab} \quad \text{--- ②}$$

$$\frac{V_A - 2V_x}{2k} + \frac{V_A}{3k} + i_x + i_o = 0 \quad \text{--- ③}$$

$$V_A = -12k[V]$$

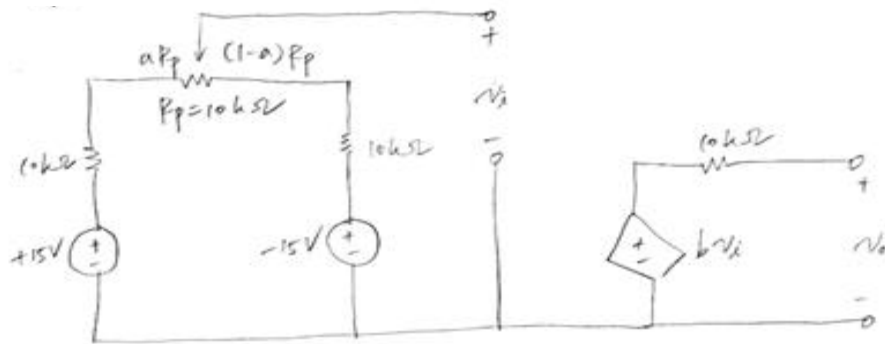
$$V_{ab} = 12k[V]$$

$$R_T = \frac{12k}{1} = 12k\Omega$$



회로이론 중간고사 1

[3]



(a) $a=0$, $V_x = ?$

$$V_x + 15 = (15 - (-15)) \times \frac{10k + 10k}{10k + 10k + 10k}$$

$$= \cancel{30} \times \frac{20k}{\cancel{30}k} = 20V$$

$$\therefore \underline{V_x = 5V}$$

(b) $a=1$, $V_x = ?$

$$V_x + 15 = (15 - (-15)) \times \frac{10k}{10k + 10k + 10k}$$

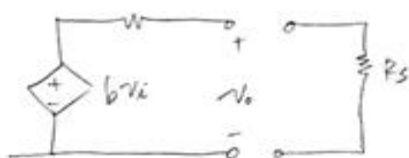
$$= \cancel{30} \times \frac{10k}{\cancel{30}k} = 10V$$

$$\therefore \underline{V_x = -5V}$$



2

(c)



$$-5 \leq v_i \leq 5 \text{ [V]}$$

↓

$$-2 \leq v_o \leq 2 \text{ [V]}$$

$$R_s = 100 \text{ k}\Omega$$

$$v_o = b v_i \times \frac{100 \text{ k}}{10 \text{ k} + 100 \text{ k}} = \frac{10}{11} b v_i$$

$$-5 \leq v_i \leq 5$$

$$\text{if } b > 0, \quad -5 \times \frac{10}{11} b \leq v_i \times \frac{10}{11} b \leq \frac{5 \times \frac{10}{11} b}{= 2}$$

$$-2 \leq v_o \leq 2$$

$$\therefore \underline{b = \frac{11}{25} = 0.44}$$

$$(d) \quad R_s = 1 \text{ M}\Omega$$

$$v_o = b v_i \times \frac{1 \text{ M}}{10 \text{ k} + 1 \text{ M}} = b v_i \times \frac{1}{1.01}$$

$$-5 \leq v_i \leq 5$$

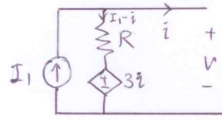
$$\text{if } b > 0, \quad -5 \times \frac{1}{1.01} b \leq v_i \times \frac{1}{1.01} b \leq \frac{5 \times \frac{1}{1.01} b}{= 2}$$

$$-2 \leq v_o \leq 2$$

$$\therefore \underline{b = \frac{2.02}{5} = 0.404}$$

[4]

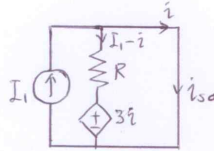
(a)



R 위의 node에서 K.C.L.에 의해, (R에 흐르는 전류) = $I_1 - i$ [A].

