

2주차

2016. 9. 7.

목차

- 생체신호란?
- 심전도 개요
- 심전도 전극법
- 차동증폭기(Differential amp)
- 계측증폭기(Instrumentation amp)

생체신호란?

- 신호(signal)의 정의

- 시간에 따라 물리적으로 변하는 정보(data)

- 생체신호의(biosignal) 정의

- 생물학적 현상에 대한 시간-공간의 정보
- Biological Event = Electrical + Chemical + Mechanical activity
- ex) 심음, 근육의 수축/이완

- 생체신호의 발생

- 신경(nerve)세포와 근(muscle)세포들이 생체신호를 발생 한다.
 - 전기 화학적(electrochemical) 변화 발생
- 활동 전위(Action Potential)
 - : Micro level → excited cell, Intracellular electrode
 - : Macro level → many excited cell, electric field, surface electrode

■ 생체신호의 난해함

- 신호의 크기가 굉장히 작다
- 노이즈(noise)에 약하다
 - 다른 신호에 의한 영향을 쉽게 받는다(신체 내부 / 신체 외부).

■ 생체신호의 획득 및 처리

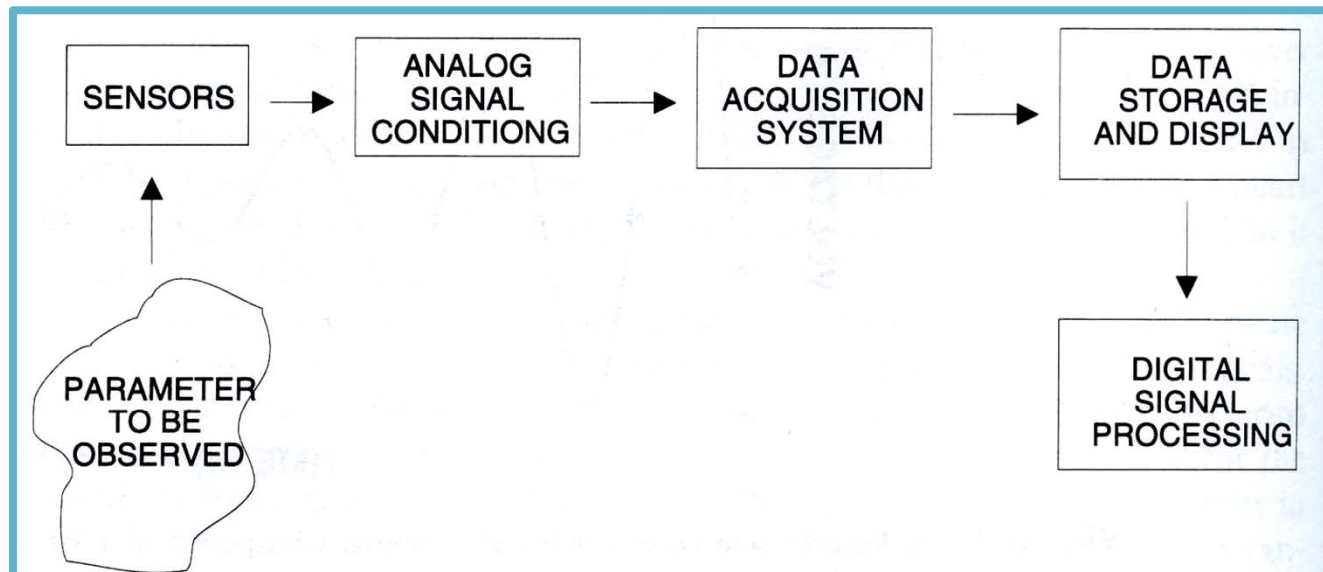
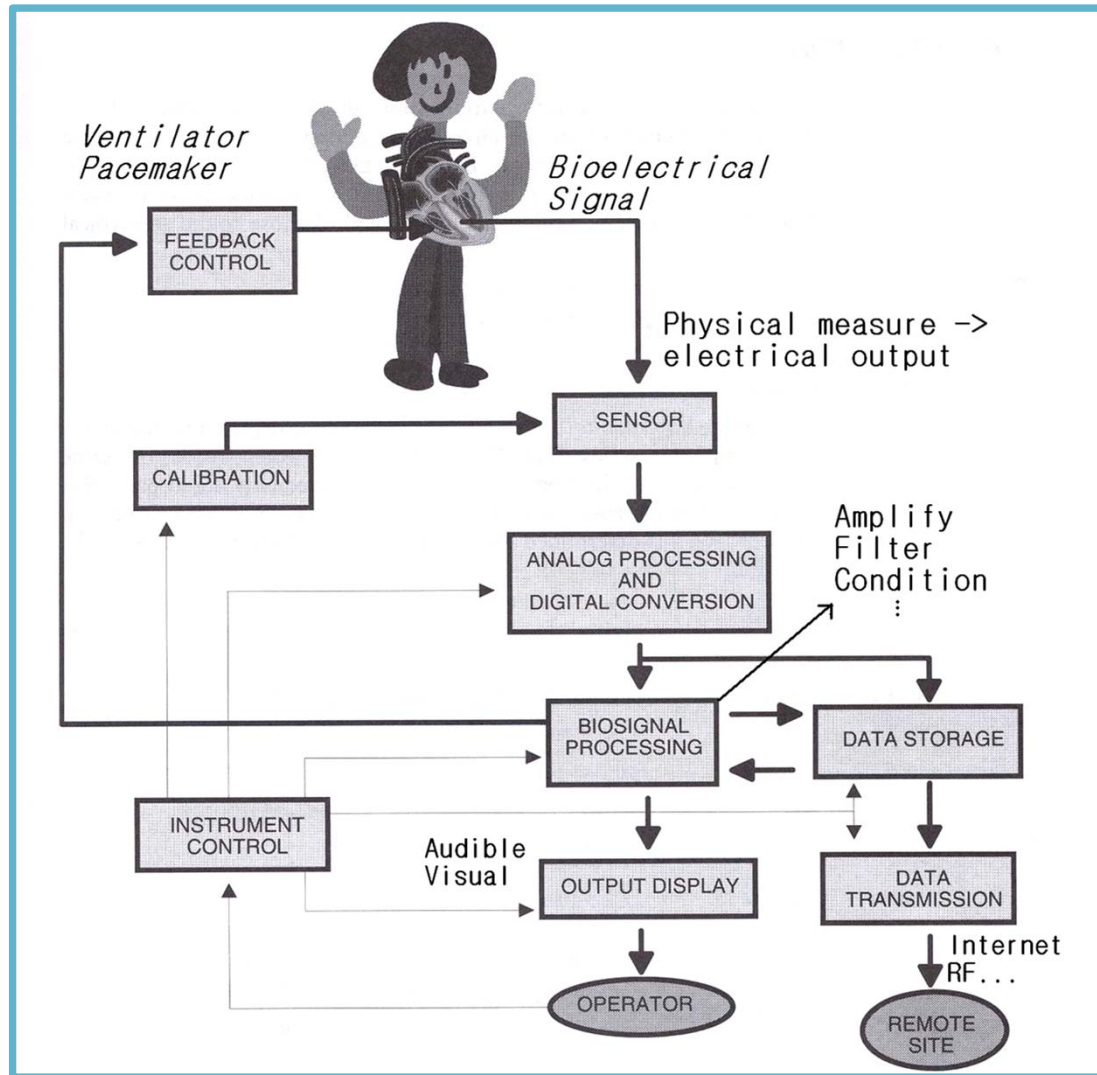


Fig. 6.4 Sensors adapt the signal that is being observed into an electrical analog signal that can be measured with a data acquisition system. The data acquisition system converts the analog signal into a calibrated digital signal that can be stored. Digital signal processing techniques are applied to the stored signal to reduce noise and extract additional information that can improve understanding of the physiological meaning of the original parameter.



Thick Line : Signal Path
 Thin Line : Instrument Control

1. 측정 대상(measurand)

- 어떤 것을 측정할 것인가....

