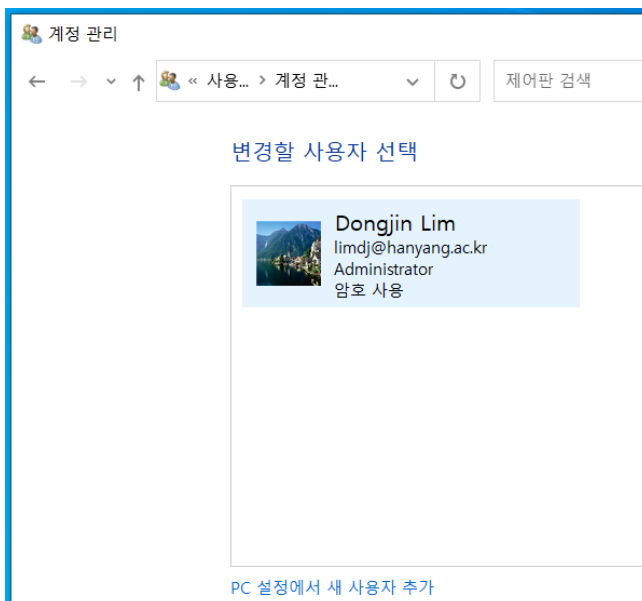
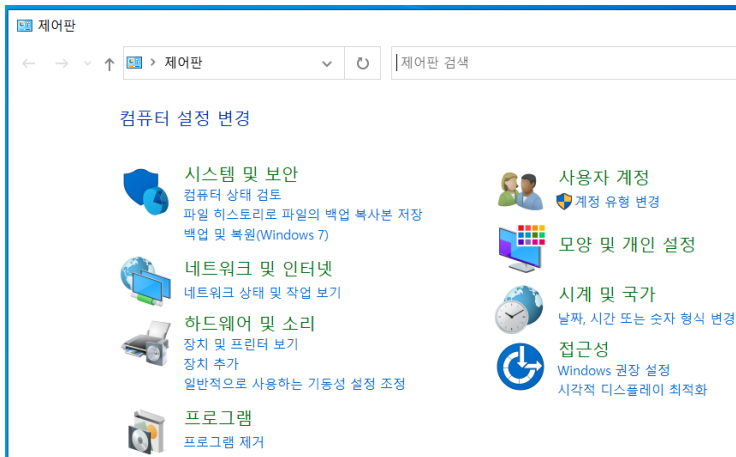


## 시뮬레이션 소프트웨어 다운로드 및 설치

**주의 사항:** 이 실습에서 사용하는 소프트웨어는 한글화가 되어있지 않습니다. 따라서 컴퓨터의 사용자 이름이 한글로 되어 있다면 여러 가지 문제가 발생할 수 있습니다. 그런 경우에는 윈도우에서 영문 이름으로 새로운 사용자(관리자 권한이 있는 사용자)를 새로 만들어서 진행하기 바랍니다. 또한 파일이나 폴더 이름에도 모두 영문을 사용하기 바랍니다.

제어판으로 가서 사용자 계정의 계정 유형 변경을 선택하면 새로운 사용자를 추가할 수 있습니다.



본 실습에서 사용하는 소프트웨어는 PSpice입니다. 원래 이 소프트웨어는 Cadence라고 하는 회사에서 공급하는 상업용 소프트웨어지만, 본 실습에서는 평가용 버전으로 실습을 진행합니다. 이 소프트웨어의 국내 공급사인 나인 플러스IT 회사의 홈페이지에 가입하여 다운로드 받습니다.






<https://npit.co.kr>



## Demo(Lite)

나인플러스에서는 OrCAD 프로그램 제품 구매에 앞서 미리 사용해 보실 수 있도록, OrCAD 체험판을 제공해 드리고 있습니다.

회원 가입 후 위와 같이 다운로드/Demo(Lite) 페이지를 찾아갑니다.

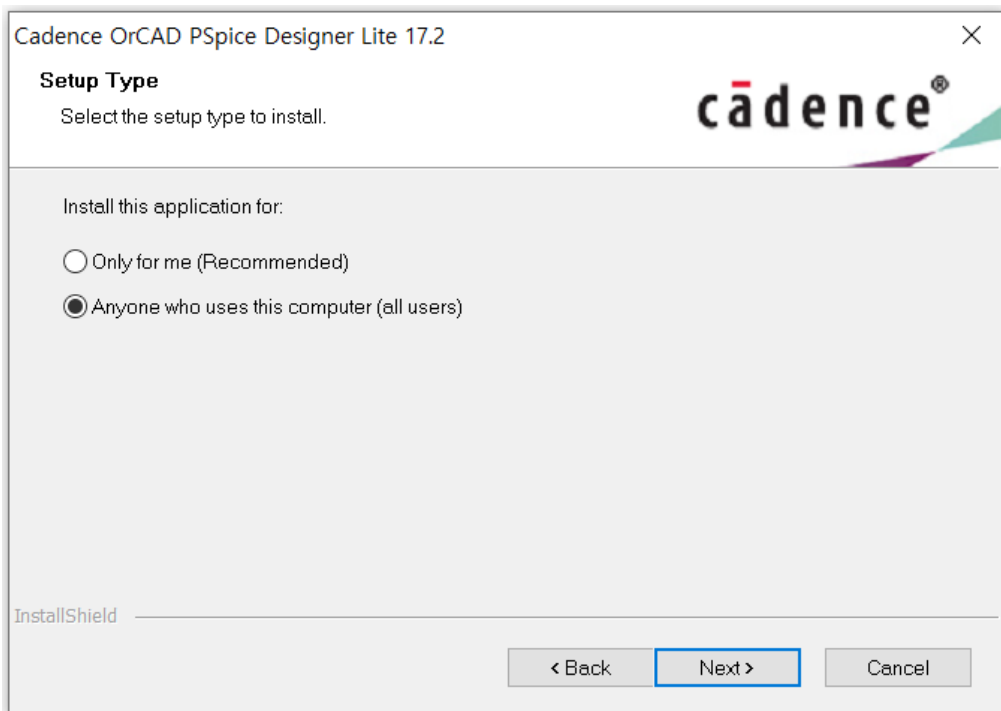
No.	프로그램 명	프로그램 다운로드
5	OrCAD 17.4-2019 Trial (설치방법)	
4	OrCAD 17.2-2016 Lite (Capture, PSpice)	
3	OrCAD 17.2-2016 Lite (All Product)	
2	OrCAD 16.6-2015 Lite (Capture, PSpice)	
1	OrCAD 16.6-2015 Lite (All Products)	

위에서 OrCAD 17.2-2016 Lite (Capture, PSpice) 를 다운로드 받습니다. 컴퓨터가 64비트 운영체제가 아니고 32비트인 경우에는 16.6 버전을 받습니다.

압축을 풀어서 나오는 폴더에서 setup.exe를 더블 클릭하면 설치가 시작됩니다.

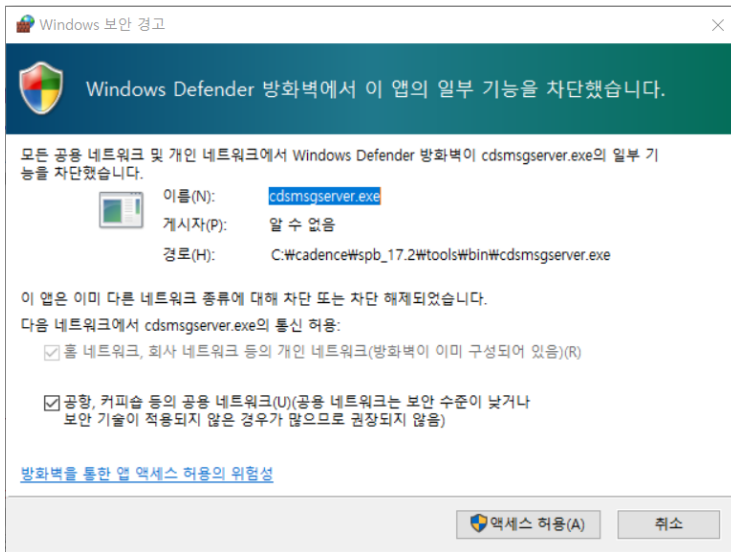
이름	수정된 날짜	유형	크기
0x0409.ini	2020-09-01 오전 8:02	구성 설정	22KB
data1.cab	2020-09-01 오전 8:02	캐비닛 파일	31,252KB
data1.hdr	2020-09-01 오전 8:02	ACDSee 20 HDR I...	3,056KB
data2.cab	2020-09-01 오전 8:02	캐비닛 파일	498,495KB
ISSetup.dll	2020-09-01 오전 8:02	응용 프로그램 확장	788KB
layout.bin	2020-09-01 오전 8:02	BIN 파일	1KB
pcbInstall.pdf	2020-09-01 오전 8:02	Adobe Acrobat D...	533KB
readme.pdf	2020-09-01 오전 8:02	Adobe Acrobat D...	320KB
README_CCR.txt	2020-09-01 오전 8:02	텍스트 문서	253KB
Release_Notes.pdf	2020-09-01 오전 8:02	Adobe Acrobat D...	6,848KB
setup.bmp	2020-09-01 오전 8:02	ACDSee 20 BMP I...	405KB
setup.exe	2020-09-01 오전 8:02	응용 프로그램	1,172KB
setup.ini	2020-09-01 오전 8:02	구성 설정	3KB
setup.inx	2020-09-01 오전 8:02	INX 파일	507KB
silentinstall-SPB.ini	2020-09-01 오전 8:02	구성 설정	5KB

아래와 같이 Setup Type을 묻는 화면이 나올 때, all users로 바꾸어 설정하는 것을 권장합니다.

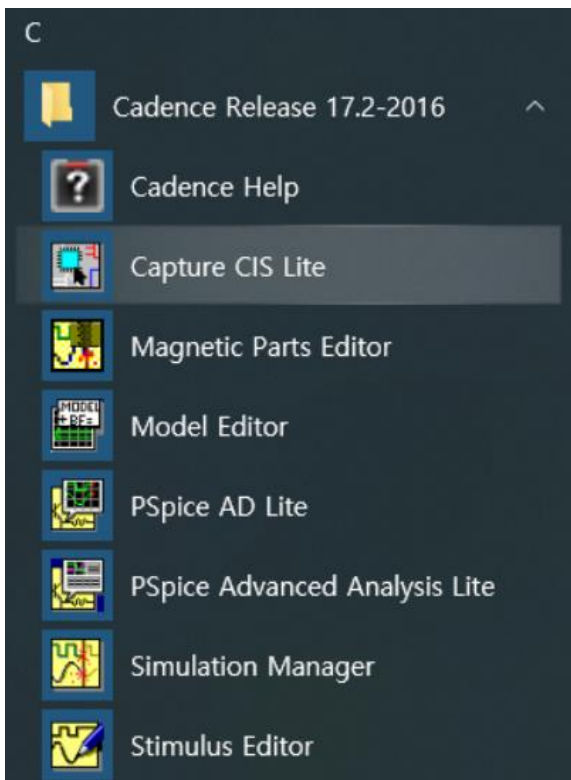


다른 설정은 기본 설정을 그대로 선택합니다.

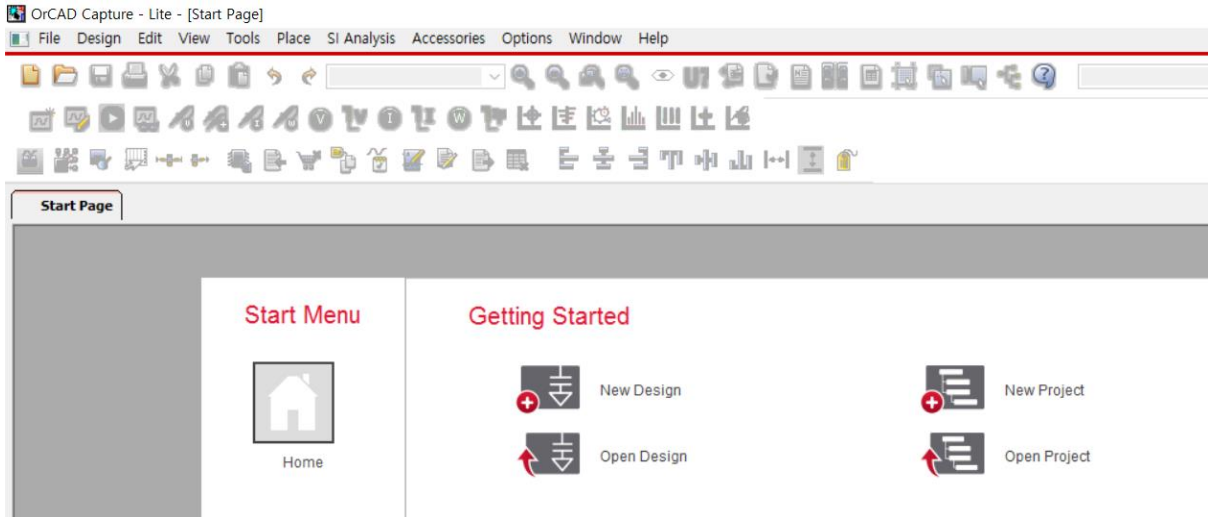
이후 프로그램 실행 중 아래와 같은 경고 창이 나오면 액세스 허용을 선택합니다.



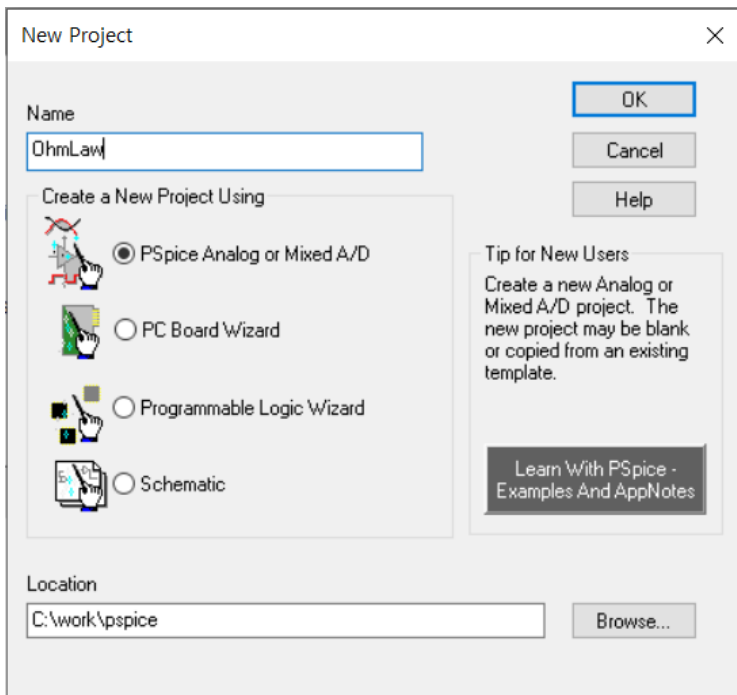
설치가 끝난 후 Cadence프로그램 그룹에서 Capture CIS Lite를 실행 합니다.



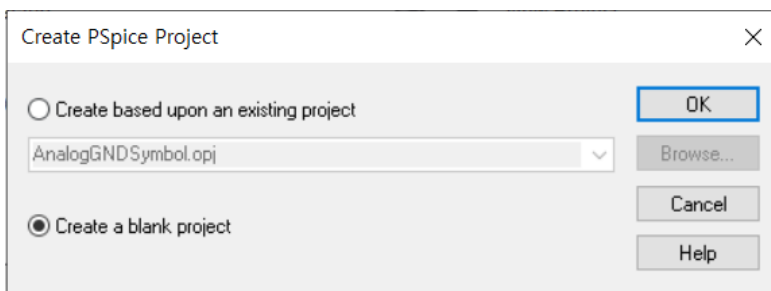
아래와 같은 화면이 나오면 New Project 버튼을 눌러서 새로운 프로젝트를 시작합니다. File메뉴에서 New Project를 선택해도 가능합니다.



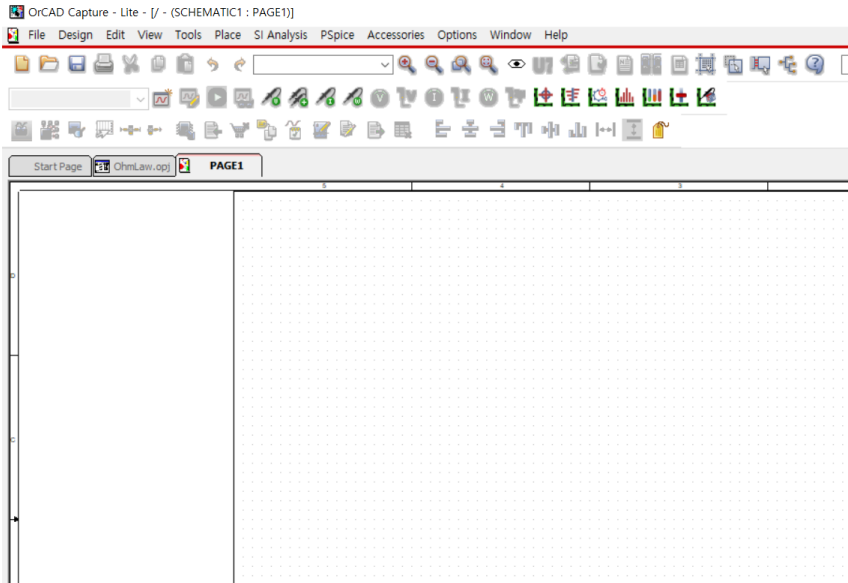
아래와 같이 Project 이름과 저장할 위치를 정합니다. 저장 위치는 본인이 원하는 위치에 미리 폴더를 만들어 놓아서 선택을 하도록 하는 것이 좋습니다.



