

교류회로

1. 실험 목적

교류 기전력에서 각 디바이스의 역할을 이해하고, 필터 및 정류 회로의 동작 특성을 이해한다.

2. 이론

교류 회로에서 전류 I , 전압 V , 임피던스 Z 에 대해 다음과 같은 옴의 법칙(Ohm's Law)이 성립한다.

$$V = IZ \text{ 또는 } I = V/Z \quad (1)$$

RLC 회로에서 임피던스 Z 는 저항 R , 그리고 주파수 ω 인 교류전류에 의해 각각 유도코일(L)과 축전기(C)에 발생하는 리액턴스 $X_L (= \omega L)$, $X_C (= 1/\omega C)$ 에 의해 기술된다.

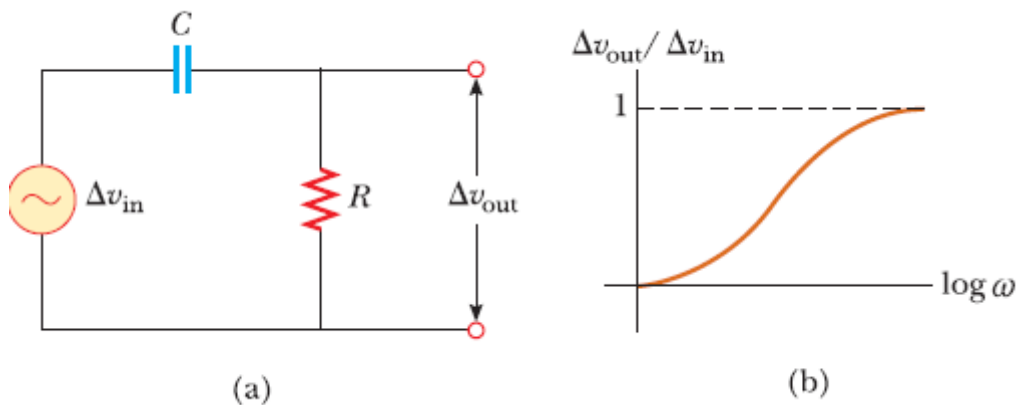
$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad (2)$$

각 소자에 흐르는 전류의 위상을 아래 [표 1]에서 각 전압과 비교하였다.

소자(기호)	저항(또는 리액턴스)	전류의 위상
저항(R)	R	v_R 과 같음
축전기(C)	$X_C = 1/\omega C$	v_C 에 90deg 앞섬
유도코일(L)	$X_L = \omega L$	v_L 에 90deg 뒤짐

[표 1]

2.1. 고주파수 통과 여과기(High Pass Filter, HPF)



[그림 1] 고주파수 통과 여과기 회로 및 출력 전압과 입력 전압의 비

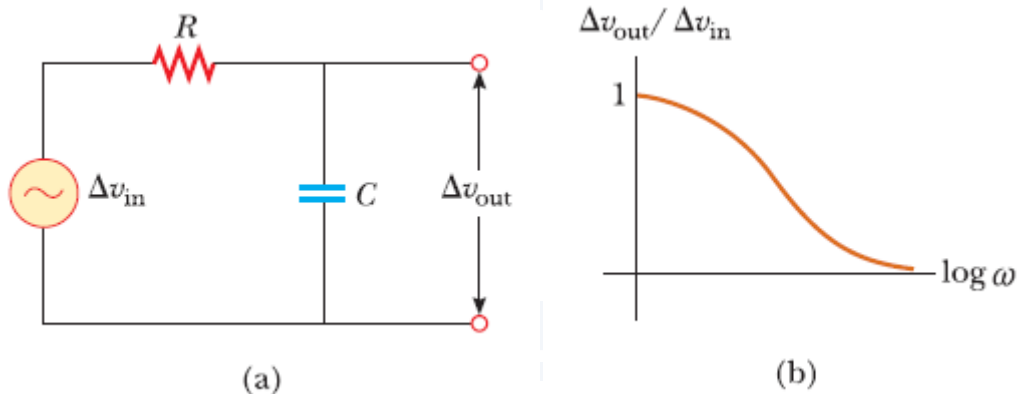
[그림 1](a)는 저항 R 과 축전기 C 를 사용한 RC 고주파수 통과 여과기 회로로, 여기에서 입력 전압(V_{in})과 출력 전압(V_{out})의 관계는 다음과 같다.