2. 센서(sensor)

- 물리화학적인 측정량을 전기적 출력으로 변환

3. 신호처리

- 출력을 필요에 맞게 적절하게 처리
- 증폭, 감쇄, 여과 등

4. 저장 및 통신

- 향후 사용 및 데이터 분석

5. 출력표시

- 출력 신호 표시
- 분석 결과의 제시

6. 시스템제어

- 컴퓨터 기반, 상태 및 정상 동작 제어
- 기타 유용한 기능

7. 기타

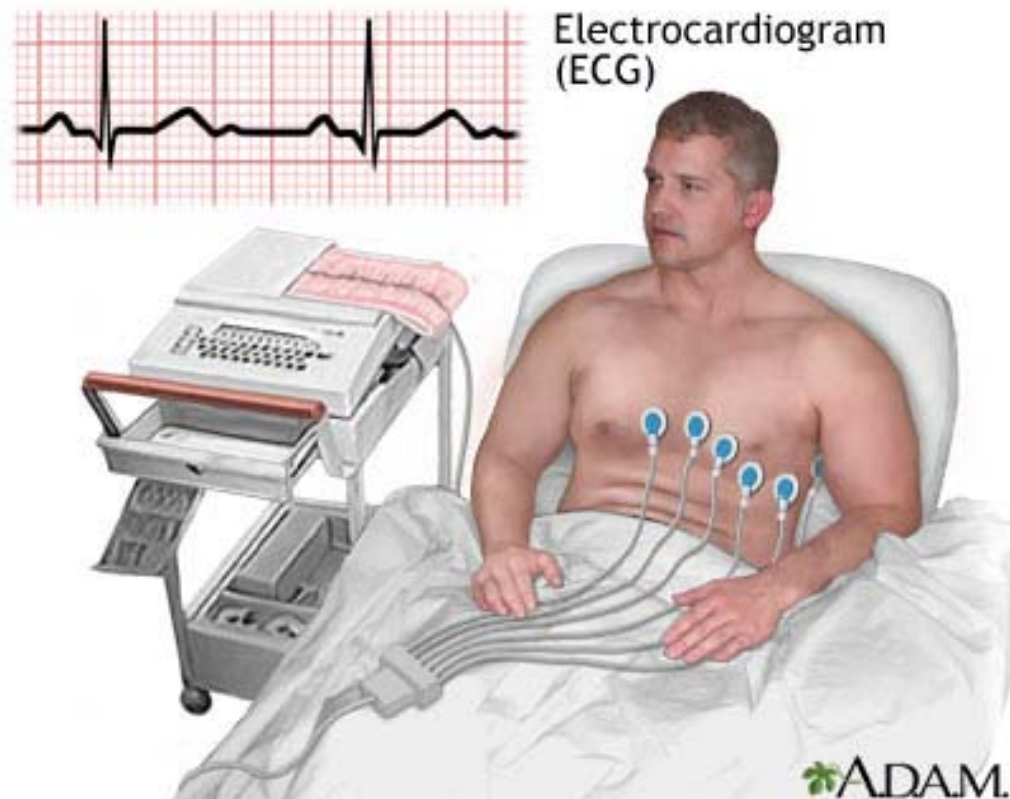
- 보정(calibration)

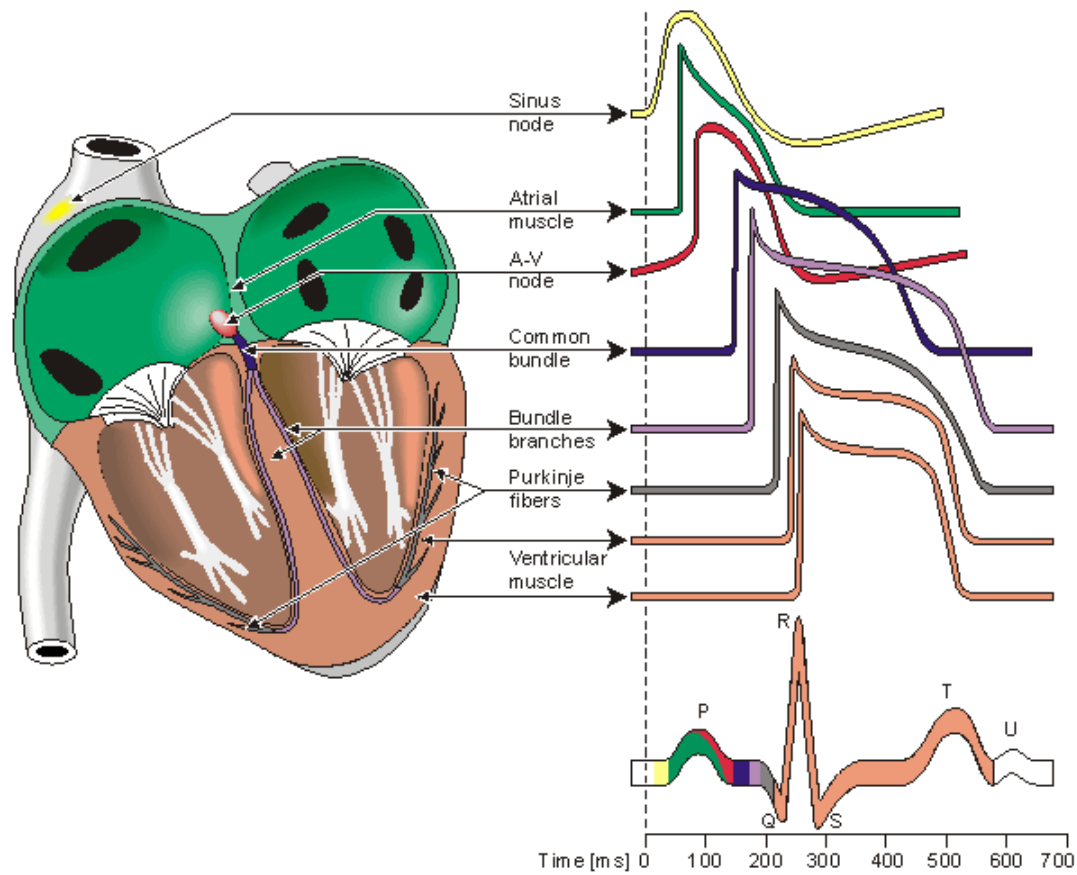
- 계측 특성의 평가 척도

1. 정확도(accuracy)
2. 정밀도(precision)
3. 해상도(resolution)
4. 감도(sensitivity)
5. 선형성(linearity)
6. Drift
7. 입력 임피던스(input impedance)

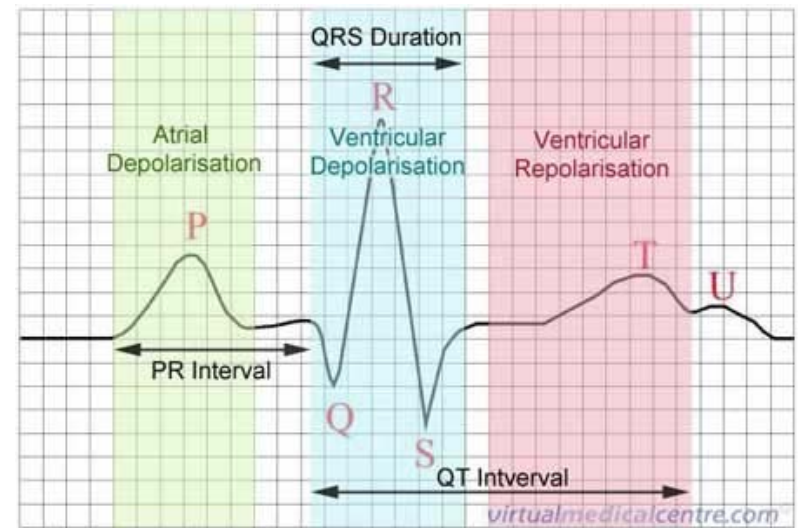
심전도 개요 (ECG, Electrocardiogram)

- 심장의 수축, 이완에 따른 활동 전류를 기록
 - 심장의 생체 전기현상에 대한 곡선, EKG라고도 한다.
 - 정상인 경우 P,Q,R,S,T파가 명확히 나타난다. → 심장 질환 진단에 활용





