

소신호 전력 증폭기

8조

발표: 김광선

조장: 장창욱

조원: 김형철, 유제한, 이종배

목차

- 1. 기본지식
- 2. 회로해석
- 3. 회로실험

전력 증폭기

- 전력증폭기 분류
A급, B급, AB급, C급
- 스피커 또는 안테나에 신호 전력을 공급하기 위해 통신장비의 수신기 또는 송신기의 최종단에 사용

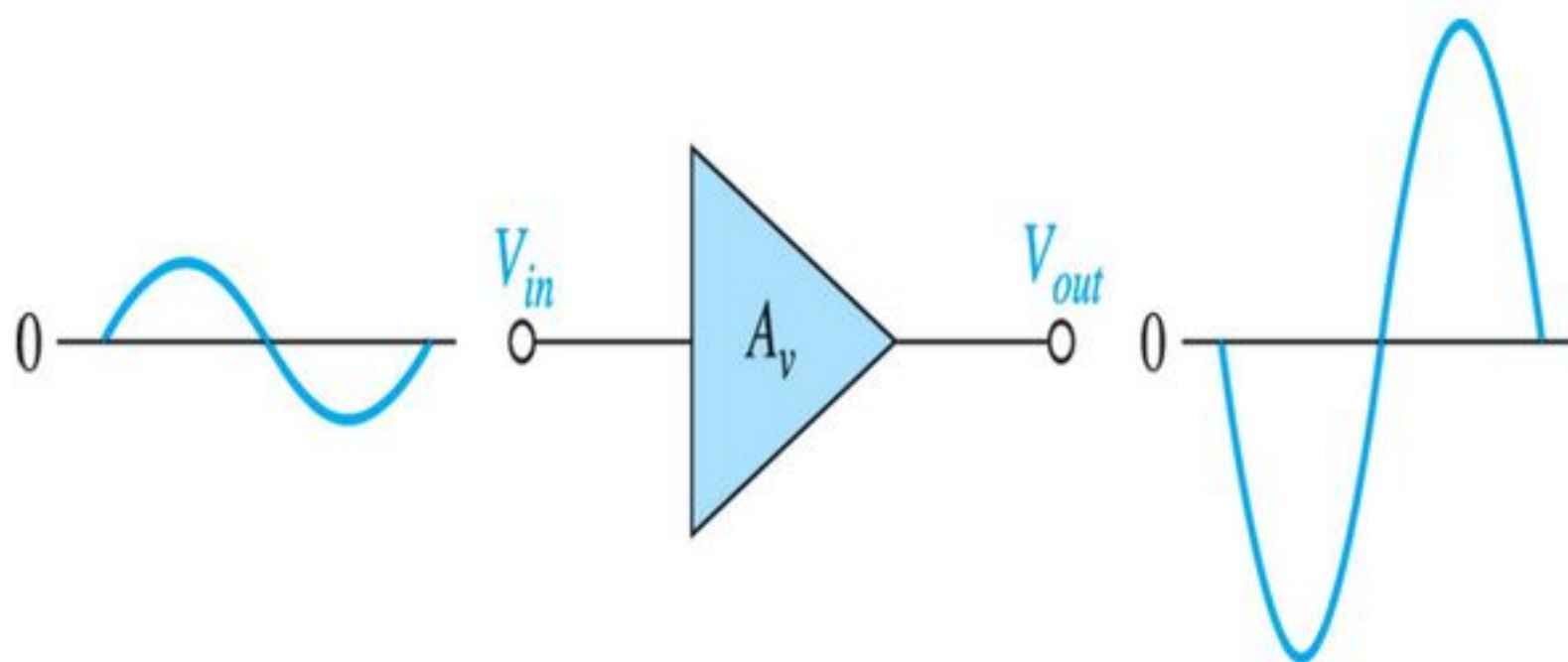
A급 증폭기

- 하나의 트랜지스터가 교류 신호 전체를 증폭
- Q점의 위치변동이 신호의 왜곡을 초래하므로 주의
- 출력 파형의 모양이 입력 파형의 모양과 같다
- 정해진 작동영역 내에서 교류파형 전체를 증폭해야 하므로 효율이 30% 이하이다

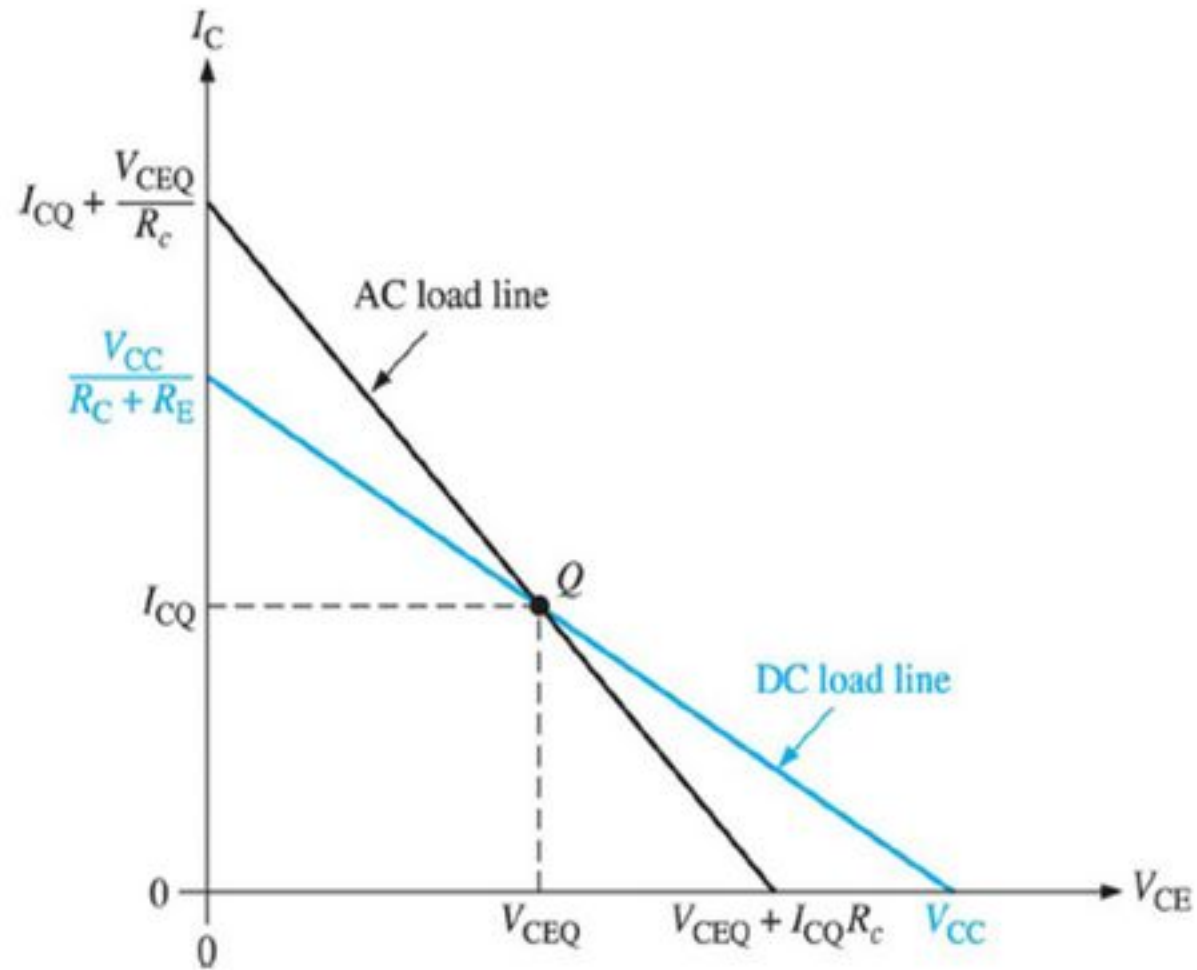
$$\% \text{효율} = \text{출력교류전력} / \text{총 공급된 직류전력}$$

