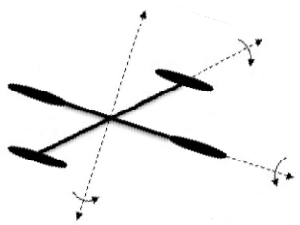


---

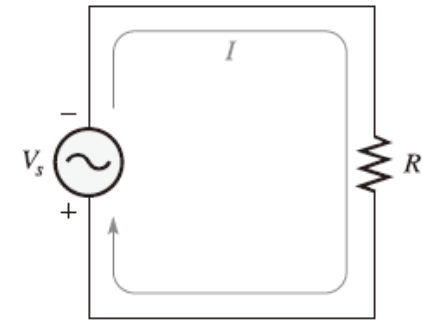
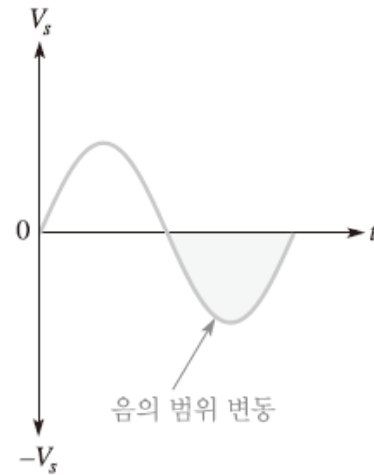
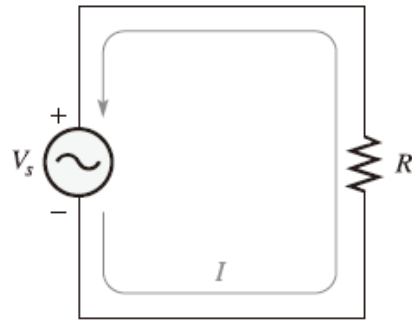
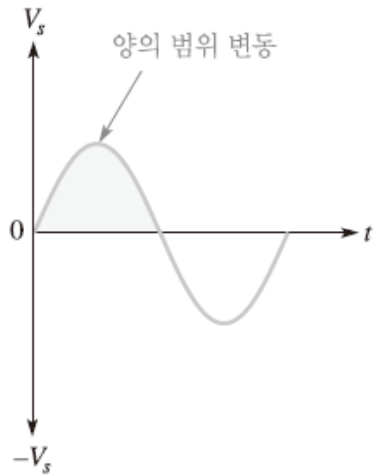
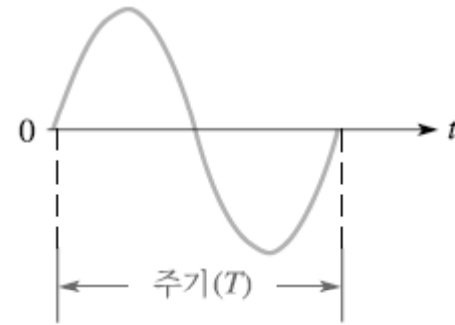
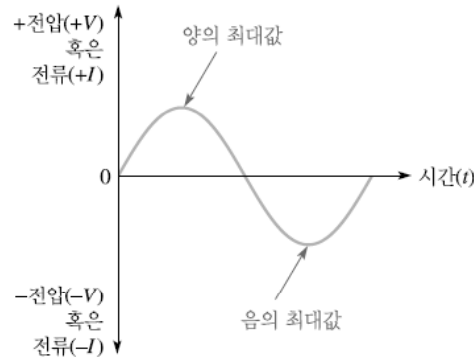
회 로 이 론

# 8 장. 교류 전압과 전류



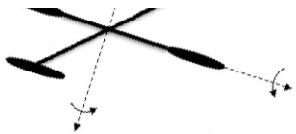
## 8-1 정현파

그림 8-2  
한 주기의 정현파 그래프



(a) 전압이 양의 범위에서 변할 때 전류의 방향은 그림과 같다.

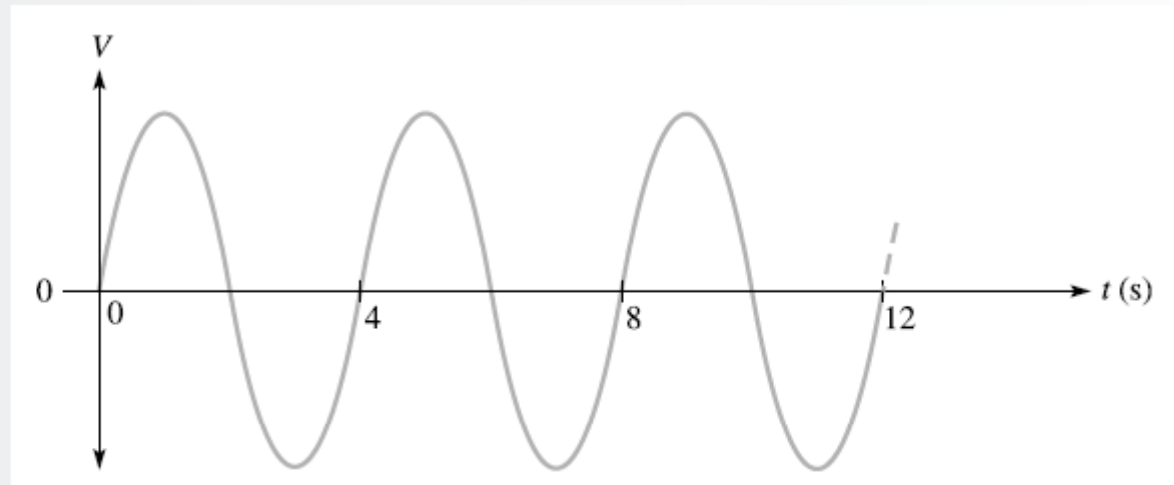
(b) 전압이 음의 범위에서 변할 때 전류의 방향은 그림과 같다.



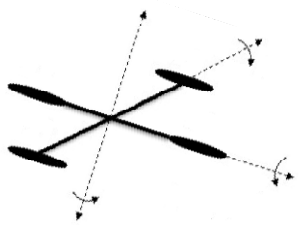
예제 8-1

그림 8-5

그림 8-5에서 정현파의 주기는 얼마인가?



$$T = 4 \text{ s}$$



## 정현파의 주파수

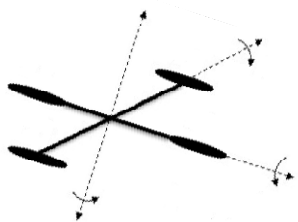
주파수(frequency)는 1초 동안 포함되는 정현파의 사이클 수이다.

