

REPORT

IEEE Code of Ethics

(출처: <http://www.ieee.org>)

We, the members of the IEEE, in recognition of the importance of our technologies in affecting the quality of life throughout the world, and in accepting a personal obligation to our profession, its members and the communities we serve, do hereby commit ourselves to the highest ethical and professional conduct and agree:

1. to accept responsibility in making decisions consistent with the safety, health and welfare of the public, and to disclose promptly factors that might endanger the public or the environment;
2. to avoid real or perceived conflicts of interest whenever possible, and to disclose them to affected parties when they do exist;
3. to be honest and realistic in stating claims or estimates based on available data;
4. to reject bribery in all its forms;
5. to improve the understanding of technology, its appropriate application, and potential consequences;
6. to maintain and improve our technical competence and to undertake technological tasks for others only if qualified by training or experience, or after full disclosure of pertinent limitations;
7. to seek, accept, and offer honest criticism of technical work, to acknowledge and correct errors, and to credit properly the contributions of others;
8. to treat fairly all persons regardless of such factors as race, religion, gender, disability, age, or national origin;
9. to avoid injuring others, their property, reputation, or employment by false or malicious action;
10. to assist colleagues and co-workers in their professional development and to support them in following this code of ethics.

위 IEEE 윤리헌장 정신에 입각하여 report를 작성하였음을 서약합니다.

<6주차 결과 보고서>

학 부: 전자공학과

제출일: 2020.04.19

과목명: 기초전기실험

교수명: 구형일 교수님

분 반: 7

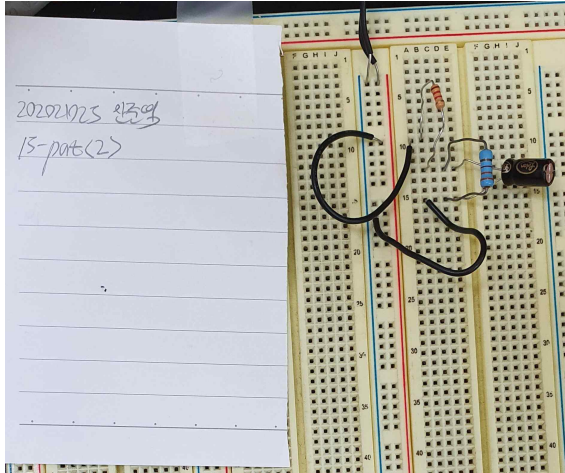
학 번: 201520182, 202021025

성 명: 김성일, 안준영

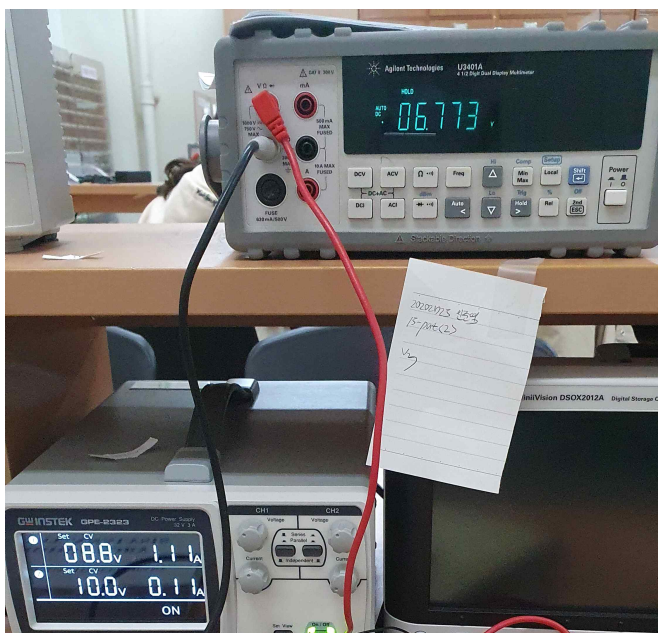
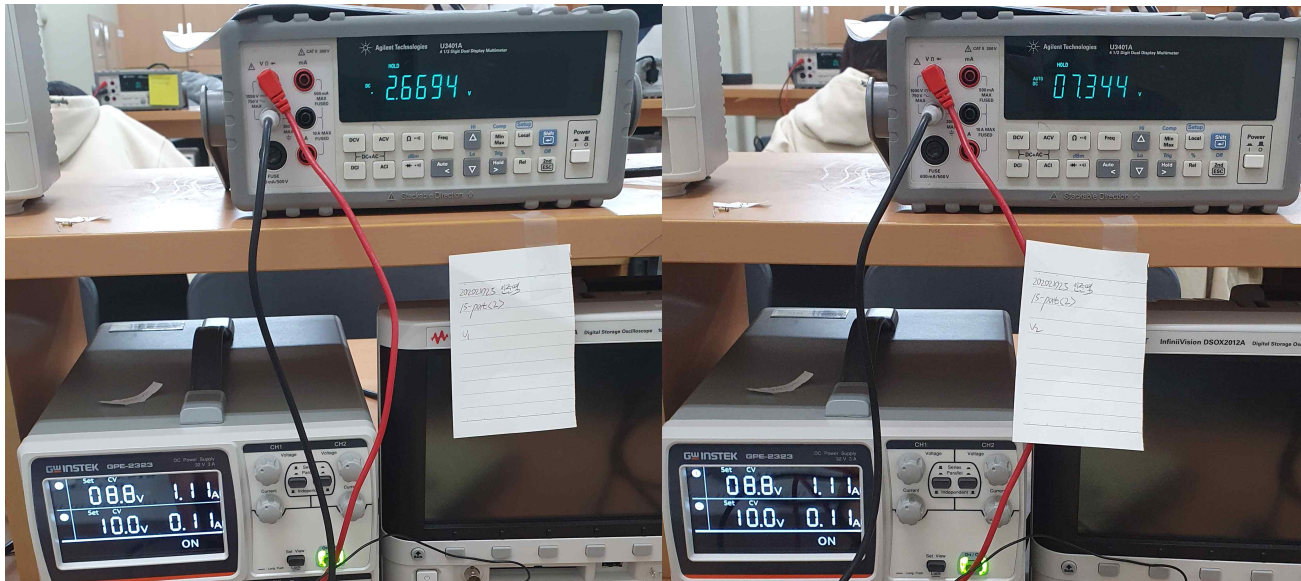
Ch 15. Part 2 : Parallel R-C Network

