

# 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.

<14주차 예비 보고서>

학 부: 전자공학과

제출일: 2020.06.07

과목명: 기초전기실험

교수명: 구형일 교수님

분 반: 7

학 번: 202021025

성 명: 안준영

## [1] 실험이론

직렬 R-L-C 회로에서, 공급되는 전원의 주파수가 변경되면 인덕터와 커패시터의 리액턴스가 바뀌게 된다. 이때,  $X_L = X_C$ , 즉  $2\pi f L = \frac{1}{2\pi f C}$ ,  $f = \sqrt{\frac{1}{LC}}$  가 되는 지점의 주파수를  $f_s$ , 공진주파수라 하고  $f_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  이다.

$$(w_s = \sqrt{\frac{1}{LC}})$$

임피던스를 살펴보면,  $Z_L + Z_C = j2\pi f_s L + \frac{1}{j2\pi f_s C} = 0$ 이다. 따라서 임피던스는 저항의 값만을 갖는다. 그러므로 주파수가 공진주파수일 때, 임피던스의 값이 최저가 되고  $V = IZ$ 이므로, 전류의 값이 최대가 된다. 즉, 저항에 걸리는 전압은 최대가 된다. 공진주파수에서,  $X_L = X_C$ 이므로 인덕터와 커패시터에 걸리는 전압의 크기가 같다. 주파수가 공진주파수보다 작다면  $V_C > V_L$ 이고, 주파수가 공진주파수보다 크다면  $V_L > V_C$ 이다.

대역폭 The bandwidth  $BW = f_2 - f_1$ 이다.  $f_1, f_2$ 는 half-power frequencies이다. 공진주파수에서의 전력의 절반이 되는 전력을 가질 때의 주파수를 의미한다. 이때, 전력은 전류의 제곱에 비례하므로 최대 전류  $I_m$ 에 대하여  $\frac{1}{\sqrt{2}} I_m$ 인 지점과도 같다.

Q factor는  $Q = w_s \frac{L}{R} = \frac{f_s}{BW}$ 이다. Q가 커지면 그래프가 뾰족해지고, 대역폭은 작아진다. 반대로 Q가 작은 값을 가지게 되면 그래프는 완만해지고 대역폭은 커진다.

## [2] 실험장비

1. 저항 -  $33\Omega, 220\Omega$
2. 인덕터 -  $10\text{mH}$
3. 커패시터 -  $0.1\mu F, 1\mu F$
4. DMM, 오실로스코프

## [3] 실험과정 및 예상결과

## 실험과정

(a) Fig. 12.3과 같이 회로를 구성하고  $R, R_L$ 을 측정한다.

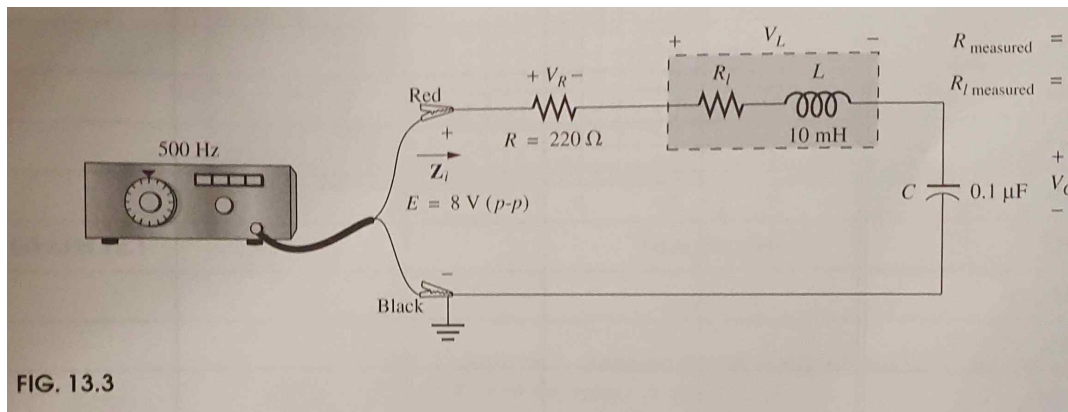


FIG. 13.3

(b)  $f_s, w_s$ 을 인덕터와 커패시터의 표시값으로 계산한다.

