

# Project #1. PSPICE

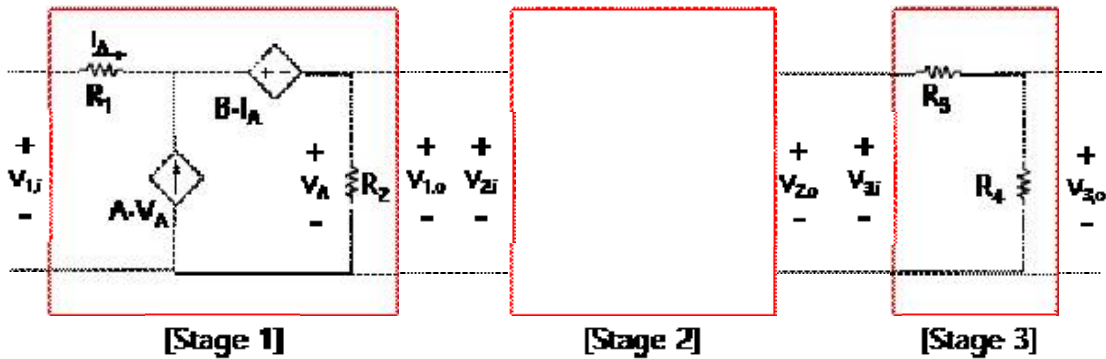
회로이론(다) 정원국 교수님  
2019.05.23.  
전자정보공학부 전자전공  
20180474 남아리

# 목차

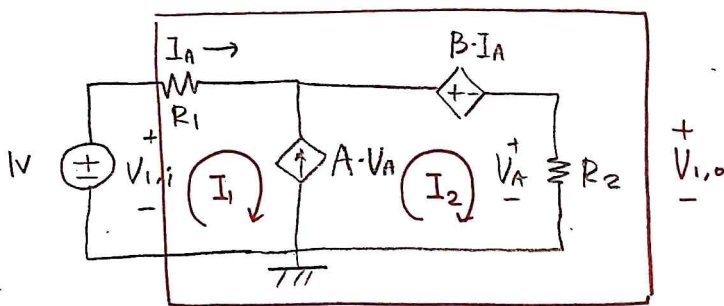
1. 각 stage에 대한 회로 설계
2. 각 stage에 대한 PSPICE 회로와 simulation 결과
3. stage1 + stage3에 대한 PSPICE 결과 및 고찰
4. stage1 + stage2 + stage3에 대한 PSPICE 결과 및 고찰
5. 프로젝트 고찰 및 후기

# 1. 각 stage에 대한 회로 설계

## ① 설계하기 이전의 회로



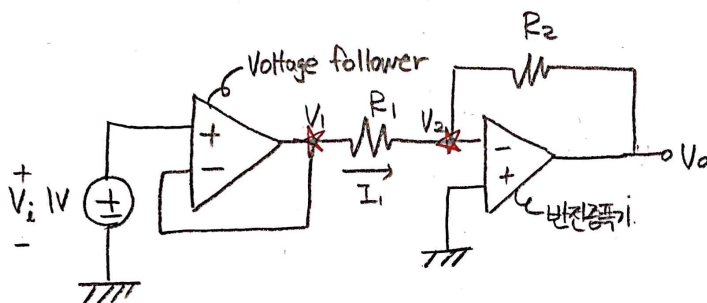
## ② stage1 회로 설계 및 회로 해석



$$\begin{aligned}
 V_{1,i} &= 1, V_{1,o} = V_A = 2 \\
 R_2 I_2 &= V_A \quad R_2 = 2, I_2 = 1 \text{ 로 설정} \\
 -1 + R_1 I_1 + B I_1 + 2 &= 0 \\
 \rightarrow B &= 1, R_1 = 1, I_1 = -\frac{1}{2} \text{ 로 설정} \\
 I_1 &= I_A = -\frac{1}{2}
 \end{aligned}$$

