



기초전자실험

실험 4. 필터와 파워앰프

2005. 10. 7.

- PSpice 사용법 및 설계에의 응용
 - LPF 설계
 - 파워 앰프의 설계



필터란?



❖ 필터란 ?

- ❖ 어떤 범위의 주파수의 전류만을 통과시키고, 또 역으로는 통과시키지 않도록 작용하는 회로
- ❖ 많은 응용에서 많이 쓰이지만, 주로 오디오, 비디오, 그리고 통신용 RF 장치 등에서 많이 쓰이고 있다.
- ❖ 전화의 경우 300~4300Hz만 통과시키는 대역통과 필터를 사용한다.



필터의 종류



- ❖ 사용 대역 별 구분
 - ❖ LPF
 - ❖ HPF
 - ❖ BPF
 - ❖ BRF(Notch Filter)

- ❖ 설계 방법 별 구분
 - ❖ 체비세프
 - ❖ 버터워스
 - ❖ 베셀

- ❖ 사용 소자 별 구분
 - ❖ 능동 필터
 - ❖ 수동 필터



주파수 대역에 따른 구분



- ❖ 대역통과 필터(band pass filter)
 - ❖ 이 필터는 특정한 주파수만을 없애고 나머지 부분만을 그대로 통과시키는 필터이다.
- ❖ 고역 통과 필터(High pass filter)
 - ❖ 이 필터는 특정한 주파수 이상만을 통과시키는 필터이다.
- ❖ 저역 통과 필터(Low pass filter)
 - ❖ 이 필터는 특정한 주파수 이하만을 통과시키는 필터이다.
- ❖ 대역저지 필터(band rejection filter)
 - ❖ 이 필터는 특정주파수 만을 선택하여 없애는 필터로 노치 필터(notch)와 대단히 유사하다고 볼 수 있다.



설계 방식에 따른 구분



❖ Active Filter

- ❖ OP Amp, Transistor, 필터용 IC, 또는 DSP 등을 사용하여,
- ❖ 이상적인 형태에 가까운 필터의 구현이 가능하나,
- ❖ 전력 소모가 큰 단점이 있고, 가격이 비싸다.
- ❖ 또한, 디지털 방식의 경우 디지털 노이즈를 포함하는 경우도 있다.
- ❖ 고가 오디오 등에서 사용이 가능하다.

❖ Passive Filter

- ❖ R(저항), L(인덕터), C(커패시터) 등의 수동 소자를 이용하여 만드는 필터로 필터 특성이 완만하고, 제작 가격이 낮고, 제작이나 설계 그리고 시뮬레이션 등이 간단하다.
- ❖ 낮은 가격으로 인하여 실제 RF 회로에서 많이 사용된다.
- ❖ 고출력이 가능한 장점도 있다.



❖ 콤(comb)필터

- ❖ 이 필터는 주파수 설정치가 머리를 빗을 때 사용하는 빗처럼 차례로 늘어져 있어 지어진 이름으로 무선 전화기나 비디오 등에 널리 사용된다



전기 기타용 필터의 예



- ❖ 전기기타는 수동형 필터를 많이 사용하며 이는, 음질조정 장치이다.
- ❖ 보통 전기기타 에는 2개의 픽업에 각각의 톤 볼륨이 있다.
- ❖ 톤 볼륨은 시계방향으로 돌리면 고음으로 반시계방향으로 돌리면 저음으로 변한다.
- ❖ 이러한 톤 조절장치는 대표적인 패시브 방식의 로우패스(low pass)필터이다.
- ❖ 톤 볼륨을 완전 왼쪽으로 돌렸으때 기타의 음색은 저음이며
- ❖ 소리 크기도 약간 적어진다.
- ❖ 그러나 이 음색을 자세히 들어보면 정상적인 기타소리에서 저음이 늘어난 것이 아니라
- ❖ 고음이 없어진 소리로 마치 저음이 된 것 처럼 들린다.
- ❖ 반대로 톤 볼륨을 모두 오른쪽으로 돌리면 저음도 고음도 모두 나오며
- ❖ 소리도 약간 커지게 된다.
- ❖ 이때의 소리가 기타가 가지고 있는 원래의 소리이다.
- ❖ 소리의 크기가 약간 변하는 이유는 패시브 방식이 가지는 단점으로
- ❖ 필터 자체 손실로 인하여 크기가 바뀌기도 하지만
- ❖ 구성이 간단하고 비용이 적게 들고 효과 또한 괜찮아 여러 분야에 널리 쓰이고 있다.



LC 필터의 기생성분들

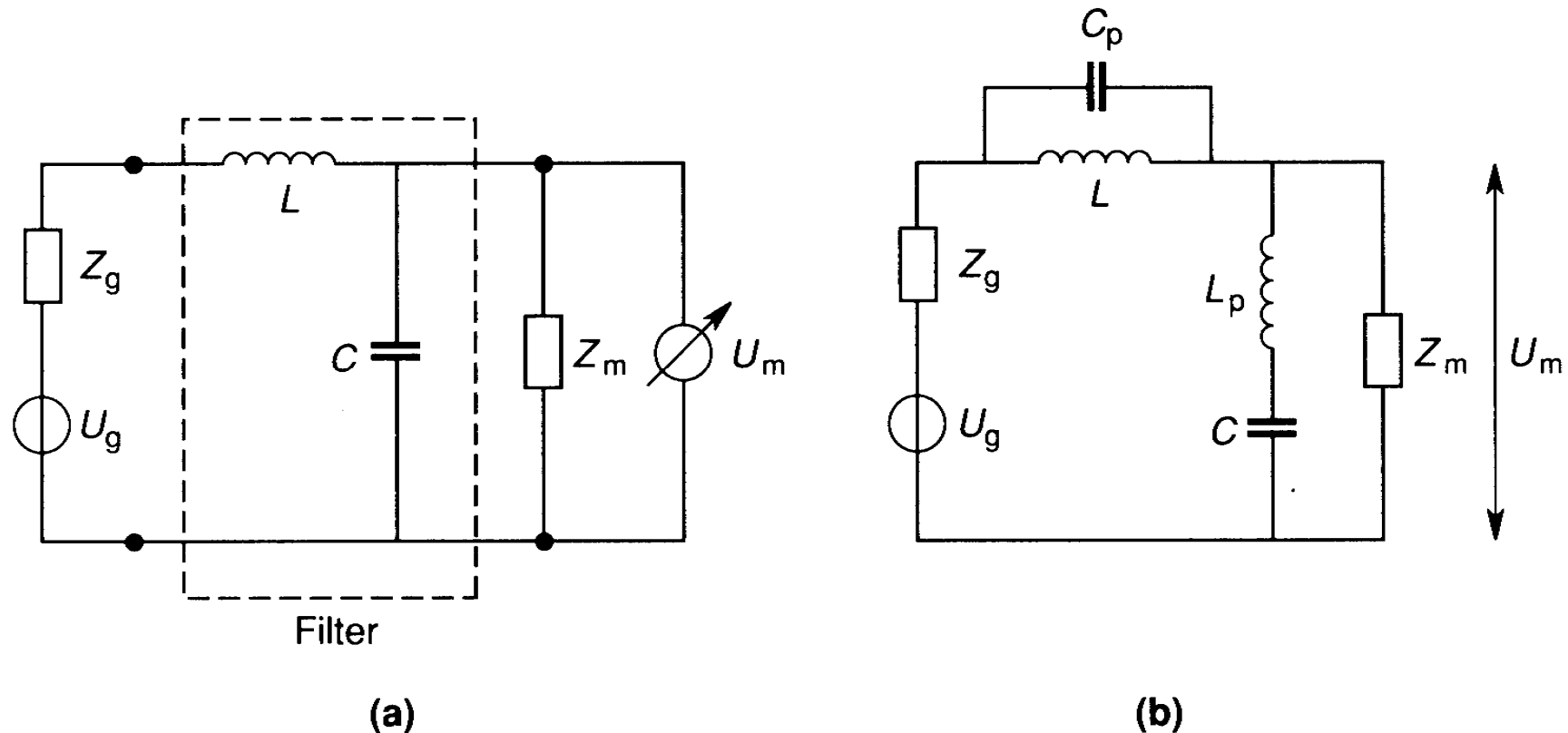


그림1. (a) 방해원으로 신호 발생기를 갖고, 감응 장치로 전압기를 갖는 LC 필터의 기본 회로도; (b) 기생 소자를 고려하여 기본 회로도를 확장시킨 회로도.