(c) Table 13.2의 모든 주파수에서  $V_C, V_L, V_R$ 을 측정한다. 이때, 소자의 위치를 바꾸어가면서 측정할 수 있다.

(d) 옴의 법칙을 이용하여  $I_{p-p}$ 를 계산한다.

(e) 각 주파수에서 임피던스  $Z_i$ 를 계산한다.

(f)  $Z_i - f$  그래프를 작성한다.(Graph 13.1)

(g) 공진에서의  $Z_i$ 와  $R_T = R + R_L$ 을 비교한다.

(h) 직렬 공진 회로에서 주파수에 따라 임피던스가 어떻게 변하는지 검토한다. 제일 낮은 주파수와 제일 높은 주파수에서 어떤 소자가 임피던스에 가장 큰 영향을 주었는지 검토한다.

(i) 공진 주파수에서 임피던스가 가장 작다면, 공진에서의 전류에 대하여 어떤 사실을 확인할 수 있는지 검토한다.

$I_{p-p} - f$  그래프를 작성한다. (Graph 13.2). 최대 전류값과  $I_{p-p} = \frac{E_{p-p}}{R + R_L}$ 을 비교한다.

- (j)  $V_{R(p-p)}-f$  그래프를 작성한다. (Graph 13.3)
- (k)  $V_{L(p-p)}-f$ ,  $V_{C(p-p)}-f$  그래프를 작성한다(Graph 13.4). 각 소자의 전압의 최대값을 기록한다.  $V_C$ 는  $f_s$ 이전에 최대이고  $V_L$ 은  $f_s$  이후에 최대인지 확인한다.  $V_R$ 이 전류가 최대값을 가지는 주파수에서 최대인지 검토한다.
- (l) Graph 13.2에서 공진, half-power frequencise를 찾아 기록한다. BW를 결정하여 기록한다. 저항의 측정값을 이용하여  $Q_S = \frac{X_L}{R_T}$ 을 계산한다. 공진주파수와 대역폭을 이용하여  $Q_S = \frac{f_s}{BW}$ 를 구한다. 두 Q인자를 비교한다.
- (m) Fig. 13.3에서 커패시터 위치에 저항을 배치하고 오실로스코프에  $E$ ,  $V_R$ 을 띄운다. 주파수를 0~10kHz로 변경시키면 서 어떤 주파수에서 두 신호의 위상이 같아지는지 확인한다. 그때의 주파수를 이용하여 임피던스를 검토한다.

예상결과

Table 13.1

$w_s$	31622.7766 rad/s
$f_s$	5032.9212 Hz

$$w_s = \sqrt{1/(10mH \times 0.1 \mu F)} = 31622.7766 rad/s$$

$$f_s = w_s/(2 \pi) = 5032.9212 \text{ Hz}$$

Table 13.2

Frequency	$V_C$ (V)	$V_L$ (V)	$V_R$ (V)	$I_{p-p}$ (mA)	$Z_i(\Omega)$
500 Hz	8.05324	0.079482	0.5566	2.53	220 - j3151.683
1000 Hz	8.244226	0.325469	1.1396	5.18	220 - j1528.617
2000 Hz	9.024085	1.425026	2.4948	11.34	220 - j670.111
3000 Hz	10.45117	3.713363	4.334	19.7	220 - j342.02
4000 Hz	12.05599	7.615221	6.666	30.3	220 - j146.56
5000 Hz	11.57279	11.42189	7.99854	36.357	220- j4.151
6000 Hz	8.594367	12.21451	7.128	32.4	220 + j111.733
7000 Hz	6.002415	11.61133	5.808	26.4	220 + j212.459
8000 Hz	4.2375	10.70655	4.686	21.3	220 + j303.711
9000 Hz	3.165415	10.12221	3.938	17.9	220 + j388.648
10000 Hz	2.450986	9.676105	3.388	15.4	220 + j469.164
$f_s = 5032.9212 \text{ Hz}$	11.49931	11.49931	8.00008	36.364	220
5536.2133 Hz	10.09054	12.20955	7.722	35.1	220 + j60.371
4529.6291 Hz	12.22747	9.904254	7.656	34.8	220 - j66.759

