

REPORT

IEEE Code of Ethics

(출처: <http://www.ieee.org>)

We, the members of the IEEE, in recognition of the importance of our technologies in affecting the quality of life throughout the world, and in accepting a personal obligation to our profession, its members and the communities we serve, do hereby commit ourselves to the highest ethical and professional conduct and agree:

1. to accept responsibility in making decisions consistent with the safety, health and welfare of the public, and to disclose promptly factors that might endanger the public or the environment;
2. to avoid real or perceived conflicts of interest whenever possible, and to disclose them to affected parties when they do exist;
3. to be honest and realistic in stating claims or estimates based on available data;
4. to reject bribery in all its forms;
5. to improve the understanding of technology, its appropriate application, and potential consequences;
6. to maintain and improve our technical competence and to undertake technological tasks for others only if qualified by training or experience, or after full disclosure of pertinent limitations;
7. to seek, accept, and offer honest criticism of technical work, to acknowledge and correct errors, and to credit properly the contributions of others;
8. to treat fairly all persons regardless of such factors as race, religion, gender, disability, age, or national origin;
9. to avoid injuring others, their property, reputation, or employment by false or malicious action;
10. to assist colleagues and co-workers in their professional development and to support them in following this code of ethics.

위 IEEE 윤리헌장 정신에 입각하여 report를 작성하였음을 서약합니다.

<실험4. 예비보고서 - 정궤환 회로>

학 부: 전자공학과

제출일: 2022.03.27

과목명: 전자회로실험

교수명: 이 채 우 교수님

분 반: 목 8.5~11.5

학 번: 202021025 2분반 13조

성 명: 안준영

1. 실험 목적

연산 증폭기를 이용하여 정제환 회로를 구성하여, 슈미트 트리거 회로를 실험으로 그 특성을 파악하고, 사각파 발생기를 실험으로 구성하여 확인한다.

2. 실험 이론 및 예상 결과

2-1. 실험이론

2-1-1. 슈미트 트리거 회로

슈미트 트리거는 특정 신호가 1에서 0 혹은 0에서 1로 변화할 때, 변화 도중 값을 0 또는 1로 판별할 수 없을 때 사용할 수 있다. 예를 들어서 0~5V의 input 전압이 있는 경우, 0~0.5V는 0으로 인식하고, 3~5V는 1로 인식하는 방식이다. 해당 예시에서, 1에서 0으로 넘어갈 때에는 0.5V 이하부터 0으로 인식하고, 0에서 1로 넘어갈 때에는 3V 이상부터 1로 인식하게 된다. 이렇게 특정 현 상태에서 특정 값으로 결정되지 않는, 즉 이전 과정에 의존하는 특성을 히스테리시스 특성이라고 한다. 슈미트 트리거의 output은 사각파 형태로 나타나기도 한다.

아래 그림 (a)의 반전 슈미트 회로에서 V_O 는 $+V_{sat}$, $-V_{sat}$ 둘 중의 한 값을 가지게 된다. 입력 단자를 통해 흐르는 전류는 0이다. V_P 는 R_1 에 걸리는 전압이므로

$$V_P = \pm V_O \frac{R_1}{R_1 + R_2} \text{ 이고, 따라서 그림 (b)의}$$

$V_{TH} = +V_{sat} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$, $V_{TL} = -V_{sat} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$ 중 하나를 가지게 된다. 만약 $V_P = V_{TH}$ 인 경우에는 V_i 가 $V_P = V_{TH}$ 보다 작을 때 증폭기의 입력이 양이 되어 안정한 상태가 지속된다. 만약 V_i 가 V_{TH} 보다 커지게 되면, 입력은 음의 값을 가지게 된다. 만약 $V_P = V_{TL}$ 이라면, V_i 가 $V_P = V_{TL}$ 보다 클 때 증폭기의 입력이 음으로 안정되게 유지된다. V_i 가 $V_P = V_{TL}$ 보다 작아지면 입력은 양의 값을 가지게 된다.

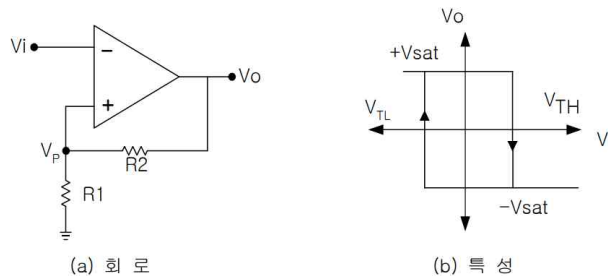


그림 4-1 반전 슈미트 트리거 회로

아래 그림의 비반전 슈미트 회로의 출력 전압 V_O 또한 $+V_{sat}$, $-V_{sat}$ 둘 중 하나의 값을 가지고, 입력 단자에 흐르는 전류는 0이다. 비반전 슈미트 회로의 출력은 반전 슈미트 회로와 반대되는 특성을 가진다. 동작은 비슷하다.