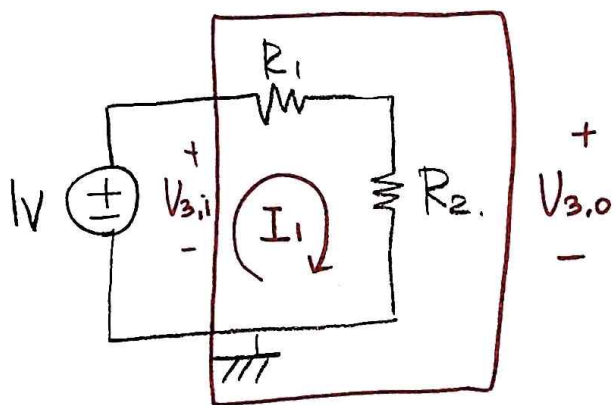
$$A V_A = 2A = -I_1 + I_2 = -(-\frac{1}{2}) + 1 = \frac{3}{2}, A = \frac{3}{4}$$

## ③ stage2 회로 설계 및 회로 해석



$$\begin{aligned}
 R_1 &= 2, R_2 = 4 \text{ 로 설정} \\
 V_i &= V_1 = 1 \\
 I_1 &= \frac{V_i}{R_1} = \frac{1}{2} \\
 V_o &= -V_i \left( \frac{R_2}{R_1} \right) = -2 \\
 V_2 &= -V_o = 2
 \end{aligned}$$