심장 사이클에 대한 전기신호



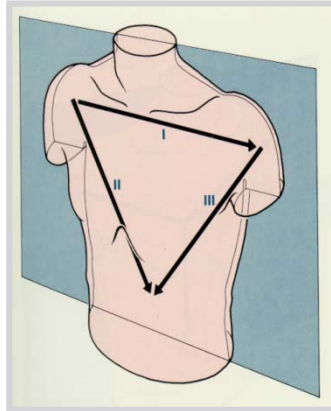
정상 심전도 파형

TABLE 2.1 Frequency Ranges of Various Biopotential Signals

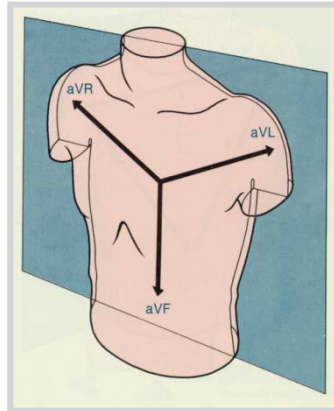
Application	Frequency Range	
Action potentials detected with transmembrane pipette electrodes	dc–2 kHz	
<i>Electroneurogram</i> (ENG): nerve bundle potentials detected with needle electrode	10 Hz–1 kHz	
<i>Electroretinogram</i> (ERG): potentials generated by retina in response to a flash of light; detected with implanted electrodes	0.2–200 Hz	
<i>Electrooculogram</i> (EOG): eye potentials used to measure eye position; detected with surface electrode pairs: left/right and above/below eyes	dc–100 Hz	
<i>Electrogastrogram</i> (EGG): stomach potentials detected with surface electrodes placed on abdomen	0.01–0.55 Hz	
<i>Electroencephalogram</i> (EEG): rhythmic brain potentials detected with surface electrodes placed on head	Delta waves	0.5–4 Hz
	Theta waves	4–7.5 Hz
	Alpha waves	7.5–13 Hz
	Low beta waves	13–15 Hz
	Beta waves	15–20 Hz
	High beta waves	20–38 Hz
	Gamma waves	38–42 Hz
	Visual evoked potential (VEP)	1–300 Hz
	Auditory evoked potential (AEP)	100 Hz–3 kHz
	Somatosensory evoked potential (SSEP)	2 Hz–3 kHz
<i>Electrocardiogram</i> (ECG): heart potentials detected with surface electrodes placed on chest, back, and/or limbs	Heart rates (R-R intervals)	0.5–3.5 Hz
	R-R variability due to thermoregulation	0.01–0.04 Hz
	R-R variability due to baroreflex dynamics	0.04–0.15 Hz
	R-R variability due to respiration	0.15–0.4 Hz
	P,QRS,T complex	0.05–100 Hz
	Ventricular late potentials	40–200 Hz
	Bandwidth requirement for clinical ECG/rate monitors	0.67–40 Hz
	Intracardiac electrograms	10 Hz–1 kHz
	Monophasic action potentials (MAPs)	dc–2 kHz
	Surface EMG	2–500 Hz
<i>Electromyogram</i> (EMG): muscle potentials detected with surface electrodes or indwelling needle electrodes	Motor unit action potentials	5 Hz–10 kHz
	Single fiber electromyogram	500 Hz–10 kHz
<i>Galvanic skin response</i> (GSR): battery potentials produced by sweat on skin electrodes	dc–5 Hz	

생체신호의 주파수 범위

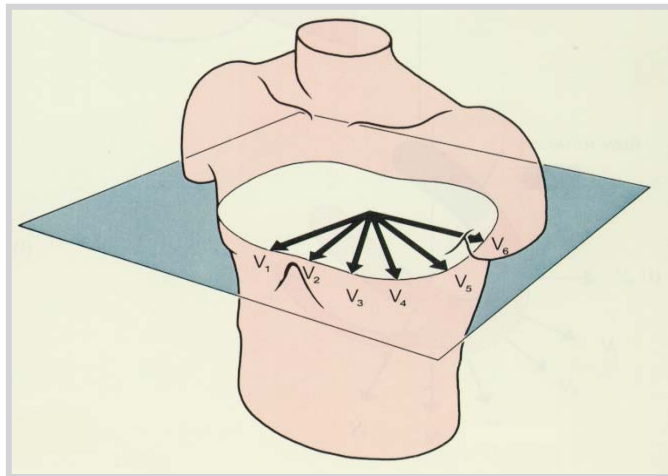
심전도 전극법



표준사지리드



증폭사지유도



흉부유도

1. 표준 사지 리드(Standard Lead)

- 1) Lead I : 오른팔 (-)과 왼팔(+) 사이
- 2) Lead II : 오른팔(-)과 왼발(+) 사이
- 3) Lead III : 왼팔(-)과 왼발(+) 사이

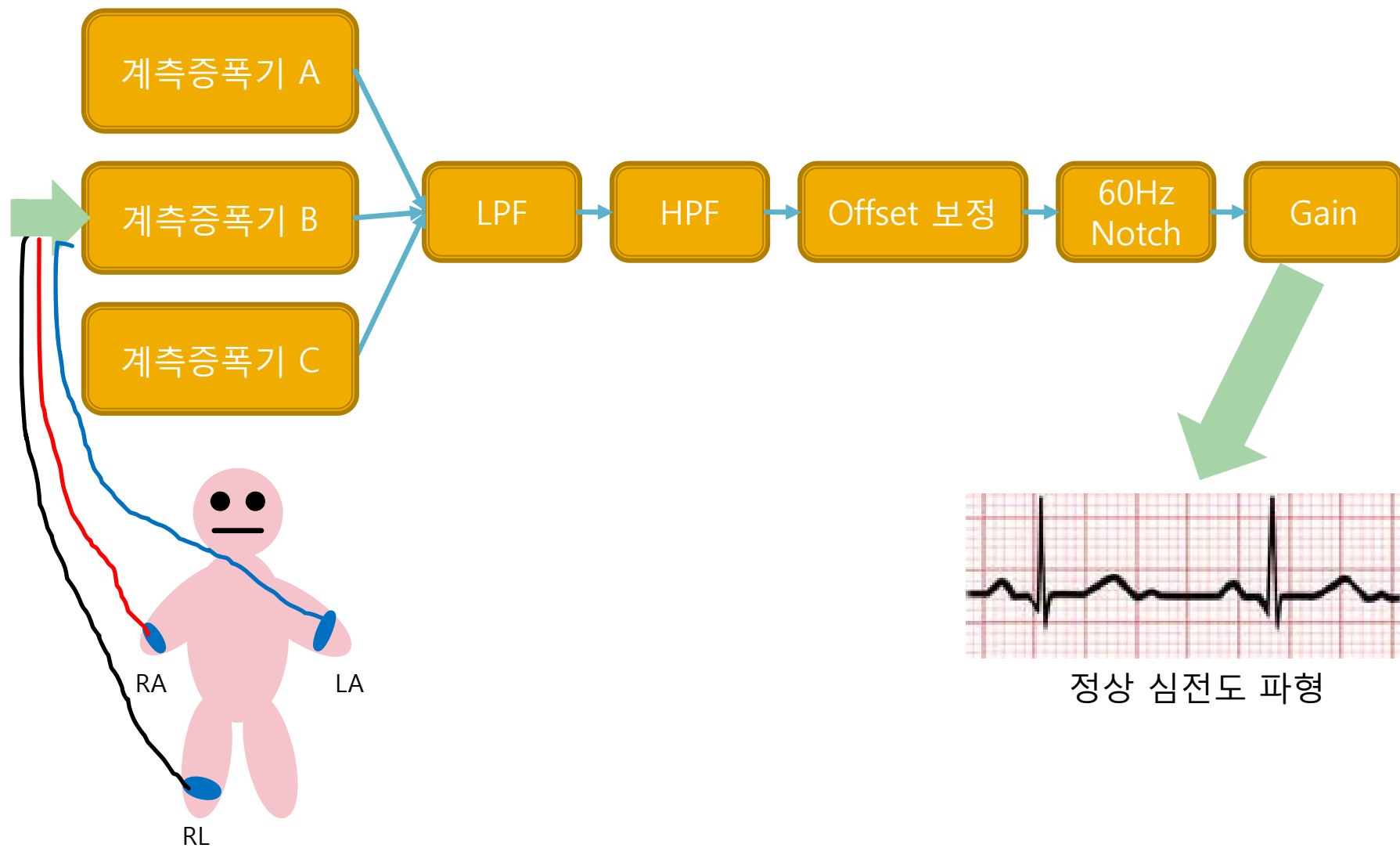
2. 증폭 사지 유도(Augmented Lead)

- 1) aV_R : 오른손(-)
- 2) aV_L : 왼손(-)
- 3) aV_F : 왼발(+)

3. 흉부유도(Precordial Lead)

- 1) V_1 : 제 4늑간, 흉골우연
- 2) V_2 : 제 4늑간, 흉골좌연
- 3) V_3 : V_2 와 V_4 의 중간
- 4) V_4 : 제 5늑간 - 좌측쇄골 중간선
- 5) V_5 : 제 5늑간 - 좌측전방 겨드랑선
- 6) V_6 : 제 5늑간 - 좌측중간 겨드랑선

심전도 증폭기 구성 (ECG Amplifier)



■ 계측증폭기 (Instrumentation Amplifier)

- 차동증폭기(differential)를 기본으로 하며, 이득(=증폭도, gain)을 쉽게 조절할 수 있고, 높은 동상신호 제거비(CMRR)를 가진다.

