

실험 결과 보고서 (14주차)

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

1. 실험 제목 : Series_RC_Circuits

2. 실험 목적

- 1) 직렬 RC 회로의 전압 측정에서 capacitor의 용량 리액턴스를 계산한다.
- 2) 직렬 RC 회로의 임피던스 및 전압 페이저 다이어그램을 그린다.
- 3) 주파수가 직렬 RC 회로의 임피던스 및 전압 페이저에 어떤 영향을 미치는지 설명한다.

3. 실험준비

- 장비 세팅: pc에OrCAD Pspice를 실행한다.
- 사용기구 및 부품: OrCAD Pspice
- 팀원 역할 분담 내역: 개인별로 진행한 실험이었기 때문에 팀원 역할 분담은 따로 없었다.

4. 실험결과

1. 실험 절차

- 가) OrCAD Capture CIS를 실행하여 프로젝트를 생성한다.
- 나) Library를 추가한 후, 부품을 추가하여 회로를 그린다.
- 다) Pspice를 이용하여 simulation 하여 capacitor의 양단 전압의 최댓값과 회로에 흐르는 전류의 최댓값을 구한다.
- 라) (다)에서 구한 값을 이용하여 capacitive reactance를 계산한다.
- 마) (라)에서 구한 capacitive reactance를 이용하여 임피던스를 계산한다.
- 바) (마)에서 구한 임피던스 값을 이용하여 전류를 계산한다. 이렇게 계산한 전류와 실제 측정 값을 비교한다.

2. 실험 결과

1) 실험 1 Impedance

(가) 주파수 = 500Hz

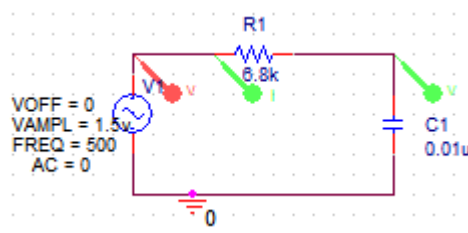


그림 1.1 $R = 6.8k\Omega$, $C = 0.01\mu F$, $V_s = 500Hz$ (sine wave), $3.0V_{pp}$ 인 회로

그림 1.1과 같이 $6.8k\Omega$ 의 저항과 $0.01\mu F$ 의 capacitor가 직렬로 연결되어 있는 회로

를 구성한다. 이때 voltage source는 sine wave이며 진폭이 1.5V이고 주파수가 500Hz이다. 이 회로를 Pspice를 이용하여 simulation 하면 결과는 다음과 같다.