④ stage3 회로 설계 및 회로 해석



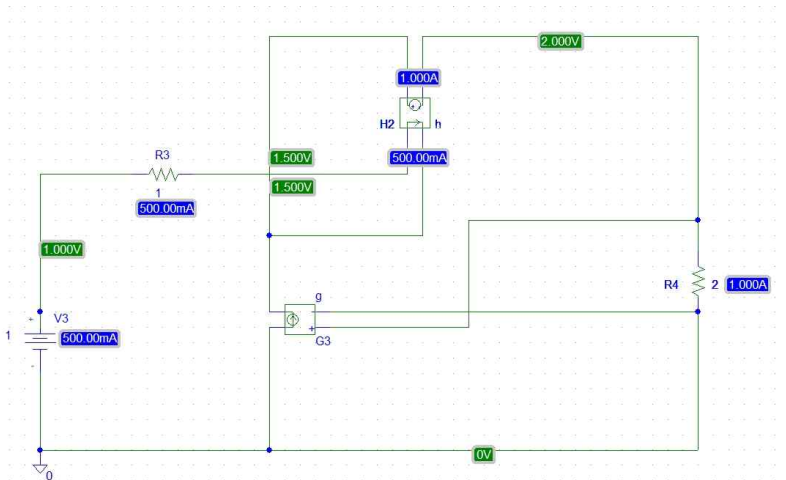
$$V_{3,i} = 1, V_{3,o} = 0.5$$

$$-1 + R_1 I_1 + R_2 I_1 = 0$$

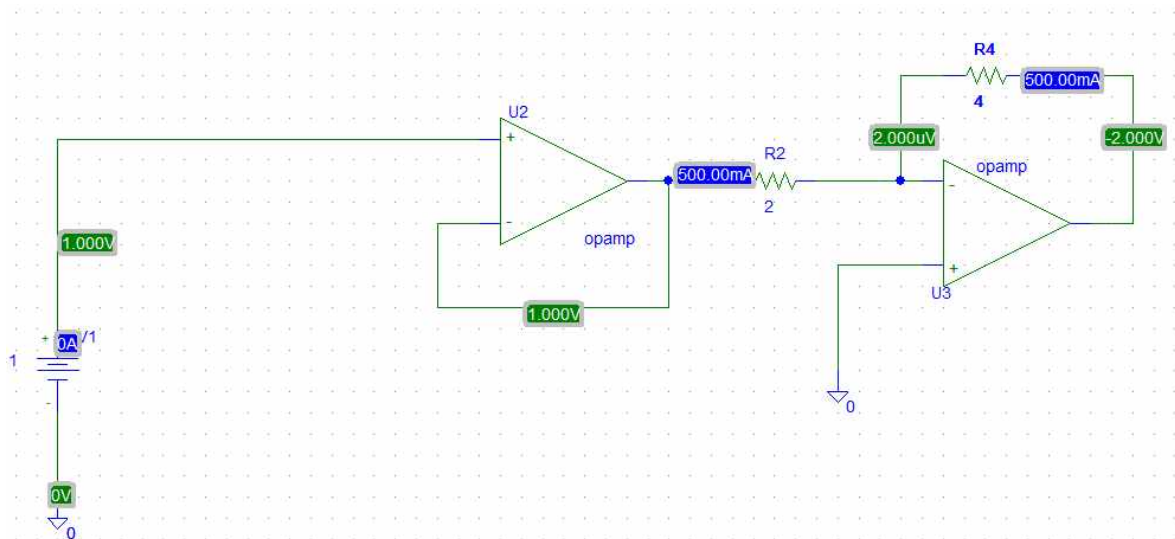
$$R_2 I_1 = \frac{1}{2} \quad R_2 = 1, I_1 = \frac{1}{2} \text{로 설정}$$

$$R_1 = 1$$

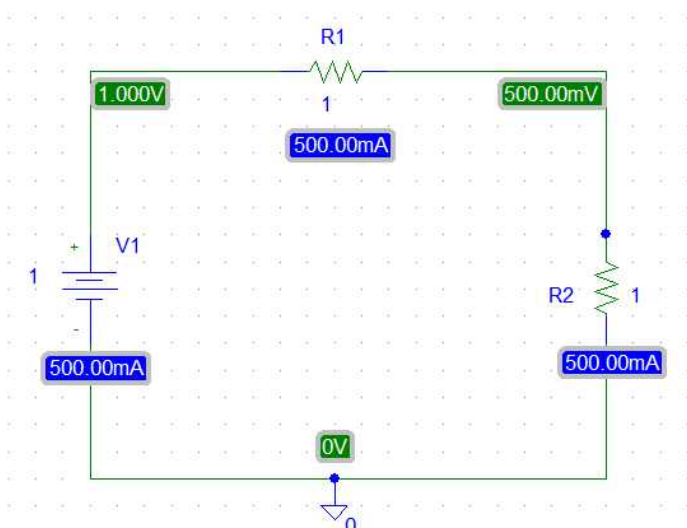
## 2. 각 stage에 대한 PSPICE 회로와 simulation 결과



[stage 1] 입력 전압 1V 일 때, 출력 전압이 2배가 되어 2V가 나왔다.