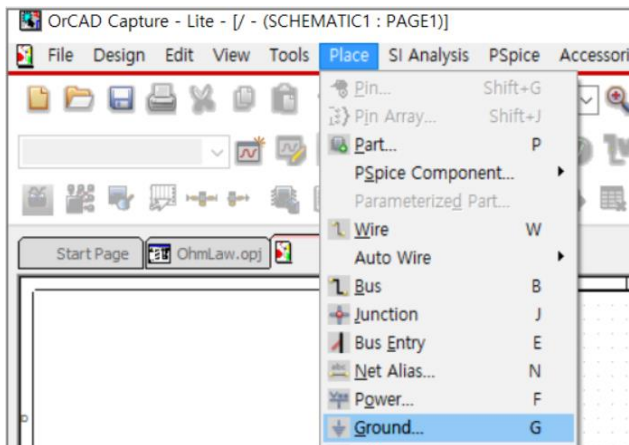
아래와 같은 화면이 나오면 Create a blank project를 선택합니다.



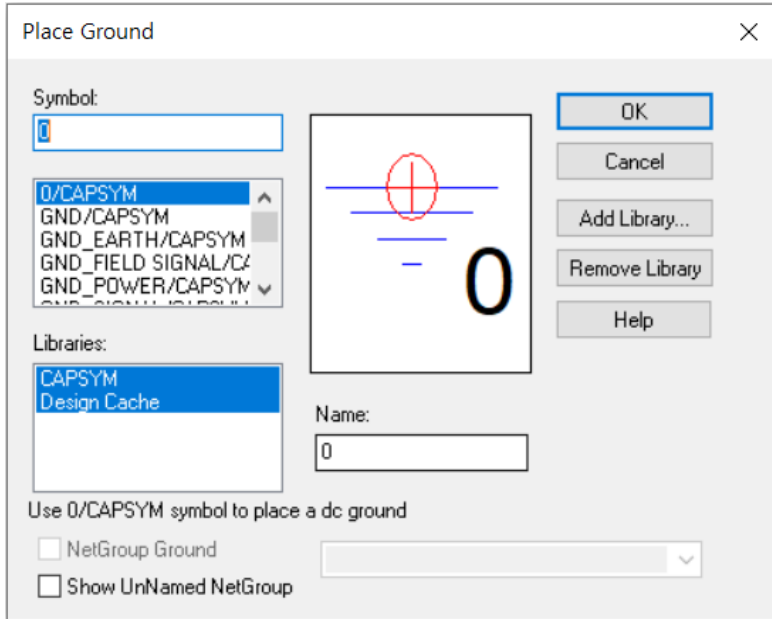
위의 화면에서 OK를 누르면 다음과 같은 화면이 나옵니다.



위의 화면은 회로를 그리기 위한 회로 그림 판입니다. Ohm의 법칙을 시험해 볼 수 있는 간단한 회로를 그려 보기로 합니다. 가장 먼저 아래와 같이 Ground를 넣습니다.

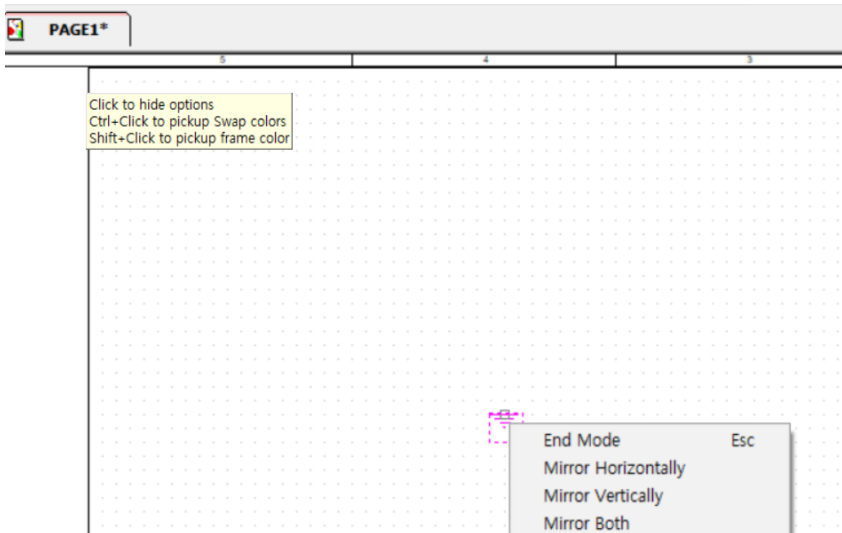


반드시 아래 그림과 같은 Ground를 선택하기 바랍니다.

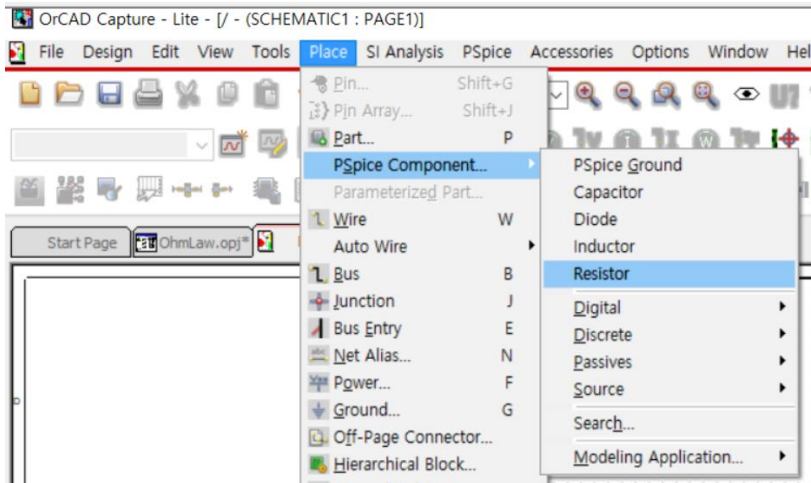


위의 화면에서 OK를 누르고 나면 아래와 같이 마우스 커서에 Ground 표시가 따라 다니며 한 번 클릭할 때마다 Ground가 회로에 하나씩 그려집니다. Ground는 하나만 필요하므로 반드시 한번만 클릭하십시오. 만약 실수로 여러 개 그린 경우, 나중에 지울 수 있습니다. Ground 그리기를 끝내려면 오른쪽 버튼을 누르면 아래와 같은 메뉴가 나오며 여기서 End Mode를 선택하면 Ground 그리기를 끝낼 수 있습니다.

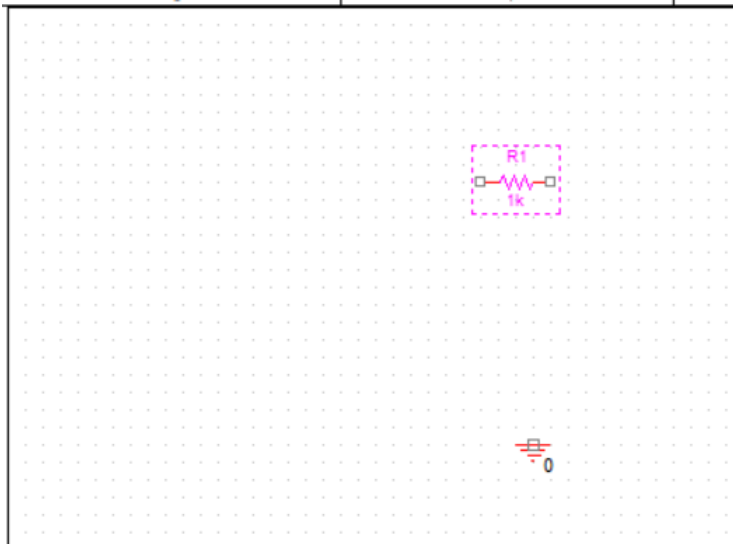
만약 실수로 여러 개가 그려졌다면 지우고 싶은 Ground를 선택한 후 오른쪽 버튼을 누르면 Delete 메뉴가 나옵니다. 혹은 키보드에서 Delete 키를 눌러서 지울 수 있습니다.



다음으로 아래와 같이 저항을 그려 봅니다. 그리는 방법은 동일 합니다.

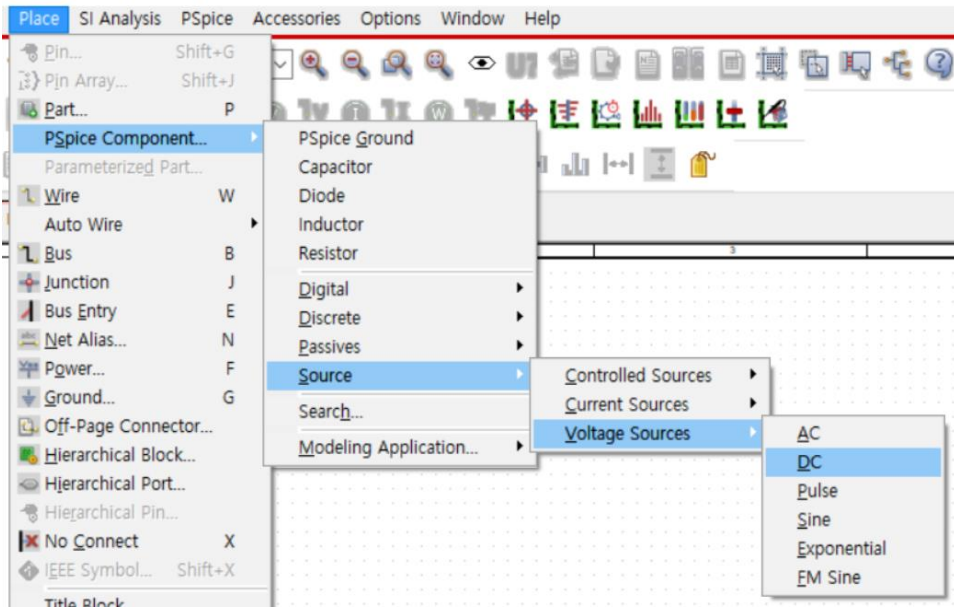


소자를 선택한 후 회로의 원하는 위치에 클릭하기 전에 Ctrl\_R 키를 누르면 소자의 방향을 바꿀 수 있습니다. 아래는 저항이 그려진 화면입니다.

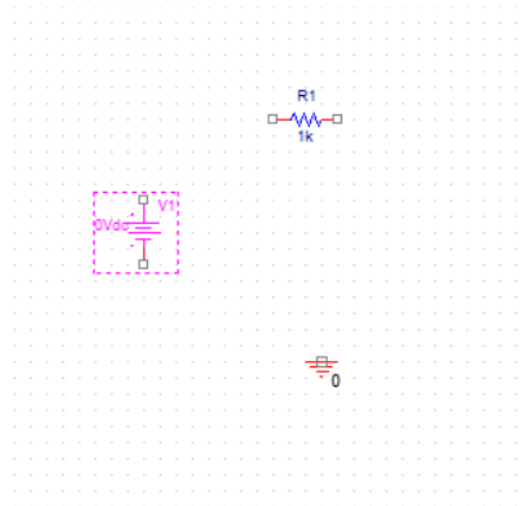


다음으로 아래와 같이 전원을 그려봅니다. 전원은 DC 전원입니다.

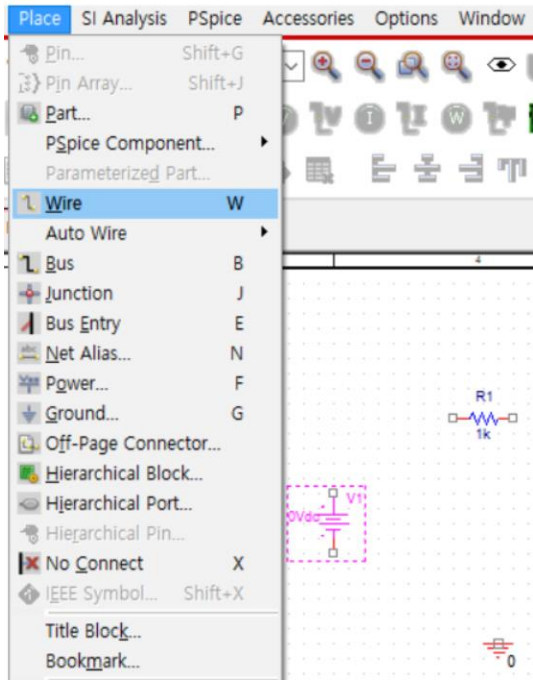




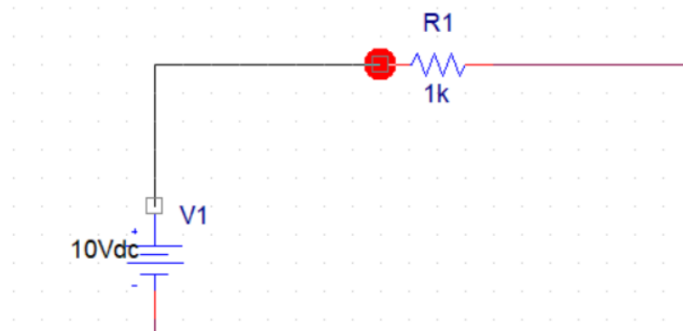
아래와 같이 필요한 부품들이 모두 그려졌습니다.



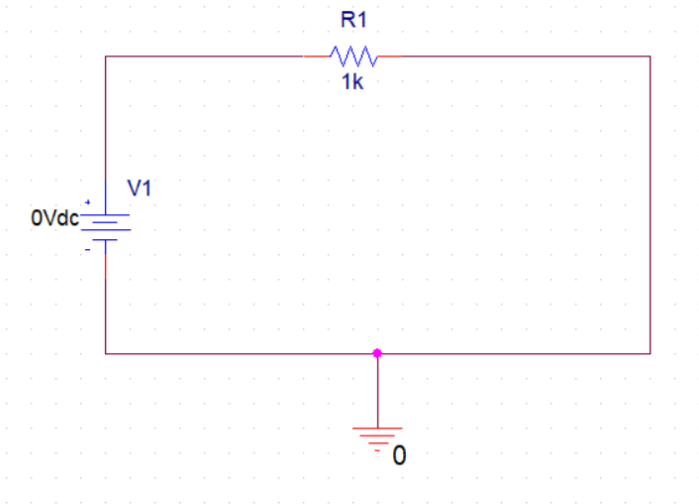
다음으로 위의 각 부품을 연결하여 회로를 구성하기 위해서 아래와 같이 Place Wire를 선택합니다.



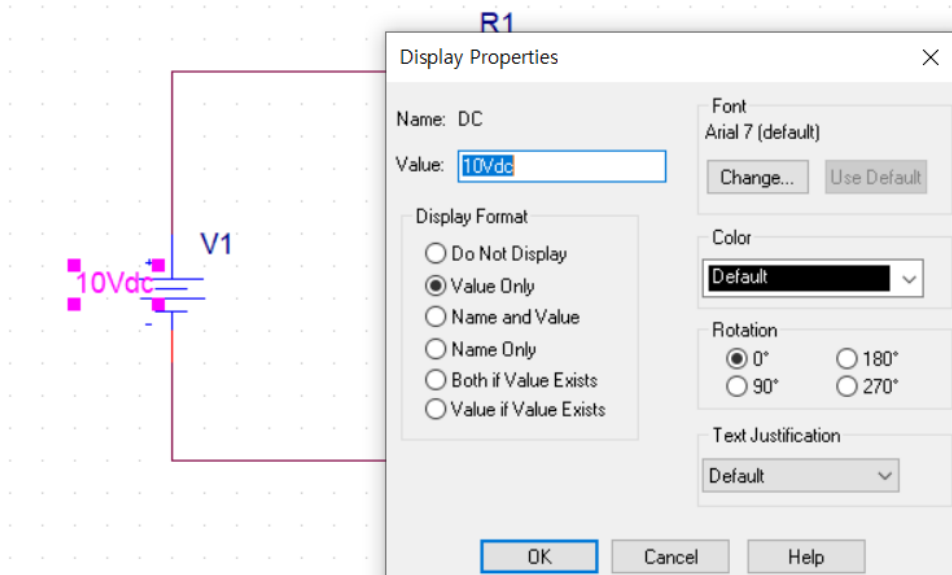
연결하려는 부품의 단자 끝에 마우스 커서를 놓고 클릭을 한 후 마우스를 끌고 가면 마우스의 경로에 따라 전선이 그려지며 연결하려는 다른 부품의 단자 끝에 도착하면 아래와 같이 빨간 원이 나오며, 이때 마우스를 다시 클릭하면 전선이 연결 됩니다. 이 작업을 모든 전선에 대해서 반복합니다. Wire 그리기 작업을 끝내려면 오른쪽 버튼을 누르고 End Wire를 선택합니다.