각 주파수에서의  $X_L = 31.416, 62.832, 125.664, 188.496, 251.327, 314.159, 376.991, 439.823, 502.655, 565.487, 628.319, 316.228, 347.851, 284.605 \text{ } (\Omega)$

각 주파수에서의  $X_C = 3183.099, 1591.549, 795.775, 530.516, 397.887, 318.310, 265.258, 227.364, 198.944, 176.839, 159.155, 316.228, 287.480, 351.364 \text{ } (-\Omega)$

각 주파수에서의 임피던스 = 220 - j3151.683, 220 - j1528.617, 220 - j670.111, 220 - j342.02, 220 - j146.56, 220- j4.151, 220 + j111.733, 220 + j212.459, 220 + j303.711, 220 + j388.648, 220 + j469.164, 220, 220 + j60.371, 220 - j66.759  $(\Omega)$

$$\text{각 주파수에서의 } I_{p-p} = \frac{E}{Z}$$

2.53mA, 5.18mA, 11.34mA, 19.7mA, 30.3mA, 36.357mA, 32.4mA, 26.2mA, 21.3mA. 17.9mA, 15.4mA, 36.364 mA, 35.06mA, 34.8mA

$$V_C = I_{p-p} \times Z_C$$

$$V_L = I_{p-p} \times Z_L$$

$$V_R = I_{p-p} \times R \text{ 로 계산하였다.}$$

Graph 13.1

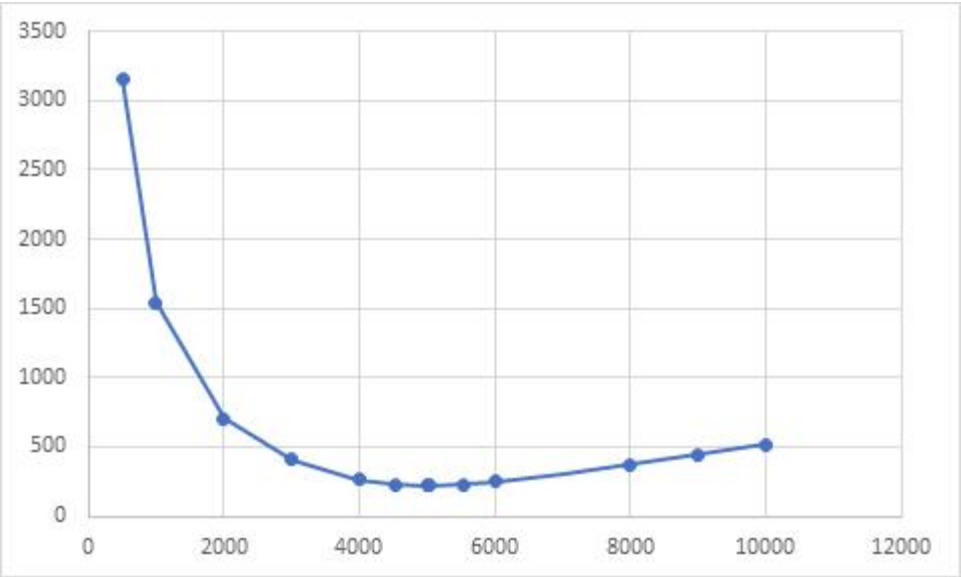


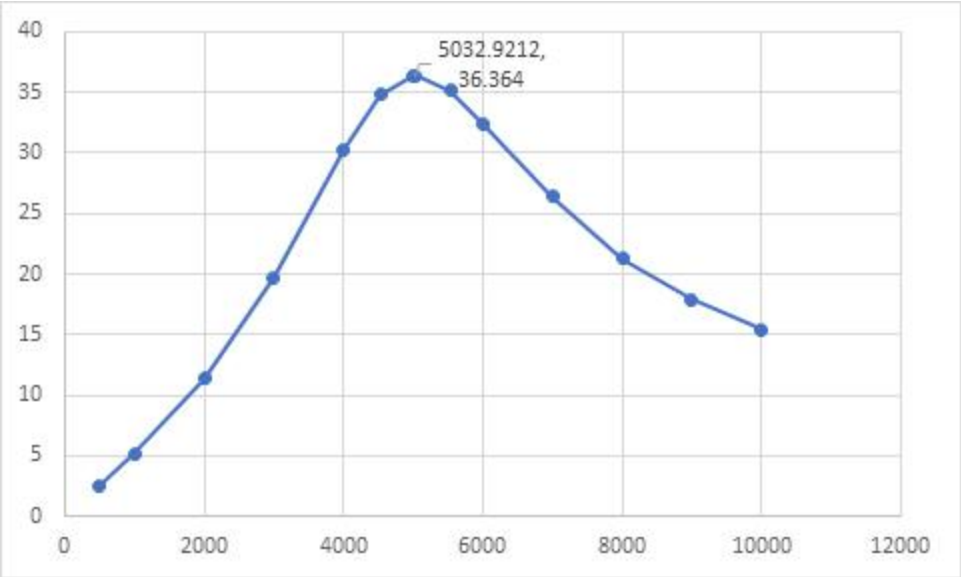
Table 13.3

$Z_i$	220 $\Omega$
$R_T$	220 $\Omega$

Table 13.4

$I_{\max}$	36.364

Graph 13.2



Graph 13.3

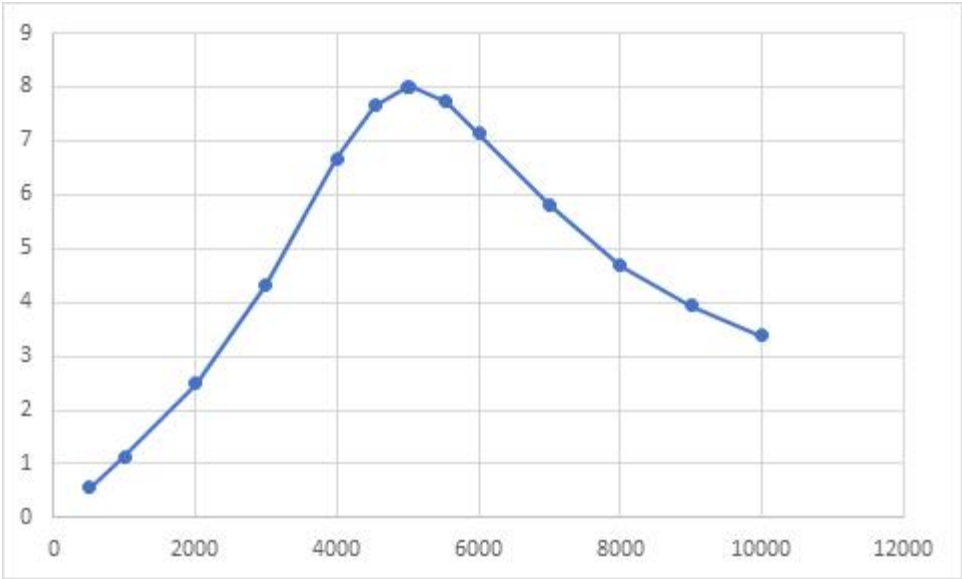


Table 13.5

$f_{\max}(V_R)$	5032.9212 Hz
$f_{\max}(V_L)$	6000 Hz
$f_{\max}(V_C)$	4000 Hz
$f_1$	3578.018 Hz
$f_2$	7079.420 Hz
BW	3501.402 Hz
$Q_S$	1.437
$Q_S$	1.437
f	5032.9212 Hz

공진에서의  $I_{p-p}$ 는 36.364mA이다. 따라서,  $f_1, f_2$ 에서의 전류는  $36.364 \frac{1}{\sqrt{2}} = 25.713\text{mA}$ 이다.