[1] 결과사진

구성한 브레드보드



측정값(순서대로, V_1 , V_2 , V_3)



[2] 결과분석

(a) $R_{1\text{measured}} = 1.1839\text{ k}\Omega$ $R_{2\text{measured}} = 3.2609\text{ k}\Omega$

(b), (c)

Table 15.2

	I_1	I_2	I_3	V_1	V_2	V_3
Calculated	2.23 mA	2.22 mA	0 A	2.67 V	7.33 V	7.33 V
Measured	2.25 mA	2.25 mA	0 A	2.6694 V	7.344 V	6.773 V

- Calculated

$$V_1 = \frac{1.2}{1.2 + 3.3} \times 10 = 2.67\text{ V}, \quad V_2 = V_3 = 10 - 2.67 = 7.33\text{ V}$$
$$I_1 = \frac{V}{R} = \frac{2.67}{1200} = 2.23\text{ mA}, \quad I_2 = \frac{7.33}{3300} = 2.22\text{ mA}, \quad I_3 = 0 \text{ (충분한 시간 후에는 축전기에 전류가 흐르지 않음)}$$

- Measured

측정값을 옴의 법칙에 적용하여 I_1, I_2 계산

$$I_{1\text{measured}} = \frac{V_1}{R_{1\text{measured}}} = \frac{2.6694}{1.1839 \times 10^3} = 2.25\text{ mA}$$
$$I_{2\text{measured}} = \frac{V_2}{R_{2\text{measured}}} = \frac{7.344}{3.2609 \times 10^3} = 2.25\text{ mA}$$

KCL 적용 $\Rightarrow I_3 + I_2 - I_1 = 0, \quad I_3 = 0 - 0 = 0\text{ A}$

[3] 이론과 결과 사이의 오차 비교 및 분석

	I_1	I_2	I_3	V_1	V_2	V_3
Calculated	2.23 mA	2.22 mA	0 A	2.67 V	7.33 V	7.33 V
Measured	2.25 mA	2.25 mA	0 A	2.6694 V	7.344 V	6.773 V
% Difference	0.897%	1.35%	0%	0.02247%	0.191%	7.60%

각 상대오차는 $|\frac{\text{Calculated} - \text{Measured}}{\text{Calculated}}| \times 100\%$ 로 계산하였다. 표에서 $I_1 \sim V_2$ 는 오차가 매우 작다. 가장 큰 상대오차값이 I_2 에서 1.35%에 불과하다. 가장 작은 오차로 V_1 에서 0.02247%이다. 따라서 실험은 잘 진행되었다. 아주 약간의 오차는 저항의 오차범위, 소자의 연결 불량 및 DMM의 내부저항에 비롯한다고 생각한다.

하지만 V_3 에서 이론값과의 상대오차가 7.60%로 작지 않게 발생하였다. 이론적으로는 병렬로 연결된 R_2 에 걸리는 전압인 7.344V와 동일해야 하지만 6.773V가 측정되었다. 축전기와 R_2 는 병렬로 연결되어 있다. 이 회로에서의 축전기의 시간상수는 $\frac{1200 \times 3300}{1200 + 3300} \times 100\mu F = 0.088s, 5\tau = 0.44s$ 이다. V_3 는 마지막에 측정하였으므로 반드시 완충이 되어 있었을 것이므로, 오차에 영향을 주지 않았을 것이다. 따라서 축전기의 충전 정도가 문제가 아니라면, DMM과의 접촉이 값에 큰 영향을 줄 만큼 불량했거나 브레드보드와의 연결에 문제가 있었다고 생각된다. 측정을 여러 번 진행하였는데, 그 과정에서 축전기를 브레드보드에서 뺐다 끼다 하다보니 연결에 문제가 있었을 것으로 예상된다.

하지만, V_1 과 V_2 는 거의 오차가 발생하지 않았고 V_3 는 유의미할만큼 큰 오차가 발생하지 않았으므로, 이론값을 계산한 것과 같이 회로를 분석해도 된다는 것을 확인할 수 있다.

[4] 고찰

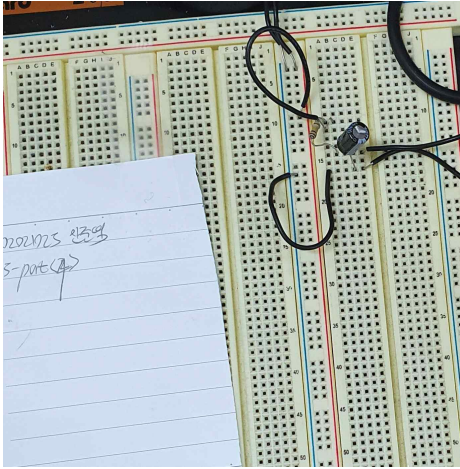
축전기를 저항과 병렬로 연결하여 각 저항과 축전기에 걸리는 전압을 측정하는 실험이었다. 초반 측정에 문제가 있었지만, Power supply의 전류를 조금 상승시켜주니 측정이 잘 진행되었다.

