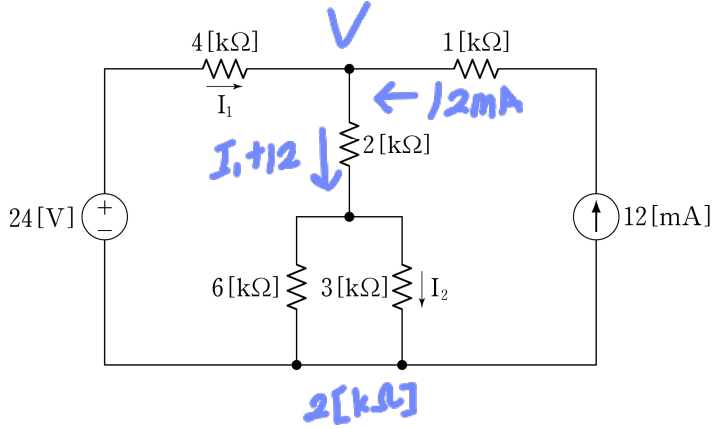


3. 그림은 전압원과 전류원이 포함된 저항 회로이다. 저항 4[kΩ]에 흐르는 전류 I<sub>1</sub>[mA]와 저항 3[kΩ]에 흐르는 전류 I<sub>2</sub>[mA]를 구하여 순서대로 쓰시오. (단, 모든 소자는 이상적으로 동작한다.) [2점]



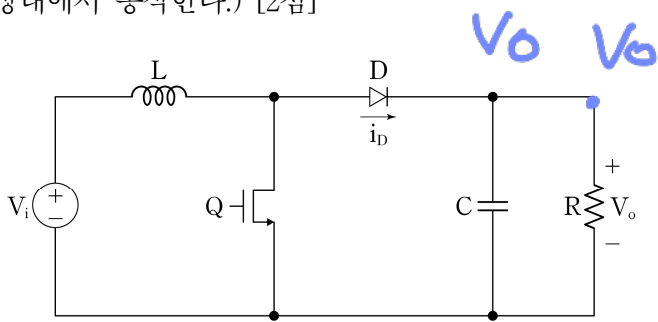
I<sub>1</sub> = -3[mA]  
I<sub>2</sub> = 6[mA]

$I_1 = \frac{24 - V}{4}$  ①     $V = (I_1 + 12) \cdot 4$  ②

② → ①  $I_1 = \frac{24 - 4 \cdot (I_1 + 12)}{4} = -I_1 - 6 \Rightarrow 2I_1 = -6$   
 $I_1 = -3\text{mA}$

$I_2 = (I_1 + 12) \cdot \frac{6}{9} = 9 \cdot \frac{6}{9} = 6\text{[mA]}$

4. 그림은 DC-DC 컨버터 회로 중 한 종류를 나타낸 것이다. 입력 전압 V<sub>i</sub>는 30[V], 스위치 Q의 시비율(duty ratio)은 0.25, 부하 저항 R은 4[Ω]이고, 인덕터 전류는 연속 전류 모드로 동작한다. 커패시터 C가 전압 변동을 무시할 수 있을 만큼 충분히 클 때 출력 전압 V<sub>o</sub>[V]와 다이오드 D의 전류 i<sub>D</sub>의 평균 전류 I<sub>D</sub>[A]를 구하여 순서대로 쓰시오. (단, 모든 소자는 이상적으로 동작하며, 회로는 직류 정상 상태에서 동작한다.) [2점]



40 [V], 10 [A]

1)  $V_o = \frac{1}{1-D} V_i \Rightarrow \frac{1}{1-0.25} \cdot 30 = 30 \cdot \frac{4}{3} = 40\text{[V]}$

2)  $i_o = \frac{V_o}{R} = \frac{40}{4} = 10\text{[A]}$

5. 다음은 ○○공업고등학교의 산학 협력 협의회 내용이다. <작성 방법>에 따라 순서대로 서술하시오. [4점]

김 교사: 지금부터 산학 협력에 대한 협의회를 시작하도록 하겠습니다. ㉠ 산학 협력 교육의 가장 대표적인 유형인 현장 실습과 관련하여 먼저 협의하겠습니다.

이 교사: 현장 실습은 ㉡ 산업체 파견 현장 실습, 현장 체험 학습 뿐만 아니라 교내 활동 등으로 다양하게 운영할 수 있습니다.