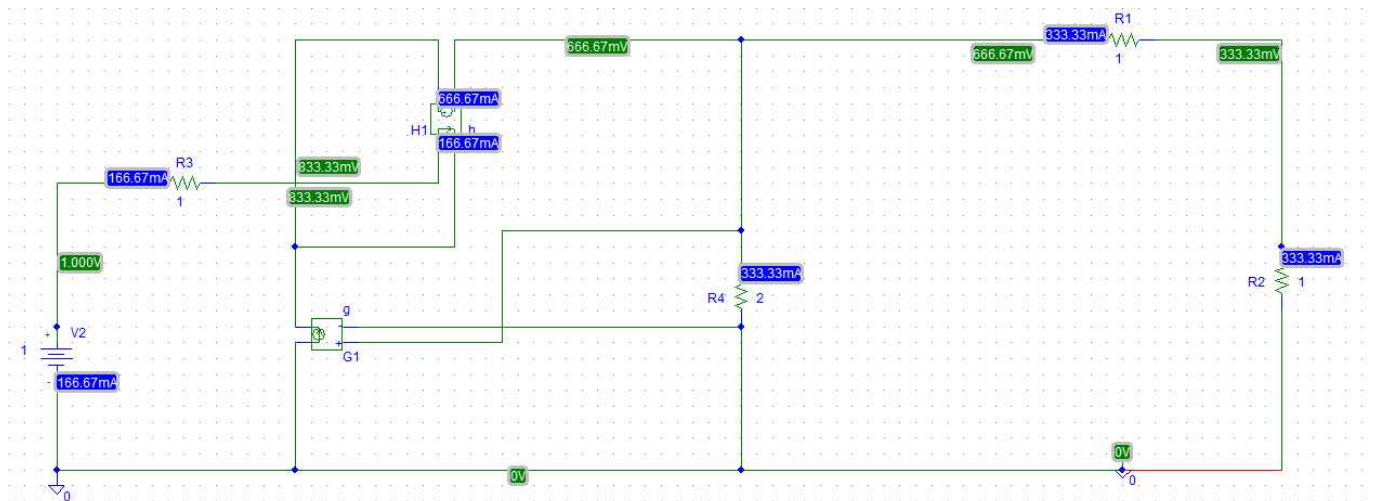


[stage 2] 입력 전압 1V 일 때, 출력 전압 -2V가 나왔다.



[stage 3] 입력 전압 1V 일 때, 출력 전압이 1/2이 되어 0.5V가 나왔다.

### 3. stage1 + stage3에 대한 PSPICE 결과 및 고찰



[stage1 + stage3]

#### ① 결과

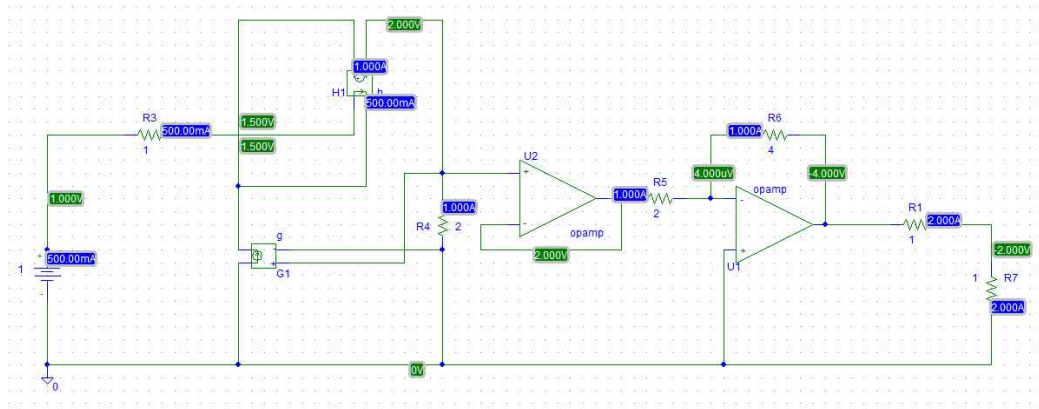
과제의 조건대로 stage1은 입력이 1V일 때, 출력이 2V가 나오도록 설계되었고 stage3는 입력이 1V일 때, 출력이 0.5V가 나오도록 설계하였다. 각각의 회로를 simulation 하였을 때는 정상적으로 작동이 되었으나 두 회로를 연결시킨 후에는 stage1과 stage3 모두 이전의 결과와 값이 다르게 나타났다.

#### ②고찰

이번 단계에서는 stage1과 stage3를 연결시켜 simulation을 해보았다. 각각의 stage가 연결되지 않고 독립적으로 시행되었을 때는 다른 회로의 영향을 받지 않고 stage 하나만 작동이 되므로 전압 값이 앞서 해석한 대로 도출되었다. 그러나 stage1과 stage3을 연결한 후에는 각각의 stage가 독립적으로 작동되는 것이 아니라 서로의 stage에 영향을 받기 때문에 앞서 해석한 것과 값이 달라졌다. 즉, 각각의 stage가 서로 간섭을 받아서 이전과 값이 다르게 나타났다.

stage1에서는 뒷부분에 없던 저항 2개가 새로 추가되었기 때문에 값이 달라졌다. 그리고 stage3에서는 오로지 저항 2개에 전압원으로 1V를 공급해주고 있었는데 전압원과 저항 사이의 위치에 새로운 회로가 추가되었기 때문에 그것의 영향을 받아 값이 달라졌다.

