

# 기초전자실험 REPORT

실험 제목	저항			
실험 날짜	제출	조	학번	이름
2016.03.09	2016.03.6	4조	16*****	강**

## ◆저항

저항(Resistor)은 회로에서 전류의 흐름을 억제하는 부품이다.

## ◆저항의 종류

저항은 값을 바꿀 수 없는 고정 저항(Fixed Resistor)과 바꿀 수 있는 가변 저항(Variable Resistor)으로 구별된다.

### 1.고정 저항

고정 저항은 말 그대로 저항 값이 고정되어 있는 저항으로, 용도에 맞게 사용할 수 있도록 다양한 값으로 만들어 진다

#### ①탄소피막 저항

- ◎탄소피막 저항은 일반적인 용도로 많이 사용되는 저항으로 가격이 가장 저렴하다
- ◎세라믹 봉에 탄소분말을 입힌 후 나선형의 홈을 파서 저항값을 조절하는 방식
- ◎잡음이 많이 발생하는 단점

#### ②금속피막 저항

- ◎세라믹 봉에 니켈, 크롬 등의 금속피막을 입혀서 만든 저항
- ◎온도에 따른 저항값의 변화가 적고 잡음에 강하다
- ◎정밀한 저항이 필요하거나 우수한 고주파 특성이 요구되는 경우에 사용

#### ③권선 저항

- ◎권선 저항은 금속선을 코일 형태로 감아 만든 저항
- ◎대 전력용의 저항
- ◎몸체를 범람으로 덮은 할로우(Hollow)저항과 세라믹 케이스에 저항체를 삽입하고 특수한 시멘트로 굳힌 시멘트 저항

#### ④기타 저항

- ◎칩 저항(Chip Resistor)
- ◎어레이 저항(Array Resistor)

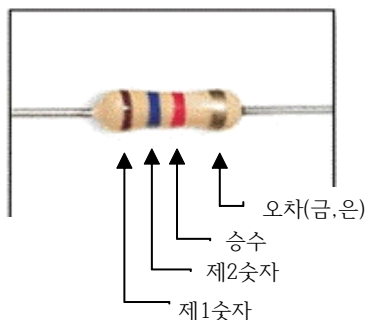
## 2.가변 저항

가변 저항은 저항값을 바꿀 수 있도록 만들어진 저항이다. 가변 저항에는 수시로 저항값을 바꾸는 일반 가변 저항(오디오의 음량 조절용 저항 등)과, 필요할 때만 값을 조절하는 반고정 저항(Semi Fixed Resistor)이 있다. 또한 기어(Gear)를 회전시켜 저항값을 정밀하게 조절할 수 있는 퍼텐쇼미터(Potentiometer)도 있다.

### ◆저항의 컬러 코드

저항은 크기가 작으므로 몸체에 숫자로 값을 써놓기 힘들다. 따라서 대부분 컬러코드(Color Code)를 사용하여 값을 표시한다.

컬러코드는 앞에서부터 각각 제1숫자, 제2숫자, 승수, 오차를 나타낸다. 제1숫자로 갈색, 제2숫자로 청색, 승수로 적색, 오차로 금색이 표시되어 있는 경우 제1숫자 1과 제2숫자 6을 배열하면 16이 되고, 승수는 2이므로  $10^2$ 이 된다. 즉,  $16 \times 10^2 = 1600[\Omega] = 1.6[k\Omega]$ 이 된다. 4번째 컬러 금색은  $\pm 5\%$ 이므로  $1.6[k\Omega] \pm 5\%$ 가 된다.



컬러코드	표시숫자	오차	컬러코드	표시숫자	오차
흑색	0		청색	6	$\pm 0.25\%$
갈색	1	$\pm 1\%$	자색	7	$\pm 0.1\%$
적색	2	$\pm 2\%$	회색	8	
등색	3	$\pm 0.05\%$	백색	9	
황색	4		금색	0.1(승수:-0.1)	$\pm 5\%$
녹색	5	$\pm 0.5\%$	은색	0.01(승수:-0.2)	$\pm 10\%$

### ◆멀티미터

멀티미터(Multimeter)는 전류, 전압, 저항 등의 전기적인 물리량을 측정하는 다기능의 계측기다. 측정 대상의 이름을 따서 VOM(Volt-Ohm-Milli ampere meter)이라고도 하며, 아날로그(Analog)형과 디지털(Digital)형이 있다.

## ◆실험내용

### 1.컬러코드 연습

저항값	컬러코드	멀티미터 측정값[M]	[%]오차
1[kΩ]	갈 흑 적 금	0.98[kΩ]	-2%
4.7[kΩ]	황 자 적 금	4.74[kΩ]	0.85%
15[kΩ]	갈 녹 등 금	15.1[kΩ]	0.67%
33[kΩ]	등 등 등 금	32.74[kΩ]	-0.79%
100[kΩ]	갈흑황금/갈흑흑등금	99.38[kΩ]	-0.62%
470[kΩ]	황자황금/황자흑등금	483.7[kΩ]	2.91%

### 2.가변 저항 측정

실험과정	㉠~㉡간의 저항	㉠~㉢간의 저항	㉢~㉣간의 저항
실험 과정(1)~(4)	4.94[kΩ]/4.9	4.6[kΩ]	0.4[kΩ]
실험 과정(5)~(7)	4.9[kΩ]	3.2[kΩ]	1.8[kΩ]