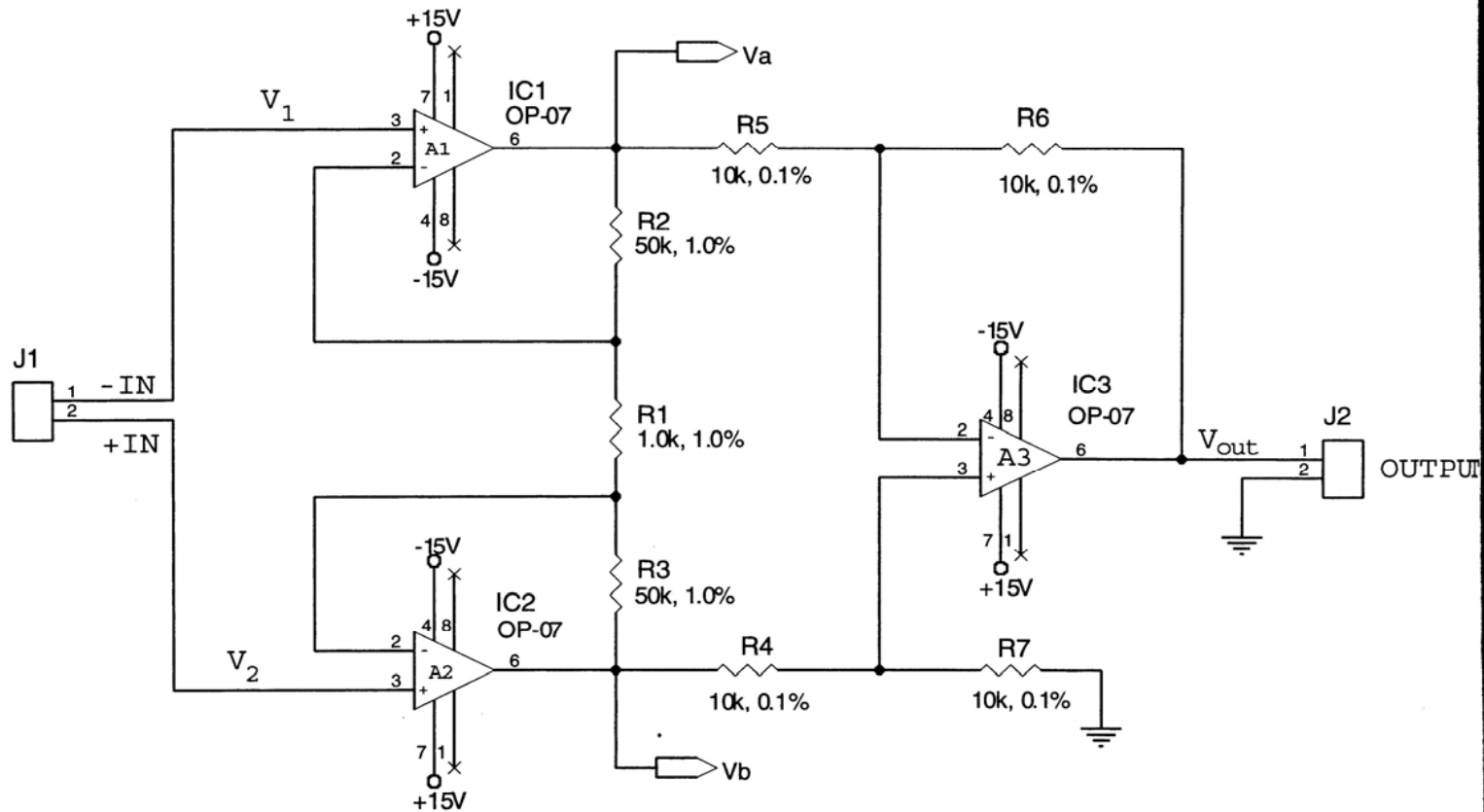
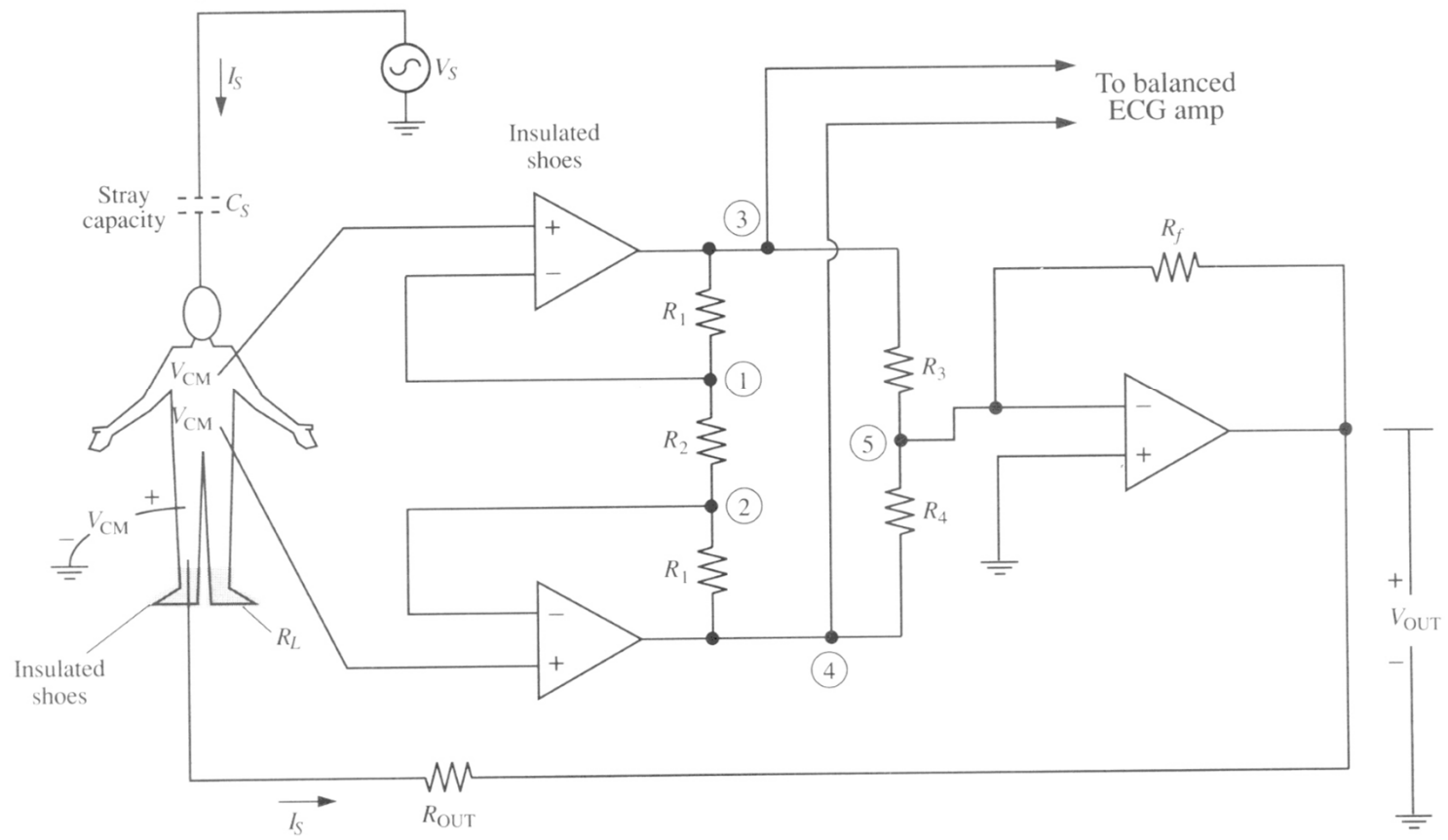


