

제 6 장

저항 및 캐패시터 특성

1. 목적

저항과, 캐패시터를 가지고 2단자 소자의 전압전류 특성곡선을 실험한다.

2. 사용기기 및 부품

사용기기	부 품
오실로스코프 1대 함수발생기 1대 차동증폭기 1대 (필요시 사용)	저항(1/4W) : 1KΩ, 10KΩ 각 1개 캐패시터 : 0.15μF 1개

3. 이론

어떠한 2단자 소자라 할지라도 소자 양단의 전압과 소자에 흐르는 전류에 의해 완전히 특정 지을 수 있다. 다시 말하면, 주어진 2단자 소자에 대해 소자양단의 전압이 주어지면 전압전류관계식($v-i$ 특성)을 사용하여 소자에 흐르는 전류를 예측할 수 있다. 이러한 전압전류 관계식을 수학적으로 표시하면

$$i(t) = f(v(t)) \quad (6.1)$$

저항의 경우에는 전압전류 관계식을 나타내는 수식은 다음과 같다.

$$i(t) = \frac{v(t)}{R} \quad (6.2)$$

이러한 전압전류관계식을 쉽게 눈으로 볼 수 있도록 오실로스코프 상에 나타낸다.

3.1 저항

저항은 간단한 2단자 소자의 하나이며 그림 6-1 (a)는 샘플링 저항 R_c , 2단자 소자 R_o 가 교류 전압원과 직렬로 연결된 회로이다. R_o 와 R_c 에 흐르는 전류는 동일하며(키르히호프 전류법칙) 오실로스코프의 CH2에서 측정된 바와 같이 R_c 양단의 전압에 비례한다(옴의 법칙). R_o 양단 전압은 직접 오실로스코프의 CH1에서 측정될 수 있으며 2단자 소자 R_o 의 전압전류 특성은 오실로스코프를 X-Y 모드에서 작동시키면 관찰할 수 있다.

정현파 전압원에 대한 R_o 의 전류와 전압이 그림 6-1 (b)에 주어져 있다. 2단자 소자가 저항일 때 옴의 법칙에 의해 전류는 전압원의 극성이나 시간적 변화율에 무관하게 소자의 양단 전압에 비례함을 예측할 수 있다. 저항에서 전압에 대한 전류의 관계는 그림 6-1 (c)에 나타난 바와 같이 직선이 된다. 그림 6-1 (c)에서 직선 특성과 기울기는 그림 6-1 (b)의 두 파형으로부터 유추될 수 있다. 직선의 기울기는 전류와 전압의 비에 관계가 있다. 제1상한과 제3상한에 존재하는 선분의 길이는 전압원의 양의 범위와 옴의 범위에 따라 각각 결정되며 전압 전류특성은 인가 전압의 파형과는 무관하다.

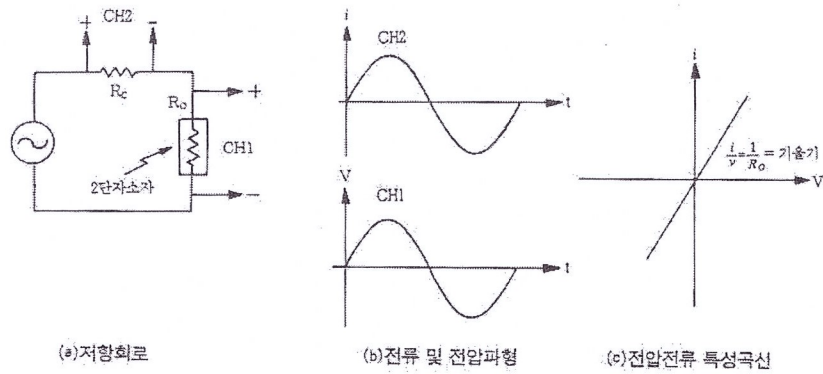


그림 6-1 저항의 전압전류특성

3.2 캐패시터

캐패시터는 캐패시터 전압의 시간적 변화율에 비례하는 전류를 흐르게 하는 2단자 소자이다.

$$i = C \frac{dv}{dt} \quad (6.3)$$

그림 6-2 (a)에서 전원 전압이 삼각파일 때 캐패시터 전압은 그림 6-2 (b)에 나와 같이 일정한 비율로 ($\frac{dv}{dt}$: 상수) 증가하거나 혹은 감소한다. 따라서 캐패시터에 흐르는 전류는 그림 6-2 (b)에서와 같이 일정하게 된다. 그림 6-2 (b)에서의 파형으로부터 알 수 있는 바와 같이 전압에 대한 전류의 관계는 그림 6-2 (c)에 주어져 있다. 사각형의 윗변은 삼각파형의 상승부분에 해당하고 아랫변은 삼각파형의 하강부분에 해당한다. 사각형의 옆변은 삼각파형의 양의 첨두치와 음의 첨두치에서 미분이 불가능함에 따라 발생하는 전류의 급격한 변화에 해당된다.