## ◆실험결과 검토

### 1.컬러코드를 읽어 저항값을 표시하라

컬러코드	저항값	컬러코드	저항값
갈적적금	예) 1.2[kΩ]±5%	적청흑금	26[Ω]±5%
자황등금	74[kΩ]±5%	녹회흑등갈	580[kΩ]±1%
등적황금	370[kΩ]±5%	적자흑갈갈	2.7[kΩ]±1%
청회갈금	0.68[kΩ]±5%	황청적흑갈	462[Ω]±1%
녹흑청은	5[MΩ]±10%	갈적등청갈	123[MΩ]±1%

### 2.[표1-2]에서 구한 [%]오차가 컬러코드의 오차 범위(예를 들어 금색이면 ±5%)를 만족하는지 확인하라.

실험 결과 전부 오차 범위 안에 들어간 것을 확인하였고 멀티미터의 성능에 따라 결과에 다소 차이가 생길 수 있다는 것을 알았다. 그러므로 실험 준비 시 멀티미터의 성능에 이상이 없는지 확인해야 한다.

### 3.가변 저항을 조명의 밝기 조절용으로 연결하였다. 이때 3개의 단자 ㉠, ㉢, ㉣중에서 어떤 단자를 사용해야 하는가?

㉠~㉣는 저항값이 일정하고 ㉠~㉢ 또는 ㉢~㉣는 저항값이 가변하기 때문에 ㉠~㉢ 또는

⑥~⑦에 연결하여야 조명의 밝기를 조절할 수 있다.

4.가변 저항의 측정 실험에서 ①~② 및 ②~③ 간 저항값의 합이 ①~③ 간의 저항값과 같은지 계산해 보라.

①~②와 ②~③간 저항값의 합이 ①~③간의 저항값과 미세한 오차가 있지만 같다고 볼 수 있을 정도의 오차이므로 ①~②와 ②~③간 저항값의 합은 ①~③의 저항값과 같다.

## ◆2장 예비 학습

1.전압에는 직류(DC)와 교류(AC)가 있다.

•직류와 교류의 차이점에 대해 설명하라.

직류를 나타내는 DC는 Direct Current의 약어로서, 시간에 관계없이 일정한 크기와 방향을 나타내는 전압과 전류를 말하고 교류를 나타내는 AC는 Alternative Current의 약어로서, 시간에 따라 크기와 방향이 변하는 전압과 전류이다.

직류와 교류의 가장 큰 차이점은 직류는 +와 -, 양극과 음극이 있는데 교류는 양극과 음극을 구분하여 사용하지 않는다. 그 이유는 직류는 시간에 관계없이 일정하지만 교류는 시간에 따라 바뀌기 때문에 양극과 음극이 구분되지 않는다.

•직류와 교류는 우리 주변에서 각각 어떻게 사용되는지 설명하라.

대표적으로 일반 가정용 전기 100V, 220V가 교류, 휴대폰 배터리, 건전지 등이 직류이다

## ◆실험 후 느낀 점

이론으로 배운 컬러코드로 저항값을 구하는 것을 직접 실험함으로써 더욱 이해가 쉬웠고, 멀티미터의 사용법을 잘 알 수 있게 되어 좋았다. 앞으로는 혼자서도 저항값을 잘 측정할 수 있을 것 같다.

## 06. 키르히호프의 법칙

실험일	: 2016.04.27
제출일	: 2016.05.04
조	: 11조
학 번	: 16*****
이 름	: 한**

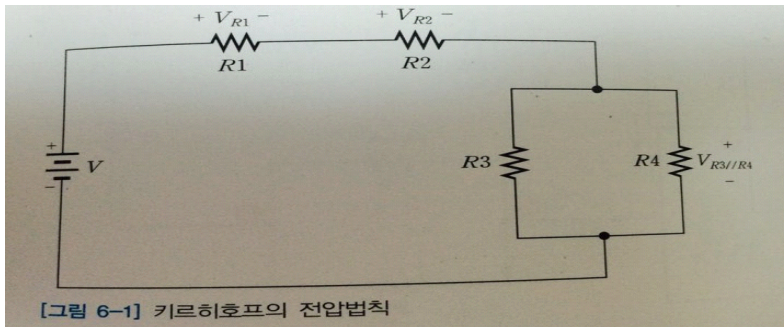
### I. (이론)

#### 1. 키르히호프의 전압법칙(KVL, Kirchhoffs Voltage Law)

-폐회로에서 전원장치가 공급한 전압은 각 소자에 걸린 전압의 합과 같다.

\*여기서 폐회로(Closed Circuit)란 전류가 흐를 수 있도록 연결된 회로를 말한다.

[그림6-1]은 저항 네 개( $R_1, R_2, R_3, R_4$ )와 직류전원  $V$ 로 구성된 회로다. 이 회로에서 전류는 직류전원의  $[+]$ 극으로부터 각 저항을 거쳐  $[-]$ 극으로 흐른다. 따라서 이 회로는 폐회로이다.



[그림6-1]에 키르히호프의 전압법칙을 적용해보자. [그림6-1]에서 전원장치의 전압은  $V$ 이고, 각 소자에 걸린 전압은  $V_{R1}, V_{R2}$  및  $V_{R3//R4}$ 이므로, 식(6.1)이 성립된다.

$$1) V = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3//R4} \quad \text{식(6.1)}$$

$$2) \text{식(6.1)을 } V \text{를 오른쪽으로 이항하면 } V_{R1} + V_{R2} + V_{R3//R4} + (-V) = 0 \quad \text{식(6.2)}$$

$$3) V - V_{R1} - V_{R2} - V_{R3} - V_{R4} = 0 \text{ 이렇게도 표현가능하다.}$$

\*식(6.2)는 키르히호프의 전압법칙을 나타내는 다른 표현인 ‘폐회로에서 전압상승과 전압강하의 합은 0이다’를 나타낸다.

