

실험 결과 보고서 (5주차)

학 번 :
이 름 :
제출일 : 20.06.01
분 반 : 002
실험조 :

- 실험 제목: Capacitors
- 실험 목적: RC 직렬회로의 Step Response를 분석한다.
- 실험준비
가) 장비 셋팅: OrCad -Pspce
- 실험결과

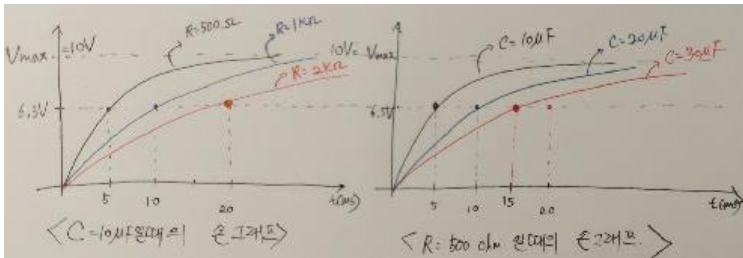


그림 1: R, C에 따른 예상 전압 손 그래프

저항(kΩ)	0.5	1	2	0.5	0.5	0.5
C(uF)	10	10	10	10	20	30
τ (ms)	5	10	20	5	10	15

표 1: R, C에 따른 시정수를 계산한 표이다. ($\tau=RC$)

- 실험 1-1 (10uF에서 저항이 바뀔 때)



그림 2: C=10uF, R=500 ohm에서 전압, 전류 그래프

Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2
	X Values	5.0000m	5.0000m	0.000
CURSOR 1	V(C1:2)	6.3102	6.3102	0.000
CURSOR 2	I(R1)	7.3797m	7.3797m	0.000

표 2: 10uF, 500ohm의 시정수 확인 표

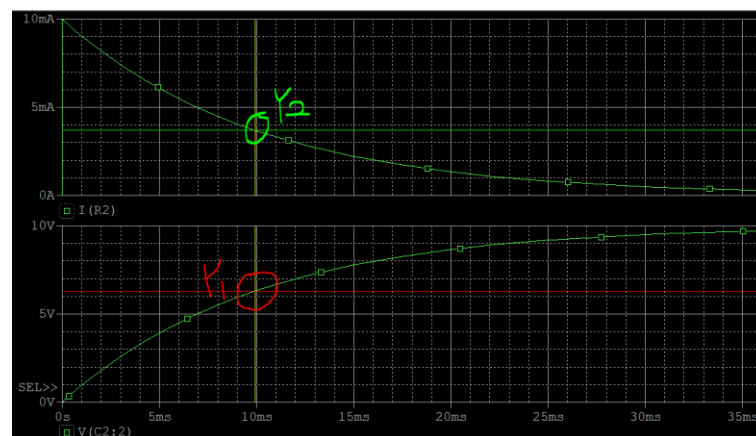


그림 3: C=10uF, R=1k ohm에서 전압, 전류 그래프

Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2
	X Values	9.932m	9.932m	0.000
CURSOR 1	V(C2:2)	6.2950	6.2950	0.000
CURSOR 2	I(R2)	3.7050m	3.7050m	0.000

표 3: 10uF, 1k ohm의 시정수 확인 표

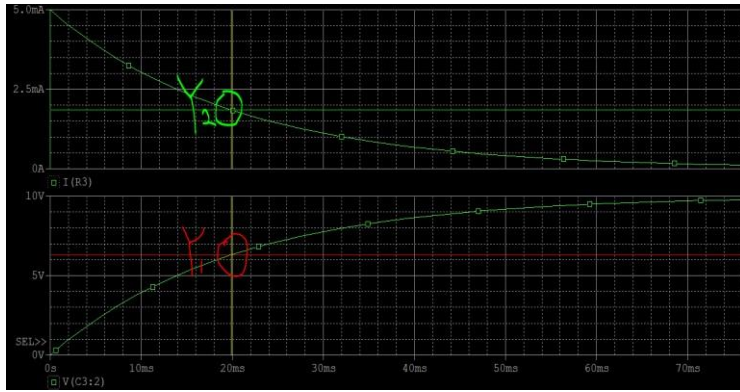


그림 4: C=10uF, R=2k ohm에서 전압, 전류 그래프

Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2
	X Values	19.885m	19.885m	0.000
CURSOR 1	V(C3:2)	6.3006	6.3006	0.000
CURSOR 2	I(R3)	1.8497m	1.8497m	0.000

