

# Control System Competition1 Report

組員：b06901004 劉穎立、b06901005 林育萱、b06901014 李筠婕

## 一、目標

The transfer function of a satellite control system has been identified as:

$$P(s) = \frac{-1.202(s-1)}{s(s+9)(s^2+12s+56.25)} \quad (1)$$

Please design a controller  $C(s)$  to stabilize the open-loop plant  $P(s)$  (see Fig. 1 for the closed-loop feedback control architecture) and to optimize the closed-loop step response performance according to the given cost function  $J$  as defined below, i.e., design a controller  $C(s)$  that minimizes the cost  $J$ .

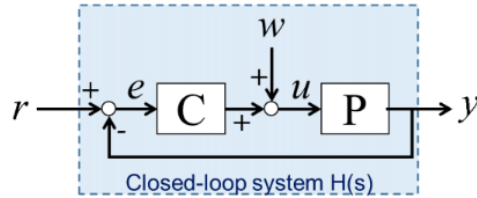


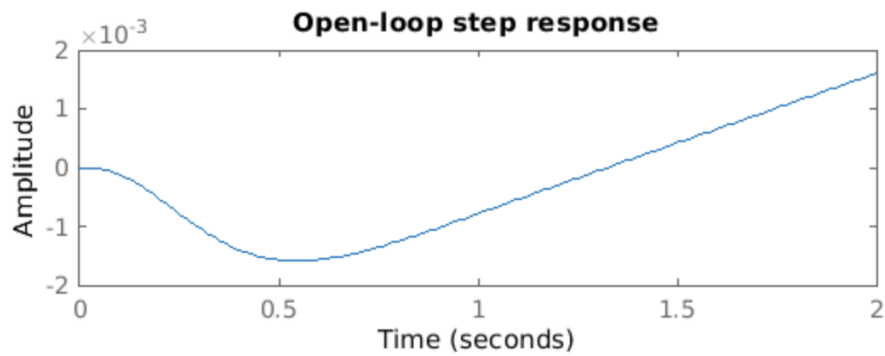
Figure 1: The architecture of closed-loop feedback control.

**Cost Function** The cost function  $J$  to be minimized is defined as

$$J := 10t_r + t_s + 20M_o + 100e_{ss} \quad (2)$$

( $t_r$ : rise time [sec];  $t_s$ : settling time [sec];  $M_o$ : maximum overshoot, which is the positive peak value of the output  $y$ ;  $e_{ss}$ : steady-state error of tracking a unity step input. )

Open-loop step response:



## 二、控制策略

### 法一 直接 tune PID control

1. 將 $K_p, K_I, K_D$ 皆設為 0 (initialize)。
2. 增加 $K_p$ 直到 step response 出現一個逐漸收斂的 oscillation。
3. 增加 $K_D$ 直到 oscillation 減小甚至消失。
4. 重複執行步驟 2. 3.直到調整 $K_D$ 不能使 oscillation 消失。
5. 將 $K_p, K_D$ 的值固定在最後穩定的值。
6. 調整 $K_I$ 的值嘗試將 settling time 變小。

我們最後調整出的最佳結果為  $J = 6.8144$

MATLAB 模擬的 code 如下：

```
% Design the PID controller %J = 6.8144
Kp = 230.6;
Ki = 0;
Kd = 72;
C1 = pid(Kp,Ki,Kd);
H = feedback(C1*P,1);
S = stepinfo(H);
```

### 法二 先觀察 P，對應調整 C，再用 PID 做增進

觀察 P 的 Transfer function，先設計一控制器 C 消除 P 中造成系統不穩定的 pole 及 zero，再接一個 PID Controller，並依照法一的方式來調整 PID 參數。

我們最後調整出的最佳結果為  $J = 0.0557$

MATLAB 模擬的 code 如下：

```
% Design the PID controller %J = 0.0557
Kp = 500;
Ki = 0;
Kd = 0;
C = -(s+9)*(s^2+12*s+56.25)/(s-1);
C1 = pid(Kp,Ki,Kd);
H = feedback(C*C1*P,1);
S = stepinfo(H);
```

### 三、控制結果

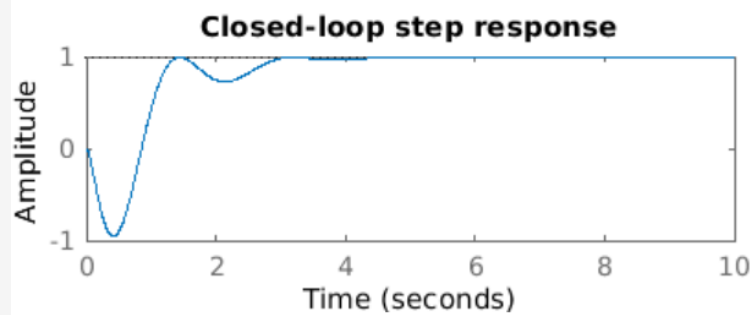
法一  $J = 6.8144$

cost function  $J$  中的各參數如下：

Rise time(s)	settling time(s)	maximum overshoot	steady-state error
0.3678	2.8975	0	0.0024

MATLAB 模擬：

C	1×1 tf
C1	1×1 pid
ess	0.0024
H	1×1 tf
J	6.8144
Kd	72
Ki	0
Kp	230.6000
Mo	0
P	1×1 tf
S	1×1 struct
s	1×1 tf
t	955×1 double
tr	0.3678
ts	2.8975



法二  $J = 0.0557$

cost function  $J$  中的各參數如下：

Rise time(s)	settling time(s)	maximum overshoot	steady-state error
0.0037	0.0065	0	1.259e-04

MATLAB 模擬：

C	1×1 tf
C1	1×1 pid
ess	1.2589e-04
H	1×1 tf
J	0.0557
Kd	0
Ki	0
Kp	500
Mo	0
P	1×1 tf
S	1×1 struct
s	1×1 tf
t	196×1 double
tr	0.0037
ts	0.0065