#### 2. 키르히호프의 전류법칙(KCL, Kirchhoffs Current Law)

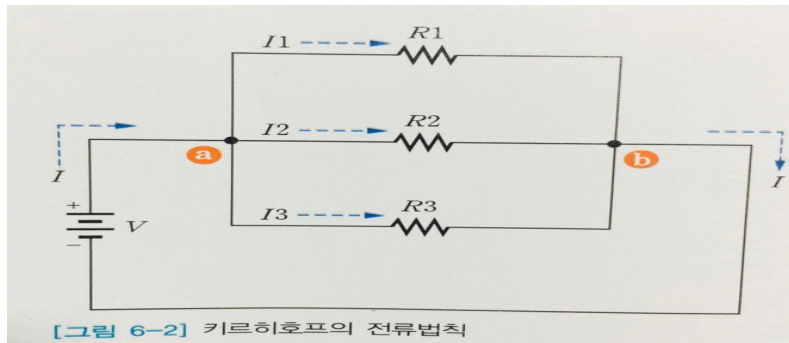
-회로의 접속점으로 들어오는 전류의 합은 나가는 전류의 합과 같다.

[그림6-2]에서 접속점 ①을 기준으로  $I$ 는 들어오는 전류이고,  $I_1, I_2, I_3$ 는 나가는 전류이므로 식(6.3)이 성립된다.  $I = I_1 + I_2 + I_3$  식(6.3)

키르히호프의 전류법칙에서 주의할 점은 전류 방향의 기준이 항상 접속점이라는 점이다. [그림 6-2]에서 모든 전류는 같은 방향으로(왼쪽→오른쪽) 흐르는 것으로 보인다. 그렇지만 접속점 ①을 기준으로 살펴보면  $I$ 는 들어오는 전류이고,  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ 는 나가는 전류가 된다.

$I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ 에  $+$ 부호를 붙이면, 반대로  $I$ 에는  $-$ 부호를 붙여야 한다. 이를 키르히호프의 전류법칙으로 나타내면  $I_1 + I_2 + I_3 + (-I) = 0$  인 식(6.4)가 된다.

따라서 키르히호프의 전류법칙은 ‘회로의 접속점으로 들어오는 전류와 나가는 전류의 합은 0이다’와 같이 다르게 표현할 수 있으며, 식(6.4)는 이를 나타내고 있다.



## II. (실험)

### 1. 키르히호프의 전압법칙

- (1) [그림 6-3]의 실험 회로를 구성하라.
- (2) 저항  $R_1 = 330[\Omega]$ ,  $R_2 = 470[\Omega]$ ,  $R_3 = 1[K\Omega]$ ,  $R_4 = 2[K\Omega]$   
(등등갈) (황자갈) (갈흑적) (적흑적)
- (3) 전체 저항  $R_T$ 를 측정하여 [표 6-1]에 기록하라. 이때, 직류전원  $V$ 는 연결하지 않는다.
- (4) 병렬 저항( $R_3 // R_4$ )의 저항값을 측정하여 [표 6-1]에 기록하라. 병렬 저항은 접속점 ①~② 간의 저항을 측정하면 된다.
- (5) 직류전원  $V$ 를 연결하고, 5[V]를 인가하라.
- (6) 전체 전류  $I$ 를 측정하여 [표 6-1]에 기록하라.
- (7) 각 저항에 걸린 전압  $V_{R1}$ ,  $V_{R2}$ ,  $V_{R3 // R4}$ 를 측정하여 표에 기록하라.
- (8)  $V_{R1} + V_{R2} + V_{R3 // R4}$ 를 계산하여 [표 6-1]에 기록하라.
- (9) 직류전원  $V$ 를 10[V]로 바꾸고, 실험 과정 (6)~(8)을 반복하라.

[표 6-1] 키르히호프의 전압법칙

$V$	$R_T$	$R_3//R_4$	$I$	$V_{R1}$	$V_{R2}$	$V_{R3//R4}$	$V_{R1} + V_{R2} + V_{R3//R4}$
5[V]	1450Ω	660Ω	3.55mA	1.13V	1.61V	2.28V	5.02V
10[V]			7.07mA	2.26V	3.22V	4.65V	10.03V

## 2. 키르히호프의 전류법칙

- (1) [그림6-5]의 실험 회로를 구성하라.
- (2) 저항  $R_1=200[\Omega]$ ,  $R_2=300[\Omega]$ ,  $R_3=1.2[K\Omega]$ ,  $R_4=680[\Omega]$ 을 사용한다.  
(적측값) (등측값) (갈적측값) (청회갈)
- (3) 전체 저항  $R_T$ 를 측정하여 [표6-2]에 기록하라. 이때, 직류전원  $V$ 는 연결하지 않는다.
- (4) 직류전원  $V$ 를 연결하고, 5[V]를 인가하라.
- (5) 전체 전류  $I$ 를 측정하여 [표6-2]에 기록하라.
- (6) 전류  $I_2$ 와  $I_3$ 를 측정하여 [표6-2]에 기록하라. 전류의 측정 방법은 [그림5-6]과 [그림5-7]에 설명된 가지전류 측정법을 참조하라.
- (7)  $I_2+I_3$ 를 계산하여 [표6-2]에 기록하라.
- (8) 직류전원  $V$ 를 10[V]로 바꾸고, 실험 과정 (5)~(7)을 반복하라.