$$V = R(I_1 - i) + 3i \text{ [V]}$$

$$V_{oc} = V|_{i=0} = RI_1 \text{ [V]}$$



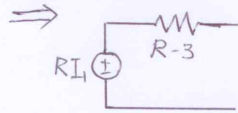
오른쪽 loop에 K.V.L.을 적용하면,

$$0 = R(I_1 - i) + 3i$$

$$i_{sc} = i = \frac{R}{R-3} I_1 \text{ [A]}$$

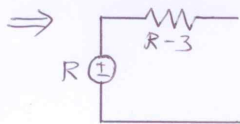
$$V_{th} = V_{oc} = RI_1 \text{ [V]}, \quad R_{th} = \frac{V_{th}}{i_{sc}} = R-3 \text{ [}\Omega\text{]}$$

Thevenin equivalent circuit



$$I_1 = 1 \text{ [A]} \text{ 일 때, } \underline{V_{th} = R \text{ [V]}} \quad \underline{R_{th} = R-3 \text{ [}\Omega\text{]}}$$

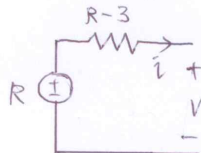
Thevenin equivalent circuit



1점

$$(b) \quad P_{network} = V \cdot i \quad (\text{공급한 전력})$$

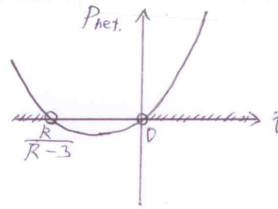
$$= (R - (R-3)i) \cdot i$$



i) $0 \leq R < 3$

$$\frac{R}{R-3} \leq 0$$

$$\Rightarrow i < \frac{R}{R-3} \text{ or } i > 0$$

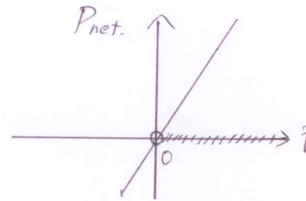


1점

ii) $R = 3$

$$P_{\text{network}} = 3i$$

$$\Rightarrow i > 0$$

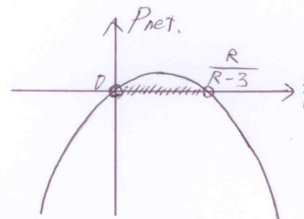


1점

iii) $R > 3$

$$\frac{R}{R-3} > 0$$

$$\Rightarrow 0 < i < \frac{R}{R-3}$$

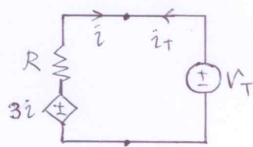


1점

각 경우별 실수에 대한 복분점수 없음

(c) 앞 (a)와 같은 방법으로, $V_{\text{thv}} = 0$ [V].

1점



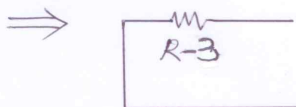
$$V_T = Ri_T + 3i$$

$$= Ri_T - 3i_T$$

$$\therefore R_{\text{thv}} = \frac{V_T}{i_T} = R - 3 \text{ } [\Omega]$$

1점

Thevenin equivalent circuit

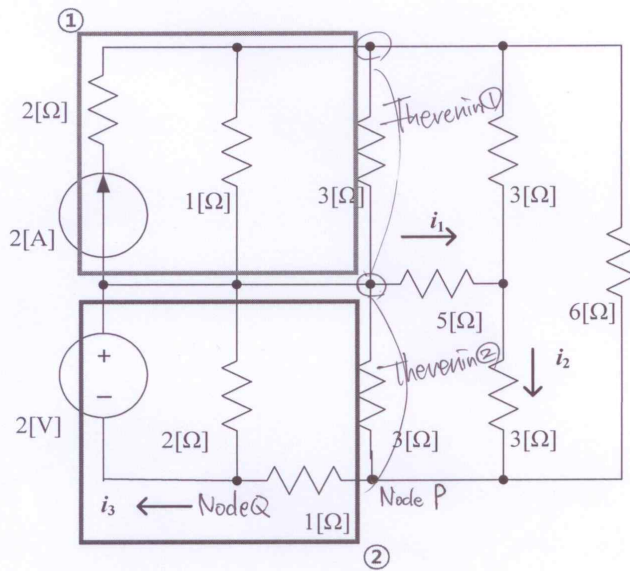


1점

((a) 의 답에서 분류한 경우 합당한 이유 없을시 0점)

