

控制系統 HW4 106061226 施竣笙

Problem 1

(1) Transfer function for different C

C=[0 0 1 0]:

```
num =  
      0      0 -1.0000  0.0000  0.0000  
  
den =  
      1.0000      0 -19.6000      0      0
```

C=[0 0 1 1]:

```
num =  
      0 -1.0000 -1.0000      0      0  
  
den =  
      1.0000      0 -19.6000      0      0
```

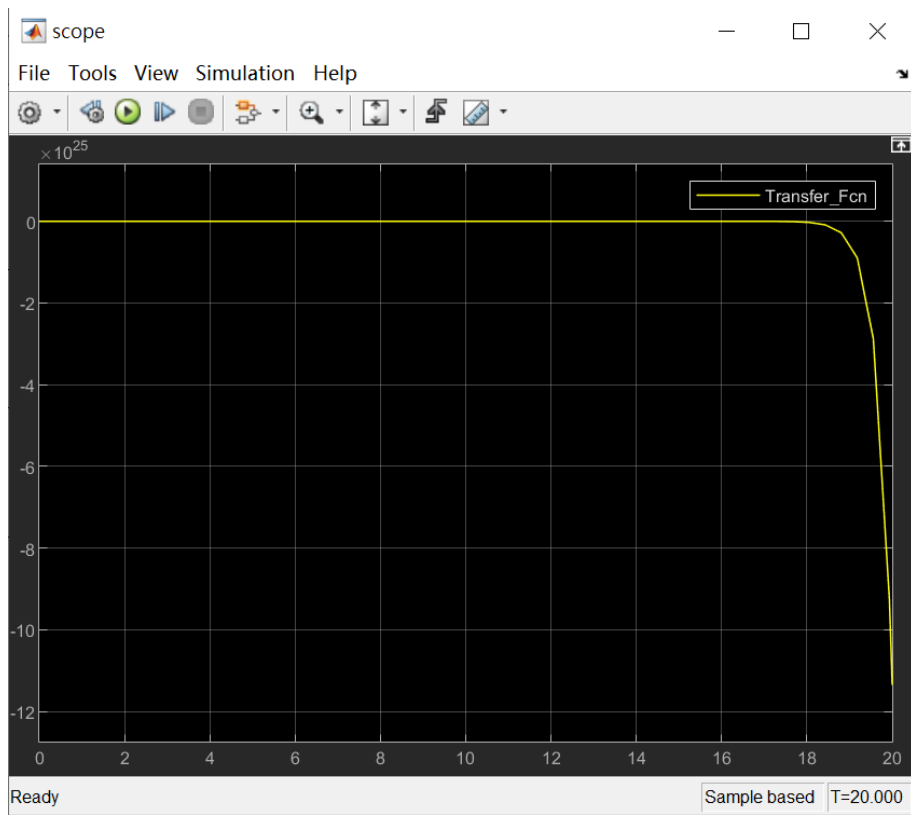
C=[0 1 1 1]:

```
num =  
      0 -0.5000 -1.0000 -9.7510      0  
  
den =  
      1.0000      0 -19.6000      0      0
```

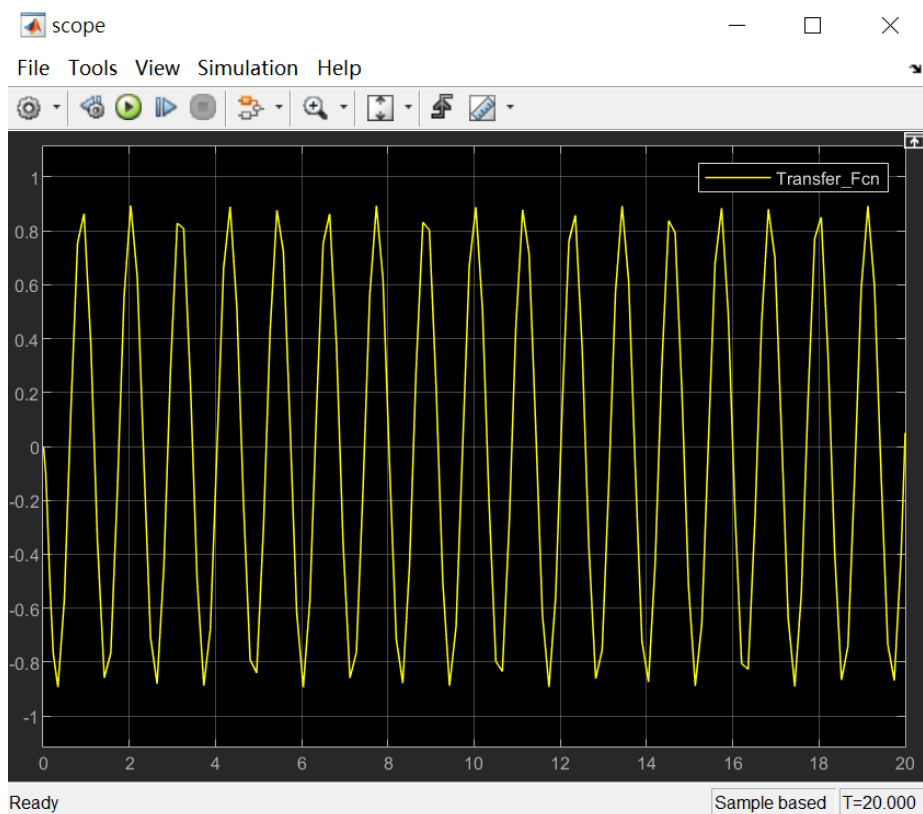
(2) Output response in s-domain with Simulink for different K for each C