[표 6-2] 키르히호프의 전류법칙

$V$	$R_T$	$I$	$I_2$	$I_3$	$I_2+I_3$
5[V]	1119Ω	4.60mA	3.7mA	0.9mA	4.6mA
10[V]		9.14mA	7.3mA	1.8mA	9.1mA

## III. (실험 결과 검토)

- (1) [그림6-3]에 보인 실험 회로의 전체 저항  $R_T$ 의 이론값을 구하라. 이론값과 [표6-1]의 측정값을 비교하여 같은지 확인하라.  
 $R_T = R_1 + R_2 + R_3//R_4$  이고  $330(\Omega) + 470(\Omega) + 670(\Omega) = 1470(\Omega), 1.47(K\Omega)$ 이론값이고, 측정값은  $1450(\Omega)$ 이다. 약간의 오차가 있지만 서로 같다.
- (2) 위의 결과 검토 (1)에서 구한 병렬 저항( $R_3//R_4$ )의 이론값과 [표6-1]의 측정값을 비교하여 같은지 확인하라. 이론값은  $670(\Omega)$ 이고, 측정값은  $660(\Omega)$ 이다. 약간의 오차가 존재한다.
- (3) [표6-1]에서  $V_{R1} + V_{R2} + V_{R3//R4}$ 의 값이 직류전원  $V$ 의 값과 일치하는지 확인하라. 이 결과를 이용하여 키르히호프의 전압법칙을 설명하라.

-키르히호프의 전압법칙은 ‘폐회로에서 전원장치가 공급한 전압은 각 소자에 걸린 전압의 합과 같다’이다.

$V = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3//R4}$  이고,  $5(V) = 1.13(V) + 1.61(V) + 2.28(V)$  하면 약간의 오차는 있지만 성립한다.

(4) [그림6-5]에서 접속점 ①로 들어오는 전류(유입전류)는 [ 1 ]이고 나가는 전류(유출전류)는 [ I2+I3 ]이다.

(5) [그림6-5]에서 접속점 ②로 들어오는 전류(유입전류)는 [ I2+I3 ]이고 나가는 전류(유출전류)는 [ 1 ]이다.

(6) [표6-2]에서  $I = I2 + I3$ 의 관계가 성립되는지 확인하라. 이 결과를 이용하여 키르히호프의 전류법칙을 설명하라.

키르히호프의 전류법칙은 ‘회로의 접속점으로 들어오는 전류의 합은 나가는 전류의 합과 같다’이다.

[표6-2]를 보면  $I = I2 + I3$  즉  $4.6(mA) = 3.7(mA) + 0.9(mA)$ 가 성립되고 전류법칙에도 해당된다.

#### IV. (실험 고찰)

이 실험을 통하여 키르히호프의 법칙은 크게 전압법칙과 전류법칙으로 나뉘고 전압법칙에서는 폐회로에서 전원장치가 공급한 전압은 각 소자에 걸린 전압의 합과 같다는 것을 알게 되었고 폐회로의 형태에 대해서 알게 되었다. 다음으로 전류법칙에서는 회로의 접속점으로 들어오는 전류의 합은 나가는 전류의 합과 같다는 것을 알게 되었다.

#### V. (7장 예비 학습)

(1) 오실로스코프(Oscilloscope)에 대하여 조사하라.

전기 신호의 파형을 화면에 시각적으로 표시하는 장치다. 오실로스코프에 나타나는 파형을 이용하면 전기 신호, 특히 교류 신호의 크기, 주파수, 위상 등을 측정할 수 있으므로, 교류를 다룰 때 매우 중요하다.

종류에는 아날로그형과 디지털형으로 나뉜다.

(2) 파형발생기(Function Generator)에 대하여 조사하라.

정현파, 삼각파, 펄스구형파와 같은 교류 신호를 만들어 내는 장치로, 신호발생기라고도 한다.

파형발생기는 출력파형을 바꾸는 기능과 출력 신호의 주파수 및 진폭을 조절하는 기능을 가지고 있다.

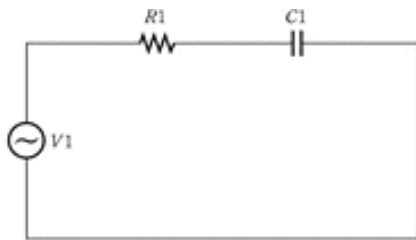


디지털전자과 리포트	
학번	16*****
이름	김**
조	5조
실험일자/제출일자	2016/05/25 - 2016/06/02

## 실험 09. RC 및 RL 직렬회로

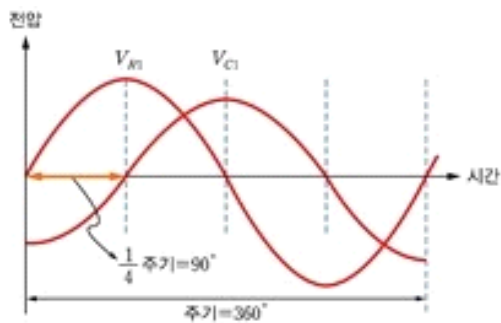
RC 및 RL 직렬회로의 가장 큰 특징은 정향과 다른 소자(인덕터 및 커패시터) 간에 나타나는 전압의 위상차다.

