

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
SECCIÓN DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA

TEORÍA DE CONTROL 2

Laboratorio N°5



**Diseño de sistemas de control discreto en el dominio de la
frecuencia**

Salvador Yábar

20200408

H0821

2024-1

1. Objetivos

- Realizar la discretización de un controlador PD a mano alzada
- Simular mediante Simulink el comportamiento del controlador continuo y discreto
- Diseñar un controlador PD discreto en frecuencia para controlar el ángulo de inclinación del buque mediante Matlab
- Probar el controlador discreto diseñado y compararlo con el dado

2. Desarrollo

a) Discretización del controlador PD

$$G_{PD}(s) = K_p \left(1 + \frac{T_d N s}{s + N} \right)$$

Usando Backward diff:
 $s = \frac{z-1}{zT}$

$$G_{PD}(z) = K_p \left(1 + \frac{T_d N \left(\frac{z-1}{zT} \right)}{\frac{z-1}{zT} + N} \right) = K_p \left(1 + \frac{\frac{T_d N (z-1)}{zT}}{\frac{(1+NT)z-1}{zT}} \right) = K_p \left(1 + \frac{T_d N (z-1)}{(1+NT)z-1} \right)$$

$$= K_p \left(\frac{(1+NT)z-1 + T_d N (z-1)}{(1+NT)z-1} \right) = K_p \left(\frac{(1+NT + T_d N)z - (T_d N + 1)}{(1+NT)z-1} \right)$$

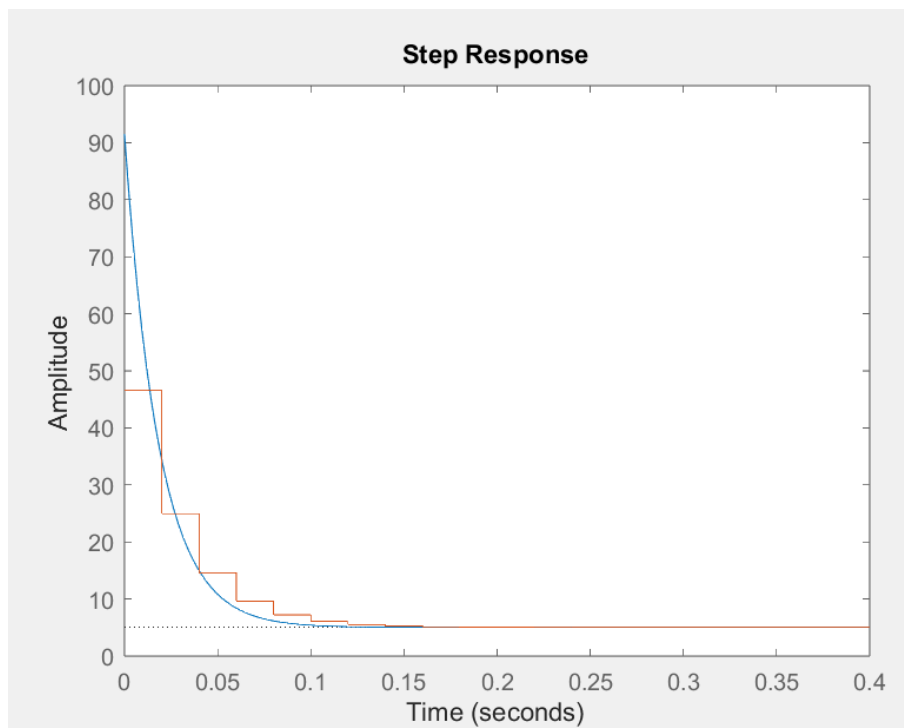
$$G_{PD}(z) = \frac{96.843z - 91.43}{2.08z - 1}$$

Se implementa la función de transferencia discreta y continua en Matlab:

```
numz = [96.843 -91.43];  
denz = [2.08 -1];  
GPDz = tf(numz, denz, T)  
  
num = [(kp+kd*Td*N) kp*N];  
den = [1 N];  
GPD = tf(num, den)
```