## 주파수와 주기의 관계

주파수( $f$ )와 주기( $T$ ) 사이에는 다음 식과 같은 관계가 성립한다.

$$f = \frac{1}{T}$$

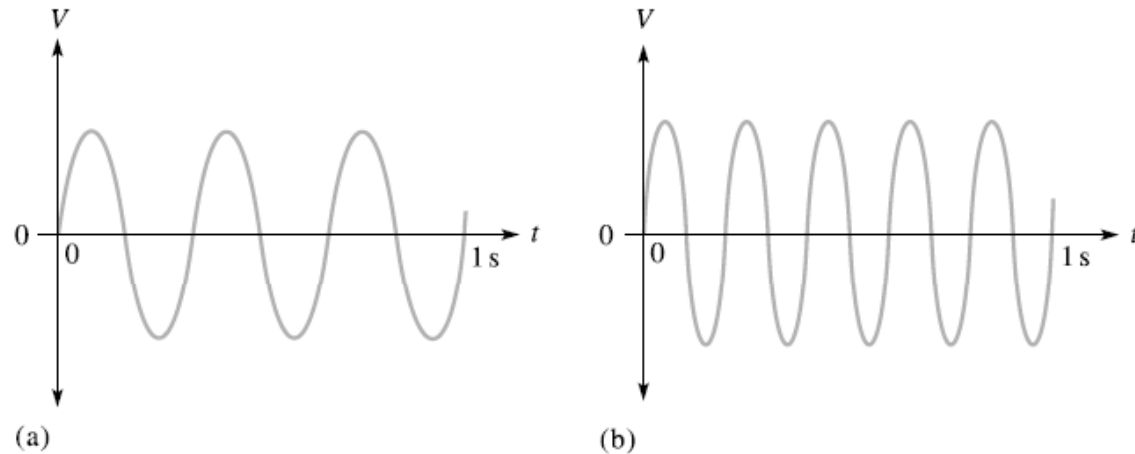
$$T = \frac{1}{f}$$



예제 8-3

그림 8-9의 정현파 중에 높은 주파수를 가진 것은 어느 것인가? 각 파형의 주기와 주파수를 구하시오.

그림 8-9



해 그림 8-9(b)의 정현파가 그림 8-9(a)의 것보다 1초에 더 많은 사이클을 가지고 있으므로 더 높은 주파수를 가진다. 그림 8-9(a)에서는 3개의 사이클이 1초에 완성된다. 따라서 주파수는

$$f = 3 \text{ Hz}$$

한 사이클은 0.333초(1/3초)가 소요된다. 따라서 주기는

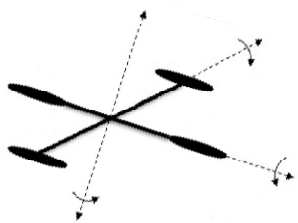
$$T = 0.333 \text{ s} = 333 \text{ ms}$$

그림 8-9(b)에서는 5개의 사이클이 1초에 완성된다. 따라서 주파수는

$$f = 5 \text{ Hz}$$

한 사이클은 0.2초(1/5초)가 소요된다. 따라서 주기는

$$T = 0.2 \text{ s} = 200 \text{ ms}$$



예제 8-4

어떤 정현파의 주기가 10 ms일 때 주파수는 얼마인가?

해 식 (8-1)에서

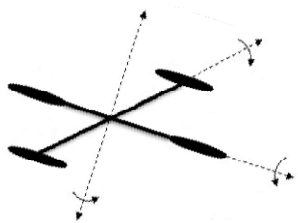
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{10 \text{ ms}} = \frac{1}{10 \times 10^{-3} \text{ s}} = \mathbf{100 \text{ Hz}}$$

예제 8-5

정현파의 주파수가 60 Hz이다. 주기는 얼마인가?

해 식 (8-2)에서

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{60 \text{ Hz}} = \mathbf{16.7 \text{ ms}}$$



## 8-2 정현파 전압원

### 교류 발전기

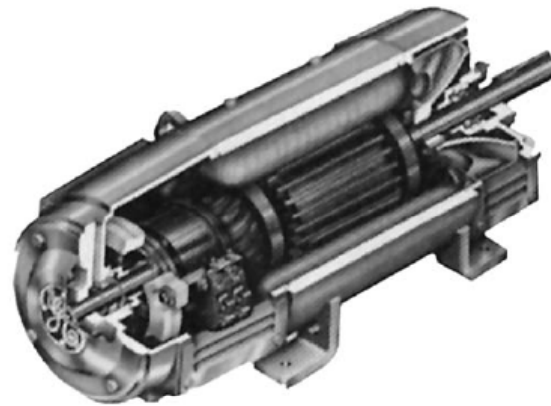
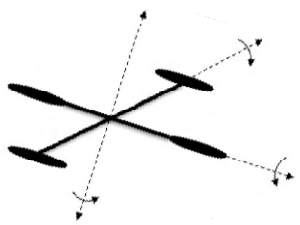
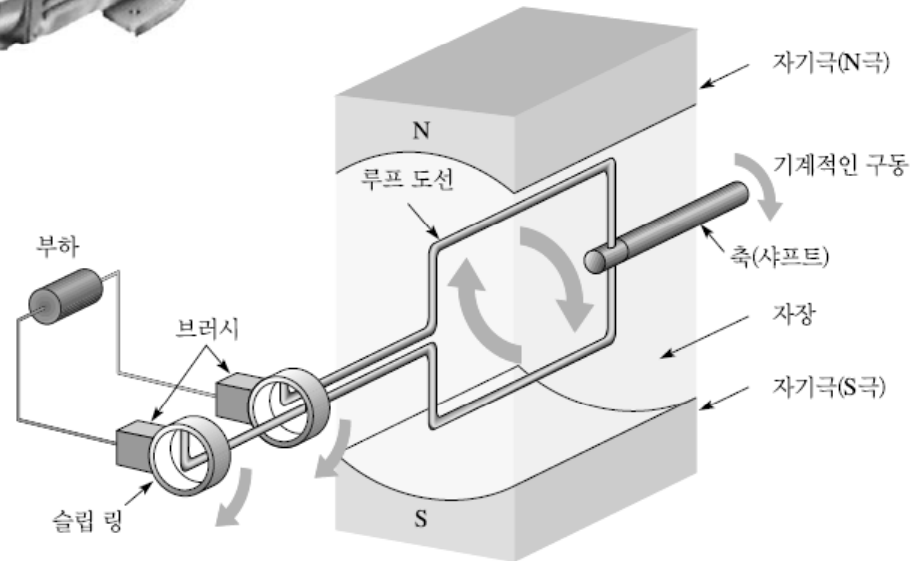
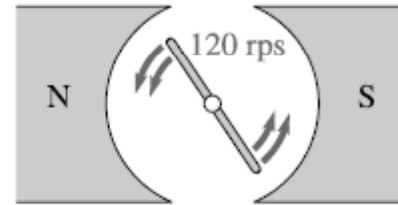
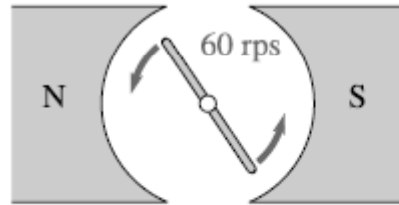


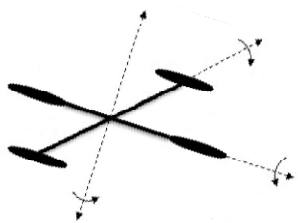
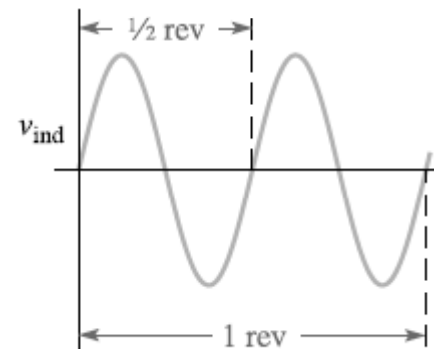
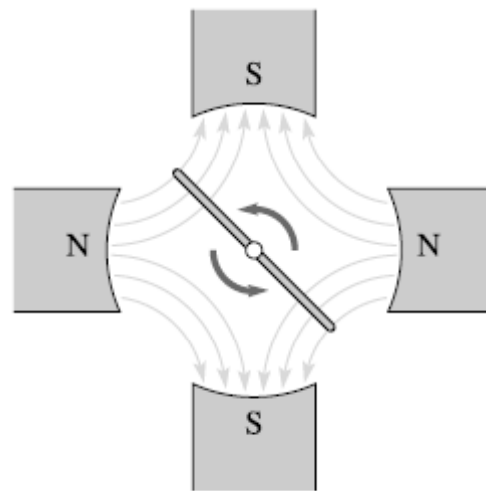
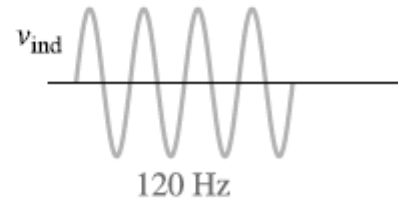
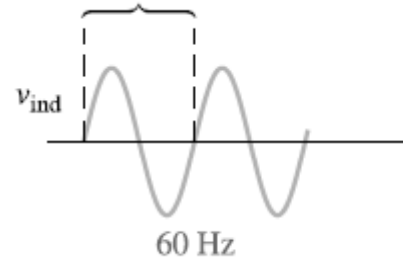
그림 8-10  
전자기계적인 교류 발전기의 단면



