

به نام خدا



دانشگاه تهران

دانشکده‌گان فنی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

آزمایشگاه سیستمهای کنترل خطی

پیش گزارش آزمایش 3

عارف نیک رفتار -- 810199507

کوثر اسدمسجدی -- 810199373

محمد تقی زاده -- 810198373

گروه 1

نیمسال دوم 1402-03

فهرست

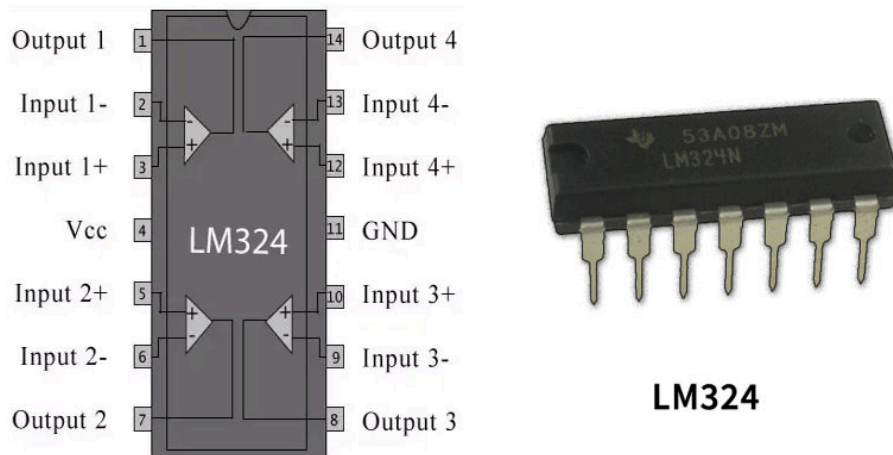
عنوان	شماره صفحه
چکیده	3
سوال 1	4
سوال 2	5
سوال 5	6
سوال 6	11

چکیده

در جلسه قبل با استفاده از محیط `simscape` و متلب موتور `dc` و کنترل کننده آن را شبیه سازی کردیم.

- در بخش اول بلوک دیاگرام موتور `dc` را بدست می آوریم و در مرحله بعد پاسخ سیستم را به ولتاژ رودی رسم میکنیم.
- در بخش دوم به مدلسازی موتور `dc` میپردازیم که به دو شکل قابل انجام است.
- 1- با استفاده از تبدیل لاپلاس برای معادلات دیفرانسیل تابع تبدیل را بدست آوریم و خروجی را مشاهده کنیم.
- 2- روش دیگر دستور `ode45` برای حل معادلات در حوزه زمان است.
- در بخش سوم توضیحاتی راجع به نحوه حل شدن معادلات دیفرانسیل در محیط متلب خواهیم داد.

- شکل و ترتیب پایه های مدار مجتمع LM324N:



تصویر 1: شکل واقعی و ترتیب پایه های LM324N

- طبق توضیحات datasheet این المان پارامتر ها به صورت زیر بدست آمدند:

حداکثر ولتاژ تغذیه: $32V$ ($\min=3V$)

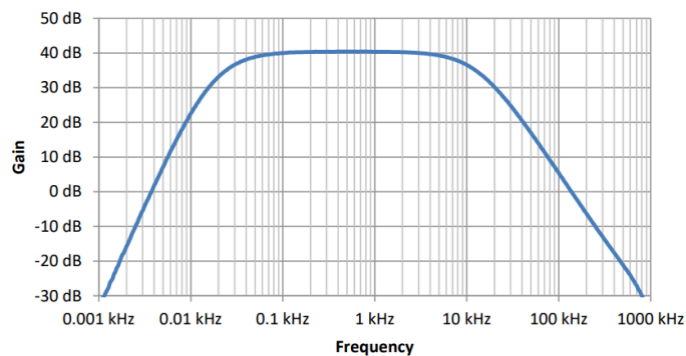
حداکثر ولتاژ ورودی: $32V$ ($\min=-0.3V$)

حداکثر جریان ورودی زمانی که ولتاژ ورودی منفی است: $5mA$

حداکثر جریان ورودی زمانی که ولتاژ ورودی مثبت است: $0.4mA$

- محدودیت های عملکرد LM324N:

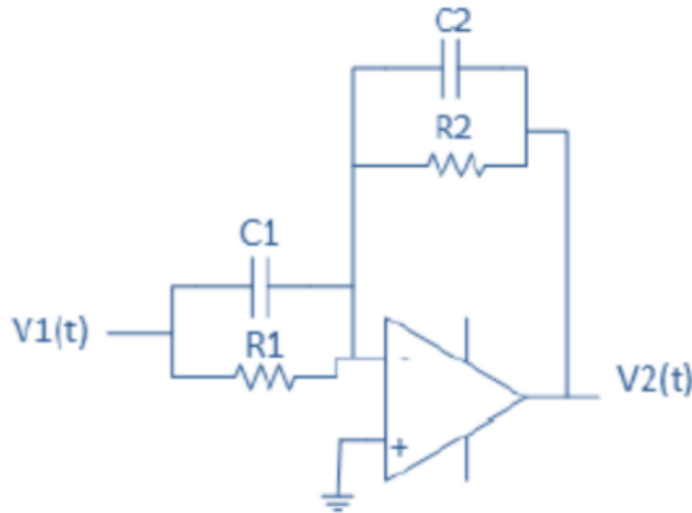
در این مدار مجتمع پهنای باند فرکانسی آن به صورت شکل زیر است و خارج از بازه 100 هرتز تا 10 کیلوهرتز کارکرد مورد انتظار را فراهم نمیکند.



تصویر 2: بازه کاری فرکانسی مدار مجتمع

سوال 2

همانطور که در درس مدار های الکتریکی خواندیم مقاومت ها و خازن ها را به صورت یک امپدانس میبینیم و فرض میکنیم تقویت کننده ایده آل است:



تصویر 3: مدار در نظر گرفته شده برای تقویت کننده

$$Z_1 = R_1 || sC_1 = \frac{R_1}{1+R_1C_1s}, Z_2 = R_2 || sC_2 = \frac{R_2}{1+R_2C_2s}$$

جریان عبور از امپدانس ها برابر هم می باشد و برابر ولتاژ هر کدام تقسیم بر امپدانس آن ها است:

$$I = \frac{V_1(s)[1+R_1C_1s]}{R_1} = - \frac{V_2(s)[1+R_2C_2s]}{R_2} \rightarrow \frac{V_2(s)}{V_1(s)} = \frac{[1+R_1C_1s]}{[1+R_2C_2s]}$$

سوال 3

خیر، نمی توان با استفاده از یک منبع تغذیه هر دو را تامین کرد. چرا که ولتاژهای $+V_{CC}$ و $-V_{CC}$ در مدار مجتمع داده شده ولتاژهای مثبت و منفی هستند، پس نیاز به دو منبع تغذیه داریم تا با پلاریته برعکس آنها را به متصل کنیم.

سوال 4

$$H_1(s) = \frac{-2}{0.1s+1}$$

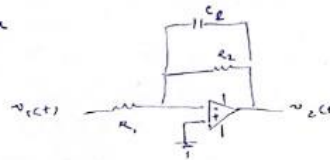
$$a. H_1(s) = \frac{-2}{0.1s+1} = \frac{-R_2}{R_1} \frac{1+R_1C_1s}{1+R_2C_2s} \xrightarrow{C_1=0} \frac{-R_2}{R_1(1+R_2C_2s)} = \frac{-2}{0.1s+1}$$

$$\begin{cases} H_{11}(s) = 1 \\ H_{12}(s) = 2 \end{cases} \rightarrow \frac{R_2}{R_1} = 2, \quad R_2C_2 = 0.1, \quad C_1 = 0$$

$$R_1 = 10 \text{ K}\Omega \quad \& \quad 10 \text{ K}\Omega = 5 \text{ K}\Omega$$

$$R_2 = 10 \text{ K}\Omega$$

$$C_2 = 1 \mu\text{F}$$

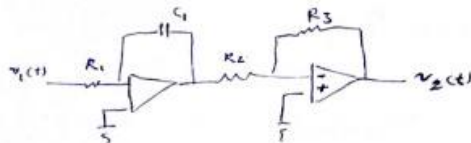


$$H_2(s) = \frac{1}{s}$$

$$b. H_2(s) = 1/s$$

$$R_1 = 1/C_1$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = 100 \text{ K}\Omega \quad ; \quad C_1 = 1 \mu\text{F}$$