[5] 참고문헌

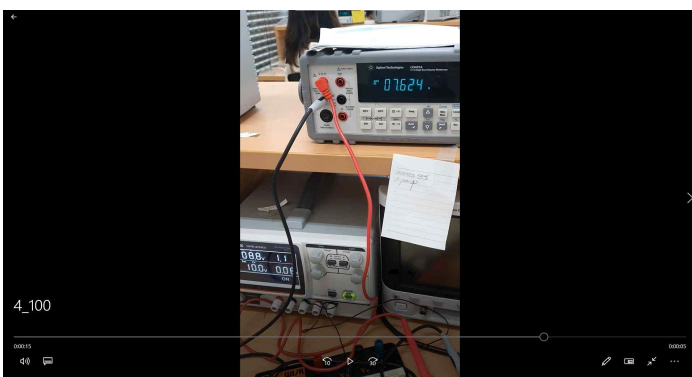
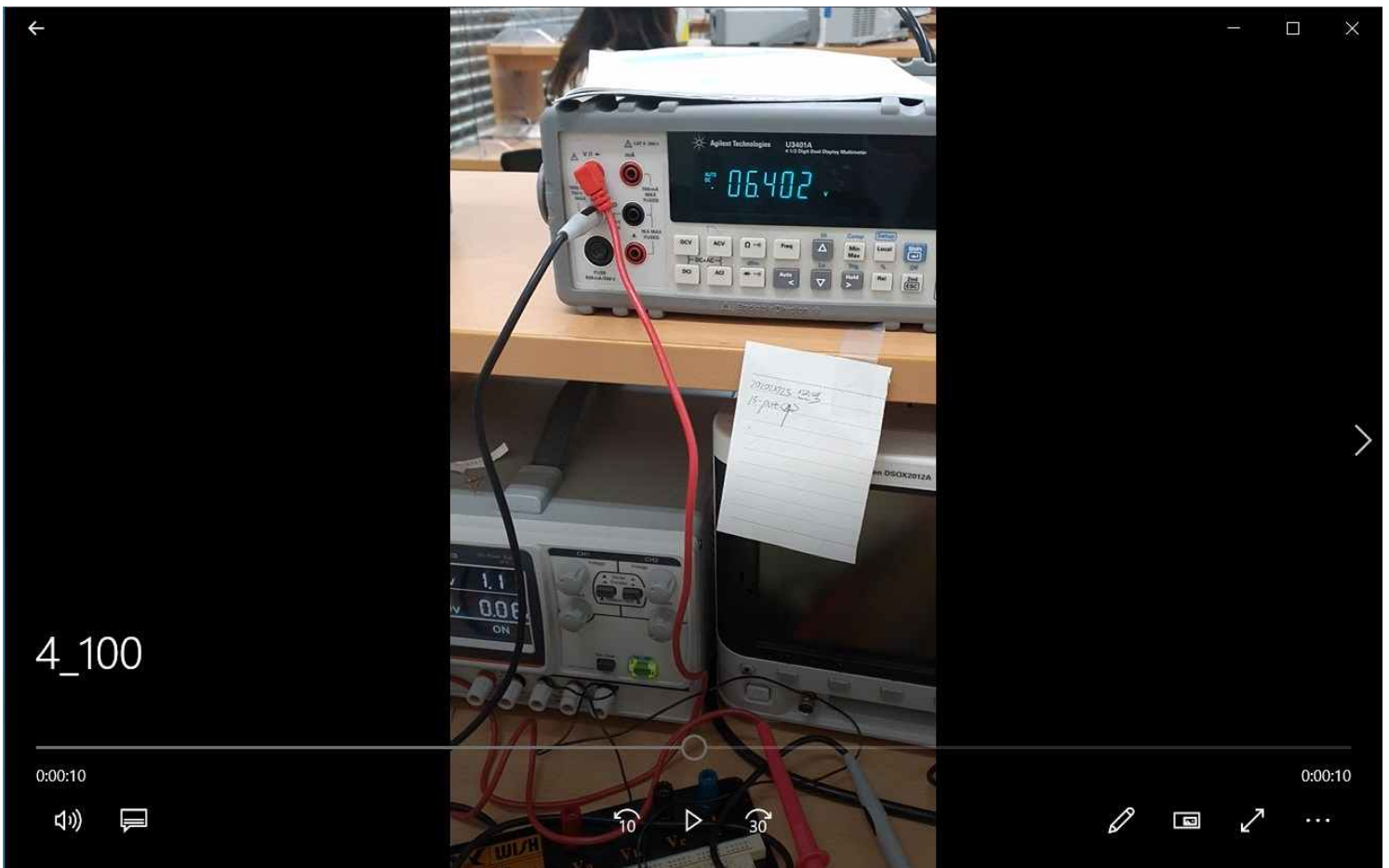
INTRODUCTORY CIRCUIT ANALYSIS / 12판 / Robert L. Boylestad, Gabriel Kousourou / 2015 / Pearson / 182~183p