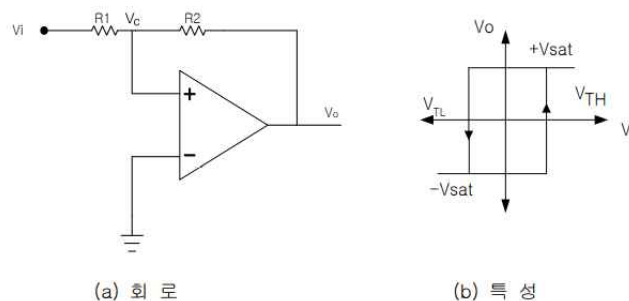


그림 4-2 비반전 슈미트 트리거 회로

2-1-2. 사각파 발생회로

앞선 비반전 슈미트 트리거의 출력은 사각파형으로 나타날 수 있음을 언급하였다. 이에 RC 회로를 추가로 연결하면 아래와 같은 사각파 발생기를 얻을 수 있다.

$$T = 2\tau \ln \frac{1+\beta}{1-\beta} \quad (\tau = RC, \beta = \frac{R_1}{R_1 + R_2}) \text{가 성립한다.}$$

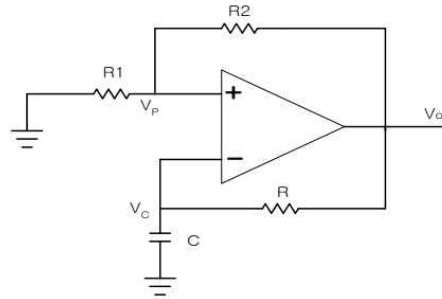


그림 4-3 사각파 발생회로

2-2. 예상 결과

2-2-1. 실험 1 : 슈미트 트리거 회로

$R[k\Omega]$	V_{TH}	V_{TL}
3	3.4615 V	-3.4615 V
1	1.3636 V	-1.3636 V

$$R = 3k\Omega: V_{TH} = \frac{3k}{3k + 10k} 15 = 3.4615 \text{ V}, \quad V_{TL} = \frac{3k}{3k + 10k} (-15) = -3.4615 \text{ V}$$

$$R = 1k\Omega: V_{TH} = \frac{1k}{1k + 10k} 15 = 1.3636 \text{ V}, \quad V_{TL} = \frac{1k}{1k + 10k} (-15) = -1.3636 \text{ V}$$

2-2-2. 실험 2 : 사각파 발생 회로

$R_1(k\Omega)$	$C_1(\mu F)$	$f_o(Hz)$
10	0.05	5484.815
22	0.05	2493.098
4.7	0.05	11669.819
10	0.02	13712.037
10	0.1	2742.407

$$V_{TH} = \frac{1k}{1k + 10k} 15 = 1.3636 \text{ V}, \quad V_{TL} = \frac{1k}{1k + 10k} (-15) = -1.3636 \text{ V}$$

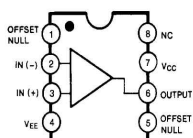
$$T = 2\tau \ln \frac{1+\beta}{1-\beta} \quad / \quad \tau = RC, \quad \beta = \frac{R_2}{R_2 + R_3} \text{에 각 } R_1 \text{과 } C_1 \text{ 및 } R_2 = 1k\Omega, R_3 = 10k\Omega \text{을 대입하}$$

여, $f_o = \frac{1}{T}$ 로 f_o 를 계산할 수 있다.

3. 실험 도구 및 Datasheet

-1) Power Supply, 오실로스코프(+ 파형발생기), 저항($10k\Omega$, $22k\Omega$, $4.7k\Omega$), 커패시터 ($0.05\mu F$, $0.02\mu F$, $0.1\mu F$)

