

번호: 8번 학번: 21101395 이름: 권준혁 제출 일시: 3월 22일

- 마감 시간을 지키지 않으면 미제출로 간주한다. (확인 여부 표시) -확인
- 이메일에 파일이 첨부되지 않으면 미제출로 간주한다. (확인 여부 표시) -확인
- E-mail 주소를 잘못 적어서 제출하지 못한 경우는 미제출로 간주한다. (확인 여부 표시) -확인
- 문서에 그림을 포함시키지 않으면 미제출로 간주한다. (확인 여부 표시) -확인

## 1. LM7805

### 1.1 기본 동작 확인 1

#### 1.1.1 Schematic 입력

##### 1.1.1.1 LM7805 예제 회로 수정 결과

그림 1 LM7805 예제 회로 수정 결과

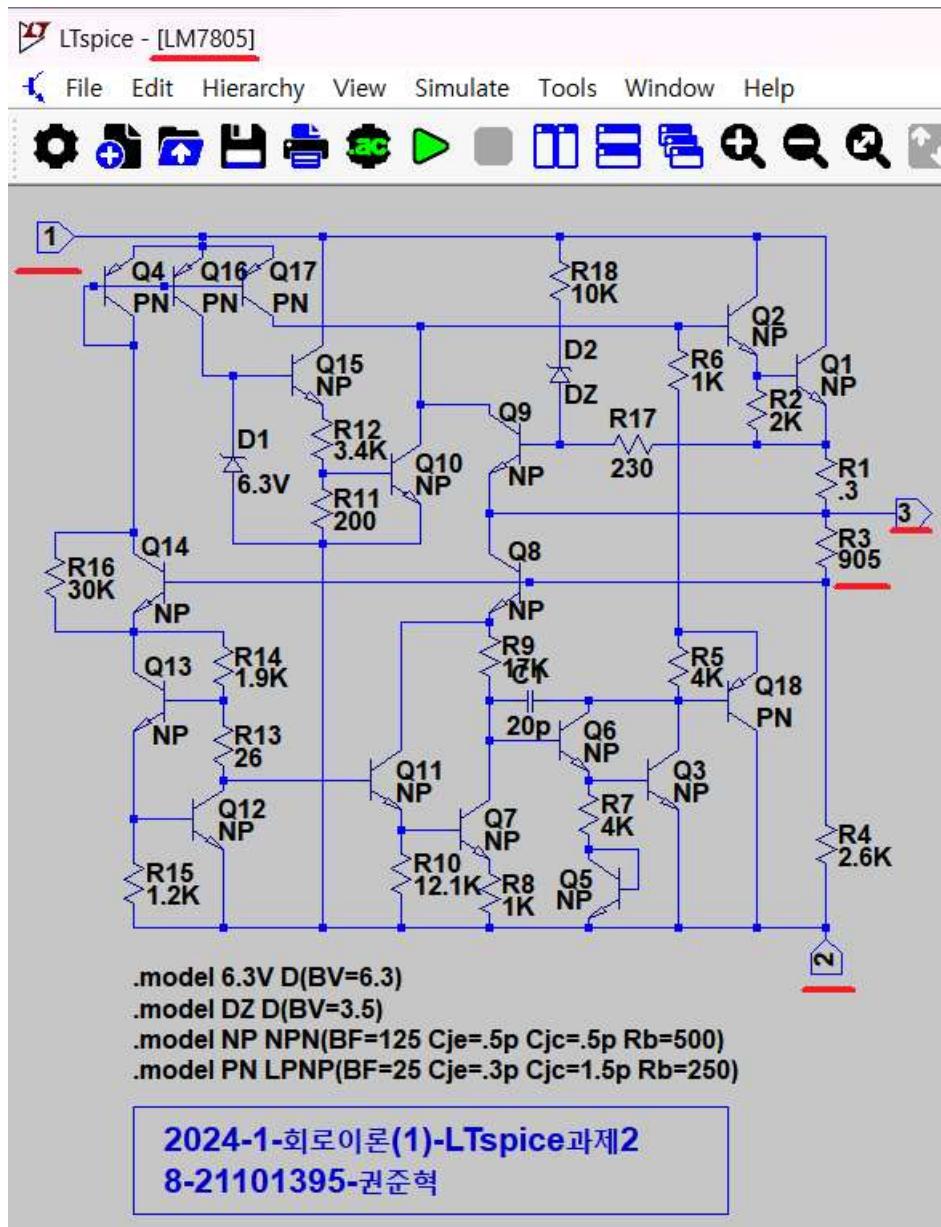


그림 1은 LM7805 예제 회로 수정 결과를 보여준다.

- 출석번호 = 8번
- C:\Users\user\AppData\Local\LTspice\examples\Educational\LM78XX.asc 파일을 수정했다.
- 그림 1에 수정한 부분을 나타내는 표시를 정확히 했다.

#### 1.1.1.2 LM7805 소자 정의 결과

그림 2 LM7805 소자 정의 결과

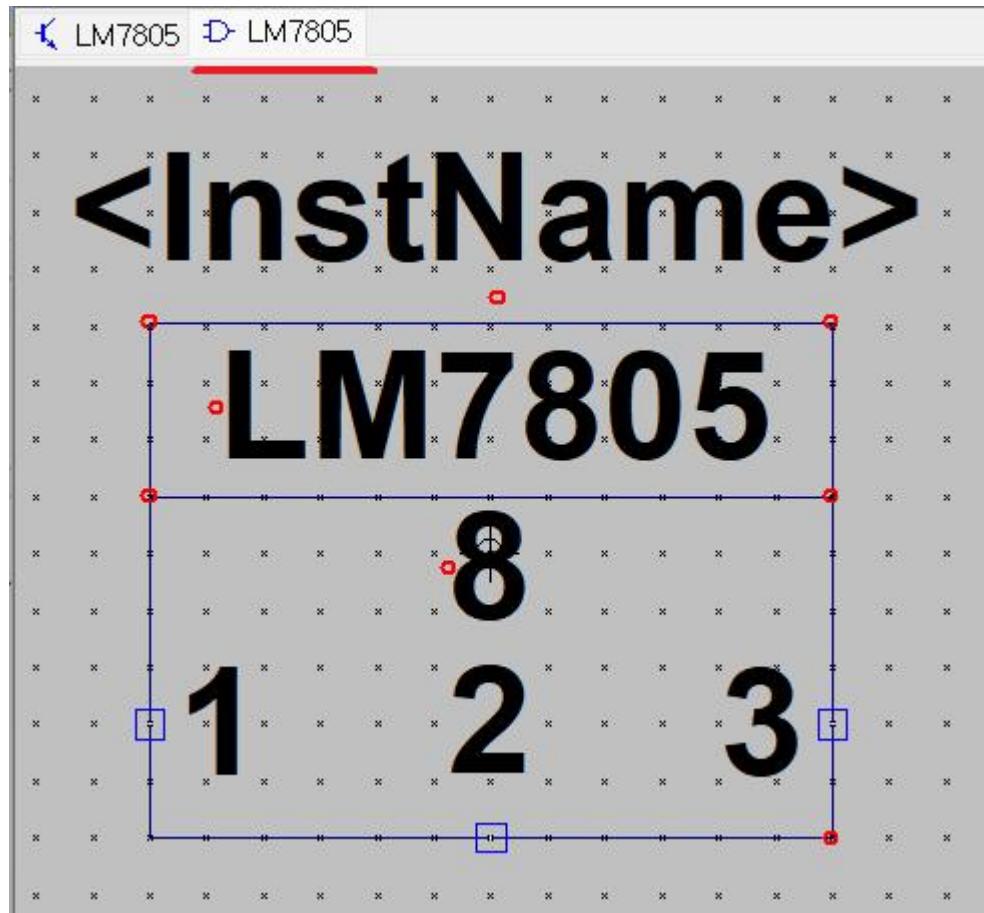
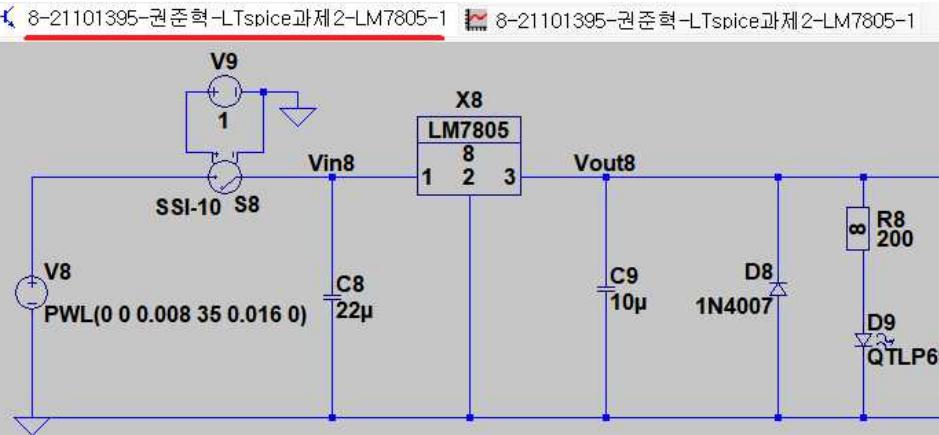


그림 2는 LM7805 소자 정의 결과를 보여준다.

- 출석번호 = 8번
- 소자 안에 텍스트로 자신의 출석번호 8을 포함했다.