[1] 실험결과

구성한 브레드보드

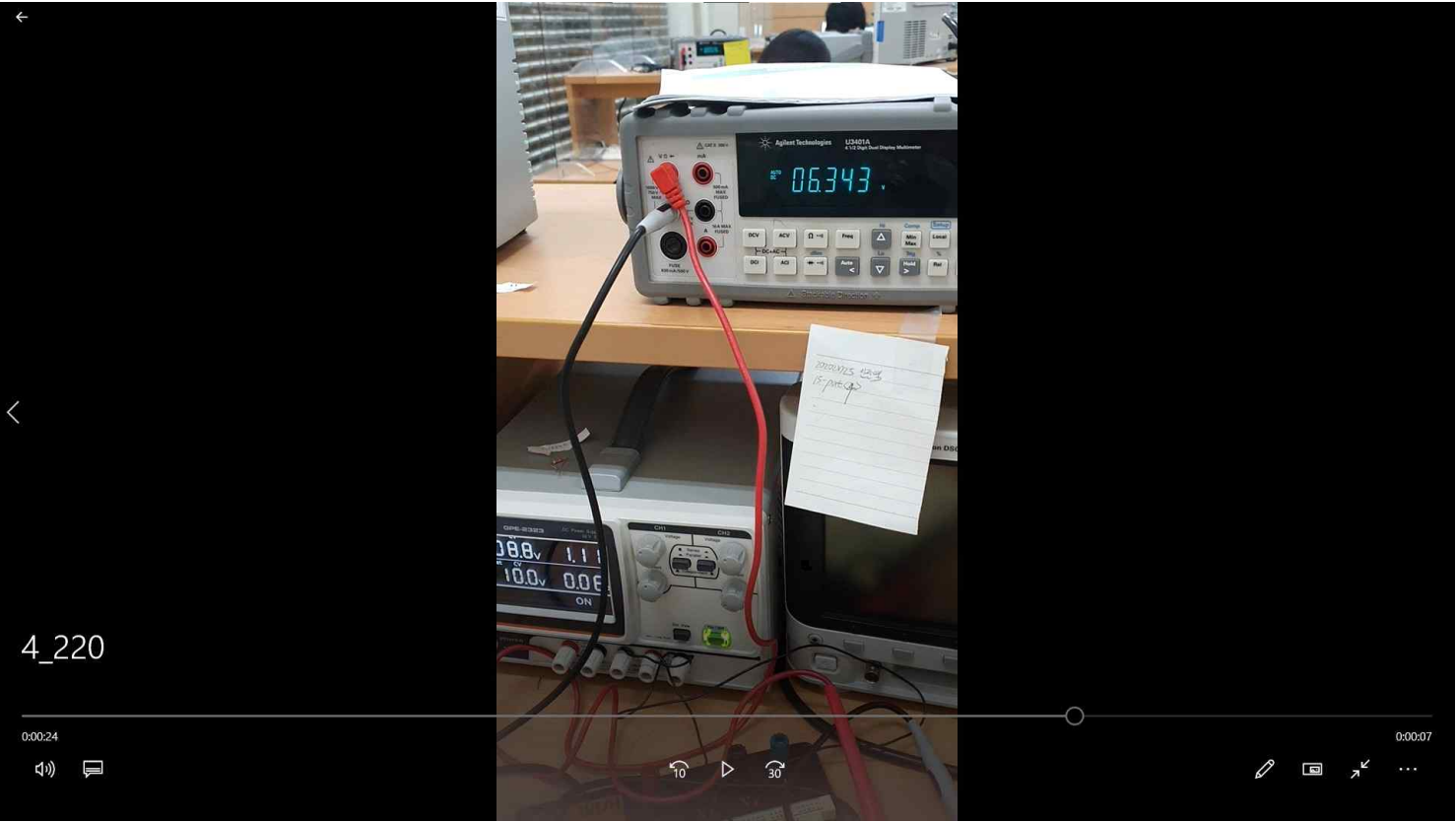


$C = 100\mu F$ 의 축전기를 사용한 실험의 측정



-> (실험과는 무관하지만 위의 사진에서 동영상 촬영중 손이 흔들려 power supply로 공급한 전압이 나타나지 않아서 공급 전압이 나타나는 사진을 추가로 첨부합니다.)

C = 220μF의 축전기를 사용한 실험의 측정



[2] 결과분석

$R_{measured} = 99.74k\Omega$

Table 15.5

	Theoretical	Measured
$\tau(100\mu F)$	10s	10s
$\tau(220\mu F)$	22s	24s

$\tau_{Theoretical} = RC = 100 \times 10^3 \times 100 \times 10^{-6} = 10s$

$\tau_{Theoretical} = RC = 100 \times 10^3 \times 220 \times 10^{-6} = 22s$

Table 15.6

	100μF	220μF
C_{meas}	100.261μF	240.6μF

$C_{meas}(100\mu F) = \frac{10}{99.74 \times 10^3} = 100.261\mu F$

$C_{meas}(220\mu F) = \frac{24}{99.74 \times 10^3} = 240.6\mu F$

교과서에 대부분 축전기의 실제 커패시턴스 값은 표시값보다 크다고 되어있는데, 그에 맞는 결과가 측정되었다.

[3] 이론과 결과 사이의 오차 비교 및 분석

	Theoretical	Measured	% Difference
$\tau(100\mu F)$	10s	10s	0%
$\tau(220\mu F)$	22s	24s	9.09%

$\tau(100\mu F)$ 의 이론값과 측정값과의 상대오차 = 0

$\tau(220\mu F)$ 의 이론값과 측정값과의 상대오차 = $|\frac{22-24}{22}| \times 100\% = 9.09\%$

$\tau(100\mu F)$ 의 측정값은 이론값과 동일하게 측정되었다. 하지만, DMM이 전압값을 표시할 때, 모든 값을 나타내지 않고 약간의 텀을 주고 값을 표시해주기 때문에 정확히 6.32V를 나타내는 때를 알 수는 없으므로, 실제로는 약간의 오차가 발생했을 수도 있다.

$\tau(220\mu F)$ 의 측정값과 이론값의 상대오차는 9.09%로, 약간의 오차가 발생하였다. 그 이유는, 앞서 서술한 것과 같이 DMM이 정확히 6.32V를 가리키지는 않는다는 점에 있다고 생각한다. 또한, 사람의 손으로 측정을 하는 것 또한 오차 발생에 영향을 줬다고 생각한다. 오실로스코프 등의 장비를 추가로 사용하면 더 정확한 결과값을 얻을 수 있을 것으로 예상된다. 하지만 발생한 오차가 유의미하게 크지 않으므로, 전원 공급 후 τ 초 후에 축전기 양단의 전압이 공급전압의 63.2%가 된다는 것을 확인할 수 있다.

(축전기는 충전 시 $v_c = E(1 - e^{-t/\tau})$ 를 따르므로 이론적으로 v_c 가 E 의 63.2%가 되는 시간이 τ 이다.)

	$100\mu F$	$220\mu F$
C_{meas}	$100.261\mu F$	$240.6\mu F$
% Difference	0.261%	9.36%

$C_{meas}(100\mu F)$ 의 이론값과 측정값과의 상대오차는 $|\frac{100 - 100.261}{100}| \times 100\% = 0.261\%$ 로 계산되었다.

$C_{meas}(220\mu F)$ 의 이론값과 측정값과의 상대오차는 $|\frac{220 - 240.6}{220}| \times 100\% = 9.36\%$ 로 계산되었다.

$C_{meas}(100\mu F)$ 는 오차가 굉장히 작고, $C_{meas}(220\mu F)$ 는 약간의 오차가 발생하였다. 이 오차는 앞서 측정한 τ 의 오차와, 저항의 오차범위에서 비롯한다. 오차값이 유의미하게 크지 않으므로, $C = \frac{\tau}{R}$ 이 성립한다는 것을 실험으로 확인할 수 있었다. 이 오차로부터, 커패시턴스 또한 마치 저항과 같이 오차범위를 가진다는 것을 알 수 있다.

[4] 고찰

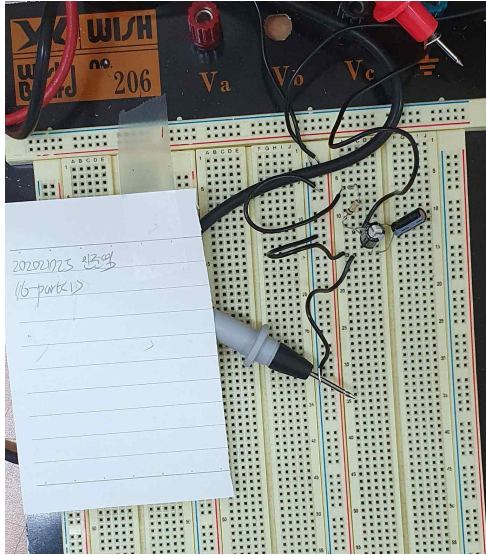
축전기의 시간상수를 측정하는 실험이었다. 손으로 직접 촬영을 해야 해서 힘들었지만, 만족할만한 결과가 측정되었다.