(a) $C = [0 \ 0 \ 1 \ 0]$

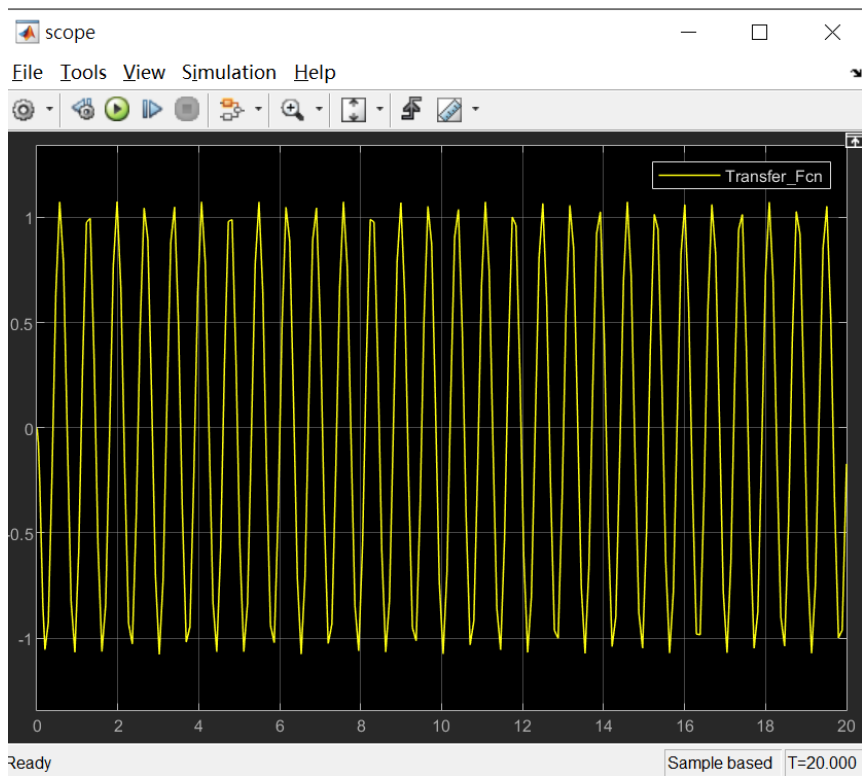
$K = -10$



$K = -50$

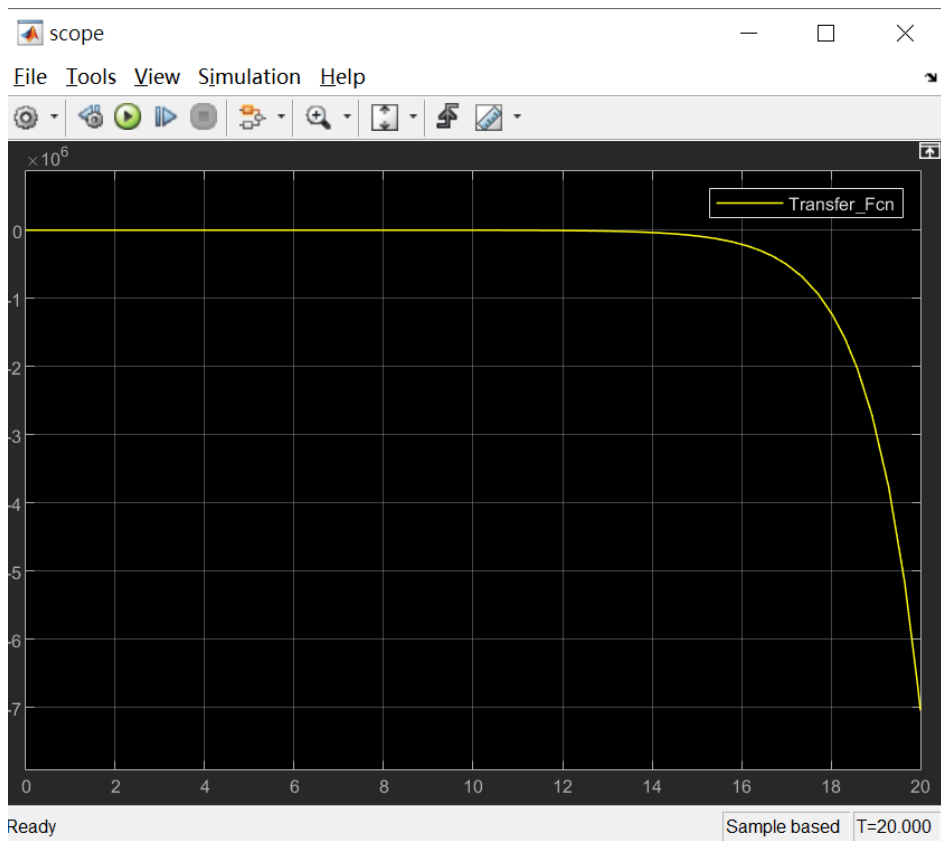


$K = -100$