-2) 741C

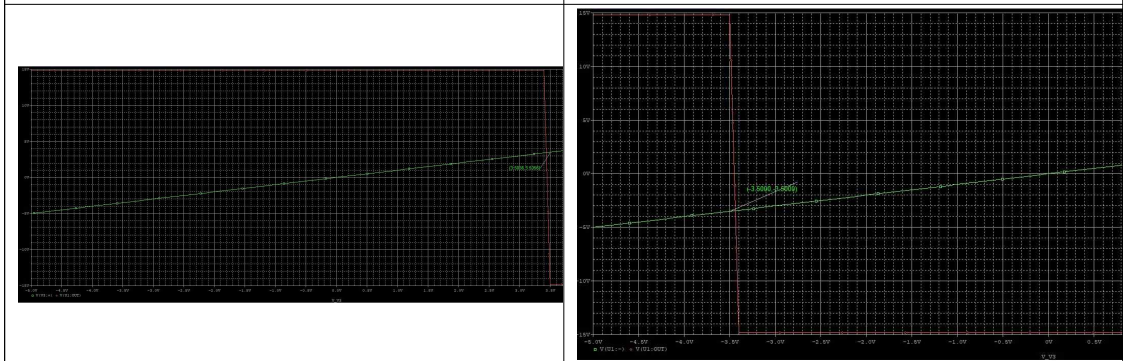


4. Pspice simulation 및 이론과 비교

4-1. 실험 1 : 슈미트 트리거 회로

아래 simulation 결과 그래프를 살펴보면, V_i 가 $-3.500V$ 보다 작아질 때 V_o 이 양의 부호를 가지게 된다. 또한, V_i 가 $3.5056V$ 보다 커질 때 V_o 이 음의 부호를 가지게 된다. 실험에서 가변 저항을 조정하는 것을 pspice를 통해 똑같이 구현할 수 없어서 DC sweep 기능을 사용하였다. 구성한 회로의 V3를 $-5\sim 5V$, $5\sim -5V$ 로 DC sweep으로 구현하였다. $V_{sat} = \pm 14.816 V$ 이다.

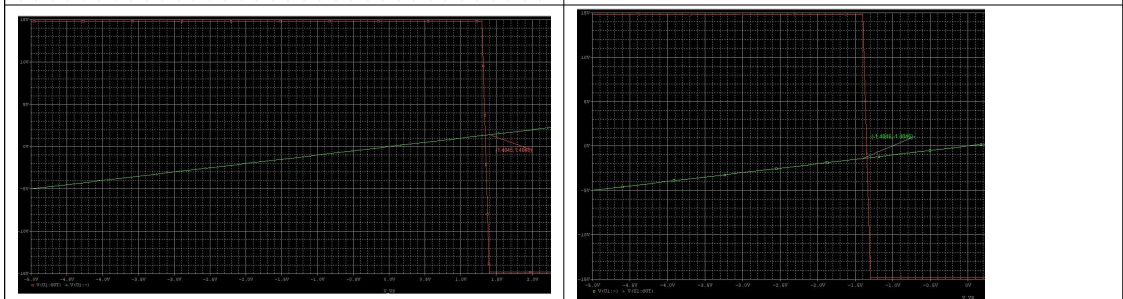
V_{TH}	V_{TL}
3.5056 V	-3.500 V



위와 동일한 방식으로 DC sweep을 이용하여 회로를 구현하였다. V_i 가 $1.4045 V$ 보다 커질 때, V_o 이 음으로 전환되었다. V_i 가 $-1.4045 V$ 보다 작아질 때, V_o 이 양으로 전환되었다.