(종속 전압원이 음의 저항으로 보이는 성질로 답을 구해도 3점)

(d)



① Thevenin 등가회로.

$$R_{th}, \text{ 저항만 open} \Rightarrow 1\Omega // 3\Omega, R_{th} = \frac{3}{4}\Omega$$

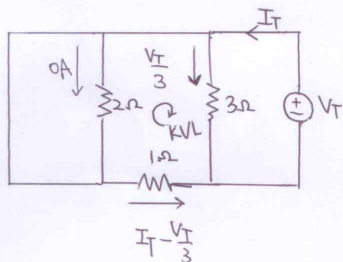
$$I_{sc} = 2A$$

$$\therefore V_{oc} = \frac{3}{2}V$$

② Thevenin 등가회로

$$V_{oc} = \frac{3}{3+1} \times 2 = \frac{3}{2}V$$

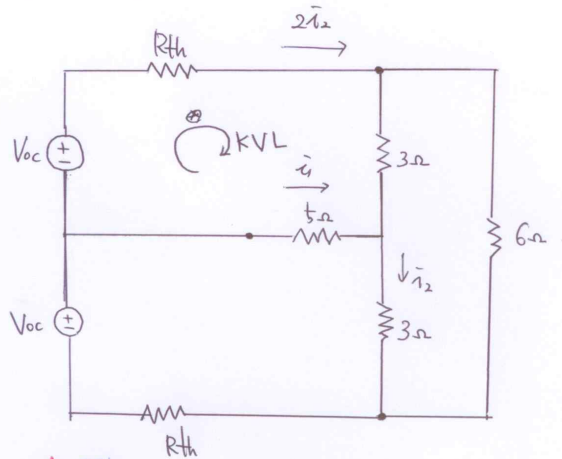
$$R_{th}, \text{ 저항만 short} \Rightarrow 1\Omega // 3\Omega, R_{th} = \frac{3}{4}\Omega \text{ or}$$



$$0 + V_T - (I_T - \frac{V_T}{3}) = 0$$

$$\frac{4}{3}V_T = I_T \rightarrow R_{th} = \frac{3}{4}\Omega$$

Final Circuit.



A. 3점

- i) 먼저, $\bar{i}_1 = 0A$ 이다. (\bar{i}_1 에 대한 두 source의 super position을 생각해 보면 크기는 같고 방향이 반대)

따라서 R_{th} 에 흐르는 전류는 \bar{i}_2 의 2배가 된다. ($2\bar{i}_2$)

⊗ KVL을 적용해보면

$$V_{oc} - 2\bar{i}_2 \cdot R_{th} - 3\bar{i}_2 = 0$$

$$V_{oc} = \bar{i}_2 (2R_{th} + 3), \quad V_{oc} = \frac{3}{2}V, \quad R_{th} = \frac{3}{4}\Omega$$

$$\frac{3}{2} = \bar{i}_2 \left(\frac{3}{2} + 3 \right) = \bar{i}_2 \cdot \frac{9}{2} \quad \therefore \bar{i}_2 = \frac{1}{3}A.$$

A. 3점

- ii) 전체 그림을 다시 보면, \bar{i}_1 이 0A이므로 3Ω 저항에는 모두 \bar{i}_2 가 흐른다.