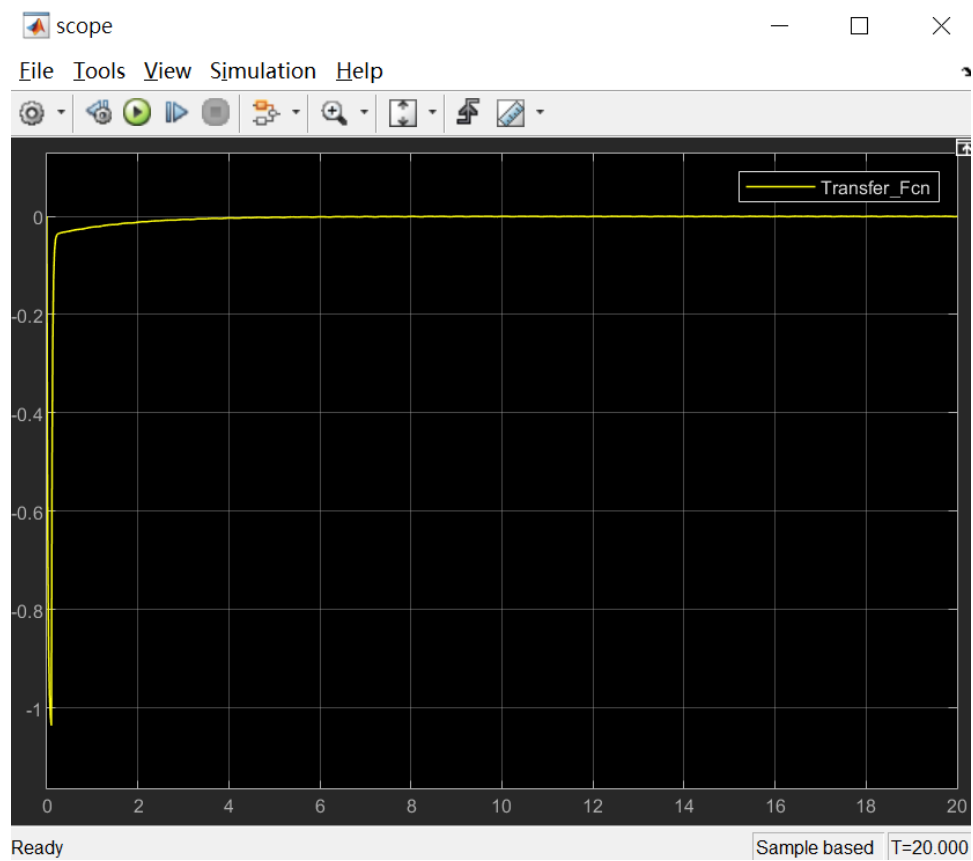


(b) $C = [0 \ 0 \ 1 \ 1]$

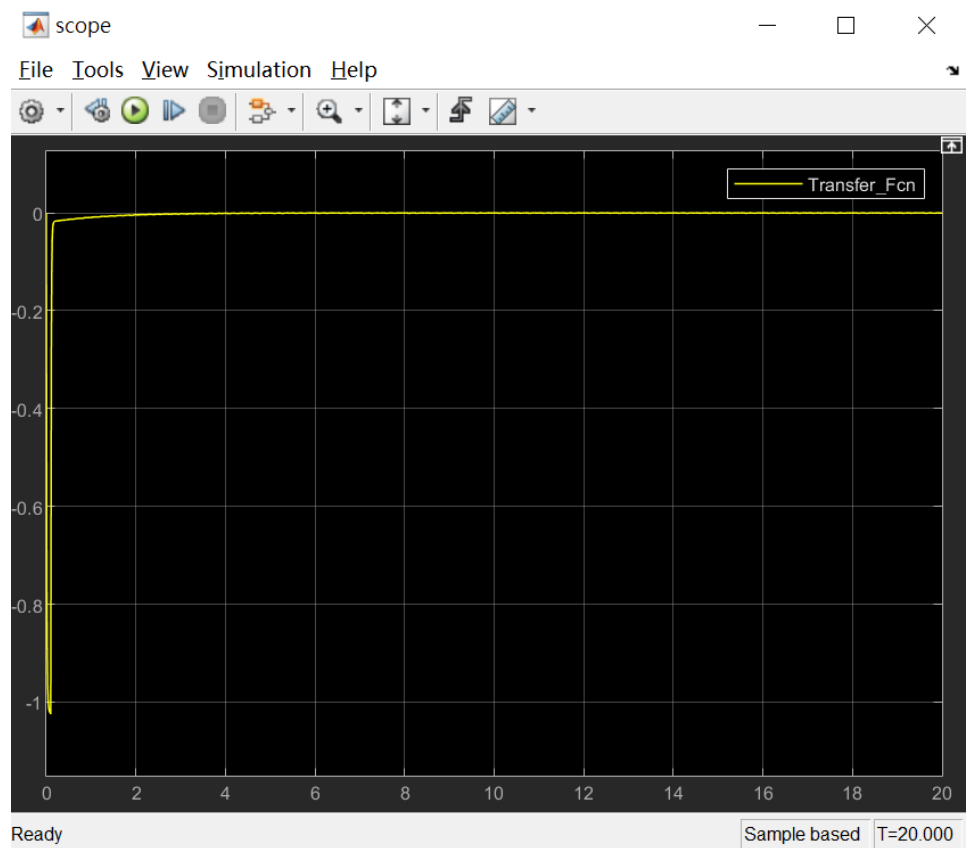
$K = -10$



K = -50

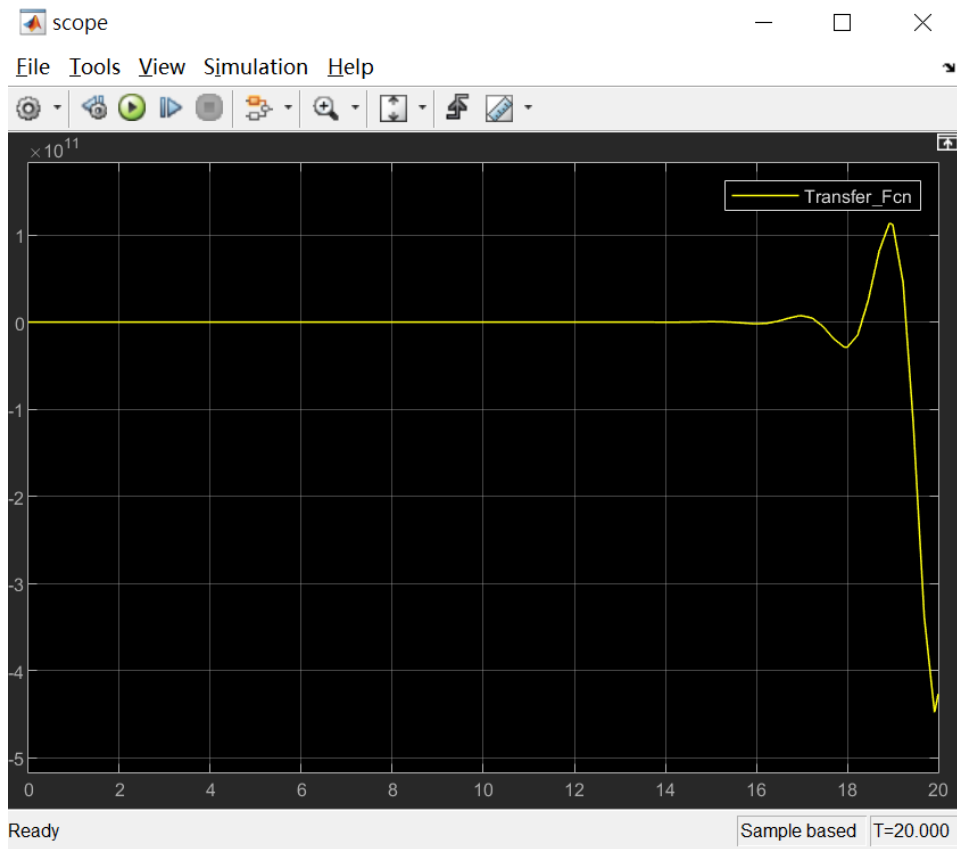


