

NPN-BJT Preamp KIT Manual

A. 목적 및 이론

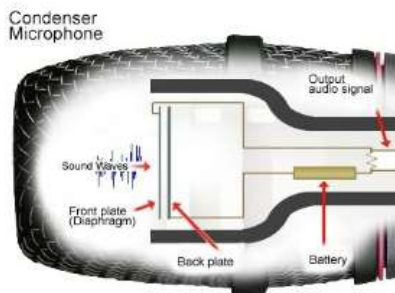
A0. 목적

마이크는 물리적인 음성신호를 전기적인 신호로 변환한다. 이때 마이크가 출력하는 신호는 수십 mV로 작아서, 신호를 처리하려면 증폭이 불가피하다. 마이크 신호를 증폭하는 데 **프리앰프 회로**를 사용하며, 이 Manual에서는 **npn-BJT**를 이용한다.

*본 회로도는 [Practical Electronics for Inventors]에 탑재된 회로도입니다.

A1. 이론

(1) 콘덴서 마이크



콘덴서 마이크로폰은 정전 용량형이다. 각종 원리의 마이크로폰 중에서 기계적으로 가장 단순하면서도 음질이 가장 좋은 마이크로폰이다. 그림에서 볼 수 있듯이 후면에 고정된 전극판이 있고, 음압에 따라 반응하는 다이어프램이 있는 전면의 진동판으로 구성되어 있다. 진동판이 음압에 따라 움직이게 되면 양극 사이의 거리변화에 의한 전기 용량변화로 전압이 발생하는 원리이다.

따라서 여기서 핵심부품은 다이어프램이다. 다이어프램은 음압을 변위로 변화시켜서 움직이는 판의 역할을 한다. 음압에 따라 움직이는 다이어프램의 무게는 매우 가벼워 고음특성이 좋고 음색도 섬세하다. 반면 전극 사이가 가까워 온도와 습도 등에 취약하고 충격에도 약하며 가격이 비싸고 두 전극 사이에 형성된 전하로부터 출력을 얻기 위해 직류 외부전원이 반드시 필요하다.

** 키트 제작에 참고한 회로도의 마이크는 일렉트릿 마이크이다. 하지만 본 동아리에서는 잡음 최소화를 위해 콘덴서 마이크를 사용한다.

일렉트릿 마이크는 콘덴서 마이크와 원리가 비슷하며, 강한 전기장을 인가하여 잔류 영구전하를 갖는 멤브레인 (일렉트릿)이 부착된 다이어프램이 소리에 의해 진동할 때 고정된 back-plate와의 간격 변화에 따른 정전 용량의 변화량을 측정하여 소리를 감지한다.



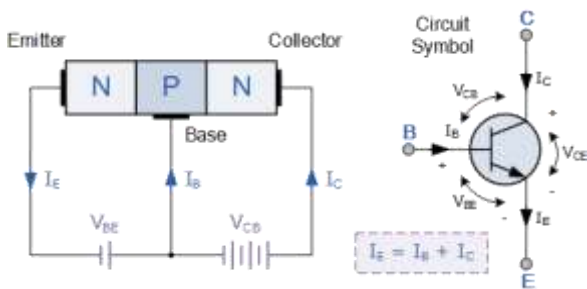
일렉트릿 마이크는 빠른 응답 속도와 넓은 주파수 응답 범위를 가지고 있으나, 음질이 좋지 않다. 반면 콘덴서 마이크는 민감한 음향 성능과 낮은 잡음을 제공한다. 따라서 콘덴서 마이크로 선정한다.

(2) 프리앰프(Pre-Amplifier)

프리앰프는 소리의 원하는 부분만 증폭/수음할 수 있게 해 주는 회로장치이다. 소리를 받아 출력하기 전 단계에 설치되어 음성 신호를 처리한다. 음성신호를 수음하는 과정에서 발생할 수 있는 대표적인 문제는 화이트 노이즈와 오디오 언밸런스 문제인데, 이 문제를 해결하는 것 또한 프리앰프 회로가 담당한다.

대부분의 오디오 어플리케이션에서 'Preamp'라는 용어는 제어증폭기를 나타낸다. 입력 선택, 레벨 제어, 게인 및 임피던스와 같은 기능을 제어하는 데 사용된다. 몇 가지 간단한 마이크 프리앰프 회로 중 하나를 다음 페이지에 소개하겠다.

(3) NPN-Transistor



NPN 트랜지스터는 전자 소자의 일종으로, Emitter, Base, Collector 세가지 단자로 이루어져 있다. 이 세 단자들이 트랜지스터의 동작을 제어하고 전류를 흐르게 한다.