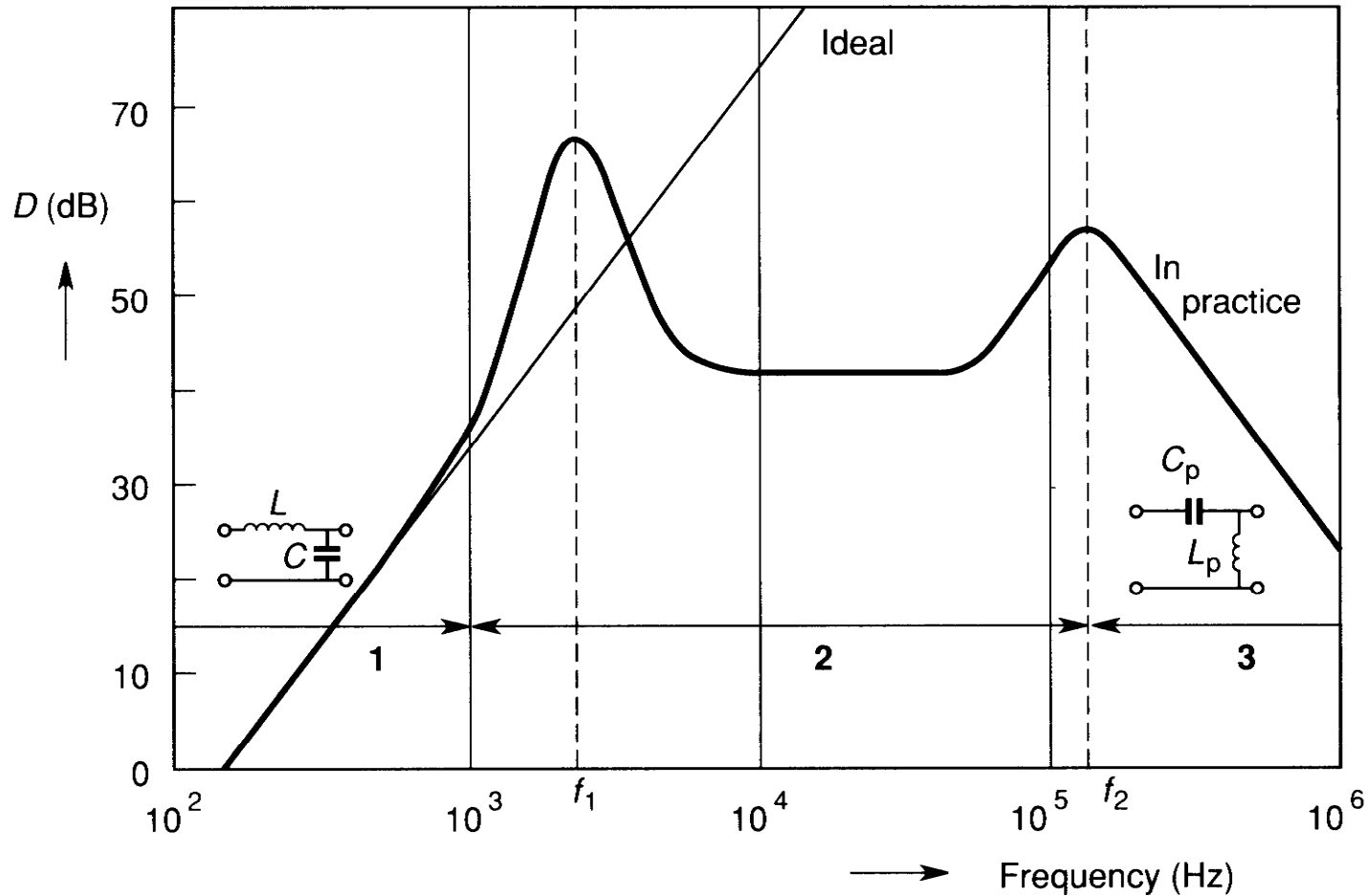


그림 2. 3가지 특성 영역을 보이는 감쇠 특성의 기본적인 모양



실제 RF 필터 설계의 예

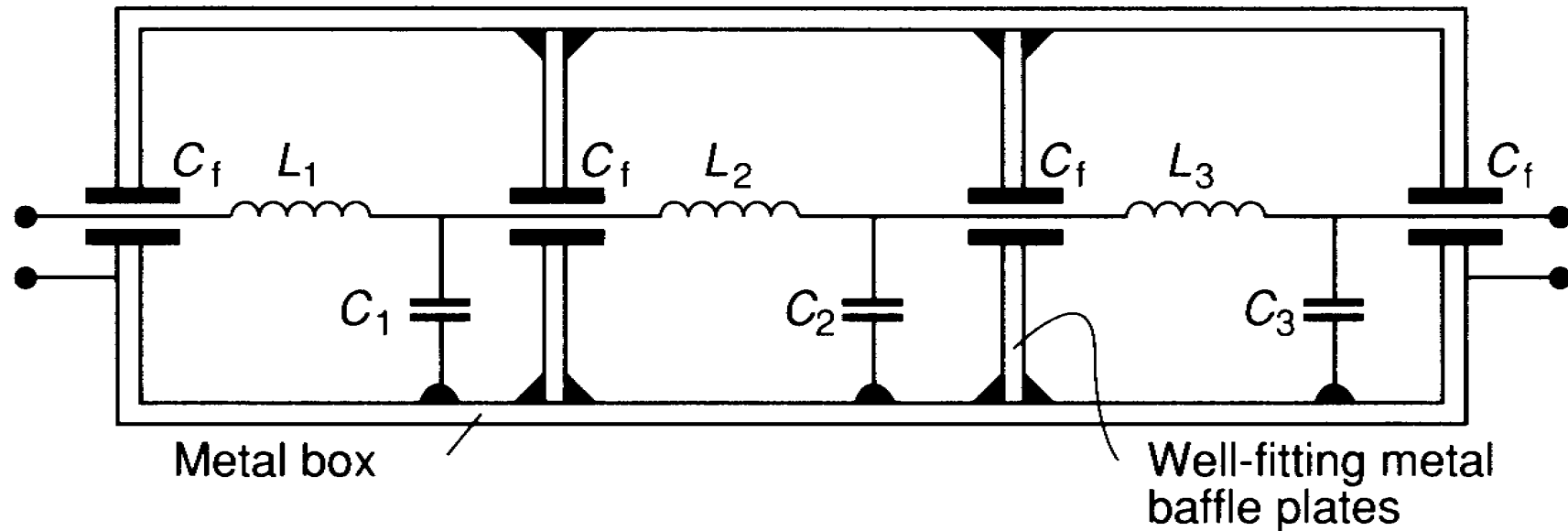


그림 3. 필터의 부분 분할, 각각은 전자파 차폐된 구획에 설치되어 있고, 관통형 커패시터를 통한 연결을 갖고 있다.



필터의 위치 배치

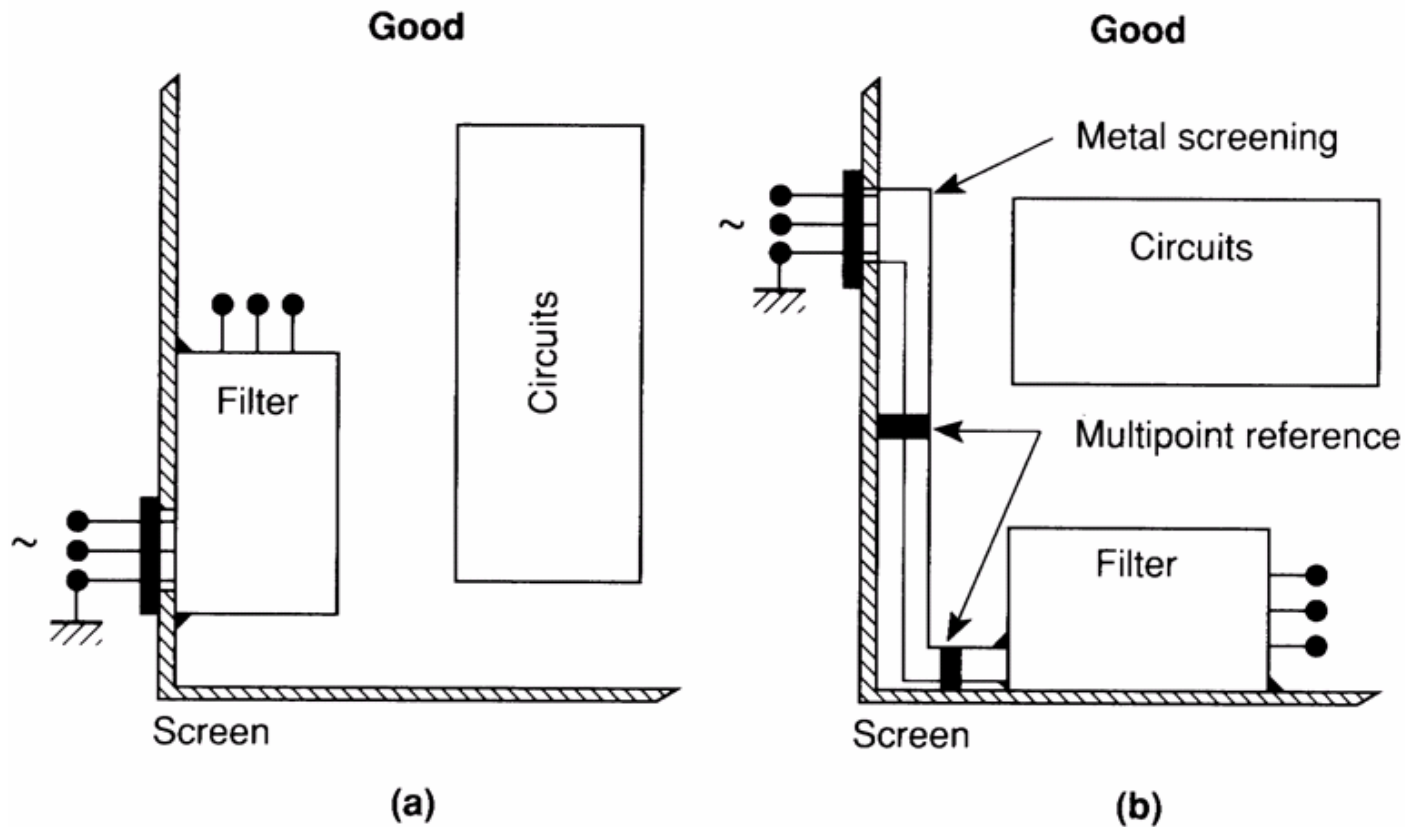


그림 3. 금속막(차폐) 내부에 필터를 설치하는 좋은 방법 (a)와 (b)