그러므로,  $25.713 \times 10^{-3} = \frac{8}{\sqrt{220^2 + (X_L - X_C)^2}}$  의 방정식을 해결하면  $f = 3578.018, 7079.420 \text{ Hz}$ 가 나온다.

$$BW = f_2 - f_1 = 3501.402\text{Hz}$$

$$Q_S = \frac{X_L}{R_T} = 1.437$$

$$Q_S = \frac{f}{BW} = 1.437$$

Graph 13.4

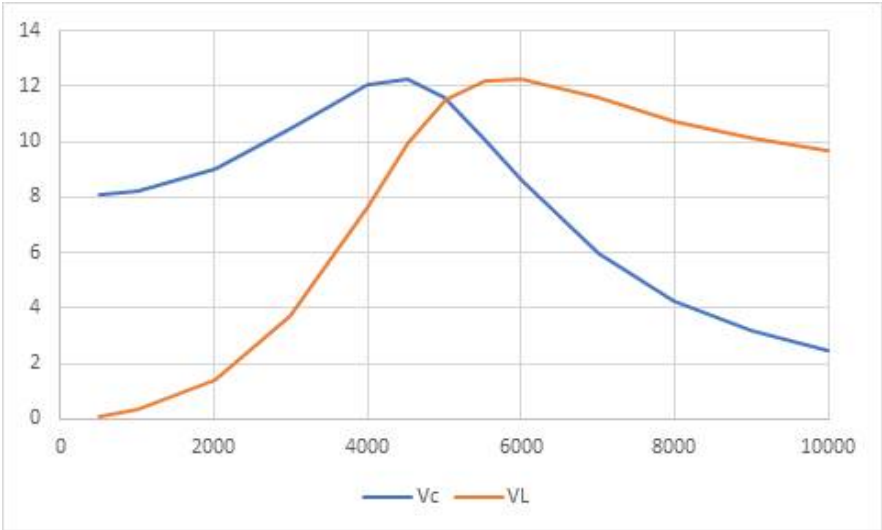
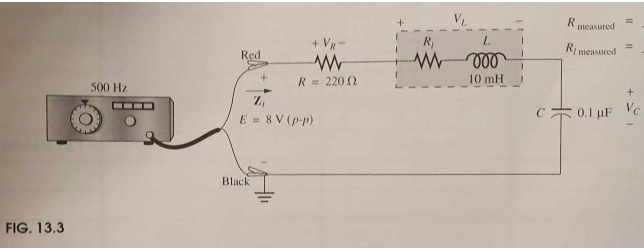


Fig. 13.3

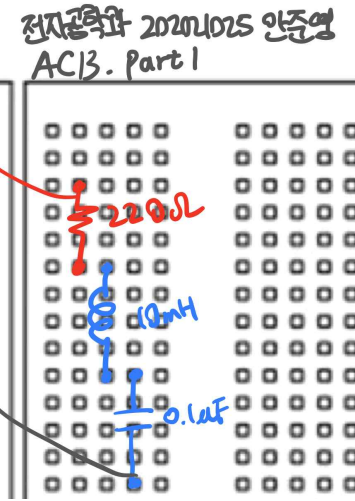


직렬 R-L-C 회로이다. 공진주파수  $f_s$ 는 앞서 계산하였듯이 5032.9212Hz이다. 이번 실험에서는 인덕터의 내부 저항을 고려해야 하지만 그 값을 알 수 없어 결과값 예상에서는 제외하였다.