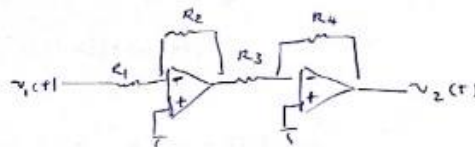


$$H_3(s) = K$$

$$c. H_3(s) = K$$

$$\frac{R_4}{R_3} = K \quad ; \quad \frac{R_2}{R_1} = 1$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = 10 \text{ K}\Omega \quad ; \quad R_4 = 10 \text{ K}\Omega$$



$$H_4(s) = \frac{0.1}{s+1}$$

$$D. H_4(s) = \frac{0.1}{s+1}$$

$$\frac{R_4}{R_5} = 1 ; R_2 C_1 = 1 ; \frac{R_2}{R_1} = 0.1$$

$$C_1 = 10 \mu F ; R_2 = 100 k\Omega ; R_1 = 1 \mu\Omega ; R_3 = R_4 = 70 k\Omega$$



$$H_5(s) = \frac{0.235}{s+1}$$

$$E. H_5(s) = \frac{0.235}{s+1}$$

$$\frac{R_4}{R_5} = 1 ; R_2 C_1 = 1 ; \frac{R_2}{R_1} = 0.235$$

$$C_1 = 10 \mu F$$

$$R_2 = 100 k\Omega$$

$$R_1 = 470 k\Omega ; R_3 = R_4 = 10 k\Omega$$

$$H_6(s) = \frac{0.33}{s+1}$$

$$F. H_6(s) = \frac{0.33}{s+1}$$

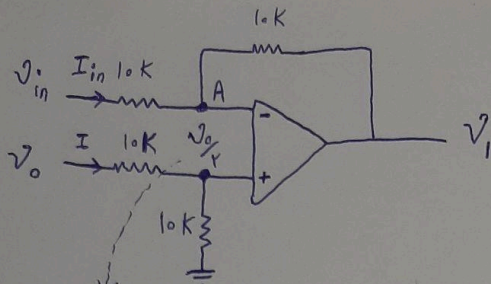
$$\frac{R_4}{R_5} = 1 ; R_2 C_1 = 1 ; \frac{R_2}{R_1} = 0.33$$

$$C_1 = 10 \mu F$$

$$R_2 = 100 k\Omega$$

$$R_1 = 330 k\Omega ; R_3 = R_4 = 10 k\Omega$$

مدار قسمت های E, F همانند مدار قسمت D هستند.



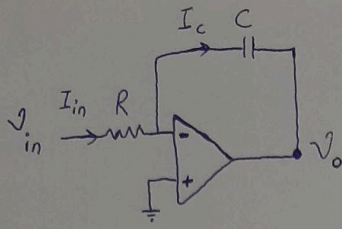
$$\begin{cases} V = V_o - I(10k) \\ I = \frac{V_o}{10k + 10k} = \frac{V_o}{20k} \end{cases} \Rightarrow V = V_o - \frac{V_o}{20k}(10k) = \frac{V_o}{2}$$

$\Rightarrow V_A = \frac{V_o}{2}$: چون مقاربت داخلی آپ آپ بین
 $-$ و $+$ بی نهایت است، و لذا
 نمره A به نمره $(+)$ که برابر $\frac{V_o}{2}$
 است می شود.

$$\Rightarrow I_{in} = \frac{V_{in} - V_A}{10k} = \frac{V_{in} - \frac{V_o}{2}}{10k}$$

$$\Rightarrow V_1 = V_A - I_{in}(10k) = \frac{V_o}{2} - \frac{\frac{V_{in} - \frac{V_o}{2}}{10k}}{10k}(10k) = \frac{V_o}{2} - \frac{V_{in} - \frac{V_o}{2}}{2} = \frac{V_o - V_{in}}{2}$$

له جریان پیرست (-)
 آپ آپ به دلیل
 مقاربت داخلی آپ
 آپ که بی نهایت
 است، صفر است.
 در نتیجه I_{in} از
 تماماً
 نمره A به نمره V_1
 جاری می شود.