주파수



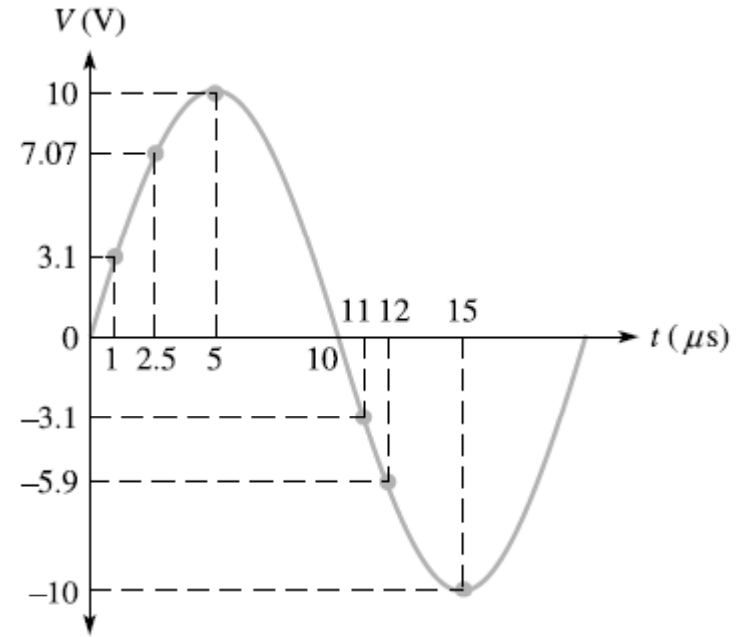
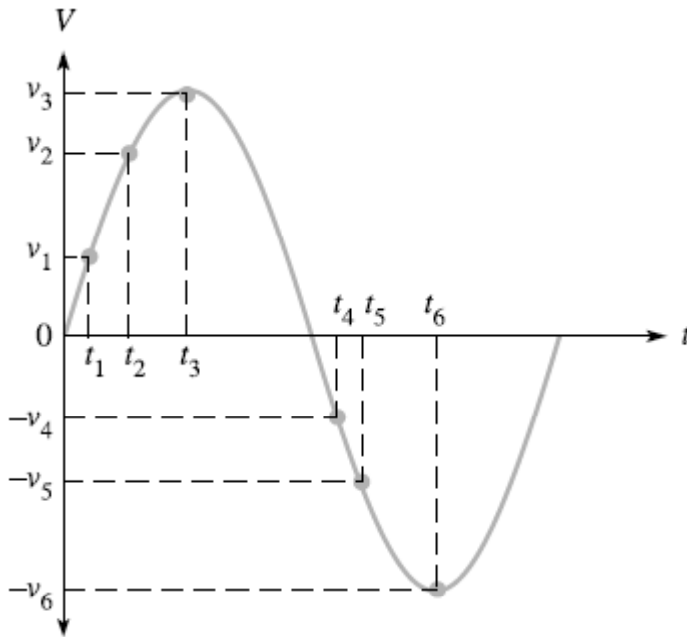
한 사이클 = 1 회전





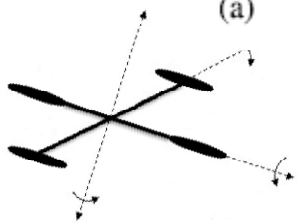
### 8-3 정현파의 전류와 전압값

#### 순시값



(a)

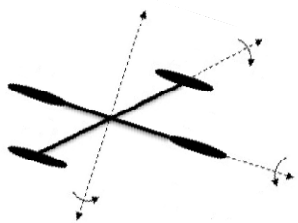
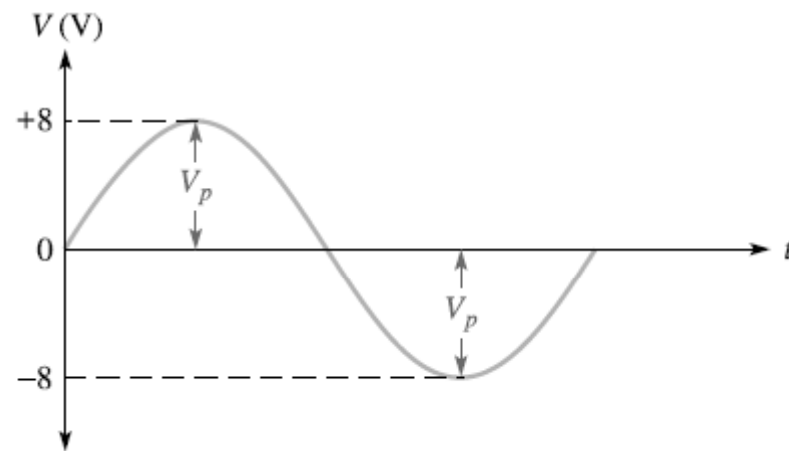
(b)



# 최대값

그림 8-17

최대값



## 최소-최대값

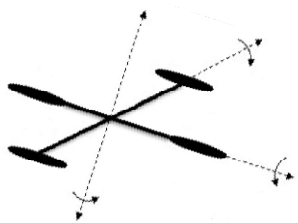
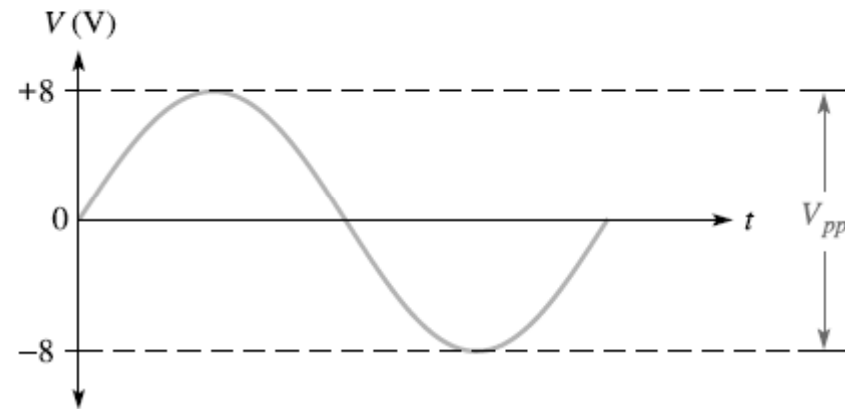
최소-최대값(peak-to-peak value)