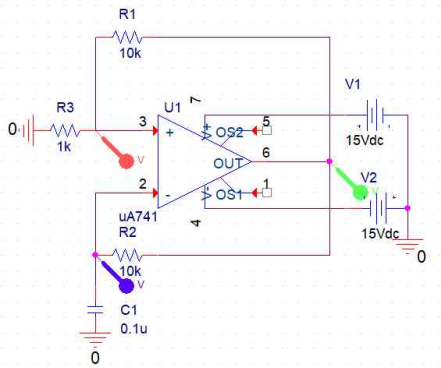
$V_{sat} = \pm 14.315 V$

V_{TH}	V_{TL}
1.4045 V	-1.4045 V

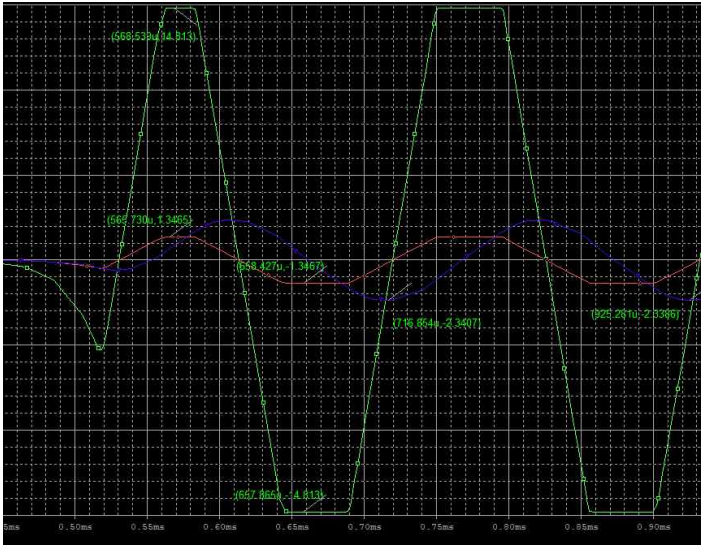
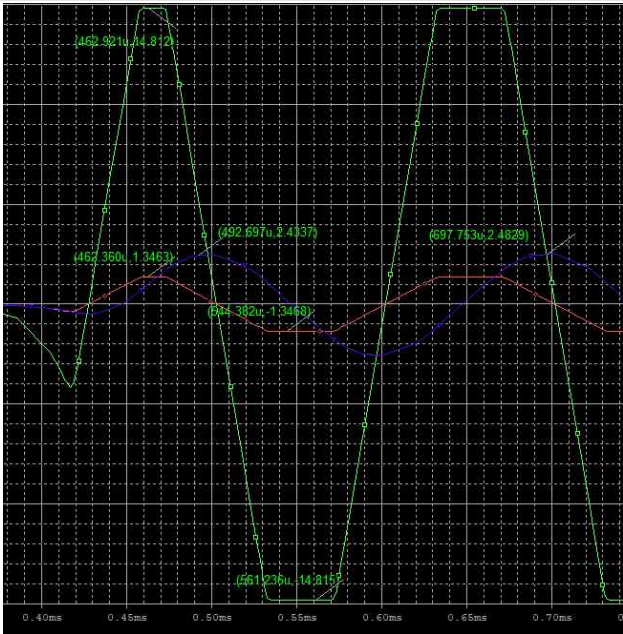
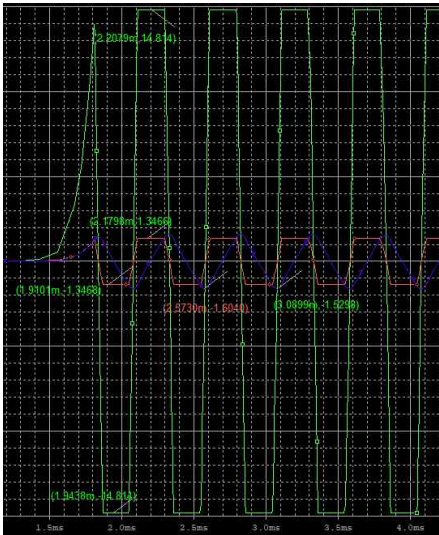


	V_{TH} 상대오차	V_{TL} 상대오차	시뮬레이션과 이론값의 오차가 굉장히 작다 시뮬레이션은 소자의 특성을 이론보다 더 상세히 다루기에 약간의 오차가 발생하였을 수도 있다.
$R = 3k\Omega$	1.274%	1.112%	
$R = 1k\Omega$	2.999%	2.999%	

4-2. 실험 2 : 사각파 발생 회로



$R_1(k\Omega)$	$C_1(\mu F)$	Simulation Graph
10	0.05	
22	0.05	

4.7	0.05	
10	0.02	
10	0.1	

$R_1(k\Omega)$	$C_1(\mu F)$	T	$f_o(\text{Hz})$
10	0.05	1.9841-1.6725 ms	3209.243
22	0.05	3.5281-2.9832 ms	1835.199
4.7	0.05	925.281-716.864 us	4804.551
10	0.02	697.753-492.697 us	4876.717
10	0.1	3.0899-2.5730 ms	1934.610

이론 시뮬레이션 오차		f_o 상대오차	f_o 의 시뮬레이션 값과 이론값 상대오차가 상당히 크게 발생하였다. PSpice에 능숙하지 않다는 것에서, 시뮬레이션에서 실수가 있는 것 같은데 명확한 원인을 발견하지는 못하였다.
$R_1(k\Omega)$	$C_1(\mu F)$		
10	0.05	-41.489%	
22	0.05	-26.389%	
4.7	0.05	-58.829%	
10	0.02	-64.435%	
10	0.1	-29.456%	

5. 실험 계획 및 과정

5-1. 실험 1 : 슈미트 트리거 회로

그림 4-4와 같은 슈미트 트리거 회로를 구성한다. $R = 3k\Omega$ 을 연결하여 오실로스코프로 출력 파형을 측정한다. 이때 DC coupe로 설정한다. 출력 전압이 +가 될 때 까지 입력 전압을 조절한다. 출력 전압이 -가 될 때 까지 입력 전압을 조절한다. 이 때의 입력 전압을 V_{TH} 로 하여 기록한다. 출력 전압이 +가 될 때 까지 입력 전압을 조절한다. 이 때의 입력 전압을 V_{TL} 으로 하여 기록한다. $R = 1k\Omega$ 에 대하여 같은 실험을 반복한다.

