

به نام خدا

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

دانشگاه تهران

مینی پروژه دوم درس ابزار دقیق

دکتر نیری

دانشجو : فاطمه نائینیان

شماره دانشجویی : 810198479

بهار 1401

فهرست

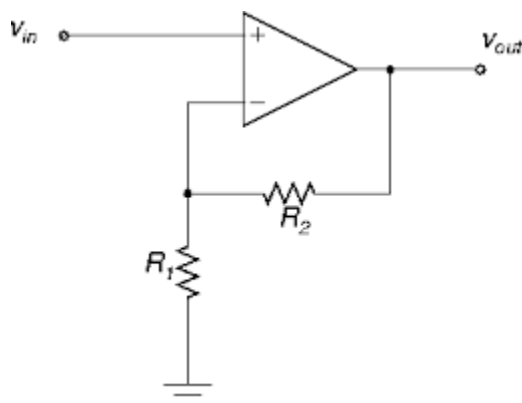
3	سوال 1
4	سوال 2
4	سوال 3
5	سوال 4
5	سوال 5
6	سوال 6
7	سوال 7
7	سوال 8
8	سوال 9
9	سوال 10
11	سوال 11
12	سوال 12
15	سوال 13
17	سوال 14
17	سوال 15
17	سوال 16
20	سوال 17
20	سوال 18
21	سوال 19

سوال 1)

در بخش قبل ذکر شد که مقاومت هیتر 12 اهم است. حال اگر حداکثر ولتاژ ورودی هیتر 10 ولت باشد، حداکثر جریان ورودی هیتر به شکل زیر می شود.

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{R} = \frac{10}{12} = 0.833A$$

حال باید جریان مورد نظر را با یک ترانزیستور تولید کنیم و اپ امپ هم بهره مورد نظر را تولید میکنند.

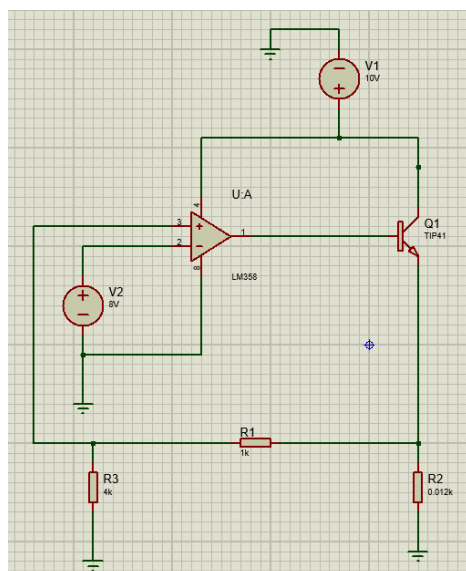


یک تقویت کننده مستقیم به شکل بالا که ورودی آن از 0 تا 8 ولت و خروجی آن از 0 تا 10 ولت را می خواهیم طراحی کنیم. پس بهره برابر $gain = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{10}{8}$ است. میدانیم در تقویت کننده مستقیم $V_{out} = \left(1 + \frac{R2}{R1}\right) V_{in}$ پس حال میتوانیم برای $R2$ و $R1$ مقادیری پیدا کنیم.

$$gain = 1 + \frac{R2}{R1} = 1.25 \rightarrow R1 = 4R2$$

میتوانیم $R2=1k$ و $R1=4k$ در نظر بگیریم.

یک مقاومت 12 اهم هم برای هیتر داریم. در نهایت مدار مورد نظر به شکل زیر می شود.



سوال 2

در بخش قبل گفته شد که ولتاژ ورودی 0 تا 8 ولت و خروجی 0 تا 10 ولت است. پس خواهیم داشت:

$$G_d(s) = \frac{V_{dout}(s)}{V_{din}(s)} = \frac{10}{8} = 1.25$$

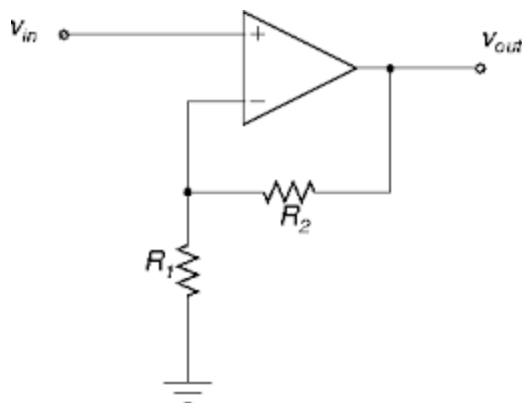
سوال 3

در متن پروژه گفته شده تابع تبدیل حسگر به شکل رو به رو است.

$$G_s(s) = \frac{V_{out}(s)}{T_s(s)} = \frac{0.01}{s + 1}$$

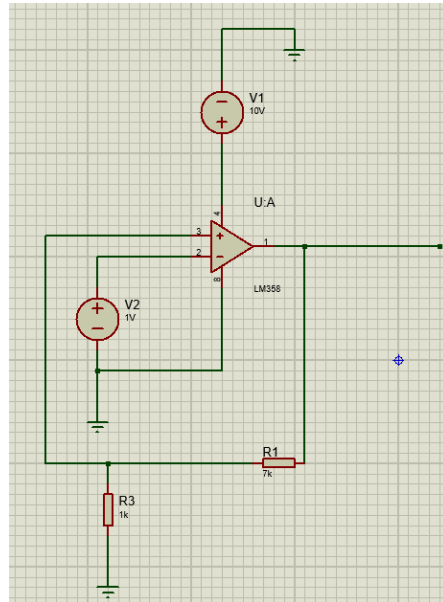
که حسگر از 0 تا 100 درجه سانتی گراد را اندازه گیری میکند و خروجی حسگر بین 0 تا 8 ولت است.

با توجه به تابع تبدیل حسگر متوجه می شویم که حداکثر ولتاژ خروجی اش 1 است. پس نیاز به یک تقویت کننده مستقیم داریم تا ولتاژ را از محدوده 0 و 1 به 0 و 8 ببرد. از همان مدار قبل استفاده میکنیم.



$$V_{out} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V_{in} \rightarrow 8 = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \times 1 \rightarrow R_2 = 7R_1$$

بنابراین $R_1=1k$ و $R_2=7k$ در نظر میگیریم. (مقادیر ممکن زیادی وجود دارد و برای ساده شدن حل مسئله اعداد ذکر شده را فرض کرده ام.)



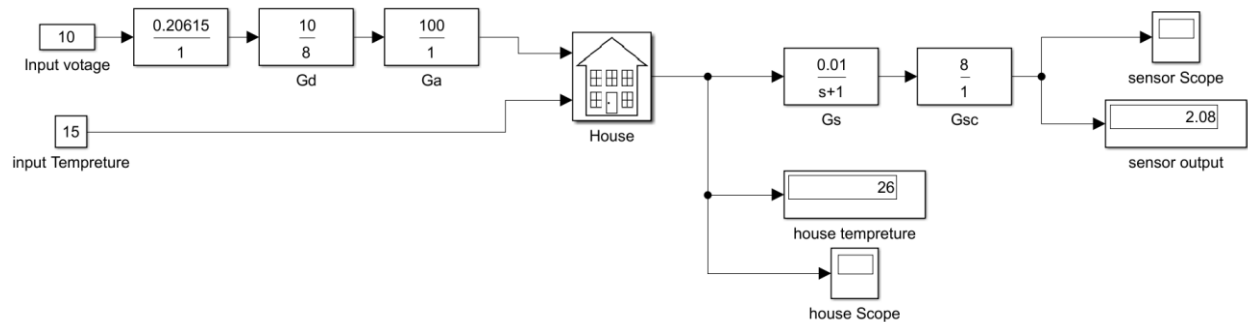
سوال 4

گفته شد که ولتاژ ورودی 0 تا 1 ولت و خروجی 0 تا 8 ولت است. پس خواهیم داشت:

$$G_{sc}(s) = \frac{V_{scout}(s)}{V_{scin}(s)} = \frac{8}{1} = 8$$

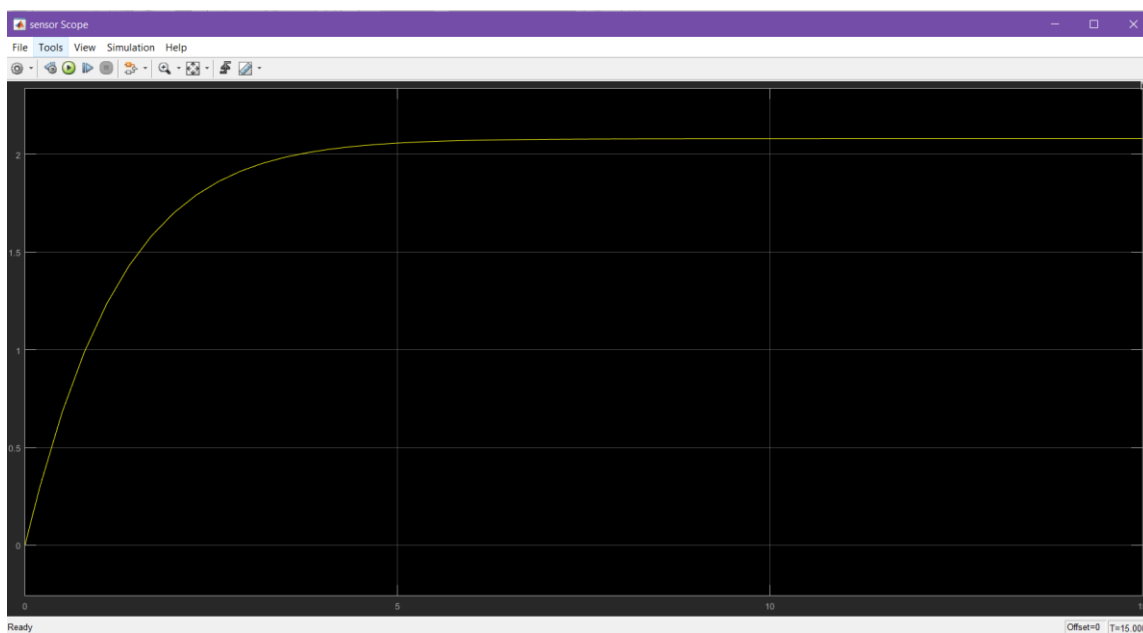
سوال 5

در این بخش با کمک ازمون و خطا بهره کنترل کننده مورد نظر را پیدا میکنیم. همانند بخش های قبل، کنترل کننده صرفاً یک gain است. به ازای بهره حدود 0.20615 دمای خانه به 26 درجه میرسد.



سوال 6)

خروجی سنسور دما به شکل زیر است. این خروجی بر حسب ولت است.



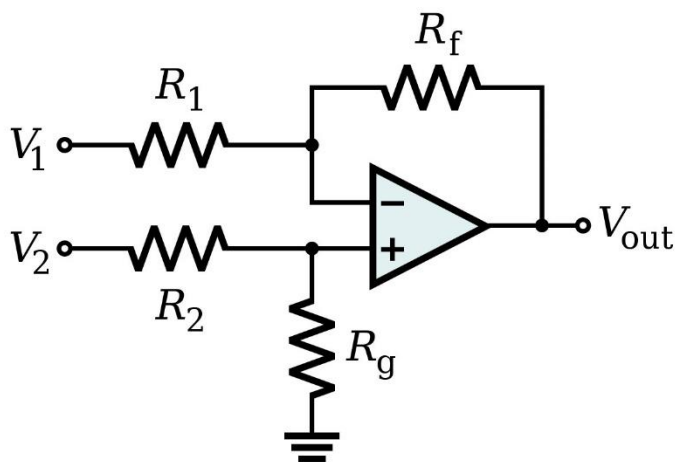
خروجی دمای خانه نیز به شکل زیر است. خروجی بر حسب درجه سانتی گراد است.



به خوبی مشاهده می شود که سرعت رسیدن به مقدار نهایی در حالت واقعی بیشتر از حسگر است. یعنی حسگر کند تر حالت واقعی عمل میکند و این به دلیل وجود $s+1$ در مخرج است که به نوعی انتگرال گیر محسوب شده و سرعت سیستم را کاهش میدهد.

سوال 7)

$$gain = \frac{V_{out}}{V_{in}} = 0.20615$$

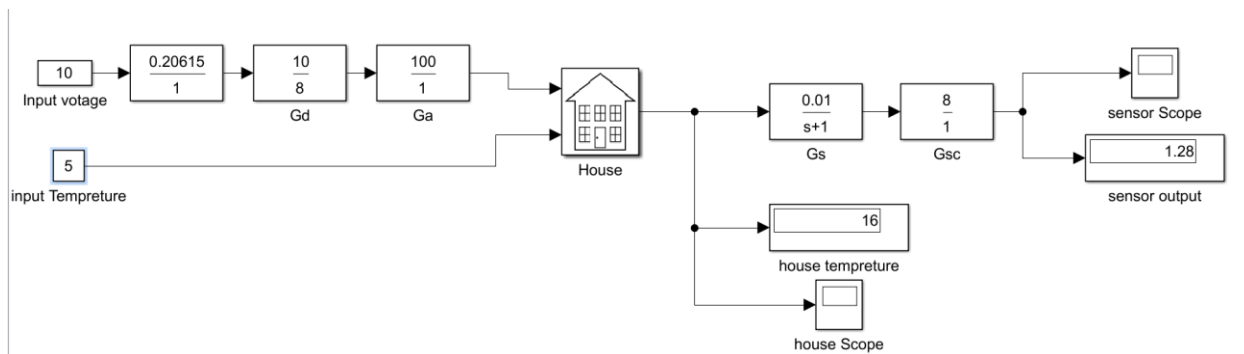


$$V_{out} = \left(\frac{R_g}{R_2}\right) (V_1 - V_2) \rightarrow 2.0615 = \left(\frac{R_g}{R_2}\right) \times 10 \rightarrow R_g = 0.20615 \times R_2$$

بنابراین میتوانیم $R_g=R_f=0.20615k$ و $R_2=R_1=1k$ در نظر بگیریم. میدانیم هر مقاومتی که شرایط ذکر شده را داشته باشد را میتوان انتخاب نمود.

سوال 8)

اگر دمای خارج از خانه 5 درجه سانتی گراد باشد، کنترلر به خوبی عمل نمیکند، چون کنترلر برای دمای 15 درجه طراحی شده، بنابراین دمای خانه افت پیدا میکند و به 16 درجه میرسد.