[5] 참고문헌

INTRODUCTORY CIRCUIT ANALYSIS / 12판 / Robert L. Boylestad, Gabriel Kousourou / 2015 / Pearson / 185~186p

[1] 실험사진

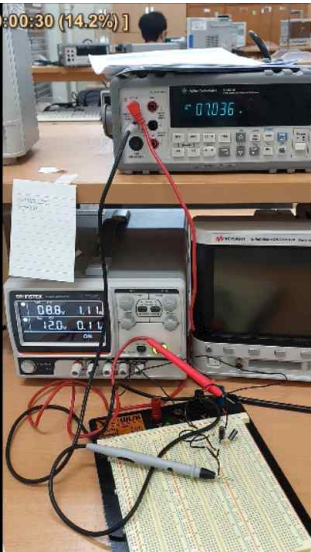
구성한 브레드보드



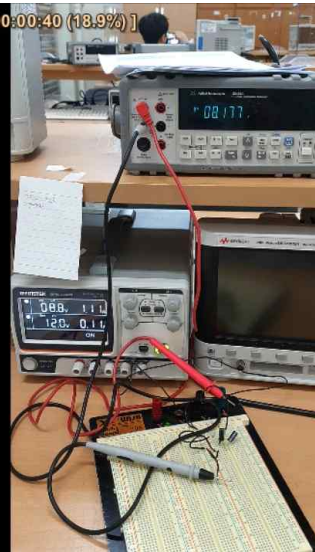
시간별 전압 측정 사진



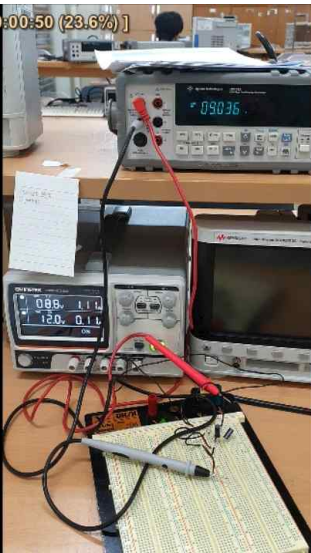
[Seeking / keyframe / 00:00:30 (14.2%)]



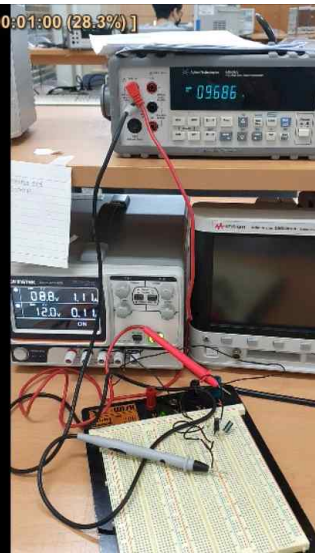
[Seeking / keyframe / 00:00:40 (18.9%)]



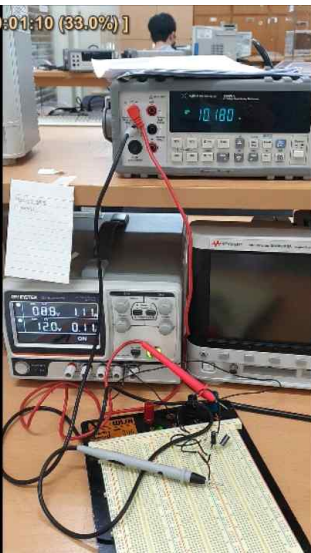
[Seeking / keyframe / 00:00:50 (23.6%)]



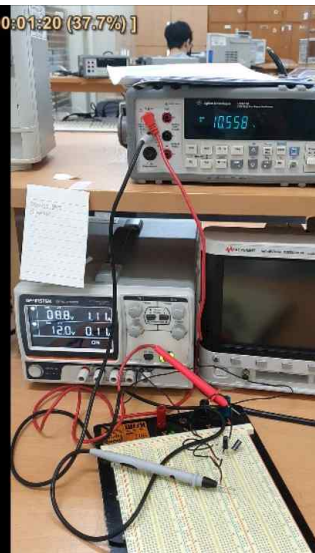
[Seeking / keyframe / 00:01:00 (28.3%)]



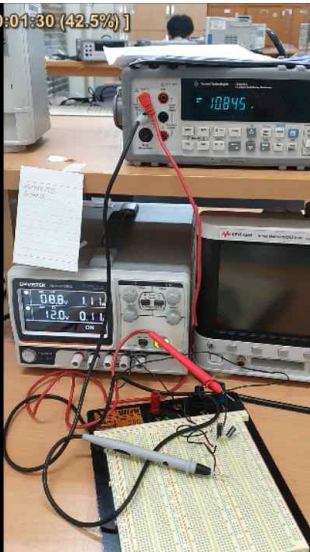
[Seeking / keyframe / 00:01:10 (33.0%)]



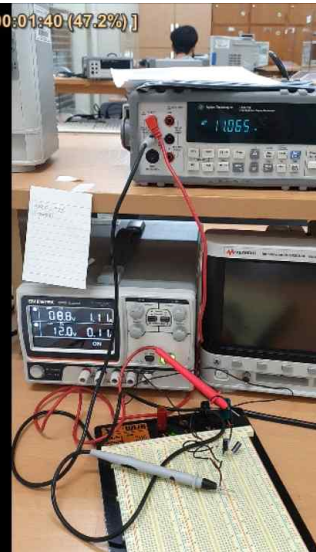
[Seeking / keyframe / 00:01:20 (37.7%)]



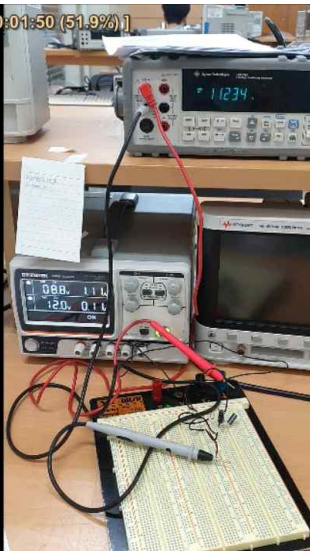
[Seeking / keyframe / 00:01:30 (42.5%)]