캐패시터의 경우 전압전류특성은 인가 전압의 파형에 따라 변화한다. 그 이유는 전류가 전압의 시간적인 변화율에 비례하기 때문이다. 그림 6-2 (d)는 $\frac{dv}{dt}$ 에 대한 i 의 그림이고 식 (6.3)은 직선의 기울기가 C 임을 의미한다. 캐패시턴스 C 의 값은 여러 삼각파의 주파수에 대해서 그림 6-2 (b)의 i 와 $\frac{dv}{dt}$ 를 측정하여 구할 수 있다. 물론 $\frac{dv}{dt}$ 에 대한 i 의 그림은 실험실에서 쉽게 얻을 수는 없다.

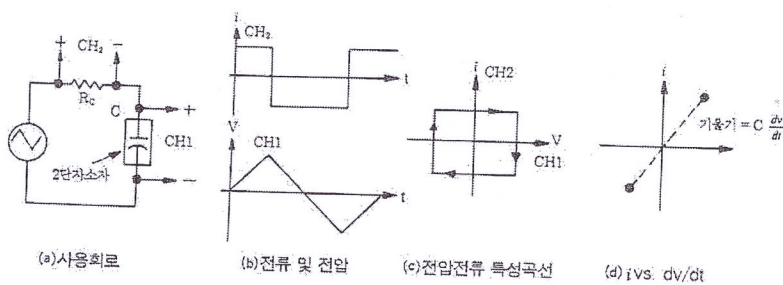


그림 6-2 캐패시터의 전압전류특성

4. 예비보고서

실험 6-A 저항의 전압전류 특성

- (1) 그림 6-1 에서 입력 전압의 크기와 주파수가 변화할 때 전압 전류 특성 곡선의 변화를 예측하여라.

실험 6-B 캐패시터의 전압전류 특성

- (2) 삼각파의 진폭이 증가 혹은 감소할 때 그림 6-2 (c)의 전압전류 특성곡선의 변화를 예측하여라.

- (3) 삼각파의 주파수가 증가 혹은 감소할 때, 그림 6-2 (c)의 전압전류 특성곡선의 변화를 예측하여라.

5. 실험 및 결과

실험 6-A 저항의 전압전류 특성

실험제목	실험 6-A 저항의 전압전류 특성	검인 및 평가
실험일자	년 월 일 ()	

- (1) 함수발생기로부터 $8V_{p-p}$ 60Hz의 정현파 입력전압을 인가하고 샘플링 저항 $R_c = 1K\Omega$, $R_o = 10K\Omega$ 을 사용하여 그림 6-7의 회로를 구성하여라.

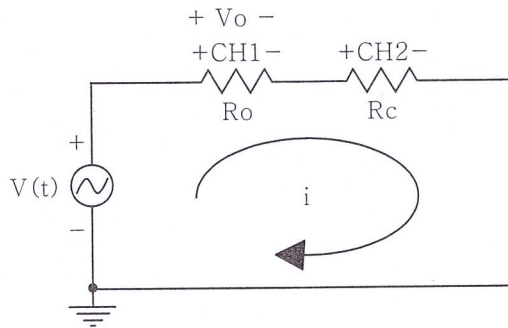
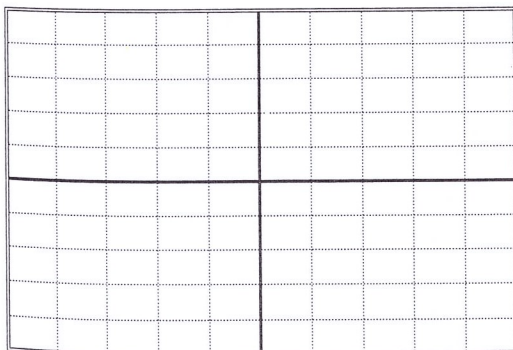