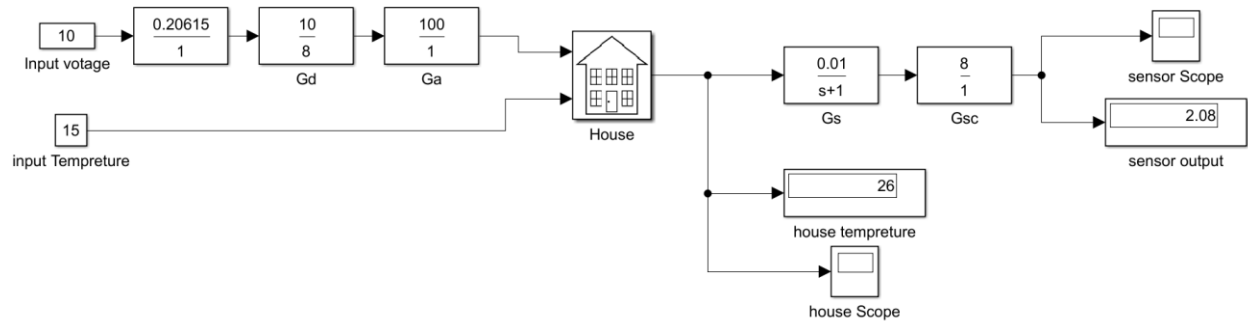


نمودار افت دما به شکل زیر است:



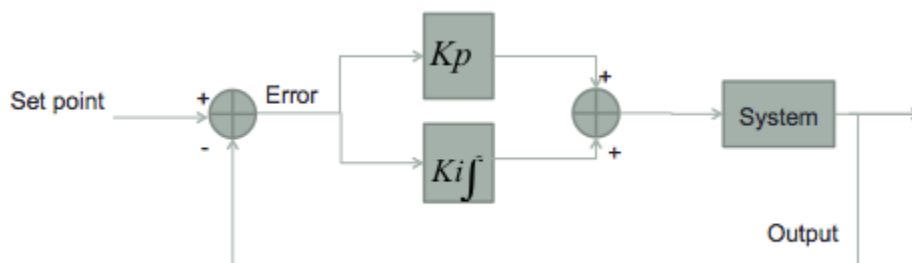
سوال 9

در بخش قبل دیدیم که وقتی دما روی 26 ثابت می شود ، خروجی حسگر در حدود 2.08 ولت می شود. این ولتاژ همان ولتاژ ورودی مرجع خواهد بود.

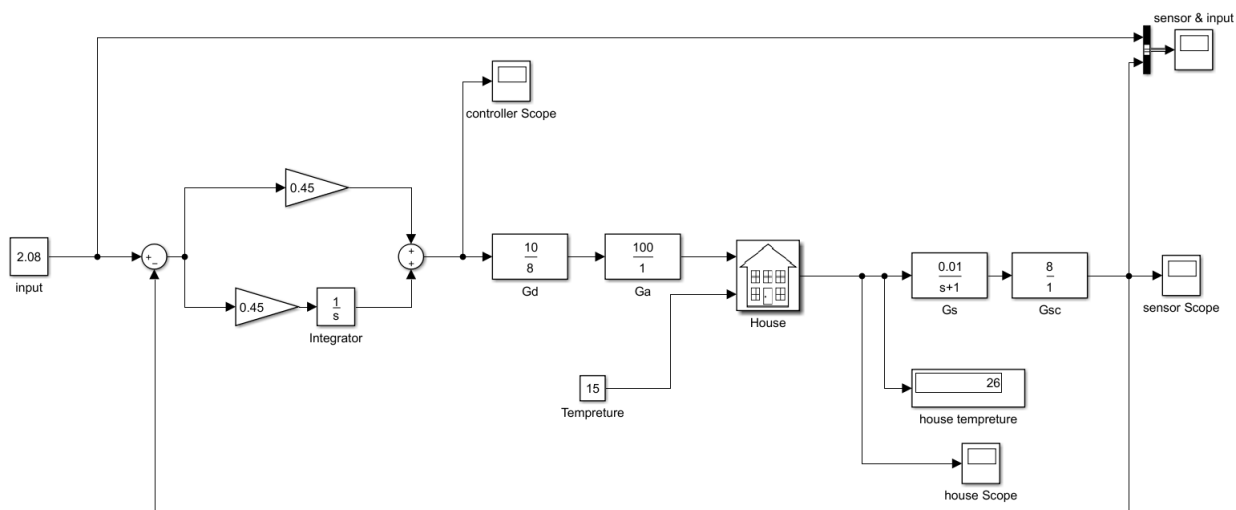


سوال 10

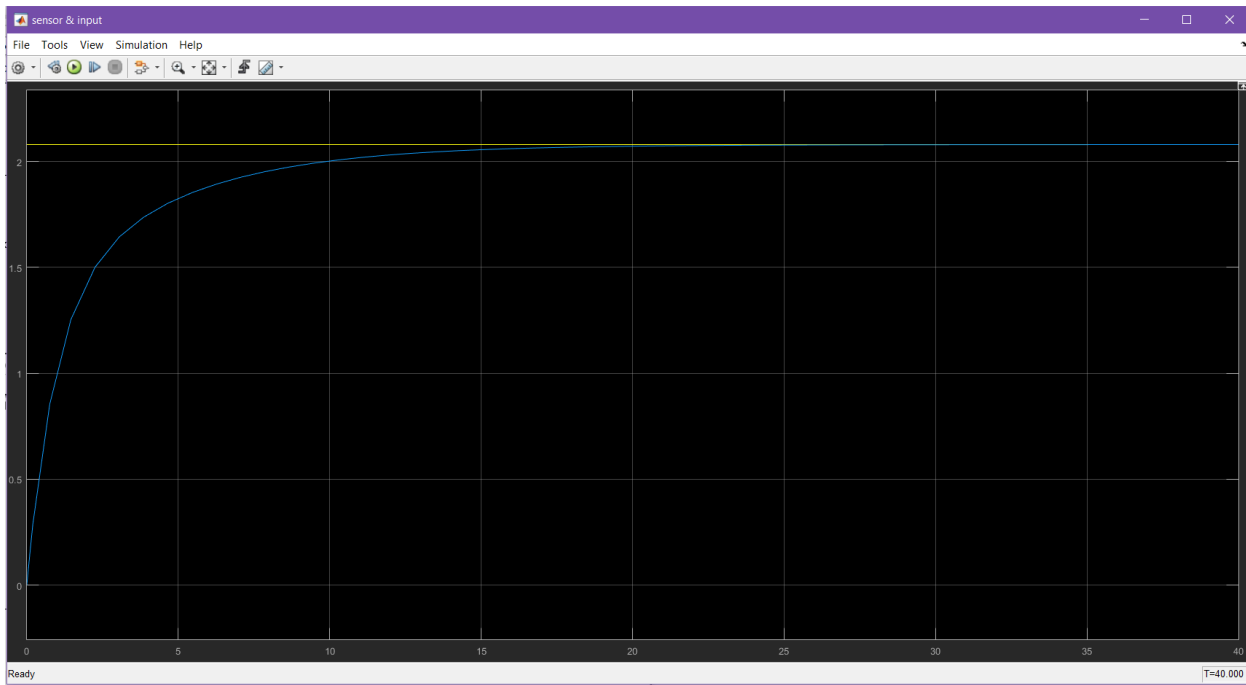
برای یک کنترل کننده pi که به صورت $kp + \frac{ki}{s}$ است . سیستمی به شکل زیر خواهیم داشت.



