

실험 결과 보고서 (13주차)

학 번 :
이 름 :
제출일 : 2020-06-22
분 반 : 002
실험조 : x

1. 실험 제목: Series RC Circuits

2. 실험 목적

가. RC 회로를 구성하고 Impedance를 구해본다.

3. 실험준비

가. 장비 세팅: Free OrCAD Lite 다운

나. 사용기구 및 부품: OrCAD Pspice

4. 실험결과

● 측정 절차 및 각 Procedure별 측정 결과

1) Capacitive Reactance

그림 1의 회로($R_1 = 6.8k[\Omega]$, $C = 0.01\mu F$, $V_s = 500\text{Hz}(\text{Sine Wave})$, $3.0V_{pp}$)를 구성하여 I , V_c , Z 를 측정하고 표를 기록한다. 계산값($Z = \sqrt{X_c^2 + R^2}$)으로 주파수를 계산하고 실제 값을 비교한 후 값을 변경하여 반복한다.

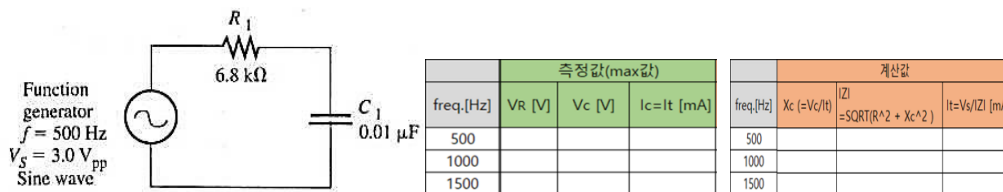


Figure 1 회로 1

첫번째로, $R_1 = 6.8k[\Omega]$, $C = 0.01\mu F$ 일 때 회로를 분석하도록 하겠다. 그림 2와 같이 회로를 구성하여 그래프 1과 같은 결과를 출력했다. V_s 의 값은 3V로 설정하였으며 freq.(f)는 1kHz로 설정하였다. V_s 를 3V로 설정했는데 그림 2에서 VAMPL이 1.5V인 이유는 진폭이기 때문이다. 진폭이 1.5V여야 3V로 설정이 가능하다.

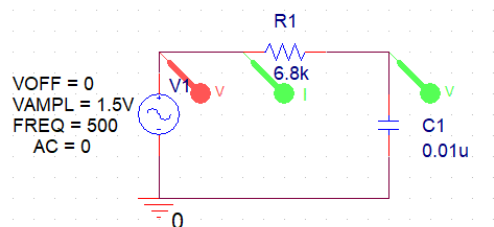
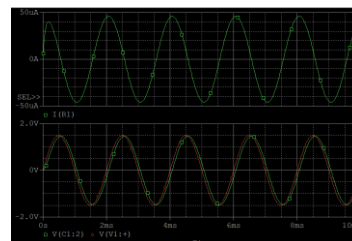


Figure 2 Freq.=500Hz



Graph 1 그림 2의 그래프

V_c 와 I_c 를 측정하기 위해서 그림 3과 같이 cursor을 사용해 측정을 해보았다. 표

1에 나와있는 것과 같이, V_c 는 1.4669[V], I_c 는 46.062 μ A로 측정되었다.

Reactance는 $X_c = \frac{V_c}{I_c}$ 이므로, V_c 와 I_c 에 측정한 값을 대입하면, $X_c = 31846.21[\Omega]$ 이다. Impedance는 $Z = \sqrt{X_c^2 + R^2}$ 이므로, X_c 에 방금 구한 X_c 값과 R 값을 대입하면, $Z = 31846.21[\Omega]$ 이다.

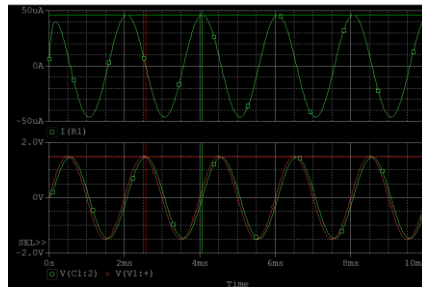


Figure 3 그래프 1 cursor

Trace Color	Trace Name	Y1	Y2
	X Values	2.5682m	4.0796m
CURSOR 1	V(C1:2)	1.4669	48.665m
	V(V1:~)	1.4664	361.889m
CURSOR 2	I(R1)	-68.044n	46.062u

Table 1 그림 3의 결과

측정값으로 구해본 Z 를 이용하여 전류(I_c)를 계산하고 측정값과 값을 비교해보도록 하겠다. 전류는 $I_t = \frac{V_s}{Z}$ 로 구할 수 있다.