$$V_{pp} = 2V_p$$

$$I_{pp} = 2I_p$$

그림 8-18

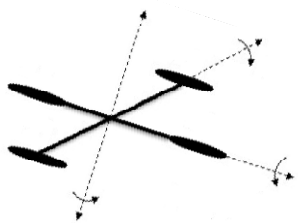
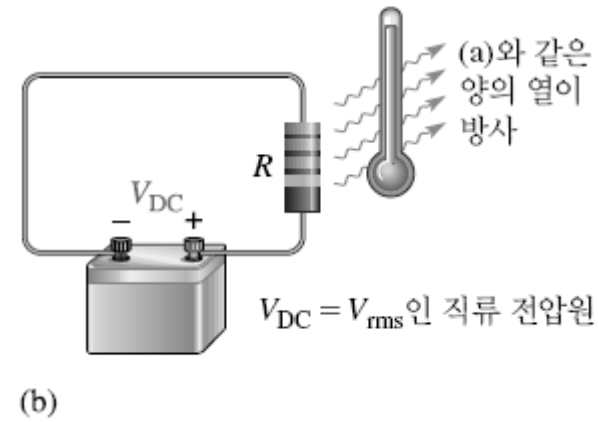
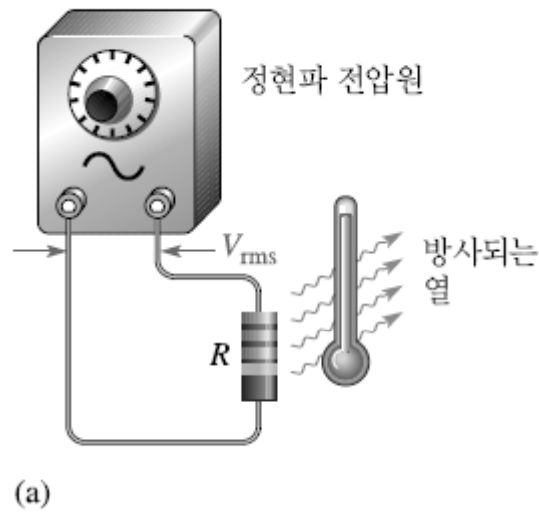
최소-최대값



실효값(rms 값) (root mean square)

$$V_{\text{rms}} = 0.707V_p$$

$$I_{\text{rms}} = 0.707I_p$$



# 평균값

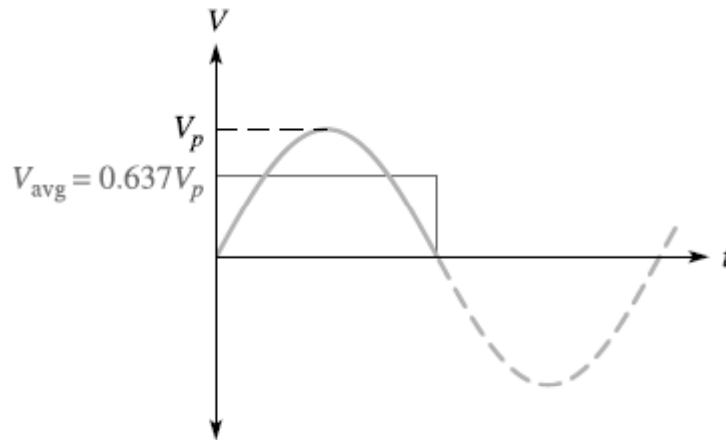
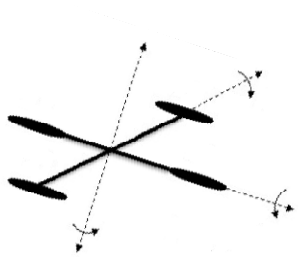


그림 8-20

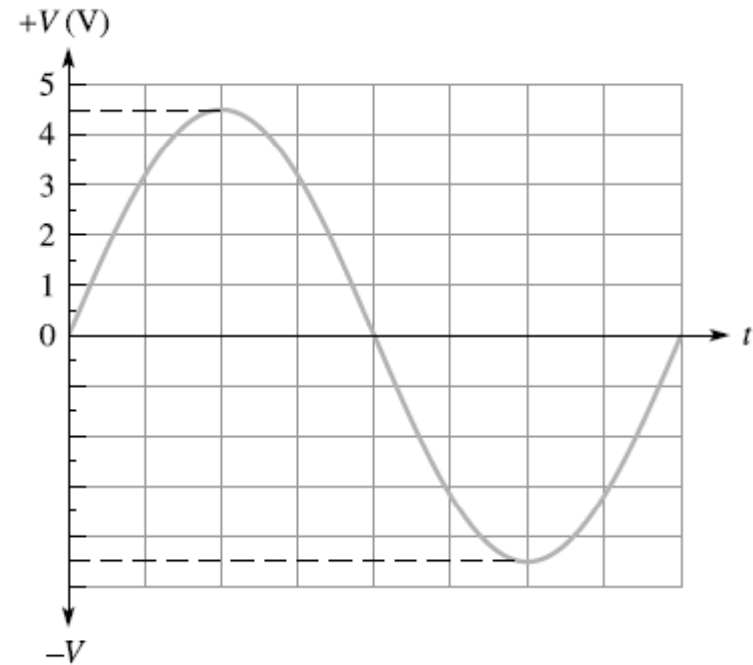
반 주기 평균값



예제 8-7

그림 8-21의 정현파에 대하여  $V_p$ ,  $V_{pp}$ ,  $V_{rms}$ , 그리고 반 주기  $V_{avg}$ 를 구하시오.

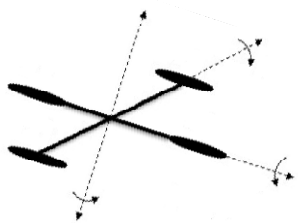
그림 8-21



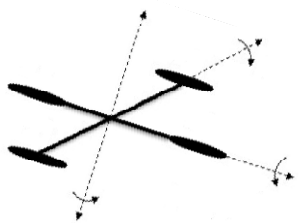
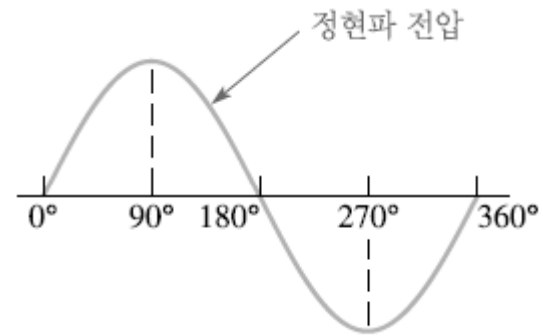
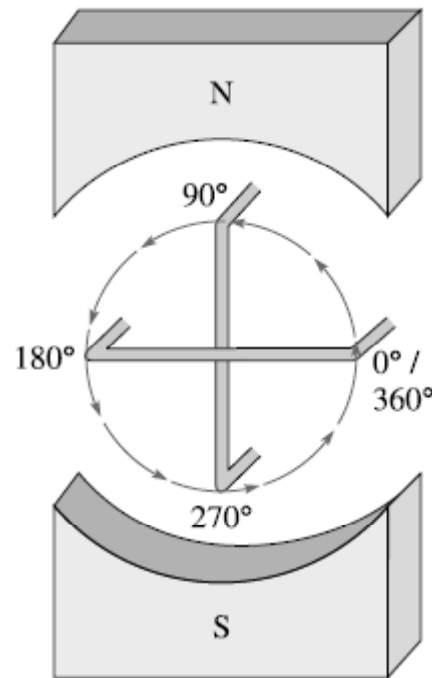
$$V_{pp} = 2V_p = 2(4.5 \text{ V}) = \mathbf{9 \text{ V}}$$