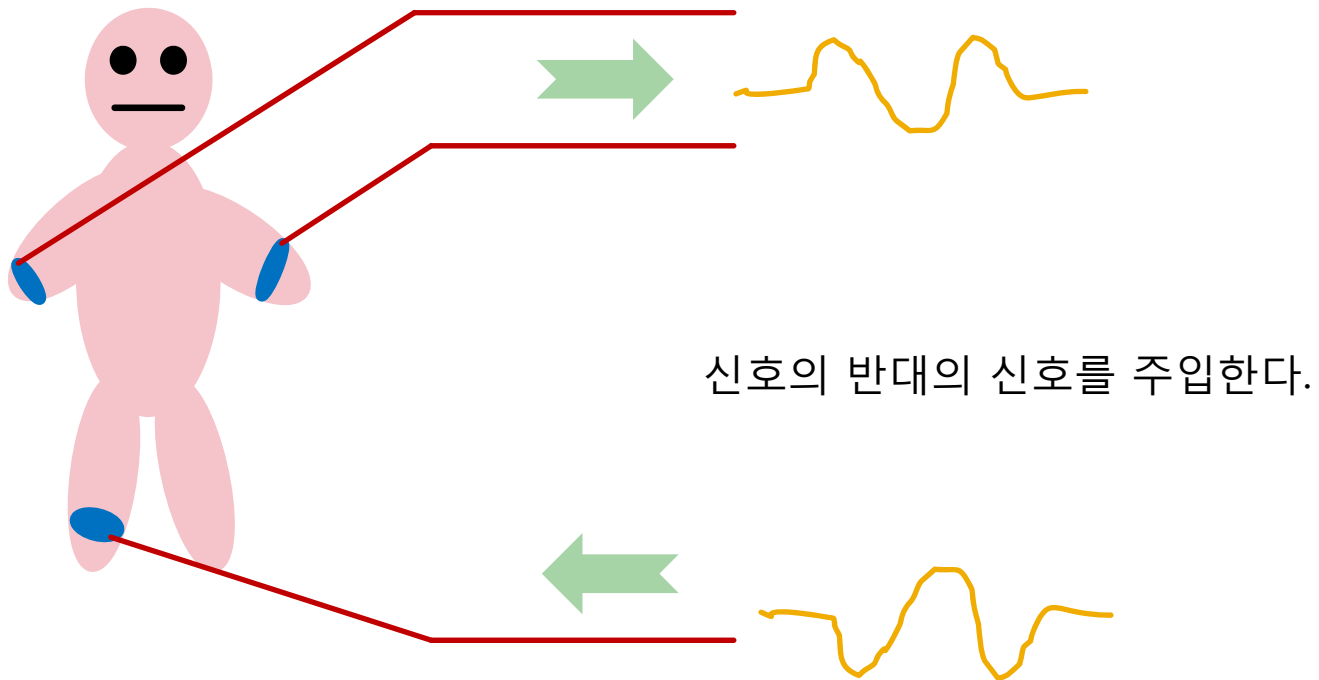
Figure 1.26 Op-amp instrumentation amplifier.



인체와 계측 증폭기의 접속

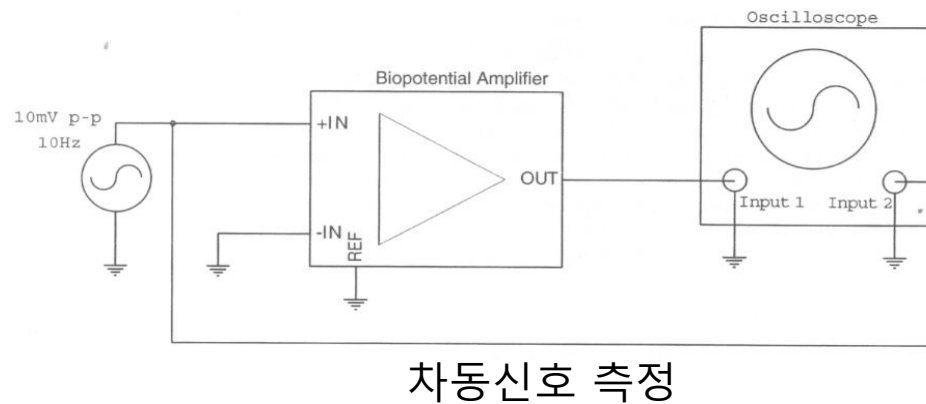
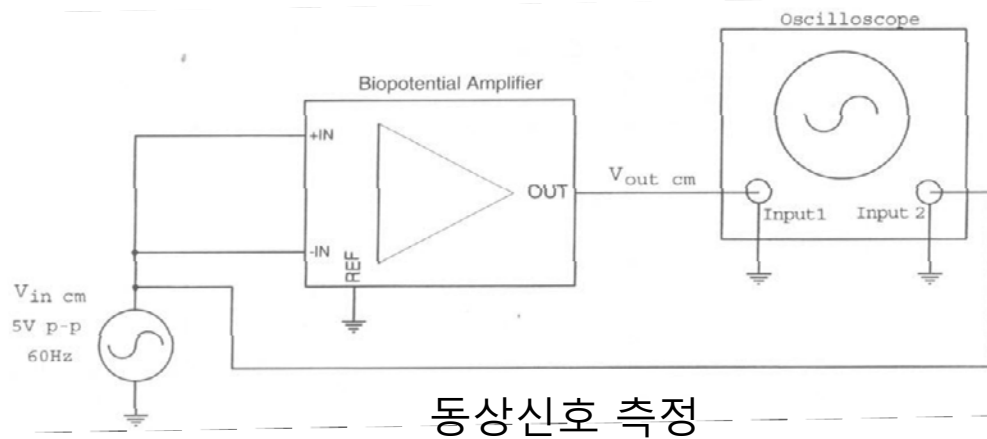
■ 오른다리 구동 (Right Leg Drive)

- 회로의 노이즈에 대한 영향을 최소화.
- 환자를 효과적으로 접지 시키는 방법.



■ 동상 신호의 제거 (CMRR : Common Mode Rejection Ratio)

- 원하는 신호를 얻기 위해서는 동상 신호는 감쇄 시키고, 차동신호만 증폭해야 한다.
- 미약한 생체 신호를 얻기 위해서는 높은 CMRR이 요구 된다.



$$CMRR = \frac{A_{diff}}{A_{CM}}$$

■ 계측증폭기 AD620 (Instrumentation Amp)