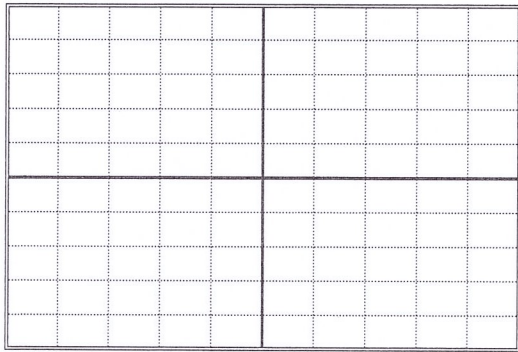
그림 6-7 저항의 전압전류 특성곡선실험 회로도

- (2) 오실로스코프의 두 입력 커플링 스위치를 GND에 두고 스크린의 중앙에 원점을 맞춘 후 다시 입력 커플링을 DC에 두어라.
- (3) 오실로스코프의 CH1에 R_o 양단전압을 연결하여 v_o 파형을 나타내고, CH2에 R_c 양단전압을 연결하여 전류 i 파형을 나타내어라.



CH1 _____ V/DIV
 CH2 _____ V/DIV
 _____ SEC/DIV

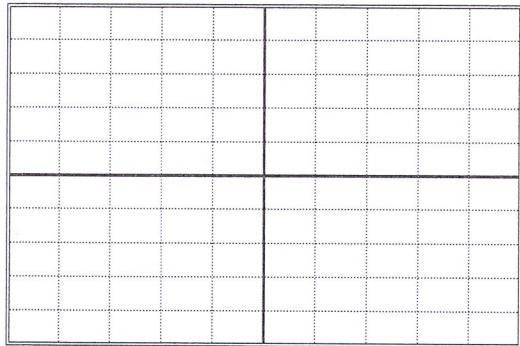
(4) 주파수가 1 KHz일 때 실험절차 (3)를 반복하여라.



CH1 _____ V/DIV
 CH2 _____ V/DIV
 _____ SEC/DIV

(5) 위의 결과를 참고로 하여 전압전류 특성 곡선을 그려라.

※ 차동 증폭기를 사용하면 2현상 측정방법으로 전류 i 와 v_o 파형을 동시에 나타낼 수 있고, 전압전류 특성곡선은 X-Y 모드에서 관측이 가능하다.



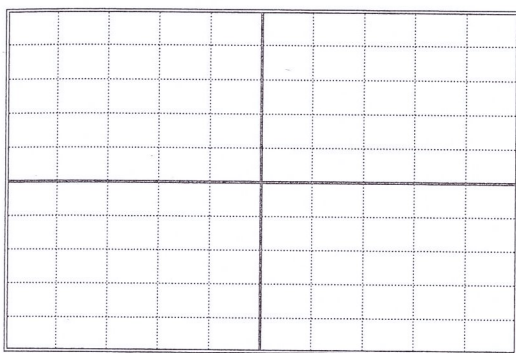
(6) 실험절차 (5)에서 주어진 직선의 기울기로부터 저항 R_o 을 계산하여라.

$$R_o = (\quad) K\Omega$$

■ 차동 증폭기를 이용한 실험

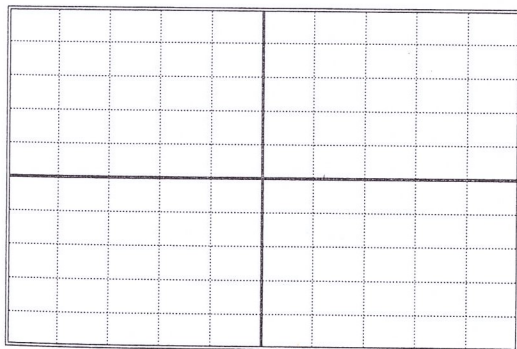
- (7) 차동 증폭기를 경유하여 오실로스코프의 CH1에 R_o 양단전압을 연결하고 CH2에 R_c 양단전압을 연결하여라.
- (8) 1 KHz의 삼각파와 구형파를 각각 인가하였을 때, X-Y 모드에서 전압전류 특성곡선을 그려라.

전 원 : 삼각파



CH1 _____ V/DIV
 CH2 _____ V/DIV
 _____ SEC/DIV

전 원: 구형파



CH1 _____ V/DIV
 CH2 _____ V/DIV
 _____ SEC/DIV

▣ 검토

(1) 입력 신호의 주파수가 변화할 때 저항의 전압전류 특성곡선은 변화하는가?

(2) 입력 신호의 파형이 변화할 때 저항의 전압전류 특성곡선이 변화하는가?