### 9.3.1 RC 직렬회로



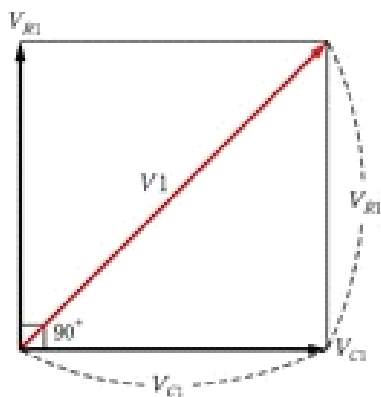
[그림 9-1] RC 직렬회로

저항에 걸린 전압을  $V_{R1}$ , 커패시터에 걸린 전압을  $V_{C1}$ 이라 하면, 이들 간에는  $90^\circ$ 의 위상차가 있다.  $V_{C1}$ 의 파형이  $V_{R1}$ 보다  $1/4$ 주기( $90^\circ$ )만큼 위상이 늦다.



[그림 9-2] RC 직렬회로의 위상차

$V_{R1}$ 과  $V_{C1}$  간에는  $90^\circ$ 의 위상차가 있으므로  $V_1 = V_{R1} + V_{C1}$ 과 같이 단순히 표현할 수 없다. 위상차가 있는 물리량은 페이저도(Phasor Diagram)를 그리며, 이를 페이저도로 그리면 [그림 9-3]과 같다. 교류전원  $V_1$ 은 두 벡터  $\vec{V_{R1}}$ 과  $\vec{V_{C1}}$ 의 합이므로 그림과 같이 대각선 방향으로 표시된다.

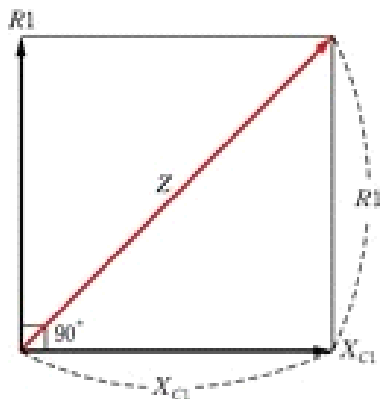


[그림 9-3] RC 직렬회로의 전압

피타고라스의 정리를 적용하면,  $V_1^2 = V_{R1}^2 + V_{C1}^2$  이 되며, 여기에서 식 (9.1)을 구할 수 있다.

$$V_1 = \sqrt{V_{R1}^2 + V_{C1}^2} \quad (9.1)$$

저항과 리액턴스를 포함한 회로 전체의 저항값을 임피던스(Impedance)라 하며, Z로 표시한다. RC 직렬회로의 임피던스 Z는  $R_1$ 과 용량성 리액턴스  $X_{C1}$ 의 합이다.  $R_1$ 과  $X_{C1}$ 간에도 90°의 위상차가 나타난다. 따라서 [그림 9-4]와 같이 페이지도에 의한 벡터 합으로 임피던스 Z를 구한다.



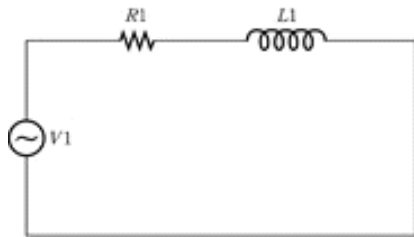
[그림 9-4] RC 직렬회로의 임피던스

$Z^2 = R_1^2 + X_{C1}^2$  이므로 임피던스 Z는 식 (9.2)와 같이 주어진다.

$$Z = \sqrt{R_1^2 + X_{C1}^2} \quad (9.2)$$

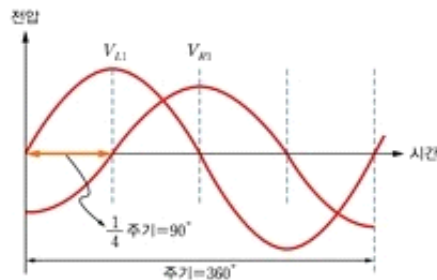
### 9.3.2 RL 직렬회로

저항에 걸린 전압을  $V_{R1}$ , 인덕터에 걸린 전압을  $V_{L1}$ 이라 하면 그림과 같이 90°의 위상차가 발생한다. 이번에는  $V_{L1}$ 이  $V_{R1}$ 보다 90° 빠르다.



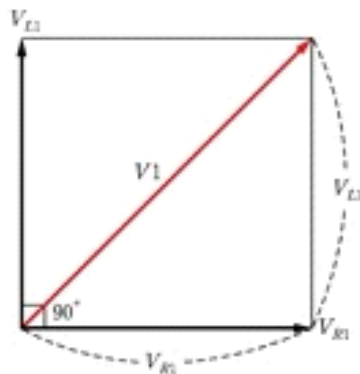
[그림 9-5] RL 직렬회로

저항에 걸린 전압을  $V_{R1}$ , 인덕터에 걸린 전압을  $V_{L1}$ 이라 하면 [그림 9-6]과 같이  $90^\circ$ 의 위상차가 발생한다. 이번에는  $V_{L1}$ 이  $V_{R1}$ 보다 빠르다.



[그림 9-6] RL 직렬회로의 위상차

$V_{L1}$ 과  $V_{R1}$  간에  $90^\circ$ 의 위상차가 있으므로 [그림 9-7]과 같이 페이저도로 그릴 수 있다. 이번에는 위상이 빠른  $V_{L1}$ 이 Y축이 되었다.



[그림 9-7] RL 직렬회로의 전압

$V_1^2 = V_{L1}^2 + V_{R1}^2$  이므로 교류전원  $V_1$ 은 식 (9.3)으로 주어진다.

$$V_1 = \sqrt{V_{L1}^2 + V_{R1}^2} \quad (9.3)$$

RL 직렬회로의 임피던스  $Z$ 는 저항  $R_1$ 과 유도성 리액턴스  $X_{L1}$ 의 합이다.  $R_1$ 과  $X_{L1}$  간에도  $90^\circ$ 의 위상차가 있으므로 벡터합으로 인피던스  $Z$ 를 구한다. 따라서 RL 직렬회로의 임피던스  $Z$ 는 식 (9.4)로 주어진다.