K = -100

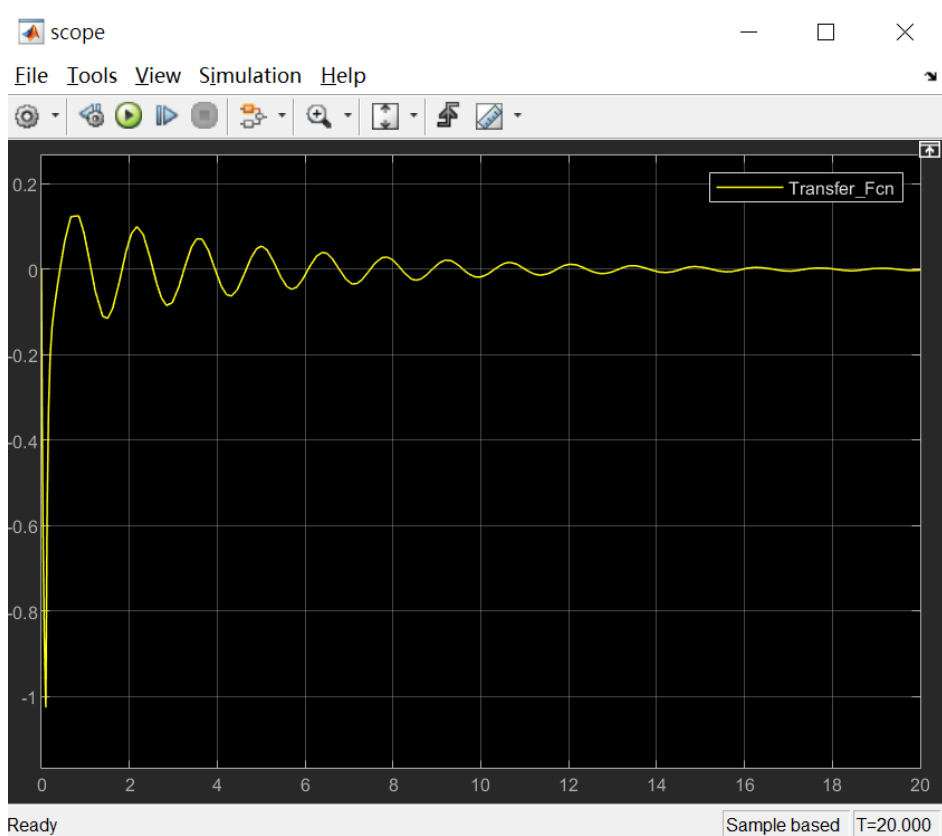


(c) $C = [0 \ 1 \ 1 \ 1]$

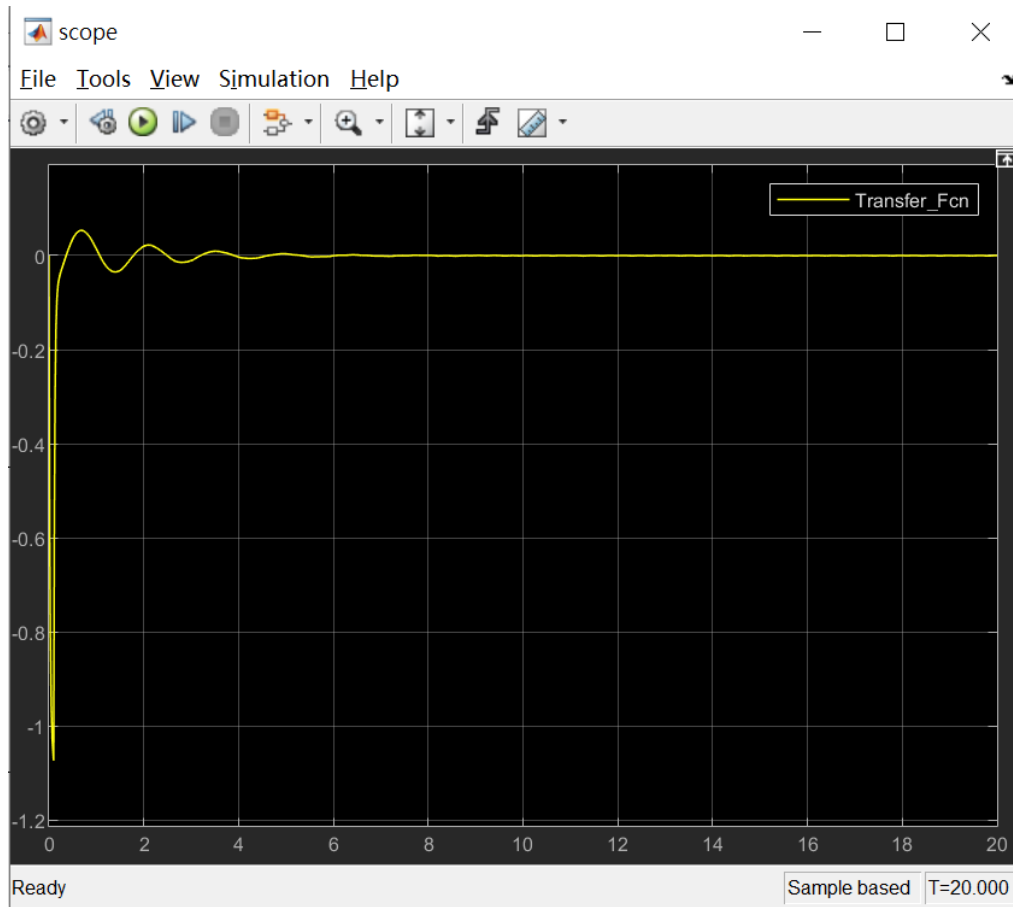
$K = -10$



$K = -50$



K = -100