표 4: 10uF, 2k ohm의 시정수 확인 표

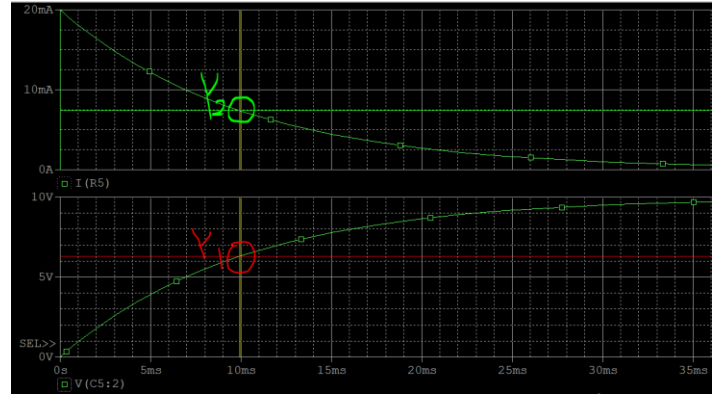


그림 5: C=20uF, R=500 ohm에서 전압, 전류 그래프

Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2
	X Values	9.932m	9.932m	0.000
CURSOR 1	V(C5:2)	6.2950	6.2950	0.000
CURSOR 2	I(R5)	7.4100m	7.4100m	0.000

표 5: 500 ohm, 20uF의 시정수 확인 표



그림 6: C=30uF, R=500 ohm에서 전압, 전류 그래프

Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2
	X Values	14.914m	14.914m	0.000
CURSOR 1	V(C6:2)	6.2973	6.2973	0.000
CURSOR 2	I(R6)	7.4054m	7.4054m	0.000

표 6: 500 ohm, 30uF의 시정수 확인 표

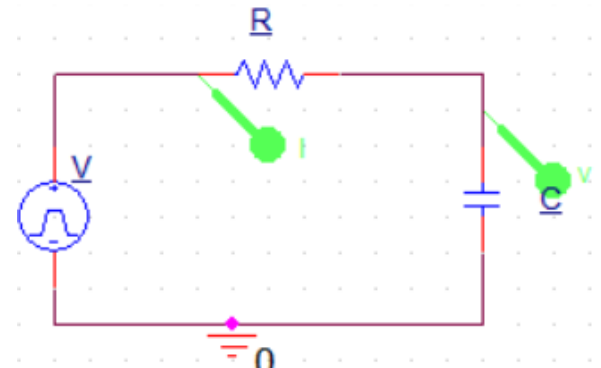


그림 7: 실험 1 측정 회로 프루브 위치

R[kΩ]	C[uF]	시정수(τ) 계산[ms]	Vc-max[V]	Ic-max[mA]	측정 시정수(τ) [ms]
0.5	10	5	10	20	5
1	10	10	10	10	9.932
2	10	20	10	5	19.885
0.5	20	10	10	20	9.932
0.5	30	10	10	20	14.914

표 7: 실험 1 전압, 전류, 시정수 측정 표

-[그림 2]~[그림 6]에서 모두 $V_c\text{-max}=10\text{V}$ 로 측정되었다.

- $C=10\mu\text{F}$ 일 때 $R: 0.5\text{ k}\Omega, 1\text{ k}\Omega, 2\text{ k}\Omega$ 에서 $I_c\text{-max}=$ 각 $20\text{mA}, 10\text{mA}, 5\text{mA}$ 로 측정되었다.

