



경원대학교 전기·소방공학부  
교수(공학박사) 백 동 현

# “ 알기쉬운 생활전기 ”

지난호에서는 전기의 기본원리를 알기위한 용어와 회로소자를 설명하였으므로 이를 사용하는 실제 사용회로에 대하여 알아보하고자 한다.

## 4. 전기회로

전기회로는 지난호에서 설명한 저항, 인덕턴스, 정전용량이란 소자들이 단독 또는 서로가 결합하여 구성되며 직류 전압(DC) 또는 교류전압(AC)이 인가되어 작용하게 된다. 그러므로 전압에 대한 비교와 단독으로 구성된 회로를 먼저 이해한 후 복합적으로 구성된 회로를 이해하는 것이 바람직하므로 이에 대하여 설명한다.

### 4.1 직류전압(DC)과 교류전압(AC)의 비교

종 류	직 류 전 압	교 류 전 압
극 성	일 정	변 화
크 기	일정 또는 변화	+ , -로 변화
강압 및 크기	불 가	가 능
편리성	측정용이	증폭용이
사용분야	증폭기의 전극전압	증폭기의 입력 또는 출력신호
작 용	열	열

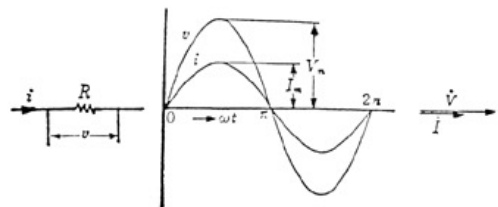
### 4.2 기본 교류회로

#### ① 저항회로

그림 4.1은 다양한 종류의 저항을 나타낸다. 그림 4.2에서 (a)는 저항 R[Ω]만의 회로이며 (b)는 저항에  $v=V_m \sin \omega t$ 의 교류전압을 가하였을 때 흐르는 전류 i의 파형이고 (c)는 벡터도를 나타낸다.



그림 4.1 저항의 종류



(a)저항회로

(b) 파형

(c)벡터도

[그림 4.2] 저항회로와 파형

저항 R[Ω]에 흐르는 전류를  $i$ 식으로 나타내면  $i = \frac{Vm}{R} \sin \omega t = Im \sin \omega t$  이다.

이를 실효값(교류와 동일한 열작용을 나타내는 직류값으로 표시하는 값)으로 나타내면

$$I = \frac{V}{R} \text{ 이 된다. 여기서, } I = \frac{Im}{\sqrt{2}}, V = \frac{Vm}{\sqrt{2}} \text{ 이다.}$$

② 인덕턴스회로

그림 4.3은 인덕턴스를 나타낸 것으로 코일을 철심에 감아 놓은 것이다.

전압의 크기를 변화할 수 있는 변압기나 선풍기 모터등 회전을 시키려면 반드시 필요하며 유도작용을 한다. 그러나 전기회로에서는 효율을 떨어뜨려 이를 보완해 주어야 한다. 그림 4.4에서 (a)는 인덕턴스 L[H]만의 회로이며 (b)는 인덕턴스에  $v=Vm \sin \omega t$ 의 교류전압을 가하였을 때 흐르는 전류  $i$ 의 파형이고 (c)는 벡터도를 나타낸다.

인덕턴스 L[H]에 교류전압을 가하면 전류  $i$ 가 흐르지만 이  $i$ 도 정현 파형으로 항상 변화하고 있으므로 인덕턴스에 역기전력(逆起電力)이 유도(誘導)된다.