[4] 참고문헌

INTRODUCTORY CIRCUIT ANALYSIS / 12판 / Robert L. Boylestad, Gabriel Kousourou / 2015 / Pearson / 414~426p

[5] 회로결선도



## [3] 실험과정 및 예상결과

## 실험과정

- (a) Fig.12.3에서 저항 소자를  $33\Omega$ 으로 교체 후 part1:(a)~(e)를 반복한다.
- (b)  $Z_i - f$  그래프 작성 후 공진주파수를 확인한다. 공진주파수가 part1에서의 공진주파수와 같은지 확인한다. 합성 저항의 최소값이  $R + R_l$ 인지 확인한다.
- (c)  $I_{p-p} - f$  그래프 작성 후 part1에서의 그래프와 비교한다. 전류의 최대값을 비교한다. 전류의 최대값 계산 후 측정값과 비교한다.
- (d)  $V_{R(p-p)} - f$  그래프를 작성한다.  $I_{p-p}$ 와 같은 주파수에서 최대값을 가지는지 확인한다.
- (e)  $V_{L(p-p)} - f$ ,  $V_{C(p-p)} - f$  그래프 작성 후 최대값을 확인한다.  $V_{L(p-p)}$ ,  $V_{C(p-p)}$ 가 최대가 되는 주파수가 part1에서보다 공진주파수에 가까워 졌는지 확인한다.
- (f)  $I_{p-p} - f$ 에서 half-power frequencies를 확인하고, BW를 결정한다.  $Q_S = \frac{X_L}{R_T} = \frac{f_S}{BW}$ 의 두가지 방법으로 Q인자를 구한다. 두 값을 비교한다.

## 예상결과

Table 13.6

$R$	$33\Omega$
$\Omega_S$	$33\Omega$
$f_s$	5032.9212 Hz

$$f_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 5032.9212 \text{ Hz}$$

Table 13.7

(주파수 오름차순으로 작성)

Frequency	$V_C$ (V)	$V_L$ (V)	$V_R$ (V)	$I_{p-p}$ (A)	$ Z_i (\Omega)$
500 Hz	8.079301	0.07974	0.08376	0.002538	3151.856
1000 Hz	8.326868	0.328732	0.172654	0.005232	1529.074
2000 Hz	9.488715	1.498398	0.393488	0.011924	670.9231
3000 Hz	12.35162	4.388603	0.768315	0.023282	343.6092
4000 Hz	21.18828	13.38368	1.757315	0.053252	150.2292
4529.6291 Hz	37.74555	30.5739	3.545049	0.107426	74.47006
5000 Hz	76.56281	75.56446	7.937462	0.240529	33.26
$f_s = 5032.9212 \text{ Hz}$	76.66128	76.66128	8	0.242424	33
5536.2133 Hz	33.42722	40.44694	3.837133	0.116277	68.80136
6000 Hz	18.2145	25.88686	2.266012	0.068667	116.5042
7000 Hz	8.459814	16.36502	1.227871	0.037208	215.0063
8000 Hz	5.209676	13.16287	0.864161	0.026187	305.4987
9000 Hz	3.627032	11.59835	0.676843	0.02051	390.0463
10000 Hz	2.707161	10.68744	0.561317	0.01701	470.3227

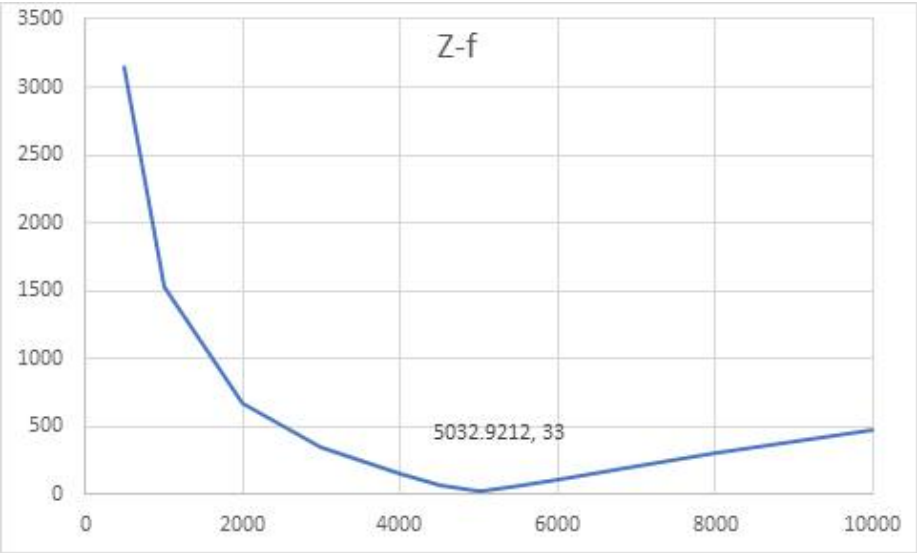
$X_L$ ,  $X_C$ 은 동일하므로, 총 임피던스 값에서 저항값만 변경하여 나머지 계산 진행.