## 4. stage1 + stage2 + stage3에 대한 PSPICE 결과 및 고찰



[stage1 + stage2 + stage3]

### ① 결과

앞서 stage1과 stage3만 연결했을 때는 서로 간섭이 일어나 stage1과 stage3의 전압, 전류 값이 달라졌다. 그러나 OPAMP를 이용한 stage2의 회로를 중간에 추가하여 연결했을 때는 stage1과 stage3 사이에 서로 간섭이 일어나지 않았다. 그래서 처음에 회로를 해석했던 것과 동일하게 작동되었고, stage1과 stage3 각각 2V와 -2V가 출력되었다.

### ②고찰

이번 단계에서는 stage1,2,3를 모두 합쳐서 연결한 다음 simulation을 해보았다. 그 결과 stage1,2,3이 서로 독립적으로 작동하였다.

stage1과 stage3가 서로 간섭받지 않도록 추가한 stage2의 회로에서는 OPAMP를 사용하였다.

OPAMP는 4가지의 기능을 가지고 있는데, 그 기능으로는 비교기, 증폭기, 연산(+,-,\* , · , · · ·), stage isolation가 있다. 그래서 이러한 기능을 이용하여 각각의 stage를 서로 독립시키기 위해 OPAMP를 사용하였다.

OPAMP의 회로 모양에는 비반전 증폭기, 반전 증폭기, voltage follower 이렇게 3가지가 있는데 이 회로에서는 voltage follower와 반전 증폭기를 사용하였다. voltage follower는 입력 전압의 값과 출력 전압의 값이 동일하도록 유지해주는 기능을 하며 반전 증폭기는 입력 전압과 출력전압의 부호를 반대로 만들어주는 기능을 한다.

이렇게 구성된 OPAMP가 stage 사이에서 칸막이 역할을 해주어 stage가 독립적으로 작동할 수 있었다. 또한 simulation 전에 미리 회로 해석을 했던 것과 동일하게 값이 출력되어 다행히 오차는 발생하지 않았다.

회로 해석)

stage1이 독립적으로 작동되어 출력 전압이 2V로 나왔다. 2V가 voltage follower로 들어가 동일하게 2V로 출력되었다. R5에서는 2옴이고 전류가 1A가 흘러 이 저항에서의 전압을 2V이다. 이 저항을 거쳐 2V가 4V로 출력되어 반전 증폭기로 들어간다. 반전 증폭기는 입력과 출력 전압의 부호를 반대로 만들어주므로 출력은 -4V가 된다. 그리고 stage3의 입력으로 들어간 -4V는 stage3의 원래 동작에 따라 출력전압이 입력전압의 절반이 되므로 -2V가 출력된다.

## 5. 프로젝트 고찰 및 후기

### ① 고찰

이번 프로젝트에서는 총 3개의 회로를 설계하고 각각을 연결시켜 simulation을 통해 결과 값을 확인하고 비교하는 작업을 했다. stage1은 출력 전압이 입력 전압의 2배가 되도록 설계했고 stage3는 출력 전압이 입력 전압의 0.5배가 되도록 설계했다. 그리고 이 두 개의 stage가 서로 간섭받지 않도록 해주는 stage2를 설계하였다.