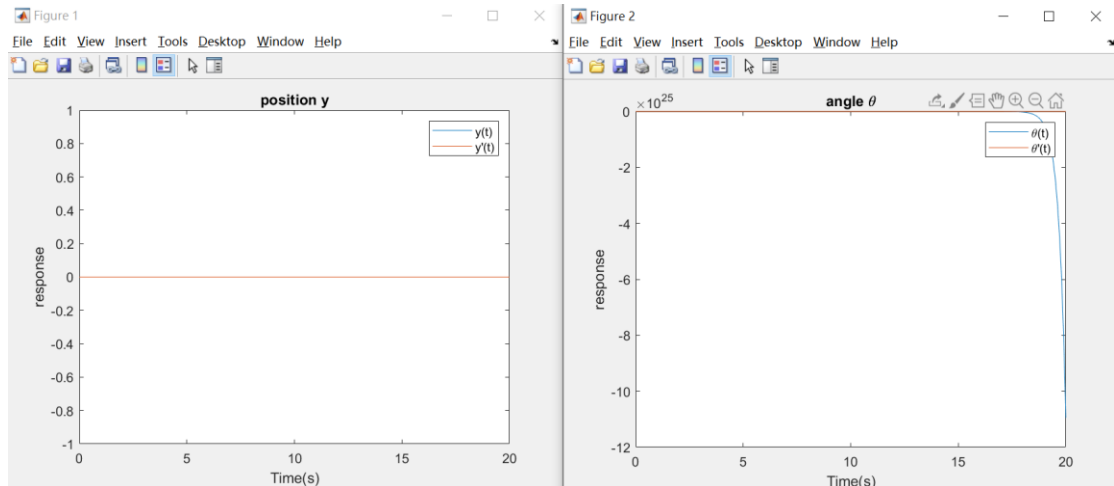


Problem 2

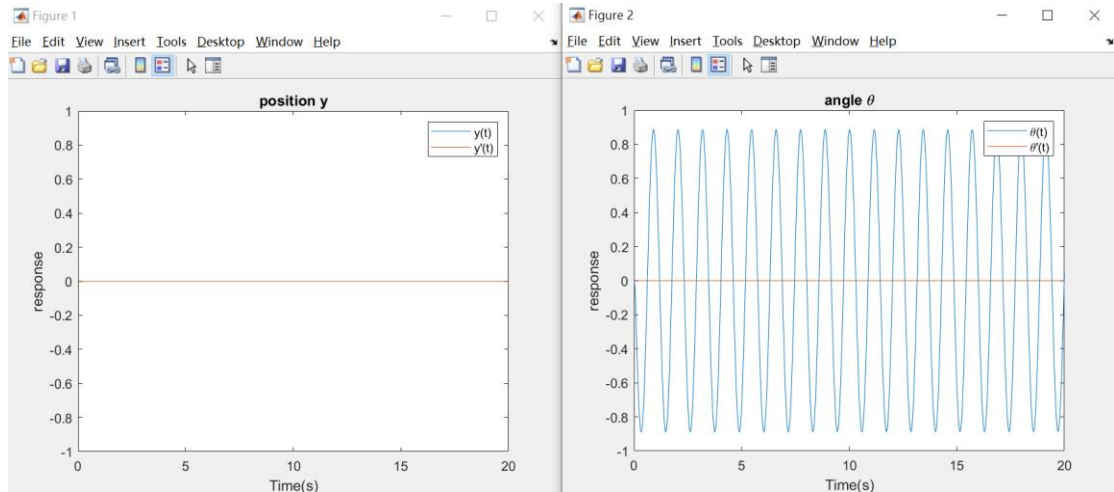
(1) Output response in t-domain with ode45 for different K for each C