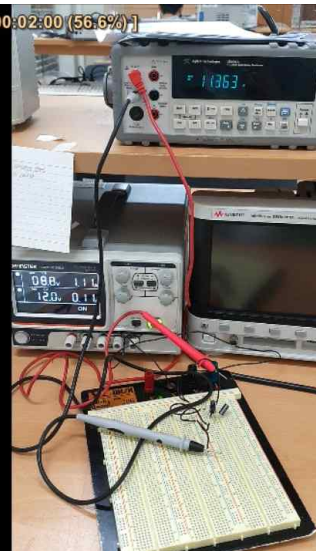
[Seeking / keyframe / 00:01:40 (47.2%)]



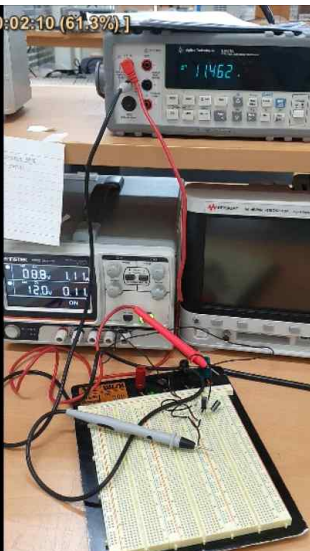
[Seeking / keyframe / 00:01:50 (51.9%)]



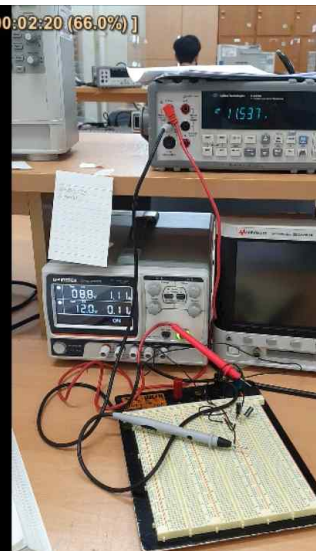
[Seeking / keyframe / 00:02:00 (56.6%)]



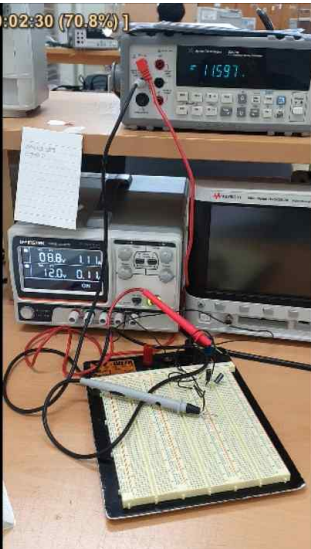
[Seeking / keyframe / 00:02:10 (61.3%)]



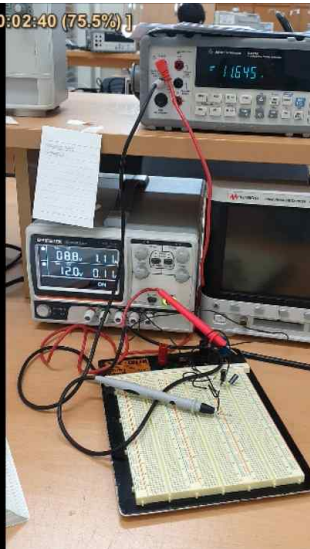
[Seeking / keyframe / 00:02:20 (66.0%)]



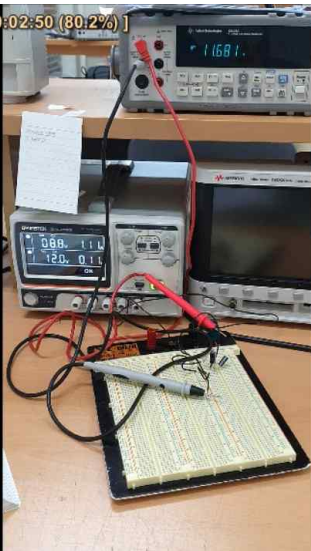
[Seeking / keyframe / 00:02:30 (70.8%)]



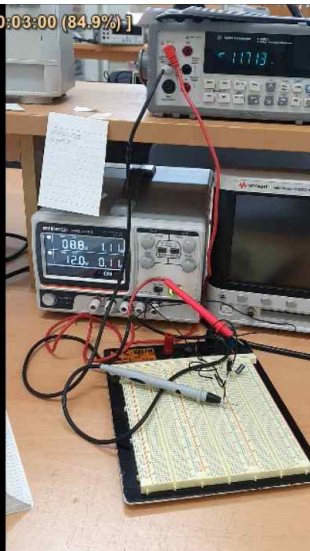
[Seeking / keyframe / 00:02:40 (75.5%)]



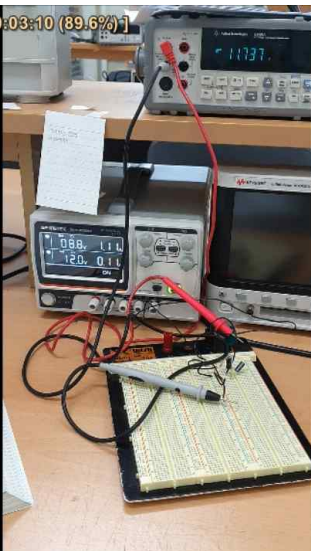
[Seeking / keyframe / 00:02:50 (80.2%)]



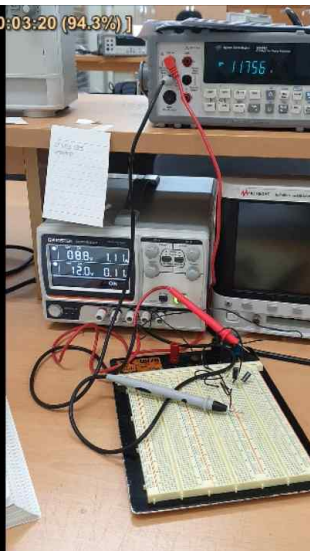
[Seeking / keyframe / 00:03:00 (84.9%)]



[Seeking / keyframe / 00:03:10 (89.6%)]



[Seeking / keyframe / 00:03:20 (94.3%)]