$$V_{rms} = 0.707V_p = 0.707(4.5\text{V}) = \mathbf{3.18 \text{ V}}$$

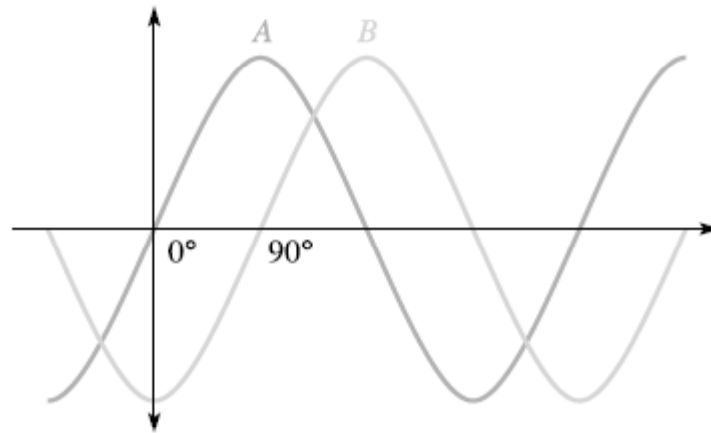
$$V_{avg} = 0.637V_p = 0.637(4.5\text{V}) = \mathbf{2.87 \text{ V}}$$



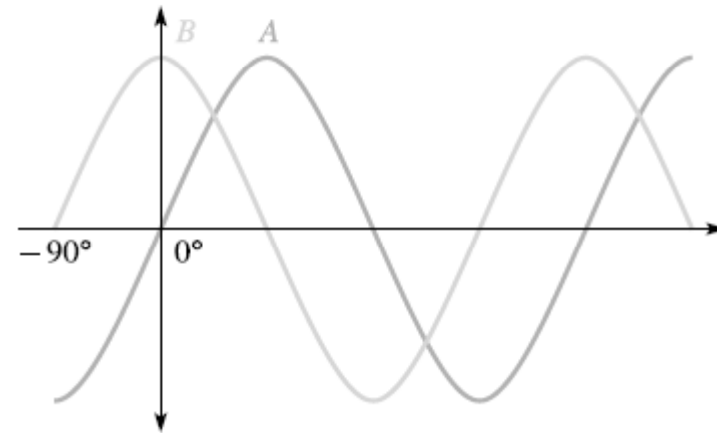
## 8-4 정현파의 각도 측정



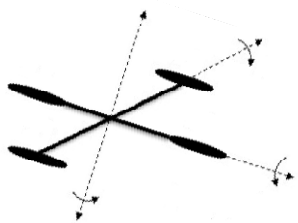
## 정현파의 위상



(a) A가 B를  $90^\circ$  앞섬, 혹은 B가 A에  $90^\circ$  뒤짐



(b) B가 A를  $90^\circ$  앞섬, 혹은 A가 B에  $90^\circ$  뒤짐

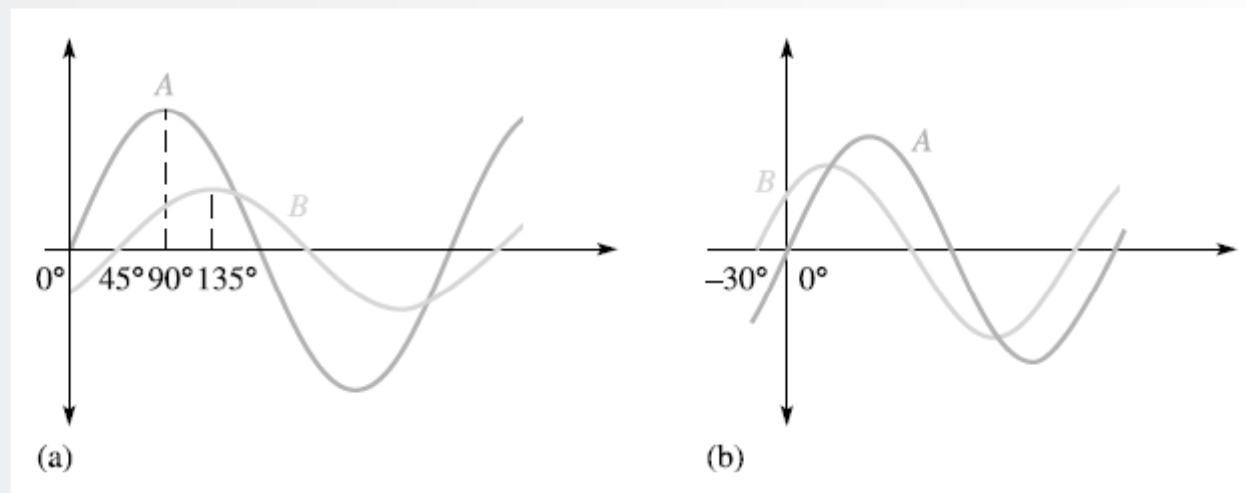




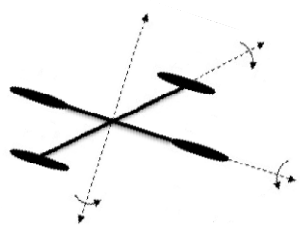
예제 8-9

그림 8-28(a), (b)에서 정현파 A, B의 위상각은 얼마인가?

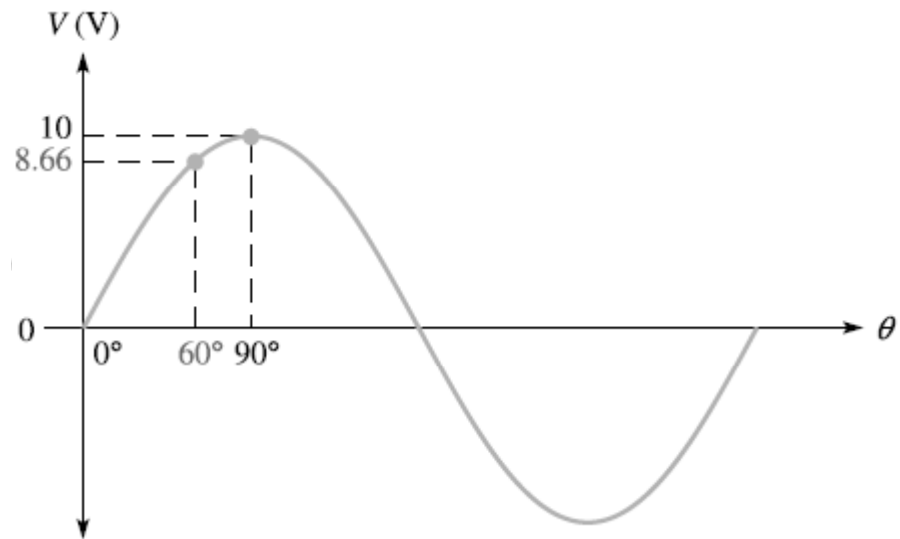
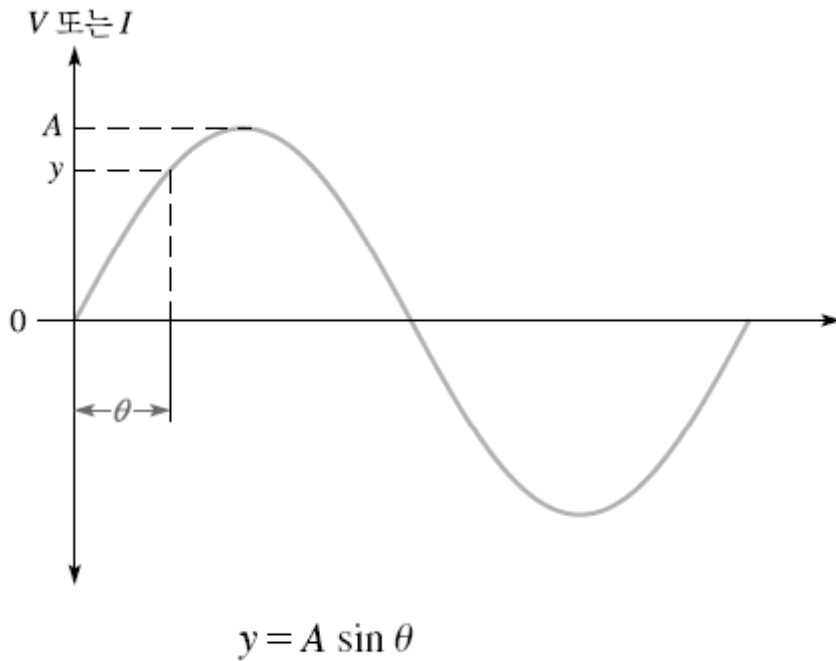
그림 8-28