Node P에서 들어오는 전류는 $\bar{i}_2 + \bar{i}_2 + \bar{i}_2 = 3\bar{i}_2$ 이다 ($3\Omega, 3\Omega, 6\Omega$)

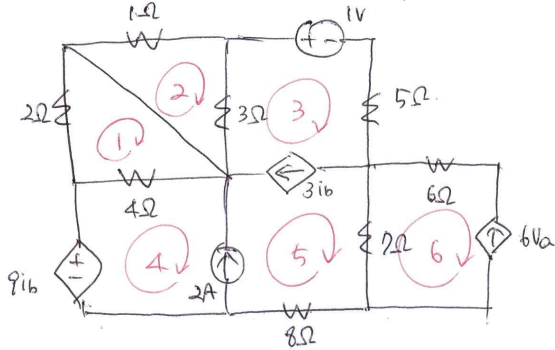
Node Q에서 들어오는 전류는 $3\bar{i}_2 + (1A \text{ 이고 이는 } \bar{i}_3 \text{가 된다.})$

A. 3점

$$\therefore \bar{i}_3 = 2A.$$

#5. (20pts)

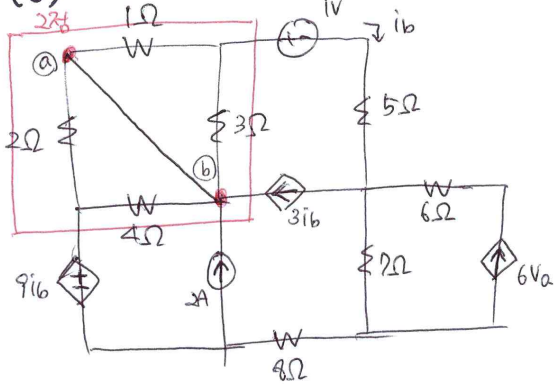
(a) mesh는 loop내에 또 다른 loop를 포함하지 않는 loop이다. 따라서 주어진 회로에서는 아래 그림과 같이 6개가 된다.



[재정비중]

- 정답이 맞으면 2점, 그외 0점.

(b)

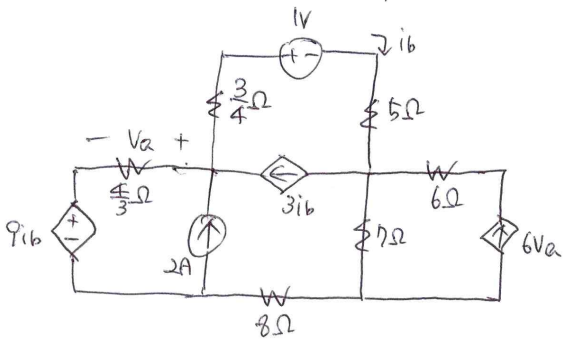


④알고리즘 네모부분에서

㉠와 ㉡의 전위차가 0이다. 따라서 6개의 mesh를 3Ω과 1Ω의 병렬연결, 2Ω과 4Ω의 병렬연결로 보게 된다면, 가장 간단한 방법으로 4개의 mesh를 만들 수 있다.

$$\therefore \begin{cases} 3\Omega // 1\Omega = \frac{3 \times 1}{3+1} = \frac{3}{4}\Omega \\ 2\Omega // 4\Omega = \frac{2 \times 4}{2+4} = \frac{4}{3}\Omega \end{cases}$$

단순화된 회로는 다음과 같다.



[채하정기전]

- [illegible]