기본 A급 증폭기의 동작

- 출력 파형은 입력 파형이 복사된 모양으로 증폭
- 위상은 입력 위상과 같거나(비반전), 180° 위상차를 가질 수 있다(반전)



직류와 교류 부하선



Q점을 교류 부하선의 중앙에 맞추기

- V_{CEQ} 는 반드시 0점과 차단점의 중간에 위치

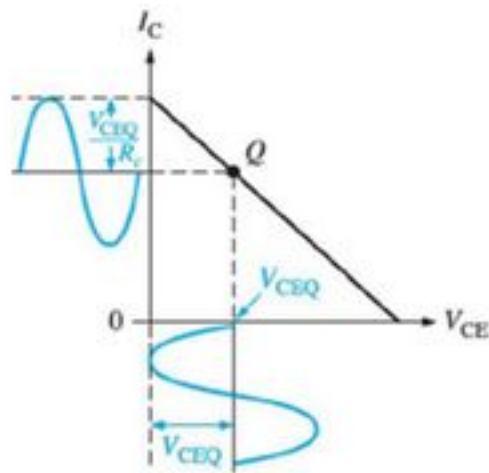
$$V_{CEQ} = \frac{V_{CEQ} + I_{CQ}R_c}{2}$$

- I_{CQ} 는 반드시 0점과 포화점의 중간에 위치

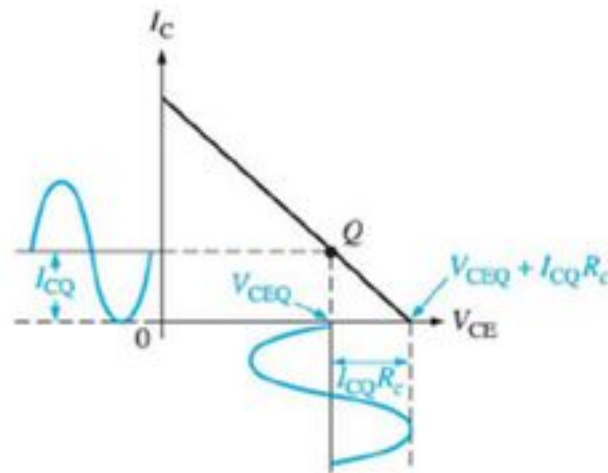
$$I_{CQ} = \frac{I_{CQ} + \frac{V_{CEQ}}{R_c}}{2}$$

- Q점이 중앙에 있기 위한 조건 : $V_{CEQ} = I_{CQ}R_c$

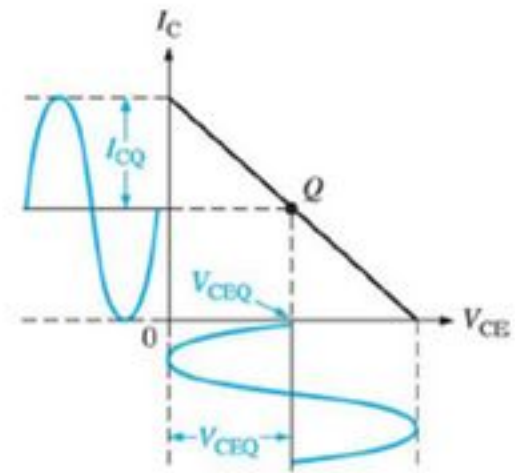
A급 증폭기의 출력전압의 진폭제한



(a) 포화영역에 의한 제한



(b) 차단영역에 의한 제한



(c) 중앙에 위치한 Q점

직류 입력 전력 : $P_{DC} = V_{CC} I_{CC} = 2V_{CEQ} I_{CQ}$

교류 출력 전력 : $P_{out} = \frac{V_{CEQ}}{\sqrt{2}} \frac{I_{CQ}}{\sqrt{2}} = 0.5 V_{CEQ} I_{CQ}$