Emitter은 무엇을 내보낸다는 뜻으로, NPN에서는 전자를 내보내고, PNP에서는 정공을 내보낸다.

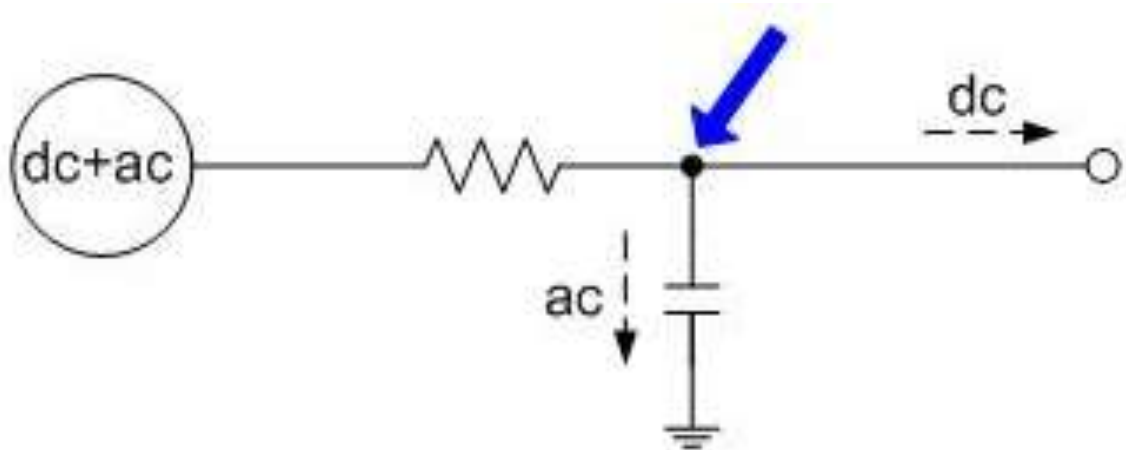
Collector은 무엇을 모은다는 뜻으로, Emitter에서 나온 전자 혹은 정공을 모은다. N형에 (+), P형에 (-) 즉 역방향 전압을 걸면 P형에 있던 정공들이 (-)전압 쪽으로 이동하고, N형의 전자는 (+)쪽으로 이동하여 공핍층이 커지면서 전류가 흐르기 어렵게 된다.

반면 전압의 방향을 바꾸어 순방향 전압을 걸면 P형의 정공은 (+)에 의해 반발하며 N형 쪽으로 이동하고, N형의 전자는 (-)전압에 의해 서로 반발하여 P형 쪽으로 이동하며 결국 전류가 흐르게 되는 원리이다.

(4) 커패시터의 노이즈 제거 원리-Bypass Capacitor

바이패스 커패시터는 아날로그 회로에서 노이즈 신호를 제거하는 데 효과적이다.

고주파 노이즈는 전기 회로에서 발생하는 불필요한 신호로, 회로 동작에 영향을 줄 수 있다. 바이패스 커패시터는 이러한 고주파 노이즈를 제거하기 위해 사용된다. 커패시터는 고주파 신호를 흡수하고 통과시키는 특성을 가지고 있어, 회로에서 발생한 고주파 노이즈를 흡수하여 제거한다.

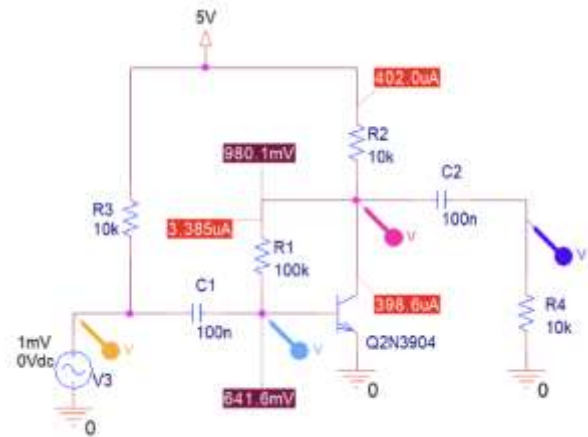
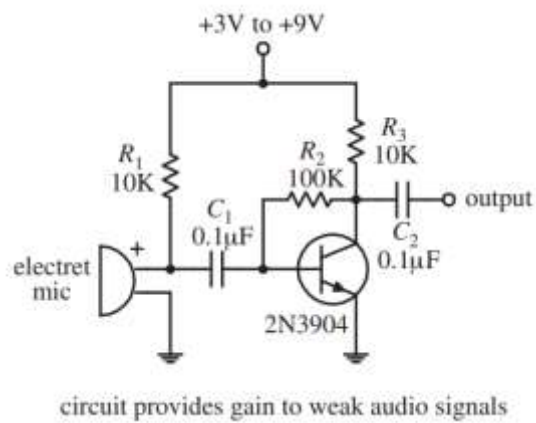


직류 성분은 신호에 포함된 일정한 전압 레벨을 의미하며, 이는 회로 동작에 영향을 줄 수 있다. 바이패스 커패시터는 직류 성분을 차단하고, 전압의 안정성을 유지하여 회로 동작에 영향을 최소화한다.