(a) $C = [0 \ 0 \ 1 \ 0]$

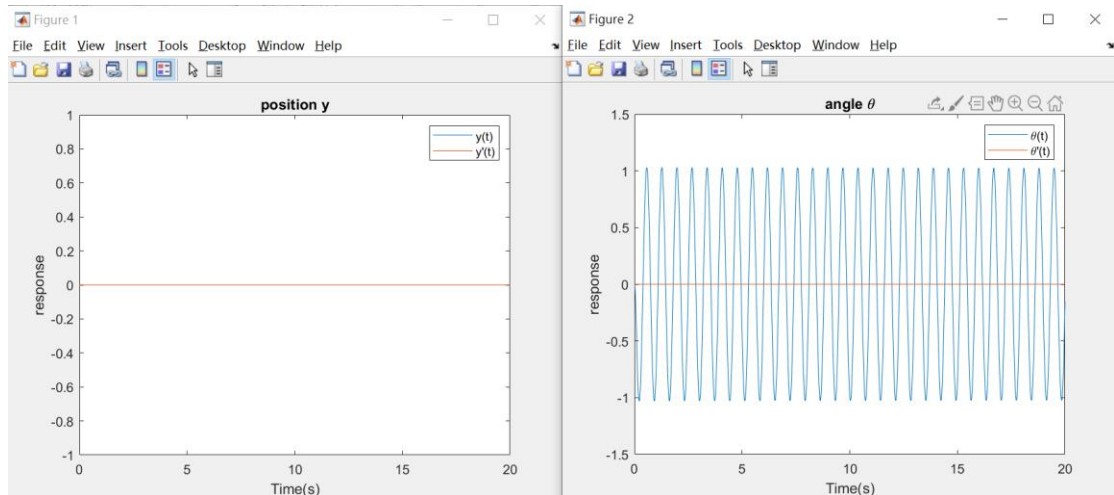
$K = -10$



$K = -50$

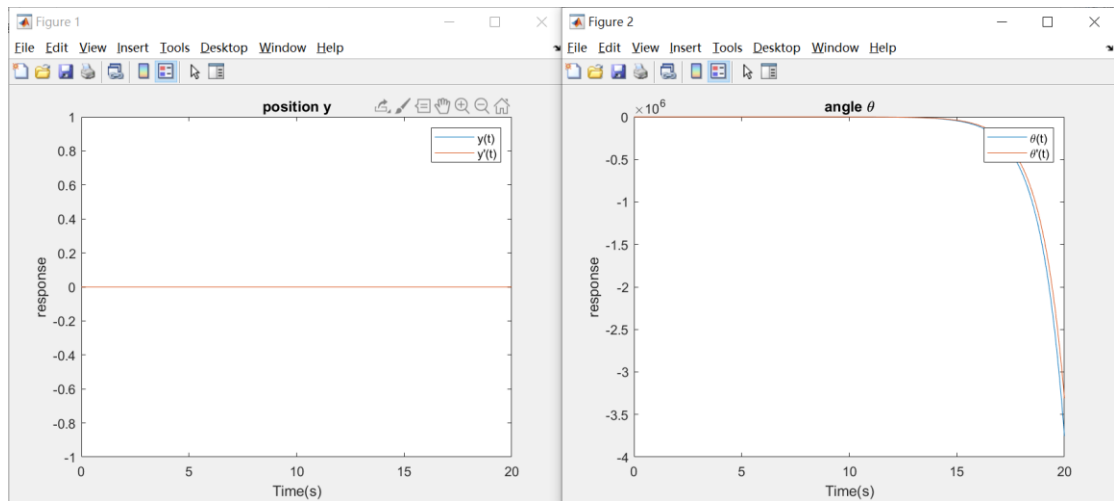


$K = -100$

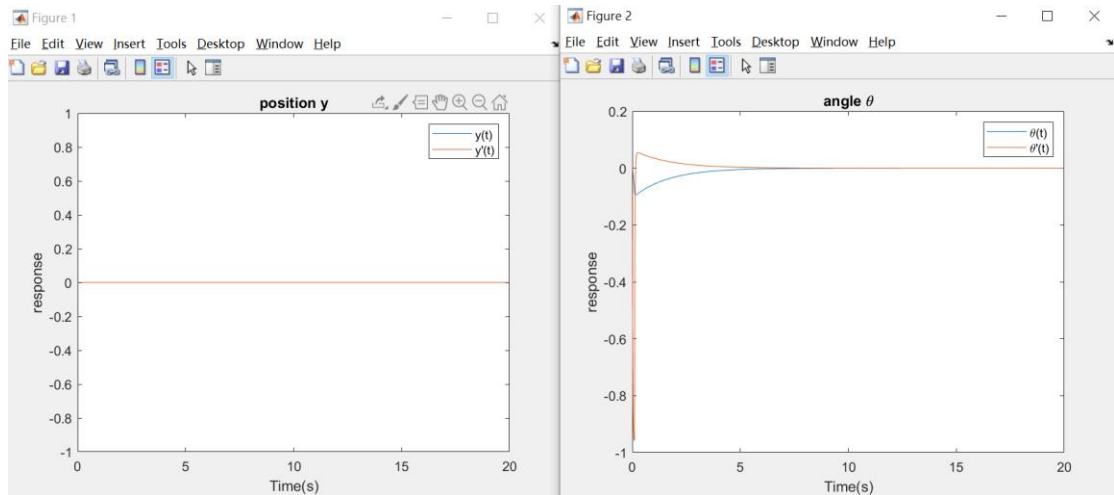


(b) $C = [0 \ 0 \ 1 \ 1]$

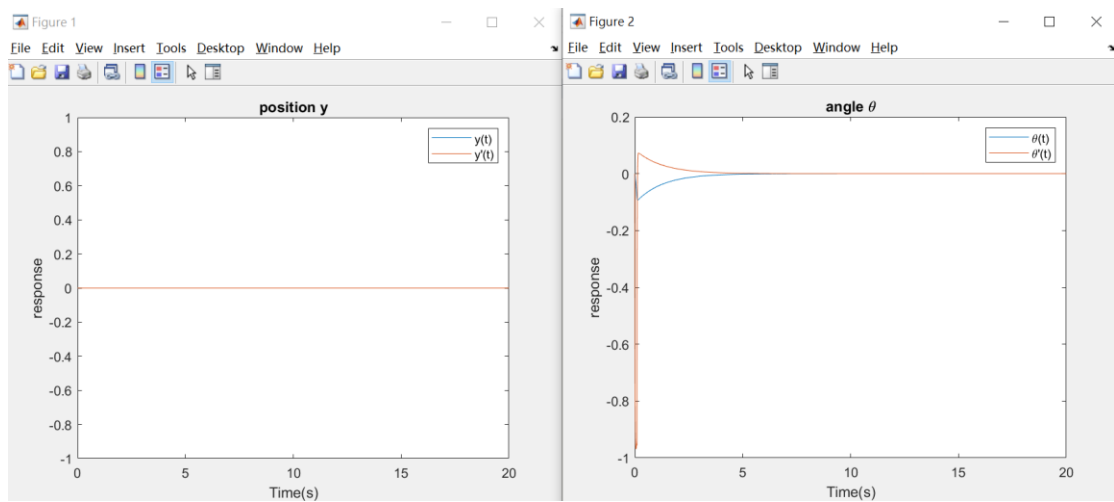
$K = -10$



$K = -50$

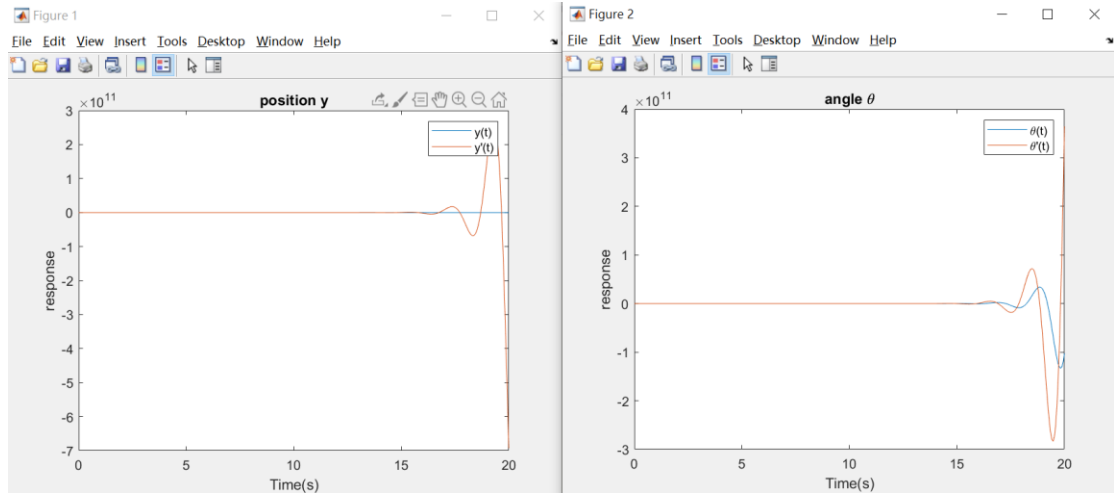


$K = -100$

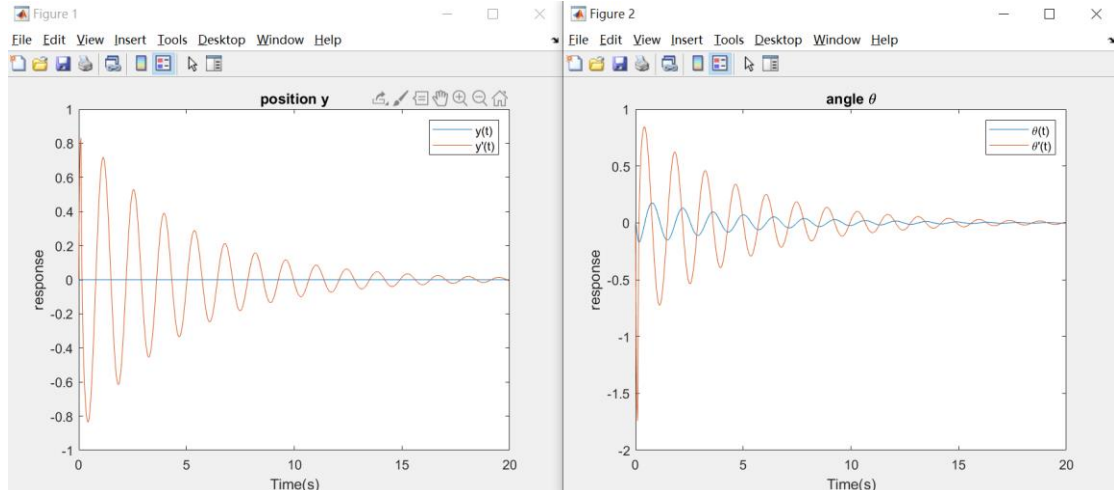


(c) $C = [0 \ 1 \ 1 \ 1]$

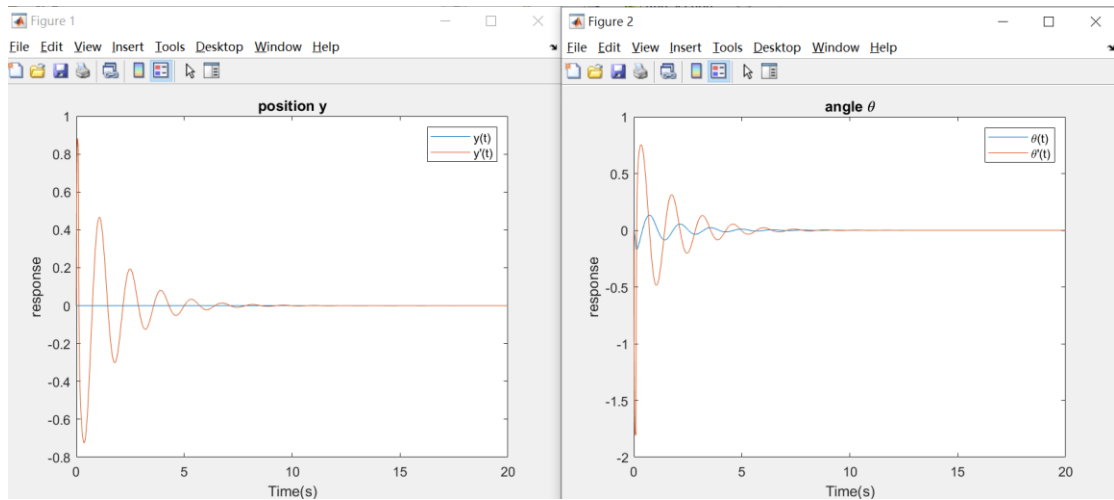
$K = -10$



$K = -50$