A급 증폭기의 전력 효율

- 전력 효율 : 교류 출력전력과 직류 입력전력의 비

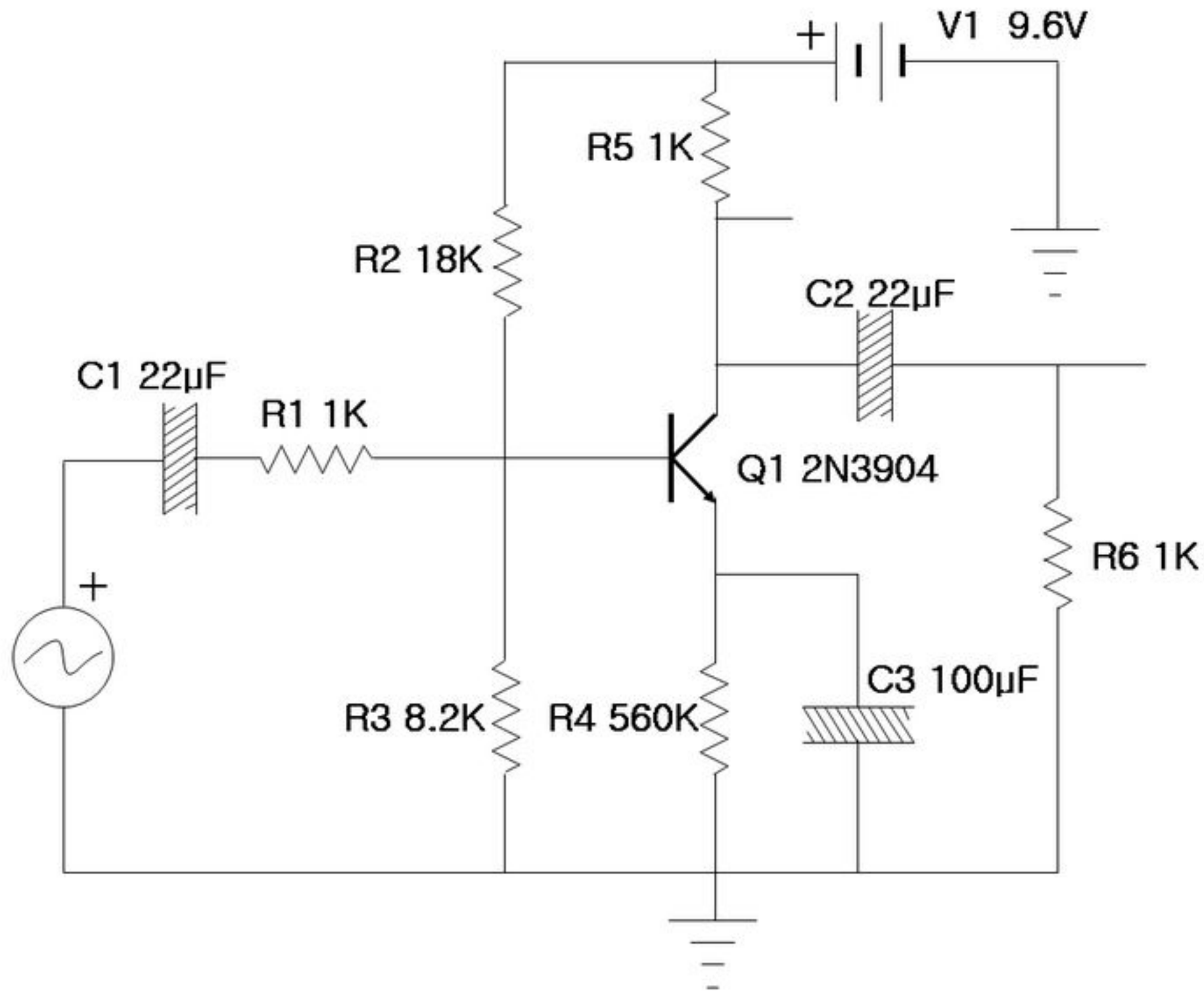
$$\eta_{\max} = \frac{\text{교류출력전력}}{\text{직류입력전력}} = \frac{P_{out}}{P_{DC}}$$

- 직류 입력 전력 : 직류 전원의 전압과 전류의 곱

$$P_{DC} = V_{CC}I_{CC} = 2V_{CEQ}I_{CQ}$$

- 교류 출력 전력 : $P_{out} = \frac{V_{CEQ}}{\sqrt{2}} \frac{I_{CQ}}{\sqrt{2}} = 0.5V_{CEQ}I_{CQ}$

- 전력 효율 : $\eta_{\max} = \frac{P_{out}}{P_{DC}} = \frac{0.5V_{CEQ}I_{CQ}}{2V_{CEQ}I_{CQ}} = 0.25 \quad \rightarrow \quad 25\%$



회로 해석

- 베이스에 걸리는 전압

$$\begin{aligned}V_{BQ} &= \frac{R3}{R2 + R3} V_{CC} \\&= \frac{8.2k\Omega}{26.2k\Omega} \times 9.6V = 3V \text{ (동작점)}\end{aligned}$$

- 이미터에 걸리는 전압 $V_{EQ} = V_{BQ} - 0.7V$
 $= 3V - 0.7V = 2.3V$

- 이미터에 걸리는 전류

$$\begin{aligned}I_{EQ} &= (V_{BQ} - 0.7V) / R_4 \\&= 2.3V / 560\Omega = 4.1 \text{ mA}\end{aligned}$$

* $I_C \doteq I_E$ 비슷하다는 조건하에

$$I_{CQ} = 4.1 \text{ mA}$$

- 컬렉터 전압 $V_{CQ} \doteq V_{CC} - I_{CQ}R_C = 9.6V - (4.1 \text{ mA}) \times 1k\Omega = 5.5V$

- 컬렉터-이미터 전압

$$V_{CEQ} = V_{CQ} - I_{EQ}R_4 = 5.5V - 4.1mA \times 560\Omega = 3.2V$$

- 교류컬렉터 저항

$$R_C = \frac{R_5 R_6}{R_5 + R_6} = \frac{1}{2} = 0.5k\Omega$$

$$\begin{aligned} I_C(\text{sat}) &= I_{CQ} + \frac{V_{ceq}}{R_5} \\ &= 4.1 + \frac{3.2}{0.5} = 10.5mA \end{aligned}$$

- 교류 조건하에서 차단점

$$\begin{aligned} V_{CQ}(\text{cutoff}) &= V_{CEQ} + I_{CQ}R_C = 3.2 + 4.1 \times 0.5 \\ &= 5.25 \end{aligned}$$

- 직류 입력 전력 $P_{DC} = V_{CC}I_{CC} = 2V_{CEQ}I_{CQ}$
 $= 2 \times 4.1 \times 3.2 = 26.24$

- 교류 출력 전력 $P_{out} = (V_{CEQ} / 1.414) \times (I_{CQ} / 1.414)$
 $= 0.5V_{CEQ}I_{CQ}$
 $2.9V \times 2.26mA = 6.55$
 $0.5 \times 4.1 \times 3.2 = 6.56$