$$I = \frac{V_{in}}{Z} = \frac{V_{in}}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{\omega^2 C^2}}} \quad (3)$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{IR}{V_{in}} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{\omega^2 C^2}}} \quad (4)$$

식 (4)를 ω 에 대한 그래프로 나타낸 [그림 1] (b)에서 각진동수 ω 가 감소할수록 신호비 역시 작아지고, ω 가 증가할수록 1에 가까워지는 것을 알 수 있다. 즉 입력 신호에서 낮은 주파수 성분은 빠지고 높은 주파수 성분만이 출력 전압에 나타나고, 이러한 특성을 고주파수 통과 여과기로 사용하는 것이다.

2.2. 저주파수 통과 여과기(Low Pass Filter, LPF)



[그림 2] 저주파수 통과 여과기 회로 및 입력 전압과 출력 전압의 비

[그림 2] (a)는 저항 R 과 축전기 C 를 사용한 RC 고주파수 통과 여과기 회로로, 여기에서 입력 전압(V_{in})과 출력 전압(V_{out})의 관계는 다음과 같다.

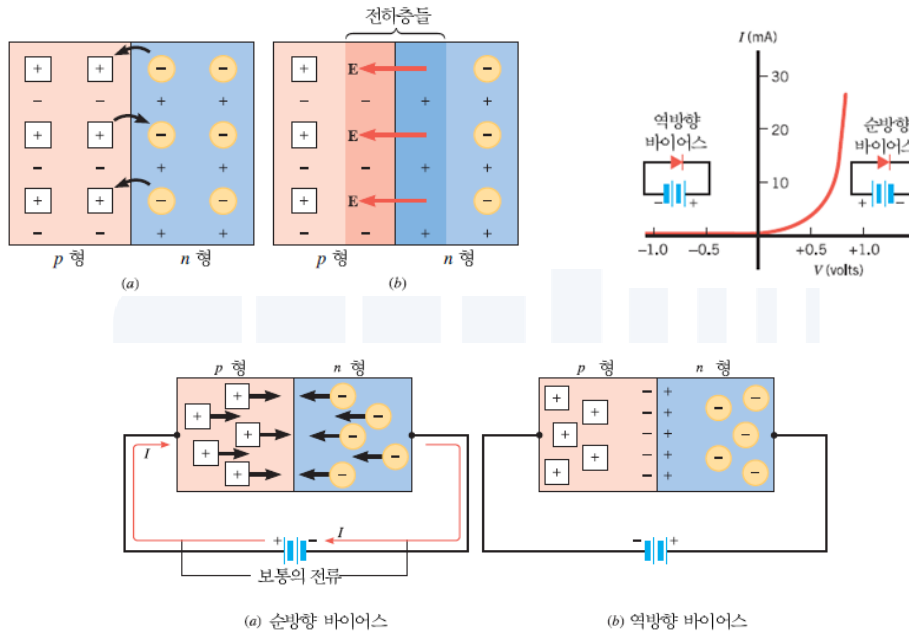
$$I = \frac{V_{in}}{Z} = \frac{V_{in}}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{\omega^2 C^2}}} \quad (5)$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{IX_C}{V} = \frac{1/\omega C}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{\omega^2 C^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \omega^2 R^2 C^2}} \quad (6)$$

식 (6)을 ω 에 대한 그래프로 나타낸 [그림 2] (b)에서 각진동수 ω 가 증가할수록 신호비는 작아지는 것을 알 수 있다. 즉 입력 신호에서 높은 주파수 성분은 빠지고 낮은 주파수 성분만이 출력 전압에 나타나고, 이러한 특성을 저주파수 통과 여과기로 사용하는 것이다.