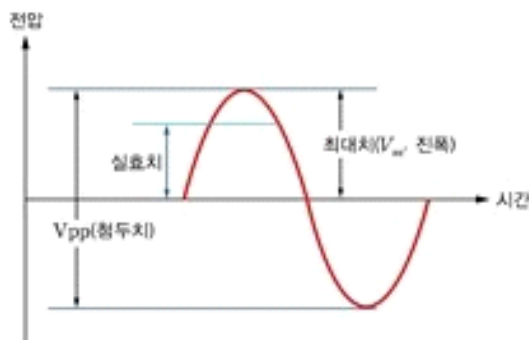
$$Z = \sqrt{X_{L1}^2 + R_1^2} \quad (9.4)$$

### 9.3.3 교류 신호의 실효치

교류전류의 최대치를  $i_m$  이라 하면, 실효치는  $\frac{i_m}{\sqrt{2}}$  으로 주어진다.  $\frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707$ 이므로 실효치는  $i \times 0.707$ 이다. 이런 의미에서 실효치를 ‘Root Mean Square’ 또는 줄여서 ‘rms’로 표현하기도 한다.

#### ■ 교류전류의 실효치

교류전압의 실효치( $V_{rms}$ )는 교류전류의 경우와 마찬가지로  $V_m \times 0.707$ 로 주어진다. 예를 들어  $V_{pp}$ 가  $20[V]$ 인 교류전압을 생각해보자.  $V_{pp} = 20[V]$ 이므로 최대치는  $10[V]$ 가 된다. 따라서 실효치는  $10V \times 0.707 = 7.07[V]$ 이다.



[그림 9-8] 교류전압의 실효치

### 9.3.4 파형의 위상차를 측정하는 방법

#### ■ 주기 측정

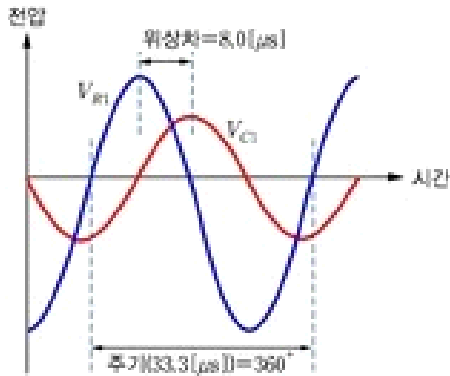
그림은 오실로스코프로 주기를 측정하는 방법이다. 화면에 표시된 파형 두 개는  $RC$  직렬회로에서 측정한 것으로 1은 저항에 걸린 전압  $V_{R1}$  이고, 2는 커패시터에 걸린 전압  $V_{C1}$  이다. 이것은 오실로스코프의 채널 1과 2를 이용하여 측정한 파형으로,  $V_{R1}$ 과  $V_{C1}$  간의 위상차를 관찰할 수 있다. 각 파형의 주기를 측정하기 위해 그림의 3과 4로 표시한 채널 및 데이터 선택 버튼을 눌러서 데이터의 종류를 ‘주기’로 변경한다. 이렇게 하면 자동으로 주기가 측정되어 화면에 표시된다. 각 파형의 주기는 모두  $33.3[\mu s]$ 로 측정되고 있다. 이는 같은 교류전원  $V1$ 이 저항과 커패시터에 공급되기 때문이다.

#### ■ 위상차 측정

‘Cursor’ 버튼을 누르면 오실로스코프의 화면이 바뀌면서 커서(화면에 CURSOR 2로 표시한 수직선) 두 개와 관련 메뉴들이 표시된다. 이 때 신호원의 종류를 나타내는 메뉴에서 ‘시간’을 선택하여 표시해야 한다. 표시되면 ‘시간’과 ‘전압’이 차례로 표시된다. ‘시간’은 위상차를 측정하기 위한 기능이고, ‘전압’은 파형 간의 전압차를 측정하기 위한 기능이다.

그 다음 ‘CURSOR 1’ 및 ‘CURSOR 2’ 다이얼을 이용하여 커서의 수직선을 좌우로 움직일 수

있는데, 이 다이얼을 사용하여 수직선을 각 파형의 최고점에 놓으면, 두 파형 간의 위상차(절대차)가 표시된다.



[그림 9-11] 주기와 위상차

[그림 9-11]과 같이, 구한 파형의 주기와 위상차를 비례식에 적용하면, 아래와 같이 두 파형간의 위상차(각도)를 구할 수 있다. 비례식은 다음과 같다.

$$\text{주기} : 360^\circ = \text{위상차} : \text{위상차(각도)}$$

비례식에 측정값을 적용하면 다음과 같이 계산할 수 있다. 비례식에서 위상차(각도)를  $X^\circ$ 로 표시하였다. 계산 결과는  $86.5^\circ$ 로, 이론값  $90^\circ$ 와 유사하게 측정되었다.