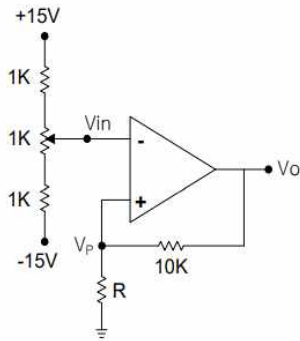


그림 4-4 슈미트 트리거 회로

5-2. 실험 2 : 사각파 발생회로

그림 4-5와 같은 사각파 발생회로를 구성한다. R_1 , C_1 을 바꿔가면서 오실로스코프를 이용하여 $\pm V_{sat}$, V_{TH} , V_{TL} 를 측정하고 V_o , V_c 를 측정한다. f_o 을 측정한다.

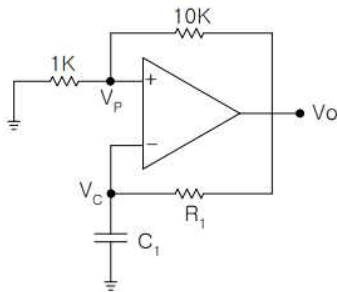
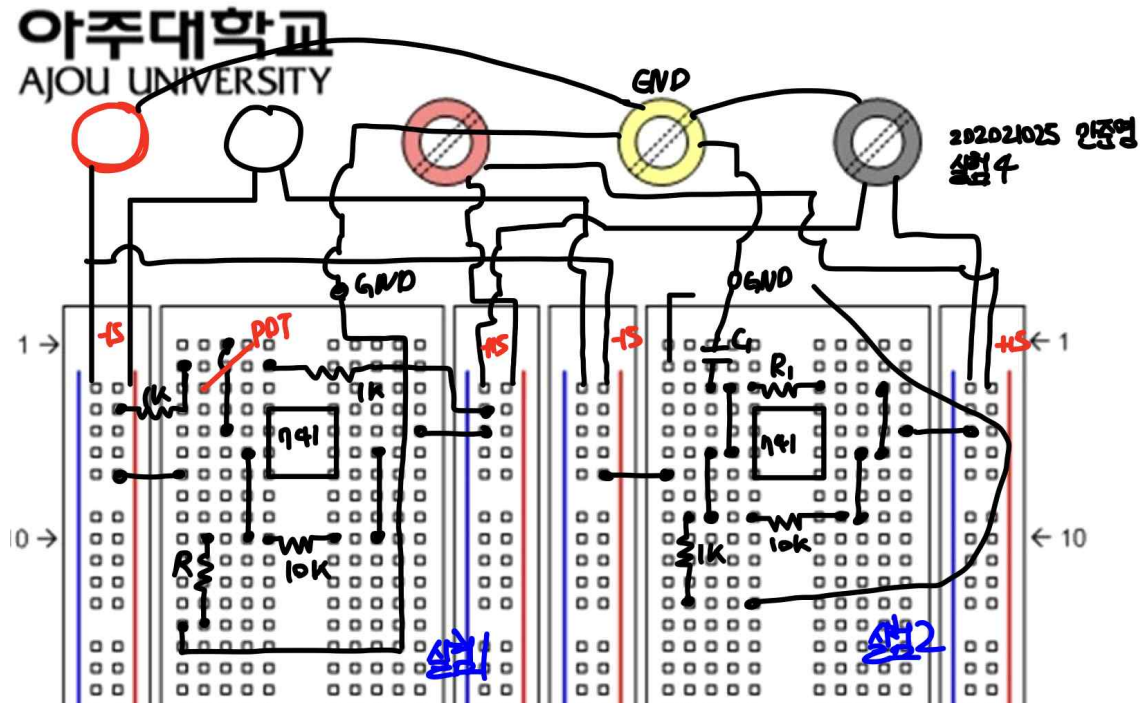


그림 4-5 사각파 발생회로

6. Bread board 예상 결선도



7. 참고문헌

- 실험 4 강의노트
- https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%9D%B4%EB%A0%A5_%ED%98%84%EC%83%81
- https://en.wikipedia.org/wiki/Schmitt_trigger