$$(I_{p-p} = \frac{E}{Z}, V_C = I_{p-p} \times Z_C, V_L = I_{p-p} \times Z_L, V_R = I_{p-p} \times R)$$

공진 주파수는 이론상 변경되지 않는다.

최대 전류값이 이론상 변경되었다.

Graph 13.1



$Z_i-f$  그래프의 모양은 이론상 바뀌지 않는다.

Graph 13.2

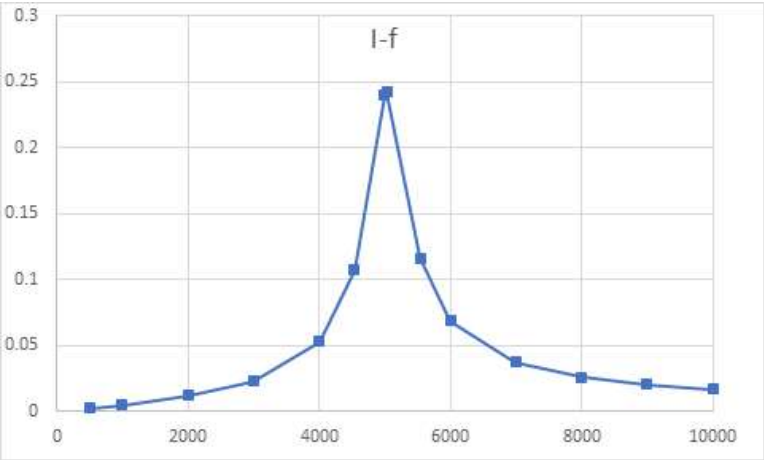


Table 13.8

$I_{\max}$	0.242424 A
------------	------------

Graph 13.3

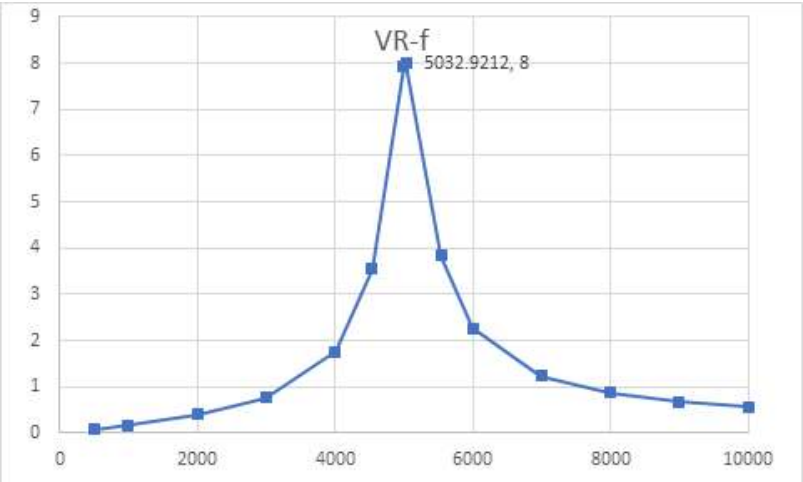




Table 13.9

$f_{\max}(V_R)$	5032.9212 Hz
$f_{\max}(V_L)$	5032.9212 Hz
$f_{\max}(V_C)$	5032.9212 Hz
$f_1$	4777.104 Hz
$f_2$	5302.437 Hz
BW	523.333 Hz
$Q_S$	9.58
$Q_S$	9.58

공진에서의  $I_{p-p}$ 는 0.242424A이다. 따라서,  $f_1, f_2$ 에서의 전류는  $0.242424 \frac{1}{\sqrt{2}} = 0.1714A=25.713mA$ 이다.