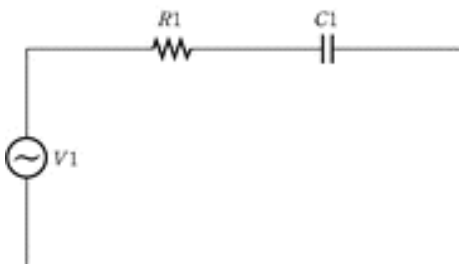
$$33.3\mu\text{s} : 360^\circ = 8.0\mu\text{s} : X^\circ$$

$$X^\circ = \frac{8.0}{33.3} \times 360^\circ = 86.5^\circ$$

## 9.4 실험

### 9.4.1 RC 직렬회로의 위상차

- (1) [그림 9-12]의 실험 회로를 구성하라. 저항  $R1 = [K\Omega]$ , 커패시터  $C1 = 22[nF]$ 를 사용한다.



[그림 9-12] 실험 회로(RC 직렬회로)

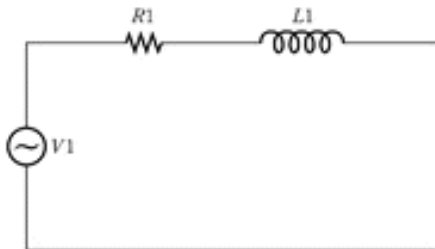
- (2) 교류전원  $V1$ 은 파형발생기를 이용하여  $30[KHz]$ ,  $20V_{pp}$ 의 정현파를 인가하라.  
 (3) 오실로스코프의 채널 1으로  $V_{R1}$ 을, 채널 2로  $V_{C1}$ 을 측정하여 파형이 화면에 동시에

표시되도록 하라.

- (4) 이 때, 채널 1과 연결된 오실로스코프로 프로브의 접지 쪽은 회로에서 떼어내라. 이렇게 해야만 교류 신호가 접지되지 않고 커패시터에 전달되어 채널 2에 파형이 나타난다.
- (5) 오실로스코프로  $V_{R1}$ 과  $V_{C1}$ 의 주기를 측정하여 [표 9-1]에 기록하라.
- (6)  $V_{R1}$ 과  $V_{C1}$ 의 위상차를 오실로스코프 'Cursor' 기능으로 측정하여 [표 9-1]에 기록하라.
- (7) [표 9-1]에 기록한 주기 및 위상차를 이용하여  $V_{R1}$ 과  $V_{C1}$ 의 위상차(각도)를 계산하여 표에 기록하라.

#### 9.4.2 RL 직렬회로의 위상차

- (1) [그림 9-13]의 실험 회로를 구성하라. 저항  $R1 = 4.7[K\Omega]$ , 인덕터  $L1 = 10[mH]$ 를 사용한다.
- (2) 교류전원  $V1$ 은 파형발생기를 이용하여 10[KHz], 20Vpp의 정현파를 인가한다.



[그림 9-13] 실험 회로(RL 직렬회로)

- (3) 오실로스코프의 채널 1으로  $V_{R1}$ 을, 채널 2로  $V_{L1}$ 을 측정하여 파형이 화면에 동시에 표시되도록 하라.
- (4) 마찬가지로 채널 1과 연결된 프로브의 접지 쪽을 회로에서 떼어내라.
- (5) 오실로스코프로  $V_{R1}$ 과  $V_{L1}$ 의 주기를 측정하여 [표 9-1]에 기록하라.
- (6)  $V_{L1}$ 과  $V_{R1}$ 의 위상차를 오실로스코프의 'Cursor' 기능으로 측정하여 [표 9-1]에 기록하라.
- (7) [표 9-1]에 기록한 주기 및 위상차를 이용하여  $V_{R1}$ 과  $V_{L1}$ 의 위상차(각도)를 계산하여 표에 기록하라.

[표 9-1] 위상차 측정

RC 직렬회로	$V_{R1}$ 의 주기	$V_{C1}$ 의 주기	위상차	위상차(각도)
	33.3[ $\mu$ s]	33.4[ $\mu$ s]	7.3[ $\mu$ s]	78.7 °
RL 직렬회로	$V_{L1}$ 의 주기	$V_{R1}$ 의 주기	위상차	위상차(각도)
	100.2[ $\mu$ s]	100.3[ $\mu$ s]	17.0[ $\mu$ s]	61.2 °

### 9.4.3 RC 직렬회로의 특성

- (1) [그림 9-12]의 실험 회로를 구성하라.
- (2) 저항  $R_1 = 1[\text{K}\Omega]$ , 커패시터  $C_1 = 22[\text{nF}]$ 를 사용하고, 교류전원  $V_1$ 으로 15[KHz], 20Vpp의 정현파를 인가한다.
- (3)  $V_{R_1}$ 과  $V_{C_1}$ 을 오실로스코프로 측정하여 [표 9-2]에 기록하라.
- (4)  $\sqrt{V_{R_1}^2 + V_{C_1}^2}$ 을 계산하여 [표 9-2]에 기록하라. 계산값이  $V_1$ 의 값(20Vpp)과 같은지 확인하라.
- (5) [그림 9-12]의 실험 회로에서 교류전류  $i$ 를 멀티미터(교류전류 측정모드로 설정)로 측정하라. 이 때 멀티미터를 회로에 직렬로 연결해야 한다. 멀티미터로 측정한 전류  $i$ 는 실효치다.
- (6) 멀티미터(교류전압 측정모드)의 프로브와 파형발생기의 출력 프로브를 직접 연결하여  $V_1$ 의 실효치( $V_{1\text{rms}}$ )를 측정하고, 결과를 [표 9-2]에 기록하라.
- (7) 옴의 법칙  $Z = \frac{V_{1\text{rms}}}{i}$ 의 식으로 임피던스  $Z$ 의 실험값을 구하여 [표 9-2]에 기록하라.
- (8) [표 9-2]에 임피던스  $Z$ 의 이론값을 미리 제시하였다. 실험값과 이론값이 서로 같은지 확인하라.