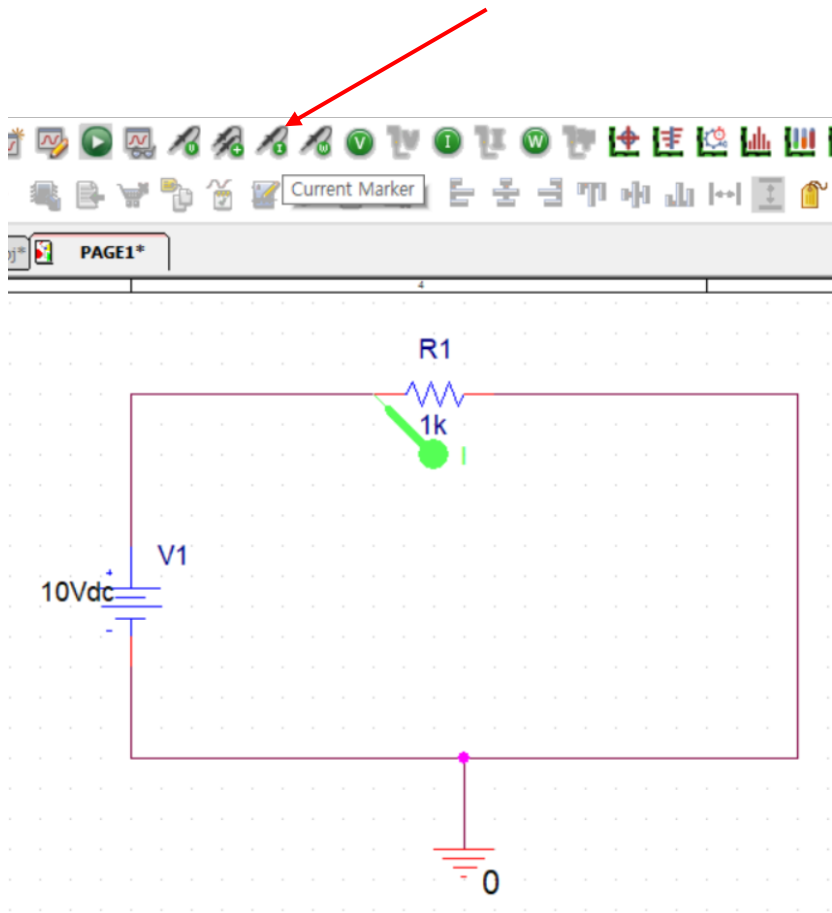
아래와 같이 회로를 완성합니다.



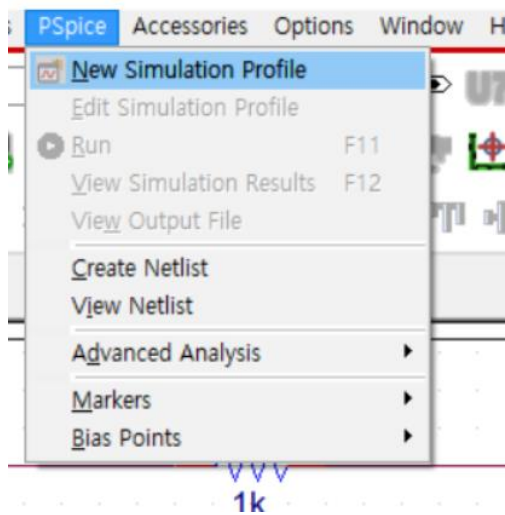
위에서 전원의 전압이 0V 이므로 더블 클릭하면 다음과 같이 바꿀 수 있습니다. 10V로 변경합니다.



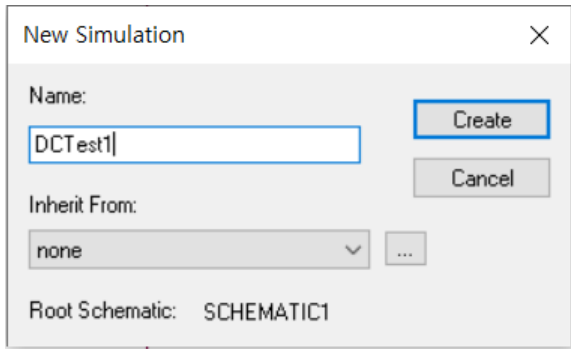
다음, 전류를 측정하기 위해서 Current Marker를 선택하여 아래와 같이 부품과 wire가 연결되는 지점에 놓습니다. Current Marker는 여러 개를 놓을 수 있습니다. Voltage Marker도 가능하지만 지금은 사용하지 않습니다.



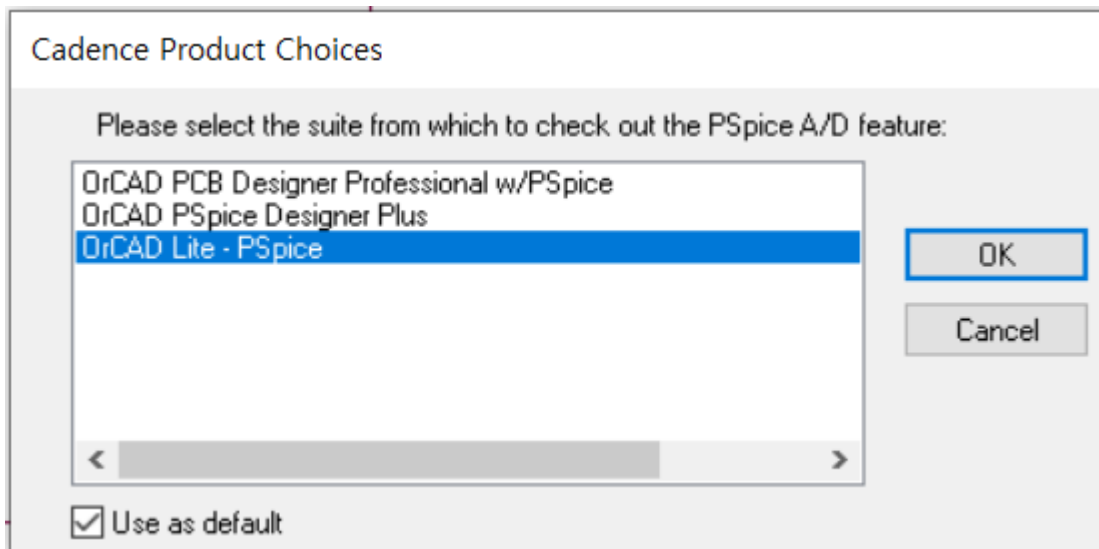
이제 시뮬레이션을 할 준비가 되었습니다. 시뮬레이션을 위해서는 Simulation Profile을 만들어야 합니다. 이는 시뮬레이션 조건을 설정하는데 필요합니다. 아래와 같이 새로운 profile을 만듭니다.



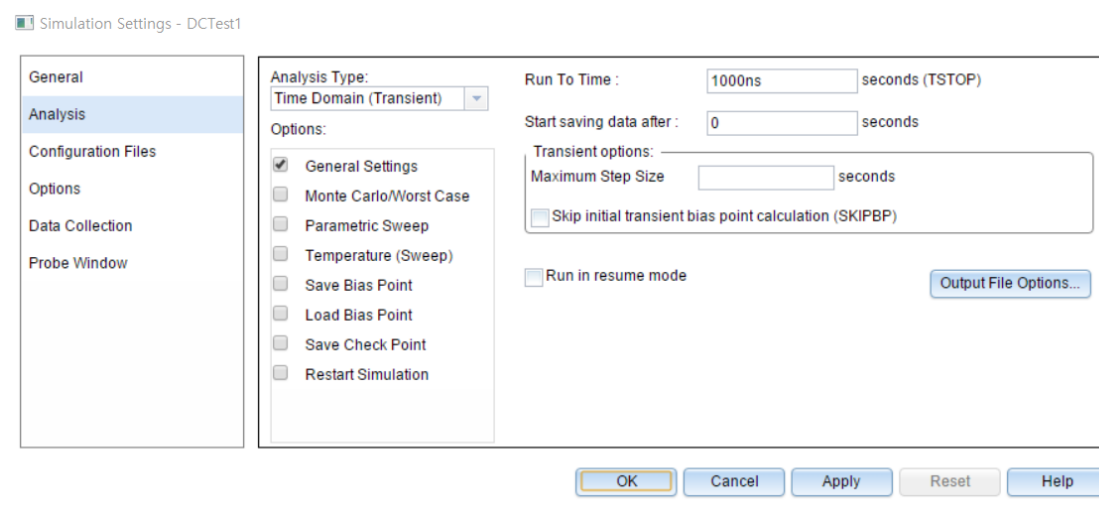
아래와 같이 이름을 정하고 Create 버튼을 누릅니다.



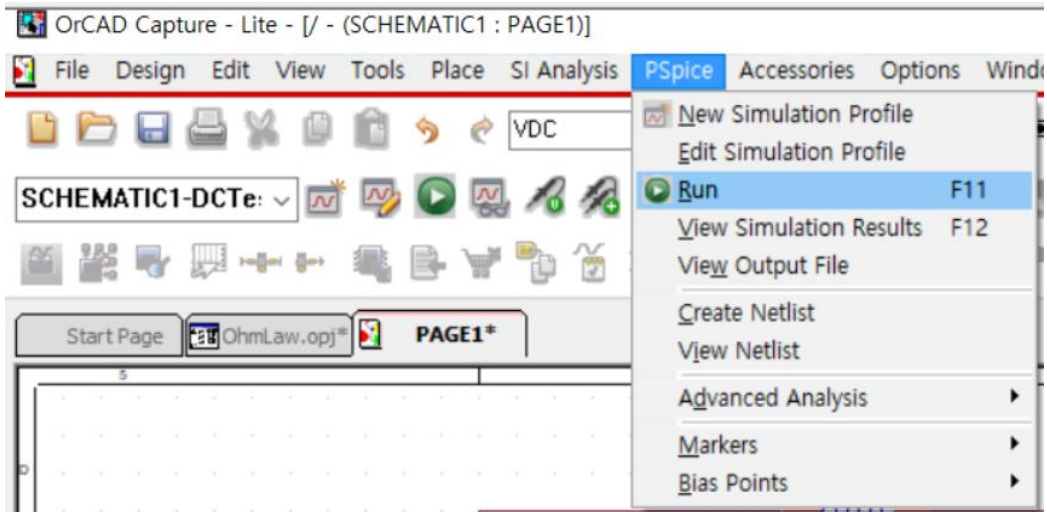
아래에서 OrCAD Lite를 선택하고 Use as default를 체크 하고 OK를 누릅니다. (처음 실행 시에만 이 화면이 나오며, 다음 실행에는 나오지 않습니다.)



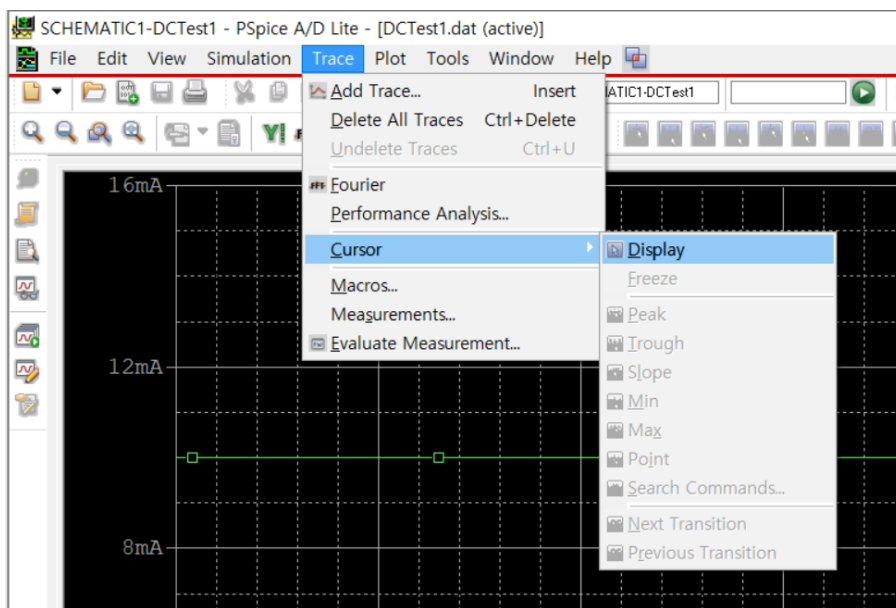
그러면 아래와 같은 입력 화면이 나옵니다. 변경 없이 OK를 누릅니다.



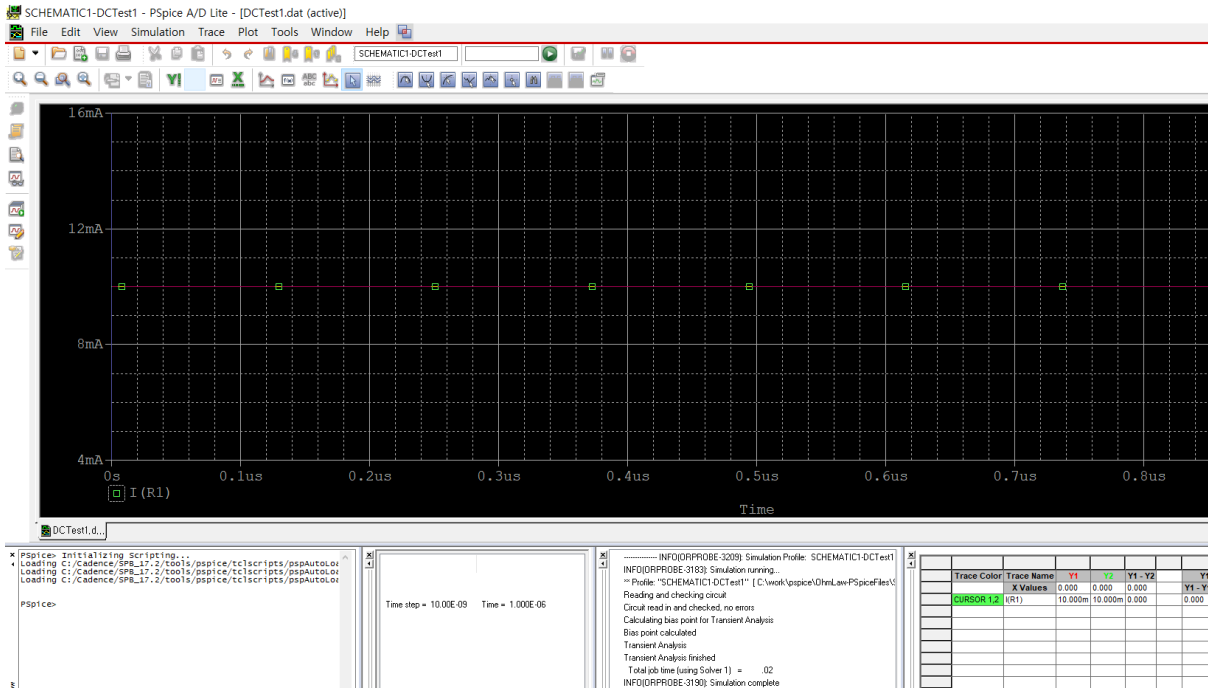
이제 시뮬레이션을 실행할 준비가 되어서 아래와 같이 실행 버튼을 누릅니다.



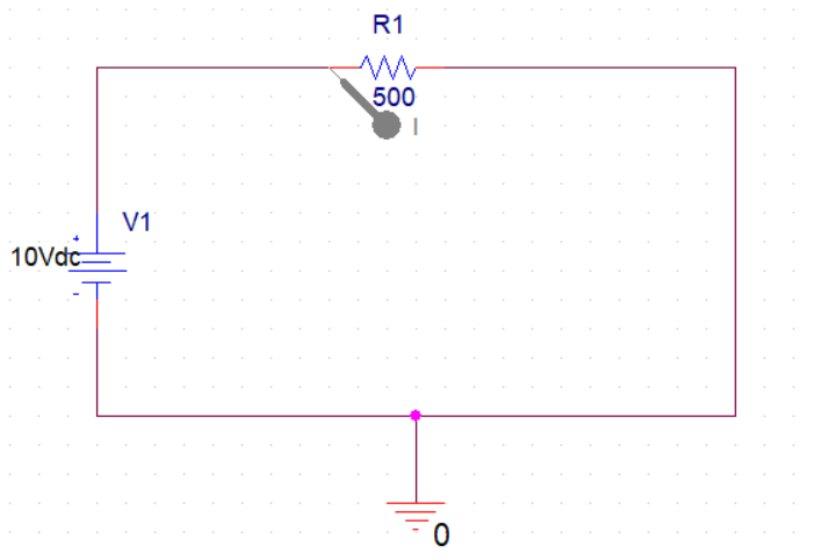
잠시 후 시뮬레이션이 끝나면 아래와 같이 결과 화면이 나옵니다. 예상대로 전류 값이 10mA인 것을 볼 수 있습니다. 만약 그래프에서 값을 읽기가 어려우면 아래와 같이 커서를 활성화 할 수 있습니다.



