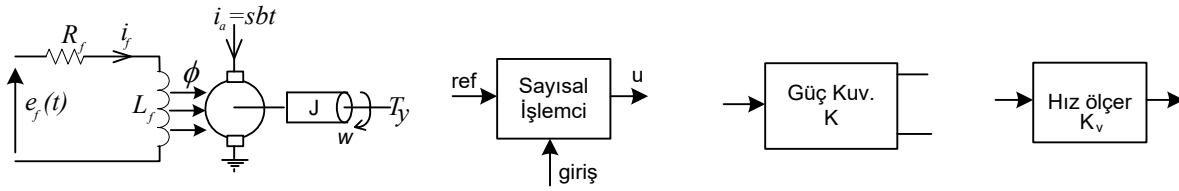


Otomatik Kontrol Vize Hazırlık Soruları

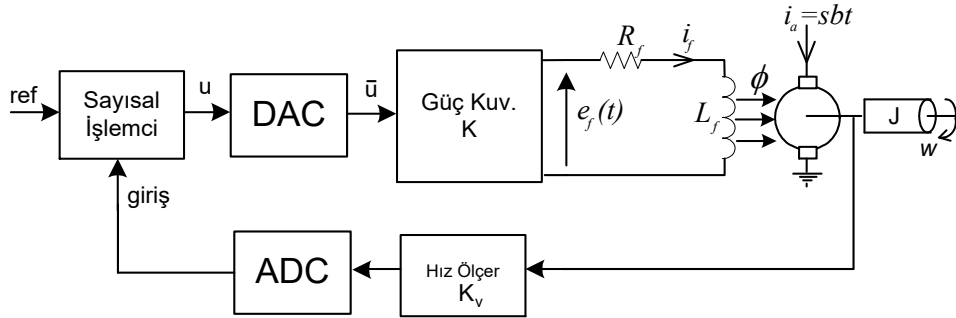
S.1)



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**)

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

C.1 a) Ayrık-zaman sayısal kontrol yapılacağından, sürekli zaman işaretler **Analog Dijital Dönüştürücü** (ADC) ile T örnekleme zaman aralıkları ile örneklenir ve sayısalıya 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. Ayrık-zaman sayısal prensip kontrol devresi aşağıda verilmiştir.



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

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

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

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

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

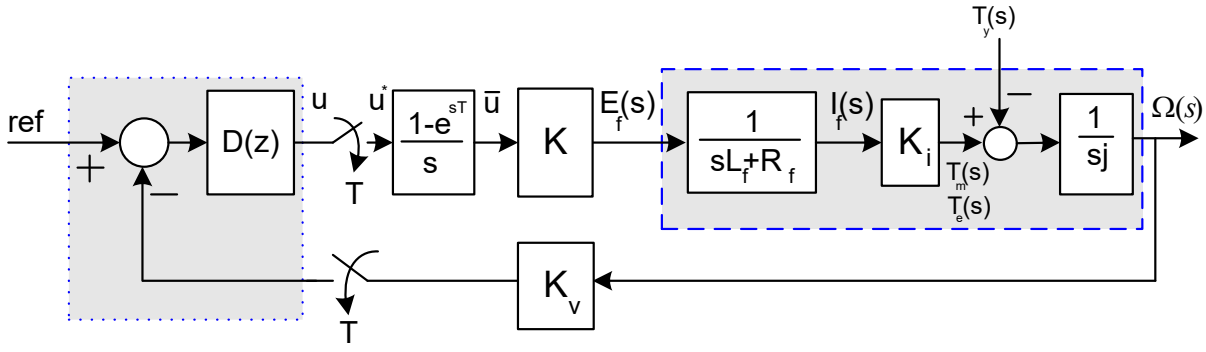
t- domeninde elde edilen 1-4 denklemlerinin Laplace dönüşümleri aşağıda verilmiştir.

$$1-) E_f(s) = R_f I_f(s) + sL_f I_f(s) \Rightarrow I_f(s) = \frac{E_f(s)}{sL_f + R_f}$$