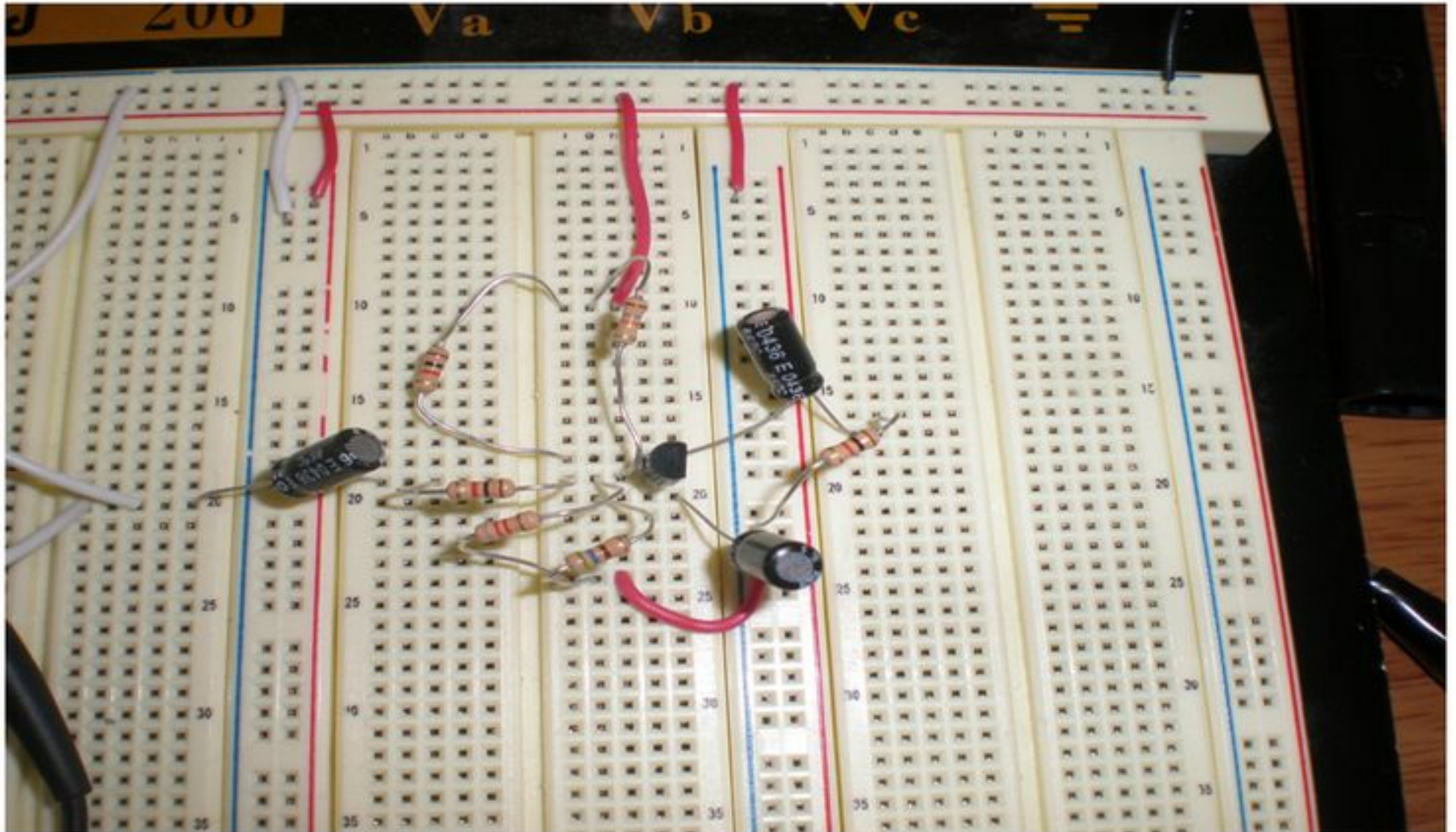
- 전력효율: $\eta_{max} = P_{out} / P_{DC} = 0.5V_{CEQ}I_{CQ} / 2V_{CEQ}I_{CQ}$
 $= 6.56 / 26.24$
 $= 0.25 = 25\%$

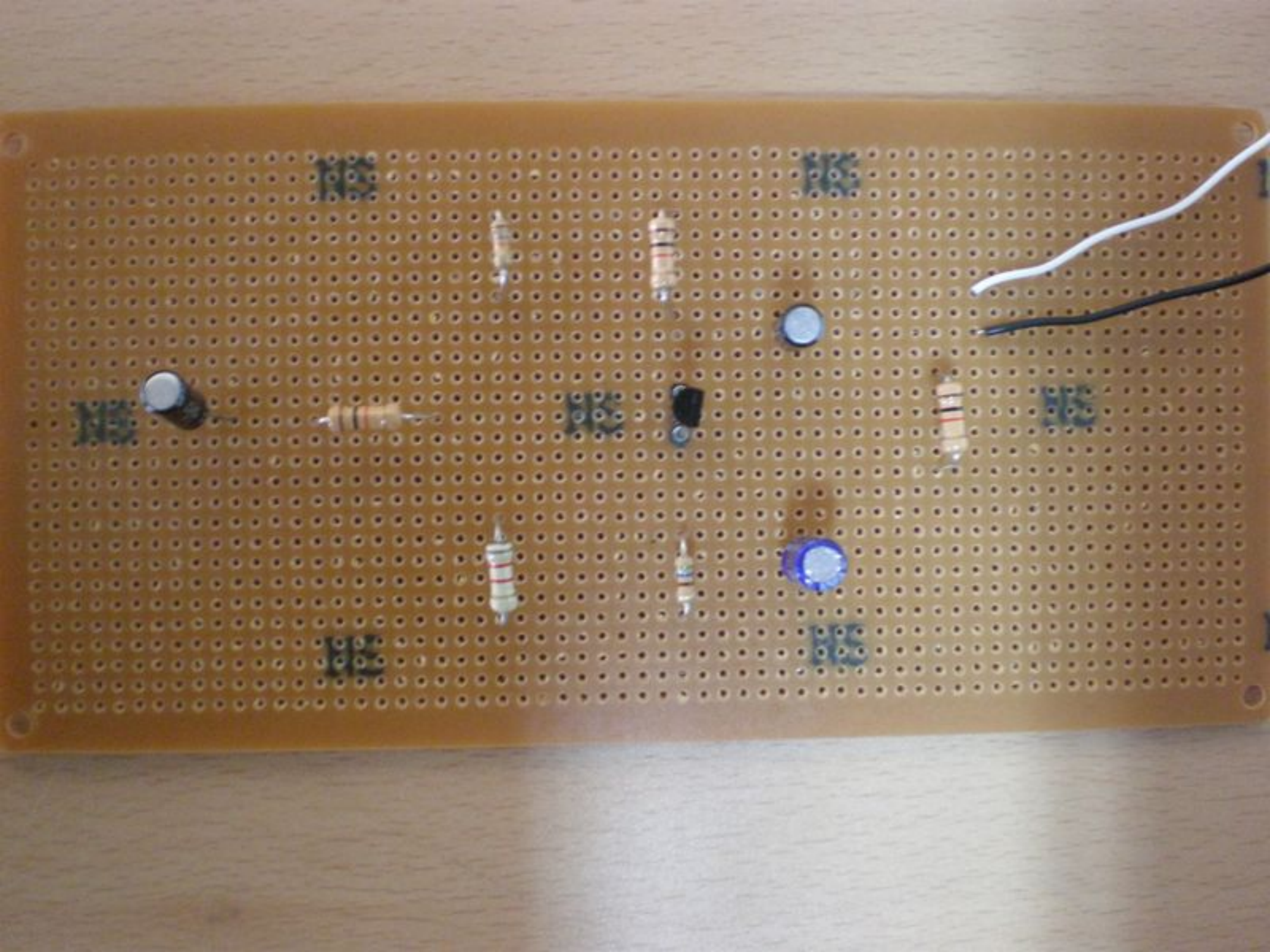
장비 및 품목



- 전원공급기: 9.6V
- 함수발생기: 100~300mV/1kHz
- 저항 $1\text{k}\Omega$ 3개 , $18\text{k}\Omega$, $8.2\text{k}\Omega$,
 560Ω
- 커패시터: 22uF 2개
- TR: Q1 2n3904

