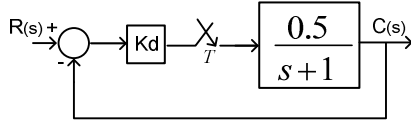


S.1)



yanda verilen sistem için

a)  $\frac{C(z)}{R(z)} = ?$ ,  $T=0.1s$

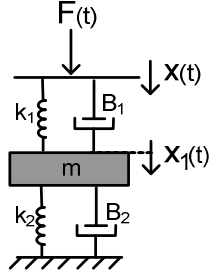
b)  $r(t) = u(t)$  ve  $K_d=1$  için;

i)  $c(k) = c(kT) = ?$

ii)  $c(\infty) = \lim_{k \rightarrow \infty} c(k)$  ve  $c(\infty) = \lim_{z \rightarrow 1} (z-1)C(z)$  ifadelerini hesaplayınız

c)  $c(\infty) = 0.8$  olabilmesi için  $K_d = ?$

S.2)

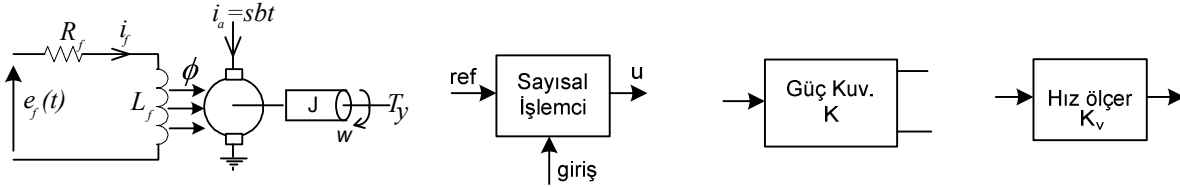


yanda verilen sistem için,

i) dinamik denklemleri yazınız

ii)  $\frac{X(s)}{F(s)} = ?$

S.3)

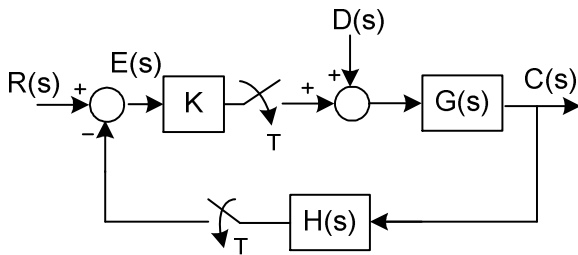


Yukarıda, alan kontrollü DC-makine, sayısal işlemci, güç kuvvetlendirici  $K$  ve hız ölçer  $K_v$  verilmektedir. ayrık-zaman sayısal hız kontrolü gerçekleştirilmek istenmektedir. (Viskoz sürtünme  $B = 0$ )

a) Kapalı çevrim prensip kontrol devresini çiziniz.

b) Sisteme ait t-domeni denklemleri yazınız. Her bir blok transfer fonksiyonlarını elde ederek, kapalı çevrim kontrol blok diyagramını çiziniz.

S.4)



Yanda verilen kontrol sisteminde,

a) Bozucu girişi  $D(s)$  için çıkış cevabını elde ediniz.

b)  $G(s) = \frac{1}{s+1}$ ,  $H(s) = 1$  ve  $D(s) = \frac{1}{s}$  olduğuna

göre bozucu giriş  $D(s)$  için cevabın sıfır olabilmesi için  $K'$ 'yı hesaplayınız,  $T=0.25$ .

$$x(kT) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{(m-1)!} \frac{d^{m-1}}{dz^{m-1}} \left[ (z-z_i)^m X(z) z^{k-1} \right]_{z=z_i}$$

$$X(z) = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{(m-1)!} \frac{d^{m-1}}{ds^{m-1}} \left[ (s-s_i)^m X(s) \frac{z}{z-e^{sT}} \right]_{s=s_i} \right\}$$

Süre 100dk

Başarılar...