필터의 위치 배치

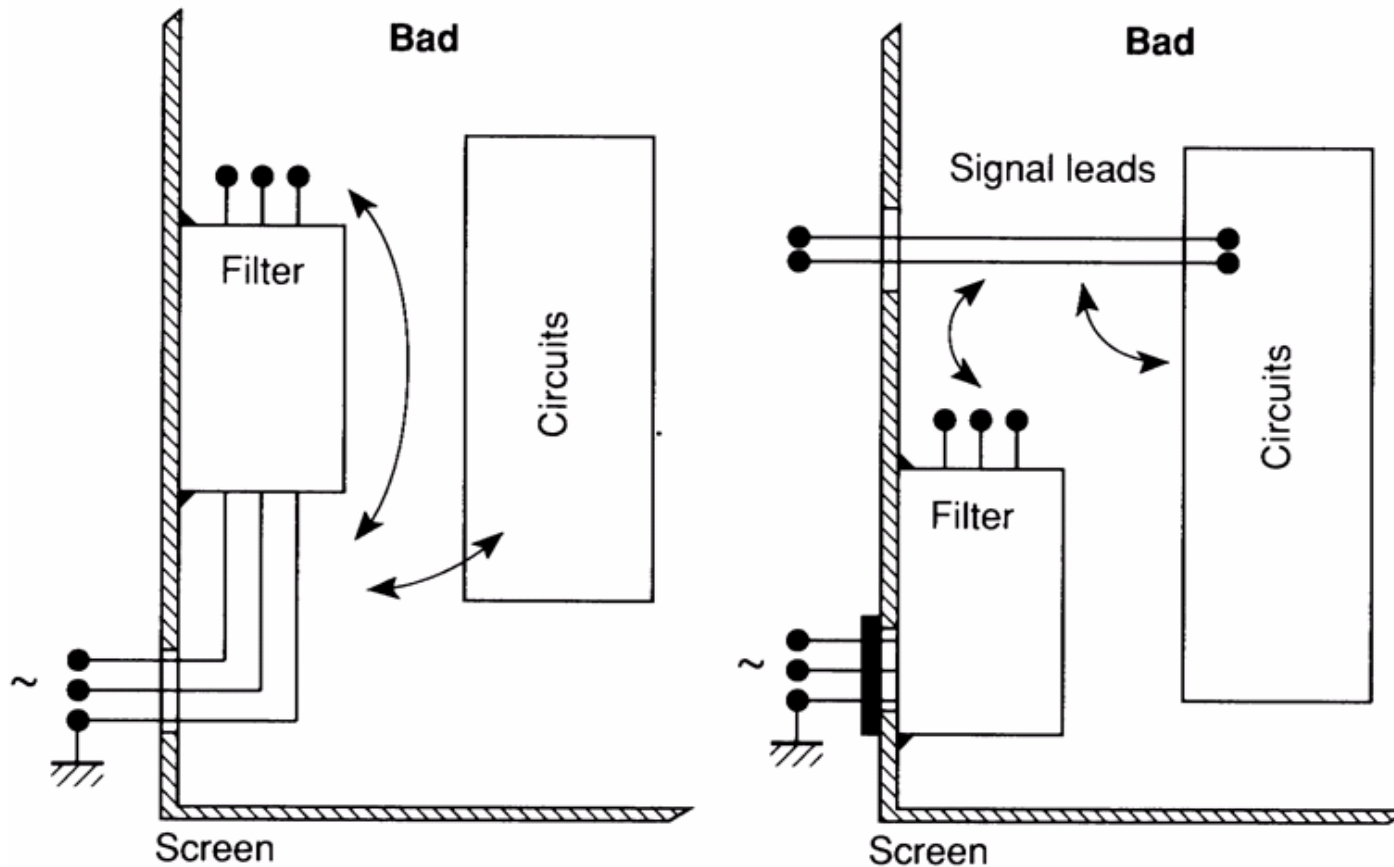


그림4 금속막(차폐) 내부에 필터를 설치하는 나쁜 방법 (a)와 (b)