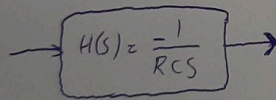
$$\left. \begin{aligned} I_{in} = I_c = C \dot{V}_c' &= C(0 - \dot{V}_o)' = -C \dot{V}_o' \\ I_{in} = \frac{V_{in} - \underbrace{V_{(-)}}_{V_{(+)} = 0}}{R} &= \frac{V_{in}}{R} \end{aligned} \right\} \frac{V_{in}}{R} = -C \dot{V}_o'$$

$$\Rightarrow \int \frac{V_{in}}{R} = \int -C \dot{V}_o' \Rightarrow \frac{1}{R} \int V_{in} = -C V_o \Rightarrow V_o = \frac{-1}{RC} \int V_{in}$$

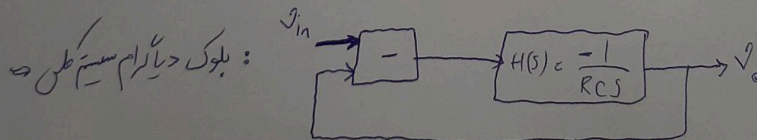
⇒ بلوک سمت راست معادل یک مدار انتگرال گیر است

$$H(s) = \frac{-1}{RC} \times \left(\frac{1}{s}\right) = \frac{-1}{RCs}$$

که لاپلاس مدار انتگرال گیر



⇒ بلوک سمت راست معادل است با :



⇒ بلوک دیفرانسیل سیستم کن

$$\Rightarrow H(s) : V_o = \frac{-1}{RCs} \times (V_o - V_{in})$$

سیستم کلی

نشان ورودی و خروجی

نشان ورودی و خروجی

$$\Rightarrow \frac{V_o}{V_{in}} = \frac{1}{1 + \frac{1}{RCs}} = \frac{RCs}{RCs + 1}$$

$$H(s) = \frac{Rcs}{Rcs + 1}$$

$$Z = \int_{-\infty}^{\infty} 1 \times e^{-s t} dt = \frac{e^{-s t}}{-s} \Big|_{-\infty}^{\infty} = \frac{1}{s}$$

\Rightarrow ثابت زمان $= T_c R_C$

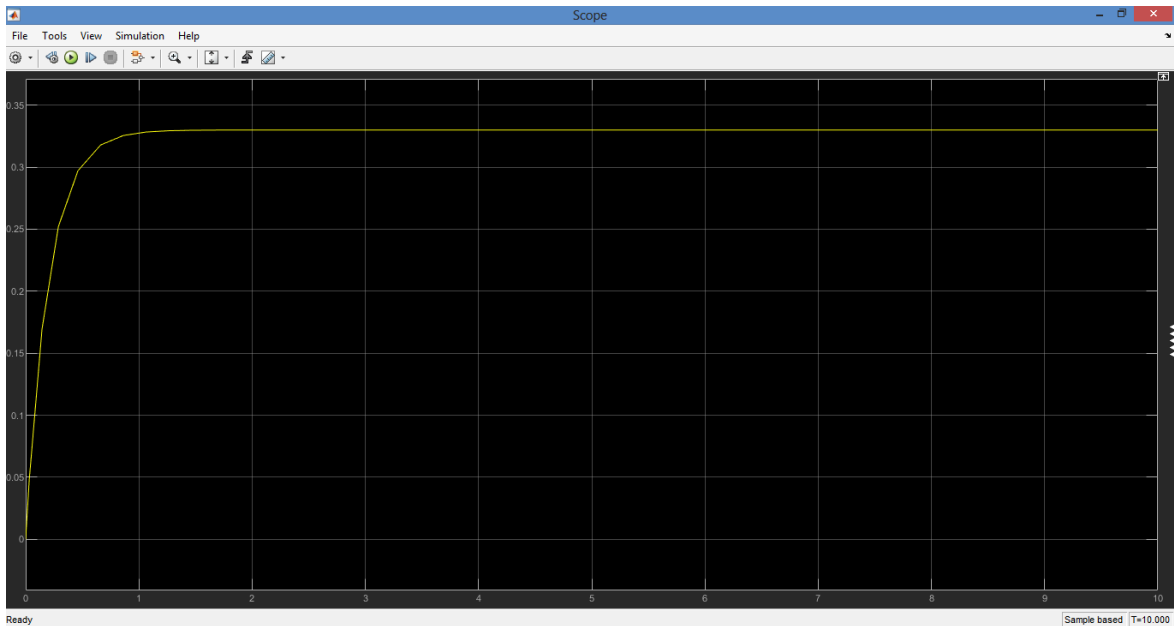
$\Rightarrow t_{\bar{5}} : \begin{cases} 0.94 < \text{ضریب سیم} < 1.05 \Rightarrow \frac{1}{t_{\bar{5}}} = \mu \bar{T} \Rightarrow R = \frac{10^V}{\mu} = 1.133 M\Omega \\ 0.90 < \text{ضریب سیم} < 1.02 \Rightarrow \frac{1}{t_{\bar{5}}} = \mu T \Rightarrow R = \frac{10^V}{\mu} = 1.05 M\Omega \end{cases}$