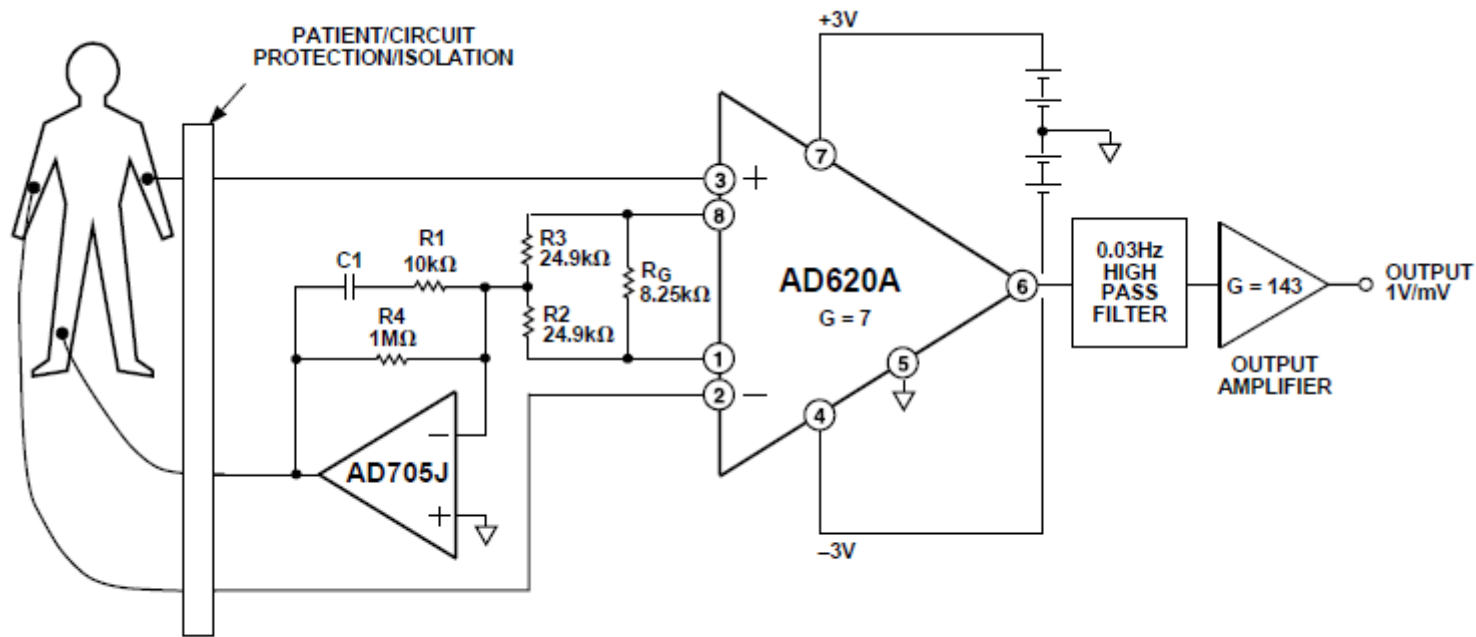
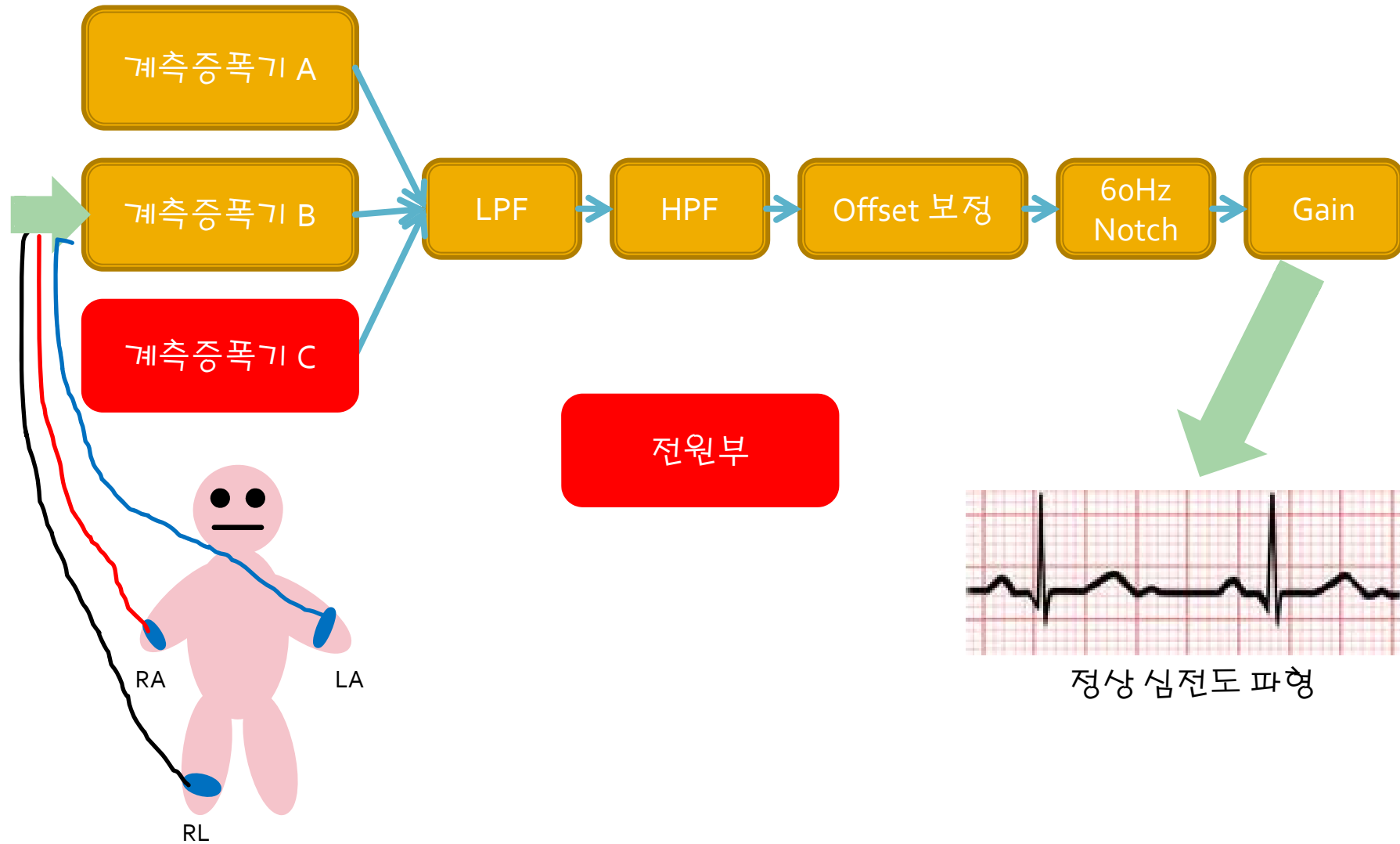


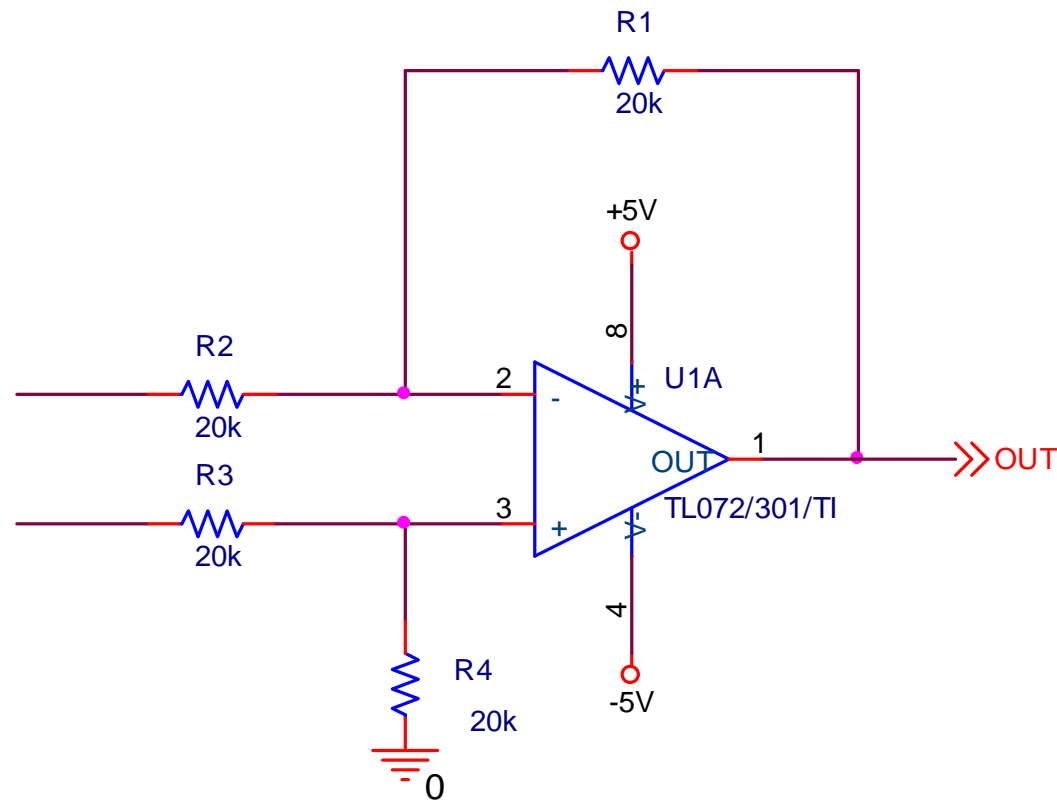
Figure 36. A Medical ECG Monitor Circuit