각 필터 별 설계 방법 기술

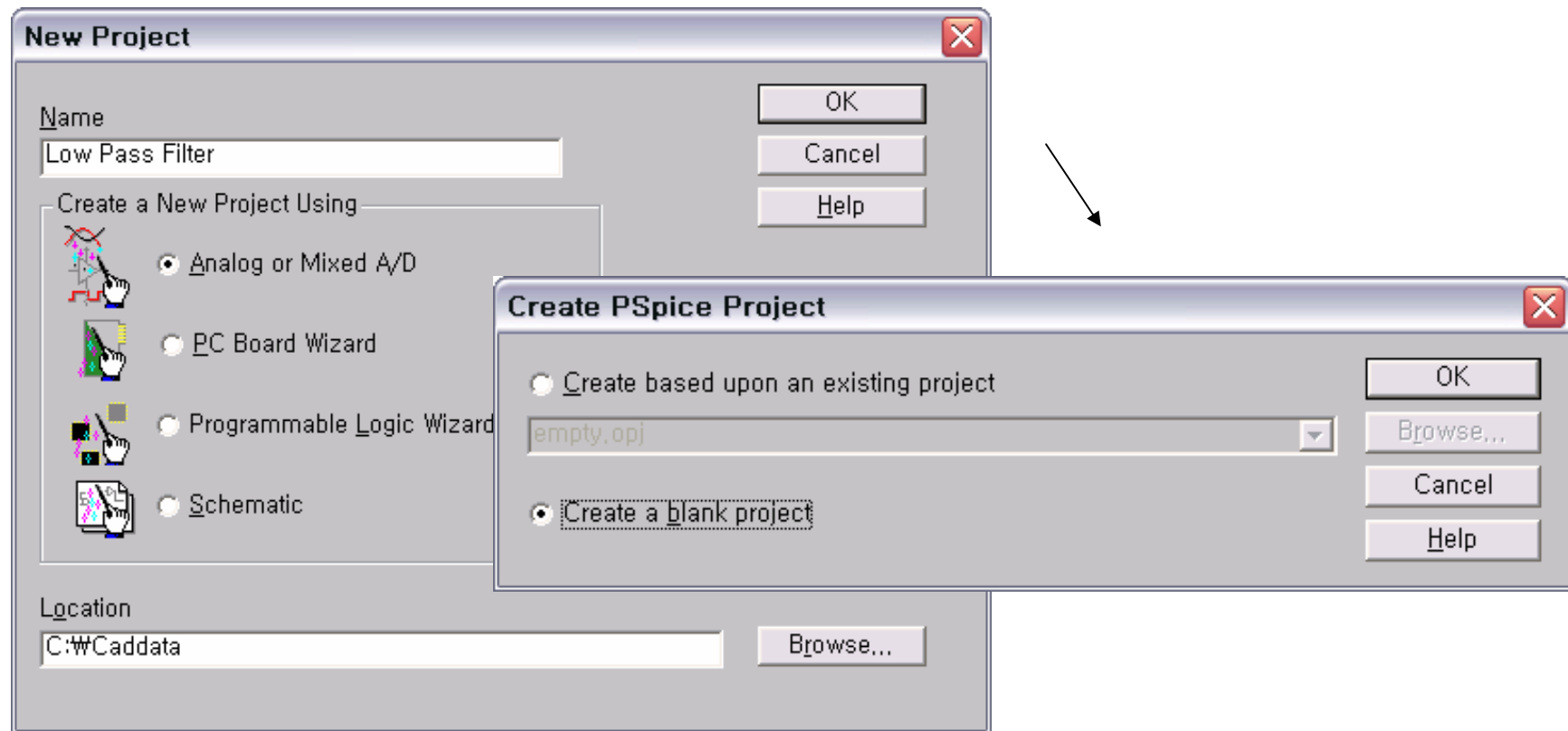




간단한 수동 LPF의 설계

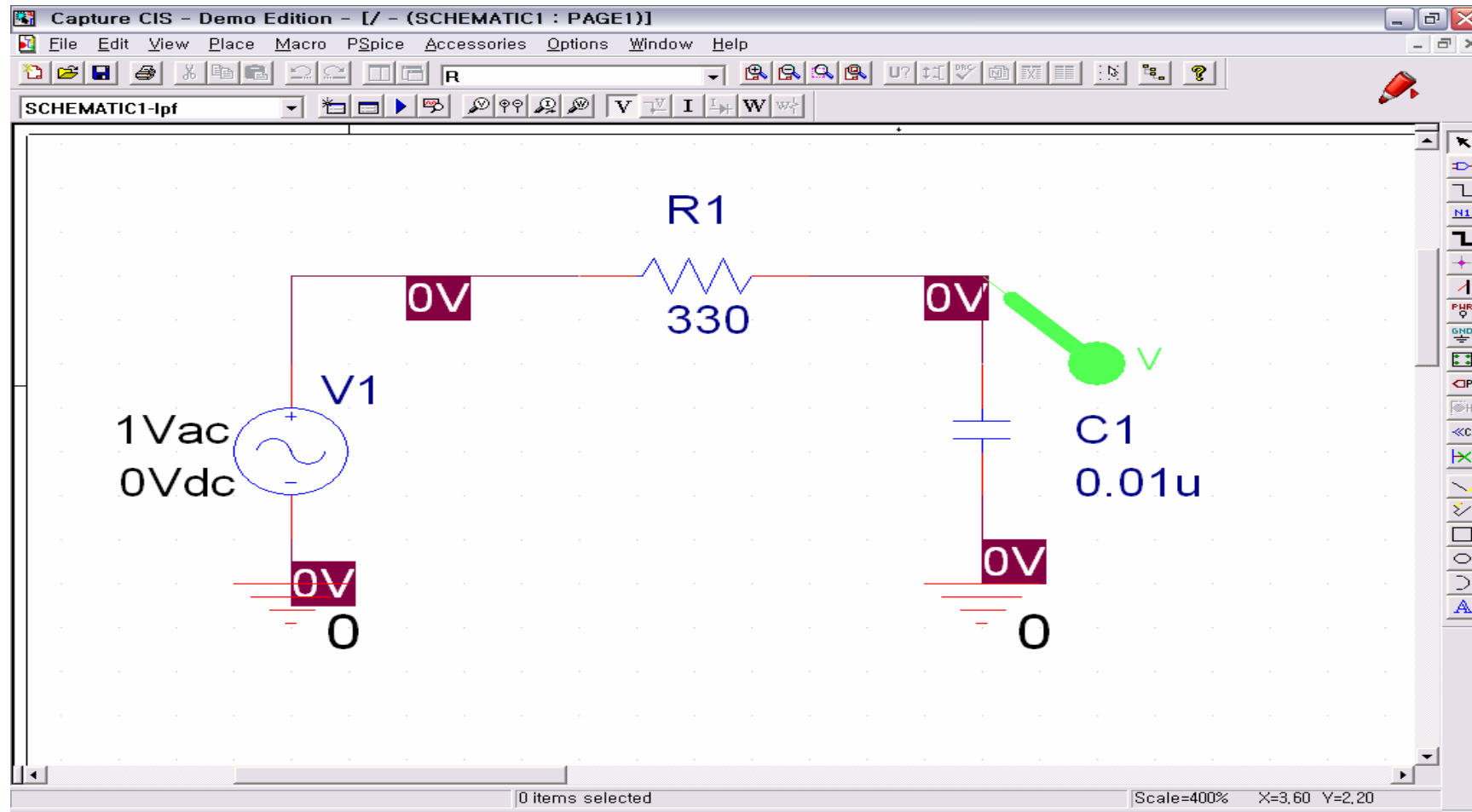


❖ Pspice를 이용한 실습



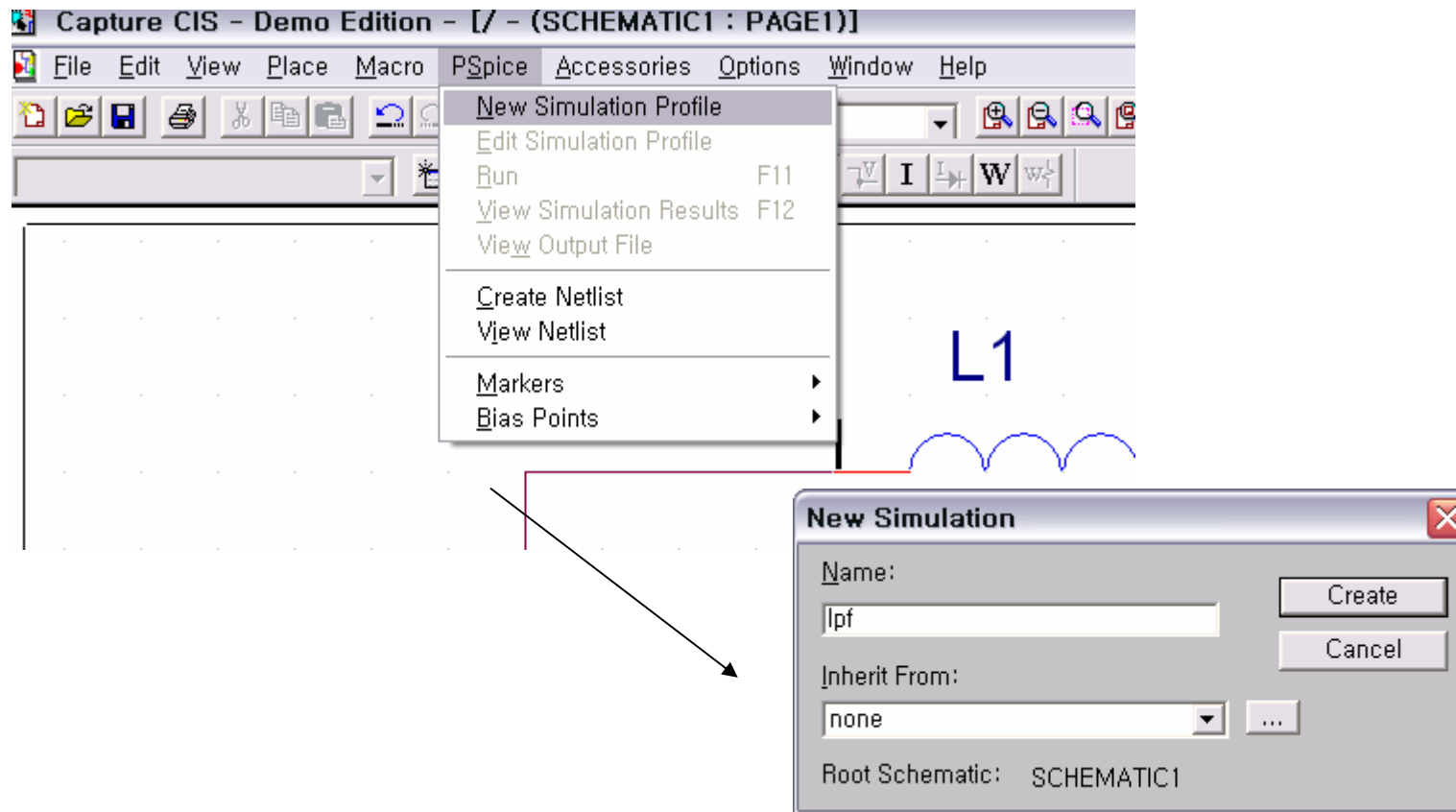


1차 LC Low Pass Filter의 설계





1차 LC Low Pass Filter의 설계





Simulation Settings



Simulation Settings - Ipf

General | Analysis | Configuration Files | Options | Data Collection | Probe Window

Analysis type:
AC Sweep/Noise

Options:
☒ General Settings
☐ Monte Carlo/Worst Case
☐ Parametric Sweep
☐ Temperature (Sweep)
☐ Save Bias Point
☐ Load Bias Point

AC Sweep Type
☐ Linear
☒ Logarithmic
Decade

Start Frequency: 10
End: 10k
Points/Decade: 1000

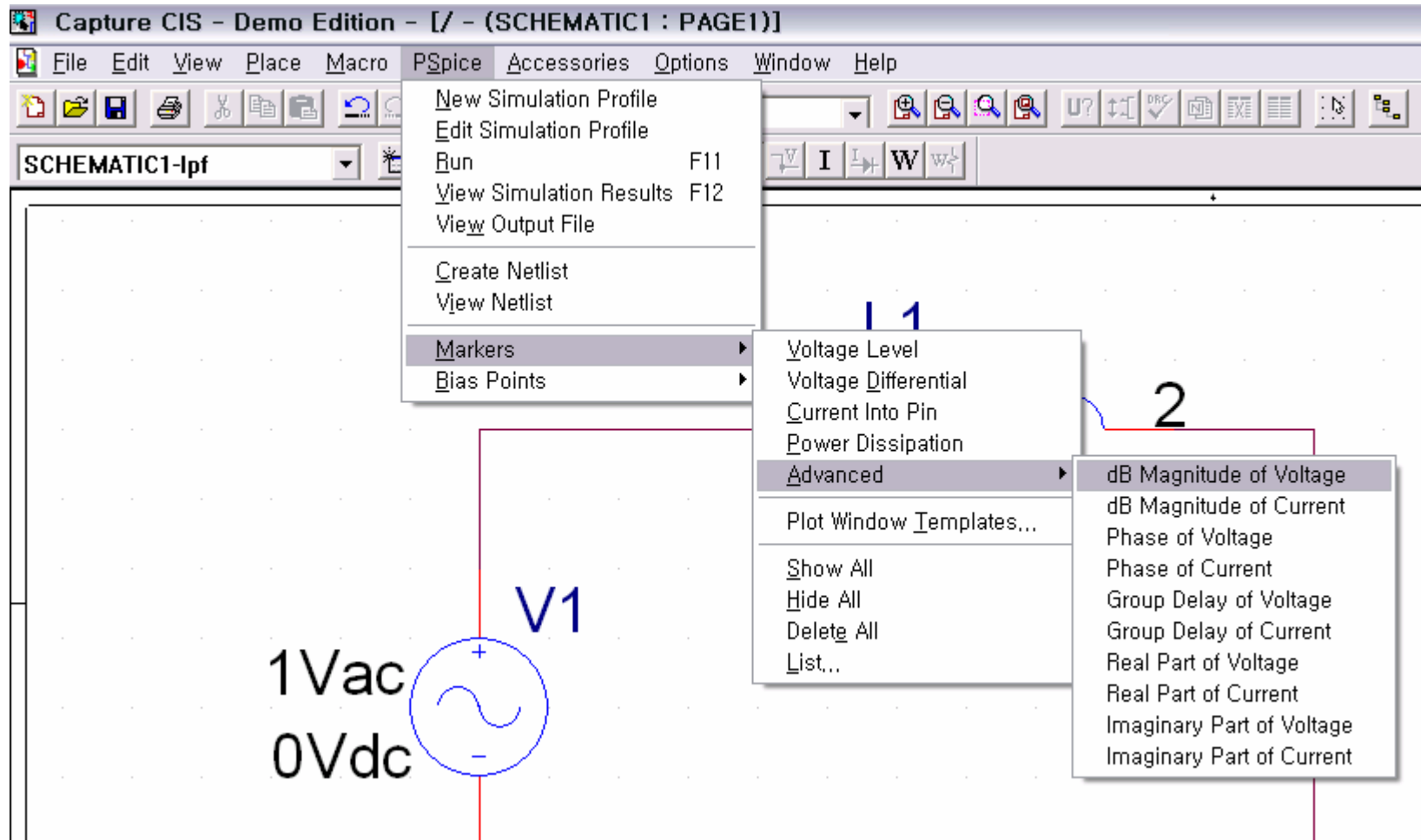
Noise Analysis
☐ Enabled
Output Voltage:
I/V Source:
Interval:

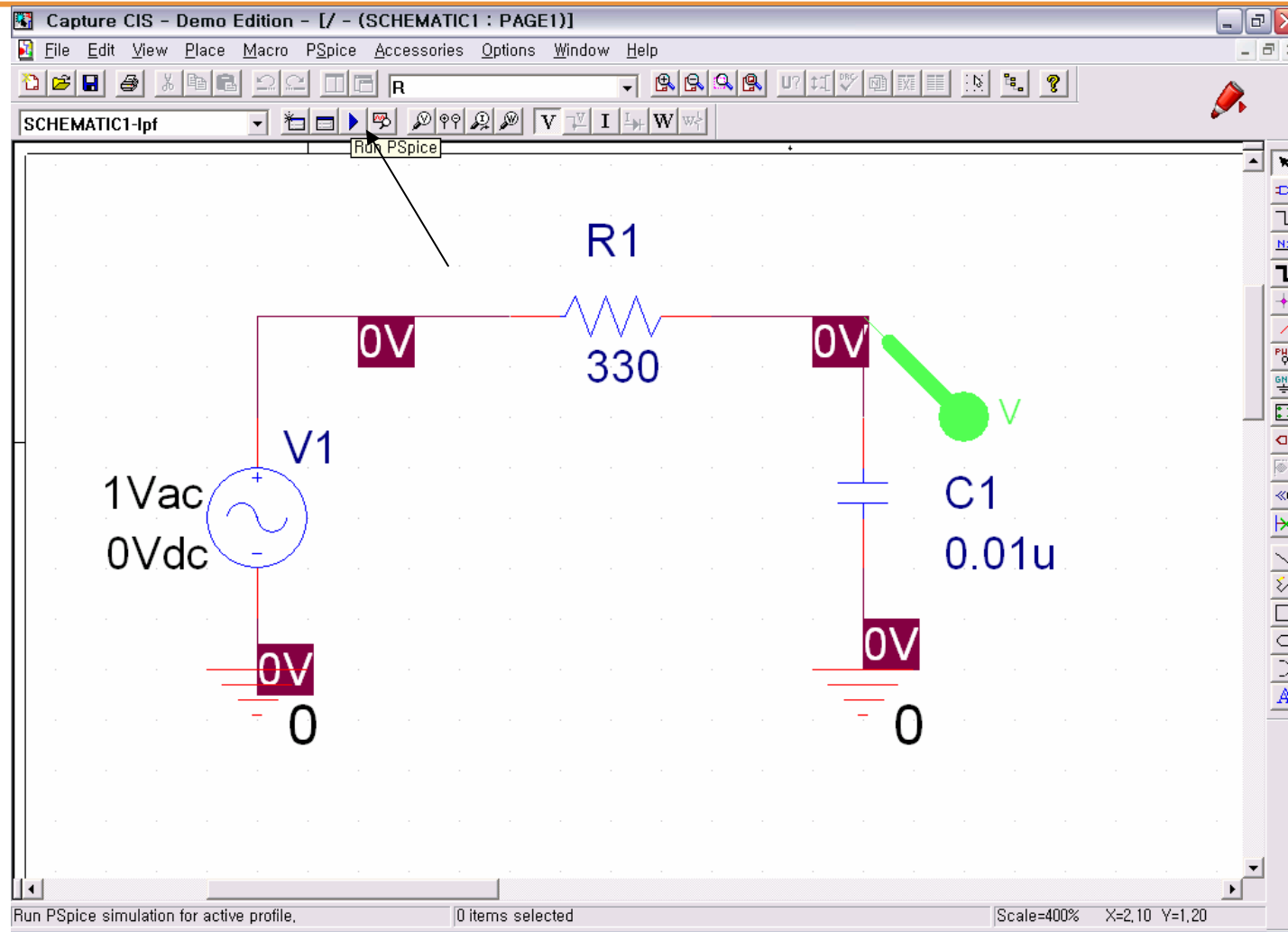
Output File Options
☐ Include detailed bias point information for nonlinear controlled sources and semiconductors (.OP)