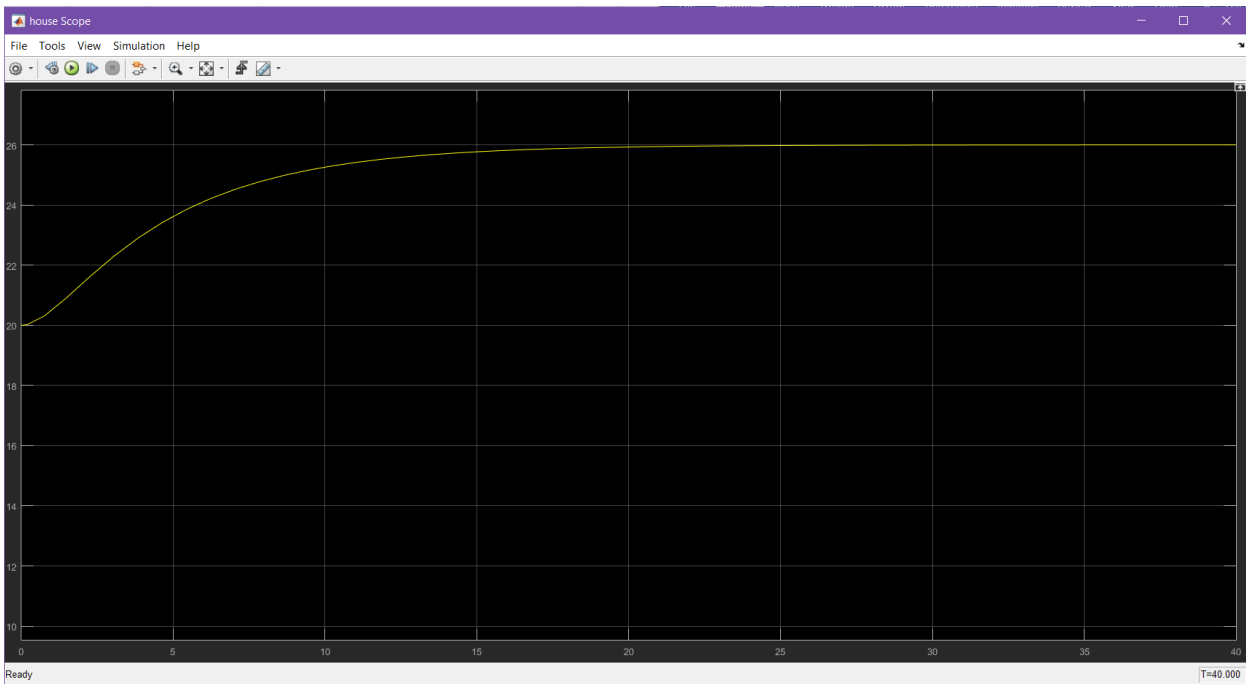
با ازمون و خطای بسیار مداری به شکل زیر طراحی می شود.



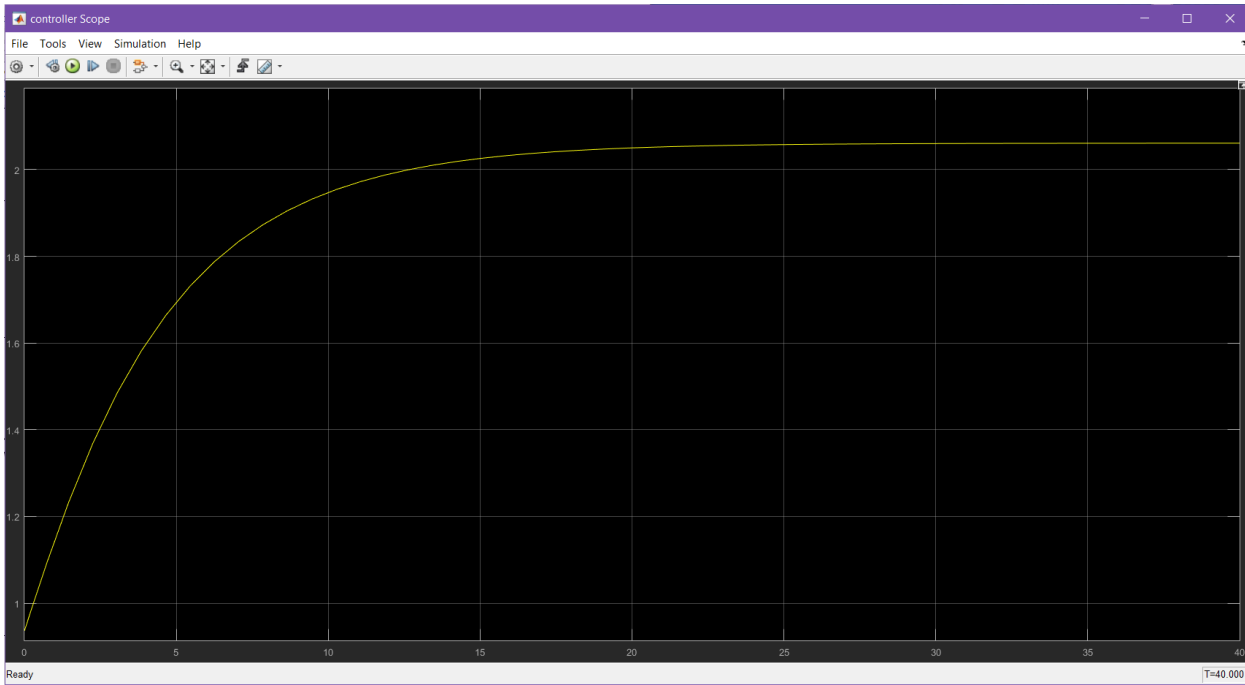
- نمودار ورودی مرجع و خروجی اندازه گیری شده حسگر