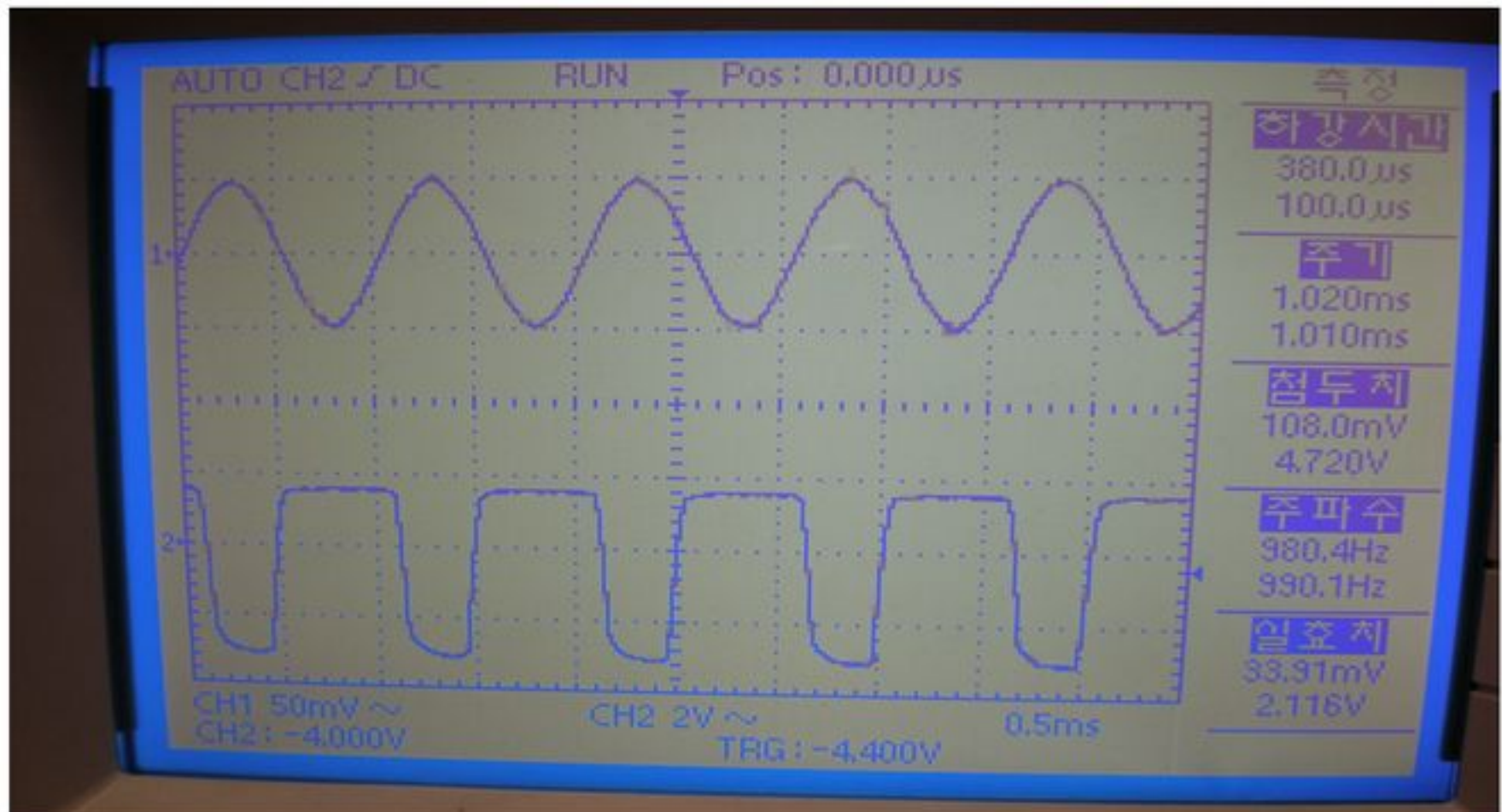
회로 설계





입력 $V_{PP}=100\text{mV}$ 일 때 스코프 5.8V

- $V_{CE} = 5.8\text{V}$ $I_B = 0.38\text{mA}$ $I_C = 3.9\text{mA}$



AUTO CH2 $\swarrow$ DC

RUN

Pos: 0.000 μ s

측정

하강시간

310.0 μ s

120.0 μ s

주기

1.020ms

1.010ms

첨두치

100.0mV

4.720V

주파수

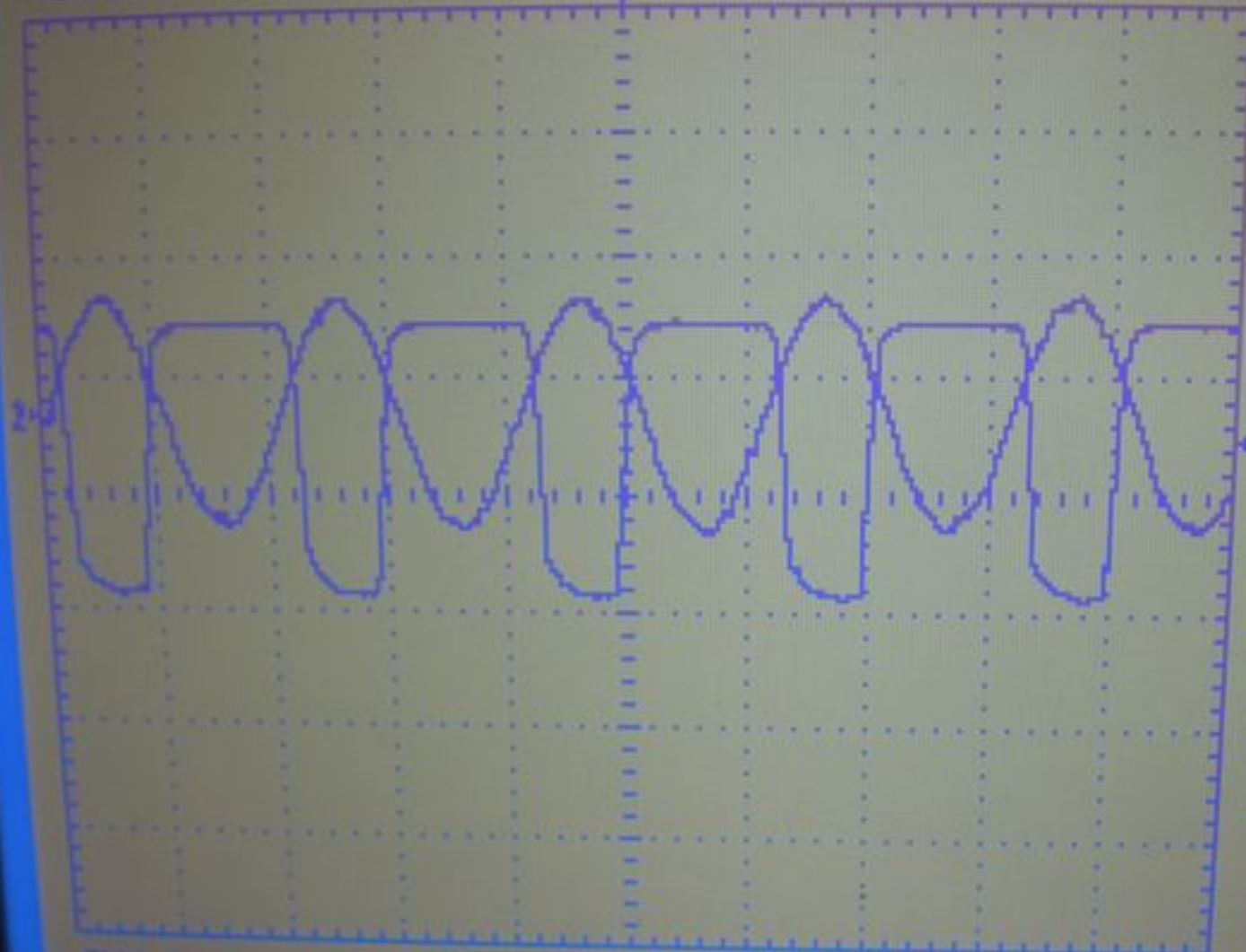