Z 에 32564.10 $[\Omega]$ 을 대입하여 계산하면, $I_t = 0.046062mA$ 이다. 측정한 전류값과 계산한 전류값이 약 0.05mA로 동일함을 알 수 있다.

두번째로, 주파수의 값을 1000Hz로 변경하여 실험을 진행하도록 하겠다. 주파수를 제외한 나머지 값들은 일정하다.

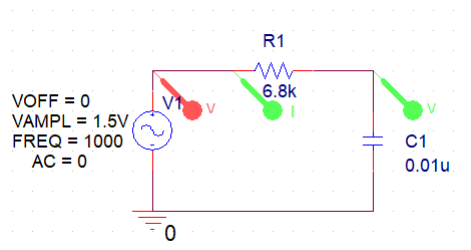
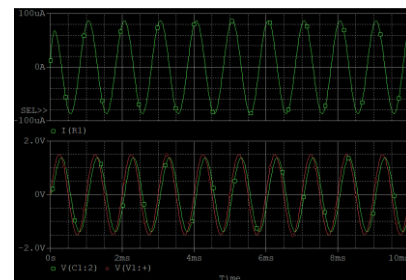


Figure 4 Freq.=1000Hz



Graph 2 그림 4의 그래프

다음으로 V_c 와 I_c 를 측정하기 위해서 그림 5와 같이 cursor를 사용해 측정하였다. 표 2를 보면 V_c 는 1.3791[V], I_c 는 86.623 μ A로 측정되었다. Reactance ($X_c = \frac{V_c}{I_c}$)는 $X_c = 15920.71[\Omega]$ 이다.

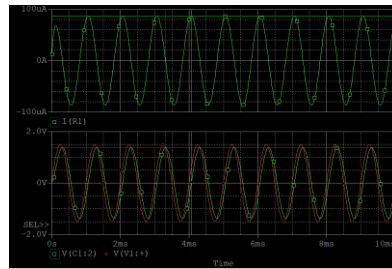


Figure 5 그래프 2 cursor

Trace Color	Trace Name	Y1	Y2
	X Values	3.3179m	4.0694m
CURSOR 1	V(C1:2)	1.3791	28.400m
	V(V1:+)	1.3671	617.786m
CURSOR 2	I(R1)	-1.7601u	86.623u

Table 2 그림 5의 결과

측정한 X_c 값을 이용하여 Impedance 값을 계산해보도록 하겠다 Impedance는 $Z = \sqrt{X_c^2 + R^2}$ 이므로, X_c 값과 R 값을 대입하면, $Z = 15920.71[\Omega]$ 이다.

전류는 $I_t = \frac{V_s}{Z}$ 이므로 Z 에 $15920.71[\Omega]$ 을 대입하여 계산하면, $I_t = 0.086644mA$ 이다. 측정한 전류값과 계산한 전류값이 약 0.09mA로 동일함을 알 수 있다.

마지막으로, 주파수를 1500Hz로 설정하여 실험을 하도록 하겠다. 마찬가지로 나머지 실험값은 일정하다.

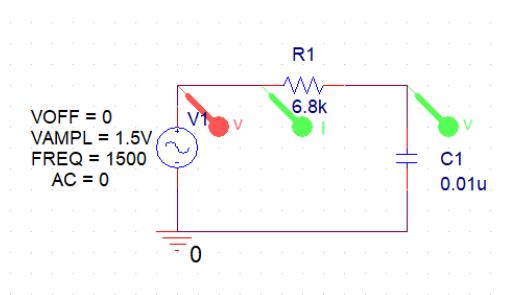
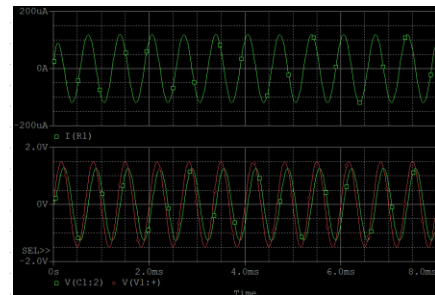


Figure 6 Freq.=1500Hz



Graph 3 그림 2의 결과

V_c 와 I_c 를 측정하기 위해서 그림 7과 같이 cursor를 사용하였다. 표 3을 확인하면, V_c 는 $1.2621[V]$, I_c 는 $119.212uA$ 로 측정되었다. $X_c = \frac{V_c}{I_c}$ 에 측정한 V_c 와 I_c 를 대입하면, $X_c = 10587.02[\Omega]$ 이다.