실험 6-B 캐패시터의 전압전류특성

실험제목	실험 6-B 커패시터의 전압전류 특성	검인 및 평가
실험일자	년 월 일 ()	

- (1) 함수발생기로부터 $6V_{0+p}$, 50Hz의 삼각파 입력전압을 인가하고 0.15 μ F의 캐패시터와 샘플링 저항 $R_c = 1000\Omega$ 을 사용하여 그림 6-8의 회로를 구성하여라.

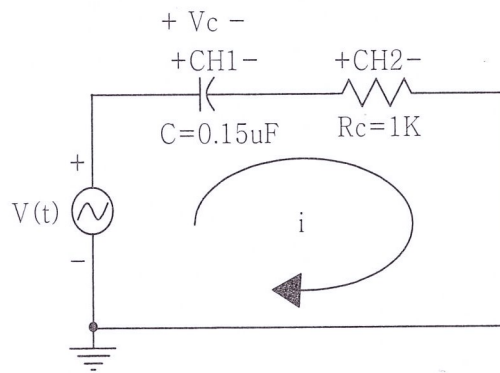
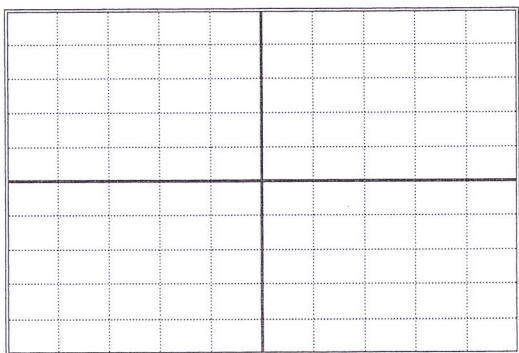


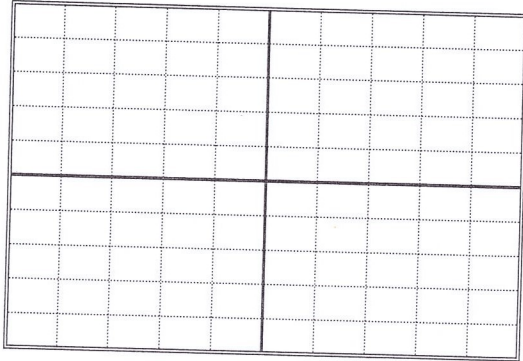
그림 6-8 캐패시터의 전압전류 특성곡선 실험 회로도

- (2) 캐패시터 양단전압 v_C 를 CH1에 연결하여 전압 v_C 의 파형을 나타내고, 샘플링 저항 양단전압은 CH2에 연결하여 전류 i 의 파형을 나타내어라.



CH1 _____ V/DIV
 CH2 _____ V/DIV
 _____ SEC/DIV

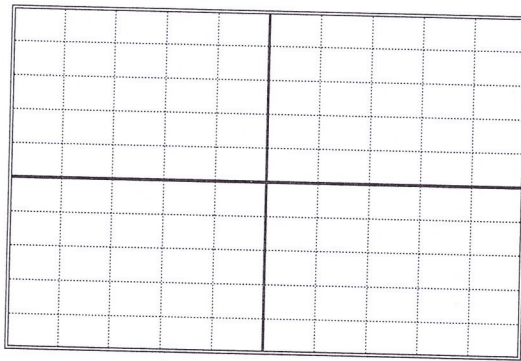
(3) 실험 (2)의 결과를 참고로 하여 전압전류 특성곡선을 그려라.



■ 차동증폭기를 이용한 실험

(4) 캐패시터 양단전압 v_C 를 차동 증폭기를 경유하여 CH1에 연결하고 샘플링 저항 양단전압을 CH2에 연결하여 2현상 측정방법으로 전류 i 와 전압 v_C 의 파형을 나타내고 (3)의 결과와 비교해 보아라.

(5) 입력 전압 파형의 주파수를 1KHz로 증가하였을 때 X-Y 모드에서 전압전류 특성곡선을 그려라.



CH1 _____ V/DIV
 CH2 _____ V/DIV
 _____ SEC/DIV

(6) 삼각파의 진폭을 변화하였을 때 실험절차 (5)를 반복하고 전압전류 특성곡선의 변화를 관찰하여라.

▣ 검토

(1) 삼각파 입력전압의 주파수가 증가할 때 캐패시터 전압전류 특성곡선의 변화를 설명하여라.

(2) 만약 입력전압이 구형파일 때 캐패시터의 전압전류 특성곡선을 예측하여라.