980.4Hz

990.1Hz

일차치

33.60mV

2.082V



CH1 50mV $\sim$

CH1: +34.00mV

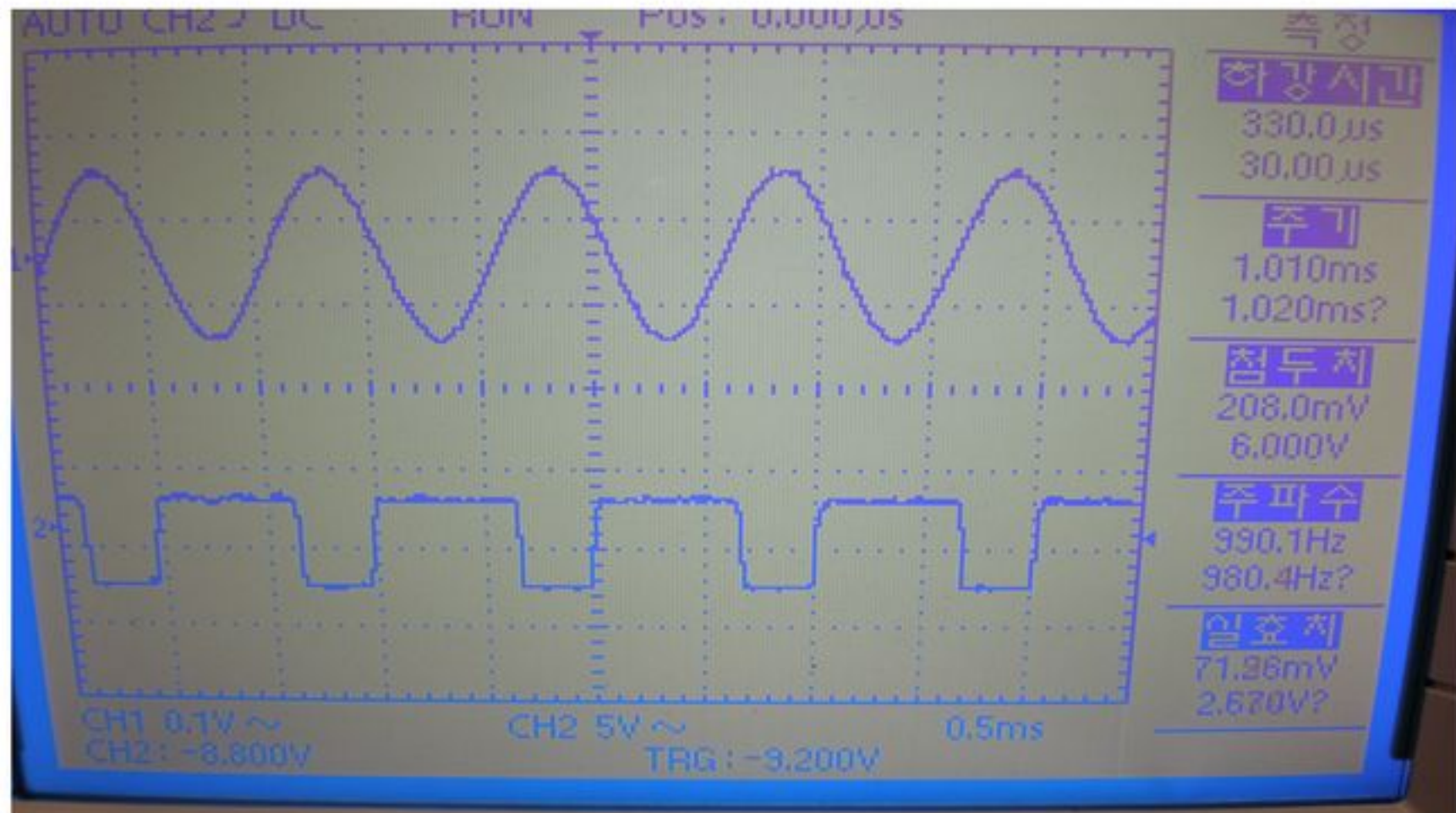
CH2 2V $\sim$

TRG: +0.960V

0.5ms

입력 $V_{PP}=200\text{mV}$ 일 때 스코프 5.8V

- $V_{CE} = 5.9\text{V}$ $I_B = 0.12\text{mA}$ $I_C = 3.70\text{mA}$



AUTO CH2 $\swarrow$ DC

RUN

Pos: 0.000 μ s

측정

하강시간

330.0 μ s?