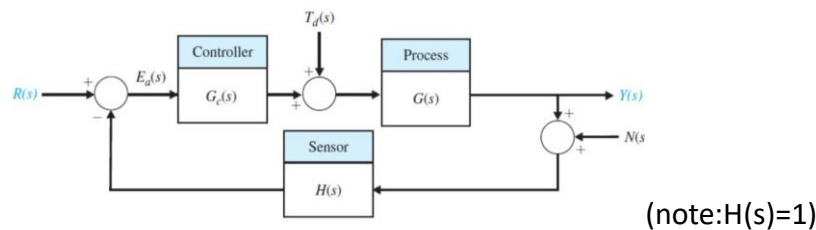
$K = -100$



Analyze

1. 此題的目的是 inverted pendulum 的控制平衡，而唯一的平衡狀態就是當 $\text{angle}(\theta)=0$ 且 $\text{angle}'(\text{角度微分})=0$ 。此提要我們改變 C 與 K 值，來觀察整個系統的變化：
2. (a)改變 C 代表的是在 output equation(輸出方程式) $y=Cx+Du$ 中改變 C，也就是改變輸出與狀態變數之間的關係。因此，改變 C 就代表改變狀態變數的輸入，因此不同的 C 就會有不同的波形 => 看為不同的 case。

(b)改變 K(Gc)從 unity feedback control system 的角度來看，如下圖：



Loop gain $L=G_c(s)G(s)$

也代表當 $G_c(K)$ 值越大，loop gain 越大，通常代表系統對參數的靈敏度降低等等好處。

3. 若將 K 從較低(-10)的值調整到較高的值(-100)它的變化通常會是使 response 快速地回歸到穩態，例如從 Simulink 與 oed45 都可以看到 $C=[0 \ 0 \ 1 \ 1]$ 與 $[0 \ 1 \ 1 \ 1]$ 的 case，當我把 $K=-50$ 改變成 -100 時，response 將會更快速地回到穩態，達成我們想要的結果；然而不管 C 為多少，從 Simulink 與 oed45 都可以看到，若 K 不夠大的情況($K=-10$)，它都會在時間的最後突然快速的 decay(數量級到 10 的 20 次方)，也就是 unsteady 的結果，這是我們不想要的。

因此，只有當 K 夠大的情況，我們才能利用 feedback 控制成想要的結果 (steady)。

4. 另外，看到 $C=[0 \ 0 \ 1 \ 0]$ 的 case，從 Simulink 與 oed45 都可以看到在 $K=-50$ 與 -100 的情況下，它會呈現弦波震盪，而且並不會停下，所以也是 unsteady 的結果。
5. 最後，用兩種方法(Simulink 與 oed45)都可以分析此系統，從圖形來看，兩者方法都有接近的波形分布，但仍然有量值差異。