2.3. 정류회로

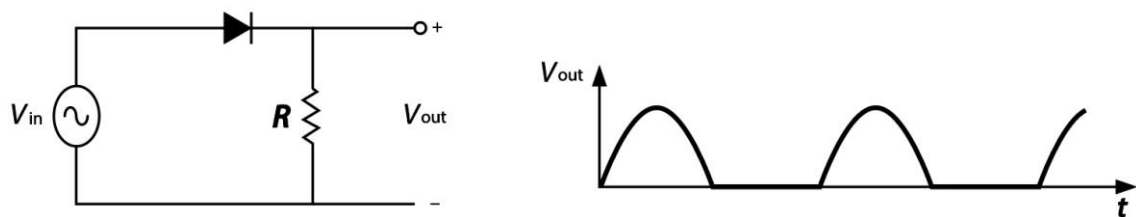
다이오드는 p형 반도체와 n형 반도체를 접합한 것으로, 접합면(junction)에 존재하는 공핍층(depletion layer)으로 인해 전하 운반자(전자(-) 또는 정공(+))의 동작이 제한된다. 다이오드에 전압을 가하면 전압의 방향에 따라 전류가 흐르거나 차단되는 정류 특성을 나타낸다.



[그림 3] 다이오드의 동작 개요 및 원리와 전류-전압 특성

2.3.1. 반파정류회로

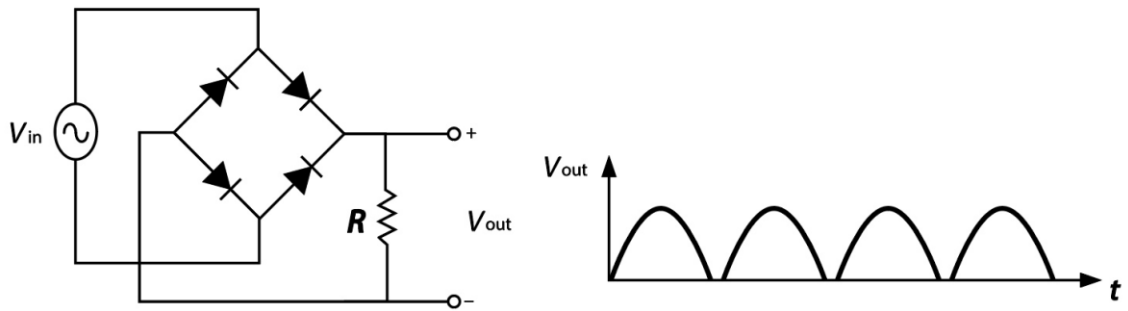
다이오드를 하나만 사용하면 교류의 (+) 또는 (-)의 반 사이클만 통과시켜서 부하에 직류가 흐른다([그림 4] 참고).



[그림 4] 반파 정류 회로와 출력 신호

2.3.2. 전파 브리지 정류회로

전파 정류 회로의 일종으로, 다이오드 4개를 브리지 모양으로 접속하여 정류하는 회로를 말한다([그림 5] 참고). 사각형에서 마주보는 다이오드 두 쌍은 각각 교류의 (+)와 (-)마다 반응하여, 반파정류회로보다 2배의 정류 효율을 보인다.



[그림 5] 전파 브리지 정류 회로와 출력 신호

3. 실험 장치

<p>오실로스코프</p>	<p>함수발생기</p>	<p>AC/AC 어댑터</p>
<p>(위에서부터) 저항, 축전기, 다이오드</p>	<p>브레드보드</p>	<p>점프와이어</p>

4. 실험 방법

4.1. 고주파수 통과 여과기(HPF)

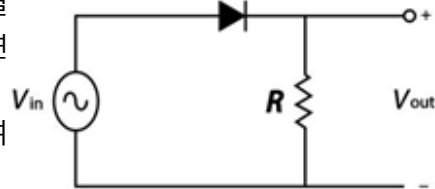
- 1) 브레드보드에서 축전기와 저항을 직렬로 연결하여 [그림 1] (a)와 같은 회로를 구성한다.
- 2) 함수 발생기(Function Generator)의 출력을 RC 회로의 양 끝에 연결(입력전압)하고, 오실로스코프의 입력단자는 저항의 양 끝에 연결(출력전압)한다.
- 3) 함수발생기 파형을 사인파로 설정하고, 전압의 폭은 1V로 설정한다.
- 4) 함수발생기의 주파수를 변화시키면서 오실로스코프 상에 나타난 저항 양단의 출력 전압 진폭(V_{out})을 측정한다.
- 5) [그림 1] (b)와 같이 주파수(또는 각진동수)에 따른 입력 전압(V_{in})과 출력 전압(V_{out})의 관계(식 (4))를 그래프로 그려본다.