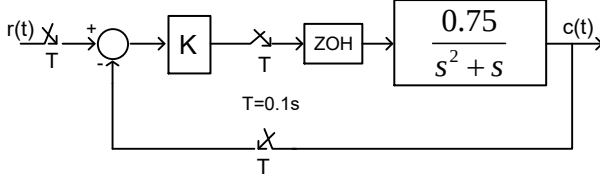
$$2-) T_e(s) = K_i I_f(s)$$

$$3-) T_m(s) = sJ\Omega(s) + T_y(s) \Rightarrow \Omega(s) = \frac{T_m(s) - T_y(s)}{sJ}$$

$$4-) T_e(s) = T_m(s) \quad (\text{sürekli rejimde})$$



S.2)



Yanda verilen kontrol sistemi için,

a) Sistemin ayrık-zaman açık çevrim transfer fonksiyonunu elde ediniz.

$$a) \text{ A.Ç.T.F} = G(z)H(z) = K_p G_s(z)H(z)$$

$$G(z) = Z \left\{ \frac{1-e^{-sT}}{s} \frac{0.75}{s(s+1)} \right\} = 0.75(1-z^{-1})Z \left\{ \frac{1}{s^2(s+1)} \right\}$$

$$G(z) = 0.75(1-z^{-1}) \left\{ (s+1) \frac{1}{s^2(s+1)} \frac{z}{z-e^{sT}} \Big|_{s=-1} + \frac{d}{ds} \left[s^2 \frac{1}{s^2(s+1)} \frac{z}{z-e^{sT}} \right]_{s=0} \right\}$$

$$G(z) = 0.75(1-z^{-1}) \left\{ \frac{1}{s^2} \frac{z}{z-e^{sT}} \Big|_{s=-1} + \frac{d}{ds} \left[\frac{1}{(s+1)} \frac{z}{z-e^{sT}} \right]_{s=0} \right\}$$

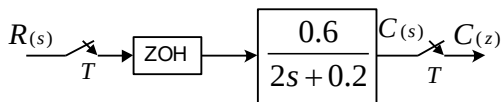
$$G(z) = 0.75 \left(\frac{z-1}{z} \right) \left\{ \frac{z}{z-0.905} + \frac{d}{ds} \left[\frac{z}{sz - se^{sT} + z - e^{sT}} \right]_{s=0} \right\}$$

$$G(z) = 0.75 \left(\frac{z-1}{z} \right) \left\{ \frac{z}{z-0.905} + \left[\frac{0 - z(z - e^{sT} - sTe^{sT} - Te^{sT})}{(sz - se^{sT} + z - e^{sT})^2} \right]_{s=0} \right\}$$

$$G(z) = 0.75 \left(\frac{z-1}{z} \right) \left\{ \frac{z}{z-0.905} + \frac{-z(z-1.1)}{(z-1)^2} \right\} = \frac{0.0038z + 0.0034}{(z-1)(z-0.905)}$$

$$\text{A.Ç.T.F} = K G(z) = K \frac{0.0038z + 0.0034}{(z-1)(z-0.905)}$$

S.3)



yanda verilen sistemde $r(t) = u(t)$ için;

a) $T=1s$ olmak üzere $C(z) = ?$

b) $c(\infty) = \lim_{k \rightarrow \infty} c(k) = \lim_{z \rightarrow 1} (z-1)C(z)$ ifadelerinden ayrı ayrı $C(\infty)$ değerini hesaplayınız.

C.3

$$a) G(z) = Z \left\{ \frac{1-e^{-sT}}{s} \frac{0.6}{2s+0.2} \right\} = (1-z^{-1})Z \left\{ \frac{1}{s} \frac{\frac{0.6}{2}}{s+\frac{0.2}{2}} \right\} = (1-z^{-1})0.3Z \left\{ \frac{1}{s(s+0.1)} \right\}$$

$$Z \left\{ \frac{1}{s(s+0.1)} \right\} = \left\{ \left[s \frac{1}{s(s+0.1)} \frac{z}{z-e^{sT}} \right]_{s=0} + \left[(s+0.1) \frac{1}{s(s+0.1)} \frac{z}{z-e^{sT}} \right]_{s=-0.1} \right\} = \left\{ 10 \frac{z}{z-1} - 10 \frac{z}{z-0.905} \right\} = 10 \frac{0.095z}{(z-1)(z-0.905)}$$

$$G(z) = (1-z^{-1})0.3Z \left\{ \frac{1}{s(s+0.1)} \right\} = \frac{z-1}{z} 0.3 \cdot 10 \frac{0.095z}{(z-1)(z-0.905)} = \frac{0.285}{(z-0.905)}$$