30.00 μ s?

주기

1.010ms?

1.020ms?

첨두치

200.0mV

5.600V

주파수

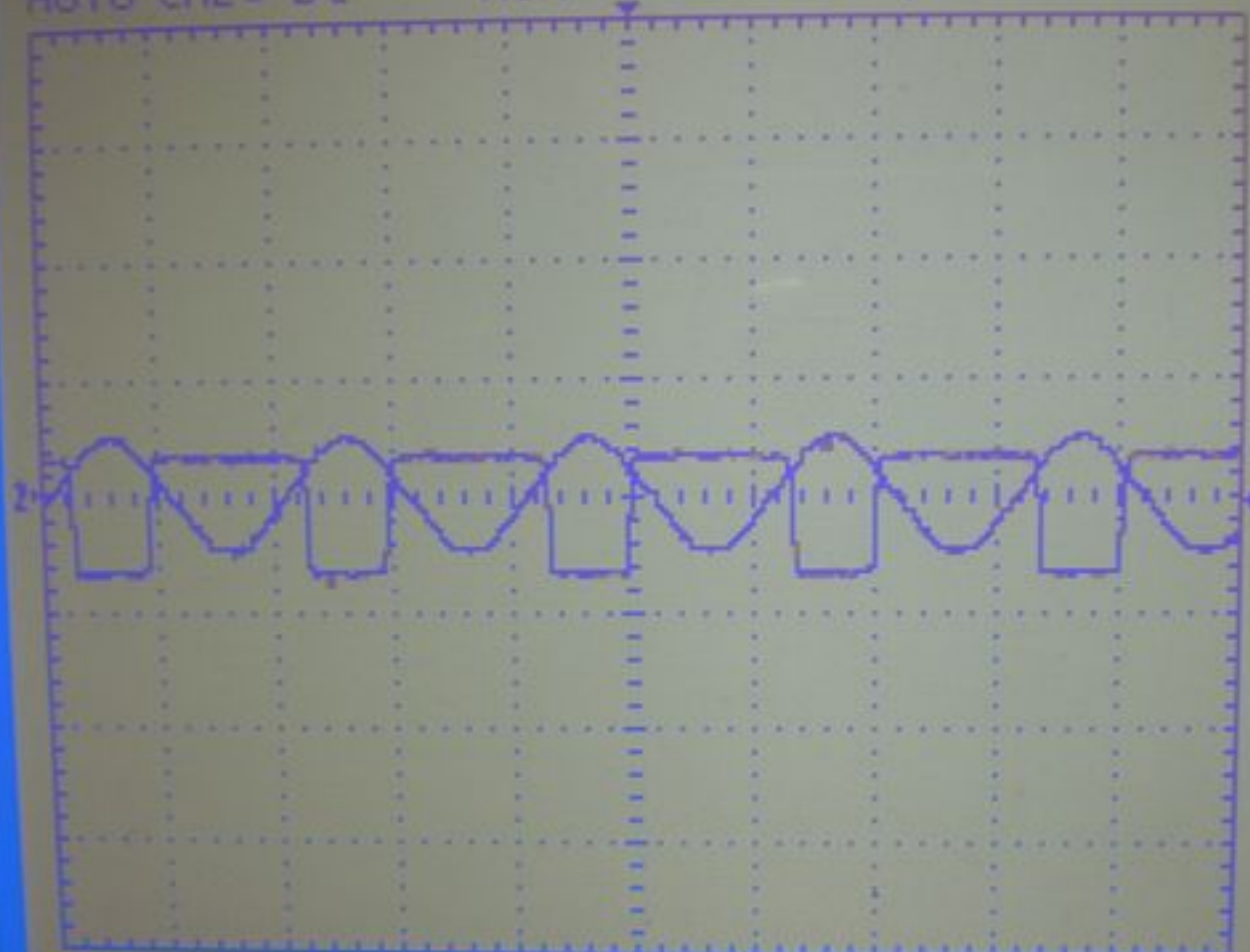
990.1Hz?

980.4Hz?

실효치

69.80mV?

2.263V?