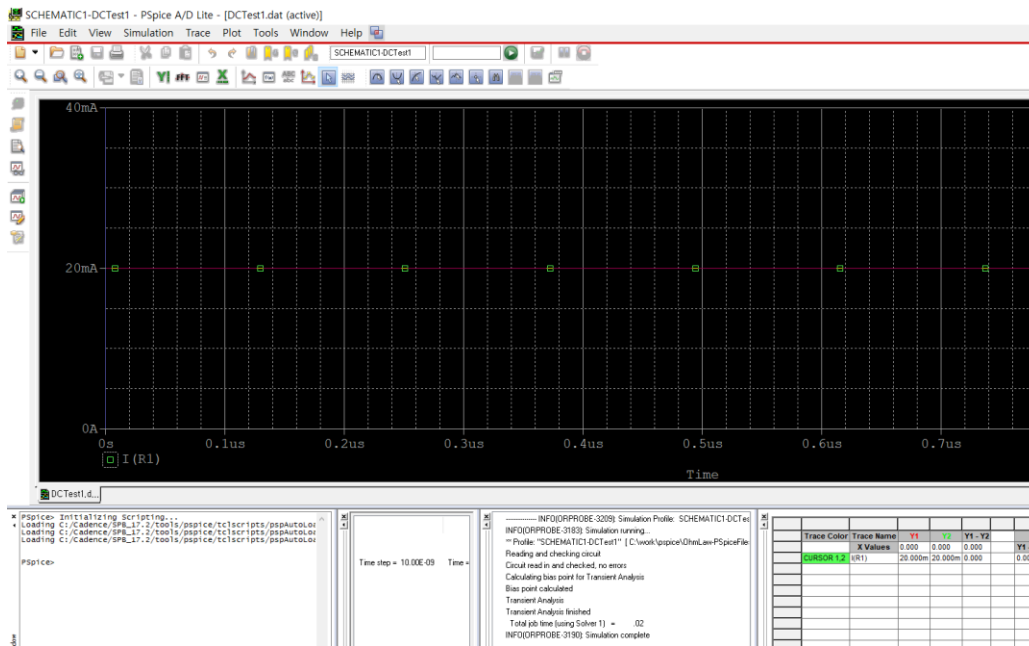
그러면 화면에 커서가 생기고 화면 오른쪽 아래에 커서가 읽은 값이 나옵니다.



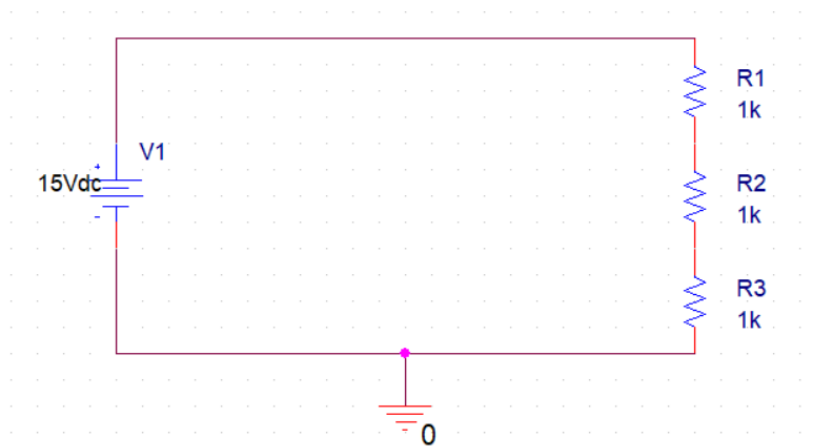
다음으로 저항을 500옴으로 변경해 봅니다.



실행 결과를 보면 아래와 같이 전류가 20mA 이고 옴의 법칙에 따라 동작함을 확인할 수 있습니다.

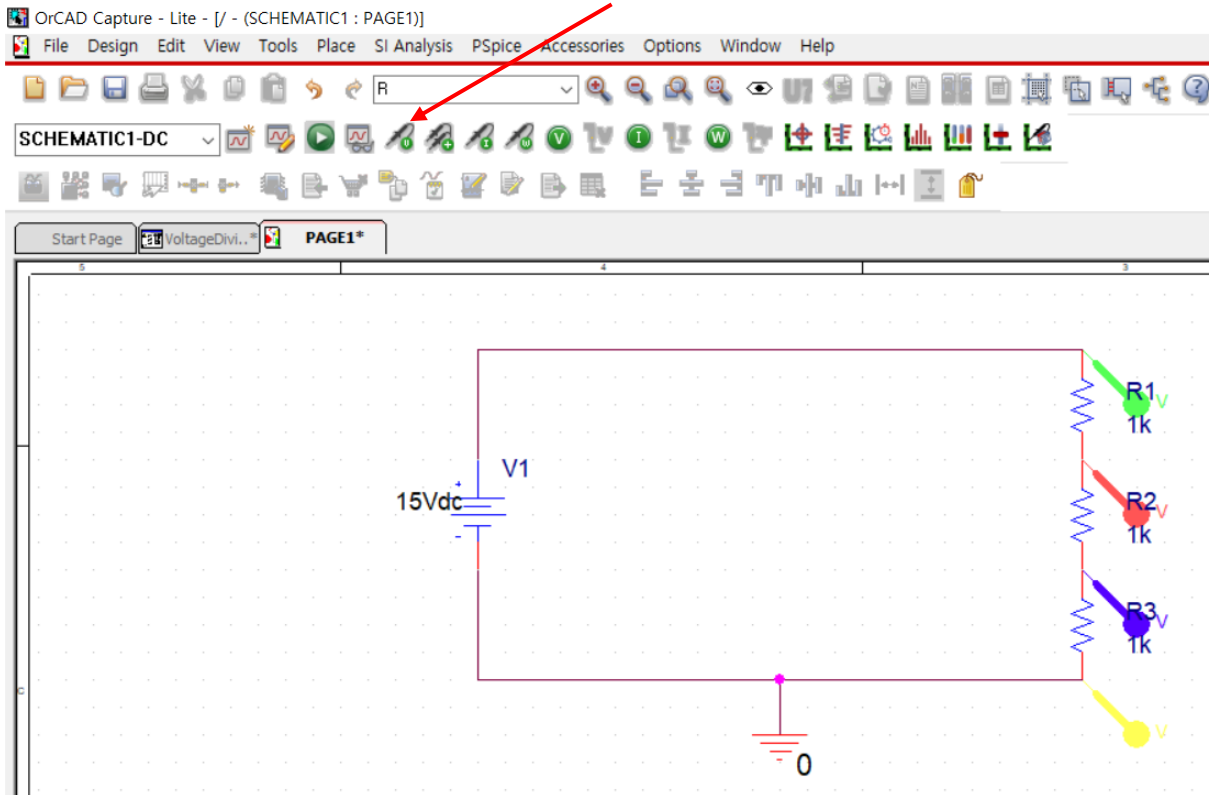


다음으로, 저항 회로의 전압 배분 법칙을 시뮬레이션으로 확인해 봅니다. 위에서 설명한 방법으로 다음과 같은 회로를 구성합니다.

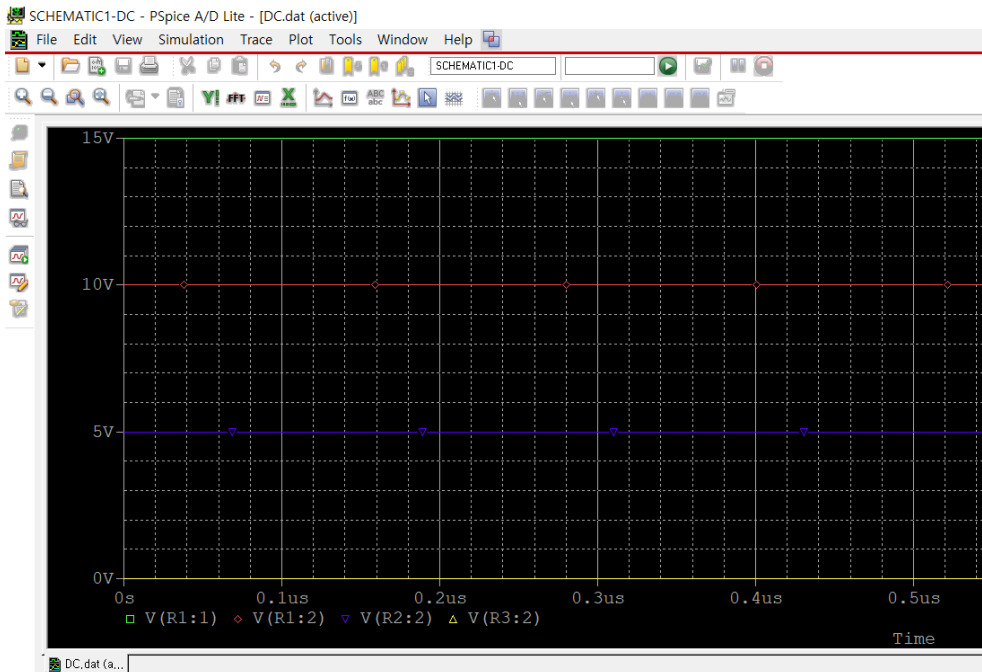


이 회로에서는 전압을 측정해야 하므로 아래와 같이 Voltage Marker를 선택하여 회로의 측정 위치에 설정한 후 시뮬레이션을 실행합니다.





아래는 시뮬레이션 결과입니다. 각 마커의 색에 따라 전압이 표시되며 전압 분배 법칙과 일치함을 확인할 수 있습니다.



## 시뮬레이션: 기초회로이론

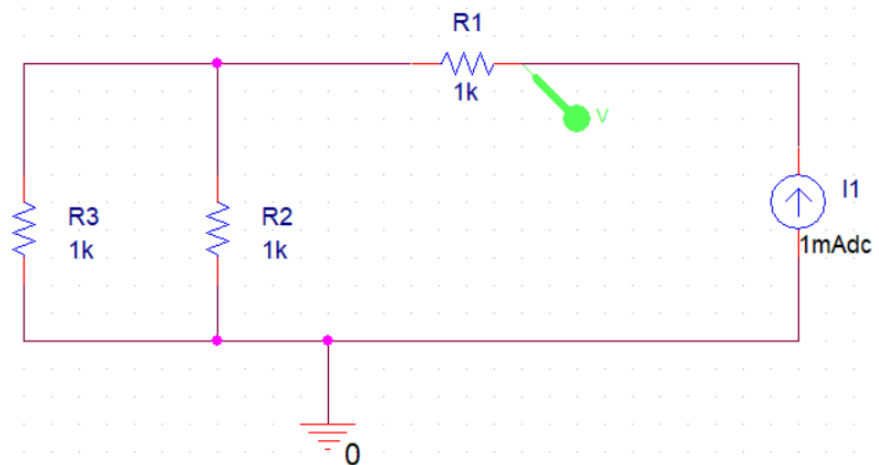
이 실습에서는 회로실험 교재의 실험 1. Multimeter의 사용법 및 기초 회로 이론 실험을 PSpice 프로그램으로 시뮬레이션 합니다. 실험 교재의 실험 방법 및 절차에서 다. Kirchhoff의 전압 법칙 (KVL)와 라. Kirchhoff의 전류 법칙(KCL)의 실험만 PSpice 시뮬레이션으로 실시하여 교재의 표를 채웁니다. 실제 저항을 사용하는 것이 아니므로 측정 저항 값은 빈칸으로 두고 표시 저항 값만을 사용합니다.

## 시뮬레이션: Thevenin의 정리

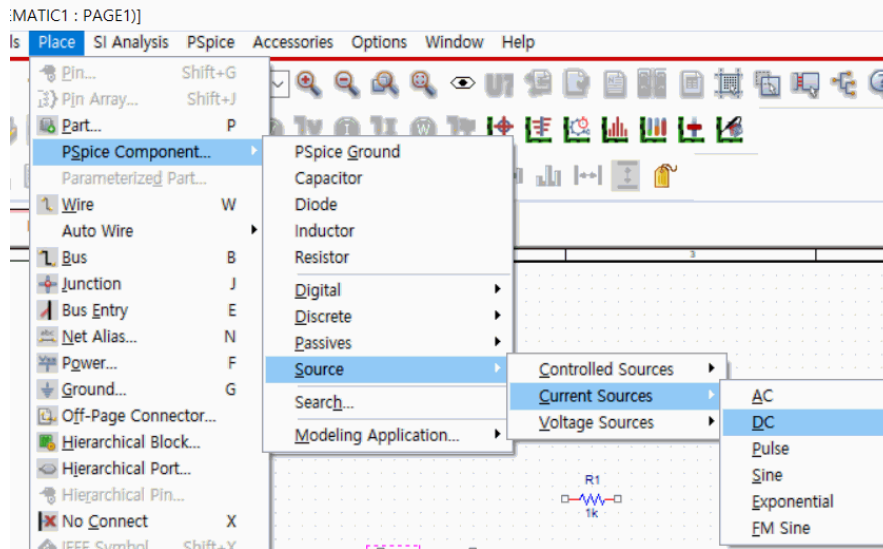
이 실습에서는 회로실험 교재의 **실험 2. Thevenin의 정리** 실험을 PSpice 프로그램으로 시뮬레이션 합니다. 실험 교재에는 3개의 회로가 주어졌으며 이 3개의 회로에 대한 시뮬레이션 회로를 작성하여 교재의 실험 내용을 실시합니다. 이를 위해서는 아래와 같은 두 가지 사항이 필요합니다.

1. Thevenin 정리의 실험을 실시하기 위해서는 개방 전압(open circuit voltage)의 측정이 필요합니다. 실제 실험에서는 멀티미터의 전압 측정 기능을 이용하면 간단하게 측정 가능합니다. 그러나, Pspice 시뮬레이션에서는 회로가 개방된 상태에서는 시뮬레이션이 실행이 되지 않고 오류가 발생합니다. 따라서 PSpice에서 개방 전압을 측정하기 위해서는 개방하려는 단자 사이에 매우 큰 저항(예를 들면 1000,000,000 Ohm)을 삽입하여 이 큰 저항 사이의 전압을 측정하면 개방 전압을 측정할 수 있습니다.

2. 저항 값의 측정은 실제 회로에서는 멀티미터의 저항 측정 기능을 이용하면 간단하게 측정 가능합니다. PSpice에서는 아래와 같은 회로를 이용하여 저항을 측정합니다. 즉, 측정하려는 저항 회로의 양단에 직류 전류 원(DC current source)을 연결하고 전압을 측정합니다. 아래 회로의 예를 보면, 1 mA의 전류를 흘려서 측정을 해 보면 전압 값이 1.5 V가 나옵니다. 따라서 저항 값이 1.5 K Ohm임을 알 수 있습니다.



위의 그림에서 전류 원은 아래와 같이 선택하여 넣을 수 있습니다.

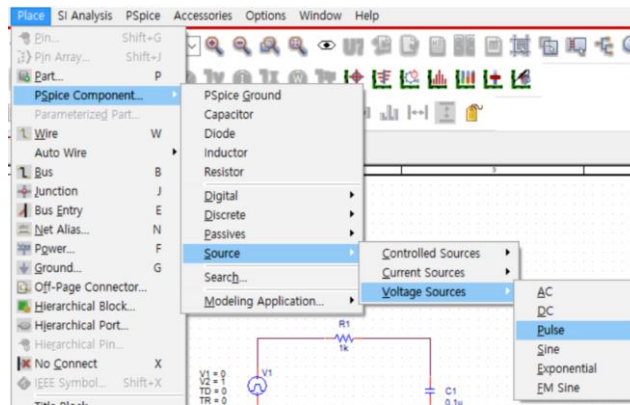


TIP: 회로 소자를 그려 넣은 후 회로 소자의 방향을 바꾸고 싶을 경우가 있습니다. 그런 경우에는 그 소자를 마우스로 클릭하여 선택된 상태에서 마우스 오른쪽 버튼을 누르면 나오는 메뉴에서 Rotate를 선택하면 방향을 바꿀 수 있습니다.