그러므로,  $0.1714 = \frac{8}{\sqrt{33^2 + (X_L - X_C)^2}}$  의 방정식을 해결하면  $f = 4777.104, 5302.437 Hz$ 가 나온다.

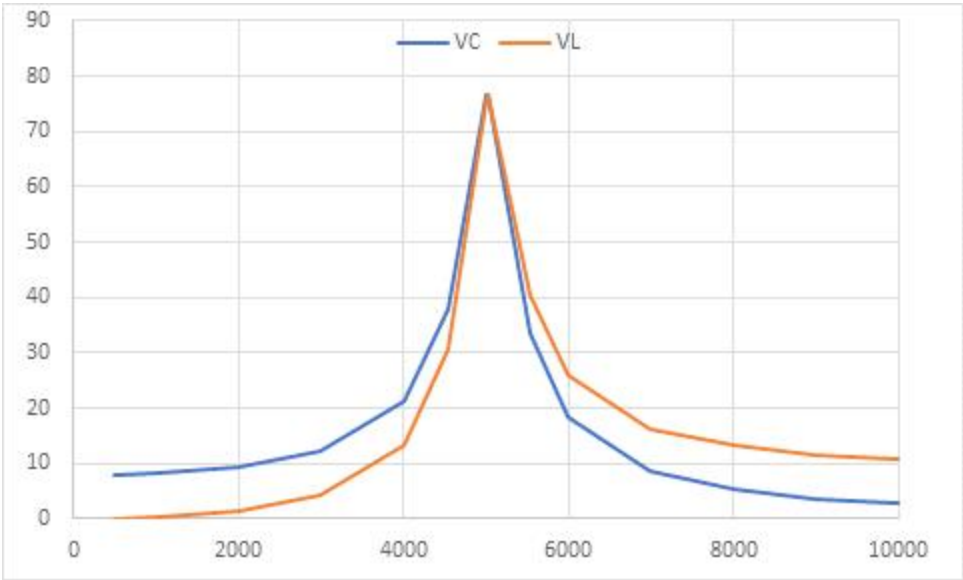
$BW=f_2-f_1=525.333Hz$

$Q_S=\frac{X_L}{R_T}=9.58$

$Q_S=\frac{f}{BW}=9.58$

Part1에서보다, 대역폭이 줄어들고 Q인자 값이 커진 것을 확인할 수 있다.  $f_{\max}(V_L), f_{\max}(V_C)$ 의 경우, 이론적으로 part1에서보다 공진 주파수에 가까운 것을 확인할 수 있다. 이에 맞게 실험값이 측정될 것이다.

Graph 13.4



회로분석  
Fig13.3에서 저항 소자를 33Ω으로 변경한 회로이다. 따라서 저항값이 감소하였으므로 옴의 법칙에 의해 저항 소자에 흐르는 전류는 증가한다. 공진주파수는 L과 C에 의존하므로 Fig.13.3의 공진주파수와 같다. 저항의 값이 감소함에 따라, part1에서보다 Q인자가 증가한다. 그러므로 그래프는 part1의 그래프보다 뾰족한 형태를 가진다. part1보다 대역폭 또한 감소한다.

[4] 참고문헌  
INTRODUCTORY CIRCUIT ANALYSIS / 12판 / Robert L. Boylestad, Gabriel  
Kousourou / 2015 / Pearson / 414~426p

전자공학과 20202025 안준영  
Ac13. part2