CMRR $\rightarrow 10^5$ 이득 설정 $\rightarrow G = \frac{49.4 \text{ k}\Omega}{R_G} + 1$

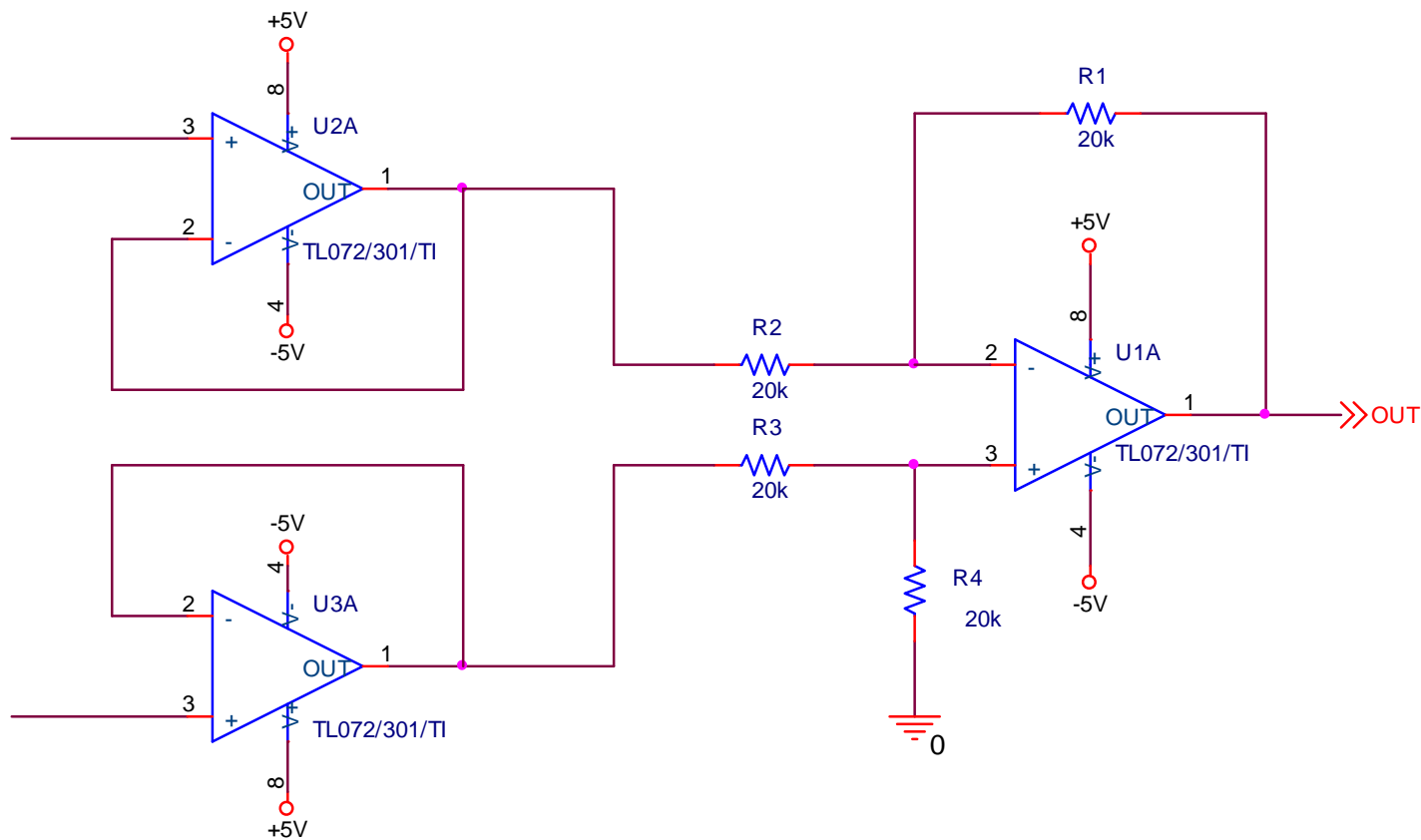
오늘의 실험 회로



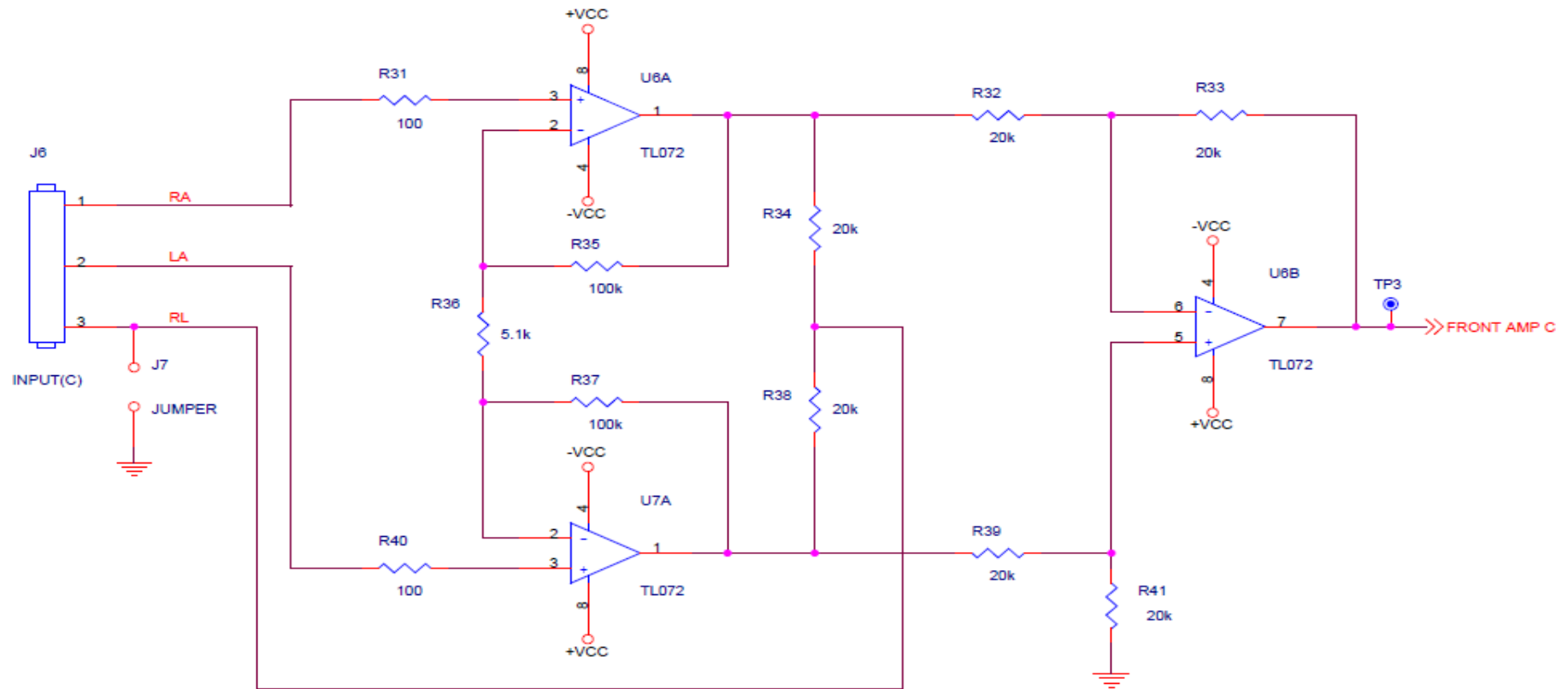
- 오늘의 실험 회로 1
 - Differential amplifier



- 오늘의 실험 회로 2
 - Buffered input differential amplifier



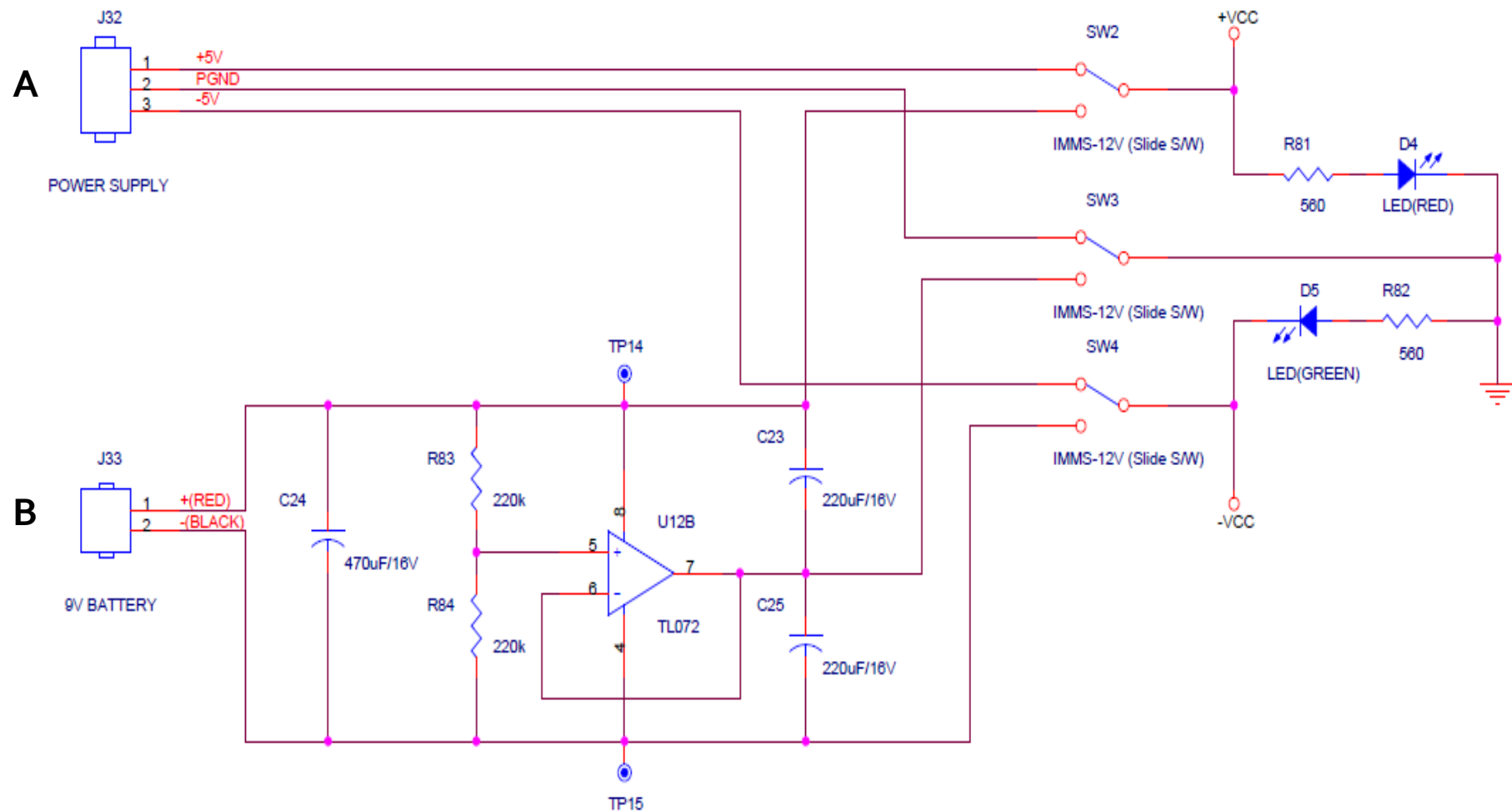
■ 오늘의 실험 회로 3 – ECG Front(C)



<Input Dimension>

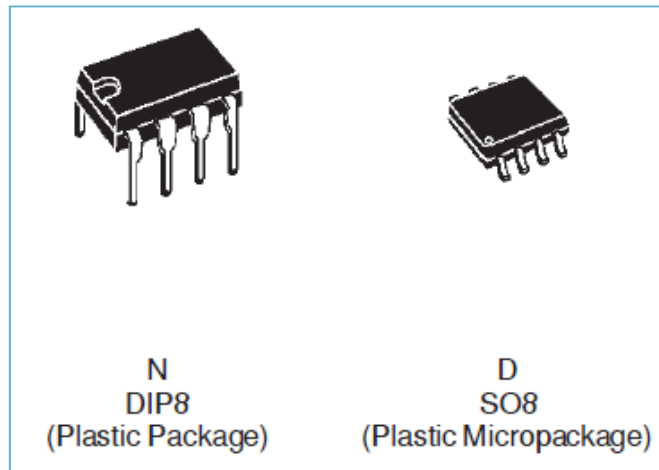
RA : Right Arm
 LA : Left Arm
 RL : Right Leg

■ 오늘의 실험 회로 4 - 전원부

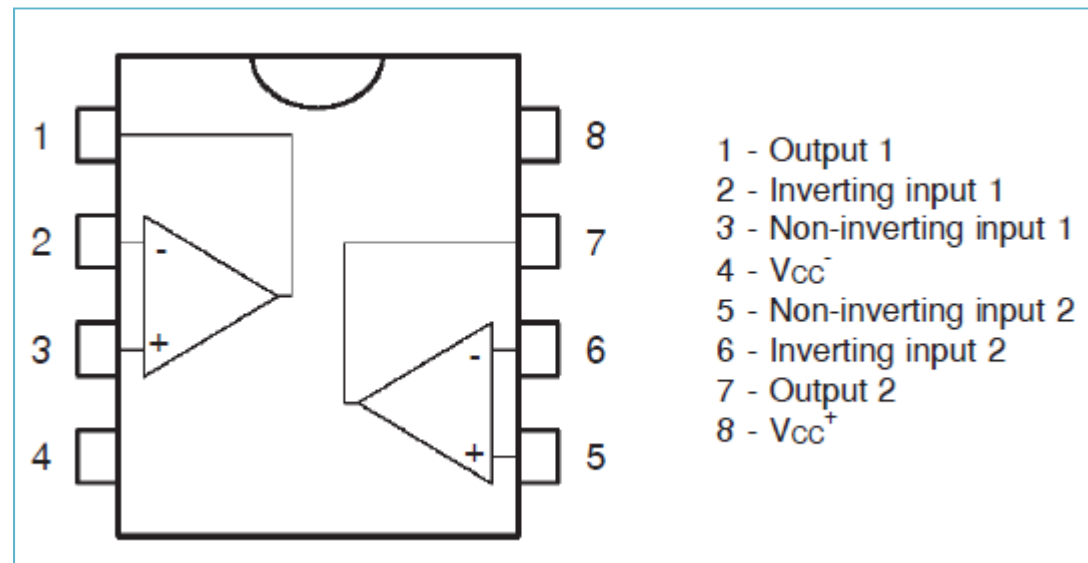


■ TL072

- LOW NOISE J-FET DUAL OPERATIONAL AMPLIFIERS



부품의 외형
(package type)



PIN Connections (PIN map)

■ 오늘의 실험

1. Bread board 실험

- 1-1. 전원 전압은 power supply를 이용하여 $\pm 5V$ 를 공급한다.