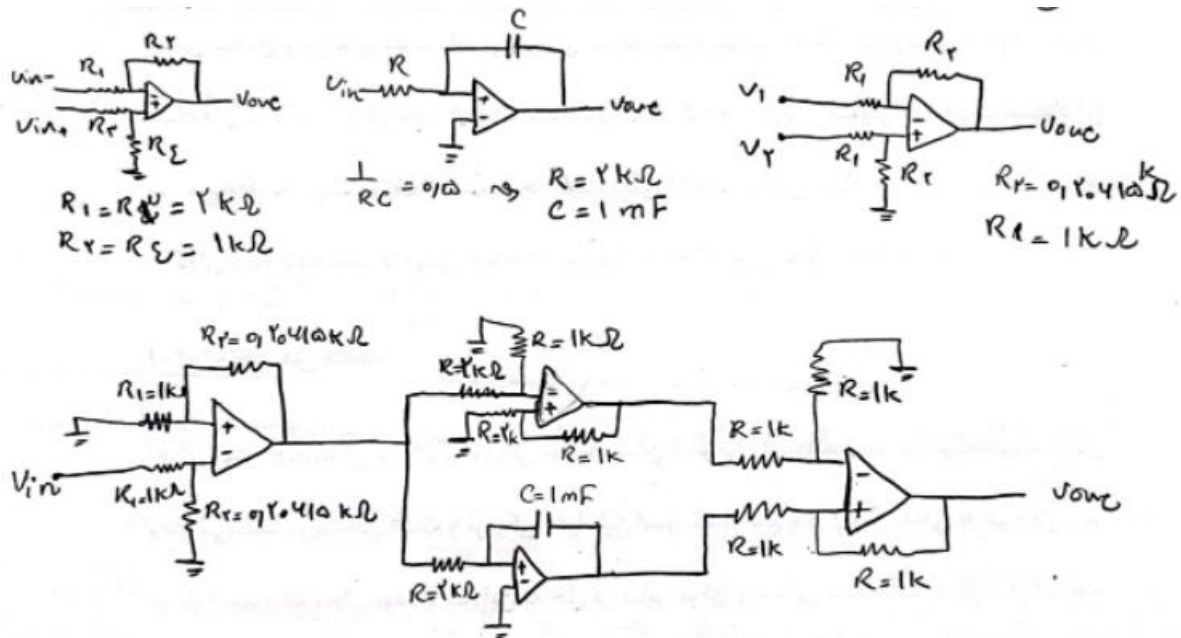
- نمودار خروجی واقعی



• خروجی کنترل کننده



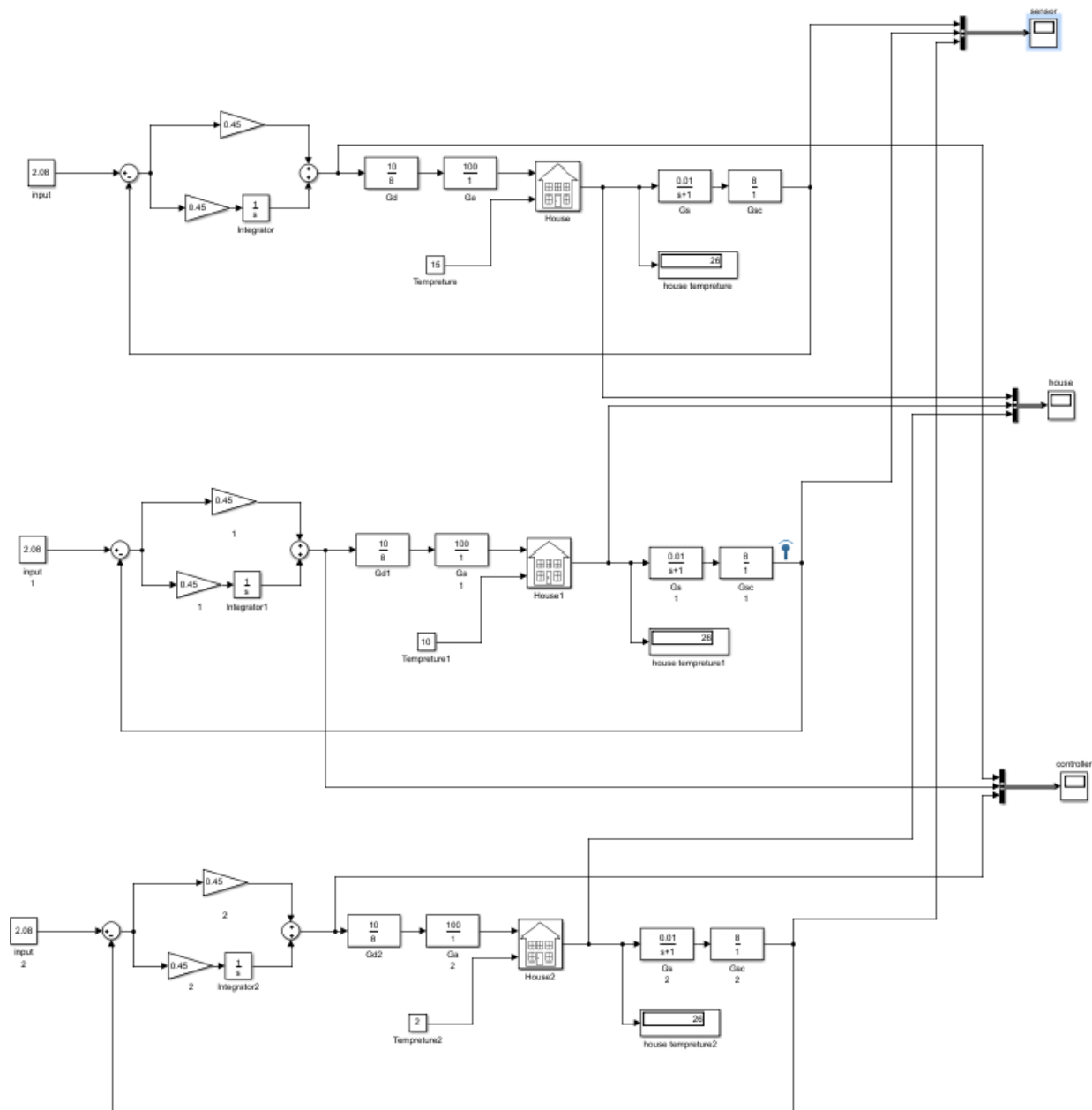
سوال (11)



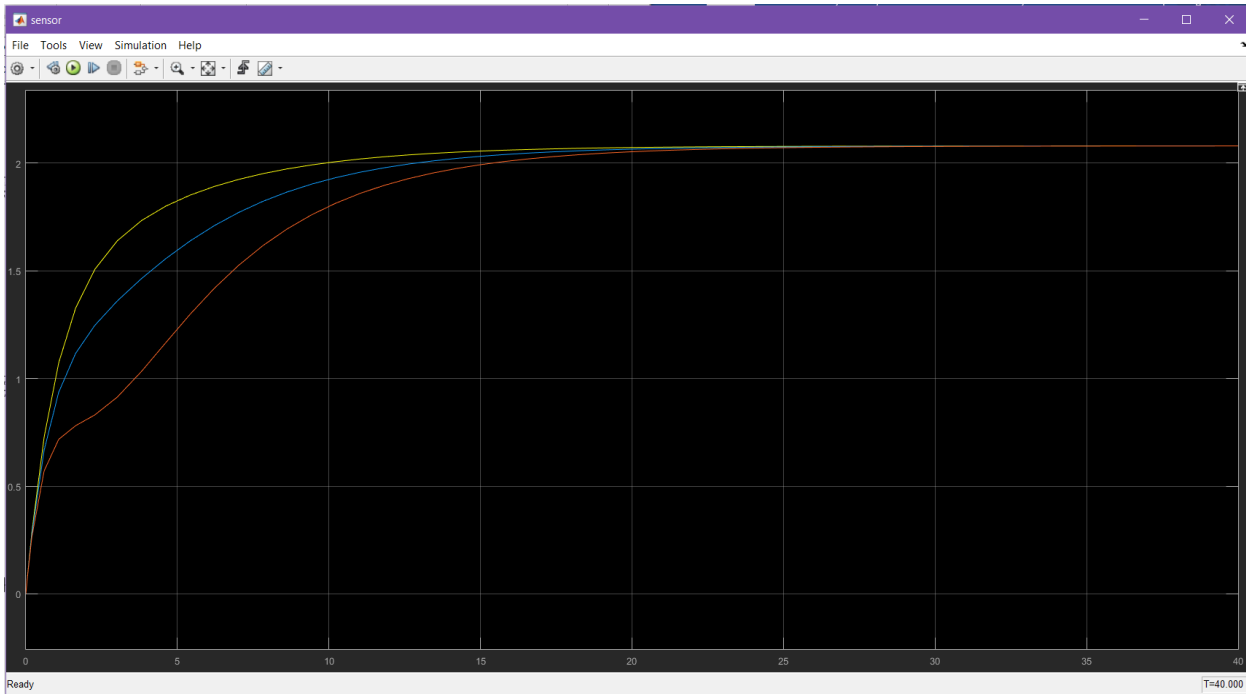
مدار ورودی مرجع ضریب 0.20615 را فراهم میکند. مدار تناسبی و تناسبی انتگرال گیر نمایانگر همان کنترل کننده pi هستند که پاسخ آنها باهم از طریق یک مدار تفاضلی جمع میشوند. خروجی انتگرال گیر را به ورودی منفی تفاضلی میدهیم یا منفی موجود در آن خنثی شود و دو سیگنال جمع شوند. حال مدار به خوبی طراحی می شود.

سوال 12

میخواهیم نمودار سه حالت $T_{out}=15$ ، $T_{out}=10$ و $T_{out}=2$ را روی هم رسم کنیم. به همین دلیل سه scope قرار میدهیم و رسم میکنیم.