### 1.1.1.3 Schematic 입력

그림 3 Schematic 입력 결과



```
.model SSI-10 SW(Ron=0.01 Roff=8G)
.options plotwintsize=0 numdgt=15
.tran 16m
.meas TRAN Vin8_RISE FIND V(Vin8) WHEN V(Vout8)=5 RISE=1
.meas TRAN Vin8_FALL FIND V(Vin8) WHEN V(Vout8)=5 FALL=last
.meas TRAN Vout8Max MAX V(Vout8) TRIG V(Vout8)=5 RISE=1 TARG V(Vout8)=5 FALL=last
.meas TRAN Vout8Min MIN V(Vout8) TRIG V(Vout8)=5 RISE=1 TARG V(Vout8)=5 FALL=last
```

SPICE Netlist: D:\ltspice\8-21101395-권준혁-LTspice과제2-LM7805-1.net

```
* D:\ltspice\8-21101395-권준혁 -LTspice과제2-LM7805-1.asc
XX8 Vin8 0 Vout8 lm7805
V8 N002 0 PWL(0 0 0.008 35 0.016 0)
C8 Vin8 0 22u
C9 Vout8 0 10u
D8 0 Vout8 1N4007
D9 N003 0 QTLP690C
R8 Vout8 N003 200
RL8 Vout8 0 1k
S8 Vin8 N002 N001 0 SSI-10
V9 N001 0 1
```

그림 3은 Schematic 입력 결과를 보여준다.

- 출석번호 = 8번
- 커패시터의 이름은 각각 C8, C9로 설정했다. (출석번호에 맞게 지정)
- 커패시터의 값은 C8=22[uF], C9=10[uF]으로 설정했다.
- 부하저항 이름은 RL8으로 설정했다. (출석번호에 맞게 지정)
- 부하저항 RL8의 값은 출력전류가 0.005[A]가 되도록  $5[V]/0.005[A] = 1000[\Omega]$ 으로 설정했다.
- 입력 독립 전압원의 이름은 V9으로 설정했다. (출석번호에 맞게 지정)
- 입력 노드 이름을 Vin8, 출력 노드 이름을 Vout8으로 설정했다. (출석번호에 맞게 지정)
- switch model의 이름은 SSI-10, Ron=0.01[Ω], Roff=8G[Ω](Roff 값 출석번호에 맞게 지정)
- 입력 독립 전압원의 function은 PWL (Piecewise Linear) function으로 설정했다.
- 출석번호 끝자리가 0이므로 직선이 변하는 시간 단위를 10[ms]로 설정했다. (출석번호에 맞게 지정)
- \* 출석번호 끝자리가 1인 경우 1[ms], ..., 9인 경우 9[ms]로 설정한다.
- PWL function은 2개의 직선으로 구성했다. 2개의 직선은 다음과 같이 정의했다. t=0[s]일 때 0[V]에서 시작해서 t=8[ms]에 최대 입력 전압의 크기인 35[V]가 된다. 그 이후 t=16[ms]까지 0[V]로 감소한다. (출석번호에 맞게 지정)
- analysis type을 "Transient"로 설정하고 Stop time: 값을 16[ms]로 설정했다. (출석번호에 맞게 지정)
- measure statement를 정확히 작성했다.
- => 순서와 parameter 이름 (출석번호에 따라서 변경)을 예시와 같이 작성했다.
- => 반드시 rise, fall을 사용해서 조건을 지정해야 한다. (simulation 결과를 모른다는 전제로 작성해야 한다.)
- => 출력 전압 Vout8 = 5[V]가 되는 최초의 증가 방향 입력 전압 Vin8의 값 Vin8\_Rise를 구했다.
- => 출력 전압 Vout8 = 5[V]가 되는 마지막 하락 방향 입력 전압 Vin8의 값 Vin8\_Fall을 구했다.
- => 앞에서 구한 두 Vin8의 값 사이에서 출력 전압 Vout8의 최댓값 Vout8Max를 구했다.
- => 앞에서 구한 두 Vin8의 값 사이에서 출력 전압 Vout8의 최솟값 Vout8Min을 구했다.

## 1.1.2 Simulation 결과 (새 페이지)

### 1.1.2.1 Measure Statement로 계산된 Simulation 결과

그림 4 measure statement로 계산된 simulation 결과

▶ SPICE Output Log: D:\Itspice\8-21101395-권준혁-LTspice과제2-LM7805-1.log

Gmin = 2.52173e-12

Gmin = 2.70769e-13

Gmin = 0

Gmin stepping succeeded in finding the operating point.

vin8\_rise: v(vin8)=6.95497 at 0.00159008

vin8\_fall: v(vin8)=6.57535 at 0.0144973

vout8max: MAX(v(vout8))=5.15139 FROM 0.00159008 TO 0.0144973

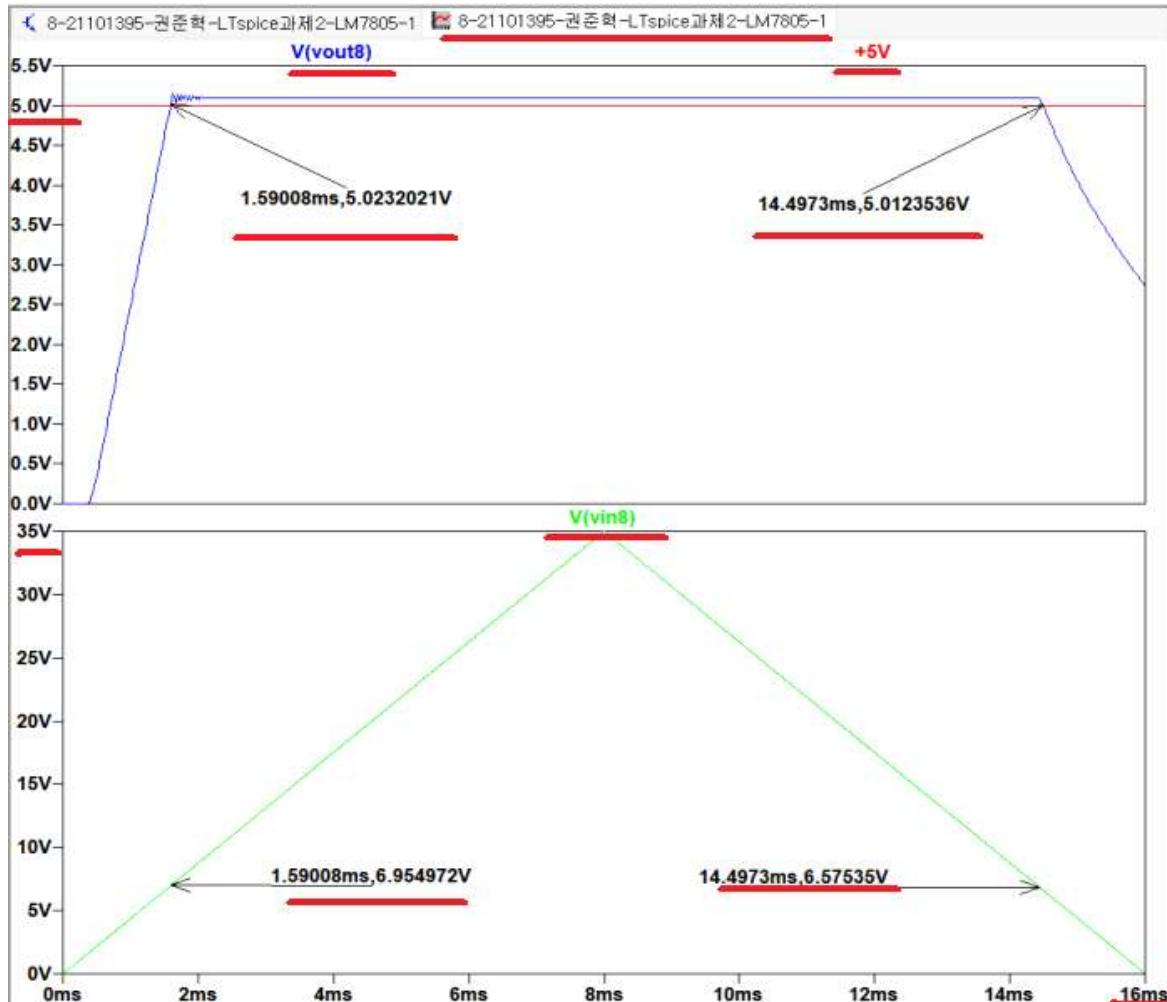
vout8min: MIN(v(vout8))=5 FROM 0.00159008 TO 0.0144973

Total elapsed time: 0.171 seconds.