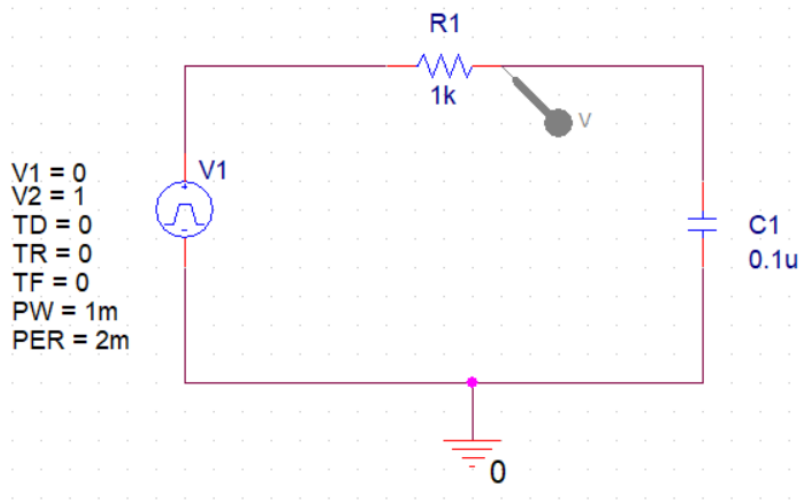
## 시뮬레이션: Capacitor 및 Inductor 의 특성 - 과도 상태 특성

이 실습에서는 회로실험 교재의 실험 3 . Capacitor 및 Inductor 의 특성 - 과도 상태 특성 실험을 PSpice 프로그램으로 시뮬레이션 합니다. 실험 교재에는 RC 회로 3개, RL 회로 3개 주어졌으며, 회로에 대한 시뮬레이션 회로를 작성하여 교재의 실험 내용을 실시합니다. 이를 위해서는 아래와 같은 사항이 필요합니다.

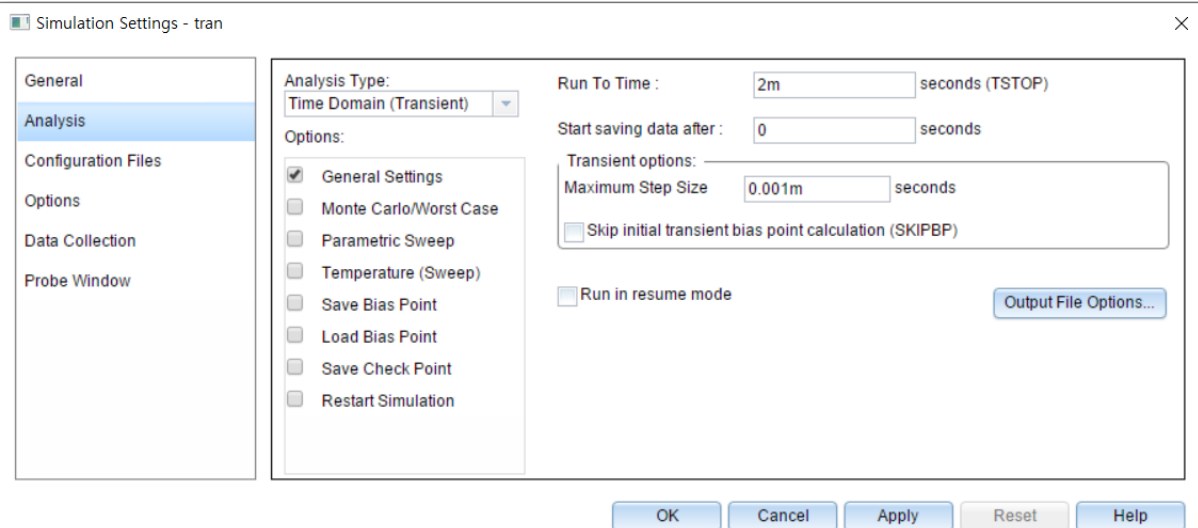
앞의 실험에서 했던 저항 회로와 달리 이 실험에서는 시간에 대한 출력 값의 변화를 측정하는 실험입니다. 이를 위하여 회로의 입력에 구형파(square wave)를 입력합니다. 구형파의 발생은 아래 그림과 같이 Pspcie의 Voltage Source 중 Pulse를 이용합니다.



아래의 그림은 실습 교재의 첫째 회로입니다. Capacitor를 선택하여 그린 후 값을 0.1u 라고 입력합니다. 이와 같이 입력하는 것은 커패시터의 값  $0.1\mu F$  입니다. 실습 교재에서 입력 함수의 크기는 1V, 주기는 2msec라고 하였으므로, Pulse Voltage Source 의 각 값들은 아래 그림과 같이 입력합니다. V1은 초기 전압 값이므로 0, V2는 Pulse 함수의 크기 전압이므로 1입니다. TD는 delay time, TR은 rise time, TF는 falling time이므로 모두 0을 입력합니다. PW는 pulse의 폭, PER은 주기이므로 각각 1m, 2m를 입력합니다. 커패시터의 전압을 관찰하기 원하므로 Voltage Marker를 넣습니다.

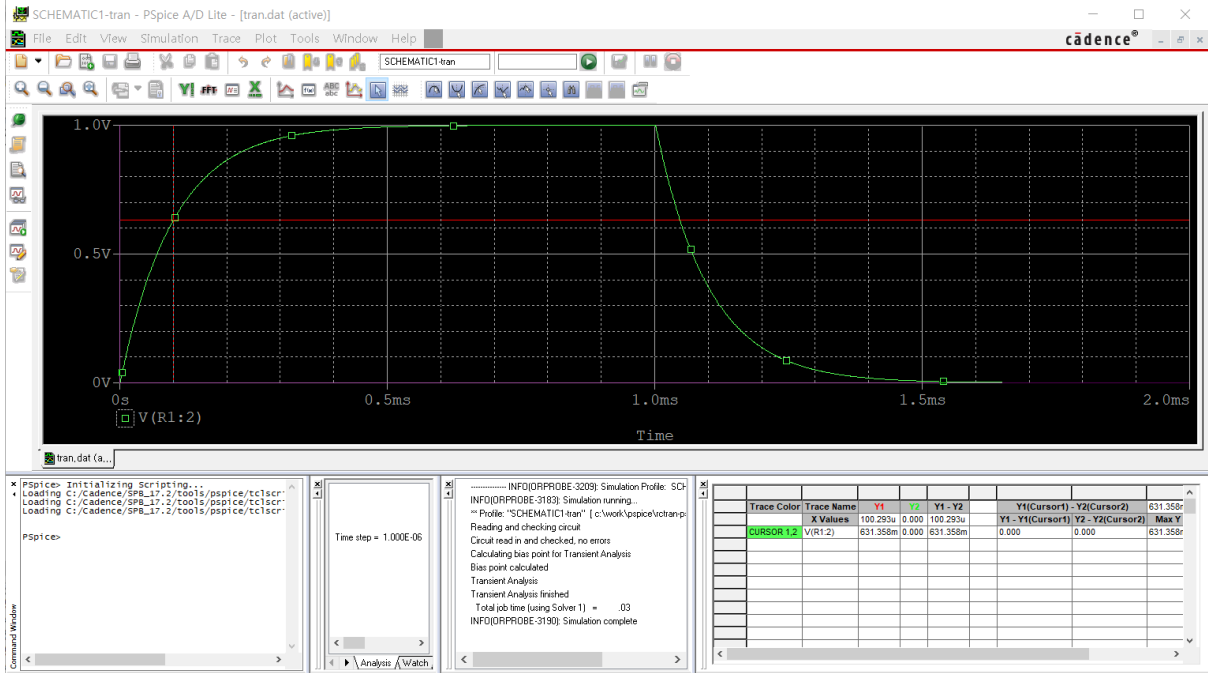


시뮬레이션 프로파일에서는 시뮬레이션 시간인 Run To Time을 2m로 입력합니다. 입력 함수의 주기가 2msec 이므로 한 주기 동안 관찰합니다.



Maximum Step Size는 빈칸으로 두어도 상관 없으나, 그래프가 매끄럽지 않을 수 있습니다. 위의 그림과 같이 1 micro sec으로 설정하면 컴퓨터 성능에 따라 계산에 오래 걸릴 수 있으나 다음 그림과 같이 매끄러운 그래프를 얻을 수 있습니다.

시뮬레이션을 실행하면 다음과 같은 결과가 나오며, Cursor기능을 이용하면 그래프 값을 쉽게 읽을 수 있습니다.



**주의:** 실습 내용 중 커패시터나 인덕터를 직렬 혹은 병렬 연결하는 경우가 있습니다. PSpice에서는 커패시터를 직렬로 연결하거나 인덕터를 병렬로 연결할 경우 오류가 발생하여 시뮬레이션이 되지 않습니다. 따라서 이 경우에는 동일한 값을 가지는 한 개의 소자로 시뮬레이션을 합니다. 예를 들어서 0.1uF 커패시터 두 개를 직렬로 연결하면 0.05uF 이므로 이 경우에는 0.05uF 커패시터 한 개로 회로를 구성합니다.

## 시뮬레이션: RLC회로의 과도 상태 특성

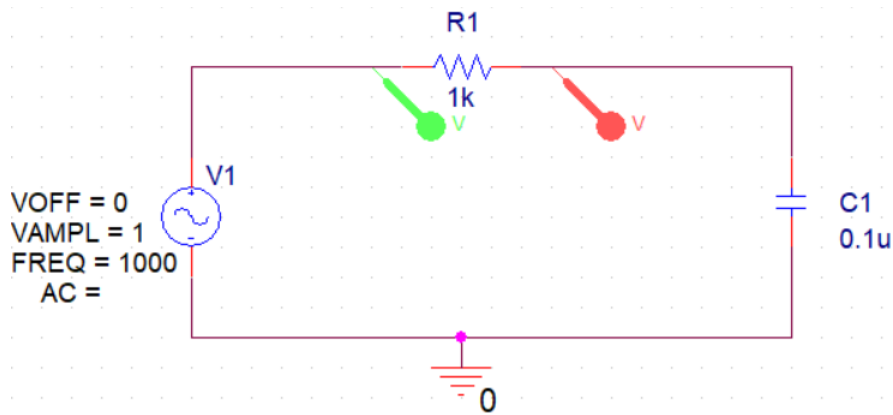
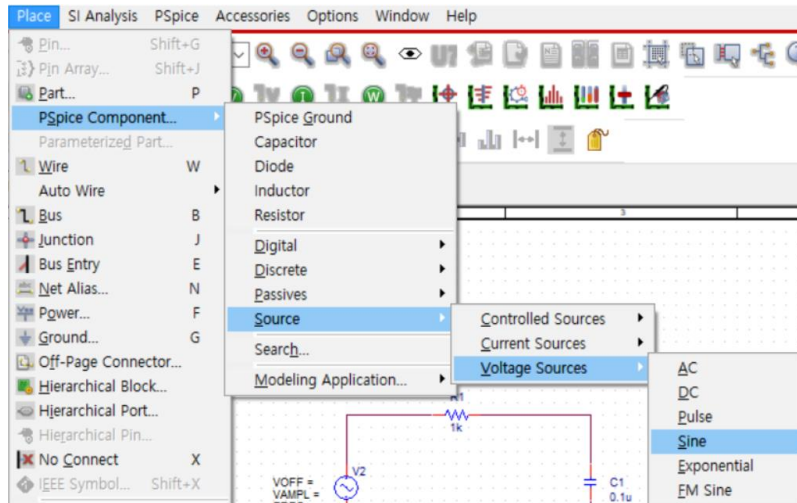
이 실습에서는 회로실험 교재의 실험 4. RLC 회로의 과도 상태 특성 실험을 PSpice 프로그램으로 시뮬레이션 합니다. 실험 교재의 실험 중 가. 직렬 RLC회로의 파라미터 측정 만 실시합니다. PSpice 사용 법은 이전과 동일하므로 생략합니다. Pulse 함수의 주기가 이전 실험과 다름에 유의 하여 파라미터와 PSpice profile을 입력하십시오.

**주의:** 실습 내용 중 커패시터나 인덕터를 직렬 혹은 병렬 연결하는 경우가 있습니다. PSpice에서는 커패시터를 직렬로 연결하거나 인덕터를 병렬로 연결할 경우 오류가 발생하여 시뮬레이션이 되지 않습니다. 따라서 이 경우에는 동일한 값을 가지는 한 개의 소자로 시뮬레이션을 합니다. 예를 들어서 0.1uF 커패시터 두 개를 직렬로 연결하면 0.05uF 이므로 이 경우에는 0.05uF 커패시터 한 개로 회로를 구성합니다.

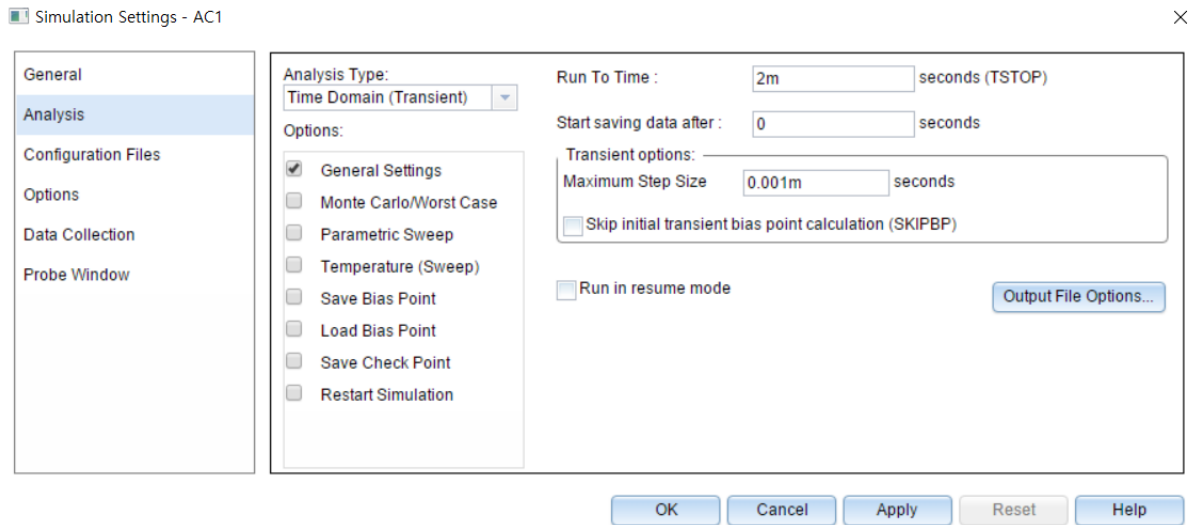


## 시뮬레이션: Capacitor 및 Inductor 의 특성 - 교류 회로

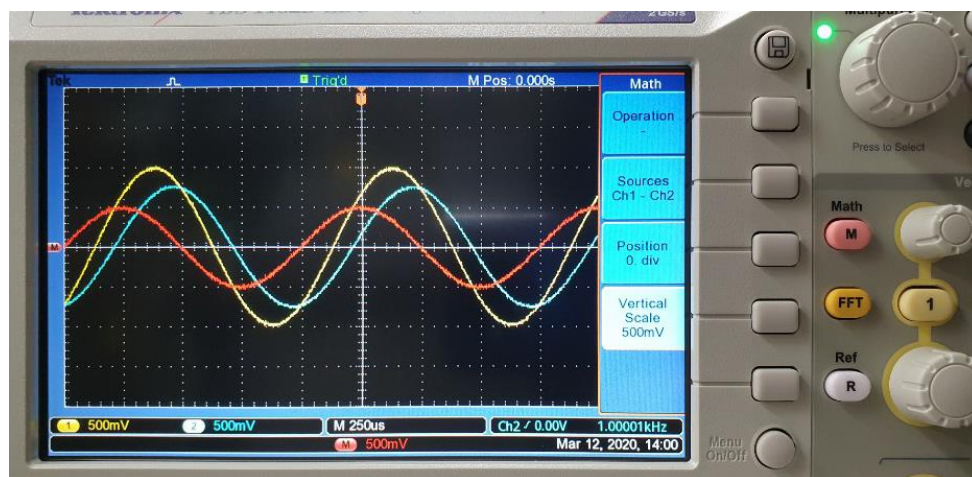
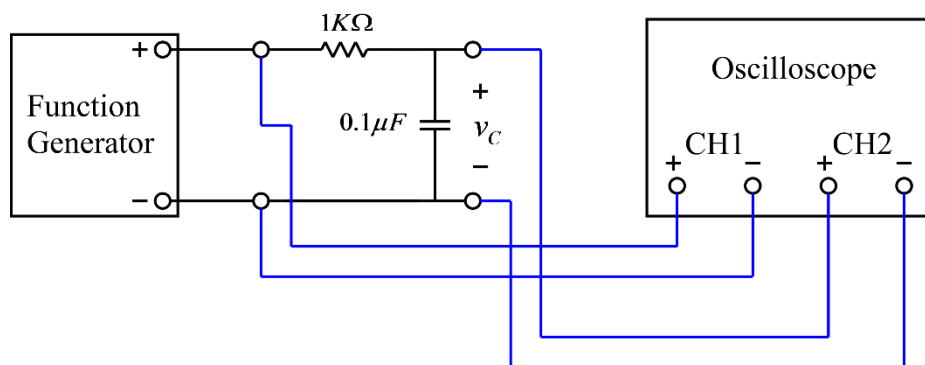
이 실습에서는 회로실험 교재의 **실험 5 . Capacitor 및 Inductor 의 특성 - 교류 회로** 실험을 PSpice 프로그램으로 시뮬레이션 합니다. 이 실험을 위해서 아래와 같이 Sine Voltage Source의 입력이 필요합니다. 실제 실험에서는 주파수가 1000Hz, 크기가 1Volt인 sine wave를 선택하도록 되어 있으므로, 아래 그림과 같이 입력합니다.