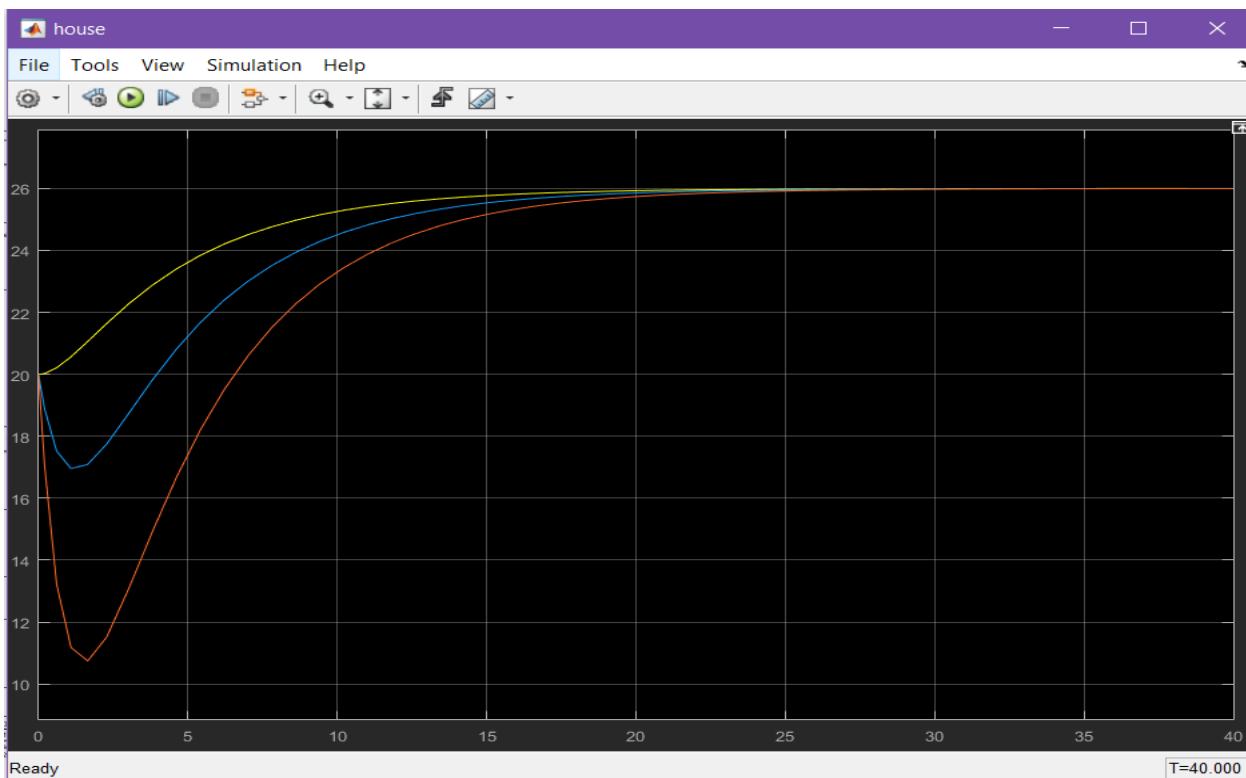


- نمودار خروجی اندازه گیری شده (خروجی حسگر بهسازی شده)



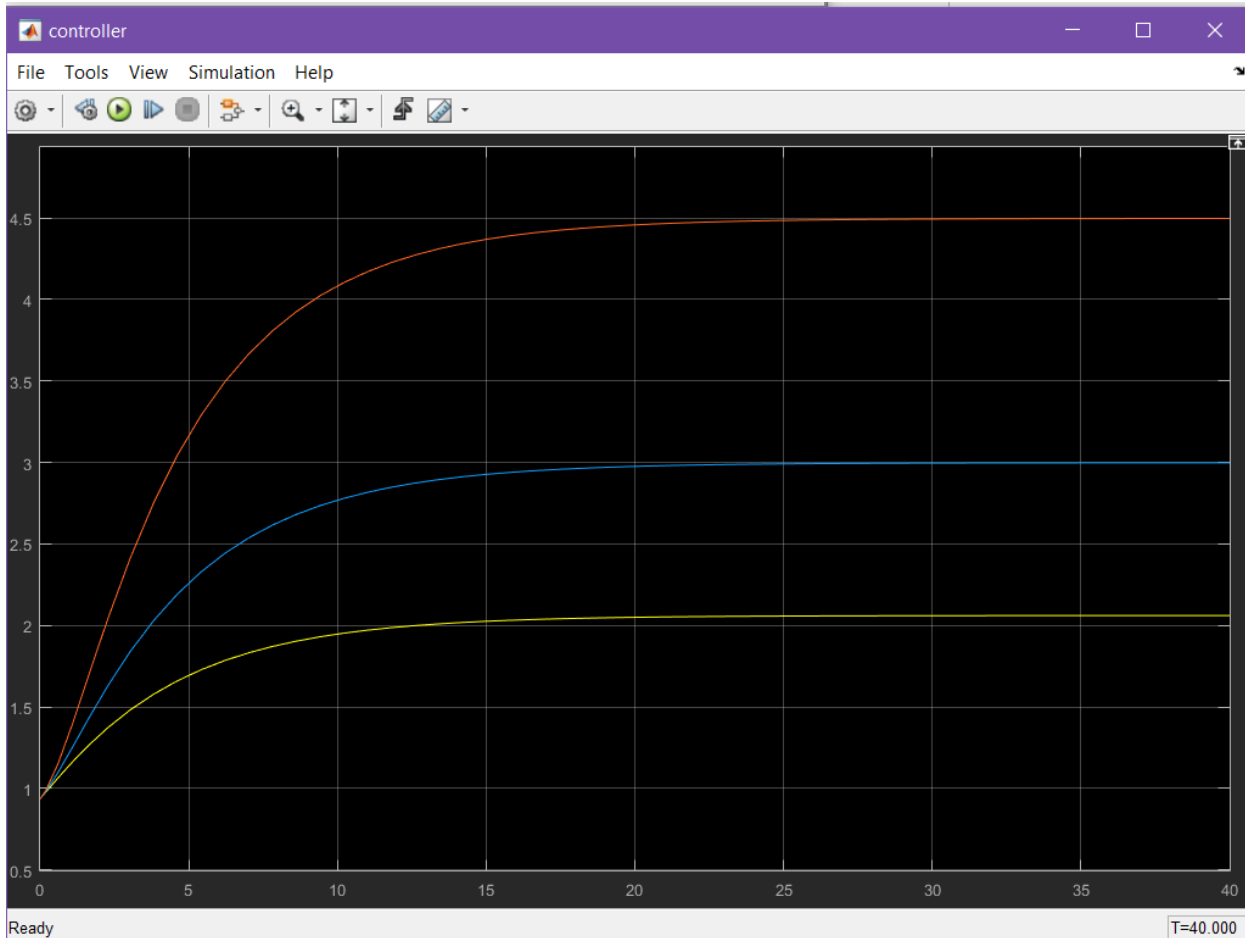
با توجه به نمودار بالا میبینیم هرچه دمای محیط بیرون به دمای نهایی اتاق نزدیک تر باشد ، سریع تر به مقدار نهایی میرسیم و حالت گذرا سریع تر طی می شود.

- نمودار خروجی واقعی (خروجی فرآیند)



هرچه دمای محیط خارج کمتر باشد ، هیتر باید زمان بیشتری را صرف افزایش دما کند. به دلیل وجود فیدبک دما به مقدار مورد نظر میرسد . در ابتدای کار هیتر از یک دمای مشخص شروع به فعالیت میکند و زمانی که دمای بیرون کمتر از دمای هیتر است، دمای بیرون سبب افت دمای داخل می شود سپس هیتر شروع به گرم کردن میکند و بعد از صرف زمان بیشتری، به دمای نهایی میرسد.