4.2. 저주파수 통과 여과기(LPF)

- 1) 실험 4.1에서 구성한 회로에서 이번에는 오실로스코프가 축전기 양단의 전압을 측정하도록 바꾼다.
- 2) 함수발생기의 주파수를 변화시키면서 오실로스코프 상에 나타난 출력 전압 진폭(V_{out})을 관찰하고, 이를 [그림 2] (b)와 같이 주파수(또는 각진동수)에 따른 입력 전압(V_{in})과 출력 전압(V_{out})의 관계(식 (6))를 그래프로 그려본다.

4.3. 반파 정류 회로

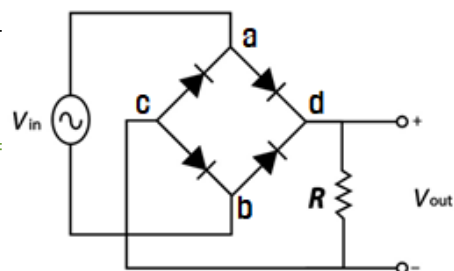
- 1) [그림6]과 같이 다이오드와 저항을 직렬로 연결한 후, AC/AC 어댑터의 출력을 회로 양끝에 연결(입력전압)한다.
- 2) 오실로스코프를 저항 양단(출력전압)에 연결하여 반파 정류 회로의 출력 전압 파형을 관찰한다.
- 3) 오실로스코프로 관찰한 파형을 사진으로 실험결과에 첨부한다.



[그림6] 반파정류회로

4.4. 전파 정류 회로

- 1) 4개의 다이오드를 [그림7]과 같이 연결하고 AC/AC 어댑터의 출력을 a와 b사이에 연결(입력전압)하고, 큰 저항을 c와 d 사이에 연결한다.
* 저항은 10K Ω 이상을 활용하고, 다이오드 방향에 유의한다.
- 2) 오실로스코프를 저항 양단(출력전압)에 연결하여 전파 정류 회로의 출력 전압 파형을 관찰한다.
- 3) 오실로스코프로 관찰한 파형을 사진으로 실험결과에 첨부한다.