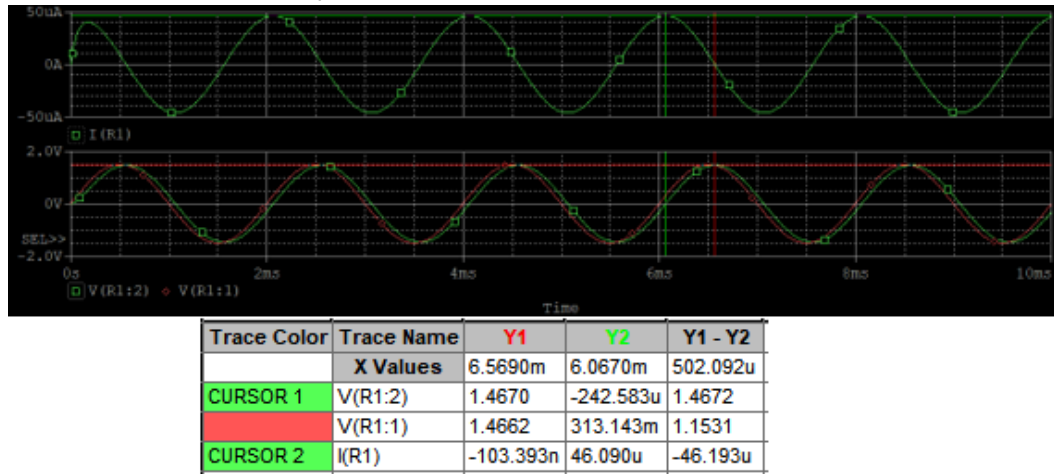


그림 1.2 그림 1.1의 simulation 결과

이 회로에 흐르는 전체 전류를 I_t , capacitor에 흐르는 전류를 I_C 라 하면, 이 회로는 직렬 연결된 회로이므로 $I_t = I_C$ 라는 것을 알 수 있다. 또한 capacitor의 양단 전압을 V_C 라 하면, V_C 의 그래프와 $I_C (= I_t)$ 의 그래프는 그림 1.2와 같다. 그림 1.2의 전압 그래프에서 적색 그래프는 voltage source인 V_S 의 그래프이고 녹색 그래프가 V_C 의 그래프이다. 위 simulation 결과에서 cursor를 이용하여 그래프를 살펴보면 V_C 의 최대값이 1.4670V, I_C 의 최대값이 46.090 μ A라는 것을 알 수 있다.

이제 측정값 V_C 와 I_C 를 이용하여 capacitive reactance를 구하고 임피던스를 계산해보면, $X_C = \frac{V_C}{I_t} = \frac{1.4670V}{46.090\mu A} = 31829\Omega$, $|Z| = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{6800^2 + 31829^2} = 32547\Omega$ 이라는 것을 알 수 있다. 이를 바탕으로 I_t 를 계산해보면, $I_t = \frac{V_S}{|Z|} = \frac{1.5V}{32547\Omega} = 46.087\mu A$ 이다. 이는 실제 측정해서 나온 전류와 값이 거의 같으므로 임피던스가 저항 역할을 하고 있다는 것을 확인할 수 있다.

(나) 주파수 = 1000Hz

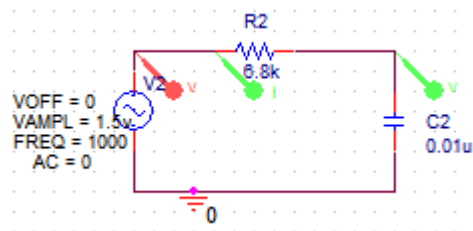
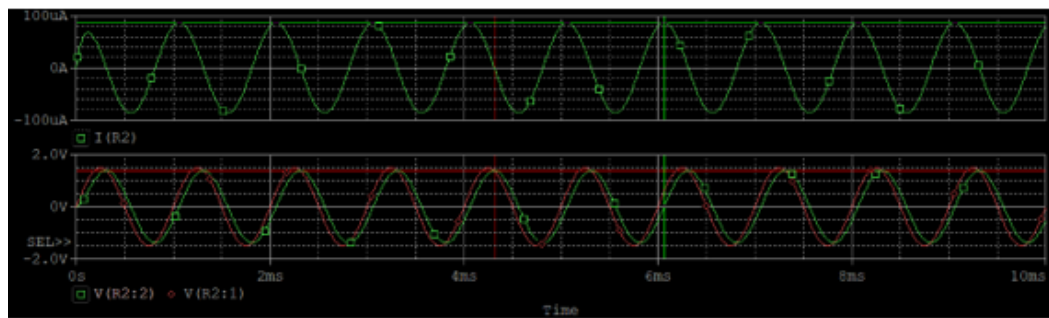


그림 2.1 $R = 6.8k\Omega$, $C = 0.01\mu F$, $V_S = 1000Hz$ (sine wave), 3.0Vpp인 회로

그림 2.1과 같이 6.8k Ω 의 저항과 0.01 μ F의 capacitor가 직렬로 연결되어 있는 회로를 구성한다. 이때 voltage source는 (가)의 경우와 같이 진폭이 1.5V이고 주파수가 1000Hz인 sine wave이다. 이 회로를 Pspice를 이용하여 simulation 하면 결과는 다음과 같다.



Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2
	X Values	4.3207m	6.0675m	-1.7468m
CURSOR 1	V(R2:2)	1.3793	31.250m	1.3481
	V(R2:1)	1.3668	625.000m	741.813m
CURSOR 2	I(R2)	-1.7933u	86.678u	-88.471u

그림 2.2 그림 2.1의 simulation 결과

그림 2.2의 simulation 결과에서 V_C 의 최댓값이 1.3793V, $I_C(=I_t)$ 의 최댓값이 86.678 μ A라는 것을 알 수 있다.

이제 V_C 와 I_C 의 측정값을 이용하여 capacitive reactance를 구하고 임피던스를 계산해보면, $X_C = \frac{V_C}{I_t} = \frac{1.3793V}{86.678\mu A} = 25913\Omega$, $|Z| = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{6800^2 + 25913^2} = 17305\Omega$ 이다. 이제 이를 이용하여 I_t 를 계산해보면, $I_t = \frac{V_s}{|Z|} = \frac{1.5V}{17305\Omega} = 86.68\mu A$ 이다. 이 역시 실제 측정해서 나온 전류와 값이 거의 같다는 것을 확인할 수 있다.

(다) 주파수 = 1500Hz

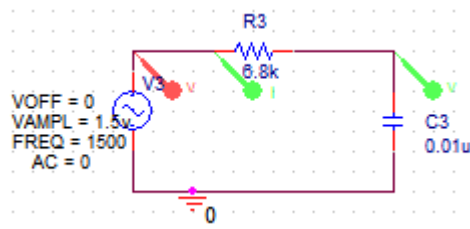
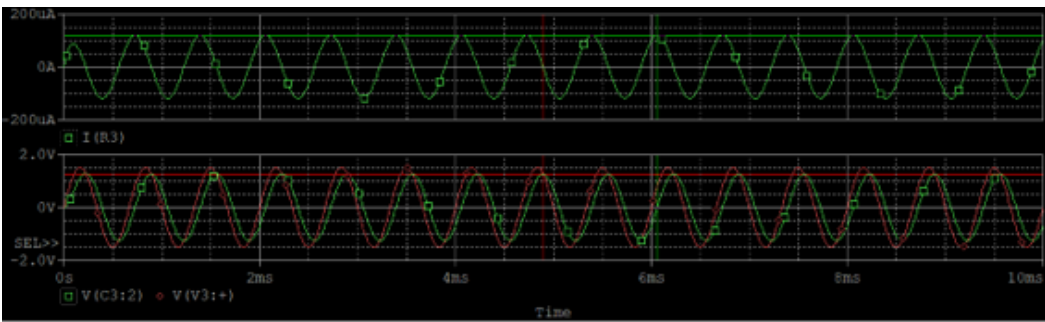


그림 3.1 $R = 6.8k\Omega$, $C = 0.01\mu F$, $V_s = 1500Hz$ (sine wave), 3.0Vpp인 회로

그림 3.1과 같이 6.8k Ω 의 저항과 0.01 μ F의 capacitor가 직렬로 연결되어 있는 회로를 구성한다. 이때의 voltage source는 진폭이 1.5V이고 주파수가 1500Hz인 sine wave이다. 이 회로를 Pspice를 이용하여 simulation 하면 결과는 다음과 같다



Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2
	X Values	4.8945m	6.0591m	-1.1646m
CURSOR 1	V(C3:2)	1.2649	-33.637m	1.2985
	V(V3:+)	1.2500	775.874m	474.126m
CURSOR 2	I(R3)	0.000	119.161u	-119.161u

그림 3.2 그림 3.1의 simulation 결과

그림 3.2의 simulation 결과에서 V_C 의 최댓값이 1.2649V, $I_C(=I_t)$ 의 최댓값이 119.161 μ A라는 것을 알 수 있다.