- 1-2. ECG Front AMP C를 bread board에 구현하고, 차동 전압 이득 A와 동상전압 이득 A_{CM} 을 측정하고, CMRR을 계산한다.

2. 만능기판 납땜

- 2-1. 전원부 A를 납땜하고 두 개의 LED 가 ON 되는지 확인한다.
- 2-2. ECG Front AMP C를 납땜하고, 차동 전압 이득 A와 동상전압 이득 A_{CM} 을 구하고 CMRR을 계산한다.
- 2-3. Bread board 와 만능기판의 CMRR 결과를 비교해본다.

3. ECG Front AMP C에 대한 Pspice simulation 복습 해 보기

오실로스코프 필수!!

■ Report

오실로스코프 필수!!

1. 오늘의 실험 완성

1-1. 전원부 완성!

1-2. ECG Front C 완성!

1-3. 3가지 회로에 대한 A 와 A_{CM} 으로 CMRR을 계산하시오.

2. Filter study

2-1. Filter 에 대하여 조사해 올 것.

2-2. LPF, HPF, BSF, BPF 에 대하여 각각 조사해올 것.

3. Pspice simulation

: LPF 에서 F_c 가 100Hz, 1kHz, 10kHz 일 때의
frequency response 에 대한 결과를 관찰할 것!!!

(이때 저항 및 커패시터 값의 설정은 F_c 에 맞게 자유롭게 선정 할 것.)