

6. 주파수 응답을 이용한 해석법

6.8 실험 실습: Lab 6

이 실험에서는 2차 디지털 필터의 주파수 응답을 측정하는 실험을 실시한다. STM32CubeIDE에서 2장 Lab2의 2.7.1 A/D 컨버터와 동일하게 프로젝트 설정을 한다. 다만 샘플링 주파수를 50 kHz로 증가 시킨다. 그림 6-78은 샘플링 주파수를 50 kHz로 증가 시키기 위한 TIM10의 설정 화면을 보여준다.

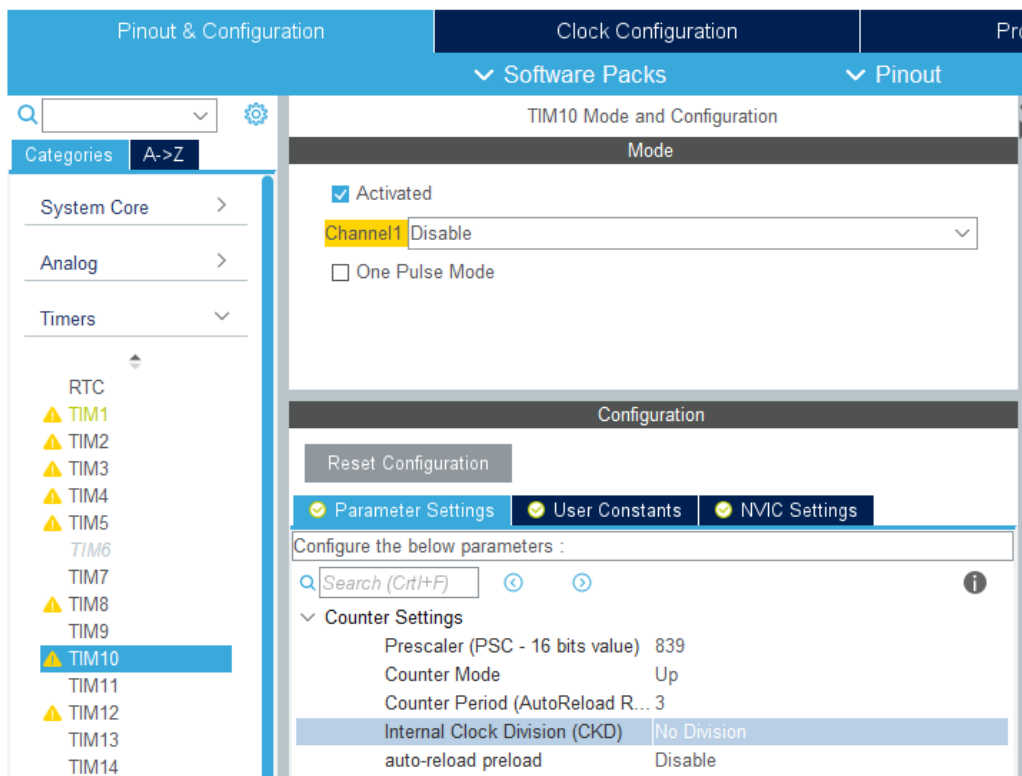


그림 6-78 TIM10 설정

4장의 4.7.1절의 코드와 동일한 코드를 사용하되 샘플링 주기와 대역폭에 관한 설정을 하는 아래의 코드만 변경한다.

코드 6.1

```
/* USER CODE BEGIN 1 */  
    wn = 2*3.14*100;zeta = 0.2;  
    delt = 0.00002;  
/* USER CODE END 1 */
```

이 실험의 2차 디지털 필터는 아날로그 필터 식을 디지털로 근사화 해서 구현을 한다. 따라

서 주파수가 충분히 높지 않을 경우 이론과 차이가 많이 발생할 가능성이 있으므로 샘플링 주파수를 충분히 높여서 실험을 실시한다.

이 실험에서 구현하는 필터의 고유 주파수는 다음과 같다.

$$\omega_n = 2\pi \times 100 \text{ (rad/sec)} \quad (6.127)$$

이 실험에서는 다음과 같은 감쇠비(damping ratio)에 대해서 주파수 응답을 측정한다.

$$\zeta = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 \quad (6.128)$$

함수 발생기와 오실로스코프의 연결은 4장의 4.7.1절과 동일하며, 차이점은 함수 발생기에서 구형파가 아닌 정현파를 발생시킨다는 점이다. 함수 발생기에서 peak-to-peak 전압이 2V인 정현파가 발생하도록 설정한다. 오실로스코프의 채널1에는 함수 발생기의 출력을 채널2에는 D/A 변환기의 출력을 연결한다. 실습용 보드에 프로그램을 실행하면 주파수가 같은 입력과 출력의 정현파를 볼 수 있다. 그림 6-79는 $\zeta = 0.4$ 이며 정현파의 주파수가 100 Hz인 경우에 입력과 출력을 보여준다. 오실로스코프 화면에서 출력 정현파의 크기를 입력 정현파의 크기로 나누어서 입출력 신호의 크기비를 측정할 수 있다.

