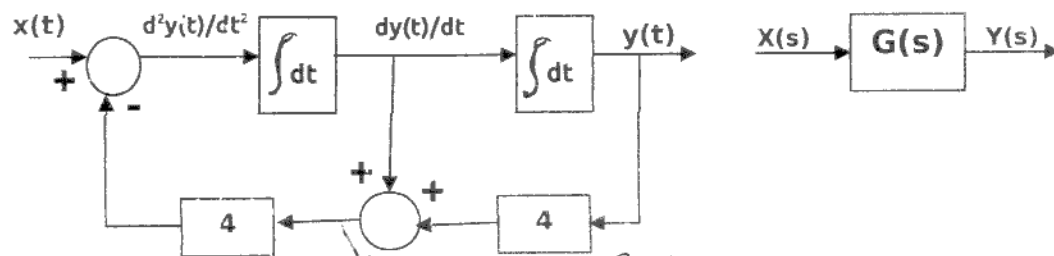


- 2.2. Tentukan persamaan differensial yang menghubungkan isyarat masukan $x(t)$ dan isyarat keluaran $y(t)$: (5 point)



Jawab:

$$x(t) = 4 \left[\frac{dy(t)}{dt} + 4y(t) \right] = \frac{d^2y(t)}{dt^2}$$

$$\text{Pers. Diff.} = \left[\frac{d^2y(t)}{dt^2} + 4 \frac{dy(t)}{dt} + 16y(t) \right] = x(t)$$

- 2.3. Dari soal 2.2. tentukan pula Nisbah Alih $G(s) = Y(s)/X(s)$! $X(s) = \mathcal{L}\{x(t)$ dan $Y(s) = \mathcal{L}\{y(t)$, semua keadaan awal di-assumsi-kan nol (5 point). Lalu tentukan frekuensi alamiah tak teredam (undamped natural frequency) ω_n [rad/sec] (5 point) dan nisbah redaman (damping-ratio) ξ -nya (5 point).

Jawab:

$$(s^2 + 4s + 16)Y(s) = X(s) \rightarrow G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{1}{s^2 + 4s + 16}$$

$$\omega_n^2 = 16 \rightarrow \omega_n = 4 \text{ rad/sec}$$

$$2\xi\omega_n = 4 \rightarrow \xi = \frac{4}{2\omega_n} = 0,5$$

- 2.4. Dari soal 2.3., dengan menggunakan Tabel Laplace, tentukan isyarat luaran $y(t)$ jika diketahui isyarat masukan $x(t)$ merupakan isyarat denyut satuan $\delta(t)$ (5 point)

Jawab:

$$\mathcal{L}\{x(t)\} = X(s) = 1 \quad Y(s) = G(s) \cdot X(s) = G(s) = \frac{1}{s^2 + 4s + 16}$$

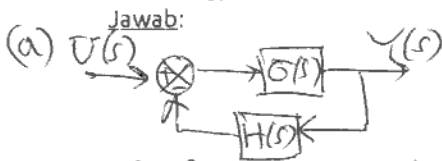
$$y(t) = \mathcal{L}^{-1}\{Y(s)\} = \mathcal{L}^{-1}\left\{\frac{1}{s^2 + 4s + 16}\right\} = \frac{1}{\omega_d} e^{-\xi\omega_n t} \sin \omega_d t$$

$$\omega_d = \omega_n \sqrt{1 - \xi^2} = 4\sqrt{3/4} = 2\sqrt{3} \text{ rad/sec} \rightarrow y(t) = \frac{1}{2\sqrt{3}} e^{-2t} \sin(2\sqrt{3}t)$$

Bagian III ISTILAH-ISTILAH KHUSUS (20 point) (Jika tidak cukup tempat pada halaman ini, kerjakan di halaman sebaliknya)

- 3.1. Suatu kendalian $G(s) = 5/s^2$ dikendalikan dengan umpan-balik $H(s) = (3s+1)/(4s+1)$, maka tentukan:

- Bagan kotak Sistem Kendali ini! (2 point)
- Nisbah Alih Daur Terbuka (Open Loop Transfer Function)-nya! (2 point)
- Nisbah Alih Daur Tertutup (Closed-Loop Transfer Function)-nya! (3 point)
- Persamaan Karakteristik-nya! (3 point)



$$(b) \text{ OLTF: } G(s)H(s) = \frac{5(3s+1)}{s^2(4s+1)}$$

$$(c) \text{ CLTF: } \frac{G(s)}{1 + G(s)H(s)} = \frac{5/s^2}{1 + \frac{5(3s+1)}{s^2(4s+1)}} = \frac{5(4s+1)}{4s^3 + s^2 + 15s + 5}$$

$$(d) \text{ Pers. Karakteristik: } 4s^3 + s^2 + 15s + 5 = 0$$

- 3.2. Tentukan order dari sistem dengan Nisbah Alih $G(s) = \frac{(s+2)(2s+3)(5s^2+2s+1)}{(s-1)(s+1)(5s-2)(5s^2-2s+1)}$
Order ke 5

lalu gambarkan pole-pole dan zero-zero-nya pada bidang kompleks! (10 point)

Jawab:

$$\text{Poles: } (s-1)(s+1)(5s-2)(5s^2-2s+1) = 0$$

$$p_1 = 1, p_2 = -1, p_3 = 0,4, p_{4,5} = \frac{2 \pm \sqrt{4-20}}{10}$$

$$\text{Zeros: } (s+2)(2s+3)(5s^2+2s+1) = 0$$

$$z_1 = -2, z_2 = -1,5, z_{3,4} = \frac{-2 \pm \sqrt{4-20}}{10} = -0,2 \pm j0,4$$