Doç.Dr.Ayhan ÖZDEMİR - Yrd.Doç.Dr.İrfan YAZICI

C.1

$$a) G(z) = Z \left\{ \frac{0.5}{s+1} \right\}_{T=0.1} = \left[ s+1 \frac{0.5}{s+1} \frac{z}{z-e^{sT}} \right]_{s=-1} = 0.5 \frac{z}{z-e^{-1*0.1}} = \frac{0.5z}{z-0.905}$$

$$\frac{C(z)}{R(z)} = \frac{K_d G(z)}{1+K_d G(z)} = \frac{K_d \frac{0.5z}{z-0.905}}{1+K_d \frac{0.5z}{z-0.905}} = \frac{0.5zK_d}{z+0.5zK_d-0.905}$$

$$b) C(z) = \frac{0.5zK_d}{z+0.5zK_d-0.905} R(z) \quad r(t) = u(t) \Rightarrow R(z) = \frac{z}{z-1} \text{ için } C(z) = \frac{0.5z^2}{(z-1)(1.5z-0.905)}$$

$$c(k) = (z-1) \frac{z^2 \frac{0.5}{1.5}}{(z-1)(z-\frac{0.905}{1.5})} z^{k-1} \Big|_{z=1} + (z-0.603) \frac{0.333z^2}{(z-1)(z-0.603)} z^{k-1} \Big|_{z=0.603}$$

$$c(k) = \frac{0.333}{0.397} + \frac{0.333*0.603}{(0.603-1)} 0.603^k = 0.839 - 0.506*0.603^k$$

$$ii) c(\infty) = \lim_{z \rightarrow 1} (z-1)C(z) = \lim_{z \rightarrow 1} (z-1) \frac{0.5z^2}{(z-1)(1.5z-0.905)} = \frac{0.5*1^2}{(1.5*1-0.905)} = 0.84$$

$$c(\infty) = \lim_{k \rightarrow \infty} c(k) = \lim_{k \rightarrow \infty} (0.839 - 0.506*0.603^k) = 0.839$$

$$c) C(z) = \frac{0.5zK_d}{z+0.5zK_d-0.905} \frac{z}{z-1}, \quad c(\infty) = \lim_{z \rightarrow 1} (z-1)C(z) = \frac{0.5z^2K_d}{z+0.5zK_d-0.905}$$

$$0.8 = \frac{0.5K_d}{1+0.5K_d-0.905} \Rightarrow 0.76+0.4K_d = 0.5K_d \Rightarrow K_d = 7.6$$

**C2) i-** Verilen sistemde,

K1 ve B1 elemanları kendi aralarında seri bağlıdır, aynı yer değiştirme x(t)'ye sahiptirler .

Aynı şekilde K2 , B2 ve M elemanları da kendi aralarında seri bağlıdır, aynı yer değiştirme x1(t)'ye sahiptirler .

Seri bağlı mekanik elemanlara etki eden kuvvet elemanların kuvvetleri toplamadır.

**ii-** {K1, B1} elemanları {K2 , B2, M } mekanik elemanları ile paralel bağlıdır. Paralel bağlı mekanik elemanlara aynı kuvvet etki eder.

**i-) ve ii-)** de verilen bilgiler ışığı altında aşağıdaki ifadeler yazılır.

K1 ve B1 *elemanlarına etki eden kuvvet:*  $F(t) = F_{k_1} + F_{B_1}$  dir.

K2 , B2 ve M *elemanlarına etki eden kuvvet:*  $F(t) = F_m + F_{k_2} + F_{B_2}$  dir.

$$F(t) = k_1 (x(t) - x_1(t)) + B_1 \frac{d(x(t) - x_1(t))}{dt} \Rightarrow F(s) = k_1 (X(s) - X_1(s)) + sB_1 (X(s) - X_1(s))$$

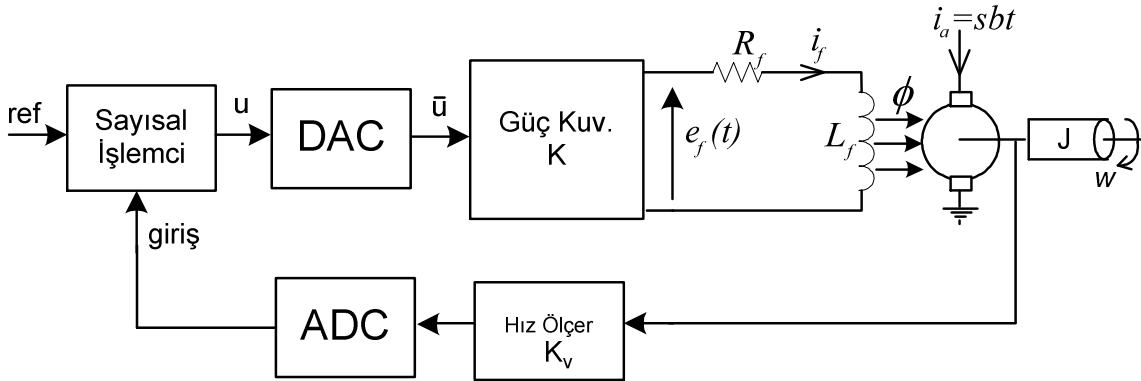
$$F(t) = m \frac{d^2 x_1(t)}{dt^2} + B_2 \frac{dx_1(t)}{dt} + k_2 x_1(t) \Rightarrow F(s) = s^2 m X_1(s) + sB_2 X_1(s) + k_2 X_1(s) \Rightarrow X_1(s) = \frac{F(s)}{s^2 m + sB_2 + k_2} = \frac{F(s)}{A(s)}$$