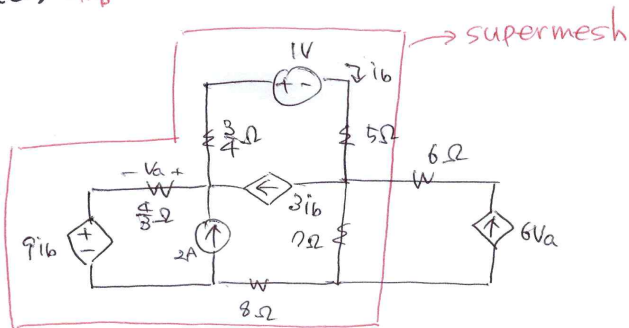
(c) 4점

문제의 단순화된 회로에서는 4개의 mesh가 존재하여 4개의 loop에 대해서 meshcurrent 방법을 쓰면 되는데, node를 이용하는 node voltage를 이용하려면 5개 이상의 node를 이용해야 한다. 또한 문제의 궁극적인 목적은 1V의 독립 전원에서 공급하는 power를 구하는 문제인데, 이때 $p = V \cdot i = 1 \cdot (-i_b) = -i_b$ 가 나오므로, mesh current를 구하게 되면 바로 정답이 나오게 된다. 등등
따라서 mesh current가 유리하다.

[채점기준]

- 두가지 이상의 이류를 들어 논리적으로 설명하여 정답을 얻은 경우 : +4점
- 이류를 설명하였지만 논리적으로 부족한 경우 : +1점
- node voltage가 답일 때, 그 이류를 essential node, Supernode 등의 개념으로 논리적으로 설명한 경우에만 4점 부여, 2회 0점

(d) 4점

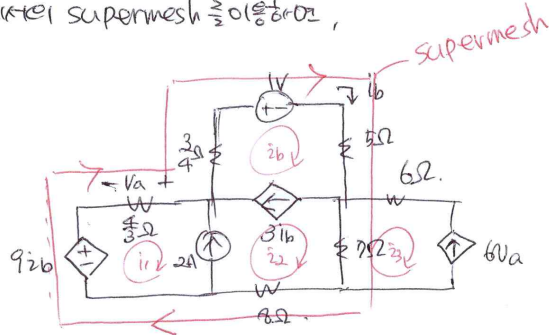


[채점기준]

- (b)에서 단순화된 회로를 들인 경우 : 0점
- Supermesh를 올바르게 설정한 경우 : 4점
- 그 외 : 0점
- 답과 다른 supermesh를 잡은 경우, supermesh를 적용하기가 타당한 부분에 대해서는 부분점수 +1점

(e) 8점

(d)에서 supermesh를 이용하여,



$$-9i_b + \frac{4}{3}i_1 + \frac{3}{4}i_b + 1 + 5i_b + 7(i_2 - i_3) + 8i_2 = 0 \quad \dots ①$$

$$i_3 = -6V_a = 4i_1 \quad (\because V_a = \frac{4}{3} \times (-i_1) = -\frac{4}{3}i_1) \quad \dots ②$$

$$i_b - i_2 = 3i_b \quad \dots ③$$

$$i_1 - i_2 = -2 \quad \dots ④$$

① ~ ④로부터 i_1, i_2, i_3, i_b 를 구할 수 있다, 0이로부터

$$i_b = -\frac{1324}{913} \text{ A} \quad \left(\because \frac{913}{12} i_b = -\frac{331}{3} \right)$$

따라서 1V의 독립전원이 공급한 전력 $p = V \cdot i = 1 \cdot (-i_b) = \frac{1324}{913} \text{ W}$ 가 된다. $\approx 1.45 \text{ W}$

[채점기준]

- mesh current를 이용하는데 있어서 어디서 $i_1, i_2 \dots$ 인지 명시를 하지 않은 경우 : 0점
 - Supermesh loop에서 식만 맞은 경우 : +3점
 - Supermesh loop식과 기타식들을 모두 맞게 구한 경우 : +5점
 - 식이 모두 맞고, i_b 까지 제대로 구한 경우 : +6점
 - 식과 정답이 모두 맞는 경우 : +8점
 - 단위를 쓰지 않은 경우 (초종답인) : -1점
 - 다른 방법론을 이용하여 문제를 풀었을 경우 (node voltage, 4 mesh equation, ...)
- \therefore 정확하게 답을 구한 경우 : +8점
 \therefore 답이 틀릴 경우 식 부분점수 : 식이 모두 맞으면 +5점, i_b 까지 맞으면 +6점
식이 틀렸을 경우 : 0점