일반적으로 바이패스 커패시터는 저항과 병렬로 연결되어 사용된다. 이를 통해 고주파 노이즈나 직류 성분을 효과적으로 제거하고 회로의 안정성을 향상시킬 수 있다.





B. 키트 회로 및 구성품

B0. 키트 회로도



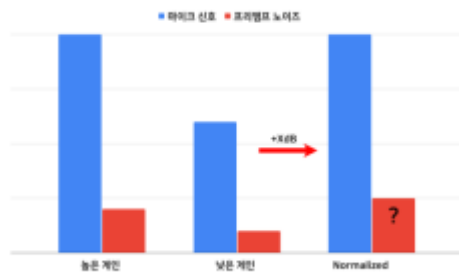
기호	명칭	역할
V3	MICROPHONE	마이크
R1	RESISTOR	Base 저항: Base에 Bias 전압을 거는 용도
R2	RESISTOR	Collector 저항: BJT의 작동 점을 설정하고 안정성 유지
R3	RESISTOR	마이크의 출력과 증폭단 간 임피던스 매칭
R4	RESISTOR	Load 저항
C1	CAPACITOR	DC전압 차단, 주위 저항과 함께 고역통과 필터링
C2	CAPACITOR	DC전압 차단, 주위 저항과 함께 고역통과 필터링
2N3904	NPN TRANSISTOR	증폭 및 스위칭

B1. 키트 구성품

	NPN Transistor	NPN x1
	Capacitor	100nF x2
	Resistor	10k ohm x3 100k ohm x1
	Condenser Mic	MIC x1

npn KIT						
	콘덴서 마이크	CMP64		1		
	커패시터	100n		2		
	저항	100k		1		
	저항	10k		3		
	nnp/pnp Tr	nnp Tr		1		
	전선	x	x			
	외부 전원	Arduino UNO		1		
	폰 잭	x				
	Y Connector	x				
	Aux 3극 단자	x		1		
	브레드보드	x		1		

C. 노이즈



노이즈는 기계의 동작을 방해하는 전기신호를 말한다. 음향기기의 볼륨을 올리면 쉬 하는 소리가 들리는 것과 같이 의도하지 않은 잡음이나 원래 신호의 변형 등은 모두 노이즈로 취급한다.

마이크로 녹음을 진행하다 보면 노이즈는 불가피하다. Gain이 높을수록 SNR이 높아진다.

*SNR: 신호 대 잡음비

분자가 신호의 전력, 분모가 노이즈의 전력이다.

$$SNR = \frac{P_s}{P_n}$$

프리앰프에서 노이즈가 생기는 원인은 아주 다양하다. 전자 소자 내부 열 움직임에 의해, 즉 회로 내의 저항, 트랜지스터 등에 의해 생길 수 있고, 주변 환경에서 발생하는 전자기장이 간섭을 줄 수도 있다. 이렇듯 회로의 내부, 외부적으로 신경을 많이 써주어야 노이즈를 없애고 우리가 원하는 데이터를 얻을 수 있는데, 이를 위해서는 적절한 필터링과 보호회로를 추가하는 과정이 필요하다.

기본 키트 구성만으로는 노이즈 제거가 충분히 되지 않을 수 있다. 커패시터나 저항 값을 바꾸어 Gain 값을 바꾸거나, 필터링 회로를 추가하는 등의 업그레이드가 필요하다.

D. 프로젝트

노이즈에 대한 세미나, 회로 동작에 문제가 생겼을 때 해결 방법 등에 대한 세미나가 추가적으로 준비되어 있습니다.

각 팀별로 각자만의 창의적이고 기발한 업그레이드 회로를 만들어 보면서, 가장 효율적인 회로도를 찾아주세요!

참고

<https://m.blog.naver.com/specialist0/221060887056> 마이크 프리앰프 회로실험

<https://m.blog.naver.com/bestinvestor/221595113324> Bypass capacitor

<https://blog.naver.com/iotsensor/220298834617> 마이크의 원리