확인 취소 적용(A) 도움말



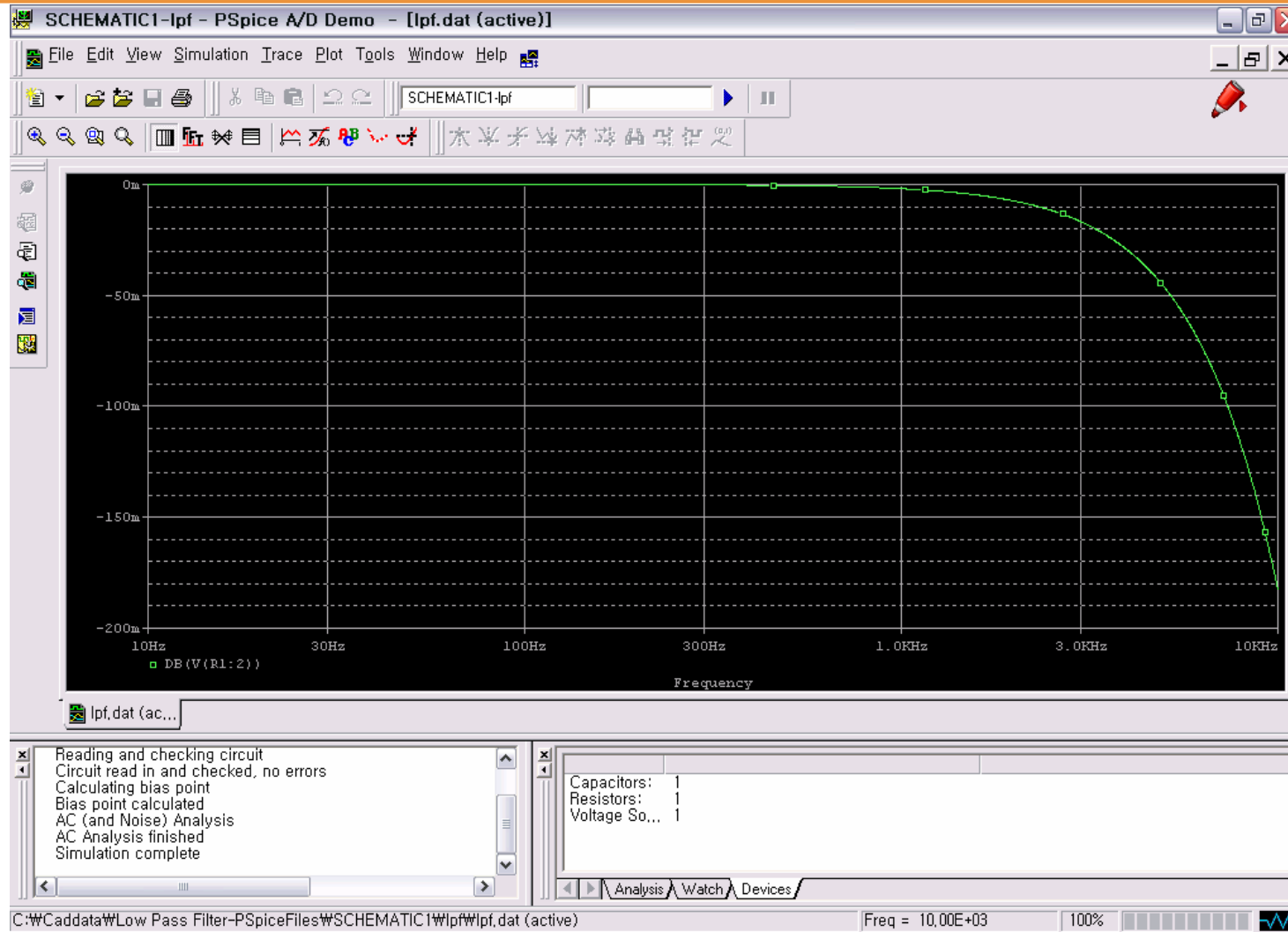
마커의 설정





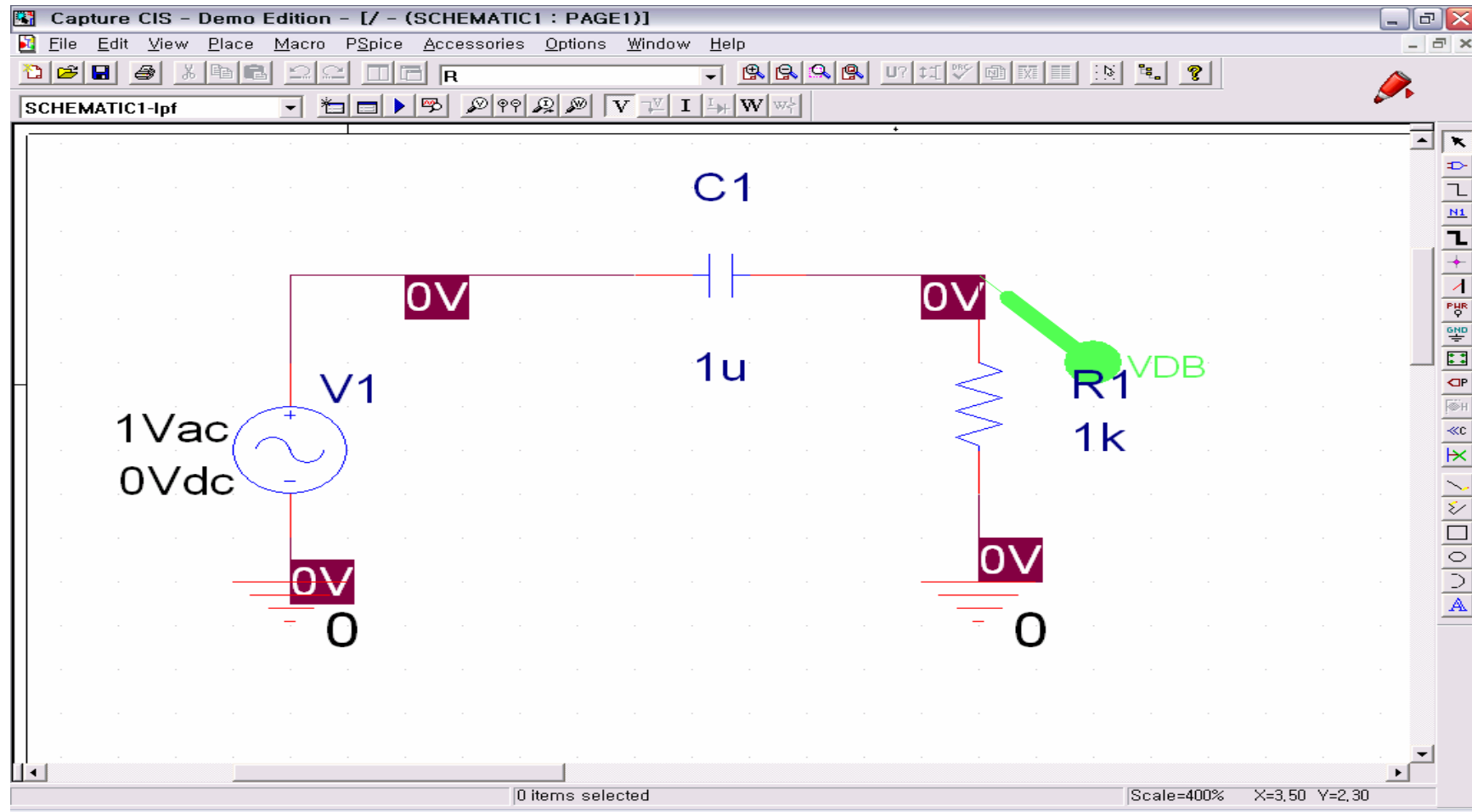


시뮬레이션 결과



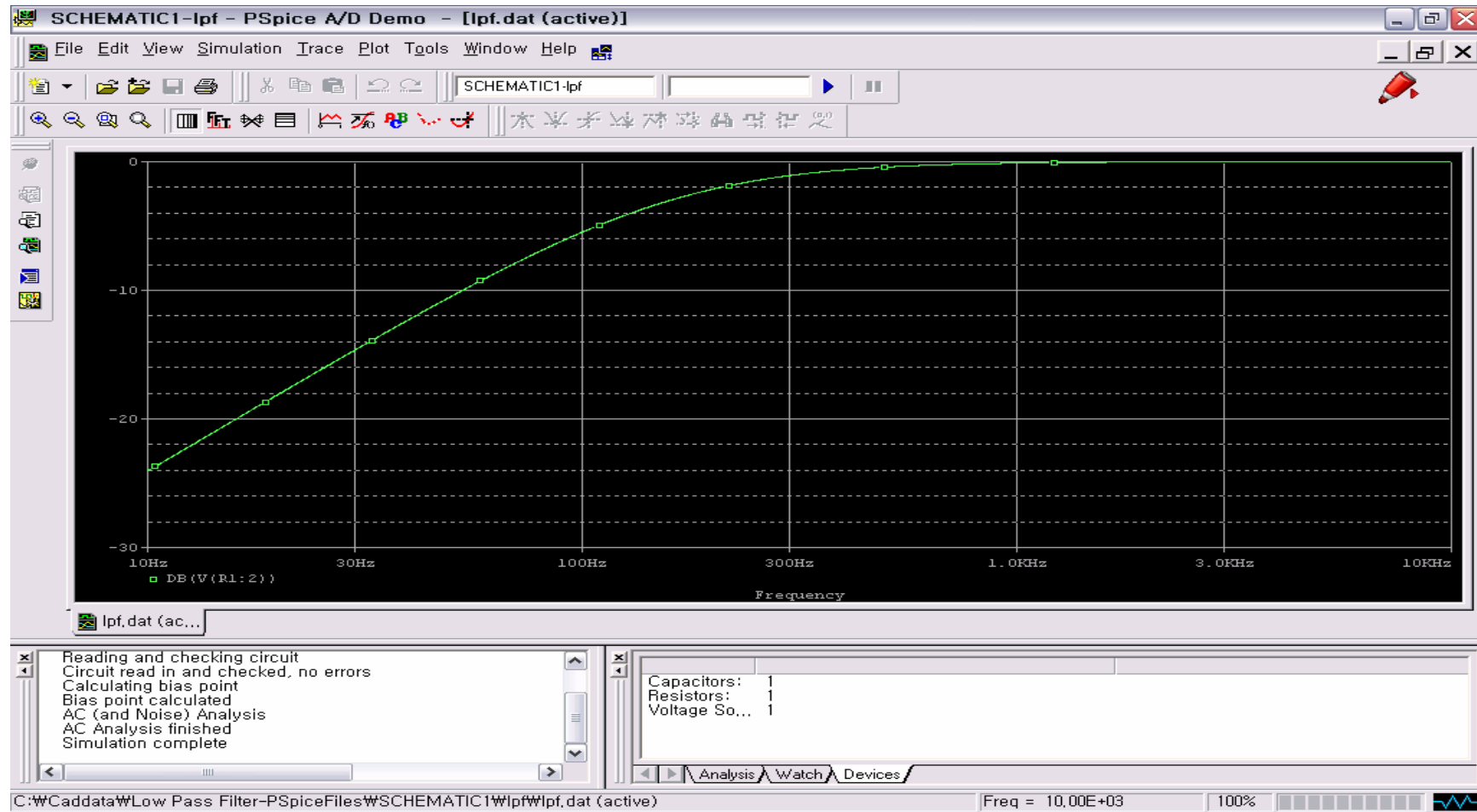


High Pass Filter 디자인





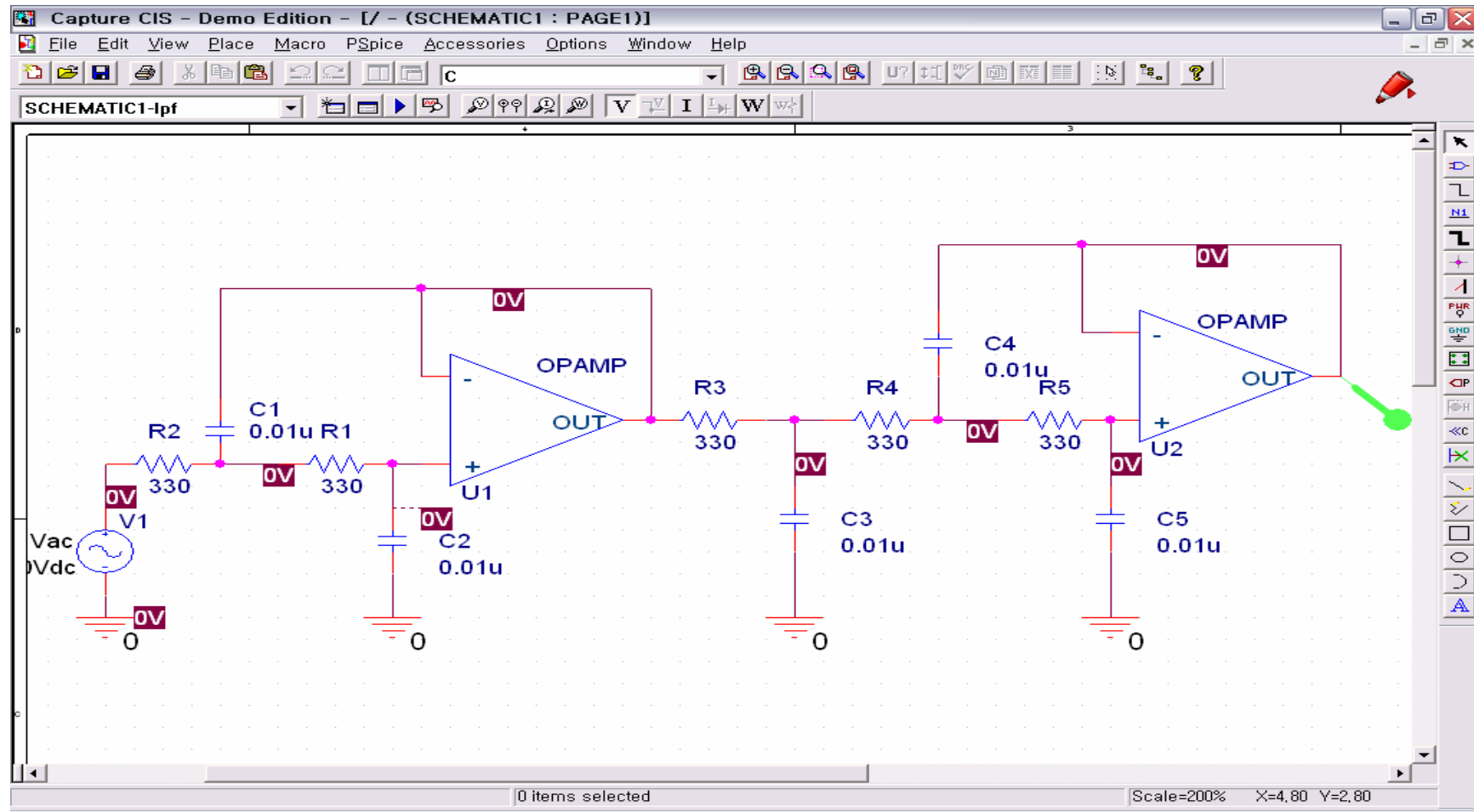
시뮬레이션 결과





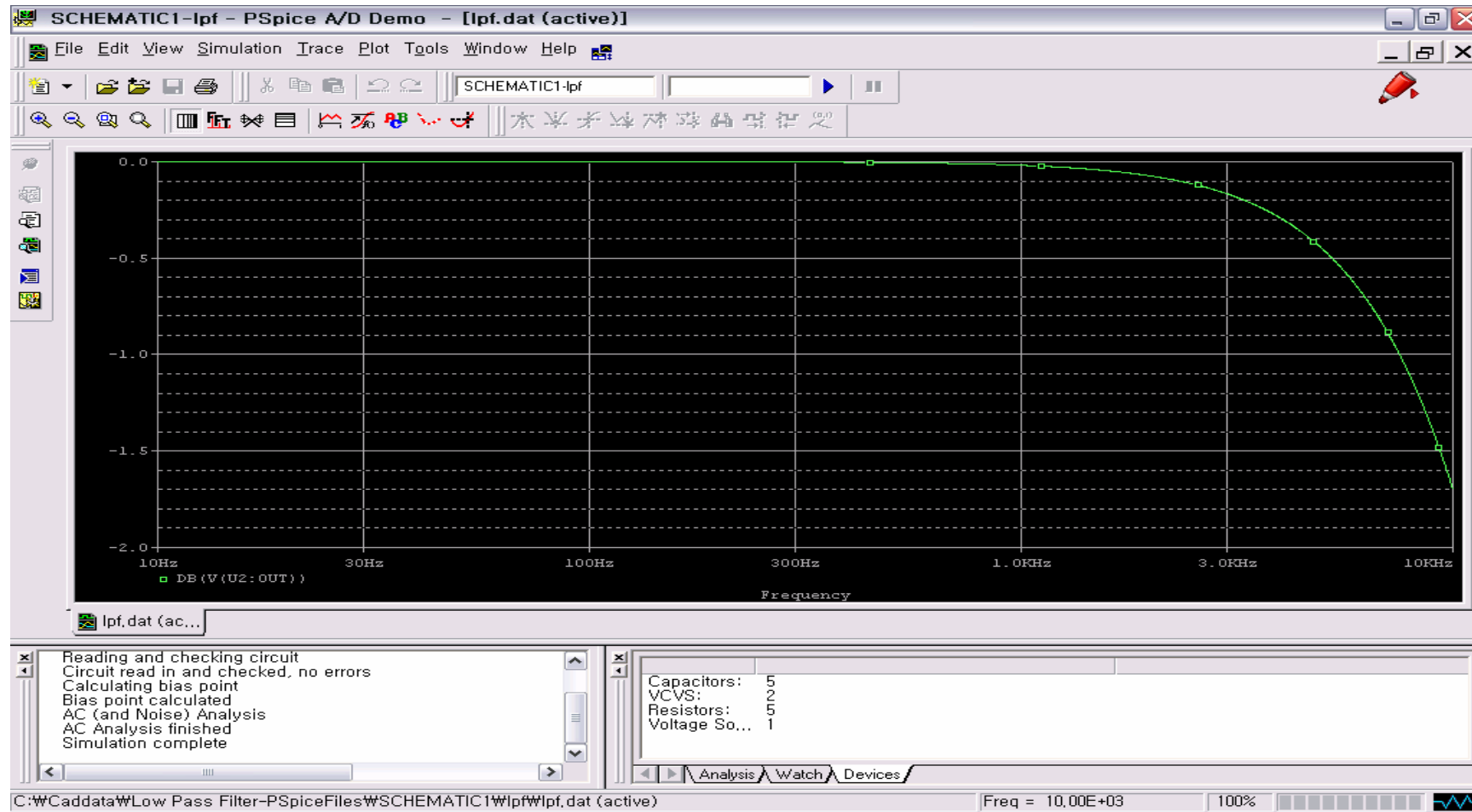
OPAMP로 LPF 구현

-버터워스 필터-



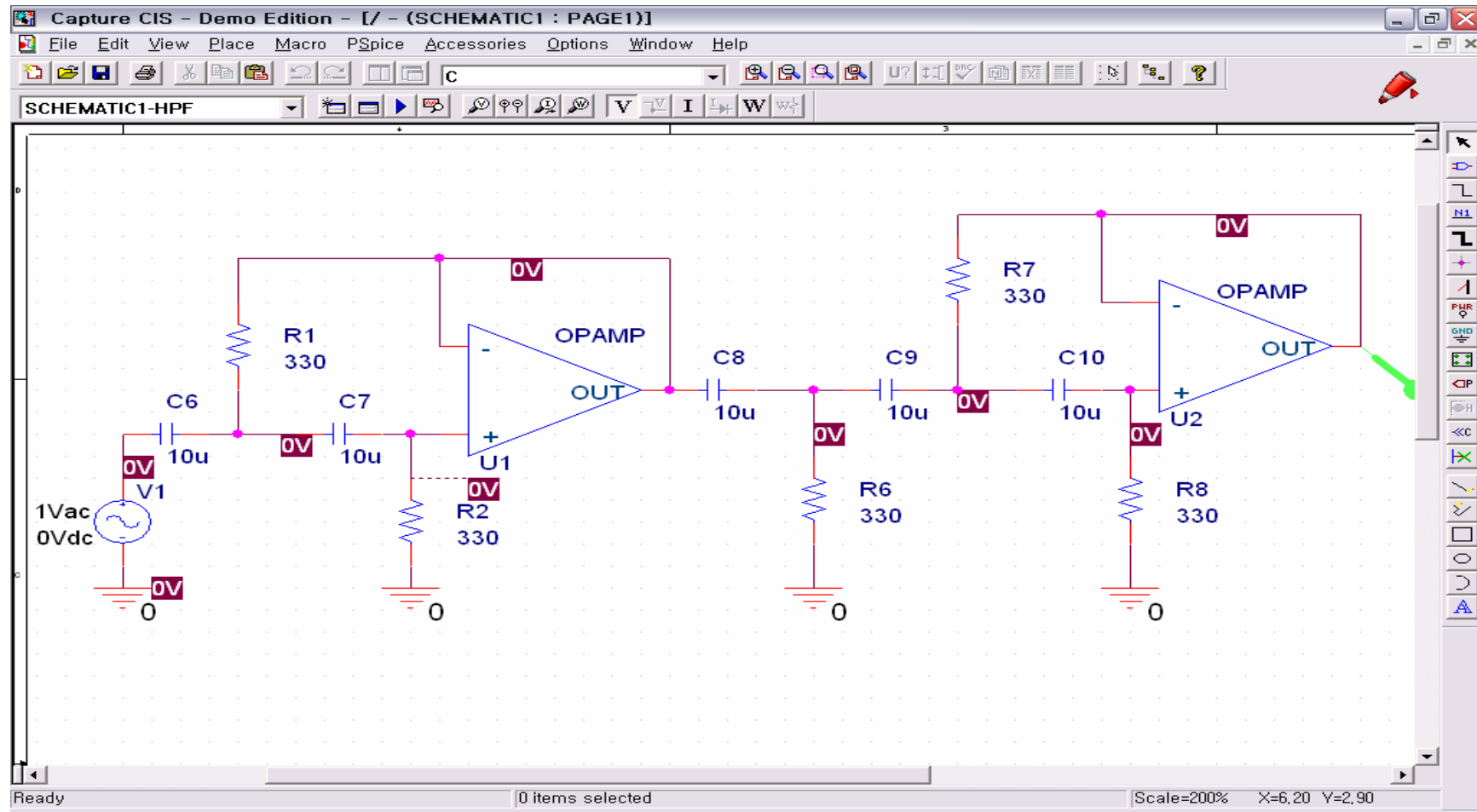


시뮬레이션 결과



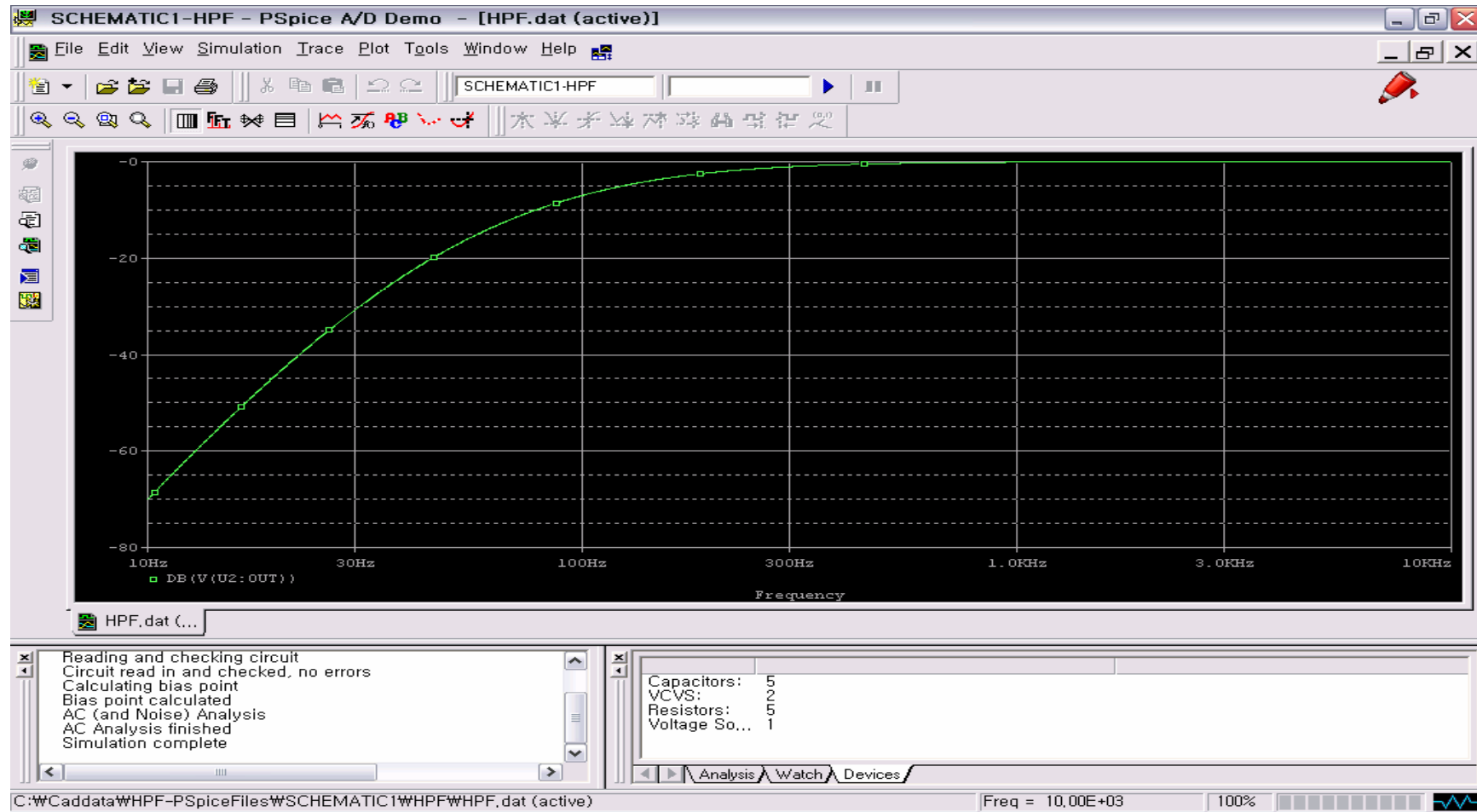


OP AMP로 HPF의 구현 -버터워스 필터-





시뮬레이션 결과





파워 앰프 란?



- ❖ 프리앰프(Pre-AMP)에서 어느 정도 증폭된 신호를 스피커를 구동할 수 있는 크기까지 증폭하는 일을 담당하는 기기이다.
- ❖ 프리앰프는 컨트롤 앰프라고도 하는 데, 이것은 매우 작은 신호를 증폭하고, 필터라던가 볼륨으로 그 신호의 주파수 트컷이나 레벨을 컨트롤 하는 앰프인데, 그대로는 직접 스피커를 구동할 수 없다.