[2] 결과분석

(a) $R_{measured} = 99.74\,k\,\Omega$

(b) ~ (d)

Table 16.1

C_T	τ	5τ
$320\,\mu F$	$32\,s$	$160\,s$

$C_T = 100 + 220 = 320\,\mu F$

$\tau = RC = (100 \times 10^3) \times (320 \times 10^{-6}) = 32\,s, \quad 5\tau = 32 \times 5 = 160\,s$

(e)

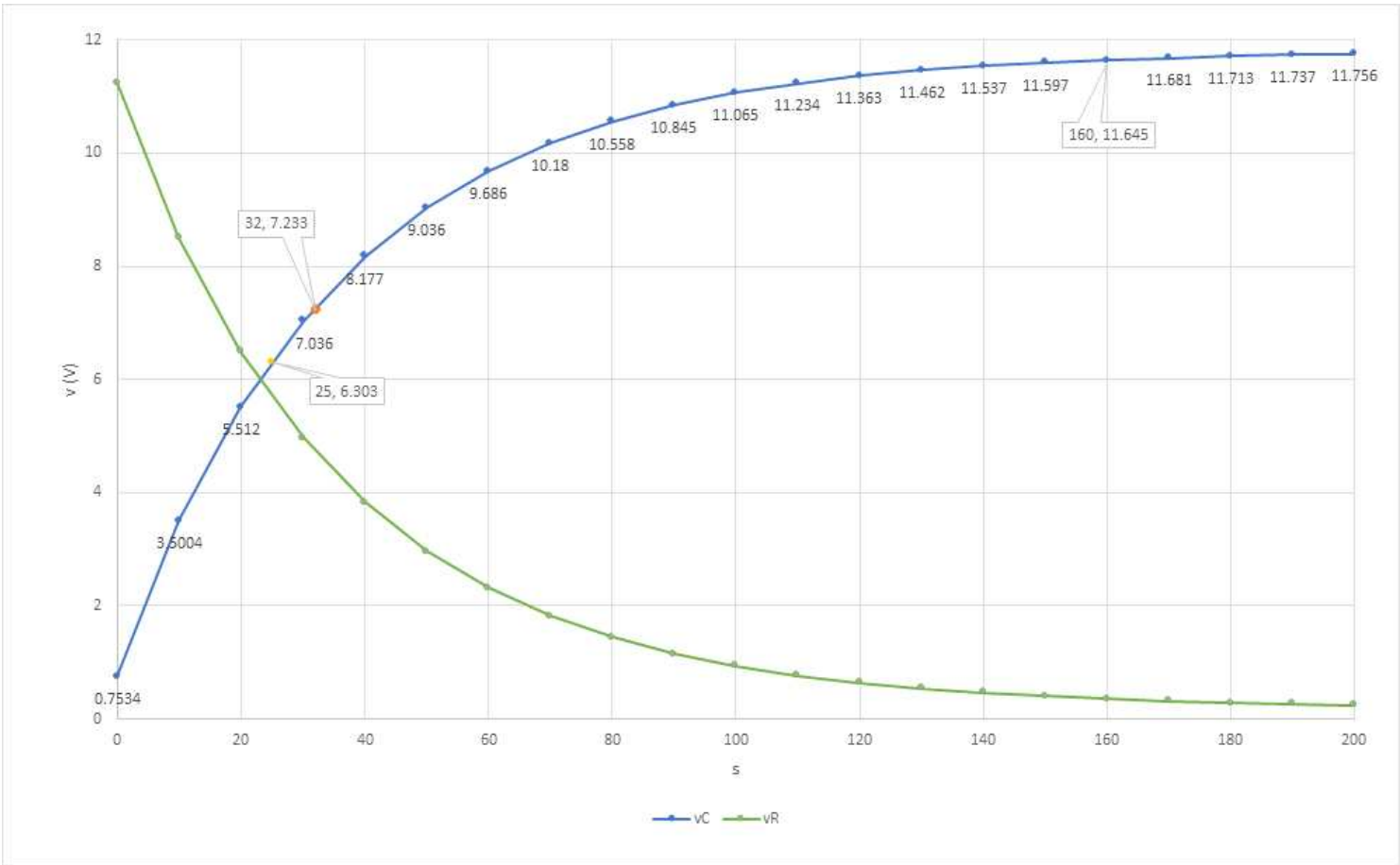
Table 16.2

$t(s)$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$v_C\,(V)$	0.7534	3.5004	5.512	7.036	8.177	9.036	9.686	10.180	10.558	10.845
$v_R\,(V)$	11.2466	8.4996	6.488	4.964	3.823	2.964	2.314	1.82	1.442	1.155

$t(s)$	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
$v_C\,(V)$	11.065	11.234	11.363	11.462	11.537	11.597	11.645	11.681	11.713	11.737	11.756
$v_R\,(V)$	0.935	0.766	0.637	0.538	0.463	0.403	0.355	0.319	0.287	0.263	0.244

$v_R = E - v_C = 12 - v_C(V)$ 로, 각 v_C 값을 대입하여 계산하였다.

Graph 16.1



그래프에서 찾아낸 1τ 후의 v_C 는 7.233V이다. 이론값인 $12\,V \times 63.2\% = 7.584\,V$ 와 유사한 값을 가지므로, 축전기가 충전 시 $v_c = E(1 - e^{-t/\tau})$ 에 따라 v_C 가 E 의 63.2%가 되는 시간이 τ 인 것을 실험으로 확인할 수 있었다.

Table 16.3

	1τ	5τ	25s (equation)	25s (graph)
v_C	7.233 V	11.645 V	6.506 V	6.303 V

v_C (25s (equation)) = $12(1 - e^{-25/32}) = 6.506\text{ V}$

5τ 이후에, 측정 전압은 거의 일정하여 직선 형태의 그래프가 나타나고 그 값은 12V에 매우 근접하다. 따라서 5τ 이후에 transient phase가 지나갔다고 보아도 된다.

(i)

충전 단계에서 축전기 양단의 전압은 $v_c = E(1 - e^{-t/\tau})$ 이다.