- 그림 4는 measure statement로 계산된 simulation 결과를 보여준다.
- 출석번호 = 8번
- 출력 전압 Vout8 = 5[V]가 되는 최초의 증가 방향 입력 전압 Vin8 = 6.95497[V] at 0.00159008[s]
- 출력 전압 Vout8 = 5[V]가 되는 마지막 하락 방향 입력 전압 Vin8 = 6.57535[V] at 0.0144973[s]
- [0.00159008, 0.0144973] 구간에서 출력 전압 Vout8의 최댓값 = 5.14176[V]
- [0.00159008, 0.0144973] 구간에서 출력 전압 Vout8의 최솟값 = 5[V]

### 1.1.2.2 Waveform Viewer에 표시한 Simulation 결과 (새 페이지)

그림 5 waveform viewer에 표시한 simulation 결과



- 그림 5는 waveform viewer에 표시한 simulation 결과를 보여준다.
- 출석번호 = 8번
- 배경색 (Background color)은 흰색, 축 (Axis color)은 검은색으로 설정했다.
- 입력 전압의 파형이 요구 조건과 일치하는 것을 확인했다.
- measure statement의 결과를 이용해서 입력 전압이 0[V]부터 증가할 때 출력 전압이 처음으로 5[V]가 되는 좌표를 표시했다. (시간을 measure statement의 결과와 같이 설정한다.)  
=>  $Vin8 = 6.95497[V]$  at  $0.00159008[s]$
- => 입력 전압이 6.95497[V]에서 35[V]로 증가 할 때 출력 전압이 큰 변동 없이 5[V]로 유지되는 것을 확인했다.  
=> 5[V] voltage regulator로 동작하는 것을 확인했다.
- measure statement의 결과를 이용해서 입력 전압이 35[V]부터 감소할 때 출력 전압이 처음으로 5[V]가 되는 좌표를 표시했다.(시간을 measure statement의 결과와 같이 설정한다.)  
=>  $Vin8 = 6.57535[V]$  at  $0.0144973[s]$
- => 입력 전압이 35[V]에서 6.57535[V]까지 감소 할 때 출력 전압이 큰 변동 없이 5[V] 이상으로 유지되는 것을 확인했다.  
=> 5[V] voltage regulator로 동작하는 것을 확인했다.
- 출력 전압이 5[V]로 유지되려면 입력 전압은 5[V]보다 큰 전압으로 유지되어야 한다.
- x 좌푯값은 반드시 measure statement 결과를 이용해서 설정한다.
- => x 축에서 마우스 오른쪽 버튼을 클릭한다.
- => Axis Limits의 Left: 부분 값으로 measure statement의 값을 설정한다.
- => cursor를 display 시키고 맨 왼쪽에 위치시킨다
- => L key 눌러서 현재 cursor의 위치를 텍스트로 표시한다.
- => space key 눌러서 원래 화면으로 복귀한다.

## 1.2 기본 동작 확인 2 (새 페이지)

### 1.2.1 Schematic 입력

그림 6 Schematic 입력 결과

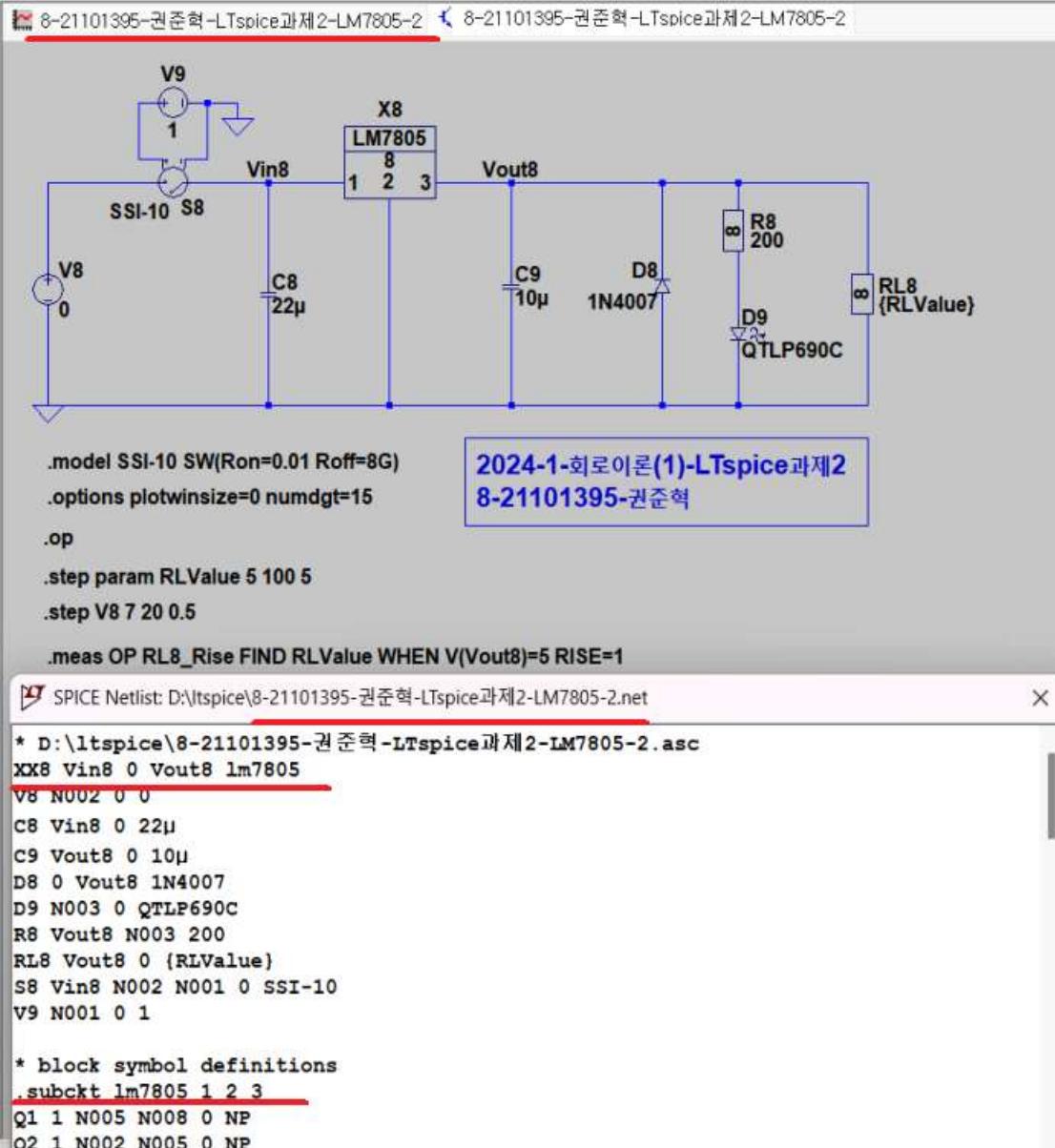


그림 6은 Schematic 입력 결과를 보여준다.

- 출석번호 = 8번
- 커패시터의 이름은 각각 C8, C9로 설정했다. (출석번호에 맞게 지정)
- 커패시터의 값은 C8=22[ $\mu$ F], C9=10[ $\mu$ F]으로 설정했다.
- 부하저항 이름은 RL8으로 설정했다. (출석번호에 맞게 지정)
- 입력 독립 전압원의 이름은 V8으로 설정했다. (출석번호에 맞게 지정)
- 입력 노드 이름을 Vin8, 출력 노드 이름을 Vout8으로 설정했다. (출석번호에 맞게 지정)
- switch model의 이름은 SSI-10, Ron=0.01[Ω], Roff=8G[Ω](Roff 값 출석번호에 맞게 지정)
- analysis type을 “DC Operation Point”로 설정했다.
- .step directive를 사용해서 입력 독립 전압원 V8의 값을 LM7805 입력 전압의 범위인 7[V]부터 20[V]까지 0.5[V]씩 증가하도록 설정했다.
- .step directive를 사용해서 부하저항 RL8의 값을 출력전류가 1[A]가 되는 값 5[V]/1[A] = 5[Ω]부터 50[mA]가 되는 값 5[V]/0.05[A] = 100[Ω]까지 5[Ω]씩 증가하도록 설정했다.
- 두 .step directive의 순서를 아래 예시와 같은 출력이 되도록 설정했다.
- measure statement를 정확히 작성했다.  
=> 출력 전압 Vout8 = 5[V]가 되는 최초의 증가 방향 RL8의 값 RL8\_Rise를 구했다.
- => 순서와 parameter 이름 (출석번호에 따라서 변경)을 예시와 같이 작성했다.
- => 반드시 rise나 fall을 사용해서 조건을 지정해야 한다. (simulation 결과를 모른다는 전제로 작성해야 한다.)