박 교사: 산업체 파견 현장 실습의 경우, 우수 산업체를 발굴하는 것뿐만 아니라 현장 실습 프로그램을 잘 운영하는 것도 중요합니다.

이 교사: 그렇습니다. 2015 개정 교육과정(교육부 고시 제2020-248호)에 따르면, 산업체를 기반으로 실시하는 현장 실습 운영은 (㉢)와/과 산업계가 프로그램을 공동으로 개발하고, 실습의 과정과 결과를 평가하도록 하고 있습니다.

... (하락) ...

<작성 방법>

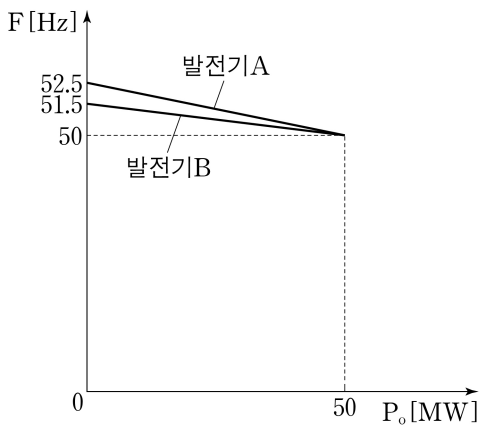
- 밑줄 친 ㉠의 목적을 밑줄 친 ㉡과 관련하여 학생의 입장에서 3가지 서술할 것.
- 괄호 안의 ㉢에 해당하는 명칭을 쓸 것.

(㉠)

- 일에 대한 이해를 통한 직업세계로 전환 용이
- 학교에서 학습할 수 없는 다양한 기능지식태도 학습
- 현장실습을 수행하는 과정에서 일에 대한 책임감 학습

(㉡) 학교

8. 그림은 정격이 50 [MVA], 50 [Hz]인 두 발전기 A, B의 출력 전력  $P_o$ 와 주파수  $F$ 의 관계를 나타내고 있다. A가 36 [MW]의 부하에 전력을 공급하는 중에 B를 추가하여, 36 [MW]의 부하를 A, B가 분담하며 병렬 운전하고 있다. 병렬 운전 중인 A의 출력 전력과 계통 주파수를 제시된 <해석 절차>에 따라 구하여 서술하시오. (단, A, B의 출력 전력과 주파수의 관계는 각각 직선으로 가정하고, 부하 역률은 1이다.) [4점]



<해석 절차>

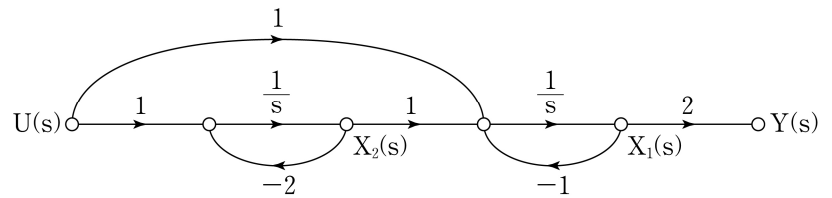
- [단계 1] A가 36 [MW]의 부하에 전력을 공급할 때 계통 주파수  $F_L$  [Hz]를 구한다.
- [단계 2] A의 속도 조정률  $\delta_A$  [%]를 구한다.
- [단계 3] 병렬 운전 중인 A의 출력 전력  $P_A$  [MW]와 계통 주파수  $F_{LN}$  [Hz]를 구한다.

1)  $F_A = -0.05 P_o + 52.5$   
 $P_o = 36$  [MW]일 때,  
 $F_L = -0.05 \cdot 36 + 52.5 = 50.7$  (Hz)

2) 속도 조정률  $\delta_A = \frac{\text{속도 증가율}}{\text{출력 감소율}} = \frac{\frac{N_1 - N_2}{N_N}}{\frac{P_1 - P_2}{P_N}} \rightarrow \frac{F_1 - F_2}{F_N}$   
 $= \frac{50 - 50.7}{50} = \frac{-0.7}{14} = 5\%$

3) 병렬 운전  $\rightarrow$  주파수 일정  
 $F_A = F_B = F_{LN}$   
 $P_A + P_B = P_o = 36$        $F_B = -0.03 P_o + 51.5$