$R=0.5\text{ k}\Omega$ 일 때: $C:10\mu\text{F}, 20\mu\text{F}, 30\mu\text{F}$ 일 때 $I_c\text{-max}$ 는 전부 20mA 로 측정되었다. 전압은 증가, 전류는 감소하고 있으므로 각 경우에 전압은 $V_c\text{-max}$ 의 63%, $I_c\text{-max}$ 의 37%가 되는 지점에서의 시간인 시정수를 측정한다. ([그림 2]~[그림 6])

- $C=10\mu\text{F}, R=0.5\text{ k}\Omega$ 일 때 시정수는 [표 2]에서 Y1이 $V_s\text{-max}$ 의 63%인 6.3V , Y2가 $I_c\text{-max}$ 의 37%인 7.4mA 에서의 시간을 측정한다. 측정결과, Y1이 6.31V 일 때와 Y2가 7.38mA 일 때 5ms 이다.

- $C=10\mu\text{F}, R=1\text{ k}\Omega$ 일 때 시정수는 [표 3]에서 Y1이 $V_s\text{-max}$ 의 63%인 6.3V , Y2가 $I_c\text{-max}$ 의 37%인 3.7mA 에서의 시간을 측정한다. 측정결과, Y1이 6.295V 일 때와 Y2가 3.71mA 일 때 9.932ms 이다.

- $C=10\mu\text{F}, R=2\text{ k}\Omega$ 일 때 시정수는 [표 4]에서 Y1이 $V_s\text{-max}$ 의 63%인 6.3V , Y2가 $I_c\text{-max}$ 의 37%인 1.85mA 에서의 시간을 측정한다. 측정결과, Y1이 6.3006V , Y2가 1.8497mA 일 때 19.885ms 로 측정된다.

- $R=0.5\text{ k}\Omega, C=20\mu\text{F}$ 일 때 시정수는 [표 5]에서 Y1이 $V_s\text{-max}$ 의 63%인 6.3V , Y2가 $I_c\text{-max}$ 의 37%인 7.4mA 에서의 시간을 측정한다. 측정결과, Y1이 6.2950V , Y2가 7.41mA 일 때 9.932ms 로 측정된다.

- $R=0.5\text{ k}\Omega, C=30\mu\text{F}$ 일 때 시정수는 [표 6]에서 Y1이 $V_s\text{-max}$ 의 63%인 6.3V , Y2가 $I_c\text{-max}$ 의 37%인 7.4mA 에서의 시간을 측정한다. 측정결과, Y1이 6.2973V , Y2가 7.4054mA 일 때 14.914ms 로 측정된다.

-측정 결과, $I_c\text{-max}$ 는 저항의 값에만 반비례 하는것을 보았다. 즉 옴의 법칙인 $V_c\text{-max} = R * I_c\text{-max}$ 의 관계를 보였고, 시정수 τ 는 저항과 커패시터에 모두 비례하는 $\tau=RC$ 의 값이 나온다는 것을 확인했다. 따라서 실험 전에 계산했던 시정수의 값과 일치한다는 것을 확인할 수 있다. ([표 7])

• 실험2

저항($\text{k}\Omega$)	0.5	1	2	0.5	0.5	0.5
C(μF)	10	10	10	10	20	30
$\tau(\text{ms})$	5	10	20	5	10	15

표 9: 실험 2 시정수 계산 표

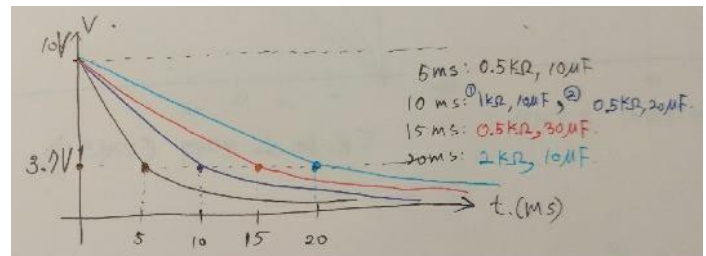


그림 11: 실험 2 전압 예상 손 그래프



그림 8: C:10uF, R:500ohm 전압, 전류 그래프

Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2
	X Values	4.9714m	4.9714m	0.000
CURSOR 1	V(R7:2)	3.6999	3.6999	0.000
CURSOR 2	-I(R7)	7.3998m	7.3998m	0.000