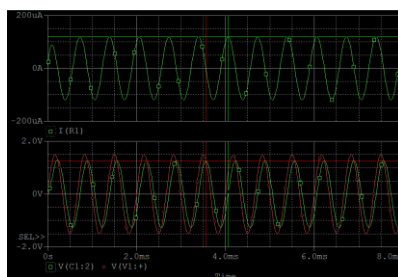


Figure 7 그래프 3 cursor

Trace Color	Trace Name	Y1	Y2
	X Values	3.5576m	4.0645m
CURSOR 1	V(C1:2)	1.2621	46.512m
	V(V1:+)	1.2849	852.713m
CURSOR 2	I(R1)	3.3438u	119.212u

Table 3 그림 7의 결과

$Z = \sqrt{X_c^2 + R^2}$ 이므로 측정한 X_c 을 이용해 Impedance 값을 구할 수 있다. $10587.02[\Omega]$ 을 대입하면, $Z = 12582.73[\Omega]$ 이다. 전류는 $I_t = \frac{V_s}{Z}$ 이므로, Z 값에 계산한 값을 대입하면 $I_t = 0.119211mA$ 이다. 계산한 전류 값은 그림 6의 회로의 전류 값

과 일치함을 알 수 있다.

실험 1을 통해 얻은 결과를 표로 정리하면 다음과 같다.

C [uF]	R [Ω]	freq. [Hz]	Vs [V]	측정값(max값)		계산값		
				Vc [V]	Ic = It [mA]	Xc (=Vc/Ic)	Z =SQRT(R^2+Xc^2)	It=Vs/ Z [mA]
0.01	6800	500	1.5	1.47	0.05	31846.21	32564.10	0.05
0.1	6800	1000	1.5	1.38	0.09	15920.71	17312.11	0.09
1	6800	1500	1.5	1.26	0.12	10587.02	12582.73	0.12

Table 4 실험 1의 결과

교류회로에서 capacitor는 교류의 흐름을 방해하는 저항 역할을 한다. 앞에서 구한 X_c 는 capacitive reactance로 교류의 흐름을 방해하는 정도이다. 또한 저항은 전류가 흐를 때 이 전류의 흐름을 방해하는 요소이다. R 또한 흐름을 방해하는 정도이다. 오늘 계산해본 Impedance는 교류회로에서 전류가 흐르기 어려운 정도를 나타낸다. 저항, 코일, 축전기가 연결된 교류회로의 합성저항을 임피던스라고 하는데, 오늘 우리가 실험한 회로는 RC회로이므로 저항, 축전기가 연결된 교류회로의 합성저항을 구한 것이다.

$Q=CV$ 이고 $C = \frac{1}{2\pi f X_c}$ 이므로 주파수가 늘어나면 양단전압이 줄어들게 되고 충전되는 양이 작기 때문에 전압이 작아지게 된다. 전압이 작아진다는 것은 리액턴스 값이 작아진다는 것이다. 이것에 비례해서 전류는 커진다. 실제 표 1을 보면 주파수가 커질수록 전압은 줄어들고 리액턴스의 값도 줄어드는 것을 확인할 수 있다. R값은 고정이었으므로 리액턴스의 값에 따라 임피던스도 줄어든다. 이것에 비례하여 전류값은 주파수가 커질수록 증가하는 것을 확인할 수 있다.

5. 고찰

이번 실험은 RC회로의 reactance를 측정하고 Impedance를 계산해보는 실험이다.

이번 실험에서 측정한 reactance는 용량리액턴스로 교류회로에서 교류전류의 흐름을 막는 capacitor의 저항 정도이다. reactance는 저항과는 조금 다르지만 저항의 역할을 한다. Impedance는 RC회로에서 합성저항을 뜻한다. 용량리액턴스와 저항으로 전류의 흐름을 방해할 수 있고, 이것을 합쳐서 나타낸 값이다. 위에서 언급한 것과 같이 주파수가 늘어나면 양단전압이 줄어들고, 충전되는 양이 줄어 전압은 작아진다. 전압이 작아지면 리액턴스의 값이 줄어들고, 전류의 값은 커진다. 실제 실험에서 이를 확인할 수 있었다.

Z를 이용해 전류를 계산하고 측정한 전류와 비교하니 계산값과 측정값이 일치하였다. 이를 통해 계산과 측정으로 구한 Z값에 큰 오차가 없다는 것을 알 수 있었다.