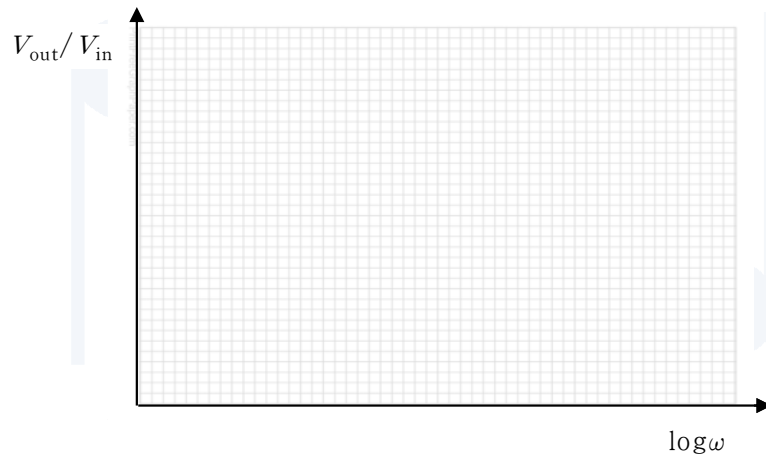
[그림7] 전파 정류회로

5. 측정 결과

학과/분반		실험 일시	
실험 조		작성자	

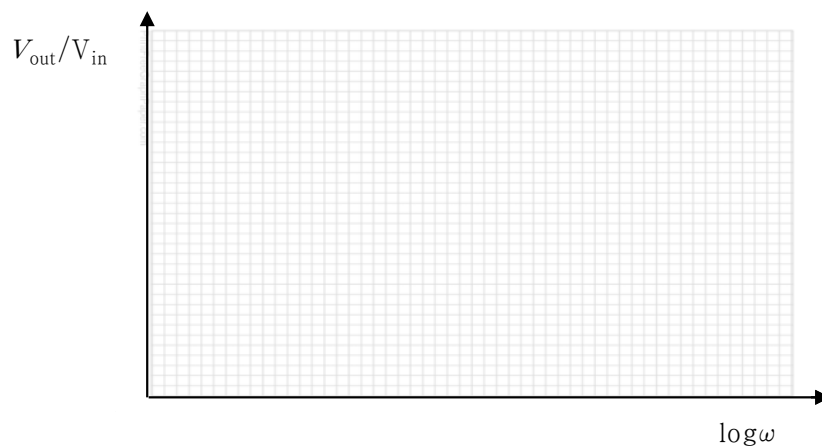
5.1. 고주파수 통과 여과기

주파수										
$\frac{V_{out}}{V_{in}}$										



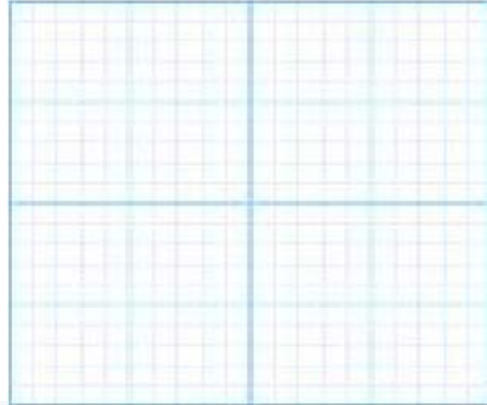
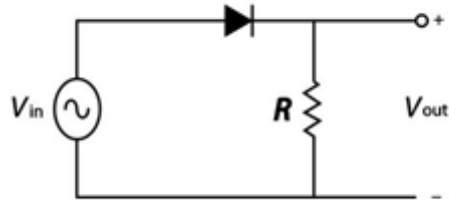
5.2. 저주파수 통과 여과기

주파수										
$\frac{V_{out}}{V_{in}}$										

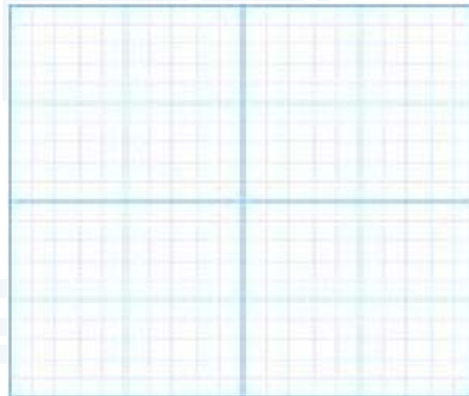
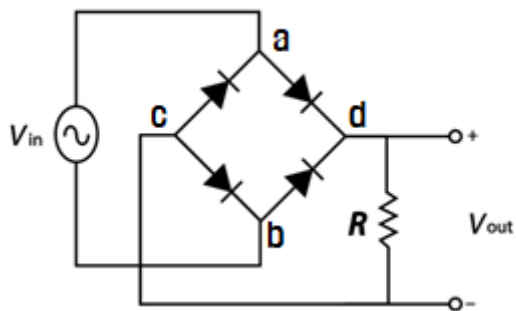


5.3. 정류기

5.3.1. 반파정류회로



5.3.2. 전파 브리지 정류회로



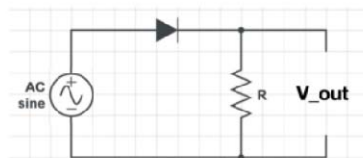
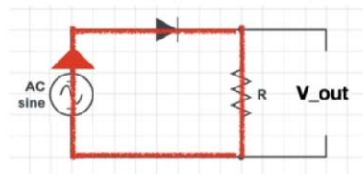
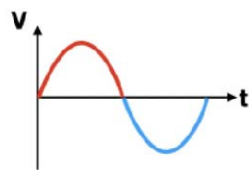
UNIVERSITY OF SEOUL

6. 고찰 사항

※ 고찰사항의 질문에 답하는 것이 보고서의 전부가 아닙니다. 여기에 있는 질문은 단지 보고서를 작성할 때 도움을 주기 위한 것입니다.

1. 식 (4)와 (6)에서 R , C 값이 변하지 않을 때 주파수에 따라 출력전압/입력전압 값이 어떻게 변하는지 정성적으로 설명하시오.(주파수가 아주 작거나 아주 큰 경우를 생각해본다)

2. 반파정류회로에서 교류전압의 부호에 따른 전류의 흐름을 아래 그림과 같이 나타낸 것을 참고하여, 브리지 정류회로에서 전압이 +, -일 때 전류가 각각 어떻게 흐르는지 방향을 포함해 그려보시오.



다이오드 때문에 전류가 흐르지 못한다!