CH1 0.2V ~

CH1: +8.000mV

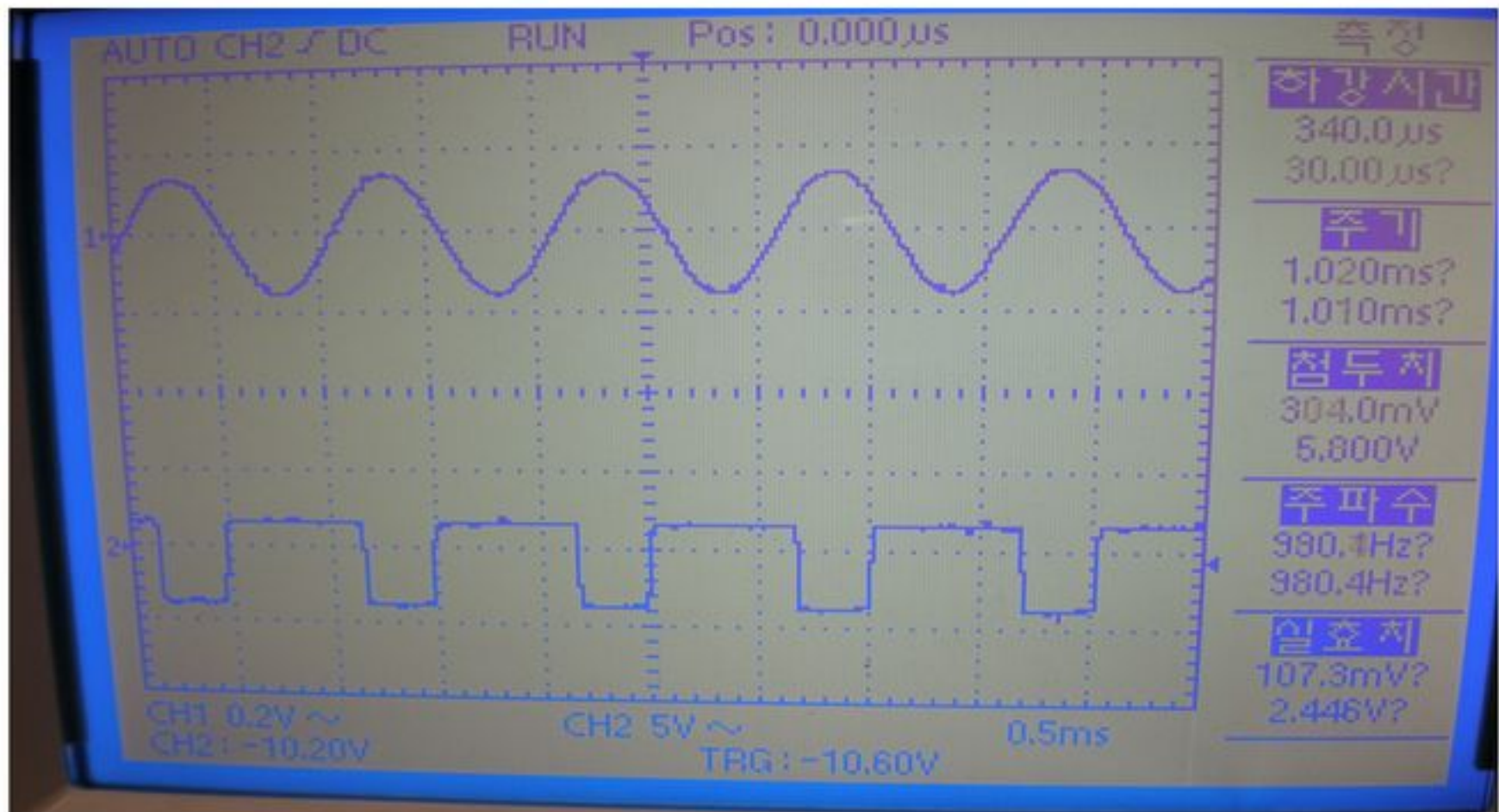
CH2 5V ~

TRG: -0.200V

0.5ms

입력 $V_{PP} = 300\text{mV}$ 일 때 스코프 5.8V

- $V_{CE} = 5.93\text{V}$ $I_B = 0.15\text{mA}$ $I_C = 3.72\text{mA}$



AUTO CH2 $\swarrow$ DC

RUN

Pos: 0.000 μ s

측정

하강시간

330.0 μ s

30.00 μ s?

주기

1.000ms?

1.010ms?

첨두치

296.0mV

5.800V

주파수

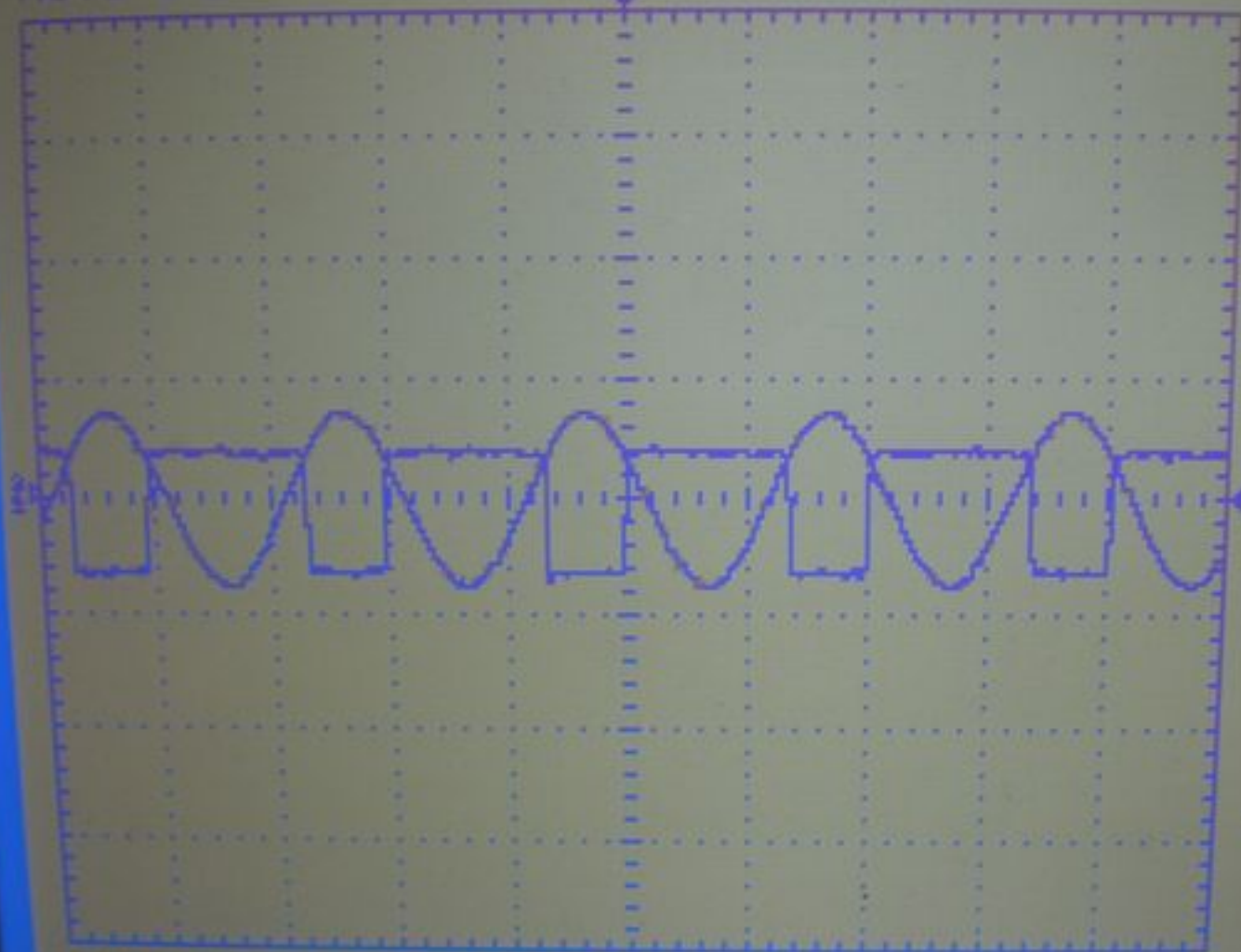
1.000kHz?

990.1Hz?

일차치

106.0mV?

2.542V?



CH1 0.2V ~

CH2: +0.400V

CH2 5V ~

TRG: +0.000mV

0.5ms

자료 출처

- 전자회로(I) 정동명 교수님 제
- 네이버 검색 및 블로그
- [http://analogic.sch.ac.kr/lecture_pds/chap5-1\(97\).hwp](http://analogic.sch.ac.kr/lecture_pds/chap5-1(97).hwp)
- [http://analogic.sch.ac.kr/lecture_pds/elec7th/chap9-1\(7th\).hwp](http://analogic.sch.ac.kr/lecture_pds/elec7th/chap9-1(7th).hwp)





이상으로 발표를 마치고

저희가 만든 간단한 증폭회로

발표가 있겠습니다^^