[표 9-2] RC 직렬회로의 특성

$V_{R_1}$	$V_{C_1}$	$\sqrt{V_{R_1}^2 + V_{C_1}^2}$	$i$	$V_{1\text{rms}}$	$Z$ (이론값)	$X_{C_1}$ (이론값)	$Z$ (실험값)
19.2[Vpp]	6.6[Vpp]	21.1[Vpp]	6.4[mA]	6.6[V]	1110[ $\Omega$ ]	482[ $\Omega$ ]	1031[ $\Omega$ ]

### 9.4.4 RL 직렬회로의 특성

- (1) [그림 9-13]의 실험 회로를 구성하라.
- (2) 저항  $R_1 = 4.7[\text{K}\Omega]$ , 인덕터  $L_1 = 10[\text{mF}]$ 를 사용하고, 교류전원  $V_1$ 으로 15[KHz], 20Vpp 정현파를 인가한다.
- (3)  $V_{R_1}$ 과  $V_{L_1}$ 을 오실로스코프로 측정하여 [표 9-3]에 기록하라.
- (4)  $\sqrt{V_{R_1}^2 + V_{L_1}^2}$ 을 계산하여 [표 9-3]에 기록하라. 계산값이  $V_1$ 의 값(20Vpp)과 같은지 확인하라.
- (5) [그림 9-13]의 실험 회로에서 교류전류  $i$ 를 멀티미터로 측정하여 표에 기록하라.
- (6) 멀티미터의 프로브와 파형발생기의 출력 프로브를 직접 연결하여  $V_1$ 의 실효치( $V_{1\text{rms}}$ )를 측정하고, 결과를 [표 9-2]에 기록하라.
- (7)  $Z = \frac{V_{1\text{rms}}}{i}$ 의 식으로 임피던스  $Z$ 의 실험값을 구하여 [표 9-3]에 기록하라.
- (8) [표 9-3]에 임피던스  $Z$ 의 이론값을 제시하였다. 실험값과 이론값이 서로 같은지 확인하라.

[표 9-3] RL 직렬회로의 특징

$V_{R1}$	$V_{L1}$	$\sqrt{V_{L1}^2 + V_{R1}^2}$	$i$	$V_{rms}$	$Z$ (이론값)	$X_{L1}$ (이론값)	$Z$ (실험값)
19.8[Vpp]	4.96[Vpp]	20.4[Vpp]	1.3[mA]	6.6[V]	4865[Ω]	1257[Ω]	5076

## 9.6 결과 검토

- (1) [표 9-1]에서 RC 직렬회로의 위상차(각도)의 실험 결과가 이론값  $90^\circ$ 와 같은지 확인하고, [%]오차를 구하여라.

-실험에서 구한 위상차(각도)는  $78.7^\circ$ 이다. 오차를 구하면,  $\frac{78.7 - 90}{90} \times 100\% = -12.6\%$

- (2) [표 9-1]에서 RL 직렬회로의 위상차(각도)의 실험 결과가 이론값  $90^\circ$ 와 같은지 확인하고, [%]오차를 구하여라.

-실험에서 구한 위상차(각도)는  $61.2^\circ$ 이다. 오차는  $\frac{61.2 - 90}{90} \times 100\% = -32\%$ 이다. RC

직렬회로에 비해 오차가 크다)

- (3) [표 9-2]에서  $\sqrt{V_{R1}^2 + V_{C1}^2}$ 의 값이 교류전원  $V_1$ 의 20Vpp와 같은지 확인하고, [%]오차를 구하여라.

-실험결과를 이용해  $\sqrt{V_{R1}^2 + V_{C1}^2}$ 를 계산하면, 21.1[Vpp]로 유사한 값을 보인다. 오차를 구하면,  $\frac{21.1 - 20}{20} \times 100\% = 5.5\%$ 이다.

- (4) [표 9-2]에서 임피던스  $Z$ 의 이론값과 실험값을 비교하고, [%]오차를 계산하라.

-Z 실험값은 1031[Ω]으로 이론값 1110[Ω]과 유사한 값을 보인다. 오차를 구하면,

$$\frac{1031 - 1110}{1110} \times 100\% = -7.1\% \text{이다.}$$

- (5) [표 9-3]에서  $\sqrt{V_{L1}^2 + V_{R1}^2}$ 의 값이 교류전원  $V_1$ 의 20Vpp와 같은지 확인하고, [%]오차를 구하여라.

-실험결과를 이용해  $\sqrt{V_{L1}^2 + V_{R1}^2}$ 을 계산하면, 20.4[Vpp]로 유사한 값을 보인다. 오차를 구하면,  $\frac{20.4 - 20}{20} \times 100\% = 2\%$ 이다.

- (6) [표 9-3]에서 임피던스  $Z$ 의 이론값과 실험값을 비교하고 [%]오차를 계산하라.

-Z 실험값은 5076[Ω]으로 이론값 4865[Ω]과 유사한 값을 보인다. 오차를 구하면,

$$\frac{5076 - 4865}{4865} \times 100\% = 4.3\% \text{이다.}$$



## 9.7 10장 예비 학습

(1) RC 병렬회로의 특성을 설명하여라.

-저항과 커패시터가 병렬로 연결되어 있다. 전압엔 위상차가 발생한다.

(2) RL 병렬회로의 특성을 설명하여라.

-저항과 인덕터가 병렬로 연결되어 있다. 전압엔 위상차가 없다.

### ■ 실험 고찰

위상차에 대해 알게 되었고 RC직렬회로와 RL 직렬회로의 특성을 알 수 있게 되었다.