표 10: 500 ohm, 10uF의 시정수 확인 표

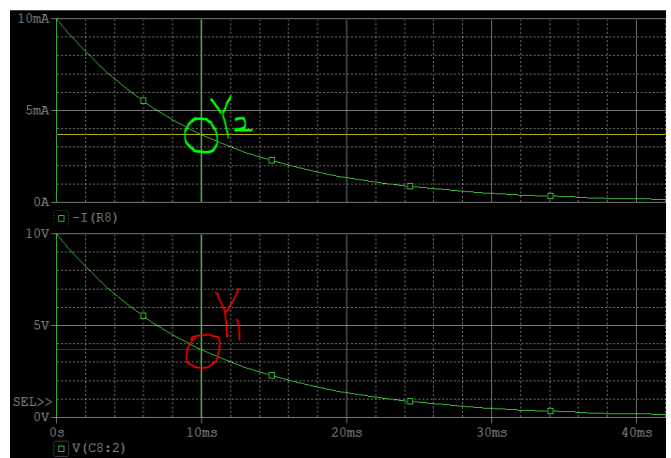


그림 9: C:10uF, R:1k ohm 전압, 전류 그래프

Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2
	X Values	9.954m	9.954m	0.000
CURSOR 1	V(C8:2)	3.6928	3.6928	0.000
CURSOR 2	-I(R8)	3.6928m	3.6928m	0.000

표 11: 1k ohm, 10uF의 시정수 확인 표



Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2
	X Values	19.862m	19.862m	0.000
CURSOR 1	V(R9:2)	3.7052	3.7052	0.000
CURSOR 2	-I(R9)	1.8526m	1.8526m	0.000

표 12: 2k ohm, 10uF의 시정수 확인 표

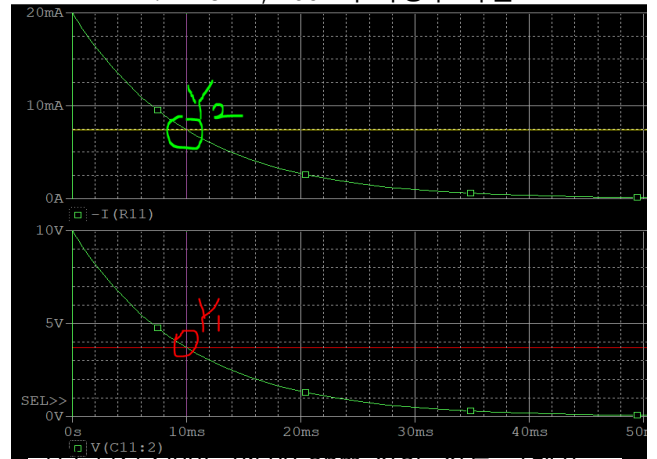


그림 11: C:20uF, R:500 ohm 전압, 전류 그래프

Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2
	X Values	10.000m	10.000m	0.000
CURSOR 1	V(C11:2)	3.6898	3.6898	0.000
CURSOR 2	-I(R11)	7.3797m	7.3797m	0.000

