

2007 년 1 학기 생체계측 1 중간고사

각 문제 20 점

- (1) 두 개의 전극이 KCl 용액에 넣어져 있다. 두 전극 사이에 dc 전원을 연결하여 전압을 인가하고, 전류를 측정할 때, 양극 및 음극에서 발생하는 현상을 기술하시오.
- (a) Pt 전극
 - (b) Ag/AgCl 전극
 - (c) 전극-전해질 인터페이스의 전기회로모델을 도시하고, 위의 두 종류의 전극의 특성이 어떻게 다른지 전기회로모델에 포함된 dc 전원 및 소자 값들로 설명하시오.

- (2) 압력을 측정하는 계측기를 제작하여 입력(압력)과 출력(전압) 사이의 관계식을 구하고자 한다. 실험을 통하여 입력(압력, P)과 출력(전압, V) 사이의 관계를 측정하여 다음과 같은 표를 얻었다.

입력(P)	출력(V)
P_1	V_1
P_2	V_2
\vdots	\vdots
P_N	V_N

- (a) $V = a \times P^2 + bP + c$ 의 2 차식으로 입력과 출력의 관계를 표현하고자 한다. 최소자승오차법을 사용하여 변수 행렬 $[a \ b \ c]^T$ 를 결정하시오.
 - (b) 데이터의 개수 N 은 몇 개 이상으로 하여야 하는지 정하고, 이유를 설명하시오.
- (3) Cl^- 이온 만을 투과하는 반투막을 가진 가상적인 세포의 내부와 외부에는 서로 농도가 다른 KCl 용액이 채워져 있다. 세포막 내부와 외부에서의 Cl^- 이온의 몰 농도는 각각 $[Cl^-]_{in}$ 과 $[Cl^-]_{out}$ 으로 표기한다.
- (a) 세포막의 내부와 외부 사이의 전위차를 표현하는 식을 구하시오.
 - (b) $[Cl^-]_{out} = 10 \times [Cl^-]_{in}$ 일 때, 세포막 안과 밖의 이온 분포를 도시하고, 막전위의 극성을 표시하시오.

- (4) $Z = Z \angle \theta = R + jX$ 인 임피던스를 가지는 2-단자 소자가 있다. 이 소자에 $i(t) = I \sin(2\pi \times 1000t)$ 의 전류를 주입하고, 양단 사이에 유기되는 전압 $v(t)$ 를 측정하였다.
- $v(t)$ 를 수식으로 표현하시오.
 - $v(t)$ 로부터 Z 의 실수부 R 과 허수부 X 를 모두 측정하기 위해 **phase-sensitive demodulation** 을 하려고 한다. 구성도를 도시하고, 원리를 설명하시오.
- (5) 피부에 부착한 한 쌍의 전극 사이에서 측정하는 근전도 신호는 최대 크기가 $\pm 1\text{mV}$ 이고, 10Hz 부터 1kHz 의 주파수 성분을 가지는 경우가 발생하였다. 이러한 근전도를 측정하는 생체전위증폭기를 설계하고자 한다. Dc 전원은 $\pm 12\text{V}$, 연산증폭기의 포화전압은 $\pm 10\text{V}$, 증폭기의 출력에 연결된 ADC의 입력 범위는 $\pm 5\text{V}$ 이다. 두 전극 사이에 발생하는 dc offset 전압(접촉 전위)은 최대 $\pm 300\text{mV}$ 이다.
- ADC 입력범위 전체를 사용할 수 있도록 전압이득을 결정하여 증폭기 회로를 설계하고, 각 소자의 값을 명시하시오.
 - 증폭기의 주파수 전달함수의 크기(magnitude response)를 도시하시오.
 - 위상왜곡이 발생하지 않기 위해서는 주파수 전달함수의 위상(phase response)이 어떻게 되어야 하는가?
 - 증폭기의 주요 부분에서 신호의 파형을 도시하시오.
 - 12-bit 의 ADC 를 사용하는 경우에, ADC 자체의 해상도를 유지하기 위해서, 증폭기의 출력에서 허용할 수 있는 잡음의 최대 크기를 구하시오.
 - 위 (e)의 경우에, 이 증폭기의 측정 오차를 $\pm \text{몇} \% \text{ FS}$ 로 표현하시오.