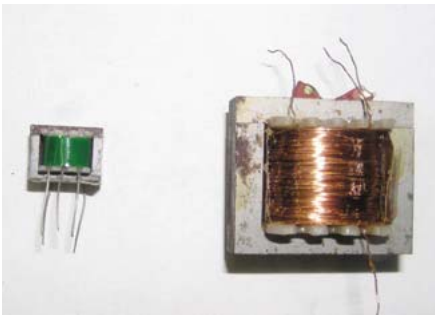
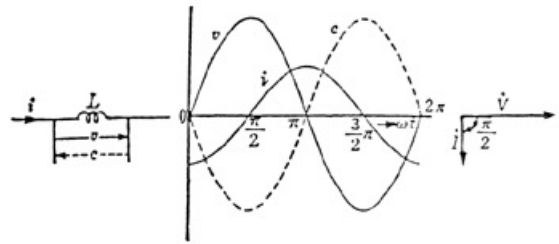


그림 4.3 인덕턴스



(a)인덕턴스회로 (b) 파형 (c)벡터도

[그림 4.4] 인덕턴스회로와 파형

역기전력은  $\frac{\pi}{2} \sim \pi, \frac{3}{2}\pi \sim 2\pi$  사이에서는 전류의 증가를 방해하고  $0 \sim \frac{\pi}{2}, \pi \sim \frac{3}{2}$  사이에서는 전류의 감소를 방해하는 방향으로 유도되어 그림 4.4의  $v$ 와 같이 되고 전류  $i$ 는 전압보다  $\frac{\pi}{2}$  뒤져서 흐르는 것이 되므로  $i$ 는 다음과 같이 된다.

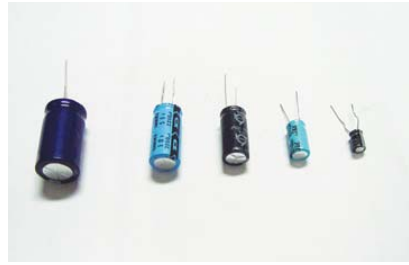
$$i = \frac{Vm}{X_L} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) = Im \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

실효값으로 표시하면  $I = \frac{V}{X_L}$  이며,

$X_L = 2\pi fL$ 을 유도리액턴스(inductive reactance)라 하고 단위는 [Ω]이다.

③ 콘덴서(정전용량) 회로

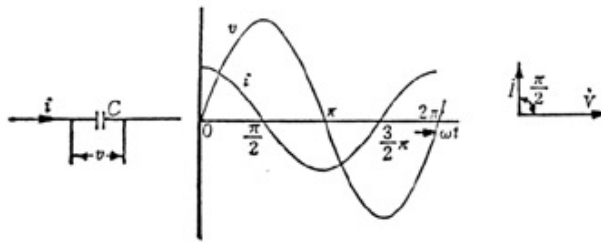
그림 4.5는 콘덴서의 모양별 종류이다. 콘덴서란 부품의 명칭이고 전기를 저장할 수 있기 때문에 정전용량이라 한다.



[그림 4.5] 콘덴서의 종류

그림 4.6의 (a)는 콘덴서 C[F]만의 회로이며 (b)는 콘덴서에  $v=V_m \sin \omega t$ 의 교류전압을 가하였을 때 흐르는 전류  $i$ 의 파형이고 (c)는 벡터도를 나타낸다.

콘덴서 C[F]에 교류전압을 가하면 충전전류, 방전전류가 그림 4.6의 (b)와 같이 흐르며 이 전류  $i$ 는 전압보다  $\frac{\pi}{2}$  위상이 앞서게 되며 다음과 같은 식으로 된다.



(a) 정전용량회로 (b) 파형 (c) 벡터도

[그림 4.6] 정전용량회로와 파형

$$i = \frac{Vm}{Xc} \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right) = Im \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

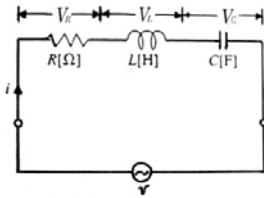
실효값으로 표시하면  $I = \frac{V}{Xc}$

$Xc = \frac{1}{2\pi fC}$  을 용량리액턴스(capacitive reactance)라 하고, 단위는 [ $\Omega$ ]이다.