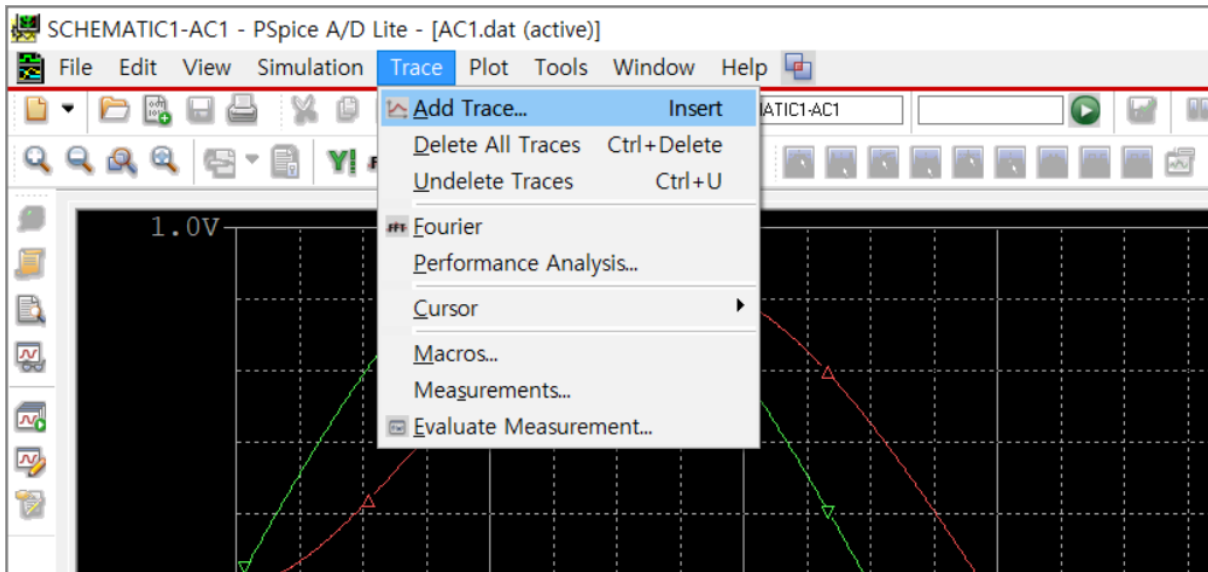
또한, 이 실험에서는 입력되는 sine wave와 커패시터 전압을 비교해야 하므로 위의 그림과 같이 Voltage Marker를 2개 설치합니다. Simulation profile은 아래와 같이 입력합니다. 특히 시뮬레이션 시간은 입력 sine wave의 2개 주기인 2msec로 합니다. 결과 관찰 시에 과도기가 지난 후 수치를 읽어야 하므로 2개 주기로 시뮬레이션을 합니다.



또한 실제 실험에서는 아래 그림과 같이 저항의 전압을 측정하기 위해서 오실로스코프의 Math 기능을 이용하여 전압의 차이를 관찰합니다. 시뮬레이션에서도 이와 유사하게 두 전압의 차이를 그릴 수 있습니다.

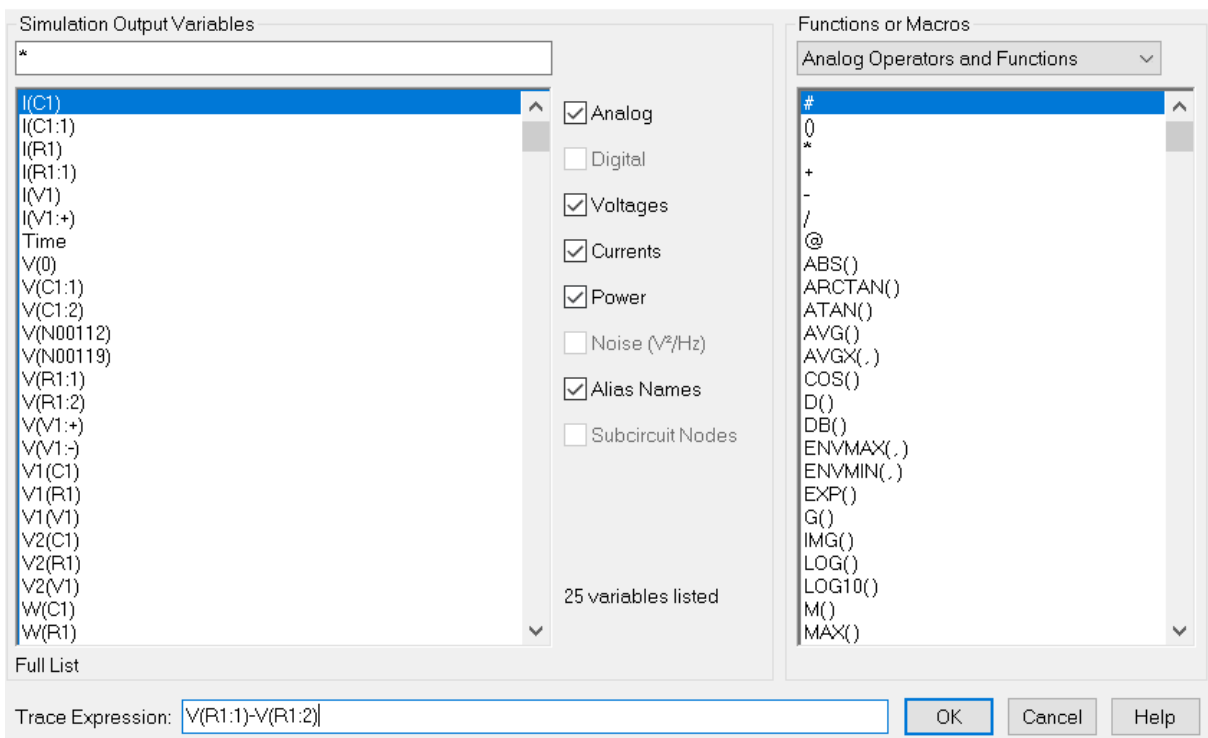


아래와 같이 Trace 메뉴에서 Add Trace를 선택합니다.

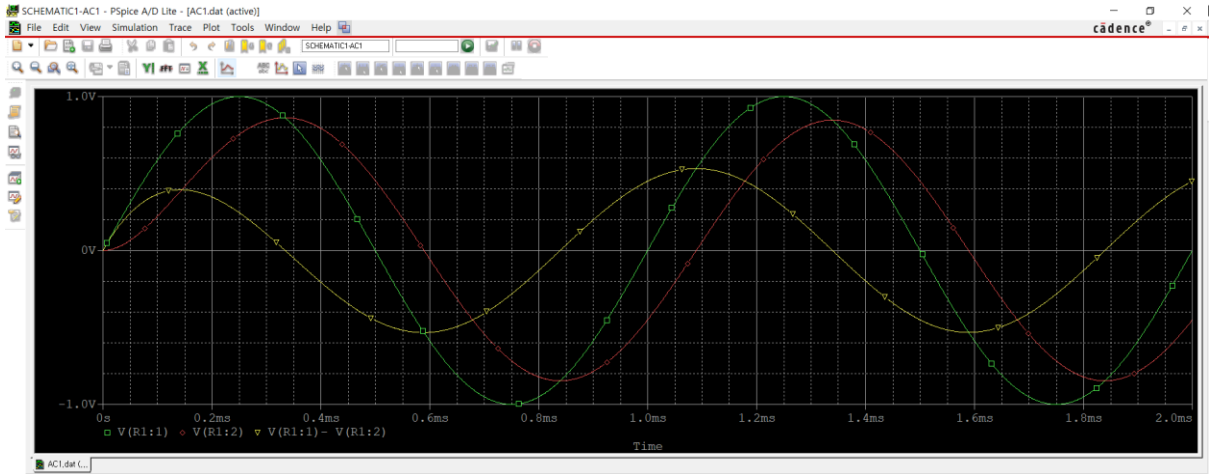


그리고 아래와 같이 저항 양단의 전압 변수의 차이 식을 입력합니다. 수식을 입력할 때, 직접 입력하지 않고 해당 되는 변수를 클릭하면 자동으로 변수가 입력됩니다.

#### Add Traces



위와 같이 입력하면 두 전압의 차이를 보여주는 그래프가 아래 그림과 같이 추가됩니다.



위와 같은 방법으로 시뮬레이션을 실시한 후 실험 교재의 표를 채웁니다. 시간 초기에는 과도 현상이 있으므로 과도기가 지난 후 정상 상태에서 데이터를 읽습니다.

## 시뮬레이션: RL과 RC회로 - 교류 회로

이 실습에서는 회로실험 교재의 실험 6 . RC 와 RL 회로 - 교류 회로 실험을 PSpice 프로그램으로 시뮬레이션 합니다. PSpice 시뮬레이션 방법은 실험 5 . Capacitor 및 Inductor 의 특성 - 교류 회로의 시뮬레이션 방법과 거의 유사합니다.

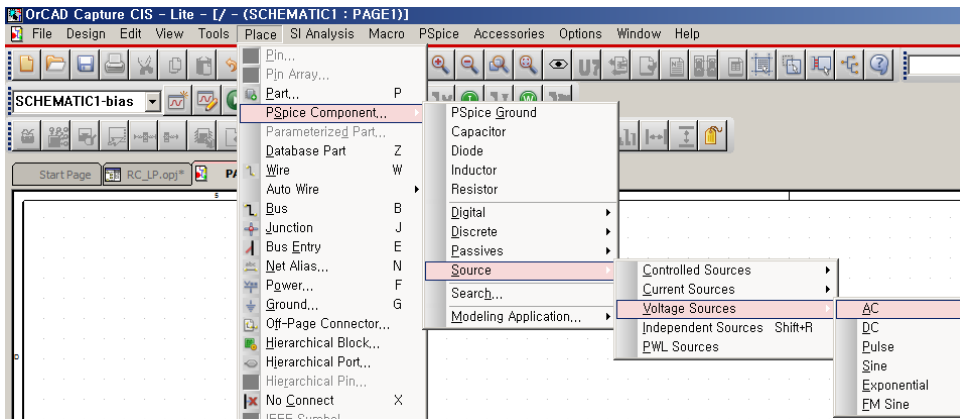
## 시뮬레이션: RC 회로 및 RLC 회로의 주파수 응답 특성

회로실험 교재의 실험 7. RC 회로 및 RLC 회로의 주파수 응답 특성 실험을 Pspice 프로그램으로 시뮬레이션 한 후, 실습 교재의 표를 채우고 Bode plot 을 그립니다.

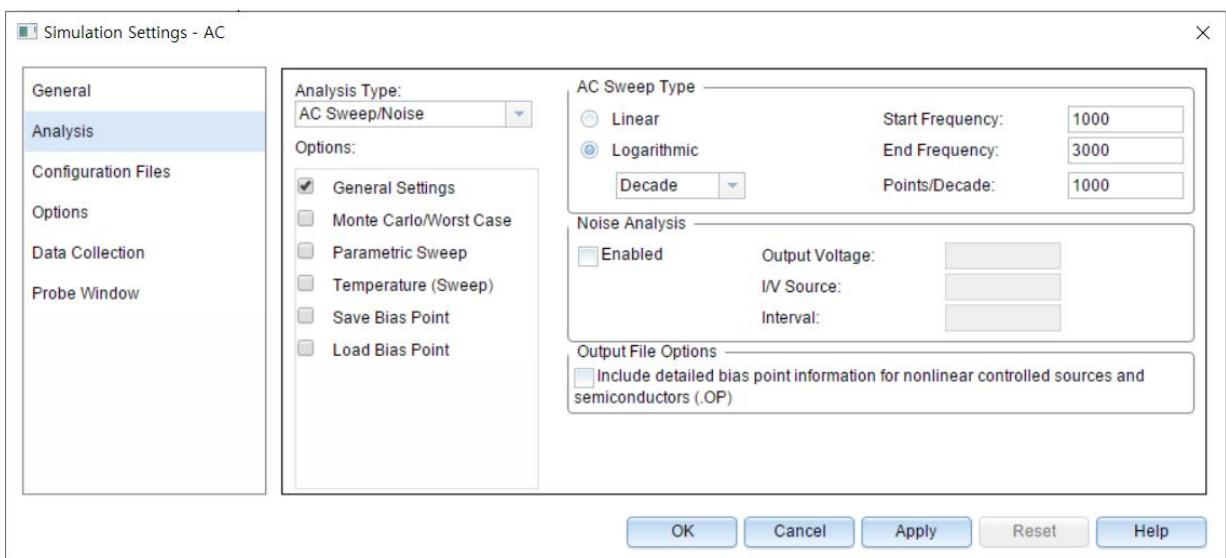
## 시뮬레이션: RLC 공진회로

회로실험 교재의 **실험 8. RLC 공진 회로의 주파수 응답 특성** 실험을 PSpice 프로그램으로 시뮬레이션 한 후, 실습 교재의 표를 채웁니다.

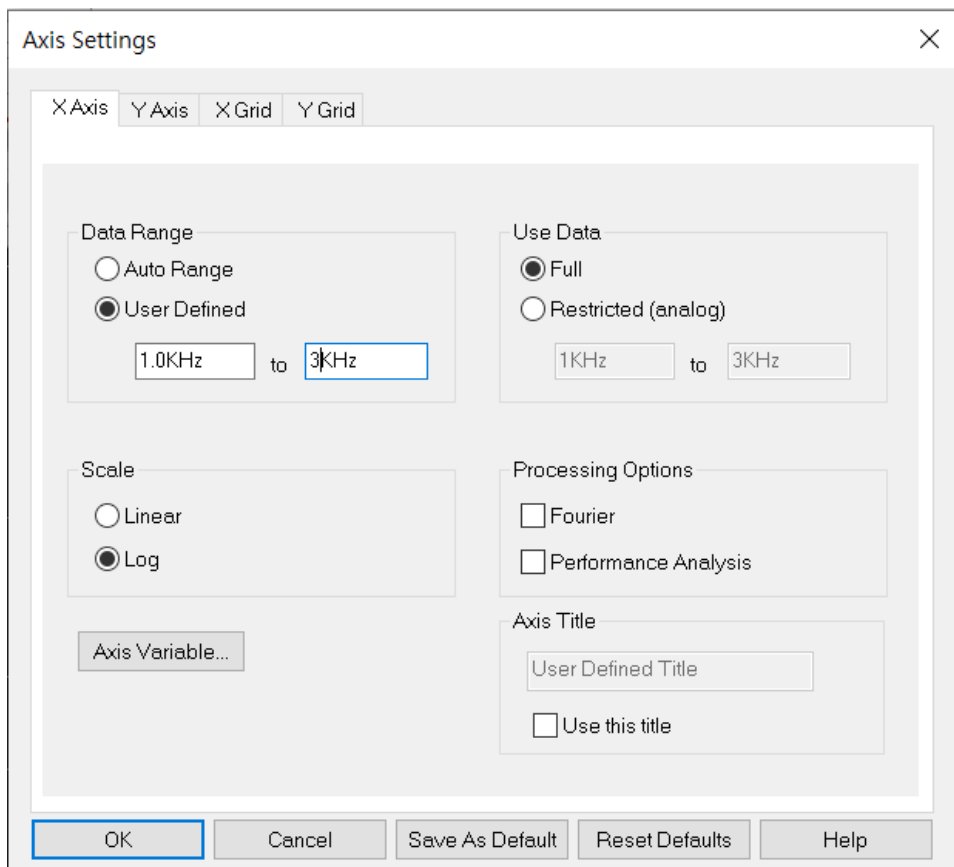
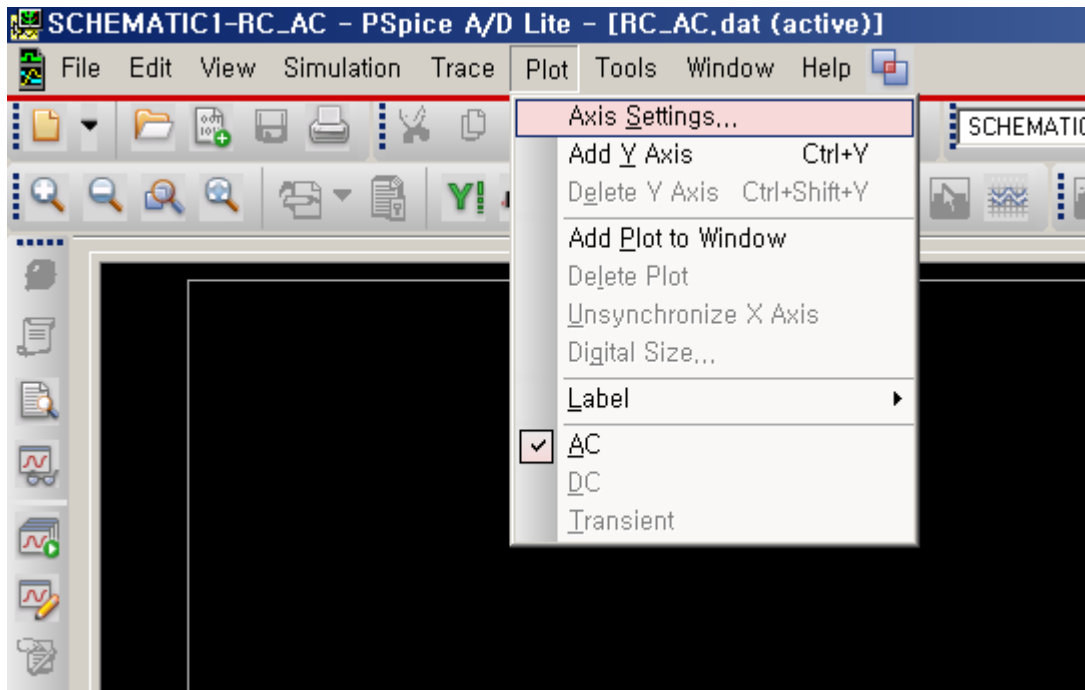
회로실험 교재에서는 함수 발생기의 주파수를 여러 가지로 변경하고, 각 주파수 별 응답을 오실로스코프로 측정하여 주파수 응답을 구하는 방법을 사용합니다. 그러나, 시뮬레이션 실습에서는 그러한 방법을 사용하지 않고 PSpice의 주파수 응답을 구하는 방법을 사용합니다. 이를 위해서 전압 원(voltage source)은 다음 그림과 같이 AC voltage source를 선택한다.



