El modelo de un servo de cd está dado por: (ver artículo anexo)

$$\dot{v} = -av + bu - c\,\mathrm{sign}(v) + e \quad (1)$$

v: velocidad angular

$c\,\mathrm{sign}(v)$ depende de la fricción de Coulomb

e depende de perturbaciones constantes

Agregando una perturbación d se obtiene:

$$y = v + d \quad (2)$$

y: velocidad angular medida por un sensor.

Se diseñará un controlador para que $y = \alpha d$, $\alpha > 0$, es decir, y amplificará la perturbación d α veces.

$$y = \alpha d \quad (3)$$

Sustituyendo 3 en 2 resulta:

$$\alpha d = v + d \Rightarrow v = \alpha d - d = d(\alpha - 1)$$

$$v = \underbrace{\left(\frac{y}{\alpha}\right)}_{d}(\alpha - 1) = y\left(1 - \frac{1}{\alpha}\right) \quad (4)$$

Sustituyendo 4 en 1 resulta:

$$\dot{y}\left(1 - \frac{1}{\alpha}\right) = -ay\left(1 - \frac{1}{\alpha}\right) + bu - c\,\mathrm{sign}\left(y\left(1 - \frac{1}{\alpha}\right)\right) + e \quad (5)$$

Si $\alpha > 1$, entonces,

$$\mathrm{sign}\left(y\left(1 - \frac{1}{\alpha}\right)\right) = \mathrm{sign}(y)$$

Así, la ecuación 5 puede escribirse como:

$$\dot{y}\left(1 - \frac{1}{\alpha}\right) = -ay\left(1 - \frac{1}{\alpha}\right) + bu - c\,\mathrm{sign}(y) + e$$

de donde:

$$u = \frac{\left(1 - \frac{1}{\alpha}\right)[\dot{y} + q y] + c\,\mathrm{sign}(y) - e}{b}$$

Se simuló este sistema con los parámetros mostrados en el artículo anexo al correo.

La derivada $\dot{y}$ se aproxima mediante el siguiente filtro pasa-banda

$$sY(s) = \mathcal{L}[\dot{y}] \approx \left(\frac{220\,s}{s+220}\right)\left(\frac{500}{s+500}\right)Y(s)$$

Estos filtros se discretizaron mediante la Transformación bilineal