$$F(s) = k_1 X(s) - k_1 X_1(s) + sB_1 X(s) - sB_1 X_1(s) = k_1 X(s) - k_1 \frac{F(s)}{A(s)} + sB_1 X(s) - sB_1 \frac{F(s)}{A(s)}$$

$$F(s) \left( 1 + \frac{k_1}{A(s)} + \frac{sB_1}{A(s)} \right) = k_1 X(s) + sB_1 X(s) \Rightarrow \frac{X(s)}{F(s)} = \frac{\left( 1 + \frac{k_1}{A(s)} + \frac{sB_1}{A(s)} \right)}{sB_1 + k_1} = \frac{A(s) + sB_1 + k_1}{A(s)(sB_1 + k_1)}$$

$$\frac{X(s)}{F(s)} = \frac{s^2 m + s(B_2 + B_1) + k_2 + k_1}{(s^2 m + sB_2 + k_2)(sB_1 + k_1)}$$

**C.3 a)** Ayırık-zaman sayısal kontrol yapılacağından, sürekli zaman işaretler **Analog Dijital Dönüştürücü** (ADC) ile T örnekleme zaman aralıkları ile örneklenir ve sayısala dönüştürülür. Kontrol kuralı sayısal işlemci ile işlenir ve sayısal kontrol işareti üretilir. Bu sayısal kontrol işareti aynı örnekleme zaman aralığında **Digital Analog Dönüştürücü** (DAC) ile tekrar sürekli zaman işarete dönüştürülerek kuvvetlendirici üzerinden sistem girişine uygulanır. Ayırık-zaman sayısal prensip kontrol devresi aşağıda verilmiştir.



**b)** Önce Alan Kontrollü DC-makineye ait denklemler yazılır.

$$1-) e_f(t) = R_f i_f(t) + L_f \frac{di_f(t)}{dt}$$

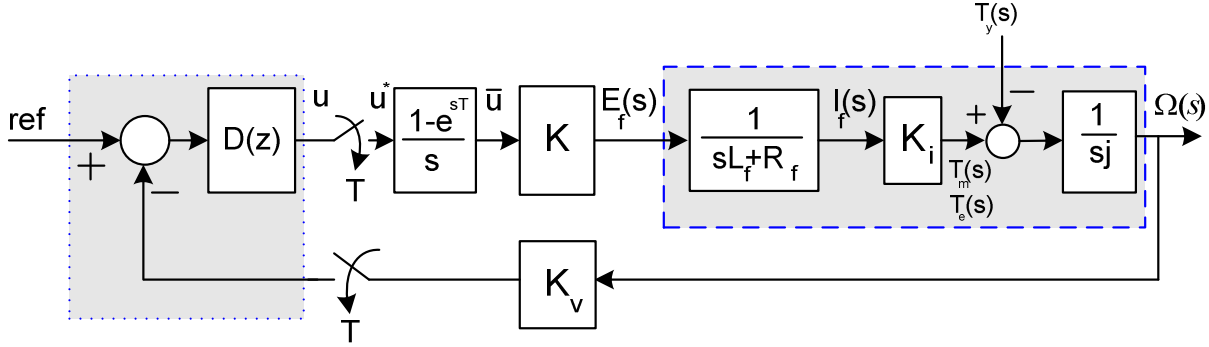
$$2-) T_e(t) = K_i i_f(t) \quad \text{elektriki moment}$$