[3] 이론과 결과 사이의 오차 비교 및 분석

Table 16.2 중 v_C 에 대한 표 (V)

$t(s)$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
v_C 이론	0	2.22	5.58	7.30	8.56	9.48	10.16	10.65	11.01	11.28
v_C 측정	0.7534	3.5004	5.512	7.036	8.177	9.036	9.686	10.180	10.558	10.845
% Diff		57.67%	1.218%	3.616%	4.474%	4.683%	4.665%	4.413%	4.105%	3.856%

$t(s)$	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
v_C 이론	11.47	11.61	11.72	11.79	11.85	11.89	11.92	11.94	11.96	11.97	11.98
v_C 측정	11.065	11.234	11.363	11.462	11.537	11.597	11.645	11.681	11.713	11.737	11.756
% Diff	3.53%	3.238%	3.046%	2.782%	2.641%	2.464%	2.307%	2.169%	2.065%	1.946%	1.869%

이론값은 $v_c = E(1 - e^{-t/\tau})$ 에 $\tau = 32s$, $E = 12\text{ V}$ 를 대입하고 각 t 를 대입하여 계산하였다.

각 상대오차는 $|\frac{\text{이론값} - \text{측정값}}{\text{이론값}}| \times 100\%$ 로 계산하였다.

Graph 16.1을 보면, v_C 는 초반에 변화가 크고 후반에는 변화가 거의 없다. 또한, $t=10s$ 일 때 측정값이 3.5004V로, 이론 값인 2.22V와 57.67%의 가장 큰 오차를 가졌다. 이는 C_T 의 실제값이 $320\mu F$ 가 아니라는 것과 실험 시작 전에 축전기를 완전 방전시키지 못했기 때문에 발생한 것 같다. 측정값이 이론값보다 크기 때문에 완전 방전이 이루어지지 않았다고 유추할 수 있다. 따라서 충전 전에 충분히 방전을 시킨다면 더 정확한 측정값을 얻을 수 있을 것이다.

$t=10s$ 이외의 값들에서는 오차가 작게 발생하였다. 약간의 오차가 발생한 원인은 C_T 의 실제값이 $320\mu F$ 이 아니기 때문이다. 또한, 사람의 손으로 측정한 것 역시 오차에 영향을 줬을 것이다. 따라서 실험 전 축전기를 완전 방전시키고, 사람의 손이 아닌 정밀한 장비로 측정한다면 더 정확한 결과값을 얻을 수 있을 것이다.

전반적으로 오차가 크게 발생하지 않았기 때문에, 충전 시에 축전기 양단의 전압은 $v_c = E(1 - e^{-t/\tau})$ 에 따른다는 것을 확인할 수 있다.

Table 16.3

	1τ	5τ	25s (equation)	25s (graph)
v_C 측정값	7.233 V	11.645 V	6.506 V	6.303 V
v_C 이론값	7.59 V	11.92 V	6.506 V	6.51 V
% Difference	4.703%	2.307%		3.180%

$\tau = RC = (100 \times 10^3) \times (320 \times 10^{-6}) = 32s$

$v_C = E(1 - e^{-t/\tau})\text{ V}$ 에 $E = 12\text{ V}$, $\tau = 32s$ 를 대입하고, 0부터 200까지 각 $t(s)$ 를 대입하여 계산하여 v_C 의 이론값을 구하였다.

각 상대오차는 $|\frac{\text{이론값} - \text{측정값}}{\text{이론값}}| \times 100\%$ 로 계산하였다.

25s(equation)의 경우는, 커패시턴스를 측정하지 않았기에 이론값이 곧 측정값으로 사용되었다.

약간의 오차가 발생하였고, 이는 Table 16.2의 측정값의 오차에서 비롯하였다.

Graph 16.1에서, $v_C=12\text{ V}\times 63.2\%=7.584\text{ V}$ 일 때의 시간을 구하면 35.04s이다. 따라서 실제 시간상수는 35.04s이고, 저항의 측정값은 $99.74\text{ k}\Omega$ 이므로, $C_T=\frac{\tau}{R}=\frac{35.04}{99.74\times 10^3}=351.31\mu F$ 로 계산된다. 따라서 커패시턴스의 실제값과 표시값에 차이가 있다는 것을 확인할 수 있다.

[4] 참고문헌

INTRODUCTORY CIRCUIT ANALYSIS / 12판 / Robert L. Boylestad, Gabriel Kousourou / 2015 / Pearson / 191~194p

[5] Exercise

Exercise 15.1

- (a) $\tau=RC=100\times 10^3\times 10\times 10^{-6}=1s$
- (b) $v_C=10(1-e^{-10})=9.9995\text{ V}$
- (c) $i=\frac{E}{R}e^{-t/\tau}=\frac{10}{100\times 10^3}e^{-5}=6.738\times 10^{-7}\text{ A}\approx 0\text{ A}$ (충분한 시간 후에는 축전기에 전류가 흐르지 않는다고 가정 가능)
- (d) $V_{R_1}=6.738\times 10^{-7}\times 100\times 10^3=0.0674\text{ V}$. 충분한 시간 후에 공급 전압 중 대부분은 커패시터에 걸리기 때문에, R_1 에 걸리는 전압은 매우 작다.
- (e) $W=\frac{1}{2}CV^2=\frac{1}{2}(10\times 10^{-6})(10)^2=5\times 10^{-4}\text{ J}$ (충분한 시간 후)

Exercise 15.2

- (a) 0s에서 커패시터에 걸리는 전압 = 0V, 저항에 걸리는 전압 = 10V, 따라서 $i=\frac{V}{R}=\frac{10}{100\times 10^3}=10^{-4}\text{ A}=0.1\text{ mA}$
 - (b) 0s에서 커패시터에 걸리는 전압 = 0V, 저항에 걸리는 전압 = 10V
 - (c) 위의 두 전압과 전류는 일관되지 않는다. 시간이 지나면서 커패시터에 걸리는 전압은 이론상 10V까지 증가하기 때문이다.
 - (d) $W=\frac{1}{2}CV^2, V=0, W=0\text{ J}$
 - (e) $p=vi=E(1-e^{-t/\tau})\frac{E}{R}e^{-t/\tau}=\frac{10^2}{100\times 10^3}e^{-t}(1-e^{-t})\text{ W}$
- $f(t)=e^{-t}-e^{-2t}, f'(t)=-e^{-t}+2e^{-2t}=0$ 따라서 $e^{-t}+2e^{-2t}=0, e^{-t}=\frac{1}{2}, t=\ln 2=0.693s$ 에서 p 가 최댓값을 가진다.