• نمودار خروجی کنترل کننده بر حسب ولت



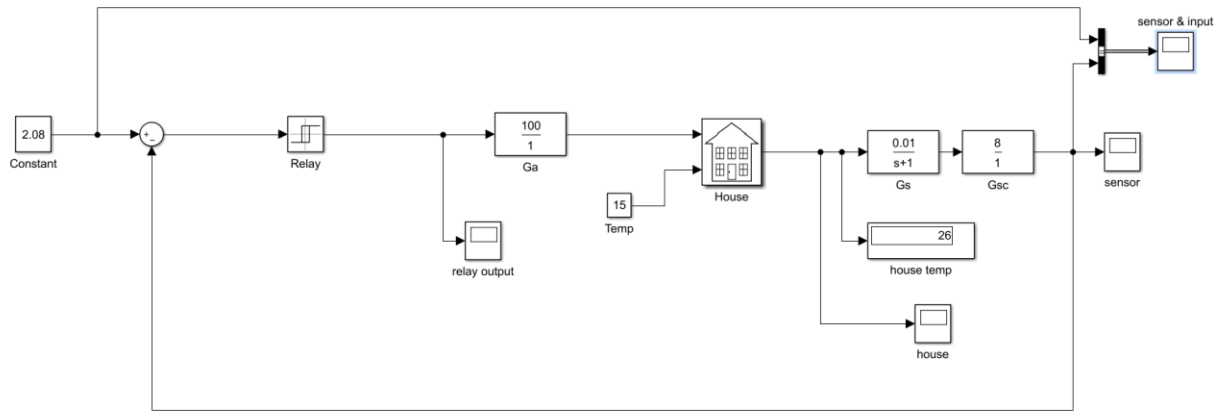
با توجه به نمودار بالا میبینیم هرچه دمای بیرون کمتر باشد ، مقدار کنترلر بیشتر است . زیرا برای رسیدن به دمای مدنظر به افزایش بیشتری نیاز داریم. از طرفی باید دقت کرد که حتی اگر به دمای مدنظر برسیم ، همچنان کنترلر باید به فعالیت خود ادامه دهد پس ضریب ان روی یک عدد مشخص ثابت می شود.

نتیجه نهایی :

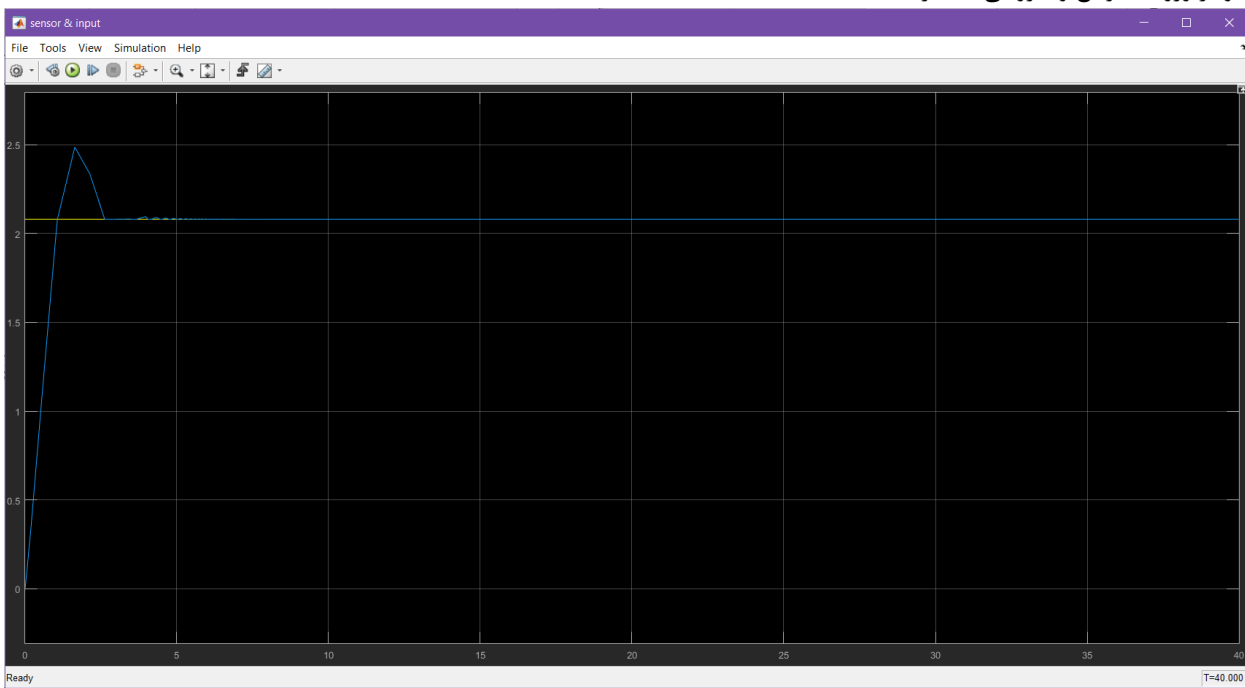
هرچه دمای محیط بیرون و دمای مطلوب تفاوت بیشتری داشته باشند ، حالت گذرا طولانی تر می شود. و هرچه دمای محیط بیرون و دمای مطلوب تفاوت کمتری داشته باشند ، حالت گذرا کوتاه تر می شود

سوال 13

- ولتاژ ورودی مرجع برای تنظیم دمای فرآیند روی ۲۶ درجه سانتی گراد -> در بخش قبل دیدیم که برای دمای ۲۶ درجه ورودی مقدار ۲.۰۸ میگیرد.



- نمودار ورودی مرجع و خروجی حسگر



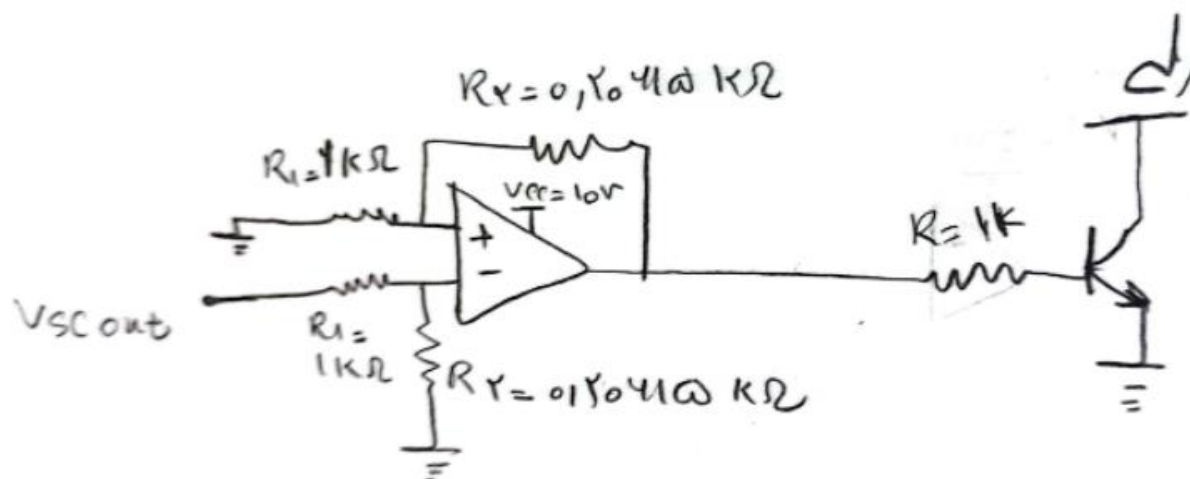
• نمودار خروجی واقعی



• خروجی کنترل کننده



سوال 14)