이제 측정값 V_C 와 I_C 를 이용하여 리액턴스를 구하고 임피던스를 계산해보면, $X_C = \frac{V_C}{I_t} = \frac{1.2649V}{119.161\mu A} = 10615\Omega$, $|Z| = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{6800^2 + 10615^2} = 12606\Omega$ 이라는 것을 알 수 있다. 또한 I_t 를 계산해보면, $I_t = \frac{V_s}{|Z|} = \frac{1.5V}{12606\Omega} = 118.988\mu A$ 이다. 이 역시 약간의 오차는 있지만 실제 측정해서 나온 전류와 값이 거의 같다는 것을 확인할 수 있다.

(가), (나), (다)의 결과를 표로 정리해보면 다음과 같다.

C[μ F]	R[Ω]	freq.[Hz]	Vs[V]	측정값(max값)		계산값		
				Vc[V]	Ic=It[mA]	Xc(=Vc/It)	Z =SQRT(R^2 + Xc^2)	It=Vs/ Z [mA]
0.01	6800	500	1.5	1.467	0.04609	31829.03	32547.30651	0.046086763
0.01	6800	1000	1.5	1.3793	0.086678	15912.92	17304.94131	0.086680444
0.01	6800	1500	1.5	1.2649	0.119161	10615.05	12606.3195	0.118987941

그림 4 실험 결과 정리

위 표를 살펴보면 입력 값에서 voltage source의 주파수만 차이가 있음을 확인할 수 있다. 이때 주파수가 커질수록 capacitor 양단 전압의 최댓값 또한 작아지고, 전류의 최댓값은 커진다는 것을 확인할 수 있다. 또한 저번 시간에 확인한 것처럼 $\frac{V_C}{I_t}$ 로 계산되는 capacitive reactance는 주파수가 커질수록 작아진다는 것을 알 수 있다. 그리고 이를 이용해서 구한 임피던스 또한 주파수가 커질수록 작아지며, 임피던스를 이용하여 구한 전류의 계산 값은 주파수가 커질수록 커지는데, 측정 값과 거의 일치한다는 것을 확인할 수 있다.

5. 고찰

이번 시간에는 Pspice를 통해 capacitive reactance와 임피던스를 구해보고 이를 이용하여 전류를 계산한 다음, 이를 실제 측정한 전류와 비교하였다. 사실 회로이론 시간에 임피던스

를 배우지 않았기 때문에 개념 자체가 낯설게 다가왔다. 하지만 임피던스는 저항과 리액턴스로 이루어진 것이었는데, 저항과 리액턴스의 개념은 이미 알고 있었기 때문에 어렵게 느껴지지 않는 않았다.

그리고 이번 시간에는 Pspice를 통해서 임피던스를 직접 구해보고 이를 이용하여 전류의 계산 값을 구할 수 있었는데, 이 계산 값이 실제 측정한 전류와 굉장히 유사하게 나와 흥미로웠다. 이론적으로 임피던스가 저항 역할을 한다고만 배웠는데, 실제로 임피던스가 저항 역할을 한다는 것을 확인할 수 있는 순간이었다.

이번 실험 또한 RC회로만 다루었고, LC회로는 다루지 않았다. 하지만 LC회로 또한 RC회로와 실험 과정이나 결과 등이 크게 달라지지 않는 것이라 생각한다. 리액턴스를 구하는 방법이나 그를 이용하여 전류의 계산값을 구하는 방법 등은 RC회로와 같기 때문이다.

우리는 계속 Pspice로 실험을 진행했기 때문에 오차가 매우 작게 나왔는데, 실제로 실험실에서 실험을 했다면 결과가 어떻게 나왔을지 궁금하다. 그동안 Pspice로 실험하여 이 프로그램을 사용하는 데에 익숙해지고, 또 실험 결과도 오차가 작게 나와 좋은 점도 있었지만, 직접 실험실에서 실험을 하지 못한 데에는 아쉬움이 남는다.