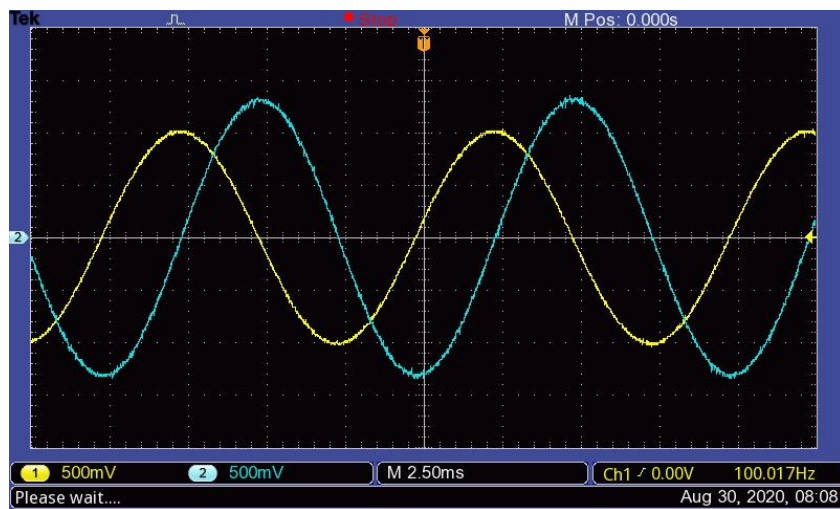


그림 6-79 오실로스코프 화면

여러 가지 감쇠비 ζ 에 대해서 함수 발생기에서 출력하는 정현파의 주파수를 변경하며 입력과 출력의 크기 비를 측정해서 표 6.1의 빈칸을 채운다.

표 6.1 크기 주파수 응답 측정 데이터

Frequency(Hz)	$\zeta = 0.2$	$\zeta = 0.4$	$\zeta = 0.6$	$\zeta = 0.8$
10				
20				
50				
100				
200				
500				
1000				

표 6.1의 표를 텍스트 형식의 파일로 작성한다. 각 줄의 첫째 항목은 주파수, 둘째 항목은 입출력 비값을 입력한다. 데이터 파일의 이름은 확장자 없이 data로 정하고 저장한다. 아래의 MATLAB 코드와 같은 폴더에 데이터 파일을 저장하고 MATLAB 프로그램을 실행하면 그림 6-80과 같은 크기 주파수 응답 그래프를 볼 수 있다.

코드 6.2

```
clear
load data
semilogx(data(:,1),20*log10(data(:,2)),data(:,1),20*log10(data(:,3)),data(:,1),
20*log10(data(:,4)),data(:,1),20*log10(data(:,5)))
grid
axis([10 1000 -40 10])
xlabel('Frequency(Hz)')
ylabel('Magnitude(dB)')
```

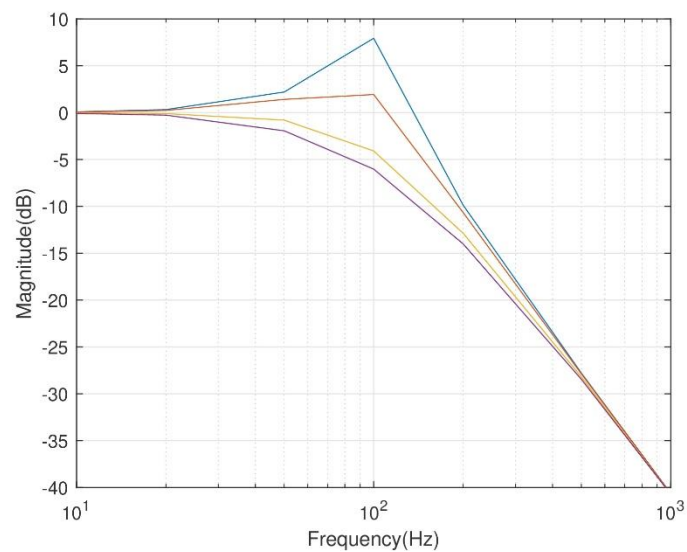


그림 6-80 측정된 2차 필터의 주파수 크기 응답 그래프

실습 연습문제 6.1

위의 주파수 응답 측정 실험과 동일한 방법을 이용해서 2장의 2.7.2절에서 구현한 1차 시스템의 주파수 응답 그래프를 그린다. 주파수 응답 그래프에서 차단 주파수 f_c (cut-off frequency, 3dB frequency) 를 구해보고 아래의 식 값과 일치하는지 확인한다.

$$\tau = \frac{1}{\omega_c} = \frac{1}{2\pi f_c} \quad (6.129)$$

이 실험의 디지털 필터는 아날로그 필터를 디지털 식으로 근사화해서 구현한 필터이다. 근사식에 따른 오차를 줄이기 위해서 필터의 차단 주파수보다 월등히 높은 주파수의 샘플링 주파수를 사용해서 실험을 실시했다. 디지털 필터에 관한 상세한 이론은 이 책의 범위를 벗어나므로 이곳에서는 다루지 않는다.