$\Rightarrow t_s :$

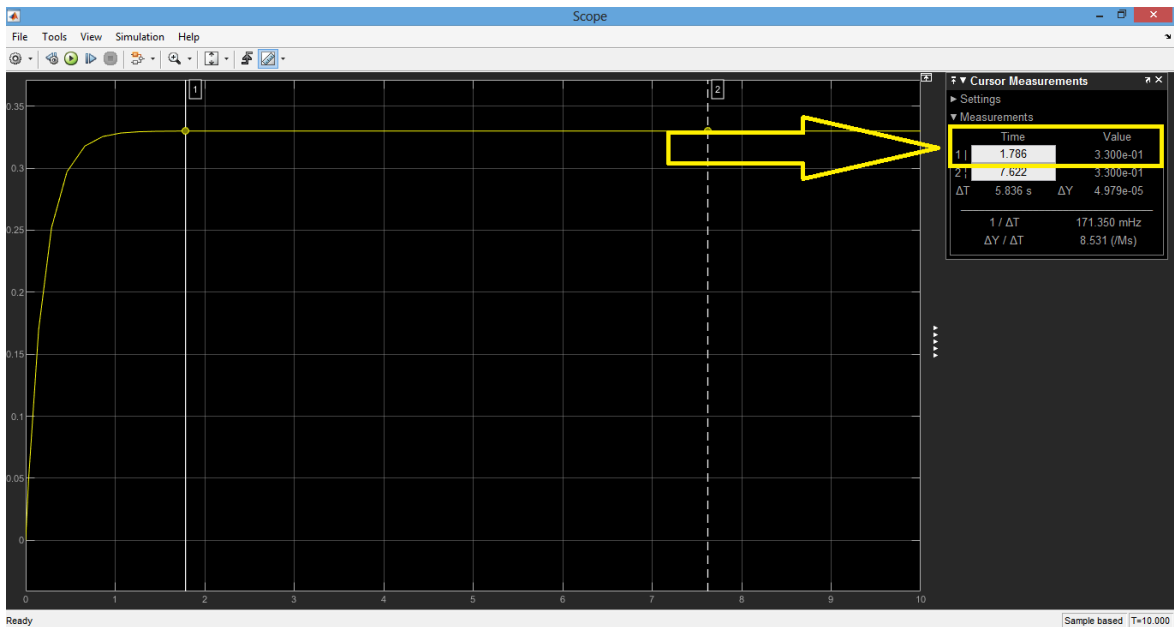
$$\begin{cases} 0.94 < \frac{1}{f_s} < 1.05 \Rightarrow \frac{1}{f_s} = 1.0 \Rightarrow R = \frac{1.0^V}{1.0} = 1.0^V M_R \\ 0.90 < \frac{1}{f_s} < 1.02 \Rightarrow \frac{1}{f_s} = 1.0 \Rightarrow R = \frac{1.0^V}{1.0} = 1.0^V M_R \end{cases}$$

سوال 6

پاسخ تابع تبدیل به ورودی پله واحد:



محاسبه ثابت زمانی از روی پاسخ تابع تبدیل به ورودی پله واحد:

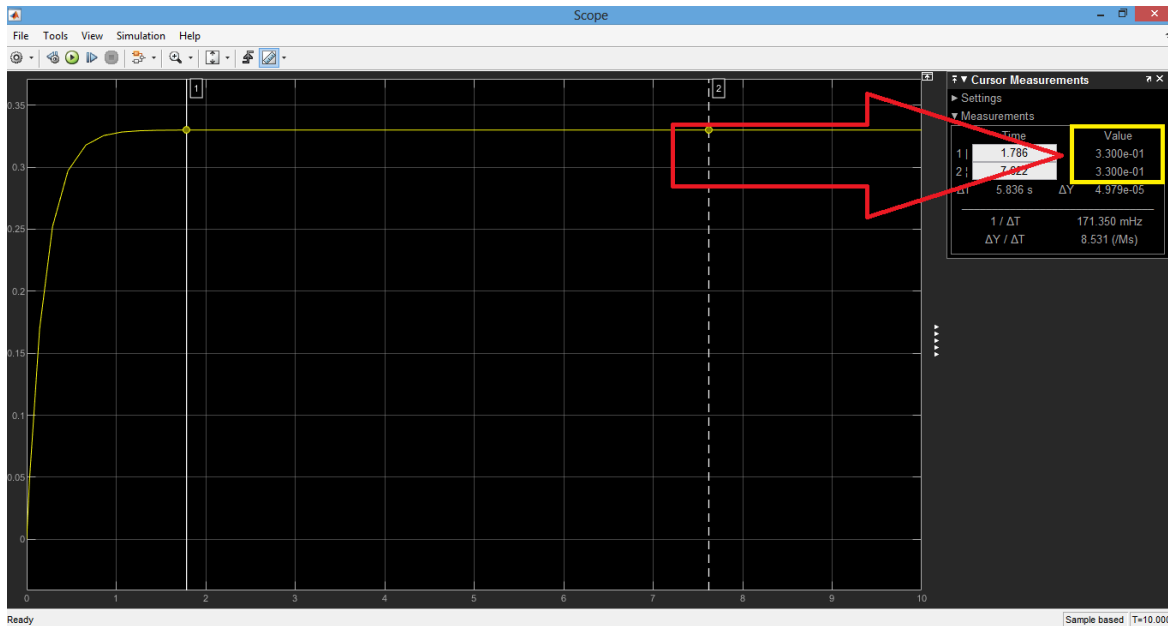


مطابق با تصویر فوق، زمان لازم برای رسیدن پاسخ پله به حالت ماندگار برابر 1.786 ثانیه

می باشد که این زمان معادل با 5 ثابت زمانی است، در نتیجه:

$$\tau = 1.786 / 5 = 0.3572 \text{ Seconds}$$

محاسبه بهره حالت ماندگار از روی پاسخ تابع تبدیل به ورودی پله واحد:



مطابق با تصویر فوق، در حالت ماندگار، مقدار خروجی سیستم برابر با 0.33 می باشد و چون ورودی سیستم، پله واحد بوده و مقدار آن برابر 1 است، بهره حالت ماندگار برابر 0.33 می شود.

محاسبه خطا حالت دائمی از روی پاسخ تابع تبدیل به ورودی پله واحد:

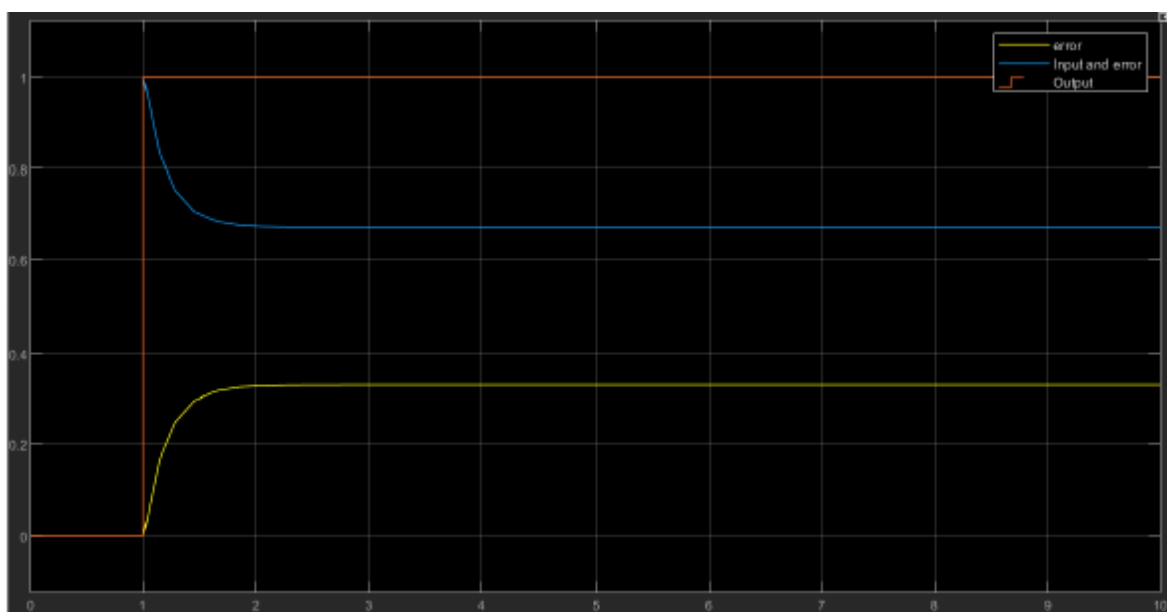
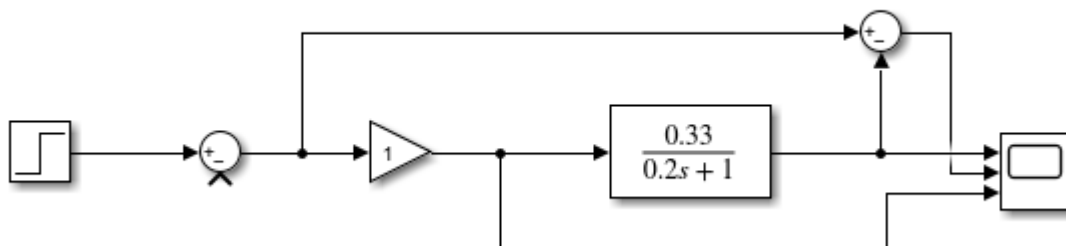