- ❖ 따라서, 파워앰프에서는 이 신호를 높은 전압으로 큰 전류를 흘릴 수 있도록 전력 증폭을 하고, 스피커를 구동하는 것이다.



설계 시 주의사항



- ❖ 파워 앰프는 큰 신호 레벨(전압, 전류)로 동작하고 있음에도 불구하고, 특히 높은 S/N, 주파수 특성, 안정도 등이 요구되어 증폭 회로로서 프리앰프 등과는 좀 다른 설계상의 주의를 기울여야 한다. 이를테면, 출력 전력이 크기 때문에 발생하는 열량도 크고, 트랜지스터 앰프의 경우에는 그 열로 트랜지스터가 파괴될 수 있으므로 충분한 방열이 필요하게 된다.
- ❖ 20~40dB 정도의 파워앰프 전력 이득이 적당하다.
- ❖ 입력 값의 범위를 정하고, 전력 이득을 계산하여 설계한 후, 입력 값의 범위를 넘지 않도록 주의한다.
- ❖ 너무 큰 입력이 들어오게 되면 반드시 출력이 일그러져 버리게 된다.



앰프의 종류



- ❖ 프리앰프 혹은 콘트롤앰프(Pre Amplifier, Control Amplifier)
 - ❖ CDP, Casstte Deck 등에서 읽어진 음악 신호를 받아서 그 사운드 시그널을 각 제조회사의 특징에 따라 적당히 가감하여 조절하는 앰프
- ❖ 파워앰프(Power Amplifier) :
 - ❖ 프리앰프로부터 받은 신호를 스피커 구동이 가능할 정도로 증폭해 주는 앰프입니다. 프리앰프가 소리의 질을 결정하는 부분이라면, 파워앰프는 소리의 양이나 스피커의 구동력을 결정하는 부분



❖ 인티앰프(Integrated Amplifier)

- ❖ 프리앰프 + 파워앰프 를 하나의 샤시 안에 수납한 형태의 앰프입니다..우리가 흔히 이야기 하는 앰프는 이러한 인티그레이티드 앰프를 지칭하는 경우입니다..사운드의 질이나 스피커 구동력은 프리+파워앰프 형태의 제품보다 떨어지지만, 저렴한 가격에 설치가 손쉽고 운영이 가능하다는 장점이 있습니다



LM386을 저급 파워앰프 설계법



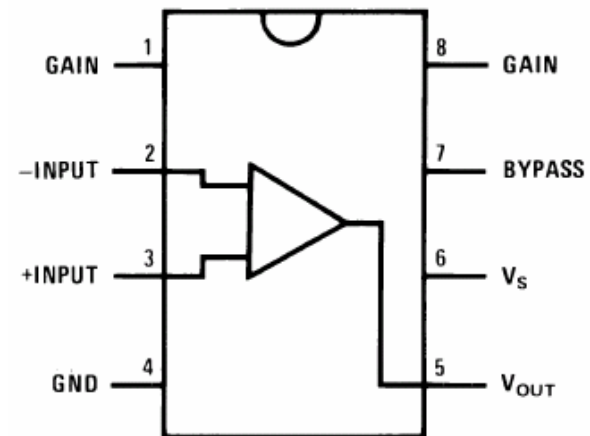
Features

- Battery operation
- Minimum external parts
- Wide supply voltage range: 4V–12V or 5V–18V
- Low quiescent current drain: 4mA
- Voltage gains from 20 to 200
- Ground referenced input
- Self-centering output quiescent voltage
- Low distortion: 0.2% ($A_V = 20$, $V_S = 6V$, $R_L = 8\Omega$, $P_O = 125mW$, $f = 1kHz$)
- Available in 8 pin MSOP package

Applications

- AM-FM radio amplifiers
- Portable tape player amplifiers
- Intercoms
- TV sound systems
- Line drivers
- Ultrasonic drivers
- Small servo drivers
- Power converters

**Small Outline,
Molded Mini Small Outline,
and Dual-In-Line Packages**



DS006976-2

Top View

**Order Number LM386M-1,
LM386MM-1, LM386N-1,
LM386N-3 or LM386N-4
See NS Package Number
M08A, MUA08A or N08E**



전기적 특성



Electrical Characteristics (Notes 1, 2)

$T_A = 25^\circ\text{C}$

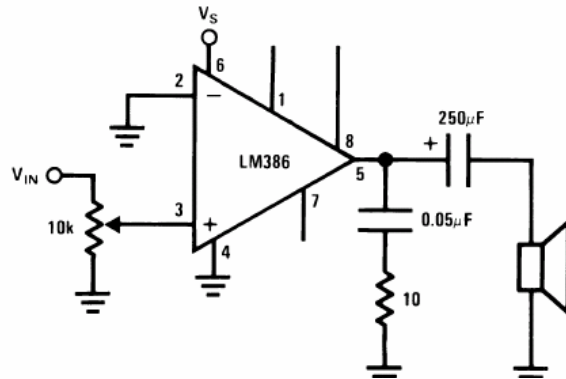
Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Operating Supply Voltage (V_S)					
LM386N-1, -3, LM386M-1, LM386MM-1		4		12	V
LM386N-4		5		18	V
Quiescent Current (I_Q)	$V_S = 6\text{V}$, $V_{IN} = 0$		4	8	mA
Output Power (P_{OUT})					
LM386N-1, LM386M-1, LM386MM-1	$V_S = 6\text{V}$, $R_L = 8\Omega$, THD = 10%	250	325		mW
LM386N-3	$V_S = 9\text{V}$, $R_L = 8\Omega$, THD = 10%	500	700		mW
LM386N-4	$V_S = 16\text{V}$, $R_L = 32\Omega$, THD = 10%	700	1000		mW
Voltage Gain (A_V)	$V_S = 6\text{V}$, $f = 1\text{ kHz}$ 10 μF from Pin 1 to 8		26 46		dB dB
Bandwidth (BW)	$V_S = 6\text{V}$, Pins 1 and 8 Open		300		kHz
Total Harmonic Distortion (THD)	$V_S = 6\text{V}$, $R_L = 8\Omega$, $P_{OUT} = 125\text{ mW}$ $f = 1\text{ kHz}$, Pins 1 and 8 Open		0.2		%
Power Supply Rejection Ratio (PSRR)	$V_S = 6\text{V}$, $f = 1\text{ kHz}$, $C_{BYPASS} = 10\text{ }\mu\text{F}$ Pins 1 and 8 Open, Referred to Output		50		dB
Input Resistance (R_{IN})			50		k Ω
Input Bias Current (I_{BIAS})	$V_S = 6\text{V}$, Pins 2 and 3 Open		250		nA



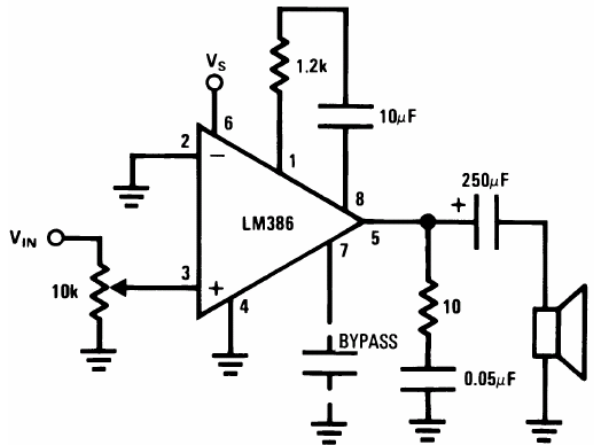
Application Note



**Amplifier with Gain = 20
Minimum Parts**

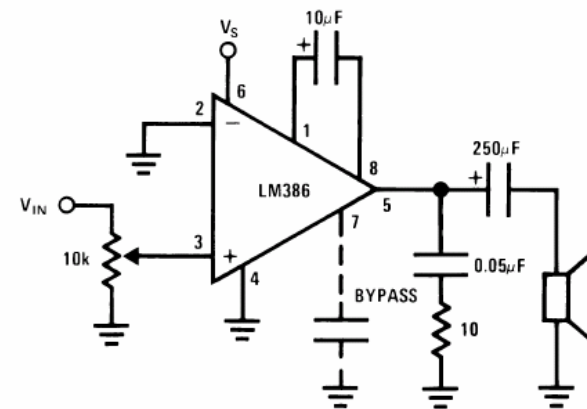


Amplifier with Gain = 50



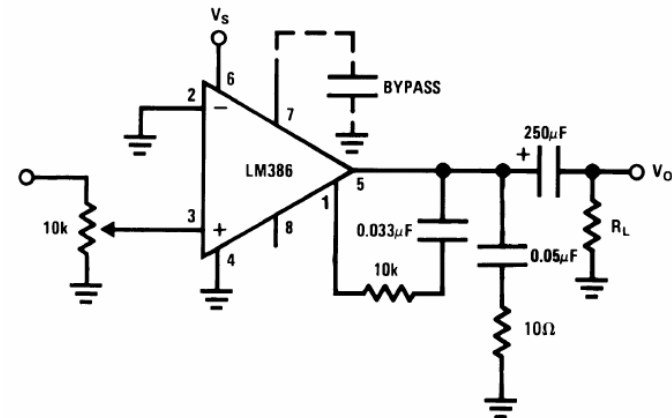
DS006976-6

Amplifier with Gain = 200



DS006976-4

Amplifier with Bass Boost



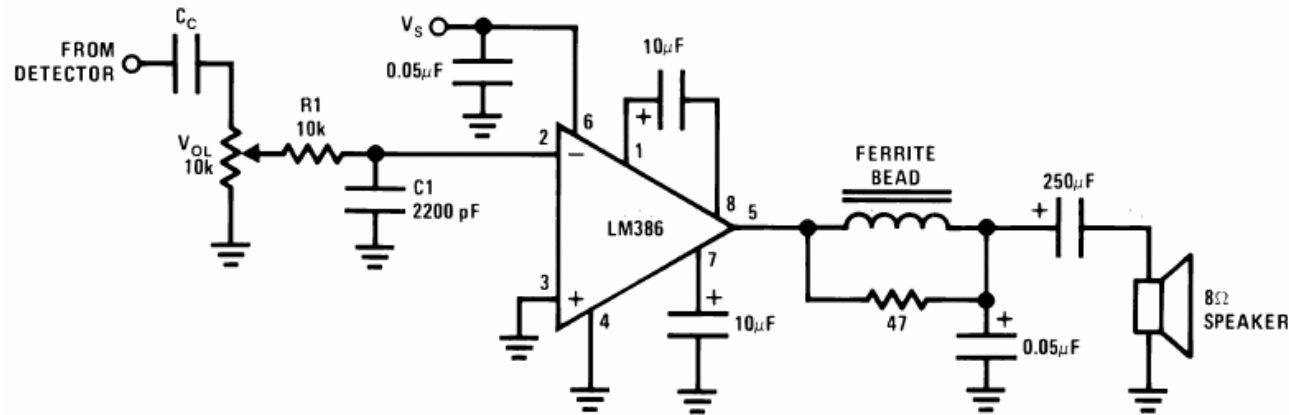
DS006976-8



AM 라디오 파워 앰프 응용

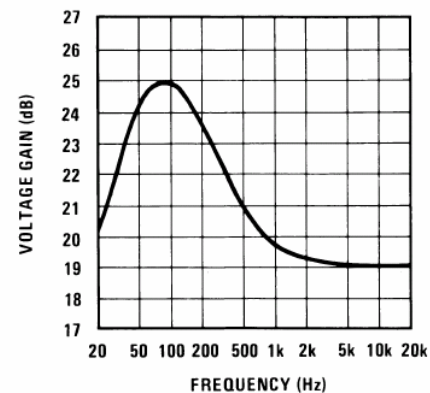


AM Radio Power Amplifier



DS008976-11

Frequency Response with Bass Boost



DS008976-10



실습 내용



- LPF 시뮬레이션 실습

- Pspice로 회로를 설계한다.
- Pspice로 시뮬레이션 한다.

- LM386을 이용한 파워 앰프 디자인 실습

- IC 설명
- 데이터시트 보는 법
- 회로 설계 시 유의 사항
- 파워 앰프를 제작한다.
- 스피커로 사운드를 확인한다.

- 다음 시간 실습 내용

- PSpice로 음성 주파수 대역 LPF(Low Pass Filter)를 설계한다.
- 이번 시간에 설계한 시뮬레이션 결과를 바탕으로 LPF를 제작한다.
- 1차, 2차, 그리고 3차 필터를 각각 사용하였을 때의, 음감은 어떠한가?
- 또한, 이에 대한 시뮬레이션 결과는 어떠하였는가?
- LPF를 쓰기 전과, 쓴 후의 앰프 출력 차이를 Oscilloscope와 귀를 통하여, 비교하여 논의하시오.

실험 결과 보고 사항 및 차기 과제

•실험 보고 사항

- RLC로 로패스 필터 회로를 구성하고, 60Hz 전압 소스를 인가하였을 때의,
- PSPICE 회로를 그리고 각 소자 단에서의 전압을 Plot 하시오.

•복습 과제

- PSpice의 변천사를 설명한다.
- PSpice의 사용법을 숙지하여, 편하게 사용할 수 있다.

•차기 과제 및 리포트

- 간단한 밴드패스 필터를 설계하시오.
- 마이크 앰프에 대해 조사하시오.

•다음시간 준비물

- 이번 시간에 만든 파워앰프 보드
- 7805 1개, 300mA 이상을 견딜 수 있는 브릿지 다이오드 1개
- 설계 값에 따른 저항 및 Capacitor 또는 OP AMP 준비
- 컨덴서 마이크 1개(몇 백원 함)
- 마이크 증폭용 앰프 회로 부품들
 - LM741 2개, 100k저항 10개, 1k 저항 10개,
 - 2.7k 저항 10개, 10u 커패시터 3개, 10k 옴 가변저항 1개