9. 그림 (가)는 선형 시스템의 신호 흐름 선도이고, (나)는 (가)를 상태 방정식으로 표현한 것이다. (나)의 상태 방정식을 위상 변수 표준형(phase variable canonical form)으로 변환하는 행렬을 제시된 <해석 절차>에 따라 구하여 서술하시오. (단,  $X_1(s)$ ,  $X_2(s)$ ,  $U(s)$ ,  $Y(s)$ 는 각각  $x_1(t)$ ,  $x_2(t)$ ,  $u(t)$ ,  $y(t)$ 에 대한 라플라스 변환이다.) [4점]



(가)

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t) = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} u(t)$$

(나)

<해석 절차>

- [단계 1] (가)로부터 (나)로 표현되는 상태 방정식의 행렬 A, B를 각각 구한다.
- [단계 2] [단계 1]에서 구한 행렬 A, B를 이용하여 가제어성 행렬(controllability matrix) S를 구한다.
- [단계 3] [단계 2]에서 구한 행렬 S를 이용하여 (나)의 상태 방정식을 위상 변수 표준형으로 변환하는 행렬을 구한다.

1)  $\begin{pmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 0 & -2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} u(t)$

2) 가제어성  
 $S = [B \quad AB]$   
 $= \left[ \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 0 & -2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} \right] = \begin{pmatrix} 0 \\ -2 \end{pmatrix}$

3)  $P = S \cdot M$        $*M = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & \dots & a_{n-1} \\ a_2 & \dots & & \\ \vdots & & & \\ a_{n-1} & & & \end{bmatrix}$

$[sI - A] = \begin{pmatrix} s & 0 \\ 0 & s \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 0 & -2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} s+1 & -1 \\ 0 & s+2 \end{pmatrix}$

$ad - bc = s^2 + 3s + 2$   
 $a_2 \quad a_1 \quad a_0 \rightarrow M = \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$

$\therefore P = S \cdot M$

전 기 [전공 A] (7면 중 5면)  $= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & -2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$

3. (가)는 ○○공업고등학교의 실습장에 관한 예비 교사와 지도 교사의 대화 내용이고, (나)는 하인리히(H. W. Heinrich)의 재해 발생 5단계에 관한 그림이다. <작성 방법>에 따라 순서대로 서술하시오. [4점]

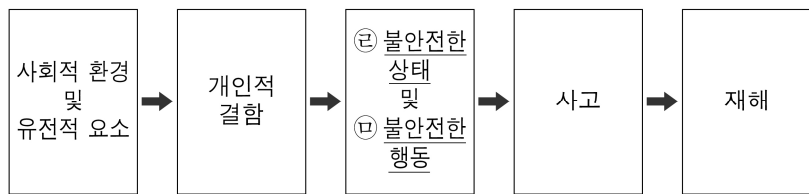
예비 교사: 선생님. 이번에 새롭게 꾸며진 실습장은 어떻게 바뀌었나요?

지도 교사: 네. 기존의 실습장이 ㉠ 전공별로 깊이 있는 실습을 할 수 있는 실습장 유형이었다면, 새로운 실습장 유형은 ㉡ 사용하는 공구나 재료가 비슷하고 전공이 유사한 실습장을 묶은 형태입니다.

예비 교사: 그렇다면 다양한 실습 장비들을 사용하는 만큼 학생들의 안전에 더욱 주의해야 할 것 같습니다.

지도 교사: 맞아요. 그래서 실습실 담당 교사는 실습장에서 안전사고가 발생하지 않도록 ㉢ 안전 대책을 세우는 것이 중요합니다.

(가)



(나)

<작성 방법>

- (가)의 밑줄 친 ㉠, ㉡에 해당하는 실습장 유형의 명칭을 각각 순서대로 제시할 것.
- (나)의 밑줄 친 ㉡, ㉢에 대한 (가)의 밑줄 친 ㉢을 교사의 입장에서 1가지씩 순서대로 서술할 것.

㉠: 전문실습장  
 ㉡: 통합실습장  
 ㉢: 사전안전점검  
 실습중에 항상 실습 감독 및 지도

㉢) 2시간 내에 회로를 제작 하였는가?  
 ㉣) 회로가 정확하게 동작 하였는가?  
 ㉤)  
 학생들의 현재 수행상태 진단,  
 교수학습 개선 자료로 활용

4. (가)는 실습지시서 작성에 관한 신규 교사와 수석 교사의 대화 내용이고, (나)는 수석 교사의 의견을 반영하여 작성한 실습지시서이다. <작성 방법>에 따라 순서대로 서술하시오. [4점]

신규 교사: 지난번에 실습 목표, 실습 절차, 실습 평가와 관련하여 조언해 주신 부분을 반영해서 실습지시서를 수정했는데요. 한번 살펴봐 주실 수 있을까요?