$$3-) T_m(t) = J \frac{dw(t)}{dt} + T_y \quad \text{mekanik moment}$$

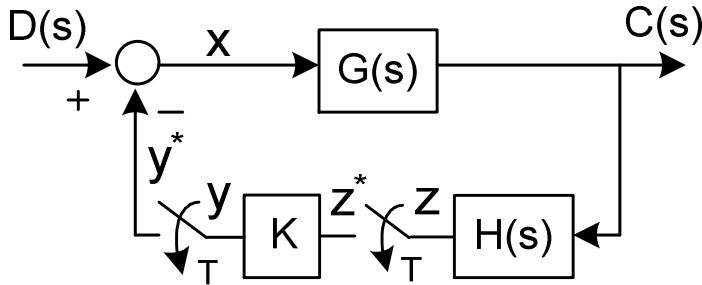
$$4-) T_e(t) = T_m(t) \quad (\text{sürekli rejimde}) \quad \text{not: rotorun sabit akım kaynağı ile beslendiği kabul edildiğinden zıt emk söz konusu olmaz.}$$

t- domeninde elde edilen 1-4 denklemlerinin Laplace dönüşümleri aşağıda verilmiştir.

- 1-)  $E_f(s) = R_f I_f(s) + sL_f I_f(s) \Rightarrow I_f(s) = \frac{E_f(s)}{sL_f + R_f}$
- 2-)  $T_e(s) = K_i I_f(s)$
- 3-)  $T_m(s) = sJ\Omega(s) + T_y(s) \Rightarrow \Omega(s) = \frac{T_m(s) - T_y(s)}{sJ}$
- 4-)  $T_e(s) = T_m(s)$  (sürekli rejimde)



4.a) Verilen kontrol blok diyagramı  $R(s)=0$  için aşağıda verildiği gibi yeniden düzenlenir.



b) Yukarıda elde edilen kontrol blok diyagramı yardımı ile  $D(s)$  giriş için  $C(z)$  elde edilir.

1.  $X(s) = D(s) - Y(s)^*$
2.  $C(s) = X(s)G(s)$  ise  $C(s) = D(s)G(s) - Y(s)^*G(s)$  dir.
3.  $Z(s) = C(s)H(s)$  ise  $Z(s) = D(s)G(s)H(s) - Y(s)^*G(s)H(s)$  dir.  
ve  $Z(s)^* = DGH(s)^* - Y(s)^*GH(s)^*$  dir.
4.  $Y(s)^* = KZ(s)^*$  ise  $Y(s)^* = KDGH(s)^* - KY(s)^*GH(s)^*$  dir. Elde edilen ifade  $Y(s)^*$  için düzenlenir

$$Y(s)^* = \frac{KDGH(s)^*}{1 + KGH(s)^*} \text{ ve 2. nolu denklemde yerine koyulur.}$$

$$C(s) = D(s)G(s) - \frac{KDGH(s)^*}{1 + KGH(s)^*}G(s) \text{ yıldızlanır ise}$$

$$C(s)^* = DG(s)^* - \frac{KDGH(s)^*}{1 + KGH(s)^*}G(s)^* \text{ ve}$$

$$C(z) = DG(z) - \frac{KDGH(z)}{1 + KGH(z)}G(z) \text{ olarak yazılır.}$$

b)  $T=0.25$  sn ve her bir bileşen için z-dönüşümleri hesaplanır.

$$DG(z) = Z\{D(s)G(s)\} = Z\left\{\frac{1}{s(s+1)}\right\} = \frac{0.2221z}{z^2 - 1.779z + 0.7788}$$

$$KDGH(z) = Z\{KD(s)G(s)H(s)\} = Z\left\{\frac{K}{s(s+1)}\right\} = K \frac{0.2221z}{z^2 - 1.779z + 0.7788}$$

$$KGH(z) = Z\{KG(s)H(s)\} = Z\left\{\frac{K}{(s+1)}\right\} = K \frac{z}{z - 0.7788}$$

$$G(z) = Z\{G(s)\} = Z\left\{\frac{1}{(s+1)}\right\} = \frac{z}{z - 0.7788}$$

$$C(z) = DG(z) - \frac{KDGH(z)}{1 + KGH(z)} G(z) = \frac{0.2221z}{z^2 - 1.779z + 0.7788} - \frac{K \frac{0.2221z}{z^2 - 1.779z + 0.7788}}{1 + K \frac{z}{z - 0.7788}} \frac{z}{z - 0.7788}$$

$$C(z) = \frac{0.2221z}{z^2 - 1.779z + 0.7788} - \frac{K \frac{0.2221z^2}{z^2 - 1.779z + 0.7788}}{z - 0.7788 + Kz}$$

$C(z)$  ifadesi mevcut topoloji ile Bozucu girişi  $K$  kazancı ile çıkışta sıfırlanamaz.  $K = \infty$  olsa dahi  $C(\infty) = 0$  olmaz.