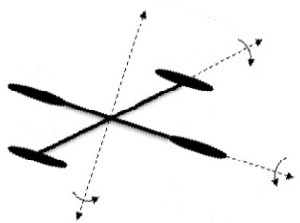
해 그림 8-28(a)에서 정현파 A는  $0^\circ$ 에서 0을 지나고 여기에 해당하는 정현파 B의 0을 지나는 점은  $45^\circ$ 이다. 2개 정현파의 위상각은  $45^\circ$ 이며 정현파 A가 앞선다.  
그림 8-28(b)에서 정현파 B는  $-30^\circ$ 에서 0을 지나고 여기에 해당하는 정현파 A의 0을 지나는 점은  $0^\circ$ 이다. 2개 정현파의 위상각은  $30^\circ$ 이며 정현파 B가 앞선다.



## 8-5 정현파 공식



$$v = V_p \sin \theta = (10 \text{ V}) \sin 60^\circ = (10 \text{ V}) 0.866 = 8.66 \text{ V}$$



## 정현파 공식의 유도

그림 8-32

회전하는 페이지로 나타낸 정현파

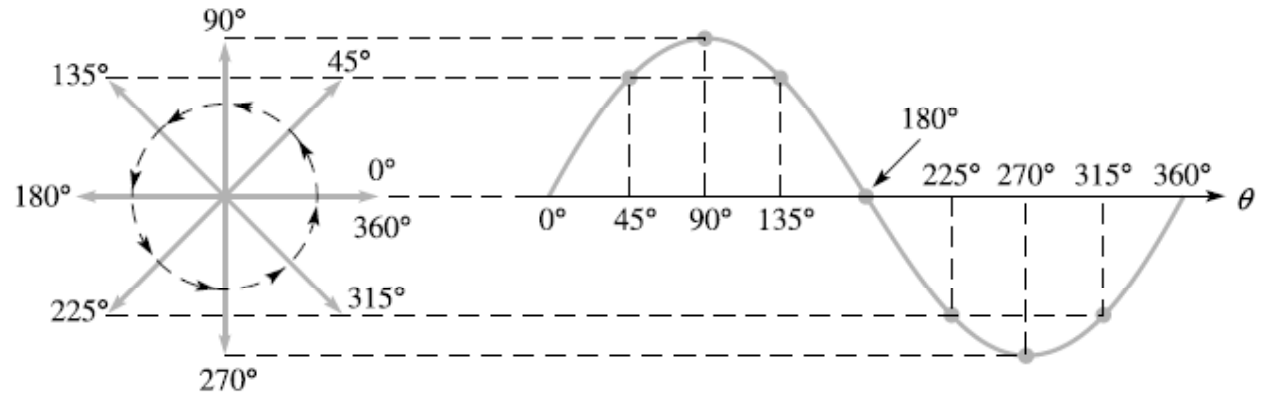
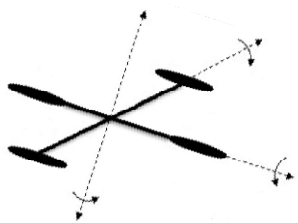
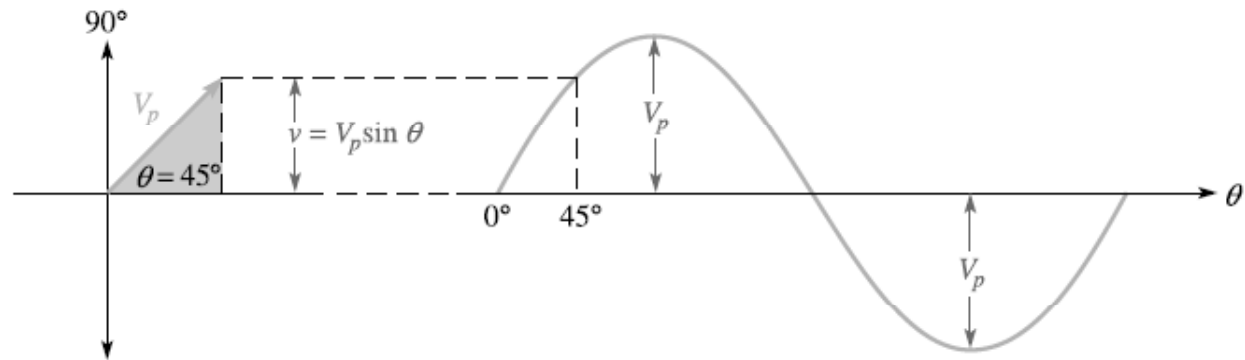