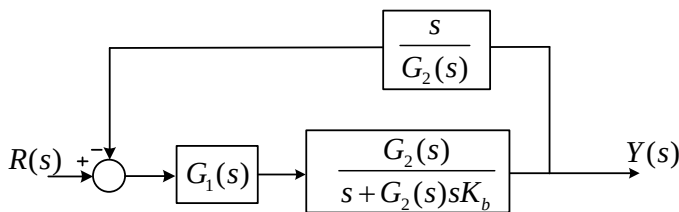
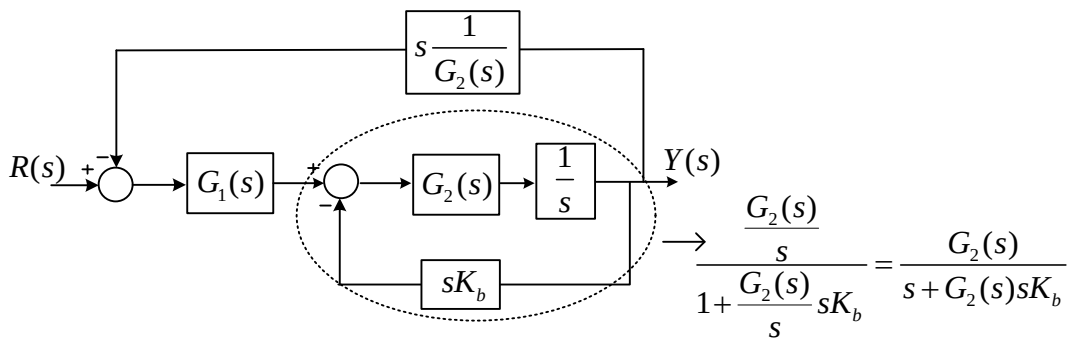
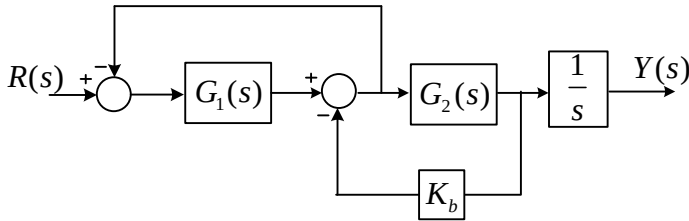
$$C(z) = R(z) * G(z) = \frac{z}{z-1} \frac{0.285}{(z-0.905)} = \frac{0.285z}{(z-1)(z-0.905)}$$

$$ii) c(\infty) = \lim_{z \rightarrow 1} (z-1)C(z) = \lim_{z \rightarrow 1} (z-1) \frac{z}{z-1} \frac{0.285}{(z-0.905)} = 3 \quad c(\infty) = \lim_{k \rightarrow \infty} C(k) = \lim_{k \rightarrow \infty} (3 - 3 \cdot 0.905^k) = 3$$

S.4

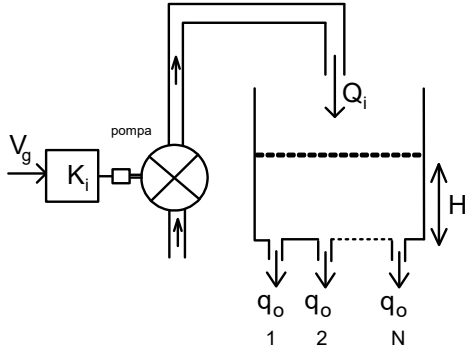
Yanda blok diyagramı verilen sistem için;

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = ?$$



$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{\frac{G_1(s)G_2(s)}{s + G_2(s)sK_b}}{1 + \frac{G_1(s)G_2(s)}{s + G_2(s)sK_b} \frac{s}{G_2(s)}} = \frac{G_1(s)G_2(s)}{s + sG_2(s)K_b + sG_1(s)}$$