그리고 회로를 그린 후, PSpice profile은 다음 그림과 같이 설정합니다. Analysis type은 AC Sweep/Noise 이며, 시작 주파수와 끝 주파수, 그리고 시뮬레이션 포인트를 입력한다. 이때, Start Frequency, End Frequency는 측정하려는 수치에 맞게 적절히 선택합니다. 또한 Points/Decade는 크게 설정할수록 부드러운 그래프를 그릴 수 있으며, 계산 량은 증가합니다.



시뮬레이션이 끝나고 그래프가 그려진 후, 그래프의 축을 다음과 같이 변경할 수 있습니다.



아래 그림과 같이 커서를 이용하여 필요한 주파수 값을 읽습니다.





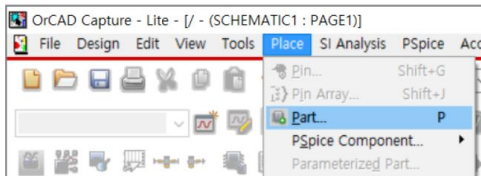
## 시뮬레이션: OP Amp의 기본 특성

회로실험 교재의 실험 9. OP Amp의 기본 특성 실험을 PSpice 프로그램으로 시뮬레이션을 실시하고 실습 교재의 표를 채웁니다.

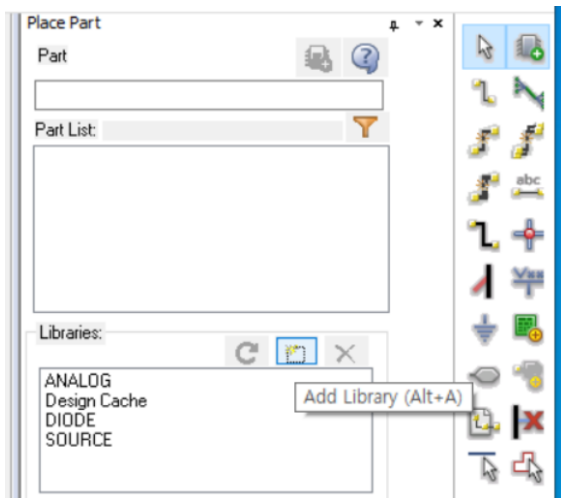
(나) Open circuit 특성

시뮬레이션을 위해서 다음과 같이 PSpice에서 OP amp를 추가합니다.

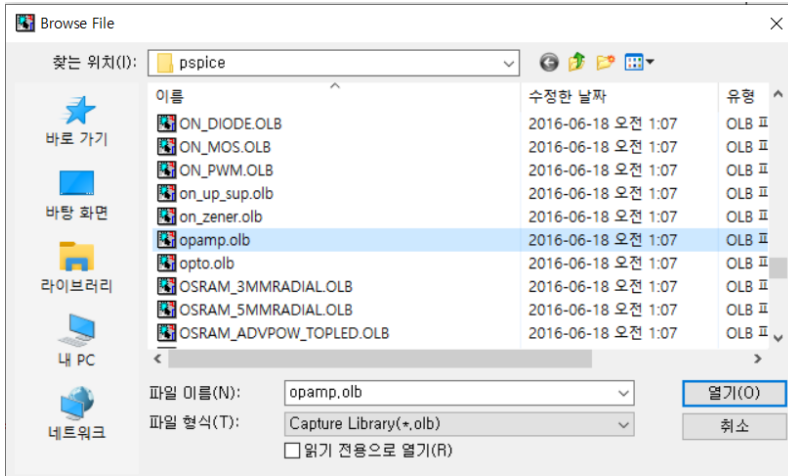
Place 메뉴에서 Part를 선택합니다.



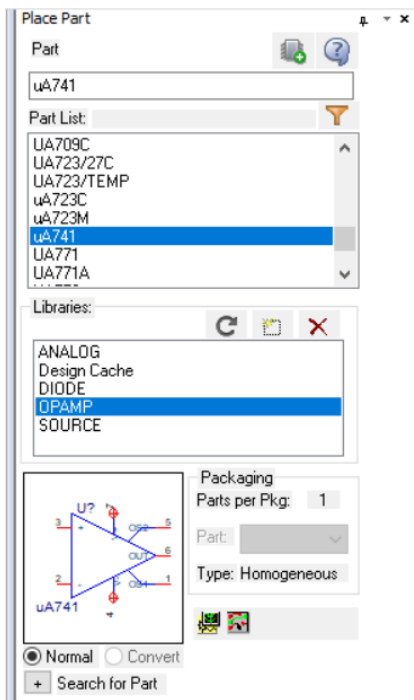
오른쪽의 Place Part 패널에서 Add Library 버튼을 누릅니다.



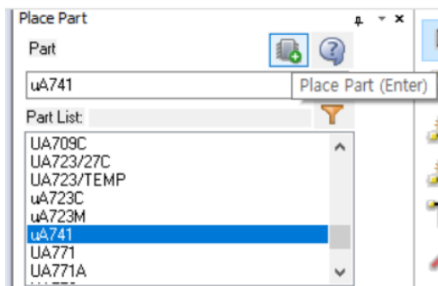
다음과 같은 창이 나오면 opamp.olb 를 선택하여 열기를 클릭합니다.



Place Part 패널에서 OPAMP 라이브러리를 선택한 후 Part List에서 uA741을 선택합니다.

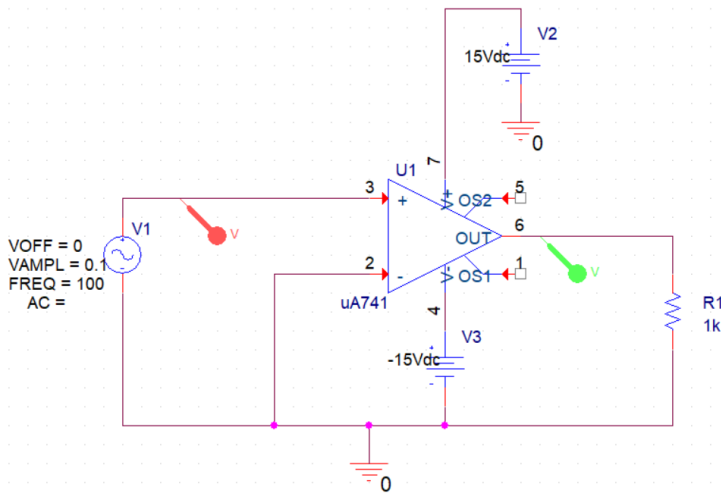


uA741이 선택 된 상태에서 Place Part 버튼을 누르면 마우스 커서에 OP amp 심볼이 생깁니다. 적당한 위치에서 마우스를 클릭하면 OP amp가 추가 됩니다.



아래와 같이 회로를 그립니다. 이때, OP amp의 7번 핀에는 15Vdc가 4번 핀에는 -15Vdc가 연결되

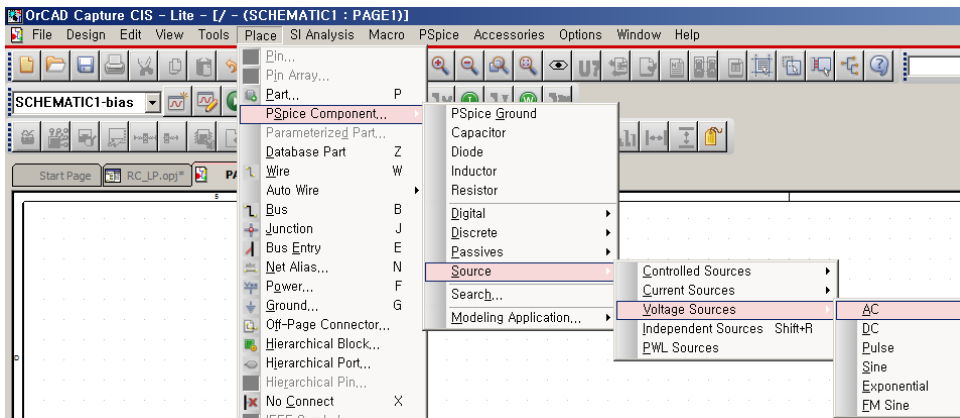
어야 합니다.

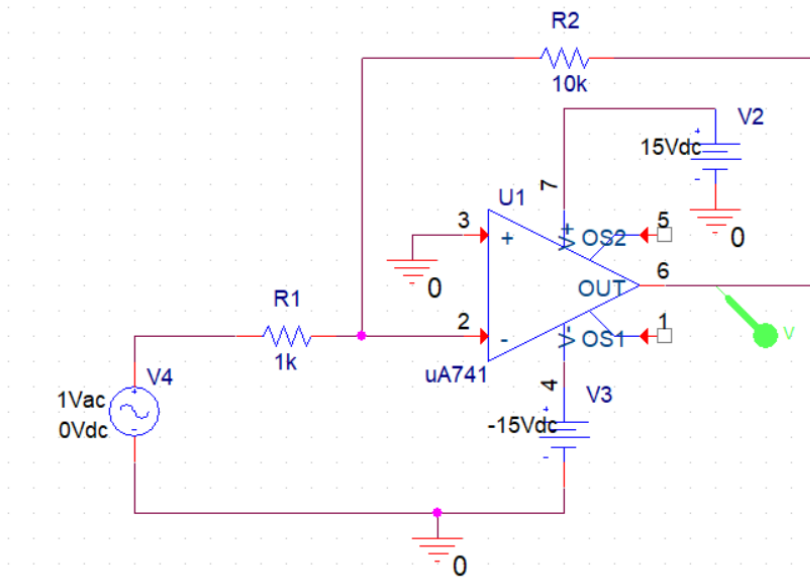


#### 다. Inverting amplifier의 주파수 특성

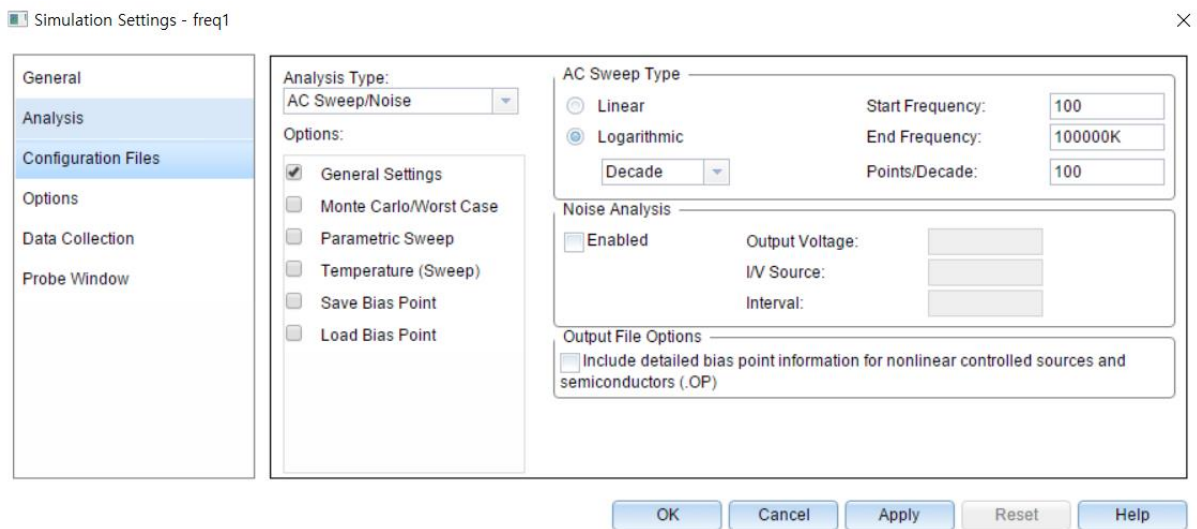
실습 교재에서는 이 실습을 위해서 함수 발생기의 주파수를 변화시켜가면서 출력 신호의 크기를 측정하는 방법으로 주파수 특성을 측정하도록 기술되어 있습니다. 그러나 이 OnlineLab9에서는 OnlineLab8의 공진 회로 시뮬레이션 방법과 유사하게 PSpice의 AC sweep 프로파일을 이용하여 주파수 응답을 측정합니다.

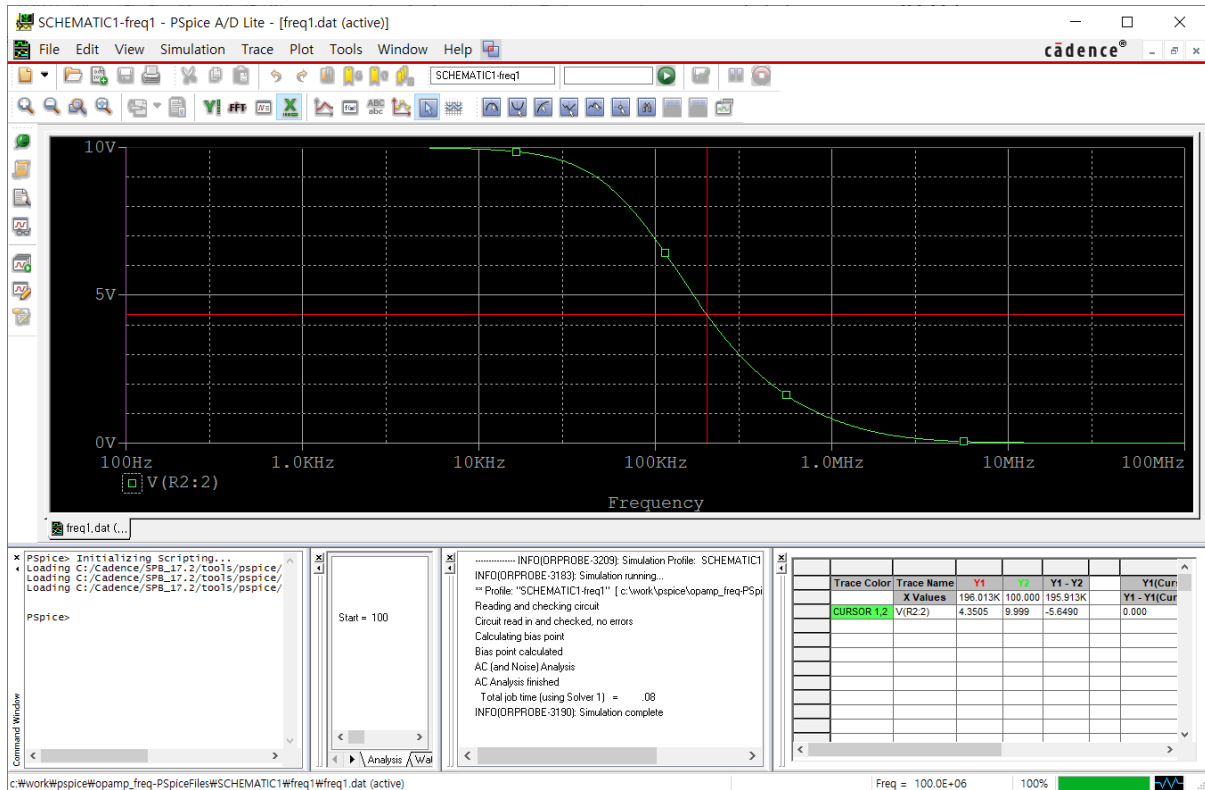
이를 위해서 전압 원(voltage source)은 다음 그림과 같이 AC voltage source를 선택하여 회로를 그립니다.