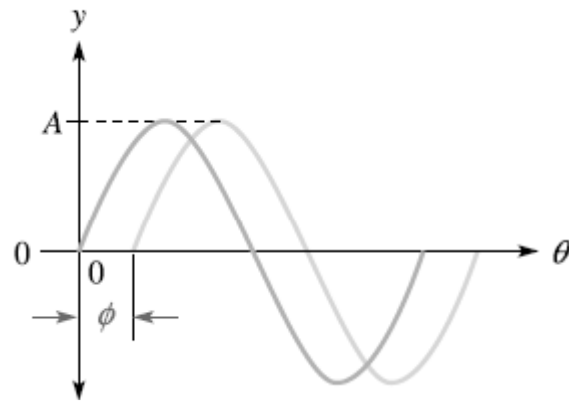
그림 8-33

직각삼각형을 사용한 정현파 공식의 유도,  $v = V_p \sin \theta$

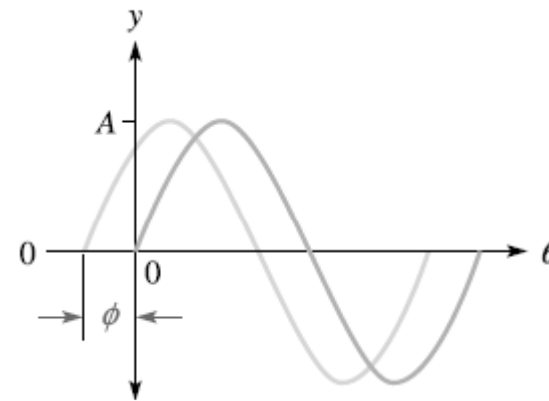


# 위상이 천이된 정현파의 표현

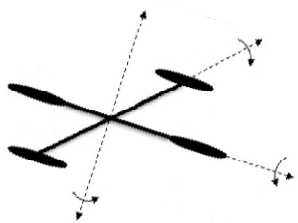
$$y = A \sin (\theta - \phi)$$



(a)  $y = A \sin (\theta - \phi)$



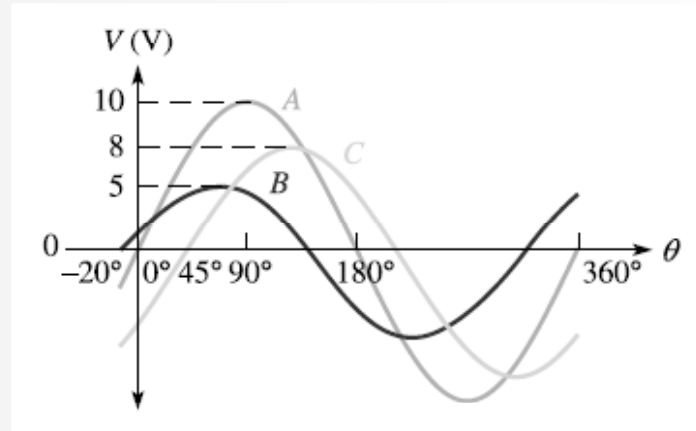
(b)  $y = A \sin (\theta + \phi)$



예제 8-10

그림 8-35에 각 정현파 전압에서 수평축  $90^\circ$ 에서의 순시값을 구하시오.

그림 8-35

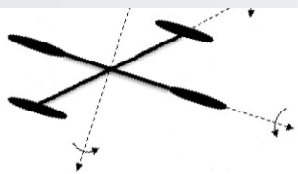


- 해 정현파  $A$ 를 기준으로 한다. 정현파  $B$ 는  $A$ 에 대해  $20^\circ$  왼쪽으로 천이되었으므로  $B$ 가 앞서 있음을 알 수 있다. 정현파  $C$ 는  $A$ 에 대해  $45^\circ$  오른쪽으로 천이되었으므로  $C$ 가 뒤져 있음을 알 수 있다.

$$v_A = V_p \sin \theta = (10 \text{ V}) \sin 90^\circ = \mathbf{10 \text{ V}}$$

$$v_B = V_p \sin(\theta + \phi_B) = (5 \text{ V}) \sin(90^\circ + 20^\circ) = (5 \text{ V}) \sin 110^\circ = \mathbf{4.70 \text{ V}}$$

$$v_C = V_p \sin(\theta - \phi_C) = (8 \text{ V}) \sin(90^\circ - 45^\circ) = (8 \text{ V}) \sin 45^\circ = \mathbf{5.66 \text{ V}}$$



## 8-6 교류 회로의 분석

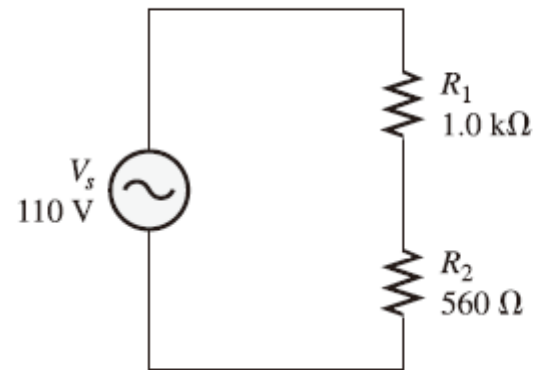
$$P = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}}$$

$$P = \frac{V_{\text{rms}}^2}{R}$$

$$P = I_{\text{rms}}^2 R$$

그림 8-38에서 전압원이 실효값으로 주어져 있을 때 각 저항에서의 실효 전압값과 실효 전류값을 구하시오. 또한 전체 전력을 구하시오.

그림 8-38



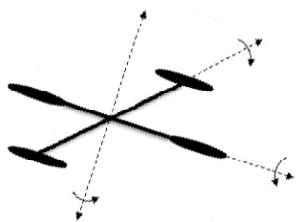
$$R_{\text{tot}} = R_1 + R_2 = 1.0 \text{ k}\Omega + 560 \text{ }\Omega = 1.56 \text{ k}\Omega$$

$$I_{\text{rms}} = \frac{V_{s(\text{rms})}}{R_{\text{tot}}} = \frac{110 \text{ V}}{1.56 \text{ k}\Omega} = 70.5 \text{ mA}$$

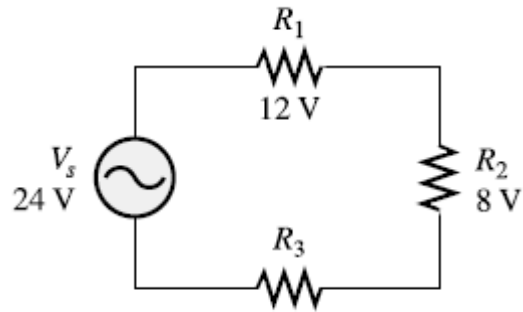
$$V_{1(\text{rms})} = I_{\text{rms}} R_1 = (70.5 \text{ mA})(1.0 \text{ k}\Omega) = 70.5 \text{ V}$$

$$V_{2(\text{rms})} = I_{\text{rms}} R_2 = (70.5 \text{ mA})(560 \text{ }\Omega) = 39.5 \text{ V}$$

$$P_{\text{tot}} = I_{\text{rms}}^2 R_{\text{tot}} = (70.5 \text{ mA})^2 (1.56 \text{ k}\Omega) = 7.75 \text{ W}$$



(a) 그림 8-39(a)에서 미지의 전압강하값( $R_3$ 에서)을 최대값으로 구하시오.



(a)

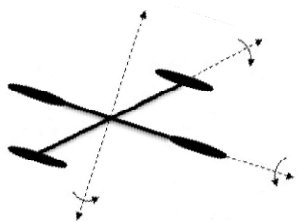
(a)  $V_3$ 를 구하기 위해 키르히호프의 전압 법칙을 사용한다.

$$V_s = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V_{3(\text{rms})} = V_{s(\text{rms})} - V_{1(\text{rms})} - V_{2(\text{rms})} = 24 \text{ V} - 12 \text{ V} - 8 \text{ V} = 4 \text{ V}$$

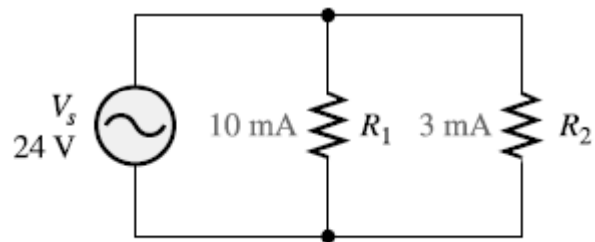
실효값을 최대값으로 바꾸면 다음과 같다.

$$V_{3(p)} = 1.414V_{3(\text{rms})} = 1.414(4 \text{ V}) = 5.66 \text{ V}$$



(b) 그림 8-39(b)에서 전체 실효 전류값을 구하시오.

(c) 그림 8-39(b)에서 전체 전력을 구하시오.