S.5



$$K_i = 1 \frac{V}{V}, A = 1 m^2, K_2 = 1 m^2 / sn$$

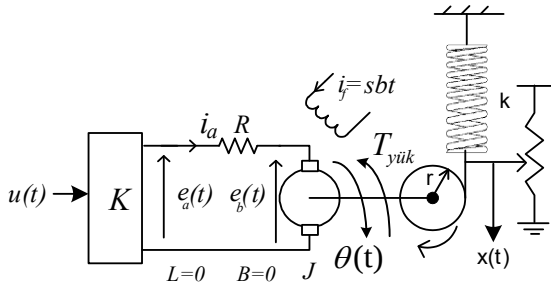
a) t-domeins-domein

1. $q_i - Nq_o = A \frac{dH}{dt}$
2. $q_i = V_g K_1$
3. $q_o = K_2 H(t)$
4. $K_1 V_g(t) - NK_2 H(t) = A \frac{dH}{dt}$
5. $Q_i(s) - Q_o(s) = AsH(s)$
6. $Q_i(s) = V_g K_1$
7. $Q_o(s) = K_2 H(s)$
8. $H(s)(As + NK_2) = K_1 V_g(s)$

Açık çevrim sisteme ait transfer fonksiyon 8. Nolu denklemden faydalanarak aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\frac{H(s)}{V_g(s)} = \frac{K_1}{As + NK_2}$$

S-5)



2. $e_b(t) = e_a(t) + R i_a(t)$
3. $T_e(t) = K_i i_a(t)$
4. $e_b(t) = K_b w(t)$
5. $F = k.x(t)$
6. $T_y(t) = Fr = k.x(t).r$
7. $T_m(t) = J \frac{dw}{dt} + T_y$
8. $w(t) = \frac{d\theta}{dt}$
9. $T_e(t) = T_m(t)$
10. $x(t) = r.\theta(t)$

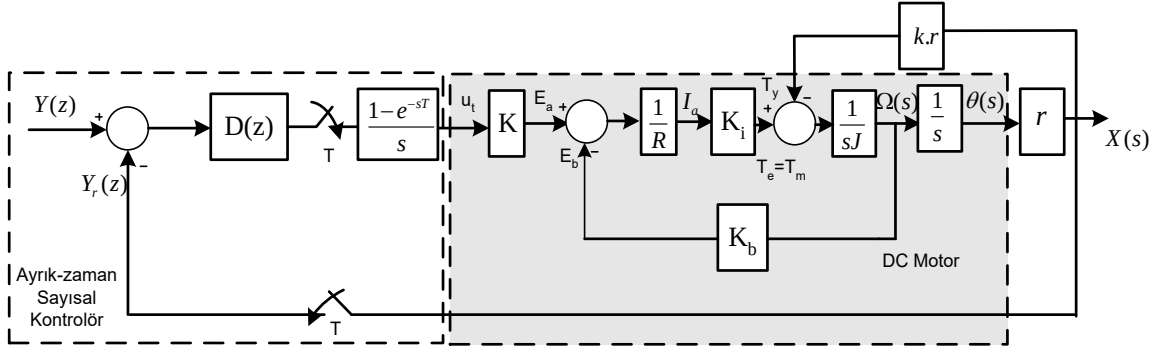
Yanda verilen şekilde motor mili, yay sistemine bağlanarak konum kontrolü yapılmak istenmektedir. Verilen sisteme göre;

- a) $x(t)$ ile $u(t)$ arasında sistemi tanımlayan dinamik denklemleri t-domeni ve s-domeni için yazınız.
- b) D(z) kontrolcülü sisteme ait kapalı çevrim kontrol blok diyagramını çiziniz. ($T_{yük}(t) = r.F_{yay}$, k yay sabiti, r disk yarı çap, J rotor ataleti, $B=0$, $L=0$, $x(t) = r.\theta(t)$)

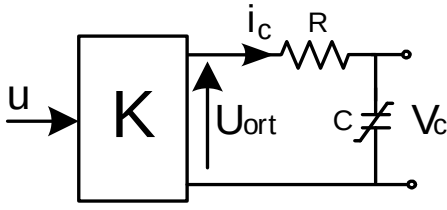
s-domein

1. $E_a(s) = U(s)K$
2. $I_a(s) = \frac{E_b(s) - E_a(s)}{R}$
3. $T_e(s) = K_i I_a(s)$
4. $E_b(s) = K_b \Omega(s)$
5. $F = k.X(s)$
6. $T_y(s) = k.r.X(s)$
7. $T_m(s) = Js\Omega(s) + T_y(s) \Rightarrow \frac{T_m(s) - T_y(s)}{Js} = \Omega(s)$
8. $\Omega(s) = \theta(s)s \Rightarrow \theta(s) = \frac{\Omega(s)}{s}$
9. $T_e(s) = T_m(s)$
10. $X(s) = r.\theta(s)$

b)