표 13: 500 ohm, 20uF의 시정수 확인 표

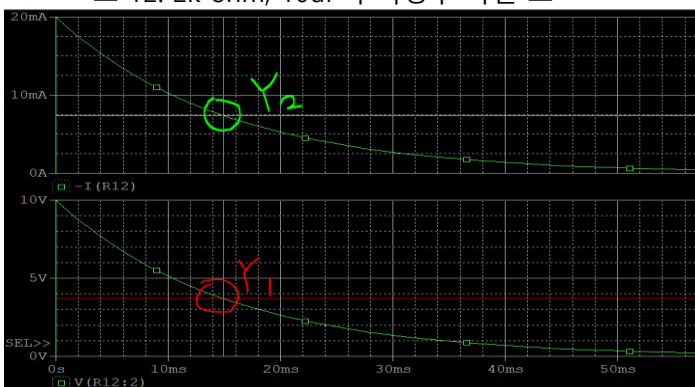


그림 12: C:30uF, R:500 ohm 전압, 전류 그래프

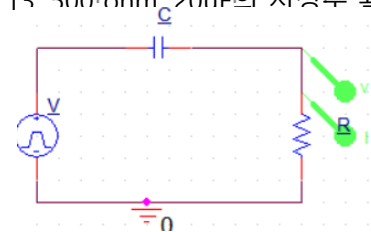


그림 13: 실험 2 측정 회로 프루브 위치

Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2
	X Values	14.932m	14.932m	0.000
CURSOR 1	V(R12:2)	3.6989	3.6989	0.000
CURSOR 2	-I(R12)	7.3978m	7.3978m	0.000

표 14: 500 ohm, 30uF의 시정수 확인 표

R[kΩ]	C[μF]	계산 시정수(τ) [ms]	Vc-max[V]	Ic-max[mA]	측정 시정수(τ) [ms]
0.5	10	5	10	20	4.9714
1	10	10	10	10	9.954
2	10	20	10	5	19.862
0.5	20	10	10	20	10
0.5	30	10	10	20	14.9132

표 15: 실험 2 최대 전압, 최대 전류, 시정수 측정 표

-[그림 8]~[그림 12] 모두 Vc-max=10V가 나왔다.

-C:10μF일 때 R이 0.5 kΩ, 1 kΩ, 2 kΩ 일 때 Ic-max는 각각 20mA, 10mA, 5mA가 나왔다. 전압, 전류가 감소하고 있으므로, 최댓값의 37%가 되는 지점에서의 시간은 각각 4.9714ms, 9.954ms, 19.862ms가 나왔다. 이는 [표 9]에서 계산된 시정수와 오차를 고려했을 때 같다고 볼 수 있다. ([표 10]~[표 12])

-R: 0.5 kΩ 일 때 C가 10μF, 20μF, 30μF일 때 Ic-max는 각각 20mA, 20mA, 20mA가 나왔다. 전압, 전류가 감소하고 있으므로, 최댓값의 37%가 되는 지점에서의 시간은 각각 4.9714ms, 10ms, 14.932ms가 나왔다. 이는 [표 9]에서 계산된 시정수와 오차를 고려했을 때 같다고 볼 수 있다. ([표 10], [표 13], [표 14])

-측정 결과, Ic-max는 저항의 값에만 반비례 하는것을 보았다. 즉 옴의 법칙인 Vc-max = R * Ic-max의 관계를 보였고, 시정수 τ 는 저항과 커패시터에 모두 비례하는 $\tau=RC$ 의 값이 나온다는 것을 확인했다. 따라서 실험 전에 계산했던 시정수의 값과 일치한다는 것을 확인할 수 있었다. ([표 15])

- **고찰:** 실험을 통해 얻은 제반 현상과 분석, 회고 등.

- RC회로에서의 시정수가 커패시터와 저항의 곱이라는 사실을 확실히 이해하고, 적용할 수 있었다. 뿐만 아니라 결국 전압, 전류의 최댓값은 옴의 법칙에 의해서 회로에 있는 저항에 영향을 받는 사실을 알았다.

1. RC계산으로 얻은 시정수와, 측정으로 얻은 시정수의 값이 정확하게 일치하지 않았다. 이는 $e^{-1}=0.368$ 이기 때문에, (감소하는 경우라면) Max 값의 37%로 두었다는 것에서부터 이미 오차가 발생하였기 때문이다. 또한 증가하는 경우에 $1-e^{-1}=0.632$ 이기 때문에, 63%로 두고 시정수를 구해서 오차가 발생한 것이다.

2. 실험2에서전류계 프루브의 위치에 따른 측정 전류의 부호와, 증감이 다르게 나오는데, 이는 피스파이스에서 회로소자로 들어가는 전류가 양수, 나오는 전류가 음수로 출력되기 때문이다. 따라서 전류 프루브를 저항 밑에 두고, 시정수를 구하게 된다면, 전류의 절댓값의 최댓값 20mA이므로, 그의 20mA의 63%만큼 증가한 지점에서의 시간을 구하면 된다.