수석 교사: 네. 그럼요. 같이 살펴볼까요?

신규 교사: 실습 목표는 메이저(R. F. Mager)의 수업 목표 진술 방법을 활용하여 학생들이 도달해야 할 성취 행동(도착점 행동), 조건(상황), ㉠ 기준(준거)으로 제시해 보았습니다.

수석 교사: 네. 좋습니다. 이 수업에서 학생들은 도달해야 할 성취 행동, 조건, 기준을 명확하게 이해하고 실습에 참여하기 때문에, 실습의 효과가 더 높아질 것 같습니다.

... (중략) ...

신규 교사: 실습 평가를 위해 채점기준표를 추가하였습니다. 채점기준표는 실습 목표와 연계하여 작성해 보았습니다.

수석 교사: 네. 좋습니다. 채점기준표의 내용이 잘 구성된 것 같습니다. 특히, 채점기준표로 평가하여 그 결과를 성적에 반영할 수 있을 뿐만 아니라, ㉡ 평가 결과를 분석(해석)하여 다양하게 활용할 수 있습니다.

(가)

구분	내용
실습명	3상 전동기 기동·정지 제어 회로 제작하기
실습 목표	주어진 재료 및 기구를 활용하여, 2시간 이내에 회로 동작 조건에 부합하게, 시퀀스 제어 회로를 제작할 수 있다.

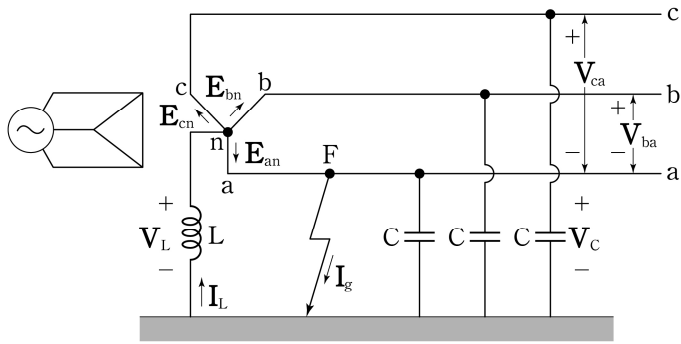
실습 평가	영역	채점기준	평가 결과	
			예	아니오
1. 평가 영역 및 배점 ... 내용 생략 ...				
2. 채점기준표				
실습 결과		( ㉡ )		
		( ㉢ )		
실습 과정	기구(공구) 사용 방법에 맞게 작업하였는가?			
	주어진 재료로 작업하였는가?			
	⋮			

(나)

<작성 방법>

- (가)의 밑줄 친 ㉠에 해당하는 내용으로 (나)의 괄호 안의 ㉢, ㉣을 서술할 것.
- (가)의 밑줄 친 ㉡에 해당하는 방안 2가지를 교사의 입장에서 서술할 것.

7. 그림은 소호리액터 접지 방식을 적용한 전력 계통도이다. F에서 1선 지락 고장 발생 시 지락 전류  $I_g = 0$ 이 되기 위한 소호리액터 L의 용량[VA]를 제시된 <해석 절차>에 따라 구하여 서술하시오. (단,  $E_{an}, E_{bn}, E_{cn}$ 은 상전압이고,  $V_{ca}, V_{ba}$ 는 선간 전압이다. F에서 1선 지락 고장 발생 전까지 계통은 평형 상태로 정상 운전 중이며, 1선당 대지 정전 용량은 C[F]이다.) [4점]



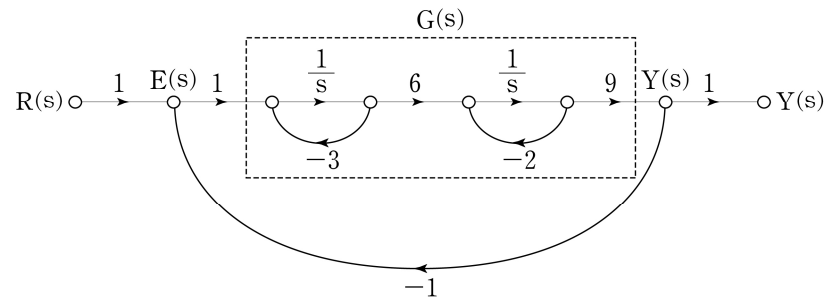
<해석 절차>

[단계 1] 고장 발생 전과 후의 소호리액터 양단 전압  $V_L$  [V]를 각각 순서대로 구한다.