Se grafican ambos para comprobar que la función de transferencia discreta es una buena aproximación del controlador continuo.

```
figure(1)  
step(GPD)  
hold on  
step(GPDz)
```



b) Simulación del controlador continuo y discreto

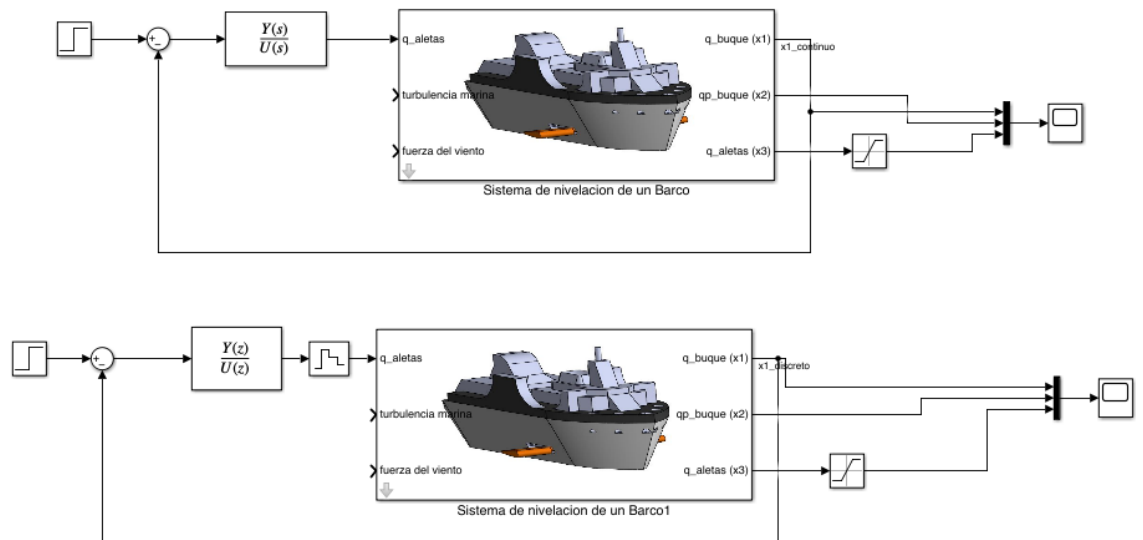


Fig 1. Diagrama de simulación del controlador continuo y discreto

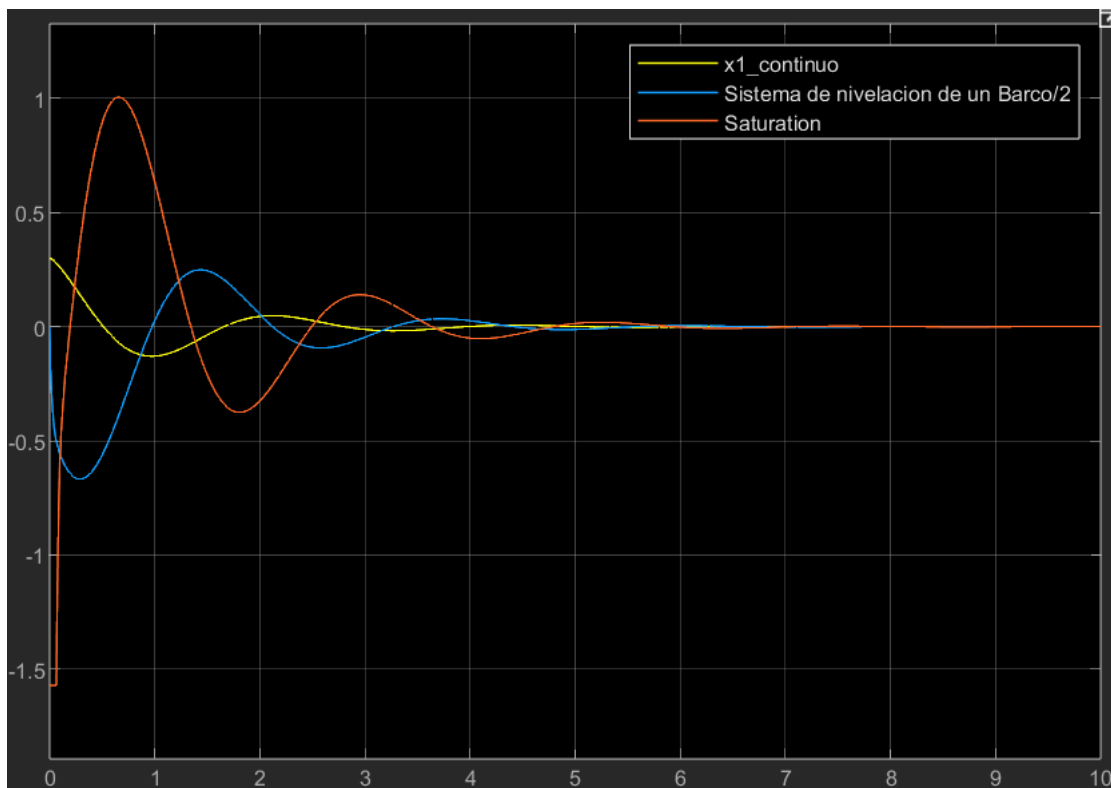


Fig 2. Controlador continuo

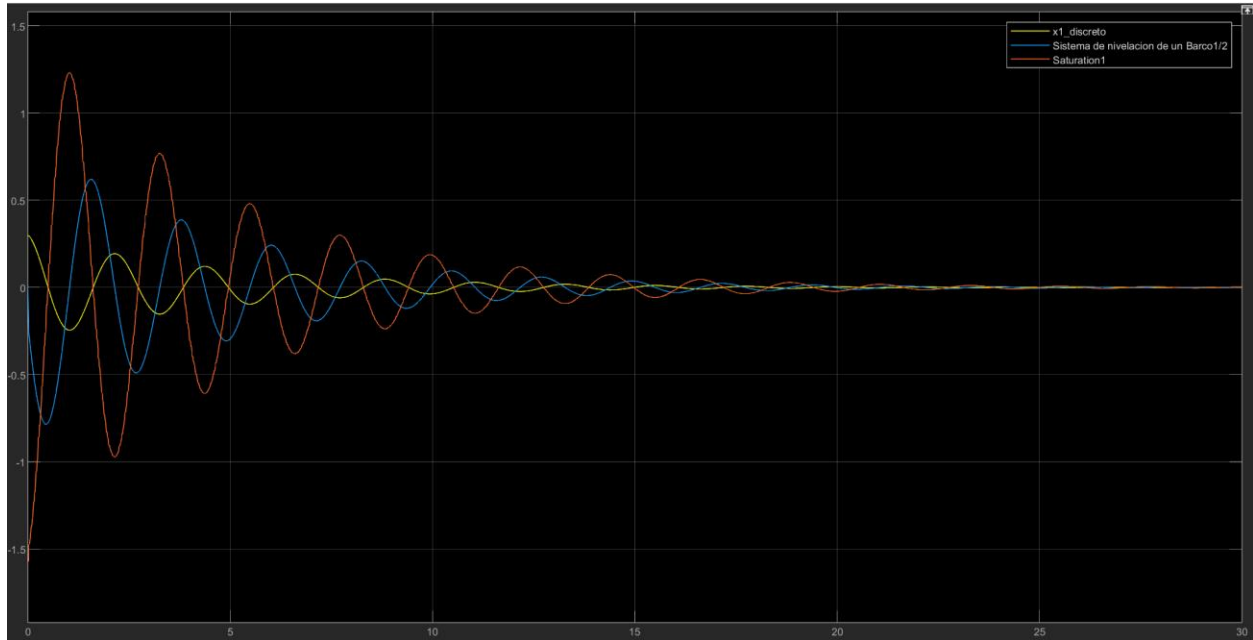


Fig 3. Controlador discreto

Se puede apreciar que el controlador discreto tiene un tiempo de establecimiento mayor que el controlador continuo. Además, presenta mayores oscilaciones en sus variables de estado.

3. Conclusiones

En conclusión, se logró discretizar el controlador de manera adecuada, empleando la aproximación de *backward difference*. De esta forma, se obtuvo el controlador discreto y se realizó la simulación de ambos.

En la simulación, se evidenció que el controlador discreto llega a estabilizar las variables de estado, pero tiene un mayor tiempo de establecimiento.