## 1.2.2 Simulation 결과 (새 페이지)

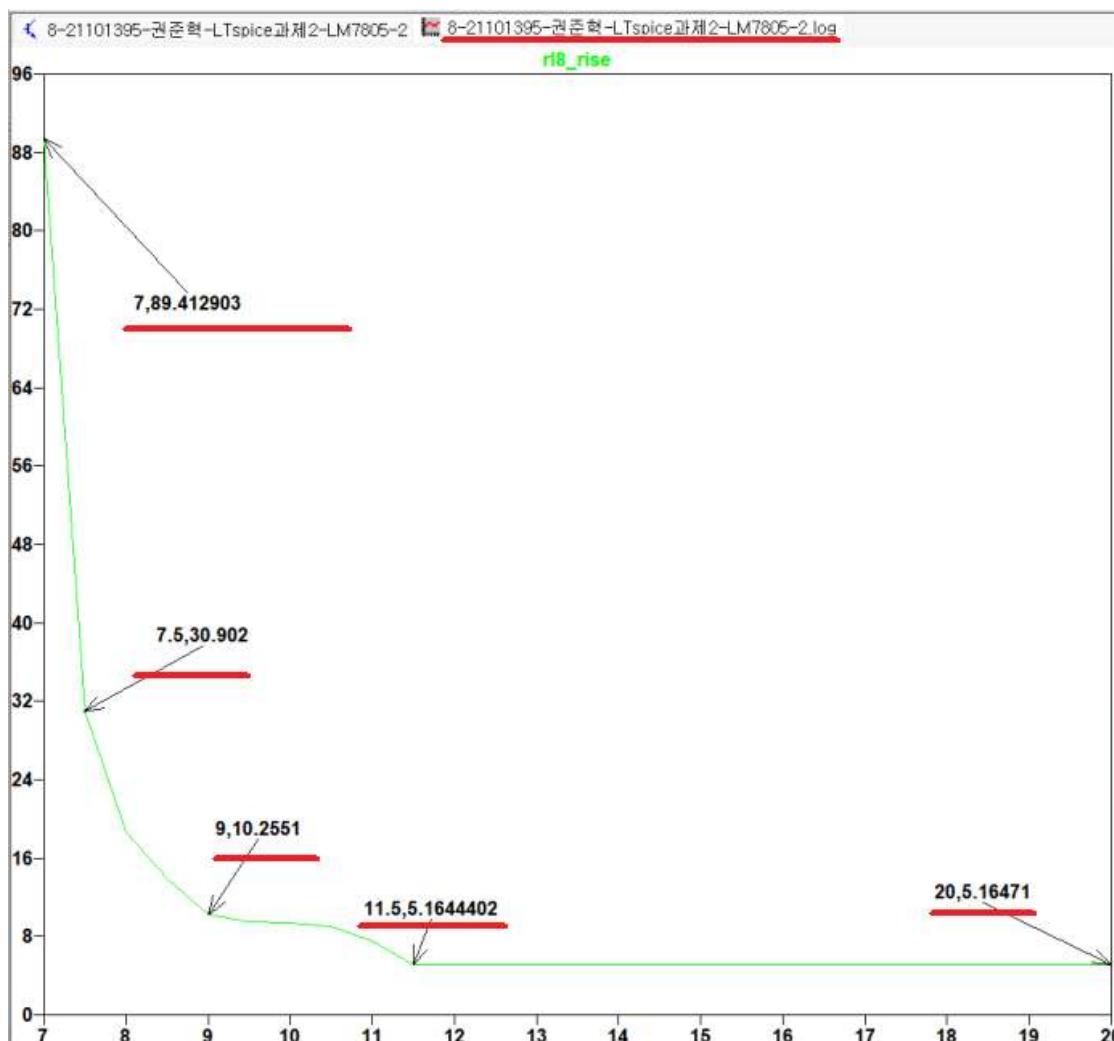
### 1.2.2.1 Measure Statement로 계산된 Simulation 결과를 Waveform Viewer에 표시한 결과

그림 7 measure statement로 계산된 simulation 결과

SPICE Output Log: D:\ltspice\8-21101395-권준혁-LTspice과제2-LM7805-2.log

step	rlvalue	at
1	89.4129	89.4129
2	30.902	30.902
3	18.1	Find Ctrl+F
4	13.0	
5	10.0	Plot .stepped .meas data
6	9.5	
7	9.3	
8	8.9	
9	7.59861	7.59861

그림 8 measure statement로 계산된 simulation 결과를 waveform viewer에 표시한 결과

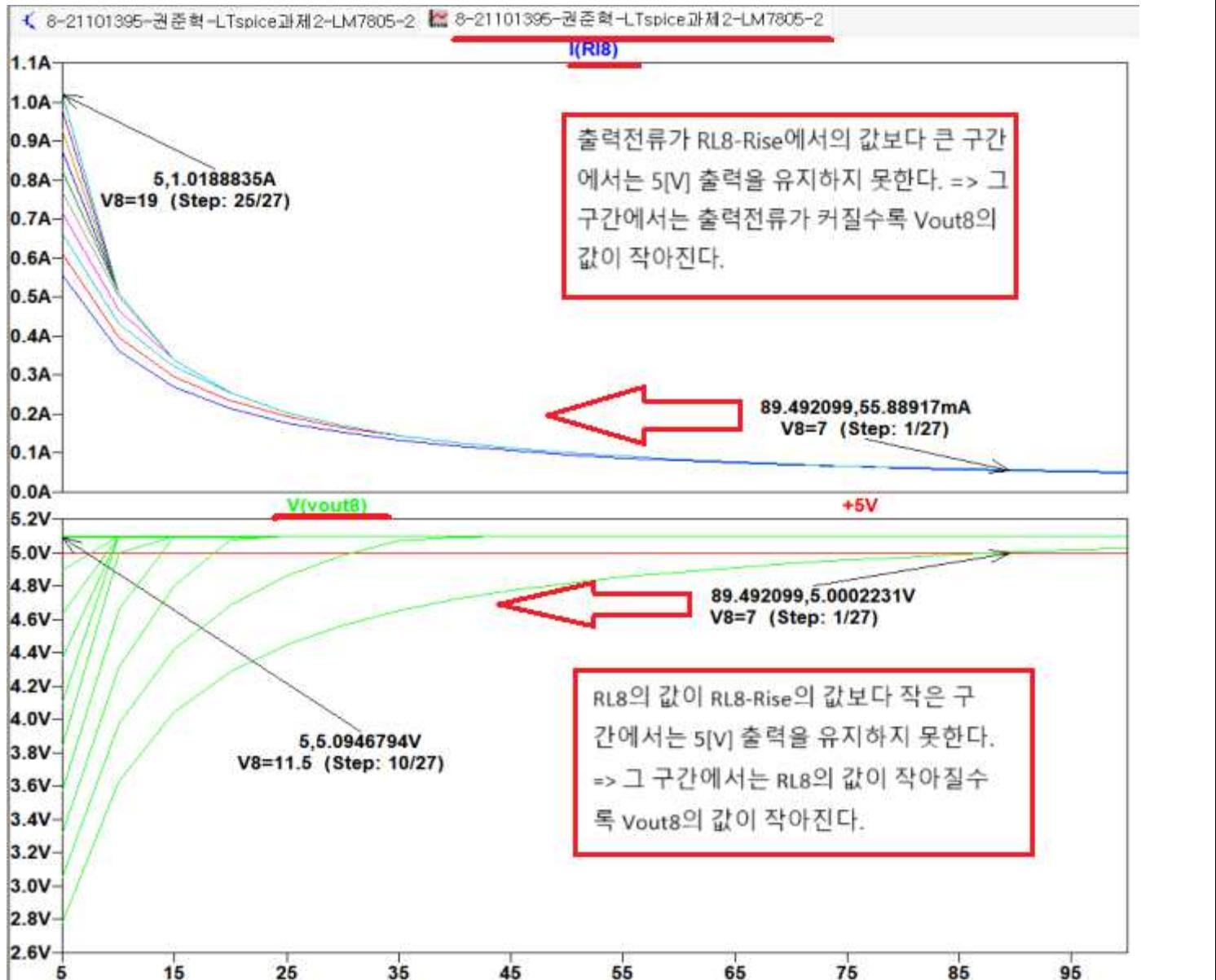


- 그림 7과 8은 measure statement로 계산된 simulation 결과를 waveform viewer에 표시한 결과를 보여준다.

- 출석번호 = 8번
- measure statement를 사용해서 출력 전압  $V_{out8} = 5[V]$ 가 되는 최초의 증가 방향 RL8의 값 RL8\_Rise를 계산한 결과를 waveform viewer에 도시했다.
- 입력 전압  $V_{in8}$ 의 값이 고정된 상태에서 부하 저항 RL8의 값이 RL8\_Rise의 값보다 작은 경우 출력 전압  $V_{out8}$ 의 값이 5[V]보다 작다.
- => 5[V] voltage regulator로 동작하지 못한다.
- 입력 전압  $V_{in8}$ 의 값이 11.5[V] 이하면 부하 저항의 값이 작아질수록 (출력 전류가 커질수록) 5[V] 출력에 요구되는 입력 전압 최솟값이 커지는 것을 볼 수 있다.

### 1.2.2.2 Waveform Viewer에 표시한 Simulation 결과 (새 페이지)

그림 9 waveform viewer에 표시한 simulation 결과



- 그림 9는 waveform viewer에 표시한 simulation 결과를 보여준다.
- 출석번호 = 8번
- 배경색(Background color)은 흰색, 축(Axis color)은 검은색으로 설정했다.
- 입력 전압의 크기가 가장 작은 경우인  $Vin8=7[V]$ 일 때의 그래프에서 measure statement로 구한  $RL8\_Rise$  값을 이용해서 좌표를 표시했다.  
 $\Rightarrow Vout8 = 5[V] \text{ at } RL8 = 89.492099[\Omega]$   
 $\Rightarrow RL8 \text{의 전류} = 55.88917[mA] \text{ at } RL8 = 89.492099[\Omega]$
- 입력 전압  $Vin8$ 의 크기가 11.5[V] 이상이면 부하 저항  $RL8$ 의 값이 100[ $\Omega$ ]에서 5[ $\Omega$ ]까지 변하더라도 출력 전압  $Vout8$ 의 값이 근사적으로 5[V]로 유지되는 것을 볼 수 있다.
- 입력 전압  $Vin8$ 의 값이 11.5[V] 이하면 입력 전압의 크기가 LM7805 동작 범위 (7[V] ~ 20[V])에서 변하지만, 출력 전류의 값이 커질수록 (부하 저항의 값이 작아질수록) LM7805 출력 전압이 5[V]로 유지되지 못하는 구간이 증가하는 것을 볼 수 있다.  
 $\Rightarrow$  출력 전류가 커질수록 (부하 저항의 값이 작아질수록) 5[V] 출력에 요구되는 입력 전압 최솟값이 커지는 것을 볼 수 있다.

## 2. LM7905

### 2.1 기본 동작 확인 1

#### 2.1.1 Schematic 입력

##### 2.1.1.1 LM7905 SPICE Model 파일에서 LM7905 symbol을 생성하는 과정

그림 10 LM7905 SPICE Model 파일에서 LM7905 symbol을 생성하는 과정

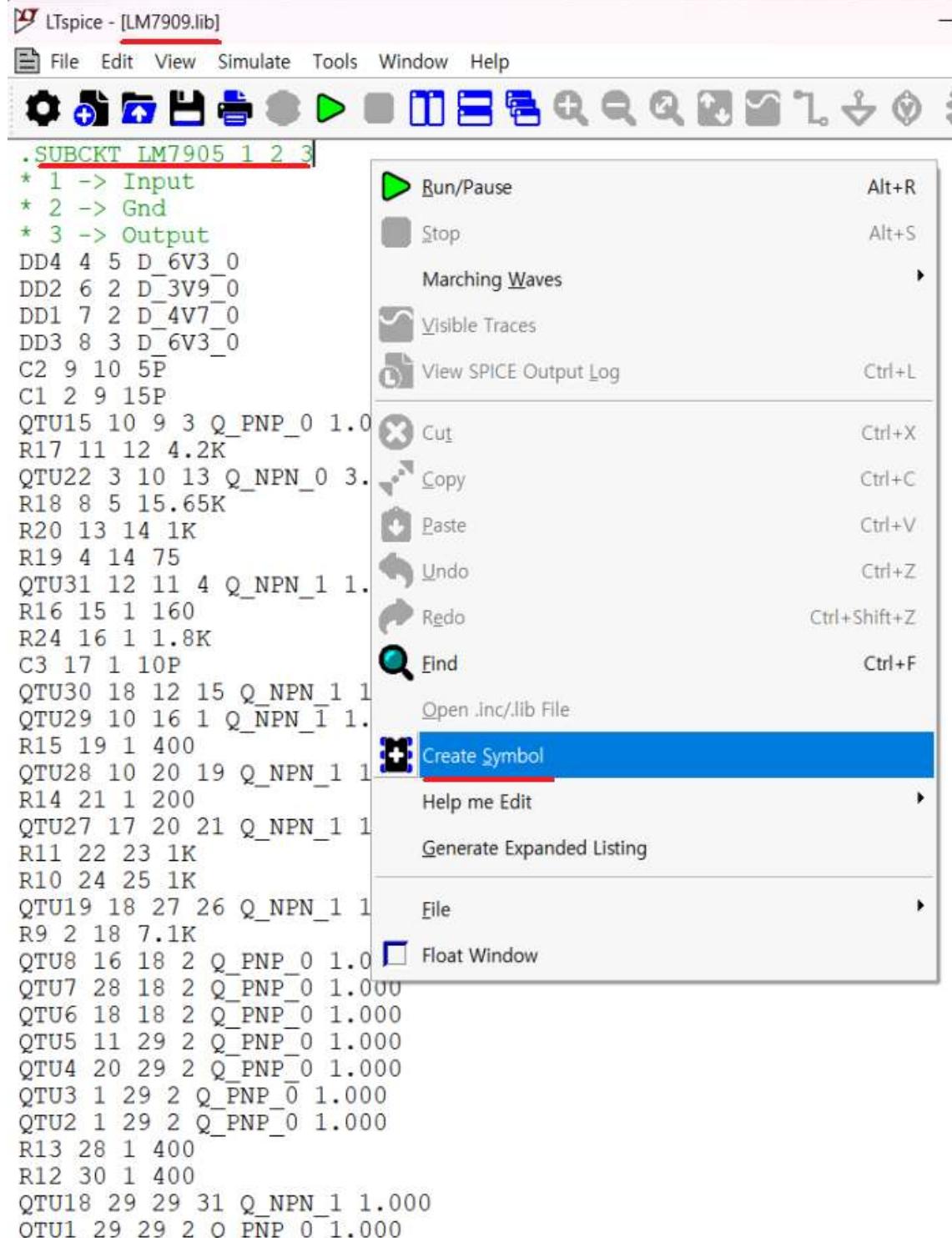


그림 10은 LM7905 SPICE Model 파일에서 LM7905 symbol을 생성하는 과정을 보여준다.

- 출석번호 = 8번
- LM7905.lib 파일을 사용했다.

## 2.1.1.2 LM7905 소자 정의 결과

그림 11 LM7905 소자 정의 결과

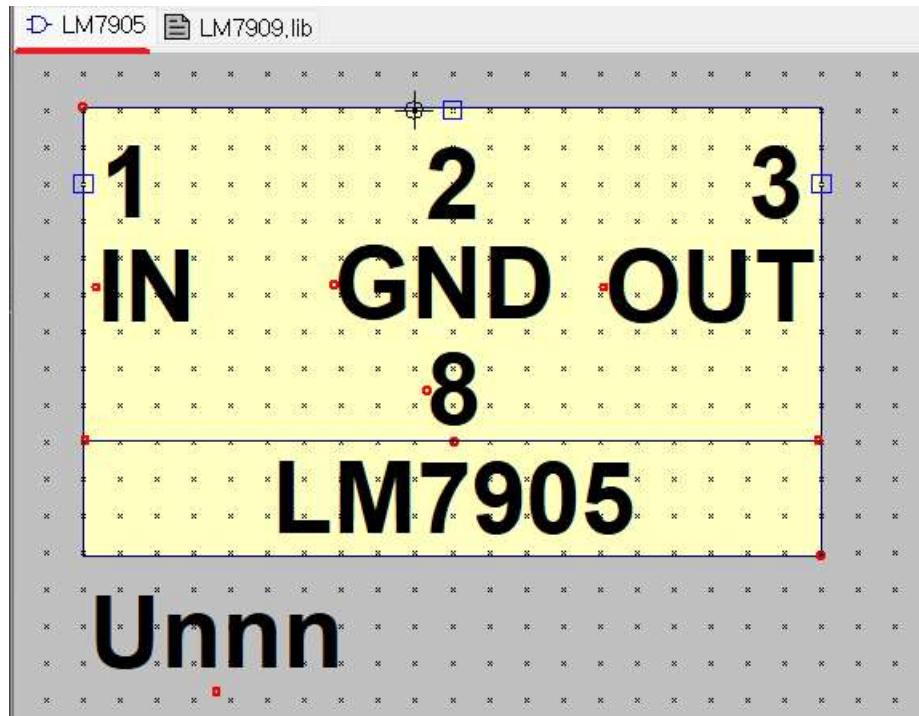


그림 11은 LM7905 소자 정의 결과를 보여준다.

- 출석번호 = 8번
- 소자 안에 텍스트로 자신의 출석번호 8을 포함했다.

### 2.1.1.3 Schematic 입력

그림 12 Schematic 입력 결과

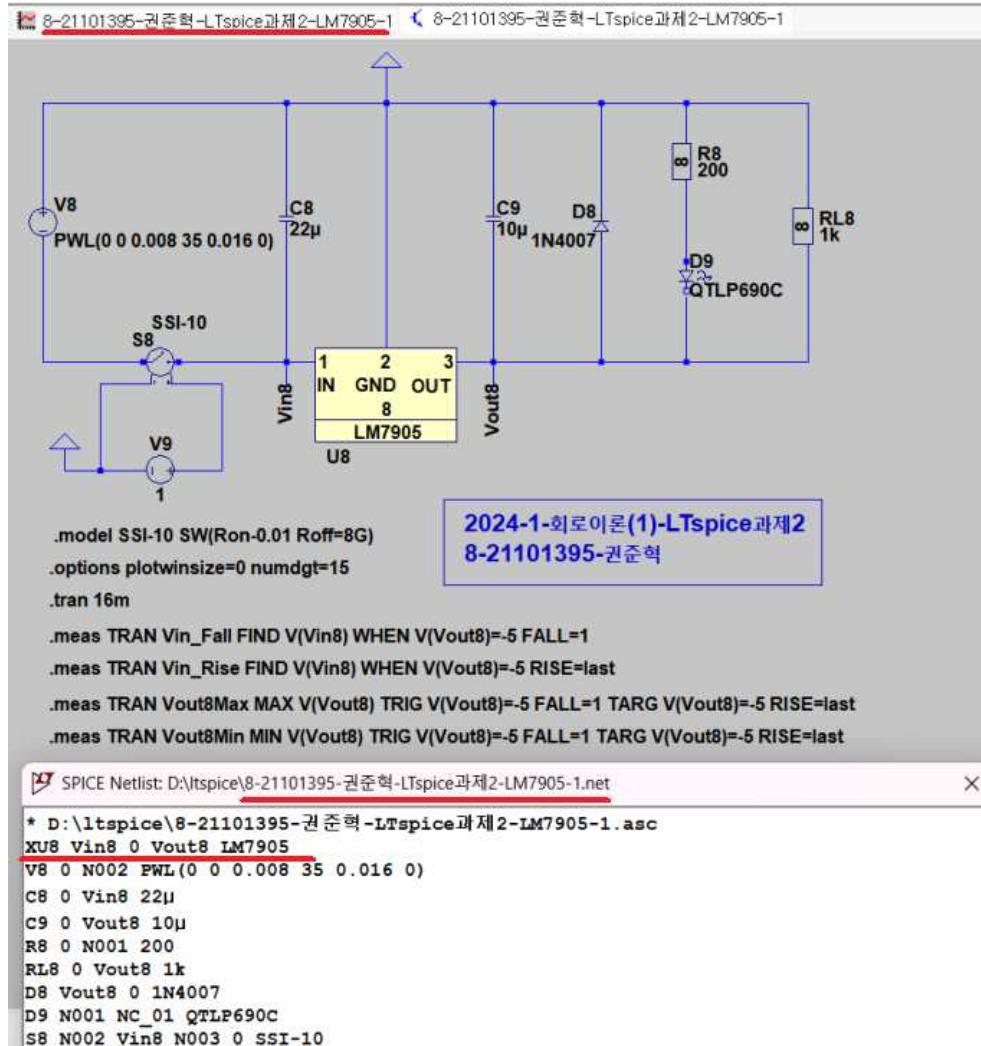


그림 12는 Schematic 입력 결과를 보여준다.

- 출석번호 = 8번
- 커패시터의 이름은 각각 C8, C9로 설정했다. (출석번호에 맞게 지정)
- 커패시터의 값은 C8=22[uF], C9=10[uF]으로 설정했다.
- 부하저항 이름은 RL8으로 설정했다. (출석번호에 맞게 지정)
- 부하저항 RL8의 값은 출력전류가 -0.005[A]가 되도록  $-5[V]/-0.005[A] = 1000[\Omega]$ 으로 설정했다.
- 입력 독립 전압원의 이름은 V8으로 설정했다. (출석번호에 맞게 지정)
- 입력 노드 이름을 Vin8, 출력 노드 이름을 Vout8으로 설정했다. (출석번호에 맞게 지정)
- switch model의 이름은 SSI-10, Ron=0.01[Ω], Roff=8G[Ω](Roff 값 출석번호에 맞게 지정)
- 입력 독립 전압원의 부호는 LM7905 입력 전압 Vin8과 반대가 되도록 설정했다.
- 입력 독립 전압원의 function은 PWL (Piecewise Linear) function으로 설정했다.
- 출석번호 끝자리가 0이므로 직선이 변하는 시간 단위를 10[ms]로 설정했다. (출석번호에 맞게 지정)
- \* 출석번호 끝자리가 1인 경우 1[ms], ..., 9인 경우 9[ms]로 설정한다.
- PWL function은 2개의 직선으로 구성했다. 2개의 직선은 다음과 같이 정의했다. t=0[s]일 때 0[V]에서 시작해서 t=8[ms]에 최대 입력 전압의 크기인 35[V]가 된다. 그 이후 t=16[ms]까지 0[V]로 감소한다. (출석번호에 맞게 지정)
- analysis type을 "Transient"로 설정하고 Stop time: 값을 16[ms]로 설정했다. (출석번호에 맞게 지정)
- measure statement를 정확히 작성했다.
- => 순서와 parameter 이름 (출석번호에 따라서 변경)을 예시와 같이 작성했다.
- => 반드시 rise, fall을 사용해서 조건을 지정해야 한다. (simulation 결과를 모른다는 전제로 작성해야 한다.)
- => 출력 전압 Vout8 = -5[V]가 되는 최초의 하락 방향 입력 전압 Vin8의 값 Vin8\_Fall을 구했다.
- => 출력 전압 Vout8= -5[V]가 되는 마지막 증가 방향 입력 전압 Vin8의 값 Vin8\_Rise를 구했다.
- => 앞에서 구한 두 Vin8의 값 사이에서 출력 전압 Vout8의 최댓값 Vout8Max를 구했다.
- => 앞에서 구한 두 Vin8의 값 사이에서 출력 전압 Vout8의 최솟값 Vout8Min을 구했다.

## 2.1.2 Simulation 결과 (새 페이지)

### 2.1.2.1 Measure Statement로 계산된 Simulation 결과

그림 13 measure statement로 계산된 simulation 결과

SPICE Output Log: D:\Itspice\8-21101395-권준혁-LTspice과제2-LM7905-1.log

Gmin = 0  
Gmin stepping succeeded in finding the operating point.

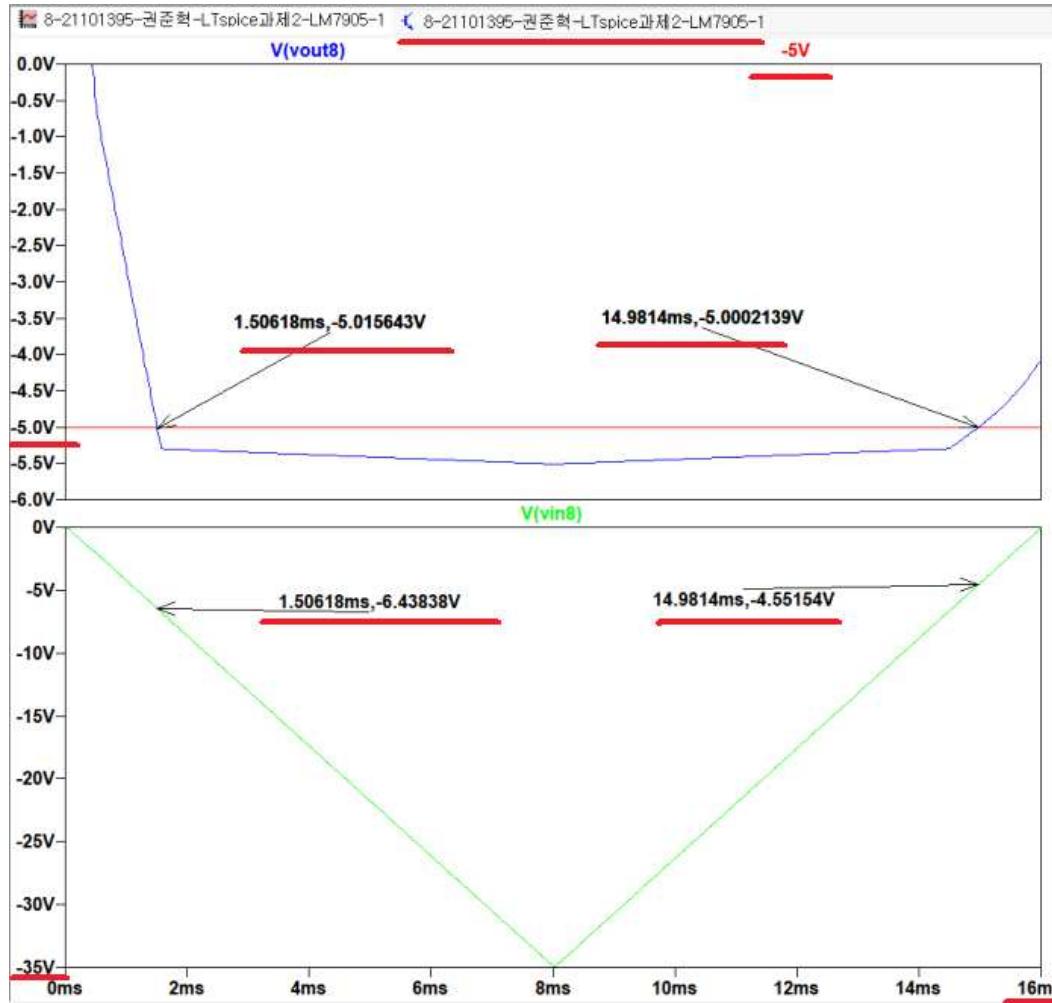
vin\_fall: v(vin8)=-6.43838 at 0.00150618  
vin\_rise: v(vin8)=-4.55154 at 0.0149814  
vout8max: MAX(v(vout8))=-5 FROM 0.00150618 TO 0.0149814  
vout8min: MIN(v(vout8))=-5.50778 FROM 0.00150618 TO 0.0149814

Total elapsed time: 0.220 seconds.

- 그림 13은 measure statement로 계산된 simulation 결과를 보여준다.
- 출석번호 = 8번
- 출력 전압 Vout8 = -5[V]가 되는 최초의 하락 방향 입력 전압 Vin8 = -6.43838 at 0.00150618[s]
- 출력 전압 Vout8 = -5[V]가 되는 마지막 증가 방향 입력 전압 Vin8 = -4.55154 at 0.0149814[s]
- [0.00150618, 0.0149814] 구간에서 출력 전압 Vout8의 최댓값 = -5[V]
- [0.00150618, 0.0149814] 구간에서 출력 전압 Vout8의 최솟값 = -5.50778[V]

## 2.1.2.2 Waveform Viewer에 표시한 Simulation 결과 (새 페이지)

그림 14 waveform viewer에 표시한 simulation 결과



- 그림 14는 waveform viewer에 표시한 simulation 결과를 보여준다.
- 출석번호 = 8번
- 배경색(Background color)은 흰색, 축(Axis color)은 검은색으로 설정했다.
- 입력 전압 Vin8의 파형이 요구 조건과 일치하는 것을 확인했다.
- measure statement의 결과를 이용해서 입력 전압 Vin8이 0[V]부터 감소할 때 출력 전압 Vout8이 처음으로 -5[V]가 되는 좌표를 표시했다. (시간을 measure statement의 결과와 같이 설정한다.)
- =>  $Vin8 = -6.43838 \text{ at } 0.00150618[\text{s}]$
- => 입력 전압 Vin8이 -6.43838[V]에서 -35[V]로 감소 할 때 출력 전압 Vout8이 큰 변동 없이 -5[V]로 유지되는 것을 확인했다.
- => -5[V] voltage regulator로 동작하는 것을 확인했다.
- measure statement의 결과를 이용해서 입력 전압 Vin8이 -35[V]부터 증가할 때 출력 전압 Vout8이 처음으로 -5[V]가 되는 좌표를 표시했다.(시간을 measure statement의 결과와 같이 설정한다.)
- =>  $Vin8 = -4.55154 \text{ at } 0.0149814[\text{s}]$
- => 입력 전압 Vin8이 -35[V]에서 -4.55154[V]까지 증가 할 때 출력 전압 Vout8이 큰 변동 없이 -5[V] 이상으로 유지되는 것을 확인했다.
- => -5[V] voltage regulator로 동작하는 것을 확인했다.
- 출력 전압 Vout8이 -5[V]로 유지되려면 입력 전압 Vin8의 크기는 5[V]보다 큰 값으로 유지되어야 한다.
- x 좌푯값은 반드시 measure statement 결과를 이용해서 설정한다.
- => x 축에서 마우스 오른쪽 버튼을 클릭한다.
- => Axis Limits의 Left: 부분 값으로 measure statement의 값을 설정한다.
- => cursor를 display시키고 맨 왼쪽에 위치시킨다
- => L key 눌러서 현재 cursor의 위치를 텍스트로 표시한다.
- => space key 눌러서 원래 화면으로 복귀한다.

## 2.2 기본 동작 확인 2 (새 페이지)

### 2.2.1 Schematic 입력

그림 15 Schematic 입력 결과

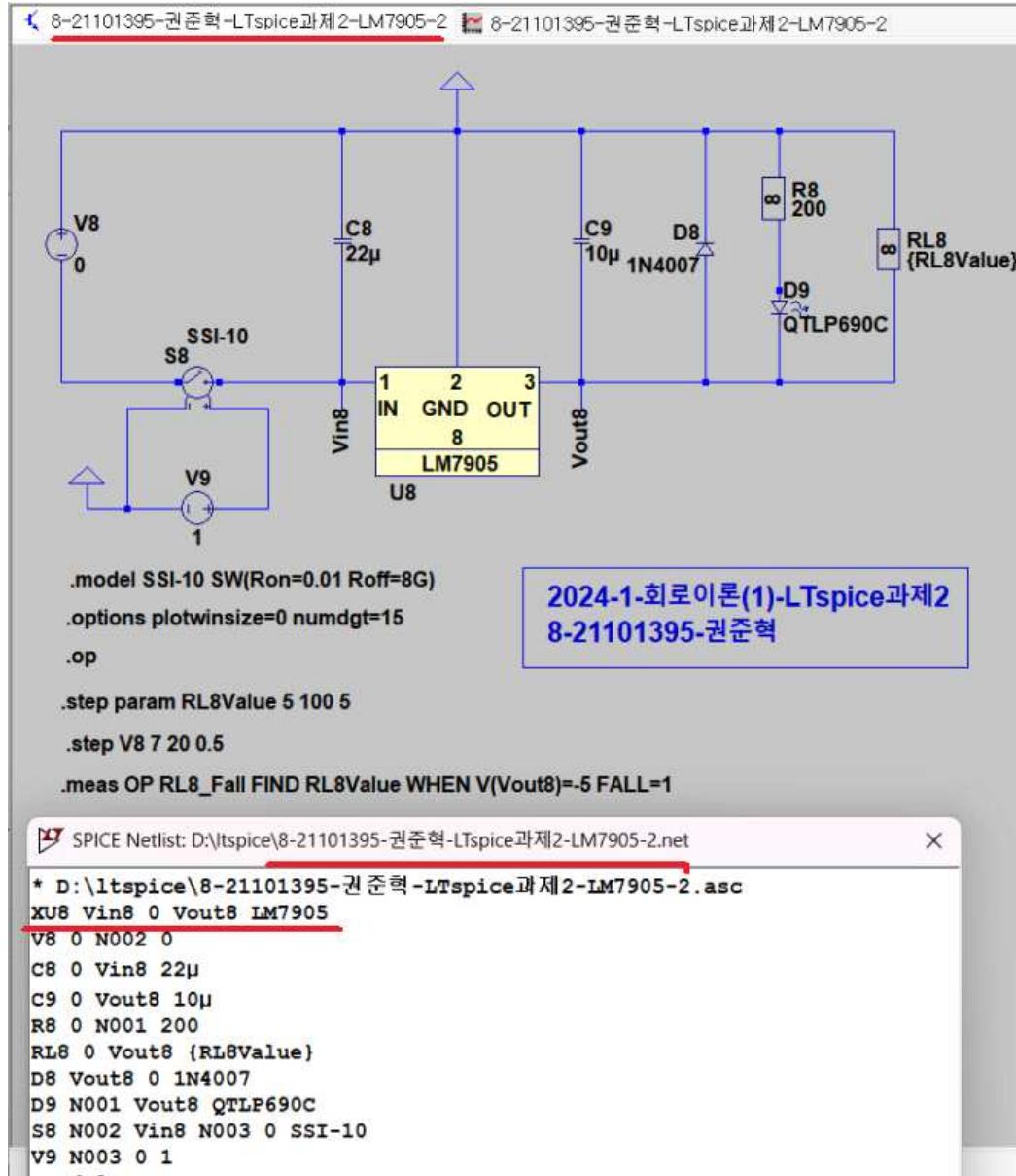


그림 15는 Schematic 입력 결과를 보여준다.

- 출석번호 = 8번
- 커패시터의 이름은 각각 C8, C9로 설정했다. (출석번호에 맞게 지정)
- 커패시터의 값은 C8=22[uF], C9=10[uF]으로 설정했다.
- 부하저항 이름은 RL8으로 설정했다. (출석번호에 맞게 지정)
- 입력 독립 전압원의 이름은 V8으로 설정했다. (출석번호에 맞게 지정)
- 입력 노드 이름을 Vin8, 출력 노드 이름을 Vout8으로 설정했다. (출석번호에 맞게 지정)
- switch model의 이름은 SSI-10, Ron=0.01[Ω], Roff=8G[Ω](Roff 값 출석번호에 맞게 지정)
- analysis type을 "DC Operation Point"로 설정했다.
- .step directive를 사용해서 입력 독립 전압원 V8의 값을 7[V]부터 20[V]까지 0.5[V]씩 증가하도록 설정했다.  
=> LM7905의 입력 전압 Vin8의 값은 LM7905 입력 전압의 동작 범위인 -7[V]에서 -20[V]까지 변하게 된다.
- .step directive를 사용해서 부하저항 RL8의 값을 출력전류가 -1[A]가 되는 값 -5[V]/-1[A] = 5[Ω]부터 -50[mA]가 되는 값 -5[V]/-0.05[A] = 100[Ω]까지 5[Ω]씩 증가하도록 설정했다.
- 두 .step directive의 순서를 아래 예시와 같은 출력이 되도록 설정했다.
- measure statement를 정확히 작성했다.  
=> 출력 전압 Vout8 = -5[V]가 되는 최초의 감소 방향 RL8의 값 RL8\_Fall을 구했다.
- 순서와 parameter 이름 (출석번호에 따라서 변경)을 예시와 같이 작성했다.
- 반드시 rise나 fall을 사용해서 조건을 지정해야 한다. (simulation 결과를 모른다는 전제로 작성해야 한다.)

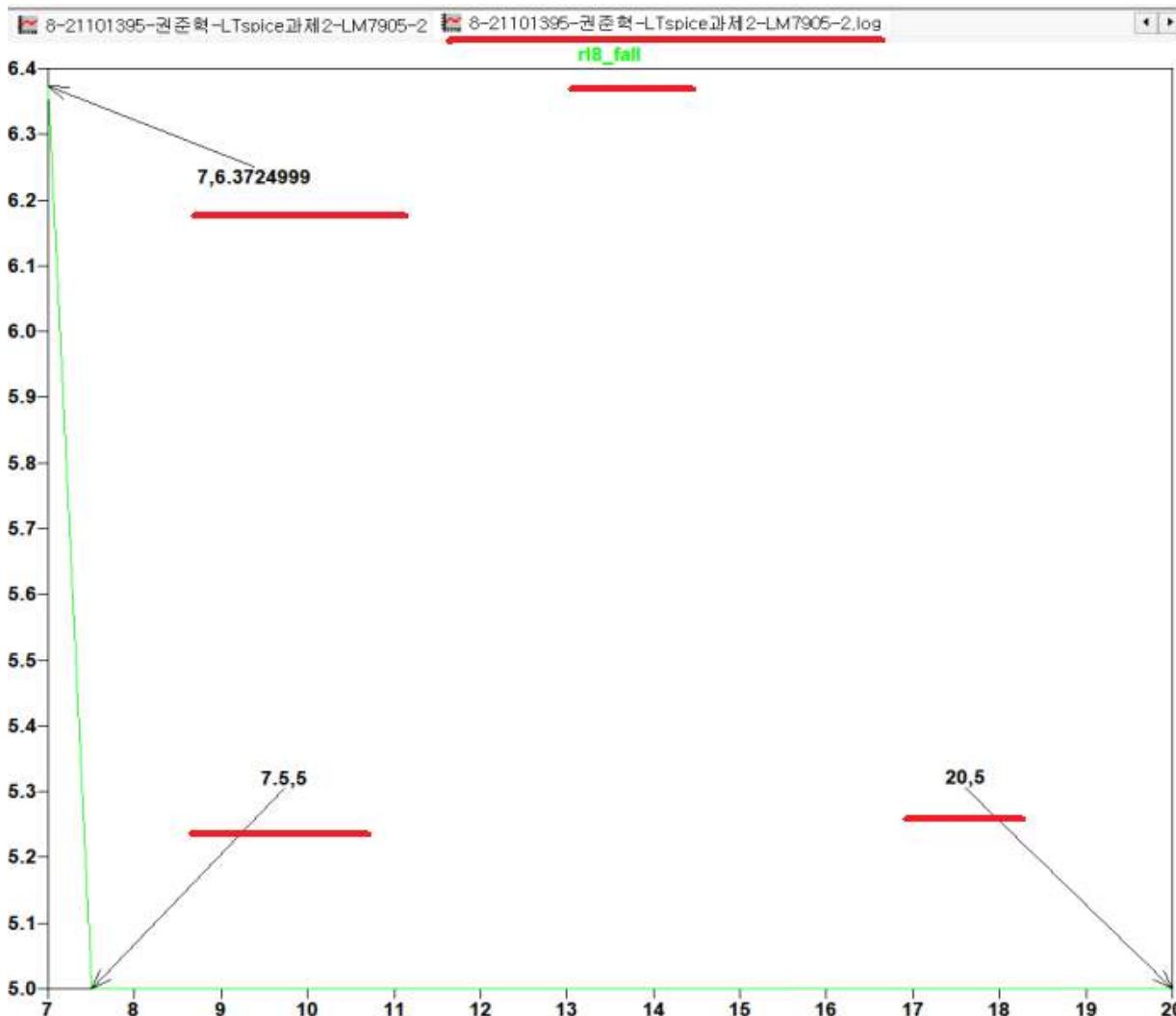
## 1.2.2 Simulation 결과 (새 페이지)

### 1.2.2.1 Measure Statement로 계산된 Simulation 결과를 Waveform Viewer에 표시한 결과

그림 16 measure statement로 계산된 simulation 결과

Measurement: rl8_fall		
step	rl8value	at
1	6.3725	6.3725
2	5	5
3	5	5
4	5	5
5	5	5
6	5	5
7	5	5
8	5	5

그림 17 measure statement로 계산된 simulation 결과를 waveform viewer에 표시한 결과

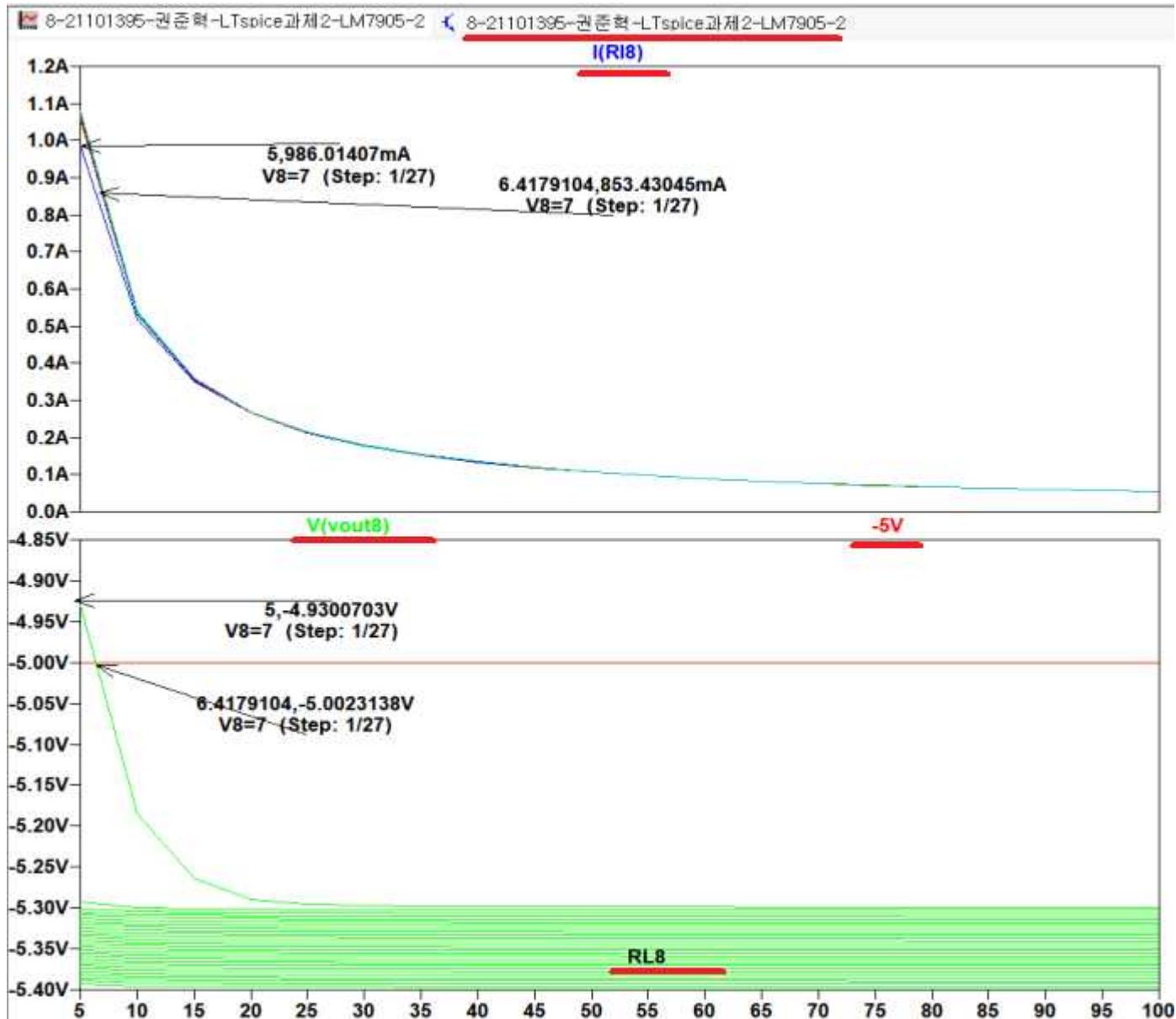


- 그림 16과 17은 measure statement로 계산된 simulation 결과를 waveform viewer에 표시한 결과를 보여준다.

- 출석번호 = 8번
- measure statement를 사용해서 출력 전압  $V_{out8} = -5[V]$ 가 되는 최초의 감소 방향 RL8의 값 RL8\_Fall을 계산한 결과를 waveform viewer에 도시했다.
- 입력 전압  $V_{in8}$ 의 크기가 7.5[V] 이상이면 (입력 전압  $V_{in8}$ 의 값이 -7.5[V] 이하이면) 부하 저항의 값이 5[Ω]인 경우에도 (출력 전류가 1[A]인 경우에도) 출력 전압  $V_{out8}$ 의 값이 근사적으로 -5[V] 이하로 유지되는 것을 볼 수 있다.
- 입력 전압  $V_{in8}$ 의 크기가 7[V]이면 (입력 전압  $V_{in8}$ 의 값이 -7[V]이면) 부하 저항의 값이 5[Ω]인 경우에 (출력 전류가 1[A]인 경우에) 출력 전압  $V_{out8}$ 의 값이 -5[V]보다 큰 값이 (출력 전압  $V_{out8}$ 의 크기가 5[V]보다 작은 값이) 되는 것을 볼 수 있다.

### 1.2.2.2 Waveform Viewer에 표시한 Simulation 결과 (새 페이지)

그림 18 waveform viewer에 표시한 simulation 결과



- 그림 18은 waveform viewer에 표시한 simulation 결과를 보여준다.
- 출석번호 = 8번
- 배경색 (Background color)은 흰색, 축 (Axis color)은 검은색으로 설정했다.
- 입력 전압 Vin8의 크기가 가장 작은 경우인  $V_8 = 7[V]$ 일 때의 그래프에서 measure statement로 구한  $RL8\_Fall$  값을 이용해서 좌표를 표시했다.  
 $\Rightarrow V_{out8} = -5.0023138[V] \text{ at } RL8 = 6.4179104[\Omega]$   
 $\Rightarrow RL8 \text{의 전류} = 853.43045[mA] \text{ at } RL8 = 4179104[\Omega]$
- 입력 전압 Vin8의 크기가  $7.5[V]$  이상이면 부하 저항 RL8의 값이  $100[\Omega]$ 에서  $5[\Omega]$ 까지 변하더라도 출력 전압 Vout8의 값이 근사적으로  $-5[V]$ 로 유지되는 것을 볼 수 있다.
- 입력 전압 Vin8의 크기가  $7[V]$ 이면 부하 저항 RL8의 값이  $100[\Omega]$ 에서  $20[\Omega]$ 까지 변하더라도 출력 전압 Vout8의 값이 근사적으로  $-5[V]$ 로 유지되는 것을 볼 수 있다.
- $\Rightarrow$  부하 저항 RL8의 값이  $20[\Omega]$ 에서  $5[\Omega]$ 까지 변하는 구간에서는 출력 전압 Vout8의 변화가 상대적으로 큰 것을 볼 수 있다.
- $\Rightarrow$  부하 저항 RL8의 값이  $5[\Omega]$ 일 때 출력 전압  $V_{out8} = -4.9300703[V]$ 가 되는데 이 값도 실제 LM7905의 정상적인 출력 전압 범위에 포함된다.