PSpice profile은 다음 그림과 같이 설정합니다. Analysis type은 AC Sweep/Noise 이며, 시작 주파수와 끝 주파수, 그리고 시뮬레이션 포인트를 입력한다. 이때, Start Frequency, End Frequency는 측정하려는 수치에 맞게 적절히 선택합니다. 또한 Points/Decade는 크게 설정할수록 부드러운 그래프를 그릴 수 있으며, 계산 량은 증가합니다.



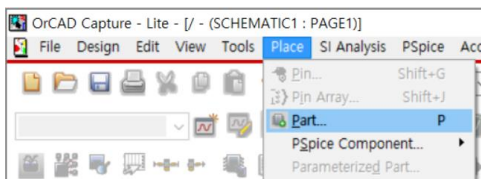


위와 같은 주파수 응답 그래프에서 커서 기능을 이용하여 주파수에서의 전압 크기를 읽어서 실습 교재의 표와 -3dB 주파수 값을 채웁니다. 다른 소자 값에 대한 시뮬레이션도 유사하게 진행합니다.

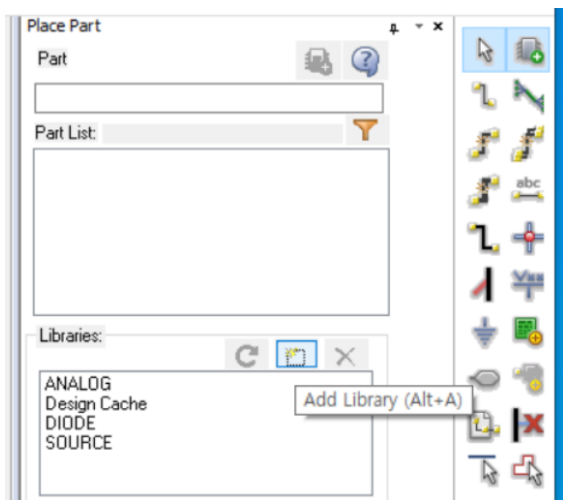
## 시뮬레이션: OP Amp 기초 회로

회로실험 교재의 **실험 10. OP Amp의 기초 회로** 실험을 PSpice 프로그램으로 시뮬레이션을 실시하고 실습 교재의 표를 채웁니다.

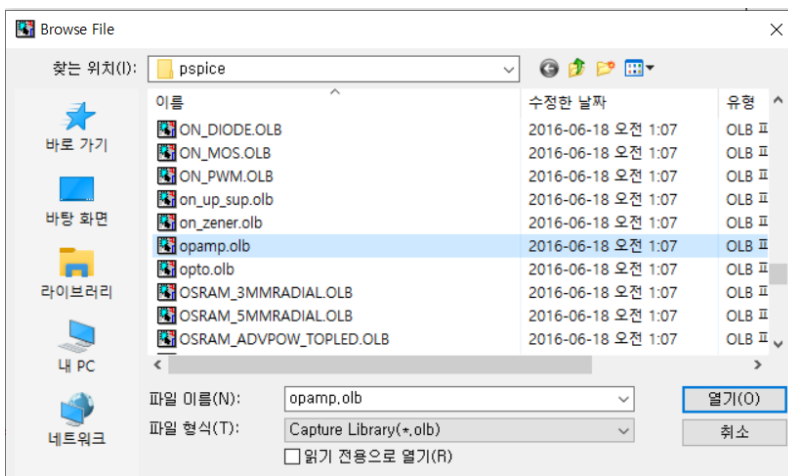
시뮬레이션을 위해서 다음과 같이 PSpice에서 OP amp를 추가합니다. Place 메뉴에서 Part를 선택합니다.



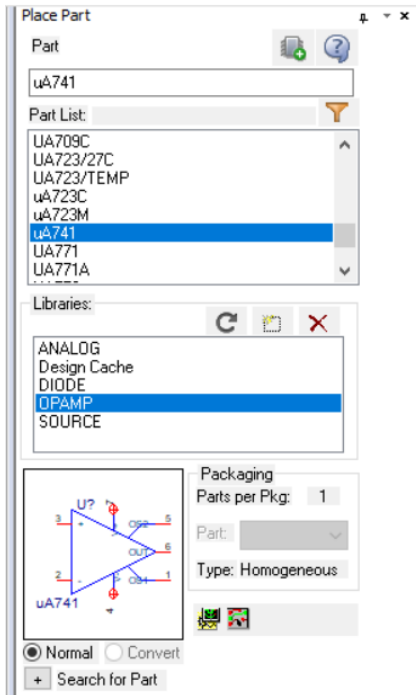
오른쪽의 Place Part 패널에서 Add Library 버튼을 누릅니다.



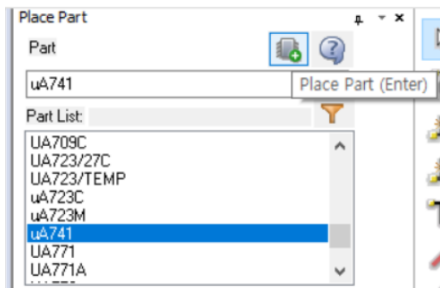
다음과 같은 창이 나오면 opamp.olb 를 선택하여 열기를 클릭합니다.



Place Part 패널에서 OPAMP 라이브러리를 선택한 후 Part List에서 uA741을 선택합니다.

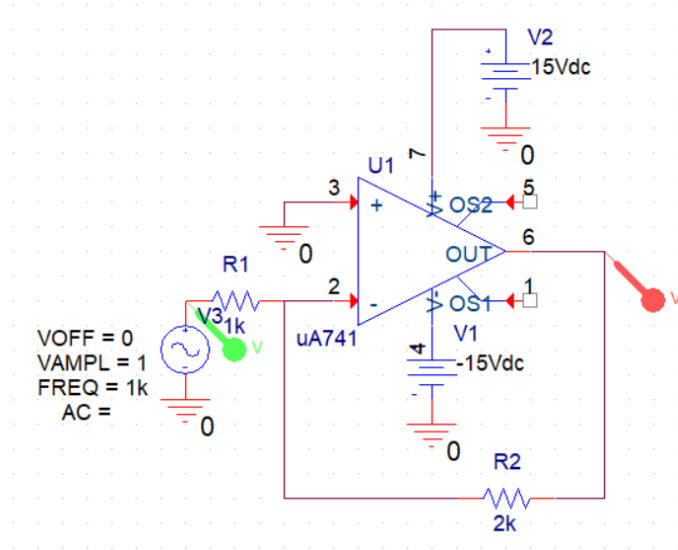


uA741이 선택 된 상태에서 Place Part 버튼을 누르면 마우스 커서에 OP amp 심볼이 생깁니다. 적당한 위치에서 마우스를 클릭하면 OP amp가 추가 됩니다.

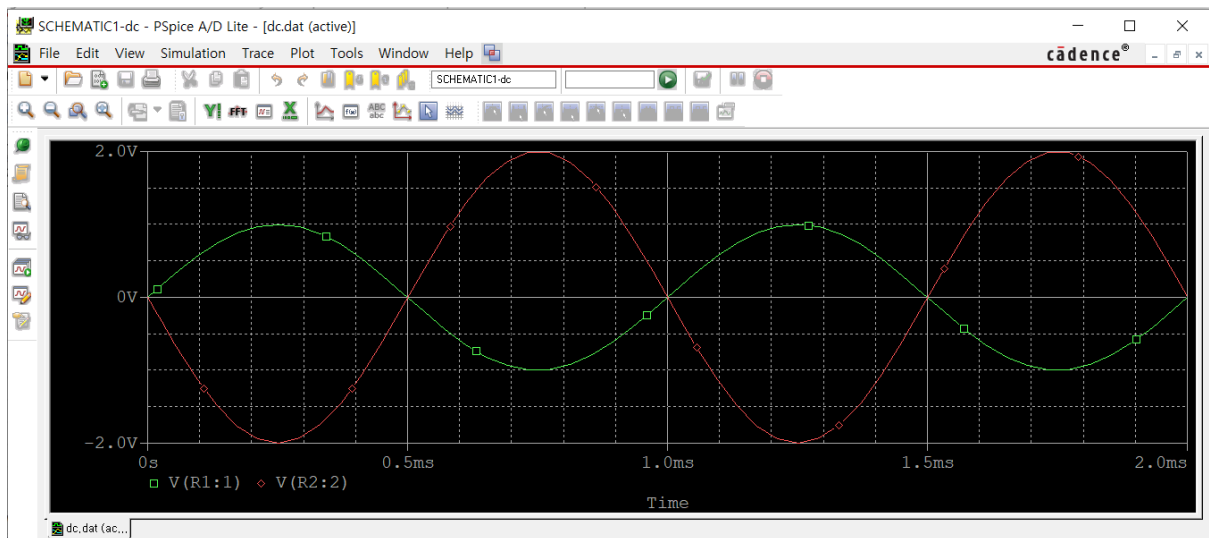


교재의 실습을 하기 전에 연습으로 아래와 같은 inverting amplifier 회로를 그립니다. 이때, OP amp의 7번 핀에는 15Vdc가 4번 핀에는 -15Vdc가 연결되어야 합니다.



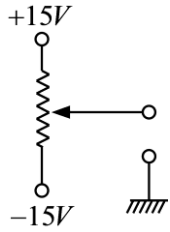


위 회로의 시뮬레이션 결과는 다음과 같습니다. 예상한 대로 gain이 -2가 되어야 하므로 출력은 입력 정현파의 2배 크기이며 위상이 반전 되었음을 확인할 수 있습니다.

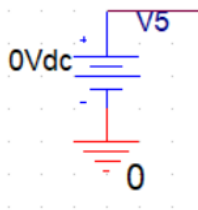


위에서 설명한 방법으로 OP amp를 추가하여 회로실험 교재의 **실험 10. OP Amp의 기초 회로** 실험을 PSpice 프로그램으로 시뮬레이션을 실시하고 실습 교재의 표를 채웁니다.

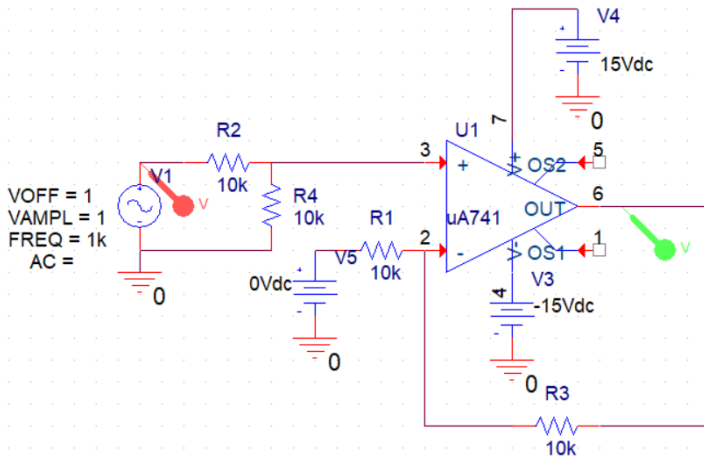
실습 교재의 실험 방법 및 절차에서 다. Difference Amplifier 실험의 시뮬레이션은 실습 교재의 방법으로 시뮬레이션을 실시하는 것이 쉽지 않으므로 다음과 같은 방법으로 실시합니다. 실습 교재에서는 가변 DC 전압을 얻기 위하여 다음과 같은 potentiometer를 이용합니다.



실제 회로에서는 potentiometer를 돌려서 가변 전압을 쉽게 얻을 수 있으나 시뮬레이션에서는 그렇게 하는 것이 매우 번거롭습니다. 따라서 시뮬레이션에서는 위와 같은 potentiometer 회로 대신에 DC voltage source를 이용합니다. PSpice에서 DC voltage source의 전압은 파라미터를 변경하여 간단하게 변경이 가능합니다.



아래의 그림은 이 시뮬레이션을 위한 회로의 예시입니다.



위의 회로에서 DC voltage source의 전압 값을 변경하여 실습 교재에서 요구하는 전압 값을 찾을 수 있습니다.

## 시뮬레이션: OP Amp의 기본 응용 회로

회로실험 교재의 **실험 11. OP Amp의 기본 응용 회로** 실험을 PSpice 프로그램으로 시뮬레이션을 실시하고 실습 교재의 표를 채웁니다. 실제 회로와 시뮬레이션과는 차이가 있으므로 실습 교재의 내용을 아래와 같이 변경하여 시뮬레이션을 실시합니다.

### 가. Voltage Follower 실험

실습 교재의 내용대로 실시합니다.

### 나. 적분기 실험

실시하지 않습니다.

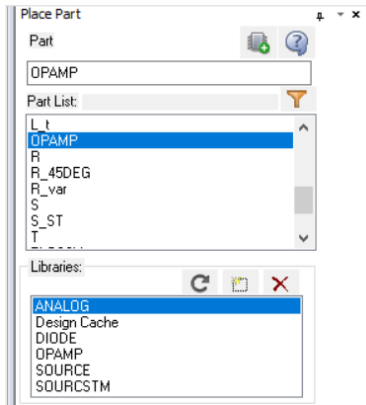
### 다. Active Low-Pass Filter 실험

실습 교재의 내용을 실시하고, 추가로 PSpice의 AC Sweep profile을 이용하여 주파수 응답을 그린 후 -3dB 주파수를 구하십시오.

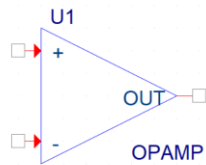
### 라. 미분기 실험

이 실험에서는 uA741 OP amp 대신에 ideal amp를 이용하여 교재의 내용대로 시뮬레이션을 실시합니다. 추가로, PSpice의 AC Sweep profile을 이용하여 주파수 응답을 그립니다.

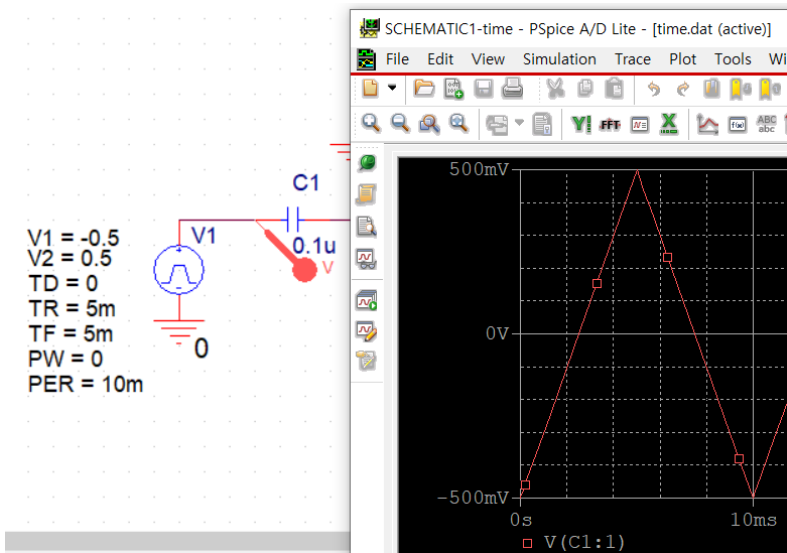
Ideal OP amp는 아래 그림과 같이 Place Part 패널에서 ANALOG library를 선택해서 OPAMP를 선택합니다. (ANALOG library가 안 보일 경우에는 이전에 OP amp 라이브러리를 추가한 방법과 비슷하게 analog.olb 라이브러리를 추가 합니다.)



Ideal OP amp는 아래 그림과 같이 전원 연결 단자가 없으므로 입출력 단자만 연결하면 사용이 가능합니다.



삼각파는 다음과 같이 Pulse source를 이용하여 만듭니다. 주기가 10msec인 삼각파는 Pulse source에서 TR=5m,TF=5m,PW=0로 지정합니다. 즉 Pulse 폭은 0이며 올라가는 시간과 내려가는 시간을 주기의 반으로 지정하면 삼각파가 됩니다.



## 시뮬레이션: Active Filter

회로실험 교재의 **실험 12. Active Filter** 실험을 PSpice 프로그램으로 시뮬레이션을 실시하고 실습 교재의 표를 채웁니다. 실험 방법은 함수 발생기의 주파수를 변경하는 방법을 사용하지 않고, PSpice의 AC sweep profile 을 이용하여 주파수 응답 그래프를 그린 후, 주파수 응답 그래프를 읽어서 표를 채웁니다. PSpice에서 주파수 응답을 그리게 되므로 측정한 값들을 이용해서 대략적인 보드 선도를 그리는 것은 할 필요 없습니다.