مطابق با تصویر فوق، در حالت ماندگار، مقدار خروجی سیستم برابر 0.33 شده است و مقدار ورودی هم برابر پله واحد و 1 می باشد. پس اگر مقدار رفرنس را برابر مقدار ورودی داده شده

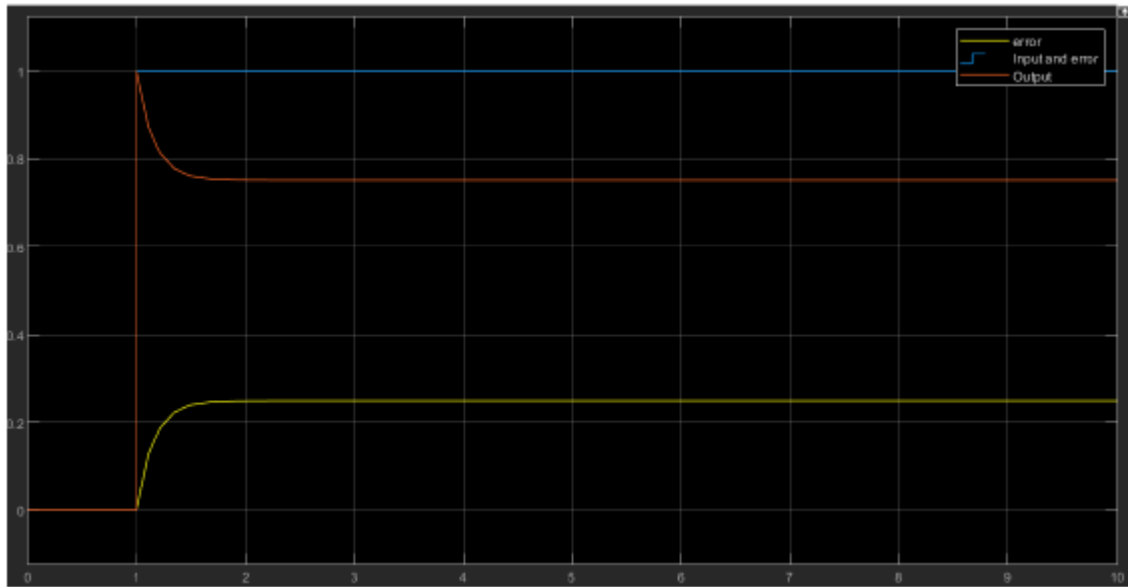
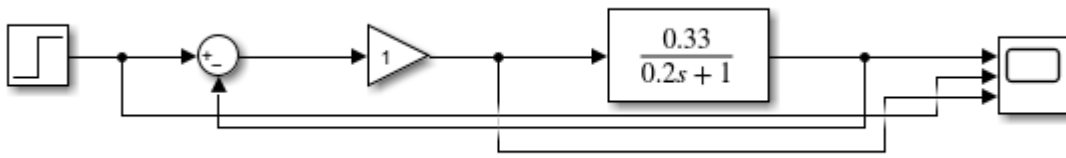
در نظر بگیریم، خطا حالت دائمی برابر با $0.33 - 1$ می شود. در نتیجه خطا حالت دائمی برابر 0.67 خواهد بود.

سوال 7

حالت اول:



حالت دوم:



حالت سوم:

