

# HomeWork #3 - PSpice Application

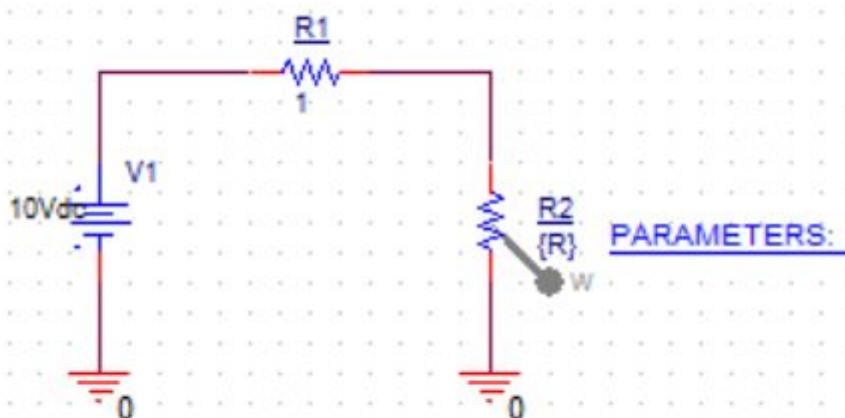
2019102136 최성준

## Q1: 최대전력 전송이론의 가시화

(문제의 개요) 부하저항(우측회로의 R2)에서 최대소비전력을 발생시키는 값을 구하는 것임. 오실로스코프에서 자주 사용되는 커서의 기능을 습득하는 것도 중요함.

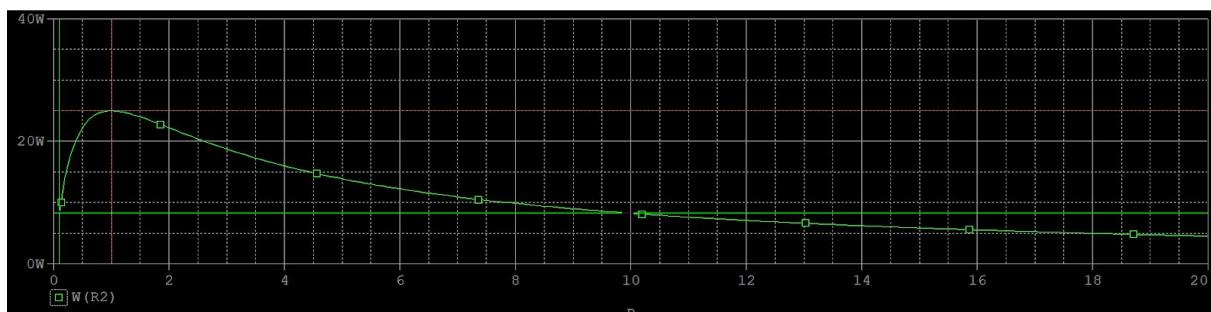
---

### 1) 회로구성 (가변저항, param(R, 5))



---

### 2) 결과 그래프 (cursor기능 포함)



X축: R2 (가변저항값), Y축: W(R2) (가변저항 소비전력값)

-> Pspice의 cursor기능을 통해 극댓값(특정)을 찾아준 후 표시해줌.

---

### 3) data(table)

x											
	Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2		Y1(Cursor1) - Y2(Cursor2)	16.736			
	X Values	1.0092	100.000m	909.174m		Y1 - Y1(Cursor1)	Y2 - Y2(Cursor2)	Max Y	Min Y	Avg Y	
	CURSOR 1,2	W(R2)	25.000	8.2645	16.736	0.000	0.000	25.000	8.2645	16.632	

-> cursor기능을 통해 추적한 정확한 극댓값(1ohm -> 25W)을 table 형태로 관찰할 수 있음.

---

## [회로분석]

---

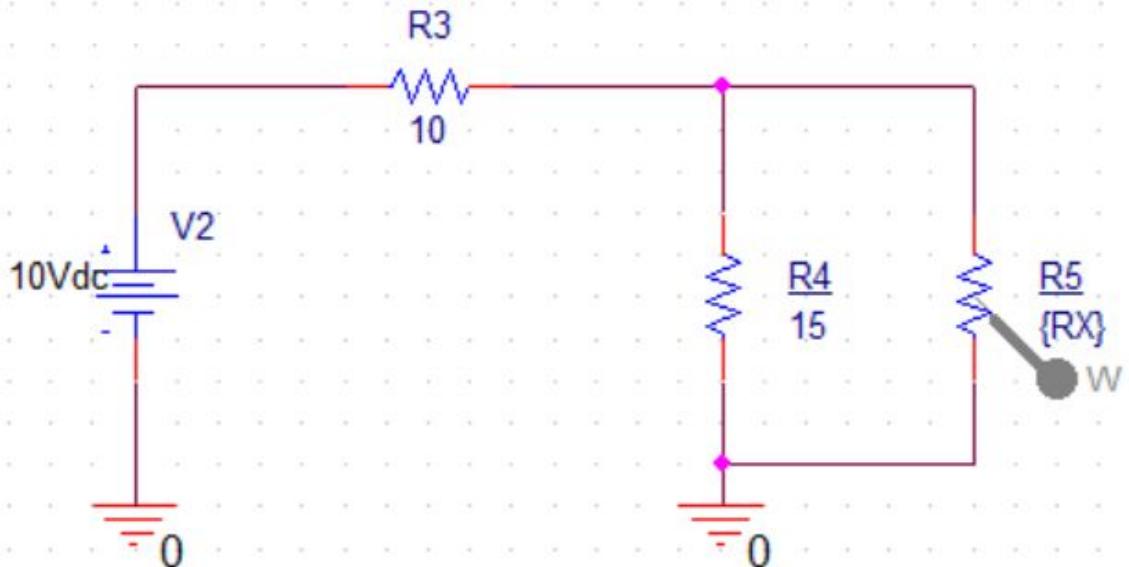
- 이론
  - Parameter : 가변저항을 구현가능하다. Parameter의 Name은 말 그대로 Parameter name이며, 나중에 parameter값을 사용할때는 {Name}로 지정(여기서 {R})하여 활용할 수 있다. 또한 value는 x축의 한 단위를 설정하는 것이다.
  - cursor : 원하는 입력에 대한 정확한 출력값을 확인할 수 있으며, 특정 그래프의 극댓값, 극솟값, 지역최대, 지역최소, 경사면 등 특이한 값에 선택할 수 있다.
  - 결과분석
  - Cursor기능을 활용하여 곡선이 가지는 최대값을 찾았고, 그 성분을 분석한 결과 1ohm일때 25watt를 가져 전력최대값을 가진다.
-

## Q2: 최대값 찾는 문제 연습

(문제의 개요) 이전 문제(최대전력 전송이론 및 커서사용법) 다시 한번 연습하는 것임.

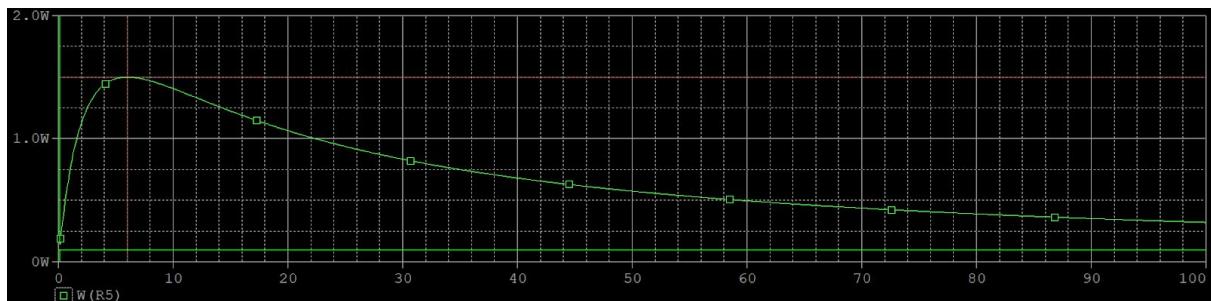
---

### 1) 회로구성 (가변저항, param(RX, 10))



---

### 2) 결과 그래프 (cursor기능 포함)



X축: R5 (가변저항 값)

Y축: W(R5) (가변저항 소비전력 값)

-> Pspice의 cursor기능을 통해 극댓값(특정)을 찾아준 후 표시해줌.

---

### 3) data (table)

x											
	Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2		Y1(Cursor1) - Y2(Cursor2)	1.4033			
		X Values	6.0000	100.000m	5.9000		Y1 - Y1(Cursor1)	Y2 - Y2(Cursor2)	Max Y	Min Y	Avg Y
CURSOR 1,2	W(R5)	1.5000	96.748m	1.4033	0.000	0.000			1.5000	96.748m	798.374m

-> cursor기능을 통해 추적한 정확한 극댓값(6ohm -> 1.5W)을 table 형태로 관찰할 수 있음.

---

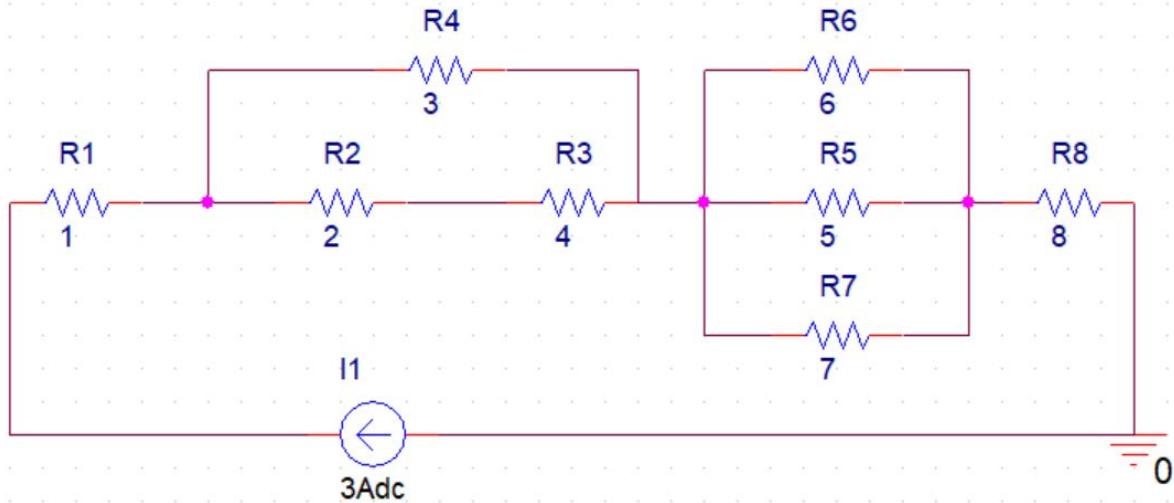
## [회로분석]

---

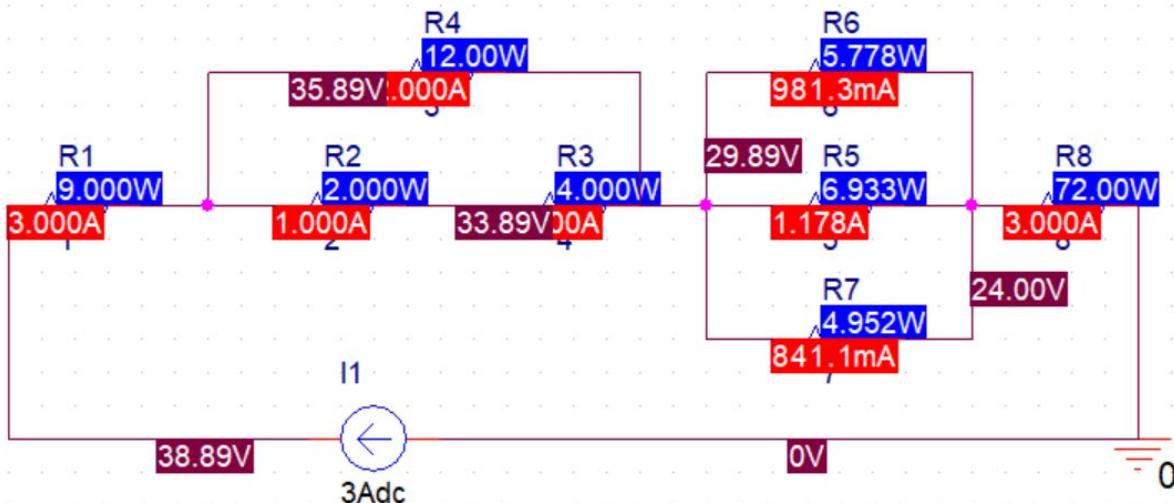
- 이론
  - Parameter : 가변저항을 구현가능하다. Parameter의 Name는 말 그대로 Parameter name이며, 나중에 parameter값을 사용할때는 {Name}로 지정(여기서 {R})하여 활용할 수 있다. 또한 value는 x축의 한 단위를 설정하는 것이다.
  - cursor : 원하는 입력에 대한 정확한 출력값을 확인할 수 있으며, 특정 그래프의 극댓값, 극솟값, 지역최대, 지역최소, 경사면 등 특이한 값에 선택할 수 있다.
  - 결과분석
  - Cursor기능을 활용하여 곡선이 가지는 최대값을 찾았고, 그 성분을 준석한 결과 6ohm일때 1.5watt를 가져 전력최대값을 가진다.
-

**Q3: 전류원을 이용하는 예제**  
(문제의 개요) 전류원을 사용하는 방법을 습득.

**1) 회로구성 ( $I_{dc}$ ,  $R$ 의 직병렬)**



**2) 회로구성결과 ( $V$ ,  $I$ ,  $W$ )**



---

## [회로분석]

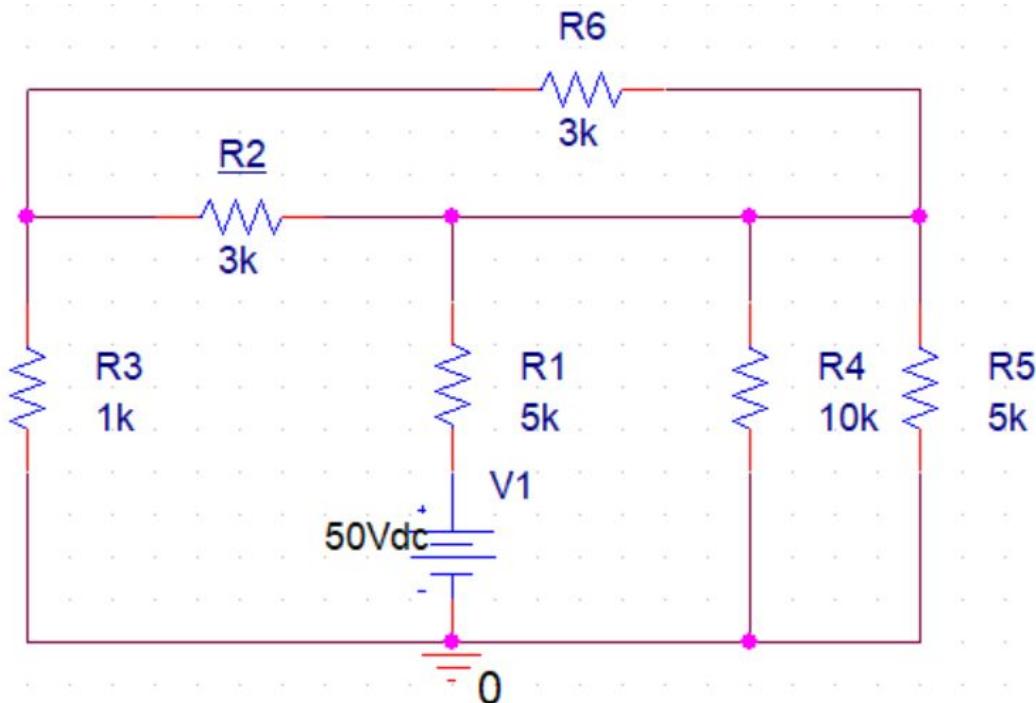
---

- 이론
  - IDC : 전원장치의 일부로써 전압을 설정하는 Vac, Vdc와 달리 전류를 공급하는 전원장치. e.g. 3ADC (3A의 전류가 흐름)
  - 결과분석
  - 전류 (I) : 총 전류 = 3A(IDC 설정값) -> 회로에 흐르는 전류는 3A
    - $I(R1)=3A$   $I(R2+R4)=I(R3+R4)=3A$   $I(R5+R6+R7)=3A$   $I(R6)=3A$
  - 전압 : 총 전압 =  $I \times R = 3 \times 12.9633 = 38.8899V$ 
    - 각 저항에서  $V=I \times R$  만큼의 전압하강 발생.
  - 전력 : 총 전력  $P = I \times V = 3 \times 38.8899V = 116.7W$ 
    - $P=I^2 \times R$ 을 이용하여 각 저항에서의 전압과 전류의 값으로 전력값 도출 가능
-

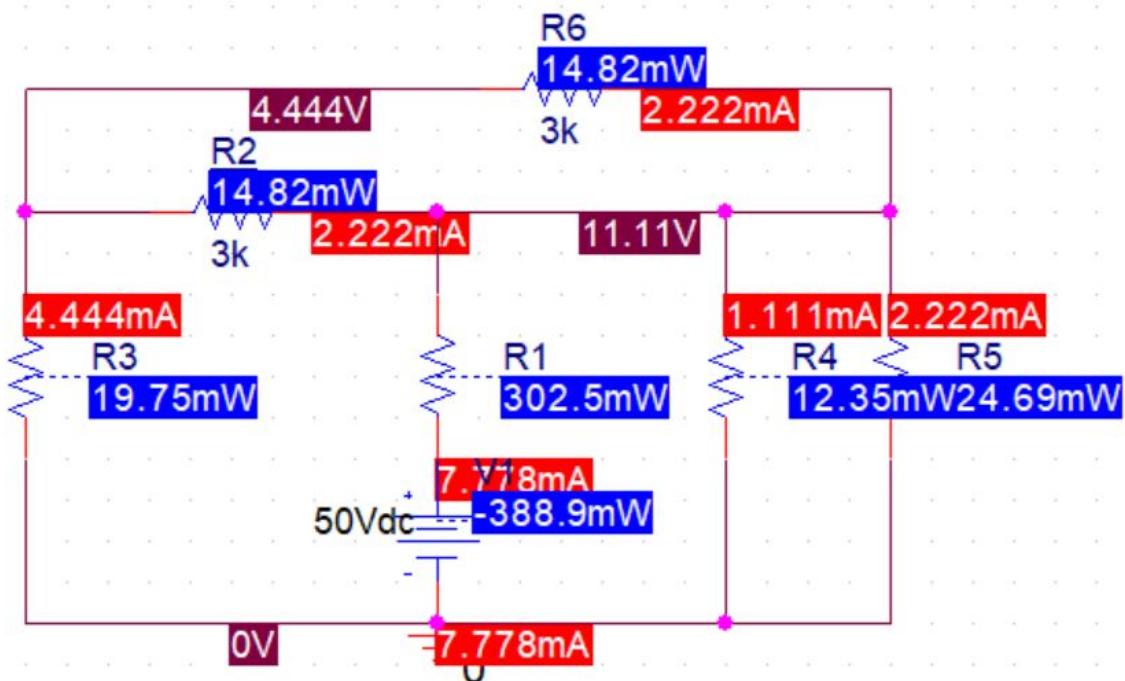
#### Q4: 손으로 풀기 어려운 문제

(문제의 개요) 우측회로에서 R12에 흐르는 전류를 구하는 문제인데 손으로 풀기는 어렵지만 테브낭의 정리를 이용하여 풀 수는 있음. 그렇지만 Pspice를 이용하면 매우 쉽게 풀 수 있음을 데모하기 위한 문제입니다.

#### 1) 회로구성 (Idc, 저항의 직병렬)



#### 2) 회로구성결과 (V, I, W)

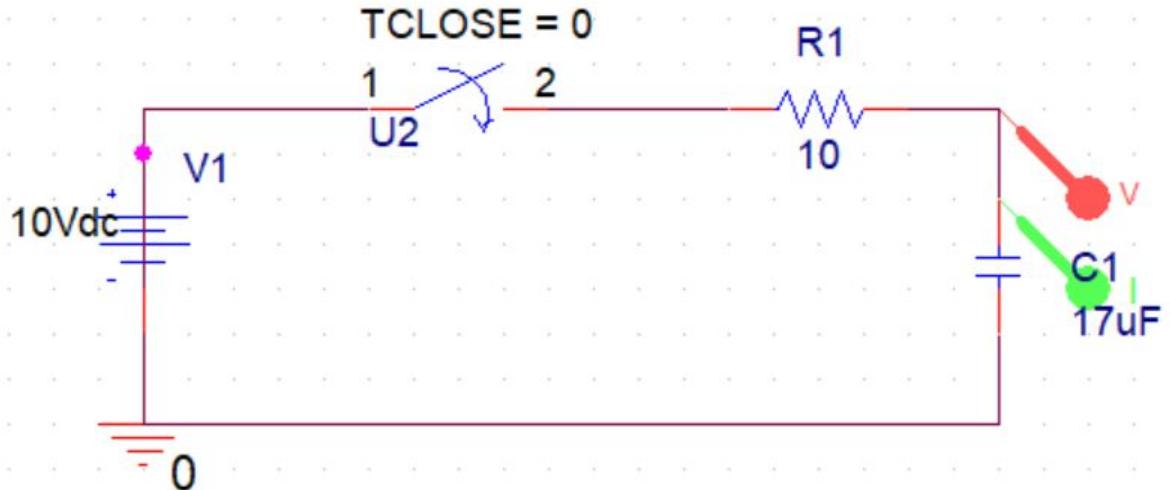


Pspice를 이용하면 손으로 분석하기 어려운 문제를 쉽게 구할 수 있음.

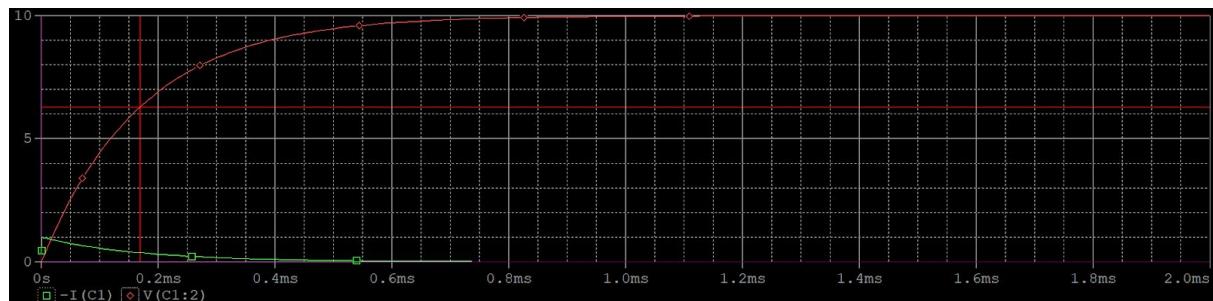
## Q5: Transient 해석: CR회로의 이해

(문제의 개요) Transient해석을 실습해보고 Transient회로에서 기본이 되는 CR회로에서 전압 및 전류변화의 특성을 이해함.

### 1) 회로구성 (Switch, R, C)



### 2) 결과 그래프(V(적), -I(녹))



적색그래프:V(C1:2) 의미: 커패시터 전압 0에서부터 10V까지 서서히 증가 하며, 10V에 수렴  
 녹색그래프:-I(C1) 의미:: -I에 해당하는 그래프. 결과적으로는 커패시터 전류 0A에서  
 순간적으로 -1A를 보인 후에 서서히 0A로 수렴

### 3) data (table)

Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2	Y1(Cursor1) - Y2(Cursor2)	6.2898			
	X Values	169.318u	0.000	169.318u	Y1 - Y1(Cursor1)	Y2 - Y2(Cursor2)	Max Y	Min Y	Avg Y
CURSOR 2	-I(C1)	370.653m	0.000	370.653m	-5.9191	0.000	370.653m	0.000	185.326m
CURSOR 1	V(C1:2)	6.2898	25.915n	6.2898	0.000	25.915n	6.2898	25.915n	3.1449

전압 10V의 63.2%에 가까운 6.2898V에 도달할 때까지 걸리는 시간은 169.318us.

---

## [회로분석]

---

- 이론

- TCLOSE : 스위치가 닫히는 순간을 의미함. e.g. TCLOSE = 0 -> 0초에 닫힘.
- IC = 0 -> 회로의 시작되는 0초에서 capacitor의 전압이 0으로 초기설정 됨.
- 전체 V의 63.2%를 도달하기 위해서는 170us가 필요하다.

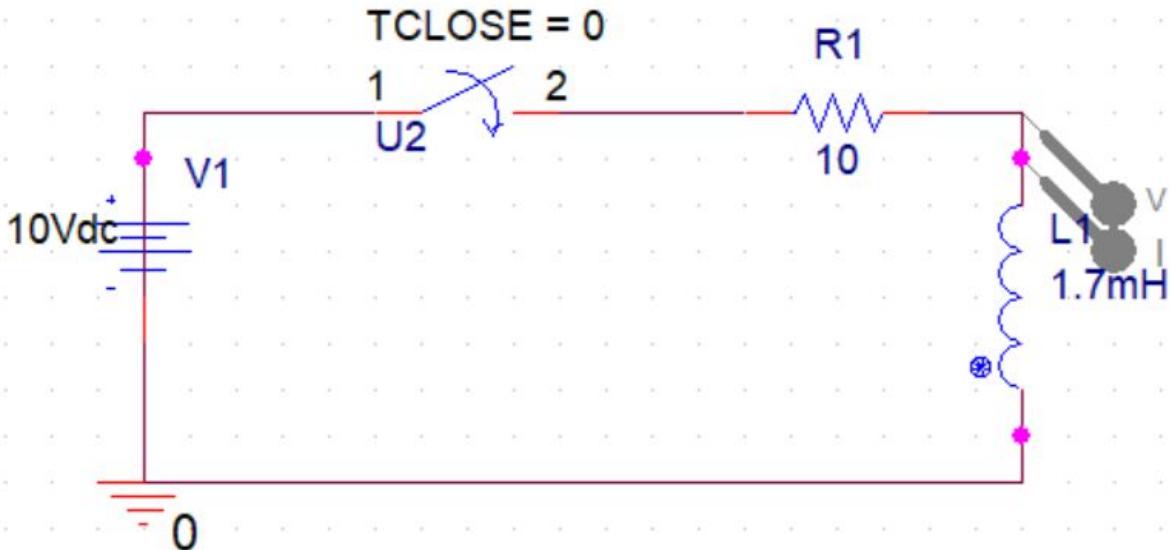
- 분석

- 커패시터 전압 : IC를 통해 초기값으로 설정해준 0V으로부터 증가하여 전원전압인 10V에 수렴한다.
  - 커패시터 전류 : 0A에서 시작하여 순간적으로 -1A를 보인 후 서서히 0A에 수렴한다.
  - 처음에 IC(Initial Condition) 설정할 때 고정되어 있어서 0으로 바뀌지가 않았는데 오른쪽 버튼을 클릭한 후 Edit으로 칸을 선택하여 수정할 수 있었다. 뭔가 처음이라 과정을 알려주어도 헛갈리는 점이 많았다.
  - Cursor기능에 값을 대입하여 입력에 대한 그래프의 출력력을 알 수 있는 기능이 있었으면 좋겠다. 물론 있을지도 모르지만 cursor를 사용하는 입장에서 소수점을 없애고 싶어서 그레프를 확대시켜서 선택을 해보았지만 0.00x자리의 소수점들은 어쩔 수 없었다. 따라서 시정수를 계산함에 있어 63.2%에 가까운 6.2898V값을 대입하여 계산하였다.
-

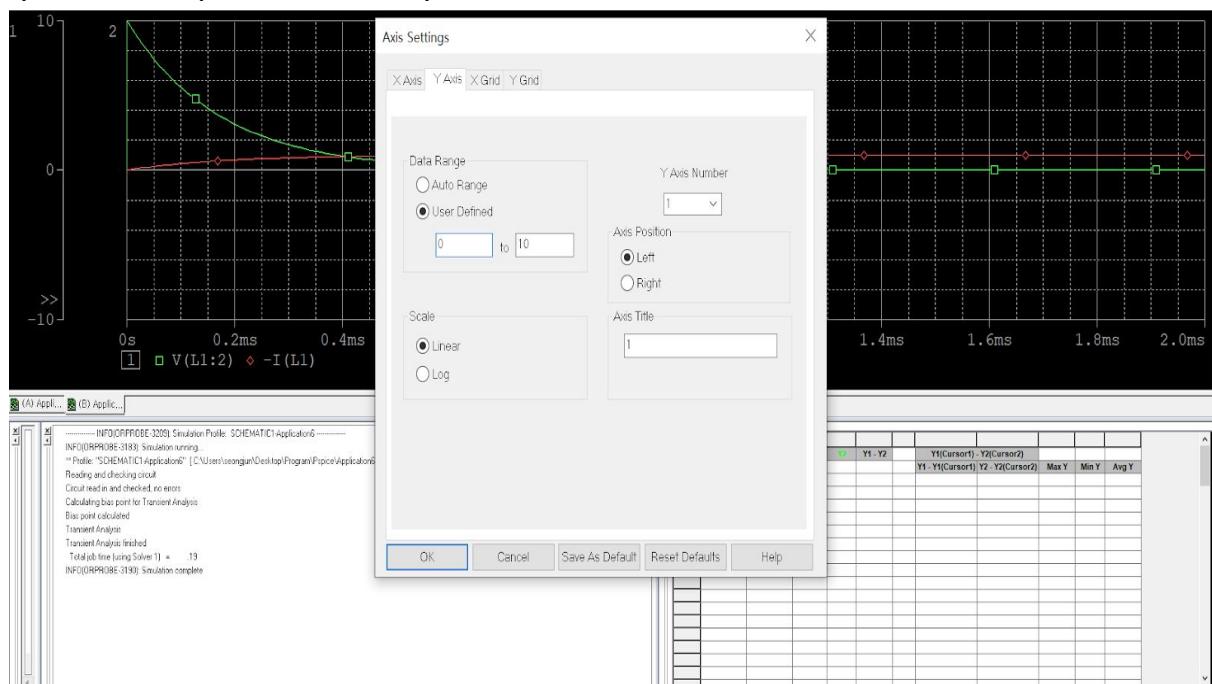
## Q6: Transient 해석: LR회로의 이해

(문제의 개요) Transient해석을 실습해보고 Transient회로에서 기본이 되는 LR회로에서 전압 및 전류변화의 특성을 이해함.

### 1) 회로구성 (Switch, R, L, Vdc)



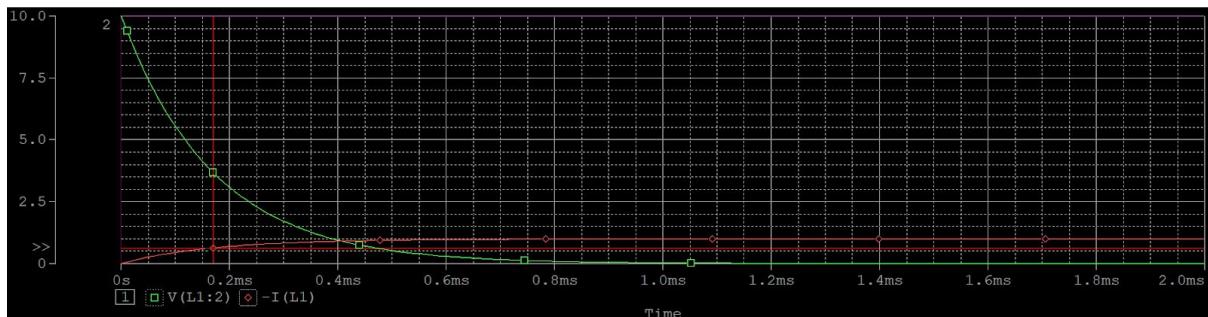
### 2) 결과 그래프(X, Y-axis Define)



-> 결과값을 더욱 명확히 하기 위한 과정

-> y축의 음의 값을 가질 것이 없음에도, y축이 -10부터 10까지로 설정되어있어서 이를 수정해주었다.

### 3) 결과 그래프(V(녹), -I(적))



### 4) data (table)

Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2	Y1(Cursor1) - Y2(Cursor2)	-9.3580			
	X Values	170.326u	0.000	170.326u	Y1 - Y1(Cursor1)	Y2 - Y2(Cursor2)	Max Y	Min Y	Avg Y
CURSOR 2	V(L1:2)	3.6727	9.990	-6.3173	3.0407	0.000	9.990	3.6727	6.8314
CURSOR 1	-I(L1)	631.996m	8.5886u	631.987m	0.000	-9.990	631.996m	8.5886u	316.002m

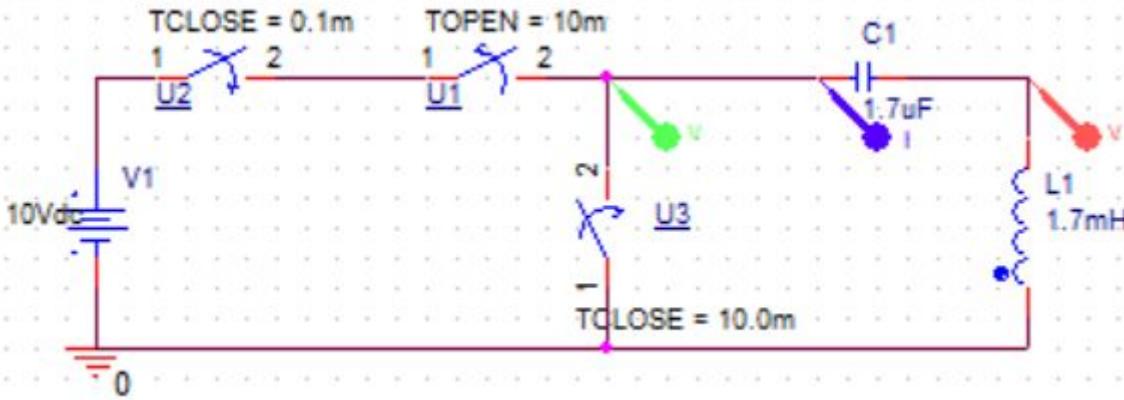
## [회로분석]

- 이론
- A의 63.2%를 도달하기 위해서는 170us가 필요하다.
- 분석
- 인덕터 전압 : 10V로 시작하여 감소하여 0V에 수렴한다.
- 인덕터 전류 : 0A에서 시작하여 증가하여 1A에 수렴한다.
- 커패시터와 인덕터의 관계
  - RC회로의 커패시터 전류가 RL회로의 인덕터 전압과 비슷한 형태.
  - RC회로의 커패시터 전압이 RL회로의 인덕터 전류와 비슷한 형태.
- 시정수 분석
- 인덕터 전류는 최대 전류의 63.2%와 최대한 가까운 값으로 선정하고 계산을 하였다. 이론상으로 0.632A에 달하기 위해서 필요한 시간은 170us가 필요하며, Cursor를 이용해 0.6319A에 달했을 때 시간을 관측해보니 170.326us로 거의 비슷했다.

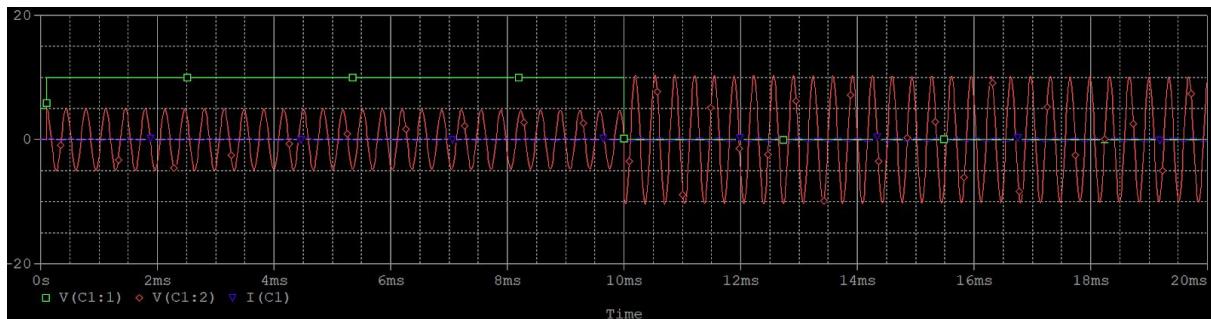
## Q7: Transient 해석: CL진동회로의 동작

(문제의 개요) Switch를 이용한 Transient해석을 통하여 2가지 동작모드를 구성하고 회로상으로 비감쇄진동(CL진동)을 구현함.

### 1) 회로구성 (Switch, C, L, Vdc)



### 2) 결과 그래프(Model1, Model2)



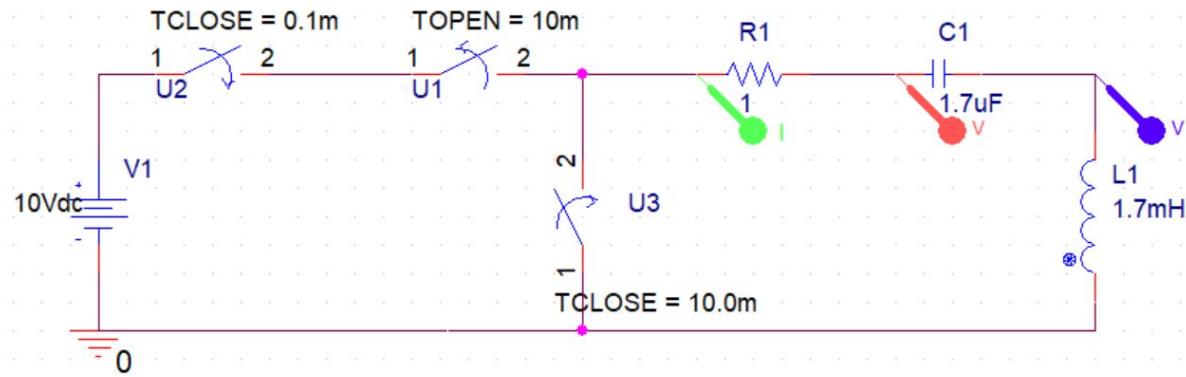
### [회로분석]

- 이론
- TOPEN : TCLOSE와 반대의 의미를 가짐(시작하고 {TOPEN}후에 스위치가 열림.)
- 분석
- 스위치의 개폐
  - 0.1ms 후에 스위치를 닫아 회로에 전류를 보내 축전기에 전하를 쌓는다.(Model1) -> KVL( $-V_0 + V_R + V_C + V_L = 0$ )을 고려하면, 저항 전압이 10V를 기준으로 감쇄진동하고 인덕터 전압이 0V를 기준으로 감쇄진동하며, 커패시터 전압도 마찬가지로 0V를 기준으로 감쇄진동한다고 예상가능하며, 그 합이  $V_0$ 인 10V에 가깝다고 해석
  - 10ms후 스위치가 열리게 되면 전원에 차단되고 LC내부 회로가 닫혀 폐회로가 형성된다.(Model2) -> KVL( $V_R + V_C + V_L = 0$ )을 고려하면 0V에 가까운 형태로 해석할 수 있음.
  - 10ms를 기준으로 열고 닫기를 반복하는 LC회로이다.

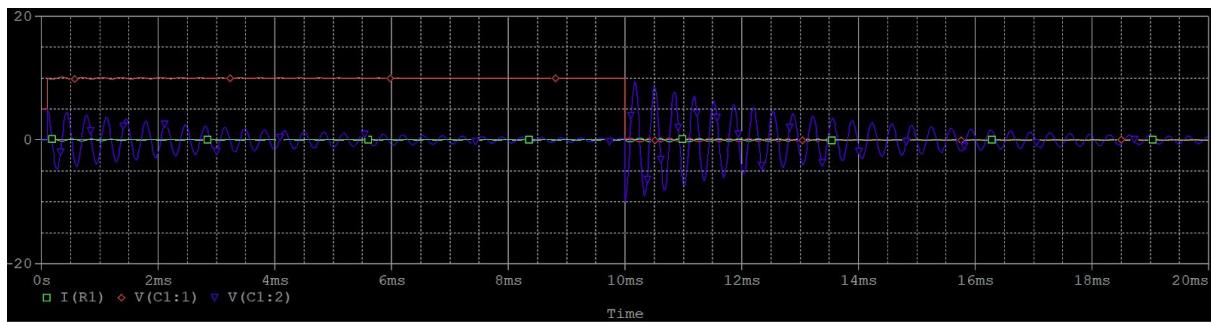
## Q8: Transient 해석: RCL진동회로의 동작

(문제의 개요) Switch를 이용한 Transient해석을 통하여 2가지 동작모드를 구성하고 회로상으로 감쇄진동(RCL진동)을 구현함.

### 1) 회로구성 (Switch, R, C, L, Vdc)



### 2) 결과 그래프(Model1, Model2)



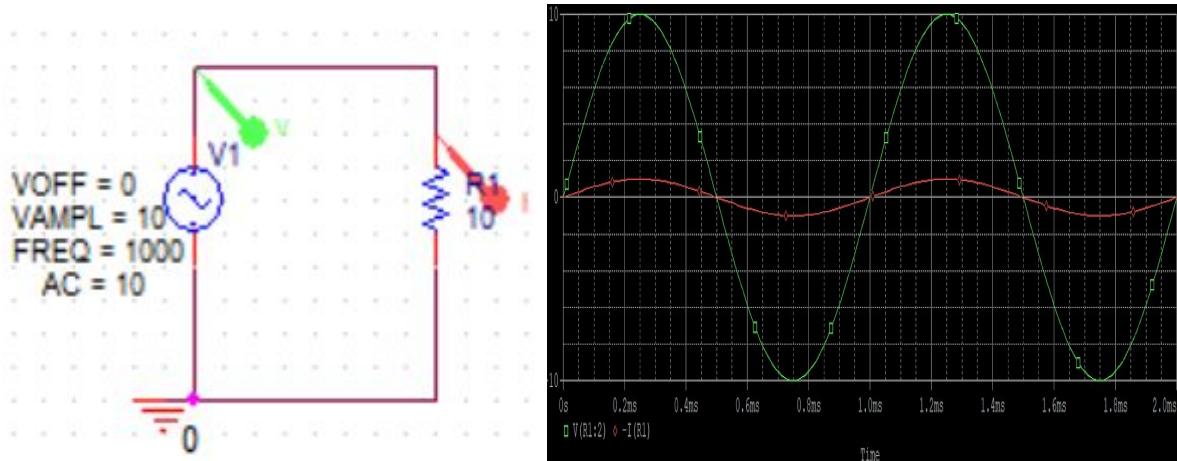
### [회로분석]

- 분석
- 스위치의 개폐
  - 0.1ms 후에 스위치를 닫아 회로에 전류를 보내 축전기에 전하를 쌓는다.(Model1) -> KVL( $-V_0 + VR + VC + VL = 0$ )을 고려한다면 저항 전압이 10V를 기준으로 감쇄 진동하는 것으로 해석할 수 있다.
  - 10ms후 스위치가 열리게 되면 전원에 차단되고 RLC내부 회로가 닫혀 폐회로가 형성된다.(Model2) -> KVL( $VR + VC + VL = 0$ )을 고려한다면 저항 전압이 0V에 가깝게 감쇄 진동하는 것으로 해석할 수 있다.
  - 10ms를 기준으로 열고 닫기를 반복하는 RLC회로이다. -> 전압과 전류가 일정한 값을 기준으로 진동하며, 진동 폭이 감쇄하는 회로가 구성된다.
  - 이때 KVL( $-V_0 + VR + VC + VL = 0$ )을 고려한다면 저항 전압이 10V를 기준으로 감쇄 진동하는 것을 관찰할 수 있다.
- Model1과 Model2 사이에서는 약간의 이상 전압을 확인할 수 있었는데 이는 switch를 켰다가 꺼면서 생기는 역 surge 전압이라고 하며, 이로 인해 저항의 전압은 0V로, 인덕터의 전압은 약간 감소하는 것을 확인할 수 있다.

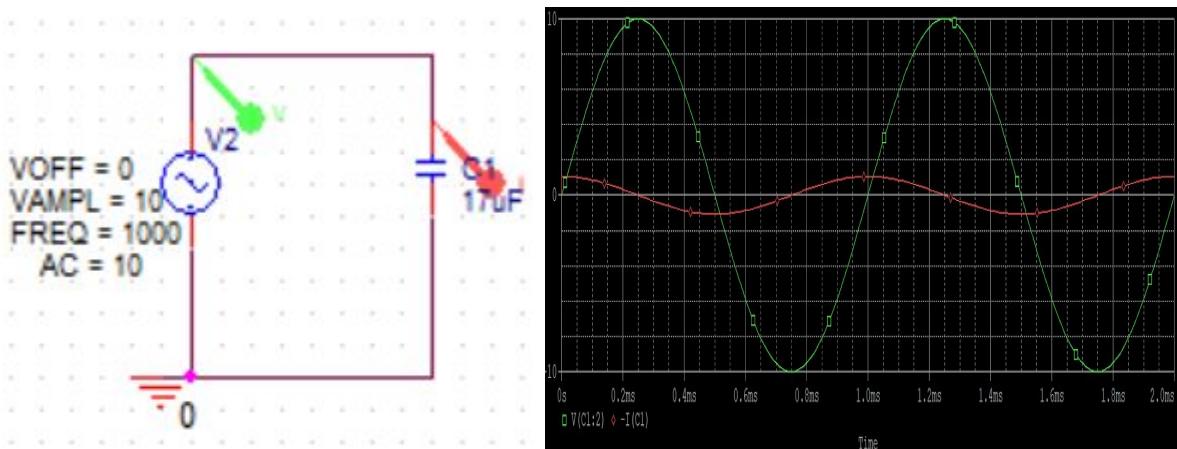
**Q9: Transient 해석: Transient 해석: RCL의 교류동작**  
**(문제의 개요) Transient해석을 통하여 R, C, L의 정현파 교류특성을 이해함.**

---

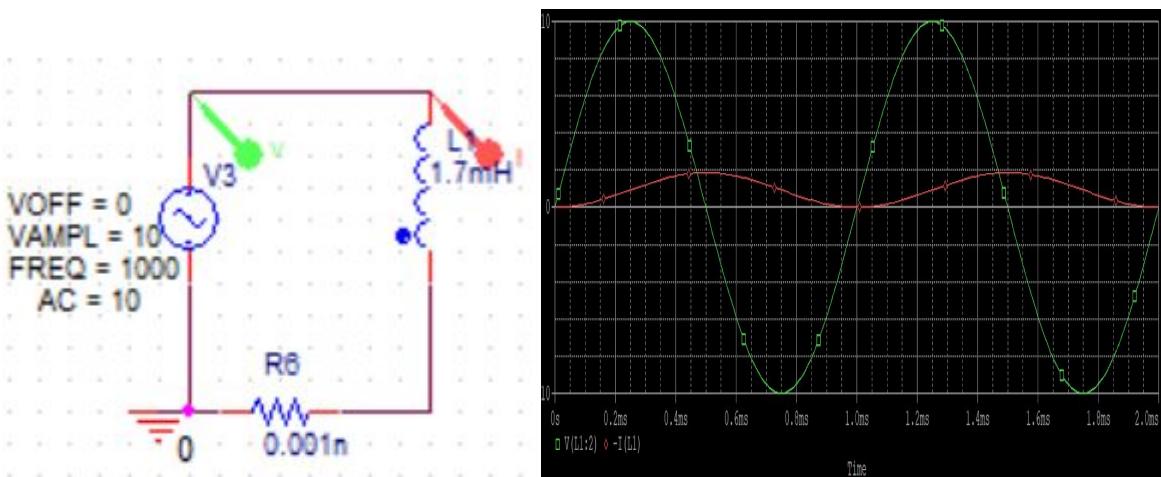
**1-1) 회로구성 ( $V_{sin}$ ,  $R$ ) 및 결과 그래프( $V$ (녹),  $-I$ (적)) -> ACV-R회로**



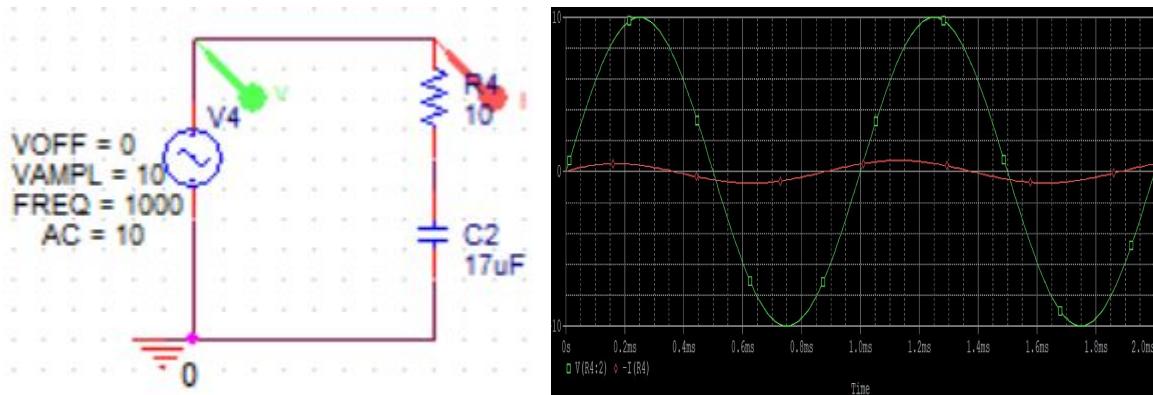
**2) 회로구성 ( $V_{sin}$ ,  $C$ ) 및 결과 그래프( $V$ (녹),  $-I$ (적)) -> ACV-C회로**



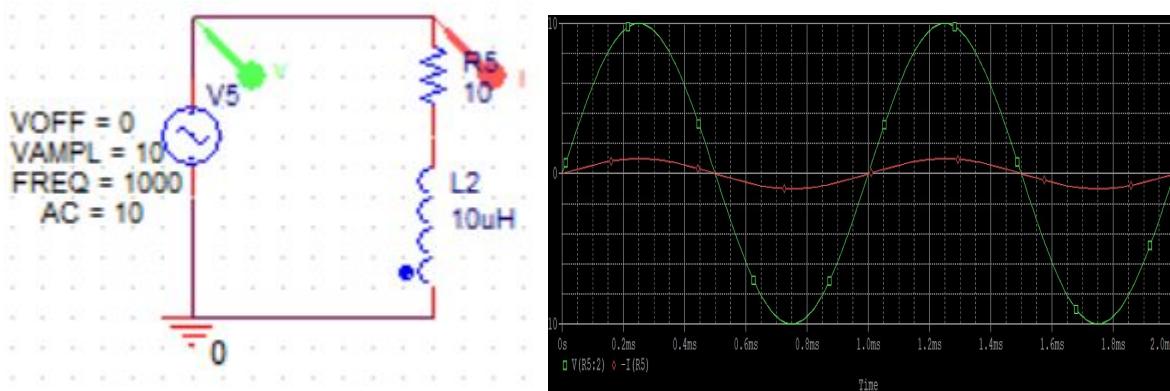
**3) 회로구성 ( $V_{sin}$ ,  $L$ ) 및 결과 그래프( $V$ (녹),  $-I$ (적)) -> ACV-L회로**



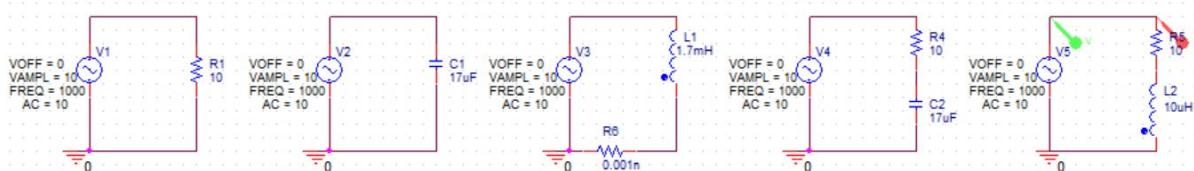
#### 4) 회로구성 (Vsin, R, C) 및 결과 그래프(V(녹), -I(적)) -> ACV-RC회로



#### 5) 회로구성 (Vsin, R, L) 및 결과 그래프(V(녹), -I(적)) -> ACV-RL회로



### [회로분석]



#### a) ACV-R회로

교류전원과 저항의 회로로써, 교류전원에 맞는 전압패턴이 형성되었다.

옴의 법칙  $V=IR$ 에 따라, 전압(녹색선)과 전류(적색선)의 패턴이 같다.

또한 그 비율이 R값 10ohm 이다. ( $V_{\text{최대}}:10V, I_{\text{최대}}:1A$ )

#### b) ACV-C회로

교류전원과 커패시터의 회로로써, 교류전원에 맞는 전압패턴이 형성되었다.

$Q=CV$ 에 의해서 각 항을  $t$ 로 미분한다 생각하면,  $I=C(dV/dt)$ 에 의한 패턴을 보임을 그래프를 통해 확인할 수 있었다.

$V$ 의 변화율이 가장 큰  $V=0$  부근에서  $I$ 가 최대가 되었고,  $V$ 의 변화율이 0인  $V_{\text{max}}, V_{\text{min}}$  부근에서  $I$ 가 0임이 확인되었다.

$V=V_0 \sin(\omega t)$ 라고 한다면 그 미분형태인  $dV/dt$ 는  $\cos(\omega t)$ 를 포함하기 때문에, 90도만큼의 위상차이가 난다고 수학적으로 해석할 수 있겠다.

혹은 전원의 전압이 작아지면 전하의 이동을 유지시키려는 성질 때문에 커패시터가 전하를 강하게 방출시켜 커패시터 전류가 강하게 측정된다고 관성적인 측면에서 해석할 수 있겠다.

c) ACV-LR회로 -교류전원과 인덕터, 저항의 회로로써, 교류전원에 맞는 전압패턴이 형성되었다.

전압 probe의 위치가 인덕터에 위치하고 있다.

인덕터의 경우  $V=L(di/dt)$ 이므로  $V=V_0\sin(\omega t)$ 를 적분한  $-\cos(\omega t)$ 를 포함하기 때문에 90도만큼의 위상차이가 난다.

전류의 측정값이 음수로 향하는 경우가 없다. 즉, 전원의 변화가 있어도 전류의 흐름방향은 일정하다.

이유는 인덕터의 유도전류에 의함이라고 생각하였다. 전류의 흐름의 변화에 반하는 방향으로 전류를 유도하는 인덕터 특성상, 처음의 전류방향이 유지되게끔 반응하여, 전류의 흐름이 일정하다고 볼 수 있겠다.

전류의 최댓값은 2A로 측정되는데, 이는 저항만 있을 때의 1A보다 더 큰 값이다. 이는 인덕터에 의한 유도 전류에 의한 변화라고 추측하였다.

d) ACV-RC회로 -교류전원과 인덕터, 저항의 회로로써, 교류전원에 맞는 전압패턴이 형성되었다.

저항과 커패시터 모두의 영향을 고려한 전류의 형태를 뛸 것으로 예상.

커패시터의 경우  $Q=CV$ 에 의해 이를 미분한 형태  $I=C(dV/dt)$ ,  $V=V_0\sin(\omega t)$ 를 미분한 형태  $\cos(\omega t)$ 를 포함하기 때문에 90도의 위상차이가 나야하지만, 위의 그래프는 그렇지 않다. 전압의 변화에 따라 줄어드는 혹은 늘어나는 회로전류에 대하여 커패시터가 반응한다고 볼 수 있겠고, 이로 인해서 위상차이가 조금씩 발생한다고 예상하였다.

전류의 최대전류는 1A보다 작아졌는데, 이는 저항만 존재할 때의 최대전류세기보다 작은 수치이다.

e) ACV-RL회로

교류전원과 인덕터, 저항의 회로로써, 교류전원에 맞는 전압패턴이 형성되었다.

저항과 인덕터의 영향을 모두 고려한 전류의 형태를 뛸 것으로 예상

c의 회로와 차이가 있다면, 전류probe의 위치가 저항에 위치.

인덕터의 경우  $V=L(di/dt)$ 이므로  $V=V_0\sin(\omega t)$ 를 적분한  $-\cos(\omega t)$ 를 포함하기 때문에 90도만큼의 위상차이가 난다. 하지만 위의 그래프는 그렇지 않다.

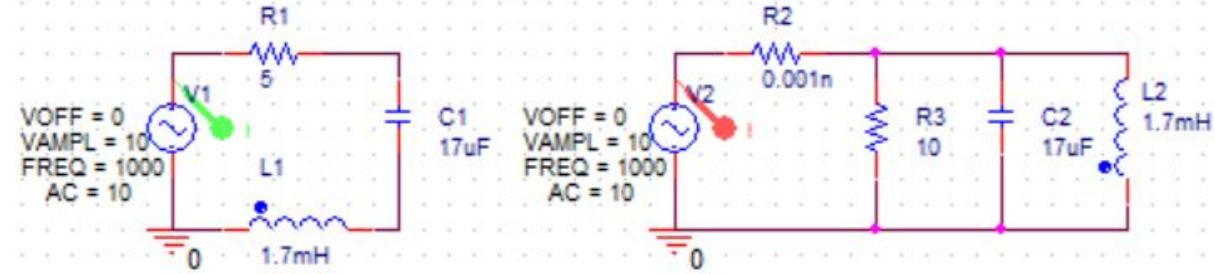
이는 회로의 전류가 저항의 기존전류 즉, 기존의 전압에 의해 만들어지는 같은 위상의 전류와 합쳐진 결과 이기 때문에 나타나는 현상이라고 예상하였다.

---

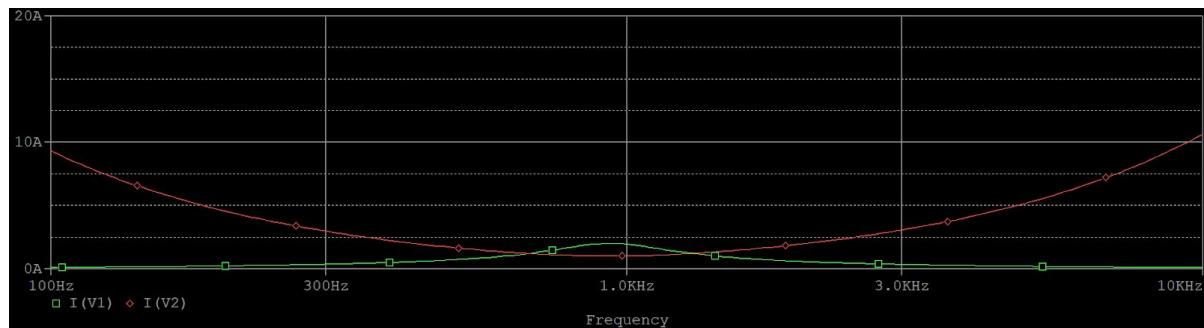
## Q10: AC sweep 해석: RCL공진의 가시화

(문제의 개요) Frequency domain에서 RCL 직렬공진 및 병렬공진의 특성을 이해함.

### 1) 회로구성 (좌측회로 : RLC직렬 + 교류, 우측회로 : RLC병렬 + 교류)



### 2) 결과 그래프(I(V1) 직렬 공진의 전류(녹색), I(V2) 병렬 공진의 전류(적색))



### 3) data (table)

Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2	Y1(Cursor1) - Y2(Cursor2)	Max Y	Min Y	Avg Y
X Values		933.254	100.000	833.254	Y1 - Y1(Cursor1)	Y2 - Y2(Cursor2)		
CURSOR 1,2	I(V1)	1.9998	107.890m	1.8920	0.000	0.000	1.9998	107.890m
	I(V2)	0.9981	9.3089	-8.3108	-1.0018	9.2010	9.3089	0.9981

-> cursor기능을 통해 추적한 정확한 극댓값, 극솟값을 table 형태로 관찰할 수 있음.

-> 933.254Hz에서 직렬공진 최대전류 병렬공진 최소전류를 가짐.

---

### [회로분석]

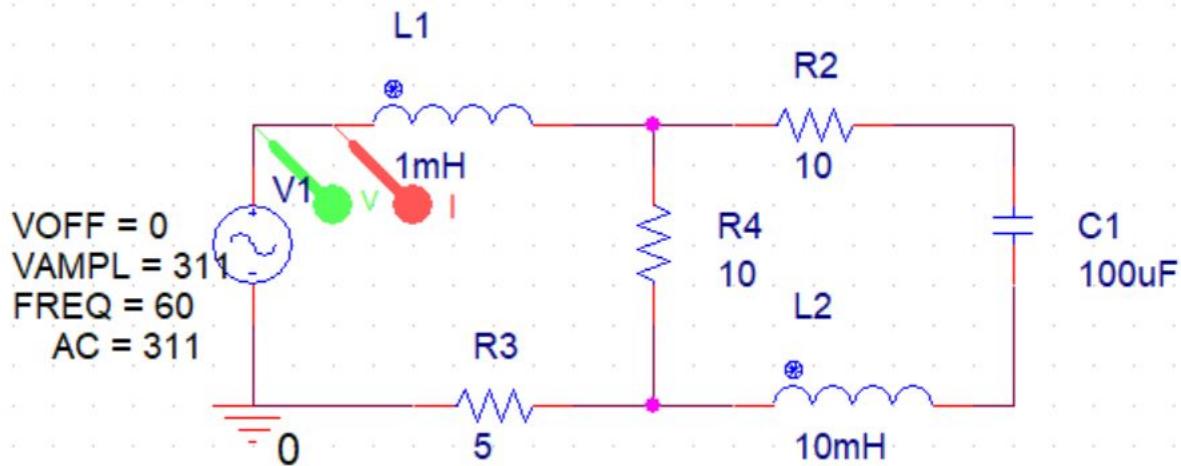
---

- 이론
  - 공진주파수 측정 방법 -  $f = 1/(2\pi\sqrt{LC})$
  - 분석
  - 병렬 공진 전류 : 아래로 불록, 직렬 공진 전류는 위로 솟아오른 형태이며 좌우 대칭이다.
  - cursor를 이용해 측정한 결과 933.254Hz에서 각 전류는 특이점을 갖는다.
  - 공진주파수측정방법을 바탕으로 C(17uF), L(1.7uF)를 대입하여 계산한 결과 936.7Hz였으며, 이는 cursor로 측정한 933.254Hz과 유사함.
-

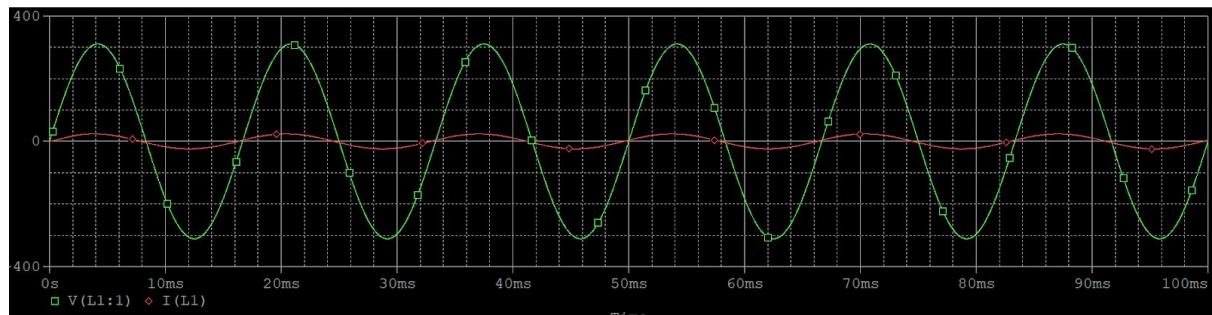
## Q11: 교류전력 및 역률구하기

(문제의 개요) 상용전원을 사용하는 부하의 전압 & 전류파형, RMS값, 피상전력 & 유효전력, 역률을 Time domain에서 구함.

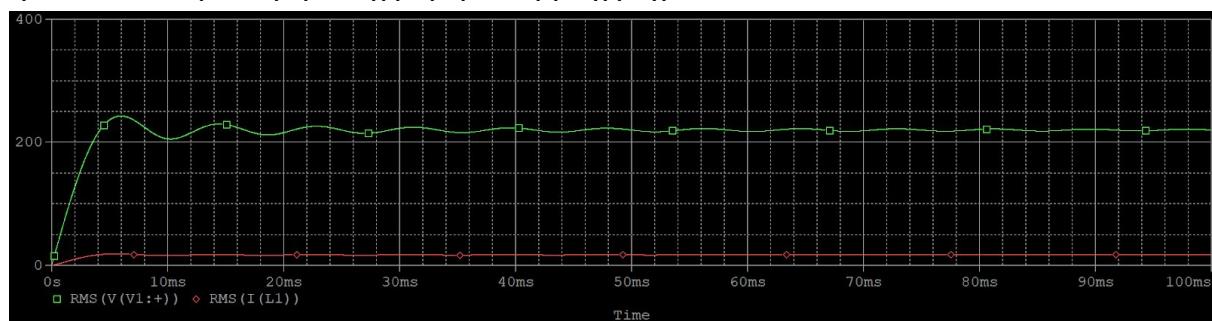
### 1) 회로구성 (Vsin, L, R, C)



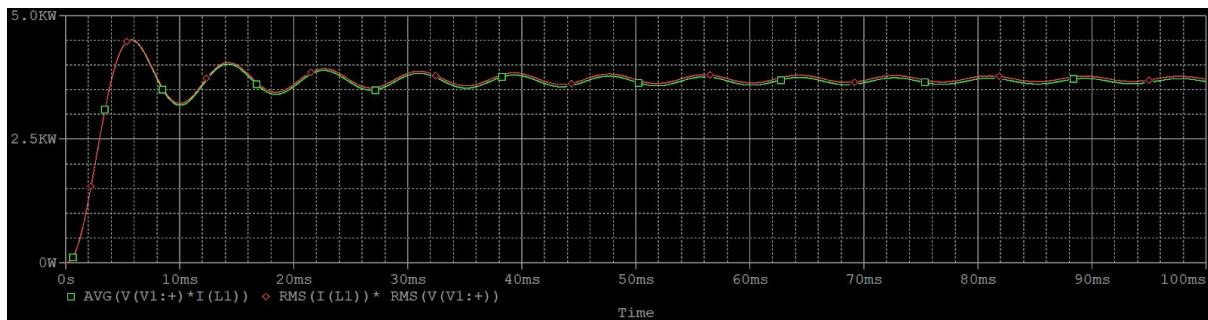
### 2) 결과 그래프(V(녹), I(적))



### 3) 결과 그래프(RMS(V(V1:+))(녹), (RMS(I(L1)))(적))



### 4) 결과 그래프(AVG(V(V1:+)\*I(L1))(녹), (RMS(I(L1))\*RMS(V(V1:+)))(적))

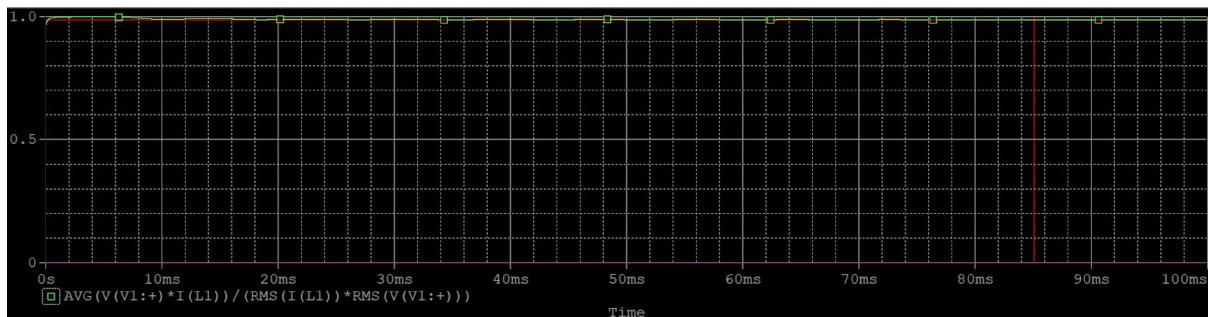


$\text{AVG}(V(V1:+)*I(L1)) \rightarrow \text{유효전력(녹색)}$

$\text{RMS}(I(L1))*\text{RMS}(V(V1:+)) \rightarrow \text{피상전력(적색)}$

---

### 5) 결과 그래프( $\text{AVG}(V(V1:+)*I(L1))/(RMS(I(L1))*RMS(V(V1:+)))$ (**녹**)) -> 역률



$\text{AVG}(V(V1:+)*I(L1))/(RMS(I(L1))*RMS(V(V1:+))) \rightarrow (\text{유효전력}) / (\text{피상전력}) \rightarrow \text{역률(녹색)}$

---

### [회로분석]

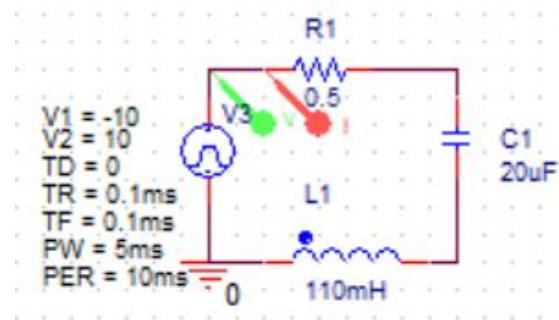
- 이론
- RMS : Root Mean Square
- AVG : Average
  
- 분석
- 결과 그래프 (2)
- 녹색선: 전압
  - 전압을 분석해보자면, 전원의 성질을 보면 AC:311에 의하여 311V와 -311V 사이에서 sin형태의 전압이 형성 됨을 그래프를 통해 확인할 수 있다.
  - 주기는 1/60초로서, 0.01667초이다. 그래프를 통해 확인한 결과 16.67ms 를 주기로 전원이 sin파를 만드는 것을 확인할 수 있다.
- 적색선: 전류
  - 전류의 패턴을 분석하면 전압과 동일한 지점에서 0의 값을 갖는, 즉 위상차이가 없는 것이 아니라, 아주 미세한 위상차이를 갖는다는 것을 관찰할 수 있었다. 이는 인덕턴스와 커패시터의 특성에 의한 위상차이라고 보여진다. 하지만 전류 역시 sin or cos 파형을 갖는 것을 그래프를 통해 확인할 수 있었다.
  
- 결과 그래프 (3)
- 녹색선: 전압RMS

- 실효 출력 전압은 0V에서 시작하여 약 240V의 측정값을 갖다가 감쇄진동을 하는 형태를 보인다.
  - 어떠한 값에 수렴하는 감쇄진동을 하며, 시간이 흐름에 따라 골과 마루의 폭이 줄어드는 진동을 보인다. 이는 실효 출력 전압이 점점 안정된 형태를 뜨다고 해석할 수 있겠으며, 큰 변화에 대하여 크게 반응하는 L과 C에 의한 영향력이, 변화가 점점 줄어들면서 CL의 영향력 역시 점점 줄어든다고 예상하였다.
  - 현재 그래프의 y축 분석상 약 220V로 수렴한다고 예상하였다.
  - **적색선: 전류RMS**
  - 전압 RMS와 마찬가지로 0에서부터 시작하여 약 20의 측정값을 갖다가 어떠한 특정값과 유사한 값들이 측정된다. -전압만큼 크게 진동을 하지는 않지만, 그래도 일정한 값이 아니라 수렴값 근처에서 미세한 오차를 보이는 값이 측정됨을 관찰할 수 있었다.
  - 약 18Ampere로 수렴한다고 예상하였다
- 
- **결과그래프 (4)**
  - **녹색선: 피상전력  $RMS(I(L1)) * (RMS(V(V2:+)))$**
  - Trace 식을 분석하면, 전압과 전류의 실효치의 곱이다.
  - 0W에서 시작하여 4.5kW까지 상승하였다가 일정한 값으로 수렴하는 감쇄진동을 일으킴을 그래프를 통해 확인할 수 있었다.
  - **적색선: 유효전력  $AVG(V(V2:+) * I(L1))$**
  - Trace 식을 분석하면, 전압과 전류의 곱의 평균값이다.
  - 유효전력은 말그대로, 유효한 전력이다. 피상전력이 전압과 전류의 실효치의 곱이자 총 출력량이라면 유효 전력은 그 피상전력에서 쓸모없는 무효전력을 제외한 양이다.
  - 따라서 유효전력을 나타내는 적색선은 피상전력을 나타내는 녹색선보다 항상 작은 값을 가짐을 그래프를 통해서 확인할 수 있었다.
- 
- **결과그래프 (5)**
  - **녹색선: 역률  $AVG(V(V2:+) * I(L1)) / (RMS(I(L1)) * (RMS(V(V2:+))))$**
  - Trace 식을 분석하면, 위의 유효전력/피상전력 이 역률임을 알 수 있다.
  - 이는 곧 피상전력X역률=유효전력임을 의미하며, 유효전력과 피상전력의 의미를 생각한다면 피상전력 중에 유효한 유효전력의 비를 나타낸다고 볼 수 있겠다. 높으면 높을수록 좋은 회로라고 판단할 수 있다.
  - 거의 1에 가까운 값을 지니며, 0.085초 근처에서 0.987이다
-

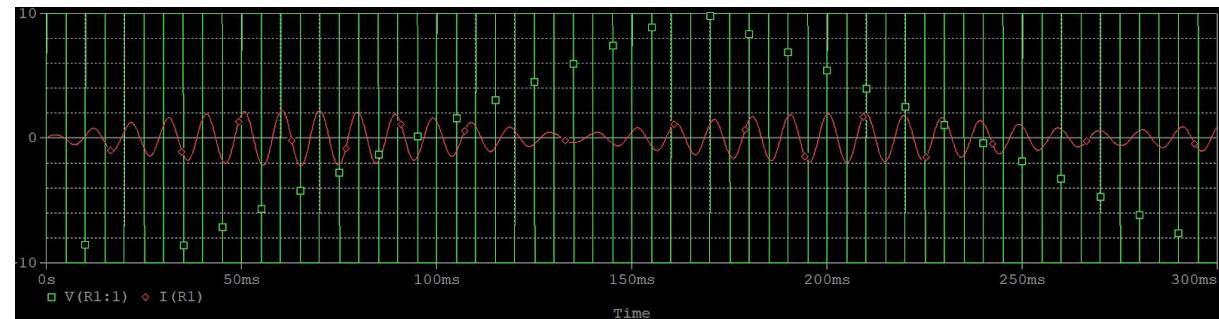
## Q12: Pulse파 전원

(문제의 개요) Pulse파 전원을 이용하여 구형파를 생성하고 직렬공진회로에서는 공진점 부근에서 전류가 증가함을 확인함.

### 1-1) 회로구성 (Vpulse, R, C, L -> Square Wave)



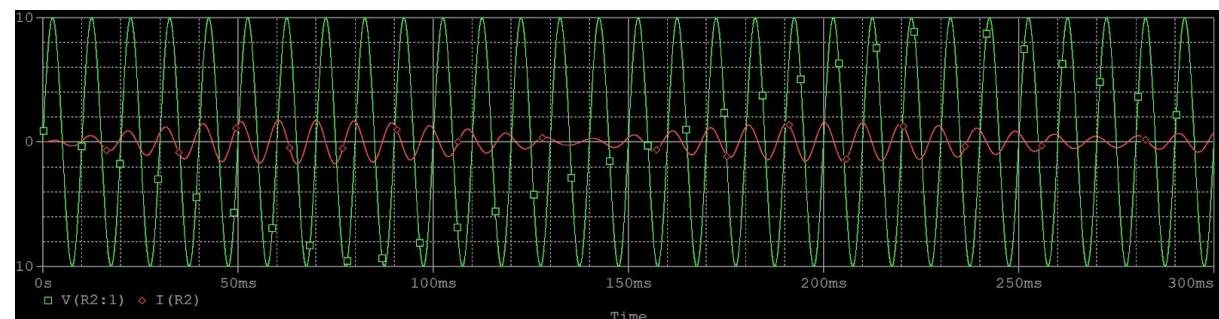
### 2-1) 결과 그래프(V(녹), I(적))



### 1-2) 회로구성 (Vsin, R, C, L -> Sine Wave)



### 2-2) 결과 그래프(V(녹), I(적))



---

## [회로분석]

---

- **분석**
  - 전압의 경우는 각 전원에 맞게 **Pulse** 와 **Sin**의 **형태**를 그리는 그래프가 결과로써 나왔다.
  - **Pulse** 는 **10V** 와 **-10V**를 교차하여 각각 5ms 씩 전압이 걸리는 형태이다. 구형파의 형태.
  - **Sin**의 경우 **10V**와 **-10V** 사이를 최대, 최소로 갖는 **sin그래프**이며, 10ms 의 주기를 갖는다. 정현파의 형태.
  - **전류의 경우는 0을 기준으로 진동**을 하고 있다. 또한 폭이 줄어들었다 늘어났다를 반복하는 형태임을 관찰 할 수 있었다.
-

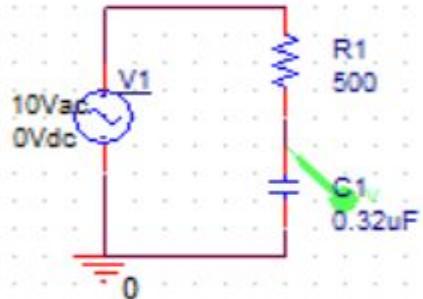
### Q13: Filter회로 시뮬레이션

(문제의 개요) 4가지 필터종류를 PSpice로 구현하고 그 의미를 이해함.

아래에 주어진 4가지 Filter의 회로를 구성하고 제시된 AC Sweep조건을 이용하여 아래의 그래프를 도출하시오.

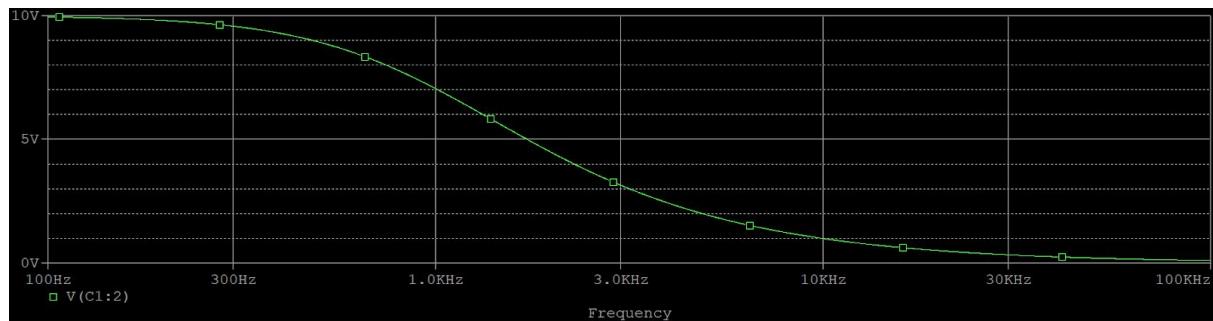
---

#### 1-1) 회로구성 ( $V_{ac}$ , $R$ , $C$ → 저역통과)



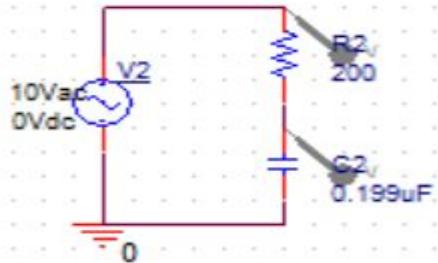
---

#### 2-1) 결과 그래프 $V(R)$ (녹)



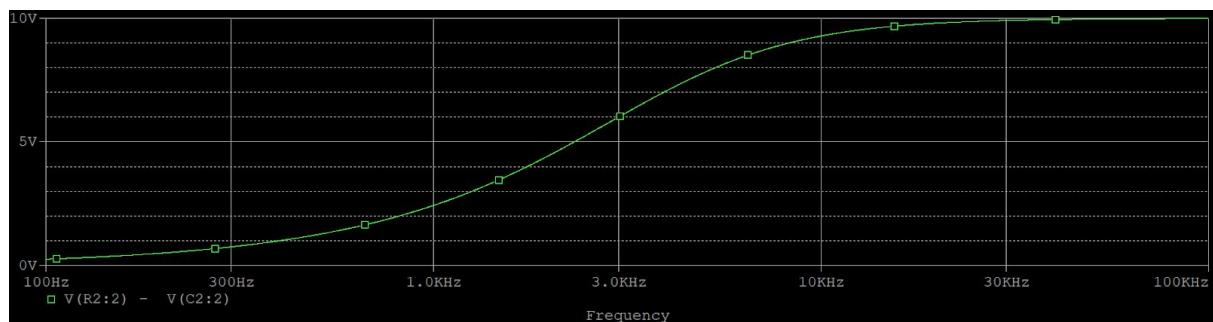
---

#### 1-2) 회로구성 ( $V_{ac}$ , $R$ , $C$ → 고역통과(전위차))

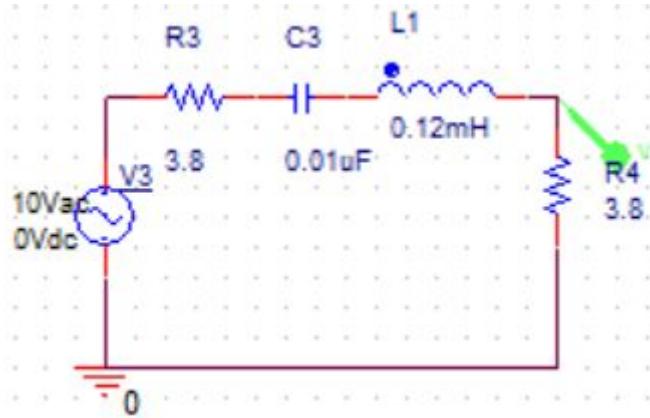


---

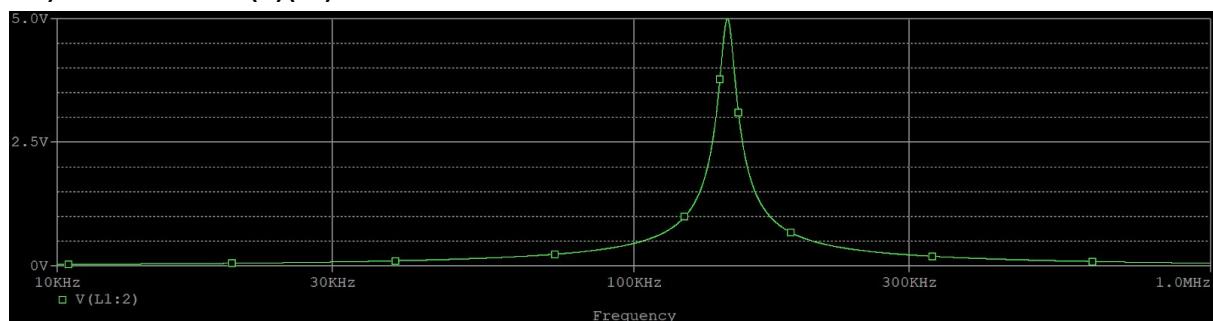
#### 2-2) 결과 그래프 $V(R2:2) - V(C2:2)$ (녹)



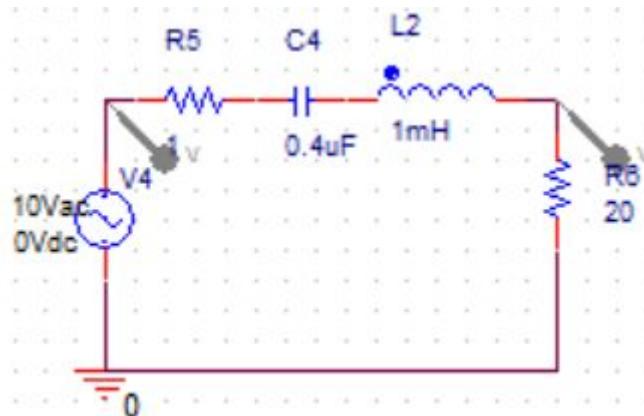
## 1-2) 회로구성 ( $V_{ac}$ , $R$ , $C$ , $L \rightarrow$ 대역통과)



## 2-3) 결과 그래프 $V(L)$ (녹)



## 1-4) 회로구성 ( $V_{ac}$ , $R$ , $C$ , $L \rightarrow$ 대역차단필터(전위차))



## 2-4) 결과 그래프 $V(R5:2)-V(R6:2)$ (녹)



---

## [회로분석]

---

- **분석**

- **a) 저역 통과 필터(결과그래프 2-1)**

- 의미: 특정 주파수 이하의 주파수 신호만을 통과시키는 필터
- $x$ 축,  $y$ 축을 주목하면, a)와는 반대로 주파수가 높을수록 전압이 높고, 주파수가 낮을수록 전압이 낮다.. 일정 값 이하의 전압값을 가지는 신호만을 통과시킨다고 한다면, 전압이 높은 낮은 주파수의 신호만 통과시킬 수 있는 필터를 형성할 수 있다.
- 이를 커판시터의 임피던스와 연관지어 생각한다면, 그래프의  $x$ 축을 주목하면, 주파수가 높을수록 커판시터의 임피던스가 낮아져서, 필터의 출력력이 점점 작아진다.
- 즉, 일정수준 이상의 주파수가 되면 필터의 출력력이 작아져서 신호가 통과하지 못하는 현상이 일어난다.

- **b) 고역 통과 필터 (결과그래프 2-2)**

- 의미: 특정 주파수 이상의 주파수 신호만을 통과시키는 필터
- $x$ 축,  $y$ 축을 주목하면, a)와는 반대로 주파수가 높을수록 전압이 높고, 주파수가 낮을수록 전압이 낮다..
- 일정 값 이상의 전압값을 가지는 신호만을 통과시킨다고 한다면, 전압이 높은 높은 주파수의 신호만 통과시킬 수 있는 필터를 형성할 수 있다.

- **c) 대역 통과 필터 (결과그래프 2-3)**

- 의미: 특정 범위의 주파수 신호만을 통과시키는 필터
- $x$ 축,  $y$ 축을 주목하면, 어떠한 주파수 부근에서 급격한 전압의 상승이 일어남을 확인할 수 있다.
- 어떠한 주파수 부근에서 출력력이 커지므로, 특정 범위의 주파수 신호만을 통과시킬 수 있는 필터의 기능

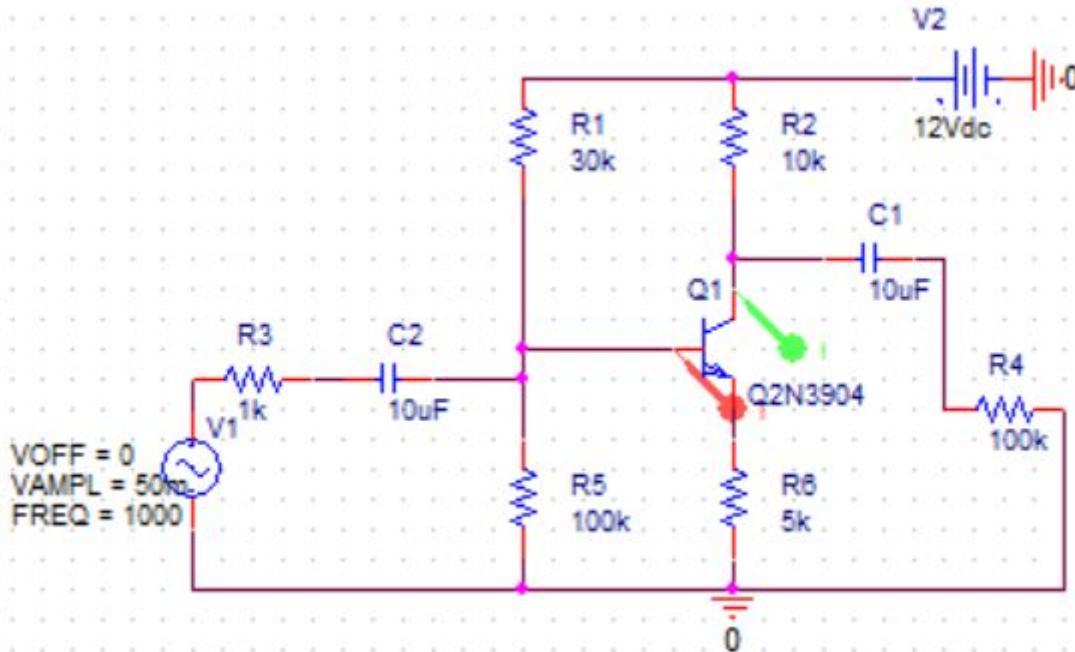
- **d) 대역 차단 필터 (결과그래프 2-4)**

- 의미: 특정 범위의 주파수 신호를 차단하는 필터
  - $x$ 축,  $y$ 축을 주목하면, 어떠한 주파수 부근에서 급격한 전압의 하강이 일어남을 확인할 수 있다.
  - 어떠한 주파수 부근에서 출력력이 작아지기 때문에, 그 부분의 신호를 통과시키지 않는, 즉, 특정 범위의 주파수 신호를 차단하는 필터의 기능을 할 수 있다.
-

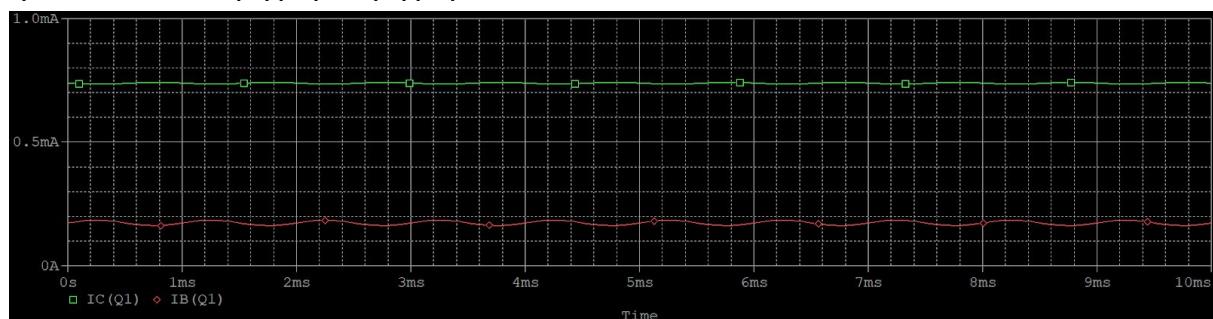
## Q14: 트랜지스터 전류증폭

(문제의 개요) 트랜지스터의 전류증폭기능을 PSpice로 확인함.

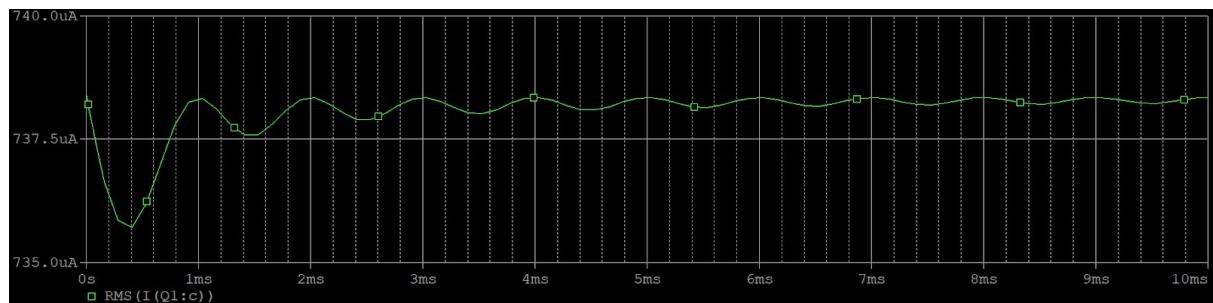
### 1) 회로구성 ( $V_{sin}$ , $R$ , $C$ , transistor, $V_{dc}$ → 전류 증폭)

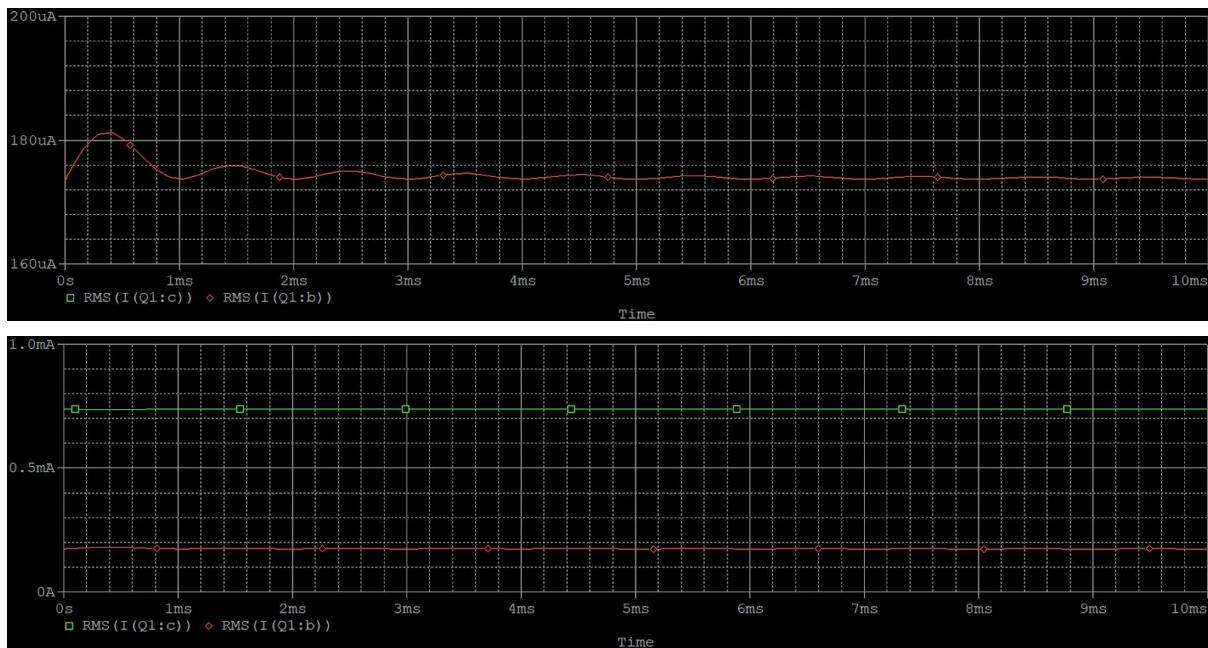


### 2) 결과 그래프 $IC(Q)(\text{녹}), IB(Q)(\text{적})$



### 3) 결과 그래프 $RMS(I(Q:c))(\text{녹}), RMS(I(Q:b))(\text{적})$





#### 4) data (table) -> original graph

	Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2				
	X Values	0.000	0.000	0.000	Y1 - Y1(Cursor1)	Y2 - Y2(Cursor2)	Max Y	Min Y	Avg Y
CURSOR 2	IC(Q1)	738.392u	738.423u	-30.705n	564.927u	0.000	738.423u	738.392u	738.408u
CURSOR 1	IB(Q1)	173.466u	173.554u	-88.299n	0.000	-564.869u	173.554u	173.466u	173.510u

sin형 그래프 이므로 cursor로 측정한 후 각 그래프의 평균값을 비교해보면, Q:c의 전류 평균값은 738.408u이며 Q:b의 전류 평균값은 173.510u.

따라서  $IC(Q) / IB(Q) = 738.408 / 173.510 = 4.2557$ 가량이 나오며, 전류증폭비는 약 4이다.

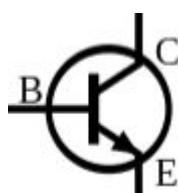
#### 5) data (table) -> RMS graph

	Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2					
	X Values	0.000	0.000	0.000	Y1 - Y1(Cursor1)	Y2 - Y2(Cursor2)	Max Y	Min Y	Avg Y	
CURSOR 2	RMS(I(Q1:c))	738.408u	738.423u	-15.352n	564.942u	0.000	738.423u	738.408u	738.415u	
CURSOR 1	RMS(I(Q1:b))	173.466u	173.510u	-44.155n	0.000	-564.913u	173.510u	173.466u	173.488u	

sin형 그래프를 RMS한 그래프도 cursor로 측정한 후 각 그래프의 평균값을 비교해보면, Q:c의 전류 평균값은 738.415u이며 Q:b의 전류 평균값은 173.488u.

따라서  $IC(Q) / IB(Q) = 738.415 / 173.488 = 4.2563$ 가량으로 약간 커졌으나, 유사하다.

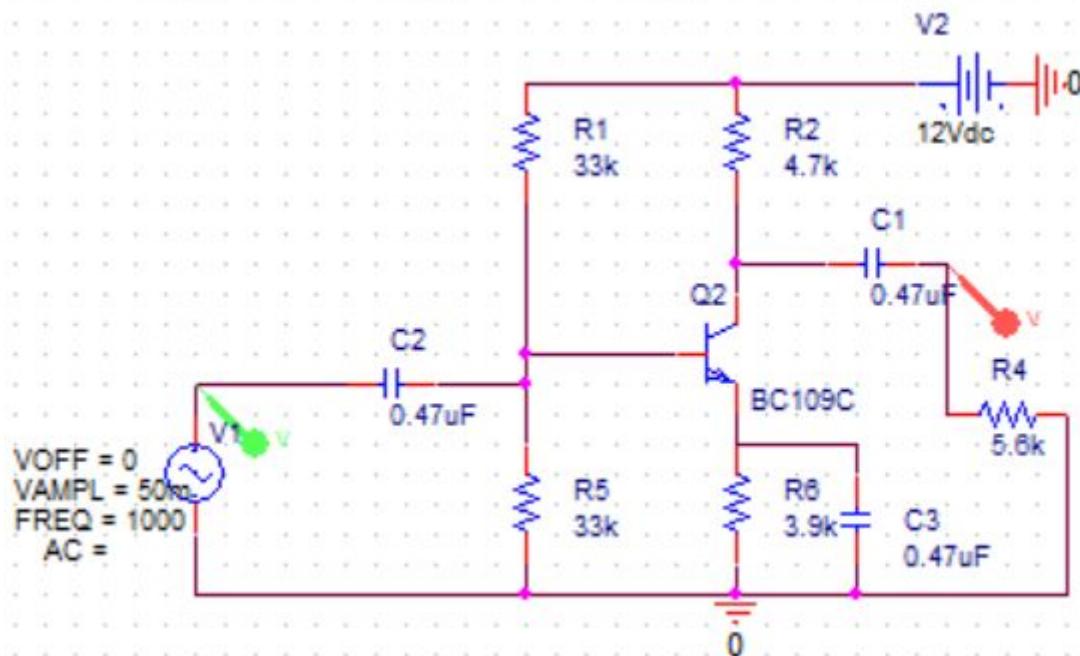
- 이론
- Transistor : 아래의 모형과 같이 표현하며, 각각 Base, Collector, Emitter라 함.



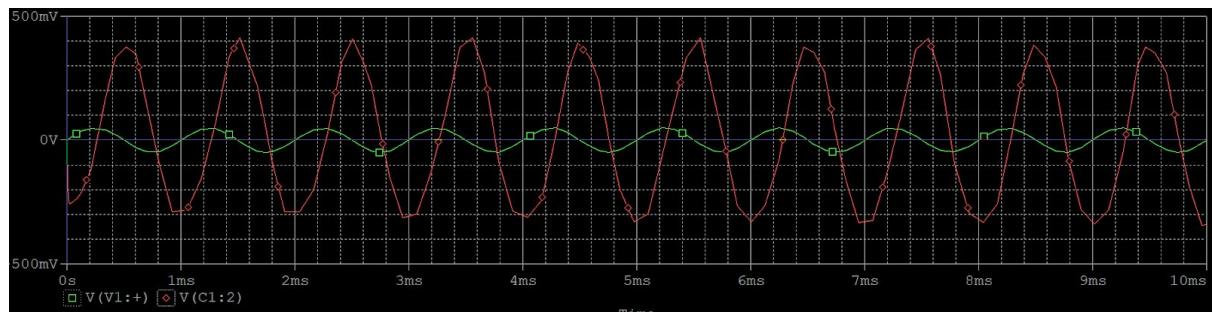
## Q15: 트랜지스터 전압증폭

(문제의 개요) 트랜지스터의 전압증폭기능을 PSpice로 확인함.

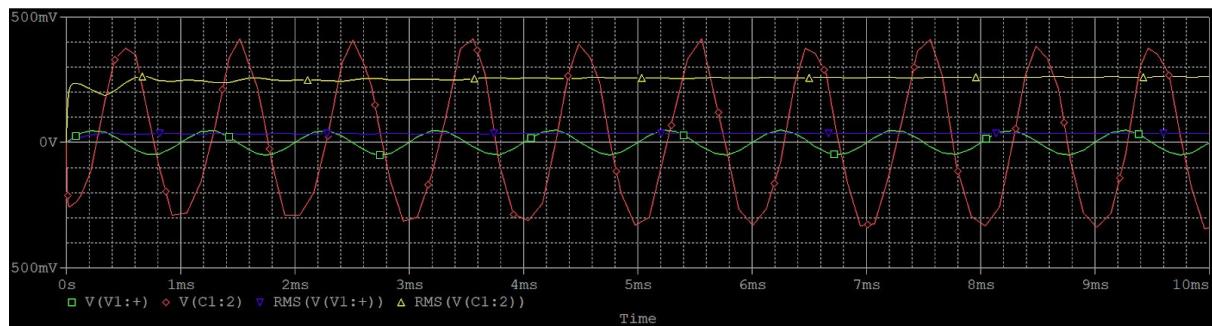
### 1) 회로구성 (Vsin, R, C, transistor, Vdc -> 전압 증폭)



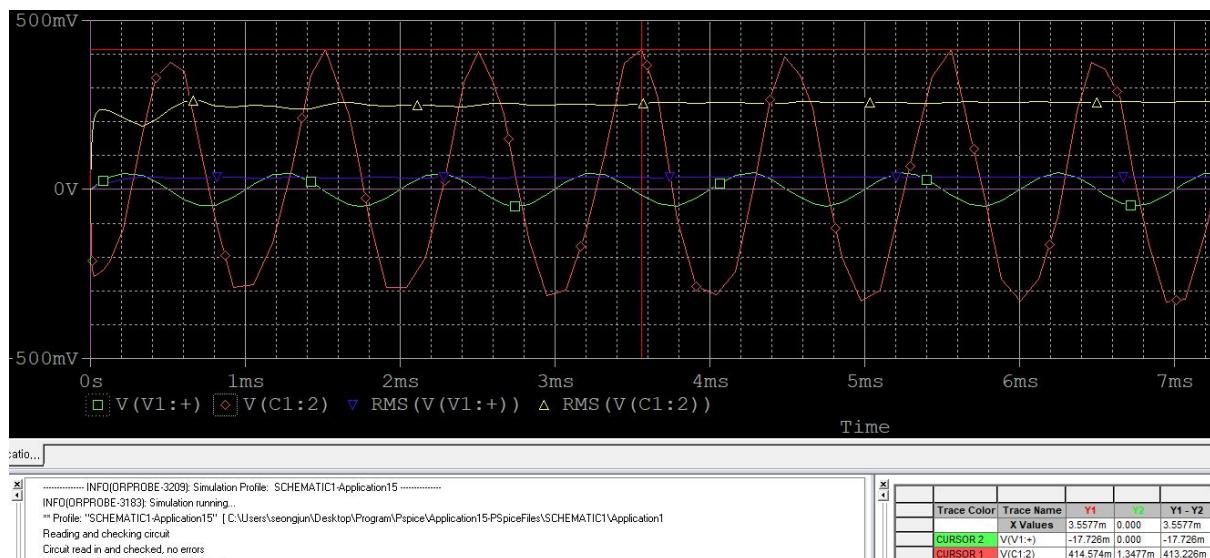
### 2) 결과 그래프 $V(V1:+)$ (녹), $V(C1:2)$ (적)



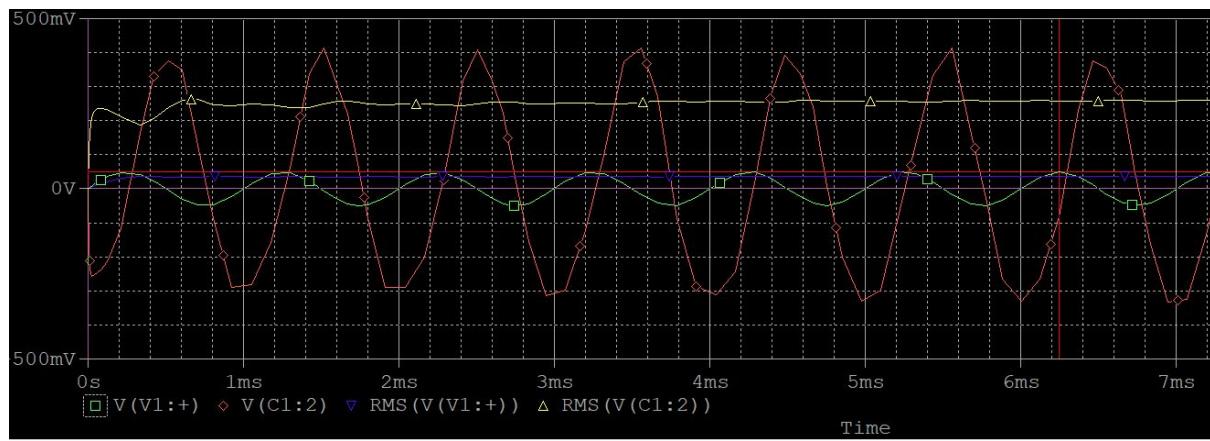
### 3) 결과 그래프 RMS( $V(V1:+)$ )(파), RMS( $V(C1:2)$ )(노)



### 4) 결과 그래프를 바탕으로 각 그래프( $V(V1:+)$ (녹), $V(C1:2)$ (적))의 최대값 찾기



cursor로 V(C1:2)의 최대값(414.574m)을 찾음.



cursor로 V(V1:+)의 최대값(49.998m)을 찾음.

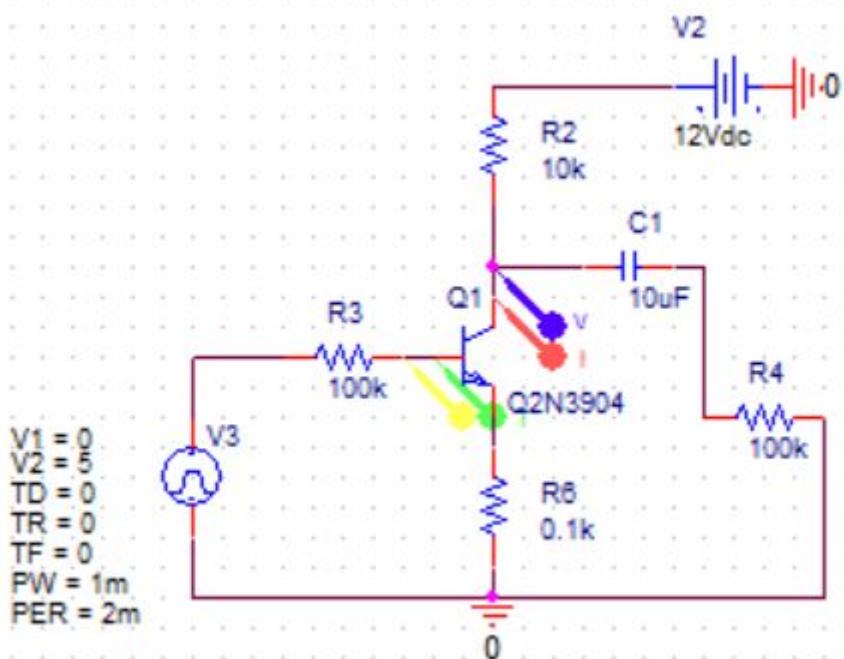
cursor로 측정한 최대값들을 바탕으로 전압 증폭비를 계산해보면,

$$\rightarrow 414.574 / 49.998 = 8.2918$$

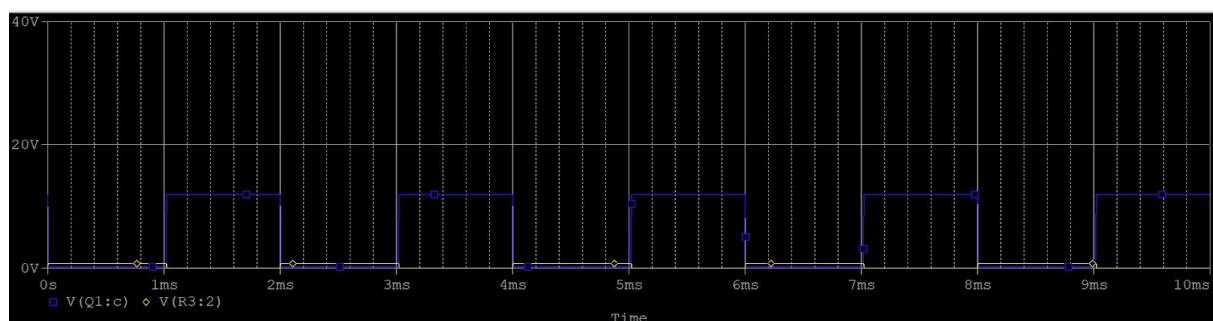
**Q17: 트랜지스터를 이용한 ON/OFF switching**  
 (문제의 개요) 트랜지스터의 스위칭기능을 PSpice로 확인함.

---

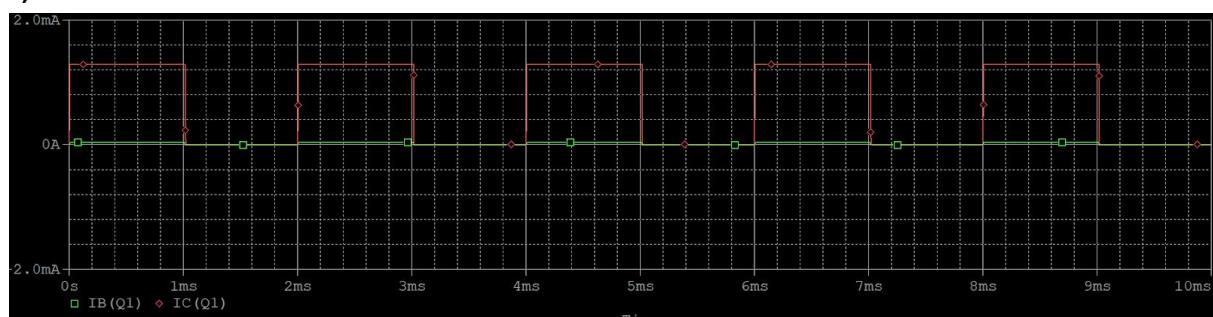
### 1) 회로구성 (Vpulse, R, Transistor, Vdc, C -> Switch)



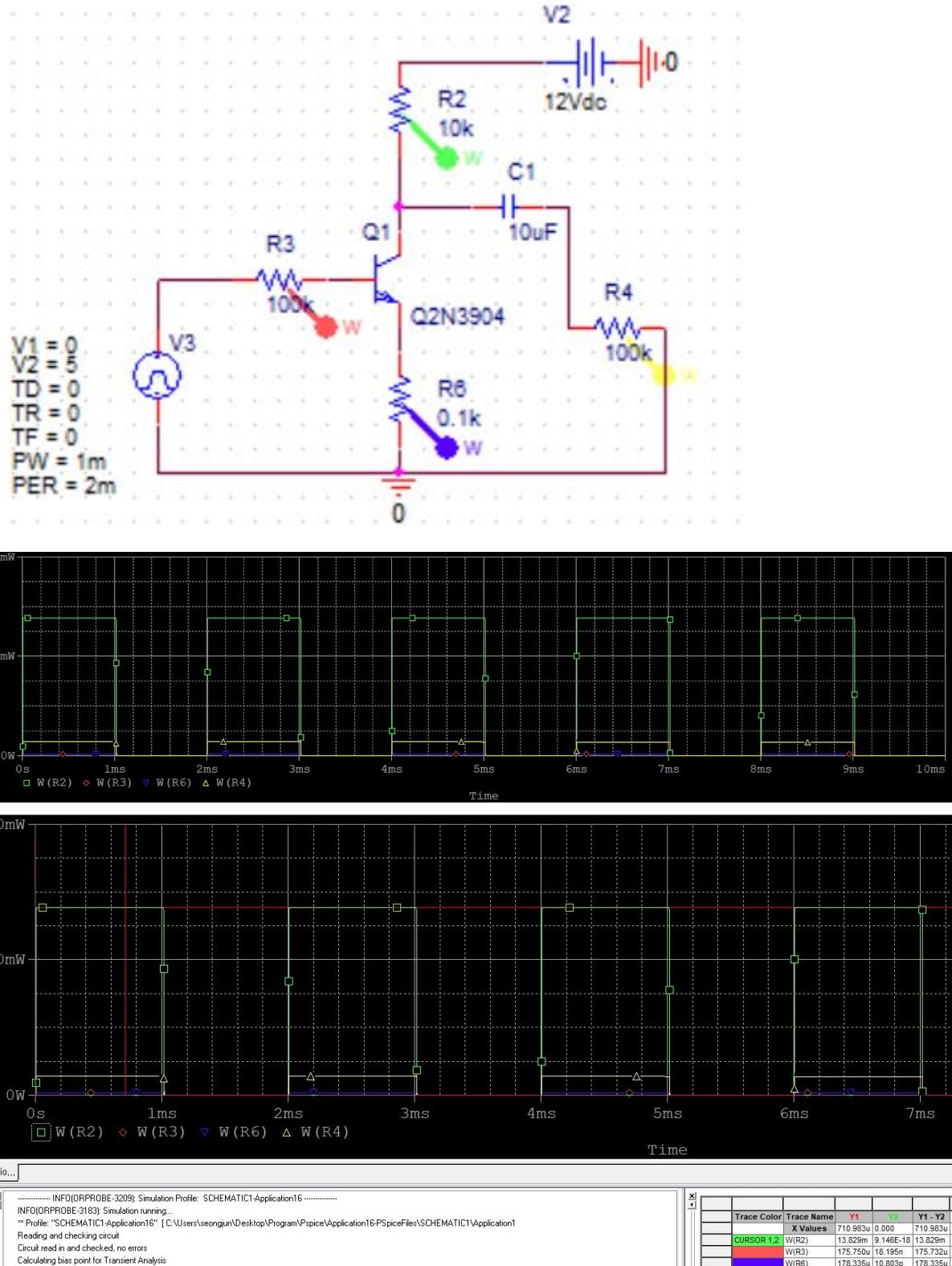
### 2) 결과 그래프 - 전압측정



### 3) 결과 그래프 - 전류측정



### 4) 결과 그래프 - 전체 소비전력을 확인하기 위한 저항별 전력 측정



cursor로 각 부하에서의 전력소비를 측정하여 (R2의 전력) / 전체 소비전력의 비율을 계산

$$\rightarrow 13.829m / (13.829m + 175.750u + 178.335u + 1.3810m)$$

$$\rightarrow 13829u / (13829u + 175.750u + 178.335u + 1381u)$$

$$\rightarrow 13829 / (13829.0 + 175.750 + 178.335 + 1381.0) = 0.8885$$

=> 전체 시스템의 효율 = 부하소비전력 / 전체소비전력이므로, 전체 시스템 효율 = 0.8885

---

## [회로분석]

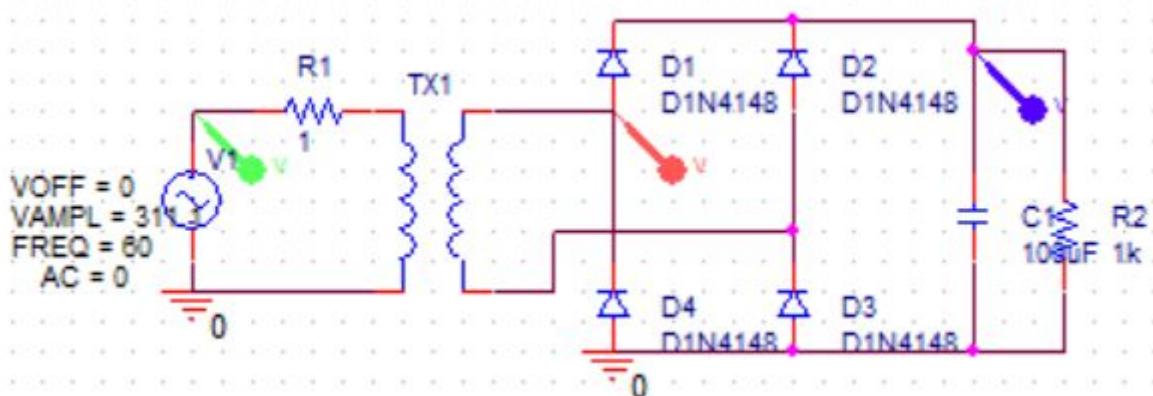
---

- 이론
  - 트랜지스터가 스위치로서 작용하기 위해서는 On 일때는 충분한 베이스전류가 흐르면 되고, OFF일때는 베이스전류가 흐르지 않으면 된다.
  - 분석
  - 현재 V와 I 그래프를 관찰한 결과, 베이스 전압(보라색 선)이 유의미한 값을 가지는 부분이 있으며, 이에 해당하는 구간에서는 베이스 전류(적색 선)이 유의미한 값을 가진다. 즉, **On**의 조건인 '베이스전류가 흐른다'를 성립시킨다.
  - 마찬가지로, 베이스 전압(보라색 선)이 0에 가까운 부분에서, 베이스 전류(적색 선) 역시 0에 가까운 값을 가진다. 즉, **OFF**의 조건인 '베이스전류가 흐르지 않는다'를 성립시킨다.
  - 트랜지스터가 스위치로 작용하기 위한 베이스전류 임계값에 따른 기간이 존재하므로, 스위칭 기능을 하고 있다고 판단할 수 있겠다.
-

### Q17: Adapter 회로의 동작 이해

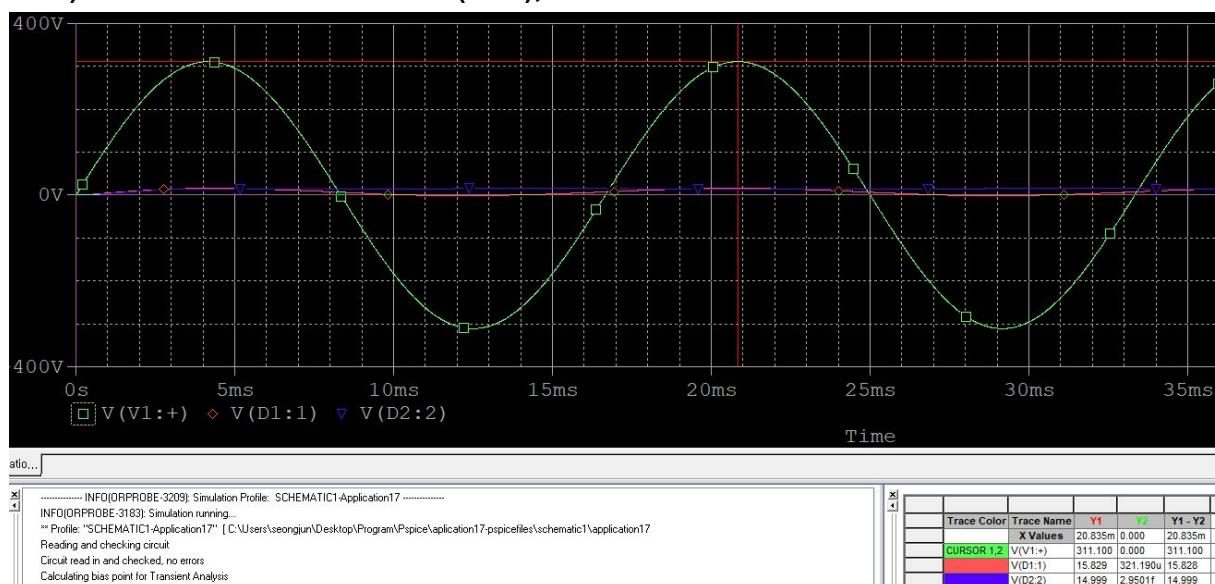
(문제의 개요) 주변에서 흔히 볼 수 있는 어댑터의 회로를 Pspice로 구현하고 기능을 가시적으로 이해함.

#### 1) 회로구성 (Vsin, R, TX1(XFRM\_LINEAR, 변압기), D1N4148(다이오드), C)

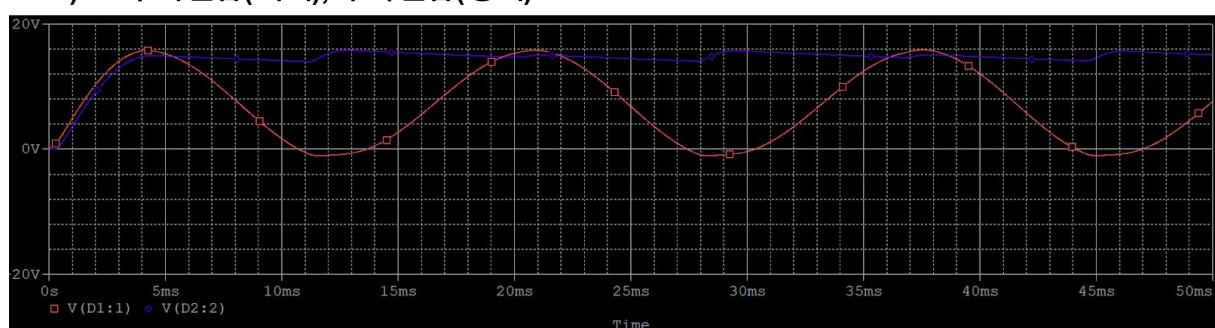


#### 2) 결과 그래프

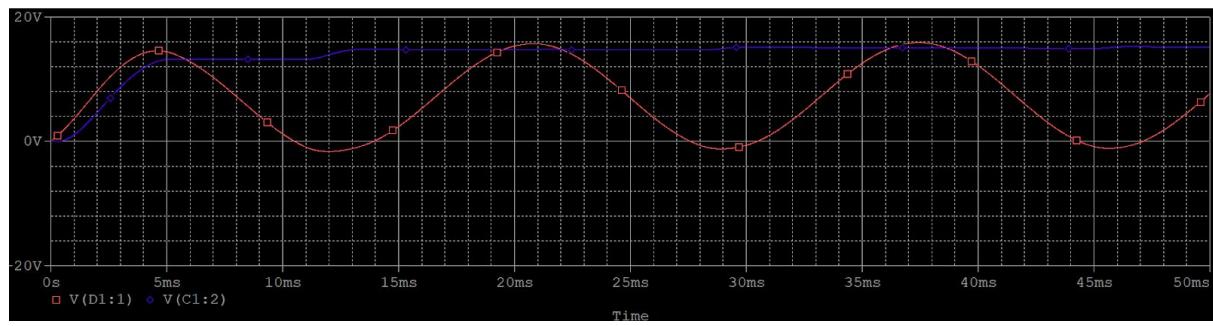
1) 1차 축전압  $V_{1\max}=311.1V$ (녹색), 2차 축전압  $V_{2\max}=15.829V$



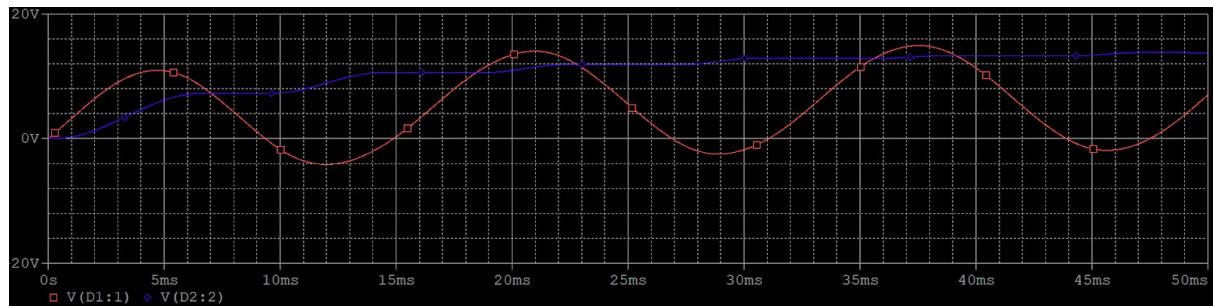
2) 2차 축전압(적색), 부하전압(청색)



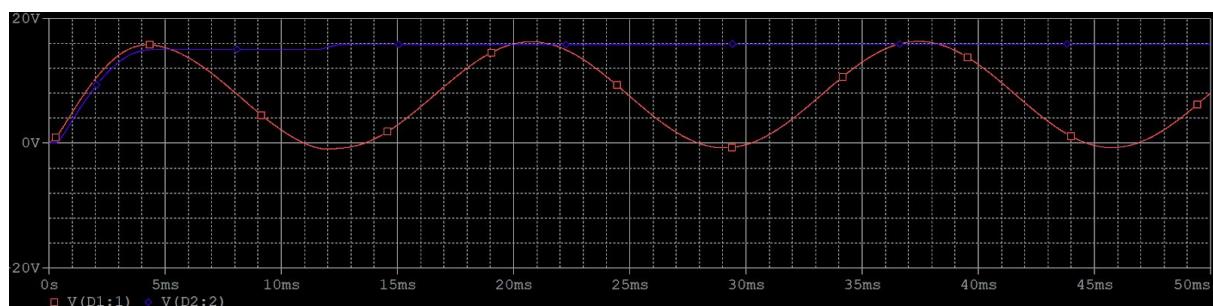
3) C와 R값에 변화를 주며 그래프의 양상 관찰



-> C=100uF->1000uF로 상승



-> C=100uF->5000uF로 상승



-> R=1k->100k로 상승

=> C, R값이 상승함에 따라 평활 효과 극대화

---

## [회로분석]

---

- 이론
- 변압기의 역할 : 고전압을 저전압으로, 저전압을 고전압으로 변환시켜 전송 및 사용할 수 있다. e.g. 충전기 앞의 뚱뚱한 부분
- 분석
  - $V1_{max}/V2_{max} = 311.1/15.829 = 19.653$ 이다.
  - 즉 전압을 약 19배 감소시켜 2차 회로에 전달한다. ->변압기의 역할 총结
  - $V1/V2=N1/N2=\sqrt{L1/L2}$ 이다.  $L1=100mH$ ,  $L2=0.3mH$ 로 입력했으므로,  $\sqrt{L1/L2}=18.25$ 로써, 19.653와 약간의 오차가 있으나 비슷함을 확인할 수 있다.
- 결과그래프 2-2)
  - 적색선의 2차 측전압에 비해 녹색선의 부하전압은 그래프상으로 평평한 형태를 띠고 있다.
  - 부하전압이 2차 측전압과 같은 형상을 띠고 있지 않은 이유는 충전기의 영향에 의한 전압평활효과를 받기 때문이다.
  - RC회로의 과도특성인 전압평활이 실질적으로 그래프에 드러난 모습이다.
- 결과그래프 2-3), 2-4), 2-5)
  - 전압의 상승이 훨씬 더 완만한 곡선을 그리며 이루어진다. 이는 시정수와 관계가 있다.
  - 시정수= $C \cdot R$ 에 의해 C와 R이 커지면 더 천천히  $V_{max}$ 궤도에 이르기에 수치변화에 따른 그래프의 형태변화로써 관찰할 수 있었다.
- 주의점
  - 회로도 상의 교차점이 모두 연결된 것이 아님.
  - wire위에 단자를 올린다고 해서 단자가 wire에 곧바로 연결되는 것이 아님. 단자를 연결할때는 wire를 끊은 후 사이에 연결해야함.