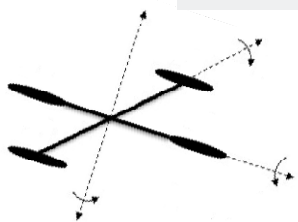


(b)

(b)  $I_{tot}$ 를 구하기 위해 키르히호프의 전류 법칙을 사용한다.

$$I_{tot(\text{rms})} = I_{1(\text{rms})} + I_{2(\text{rms})} = 10 \text{ mA} + 3 \text{ mA} = \mathbf{13 \text{ mA}}$$

(c)  $P_{tot} = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} = (24 \text{ V})(13 \text{ mA}) = \mathbf{312 \text{ mW}}$





## 8-7 직류와 교류 전압의 중첩

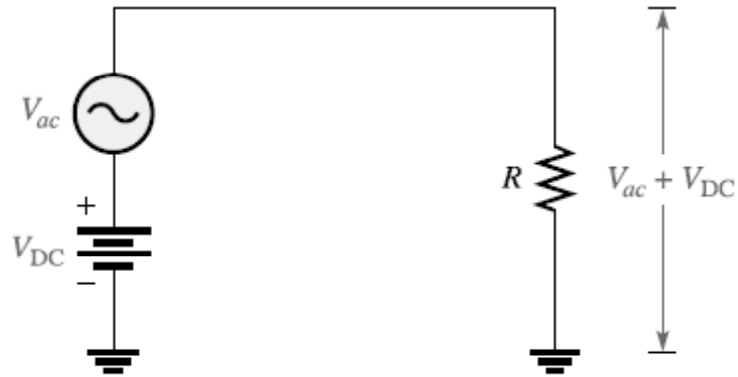
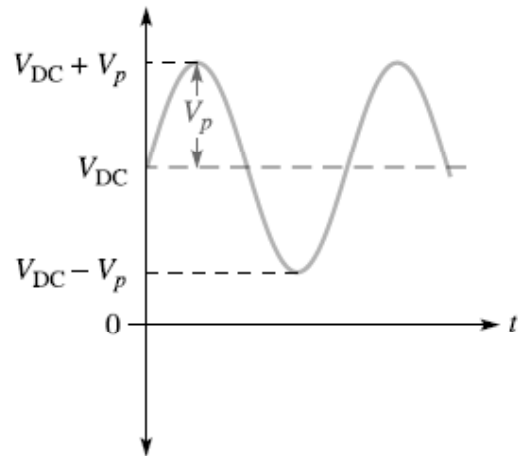
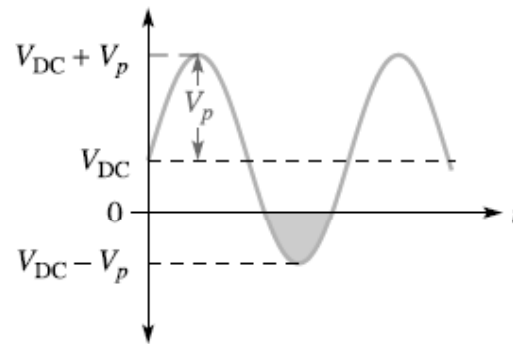


그림 8-40

직류와 교류 전압의 중첩



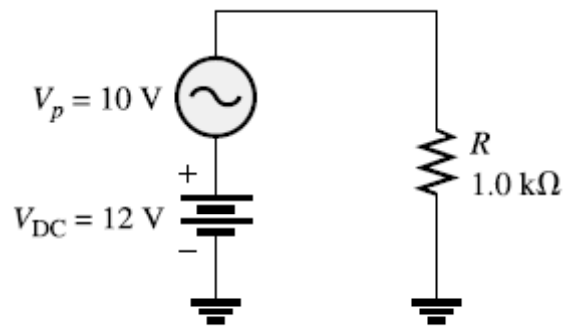
(a)  $V_{DC} > V_p$  정현파는 음의 값을 갖지 않는다.



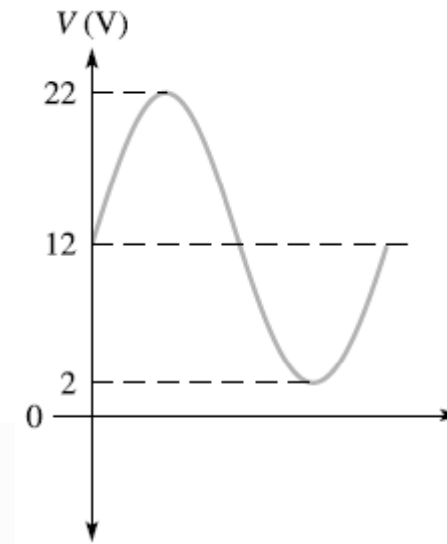
(b)  $V_{DC} < V_p$  정현파는 사이클의 일부 구간에서 부호가 바뀐다.

그림 8-41

DC 레벨을 가진 정현파



(a)



(a)

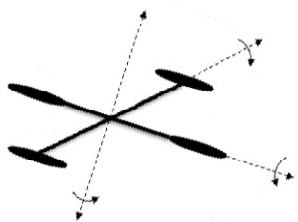
그림 8-42(a)에서  $R$ 에 걸리는 최대 전압은 다음과 같다.

$$V_{max} = V_{DC} + V_p = 12 \text{ V} + 10 \text{ V} = 22 \text{ V}$$

$R$ 에 걸리는 최소 전압은 다음과 같다.

$$V_{min} = V_{DC} - V_p = 12 \text{ V} - 10 \text{ V} = 2 \text{ V}$$

따라서  $V_{R(tot)}$ 는 그림 8-43(a)와 같이 +22 V에서 +2 V 사이의 값을 가지는 부호가 변하지 않는 정현파가 된다.



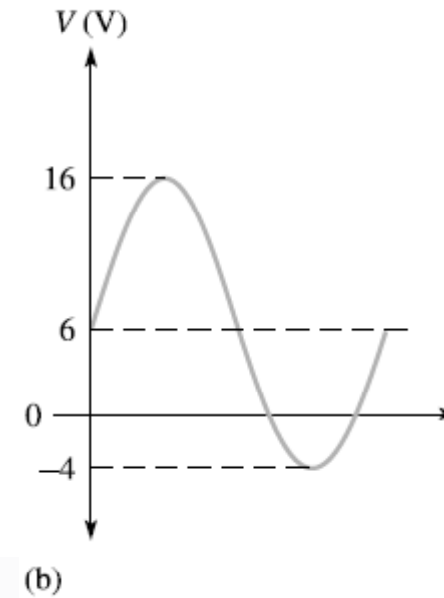
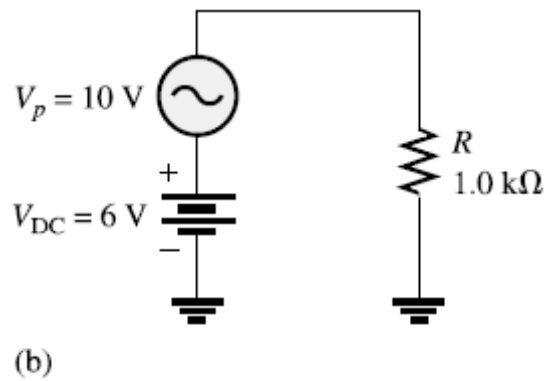


그림 8-42(b)에서  $R$ 에 걸리는 최대 전압은 다음과 같다.

$$V_{max} = V_{DC} + V_p = 6 \text{ V} + 10 \text{ V} = \mathbf{16 \text{ V}}$$

$R$ 에 걸리는 최소 전압은 다음과 같다.

$$V_{min} = V_{DC} - V_p = \mathbf{-4 \text{ V}}$$

따라서  $V_{R(tot)}$ 는 그림 8-43(b)와 같이 +16 V에서 -4 V 사이의 값을 가지는 부호가 변하는 정현파가 된다.