각각의 stage를 독립적으로 실행한 결과, stage1에서는 입력이 1V일 때, 2V가 출력되었고 stage3에서는 입력이 1일 때, 0.5V가 출력되었다. 그리고 stage1과 stage3만 서로 연결하였을 때는 서로 간섭이 일어나 원래 수행하고자 했던 동작이 되지 않았고 다른 값이 출력되었다. 그러나 stage2를 가운데에 두고 3개의 stage를 연결하였을 때는, OPAMP로 이루어진 stage2가 각각의 stage를 서로 독립시켜주었기 때문에 원래 수행하고자 하는 동작들(stage1은 출력 전원이 2배, stage3는 출력 정압이 0.5배)이 실행되었다.

이번 프로젝트는 회로를 설계 및 해석하고 그것을 바탕으로 PSPICE로 회로를 만들어 실행해보는 것이었기 때문에 오차는 발생하지 않았다.

### ②후기

교수님께서 PSPICE를 하는 방법을 화면으로 설명해주실 때는 그냥 소자만 연결해주면 프로그램이 알아서 전압과 전류를 구해주니까 무척 쉬울 것이라고 생각했는데 실제로 해보니까 무척 어려웠다. 이 프로젝트를 통해 실습을 안했으면 나중에 PSPICE를 사용해야하는 날이 올 때, 무척 고생했을 것 같다는 생각이 들었다. 어려웠던 점 중 하나는 소자를 추가하는 것이었다. 종속 전압원과 종속 전류원, GND 등 많은 소자들의 이름이 다 제각각이라서 익숙해지는데 시간이 걸렸다. 가장 어려웠던 점은 소자들 간에 wire를 연결하는 것이었다. 저항, 독립 전원, GND는 선을 연결해야 하는 부분이 양끝 두 군데 뿐이기 때문에 평소 손으로 회로를 그릴 때처럼 연결하면 돼서 괜찮았지만 종속 전원은 선을 연결해야 할 곳이 4개라서 계속 헷갈렸다. 종속 전원 때문에 계속 시뮬레이션에서 에러가 나서 프로젝트 시간을 가장 오래 잡아먹었다.

회로를 연결하는 것은 친구들의 도움을 받았다. 소자의 값을 가정하고 회로를 설계 및 해석하는 것은 그렇게 어렵지 않았는데 자꾸 PSPICE에서 에러가 나서 힘들었다. 결국 친구들의 도움을 받아 종속 전원의 wire를 수정하고 값을 넣어 시뮬레이션을 했더니 바로 실행되었다. 프로젝트는 가현이와 같이 진행했고 수민이와 인석이의 도움을 받았는데, 이번 프로젝트를 통해 혼자 하는 것보다 같이 하는 것이 훨씬 속도도 빠르고 이해도 잘 된다는 것을 뼈저리게 느꼈다. 아마 친구들 없이 혼자 프로젝트를 진행했었다면 PSPICE의 늪에서 허우적거리며 과제하는데 엄청 고통을 겪었을 것이다.

그리고 4장의 테브닌을 공부할 때도 어려움을 느꼈고 아직까지도 제대로 받아들이지 못해 어려움을 느끼고 있는데 5장에서 OPAMP를 하면서 내용이 전부 섞여 OPAMP를 하나도 이해하지 못한 채, 필기만 받아쓰기하고 있었다. 그러나 프로젝트를 통해 실습하고 공부하면서 OPAMP를 이해할 수 있었다. 단순히 종이로 공부하는 것과 실제로 직접 해보고 그 동작의 과정을 직접 보는 것은 완전히 차이가 남을 느낄 수 있었다. 실제로 OPAMP의 회로를 만들어 PSPICE로 두 개의 회로 사이에 연결하여 각각의 회로를 독립시키는 것을 보았을 때, 단지 글로 보는 것보다 내용을 받아들이는 것이 훨씬 빠르고 쉬웠다. 물론 아직까지 OPAMP에 대해 이해하지 못하고 부족한 부분이 있겠지만 프로젝트를 통해 이전에는 이해하지 못했던 내용들을 이해하고 회로를 설계 및 해석할 수 있었다.