### 4.3 R-L-C 직렬회로

앞에서 설명한 저항(R), 인덕턴스(L), 콘덴서(C)의 회로소자가 전원엔 단독으로 사용되는 경우는 많지 않고, 이들은 서로 R-L 직렬회로, R-C 직렬회로, L-C 직렬회로 및 R-L-C 직렬회로로 접속되게 된다. 여기서는 전기 회로를 종합적으로 설명할 수 있는 R-L-C 직렬회로에 대하여 설명한다. 그림 4.7은 R-L-C 직렬회로이며 어릴적 “무궁화 꽃이 피었습니다”라는 놀이를 연상하고 일렬로 계속 접속하는 방법이다. 그림 4.8은 R-L-C 부품을 가지고 실제로 구성된 직렬회로로서 ①과 ②에 전원을 공급하면 회로가 동작하게 되는데 각 부품의

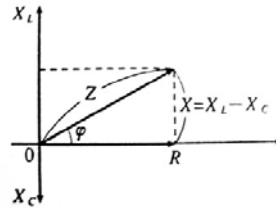
정격(부품별 특성이나 규격)이 정해져 있는 관계로 가정에서 사용하는 전기를 바로 공급하여서는 안되며 전압을 낮추어(강압이라함) 공급하여야 한다. 즉, 어린이에게 자기보다 무거운 물건을 들게하면 들지 못하고 쓰러지듯이 각 부품이 견딜 수 있는 전압의 크기를 공급해야 한다는 뜻이다. 그러면 앞에서 설명한 인덕턴스 성분과 정전용량성분이 서로 작용한 결과로 측정값이 나타나게 되나 숫자적으로는 값을 계산할 수 있다.



[그림 4.7] R-L-C 직렬회로



[그림 4.8] 실제 R-L-C 직렬회로



[그림 4.9] R-L-C 직렬회로 벡터도

$i$ 에 대해서 나타내면  $v = Ri + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int i dt [V]$

양변을 시간  $t$ 에 대해서 미분하면  $\frac{dv}{dt} = R \frac{di}{dt} + L \frac{d^2 i}{dt^2} + \frac{1}{C} i$

여기서,  $v = V_m \sin \omega t$ ,  $i = I_m \sin(\omega t - \phi)$  라 하면

$$\omega V_m \cos \omega t = \omega R I_m \cos(\omega t - \phi) = \omega^2 L I_m \sin(\omega t - \phi) + \frac{1}{C} I_m \sin(\omega t - \phi)$$

이 식을 정리하면

$$V_m \cos \omega t = I_m \{ R \sin \phi - (X_L - X_C) \cos \phi \} \sin \omega t + I_m \{ R \cos \phi + (X_L - X_C) \sin \phi \} \cos \omega t$$

$t$ 의 어떠한 값에 대해서도 성립하기 위해서는

$$0 = I_m \{ R \sin \phi - (X_L - X_C) \cos \phi \} \quad V_m = I_m \{ R \cos \phi + (X_L - X_C) \sin \phi \} [V]$$

$$I_m = \frac{V_m}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}} [A]$$

$I_m$ 을 전압과 전류의 실효값  $V, I$ 로 나타내면  $V_m = \sqrt{2} V, I_m = \sqrt{2} I$ 의 관계가 있으므로  $V = I \cdot \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} [V]$

전압과 전류와의 관계를 가진다는 점에서 저항과 같이 전류를 제한하는 역할을 하지만 물리적인 성질이 다르며 임피던스라 표기한다.

$$Z = I \cdot \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2} [\Omega]$$

여기서  $X_L - X_C$ 를 합성 리액턴스라 하며  $X$ 로 표시하고 다음의 관계가 있다.  $X = X_L - X_C = \omega L - \frac{1}{\omega C} [\Omega]$

$X_L = X_C$ 일 경우에는 전류와 전압은 같은 위상을 가지며 저항만 있는 회로특성을 갖는다. 또  $X_L > X_C$ 일 경우에는 전류는 전압보다 늦게 되어 유도성 회로특성을 갖게 되고,  $X_L < X_C$ 일 경우에는 전류는 전압보다 빠르게 되어 용량성 회로특성을 가진다.

▶ 다음호에 계속