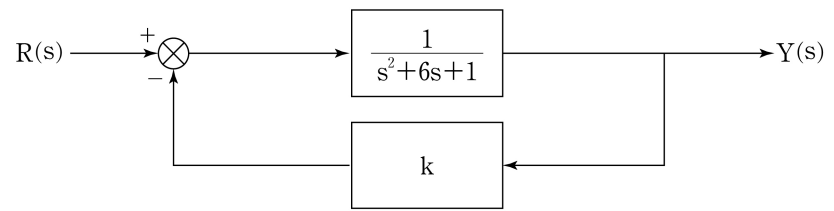
[단계 2] F에서 1선 지락 고장 발생 후 전압  $V_C$  [V]를 구한다.

[단계 3] 소호리액터 L의 용량[VA]를 전원 각주파수  $\omega$  [rad/sec]와 상전압  $E_{an}$  [V]와 대지 정전 용량 C [F]의 관계식으로 구한다. (단, 계산식의 각주파수  $\omega$ 는 그대로 둔다.)

8. 그림 (가)는 점선 부분의 개루프 전달 함수  $G(s) = \frac{Y(s)}{E(s)}$ 를 포함하는 단위 궤환 제어 시스템의 신호 흐름 선도이고, (나)는 단위 궤환이 아닌 제어 시스템의 블록 선도이다. 그림 (가)의 단위 궤환 제어 시스템의 정상 상태 오차와, (나)의 단위 궤환이 아닌 제어 시스템의 정상 상태 오차가 같도록 k의 값을 제시된 <해석 절차>에 따라 구하여 서술하시오. (단,  $R(s), E(s), Y(s)$ 는  $r(t), e(t), y(t)$ 에 대한 라플라스 변환이다.) [4점]



(가)



(나)

<해석 절차>

[단계 1] (가)에서 개루프 전달 함수  $G(s) = \frac{Y(s)}{E(s)}$ 를 구한다.

[단계 2] [단계 1]의 결과를 이용하여 시스템의 형(type)을 구하고,  $R(s) = \frac{1}{s}$ 일 때의 정상 상태 오차  $e_{ss}$  [%]를 구한다.

[단계 3] (나)에서  $R(s) = \frac{1}{s}$ 일 때의 정상 상태 오차와, [단계 2]에서 구한 정상 상태 오차가 같도록 k의 값을 구한다.

1)  $G(s) = \frac{M_1 \Delta_1}{\Delta} \rightarrow G(s) = \frac{54}{s^2 + 5s + 6}$

$\left( \begin{array}{l} \Delta = 1 + \frac{5}{s} + \frac{6}{s^2} \\ M_1 = \frac{54}{s^2} \\ \Delta_1 = 1 \end{array} \right)$

2) 0형 시스템

정상 상태  $y_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} s Y(s) = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot R(s) \cdot H(s)$

$H(s) = \frac{G(s)}{1+G(s)} = \frac{54}{s^2 + 5s + 6}$

$y_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{54}{s^2 + 5s + 6} = \frac{54}{6} = 0.9$

$e_{ss} = (1 - y_{ss}) \cdot 100 = (1 - 0.9) \cdot 100 = 10 [\%]$

3) (나)에서 개루프 전달 함수  $H(s) = \frac{1}{s^2 + 6s + 1 + k}$

전 기 [전공 B] (7면 중 5면)  $Y(s) = R(s) \cdot H(s) = \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{s^2 + 6s + 1 + k}$

$y_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} s Y(s) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{s^2 + 6s + 1 + k} = \frac{1}{1 + k}$

$e_{ss} = (1 - y_{ss}) \cdot 100 = \frac{k}{1+k} \cdot 100 = 10 \Rightarrow \frac{k}{1+k} = \frac{1}{10} \Rightarrow k = 9$