S-7



a) Şekilde verilen devrede R sabittir. Kapasite değeri ise $C(t) = \frac{k_c}{V_c(t)}$

kondansatör uç gerilimi ile ters orantılı olarak değişmektedir. Sistemi tanımlayan lineer olmayan diferansiyel denklemi elde ediniz.

b) Çalışma noktası için çıkış kondansatör gerilimi $V_c(t) = V_0$ olmak

üzere lineerleştirilmiş $\frac{\Delta V_c(t)}{\Delta t} = A^* \Delta V_c(t) + B^* \Delta u(t)$ yi elde ediniz.

c) $\frac{\Delta V_c(s)}{\Delta u(s)}$ lineerleştirilmiş sistem transfer fonksiyonu ve $D(s)$ kontrolör olmak üzere, çıkış kondansatör gerilimi $V_c(t) = V_0$ civarında kontrol edilmek istenmektedir. Sürekli-zaman kapalı çevrim kontrol blok diyagramını çiziniz.

C-6) a)

$$u_{ort}(t) = K \cdot u(t)$$

$$u_{ort}(t) = R i_c(t) + V_c(t) \quad \text{ve} \quad i_c(t) = C(t) \cdot \frac{d V_c(t)}{dt} \quad \text{olduğuna göre;}$$

$$u_{ort}(t) = R \cdot C(t) \cdot \frac{d V_c(t)}{dt} + V_c(t) \quad \text{olarak elde edilir. Buradan;}$$

$$\frac{d V_c(t)}{dt} = \frac{u_{ort}(t) - V_c(t)}{RC(t)} \quad \text{burada} \quad C(t) = \frac{k_c}{V_c(t)} \quad \text{soruda belirtildiği gibi denklemde yerine koyulduğunda;}$$

$$\frac{d V_c(t)}{dt} = \frac{u_{ort}(t) - V_c(t)}{R \frac{k_c}{V_c(t)}} \rightarrow \frac{d V_c(t)}{dt} = u_{ort}(t) \frac{V_c(t)}{R k_c} - \frac{V_c(t)^2}{R k_c} \quad \text{olarak elde edilir.}$$

$$f_1 = \frac{d V_c(t)}{dt} = u_{ort}(t) \frac{V_c(t)}{R k_c} - \frac{V_c(t)^2}{R k_c} \quad \text{lineer olmayan diferansiyel denklem.}$$

b)

$V_c(t) = V_0$ olmak üzere;

$$A^* = \left[\frac{\partial f_1}{\partial V_c(t)} \right]_{V_0, u_0} = \left[\frac{\partial \left(u_{ort}(t) \frac{V_c(t)}{R k_c} - \frac{V_c(t)^2}{R k_c} \right)}{\partial V_c(t)} \right] = \frac{u_0}{R k_c} - \frac{2 V_0}{R k_c} \quad \boxed{A^* = \frac{u_0 - 2 V_0}{R k_c}}$$

$$B^* = \left[\frac{\partial f_1}{\partial u(t)} \right]_{V_0, u_0} = \left[\frac{\partial \left(u_{ort}(t) \frac{V_c(t)}{Rk_c} - \frac{V_c(t)^2}{Rk_c} \right)}{\partial u(t)} \right] = \frac{V_0}{Rk_c} \quad \boxed{B^* = \frac{V_0}{Rk_c}}$$

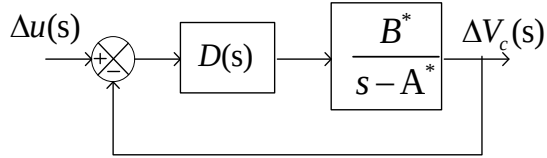
c)

$$s\Delta V_c(s) = A^* \Delta V_c(s) + B^* \Delta u(s)$$

$$\boxed{\frac{\Delta V_c(s)}{\Delta u(s)} = \frac{B^*}{s - A^*}}$$

$D(s)$ kontrolör olmak üzere sürekli-zaman

kapalı çevrim kontrol blok diyagramını çiziniz.



Sürekli-zaman kapalı çevrim kontrol blok diyagramını