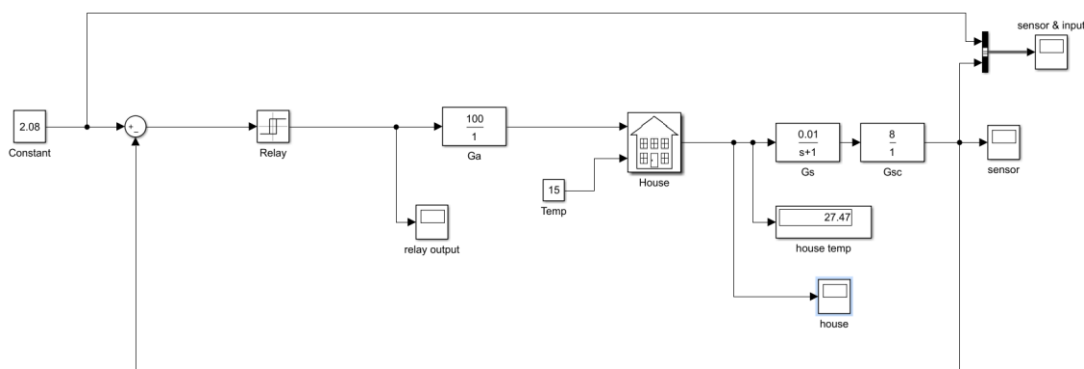
سوال 15)

همانطور که در شکل سوال 13 دیده می شود ، چون رله با بیشتر شدن دما هیتر را خاموش میکند و با کمتر شدن دما هیتر را روشن میکند ، در حالتی که باند هیستریزس در حد اپسیلون باشد ، با فرکانس بسیار بالایی بین دو حالت خاموش و روشن سوییچ میکند که بسیار نامطلوب است و به سرعت دستگاه دچار استهلاک میشود. پس با رسیدن به دمای 26 درجه ، سیگنال کنترلی مدام تغییر میکند و به هیتر و کل سیستم آسیب میزند.

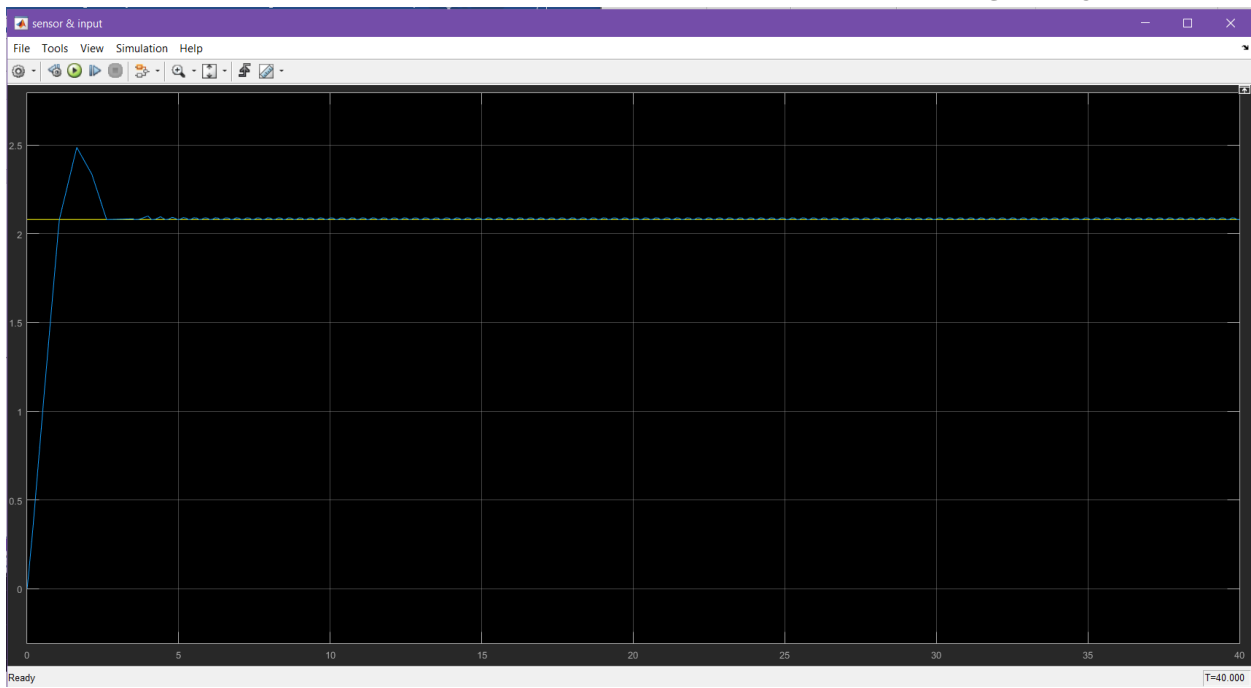
سوال 16)

در این بخش برای اینکه دما بین 24 تا 28 ثابت شود یک باند هیستریزس در نظر میگیریم که باند بالا 0.0003 و باند پایین 0.001- می باشد.

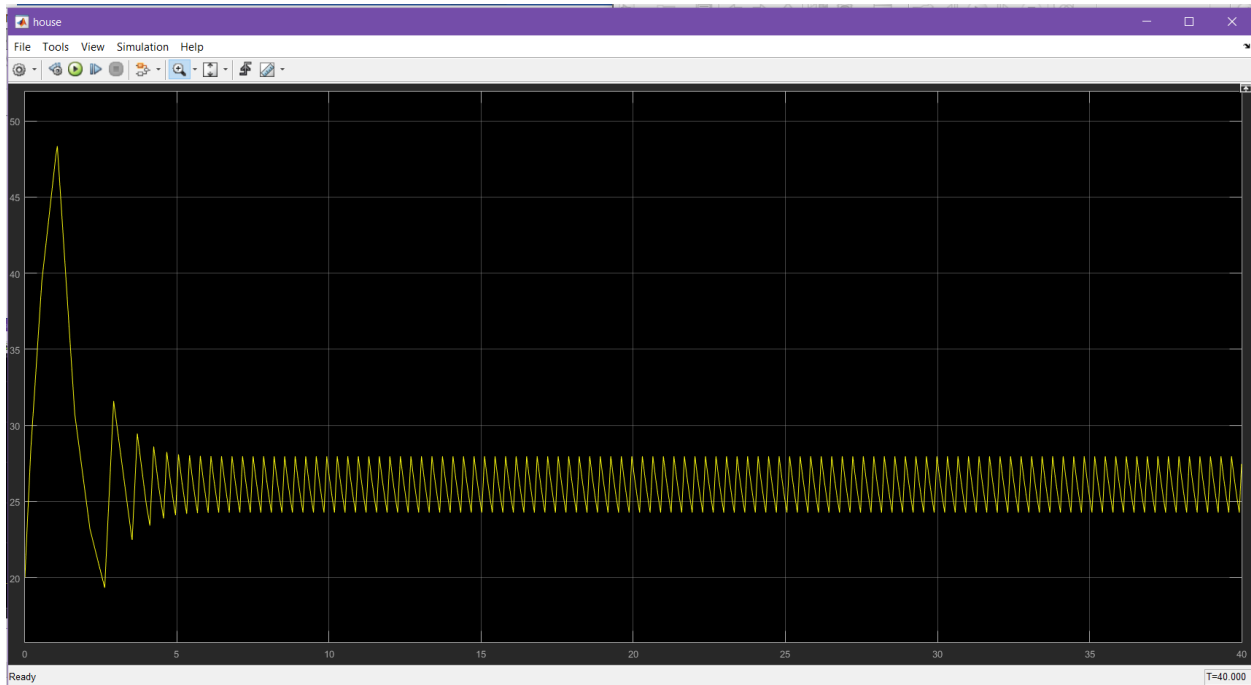
- ولتاژ ورودی مرجع برای تنظیم دمای فرآیند روی ۲۶ درجه سانتی گراد -> طبق قبل یعنی ورودی ۲۰۸ خواهیم داشت.



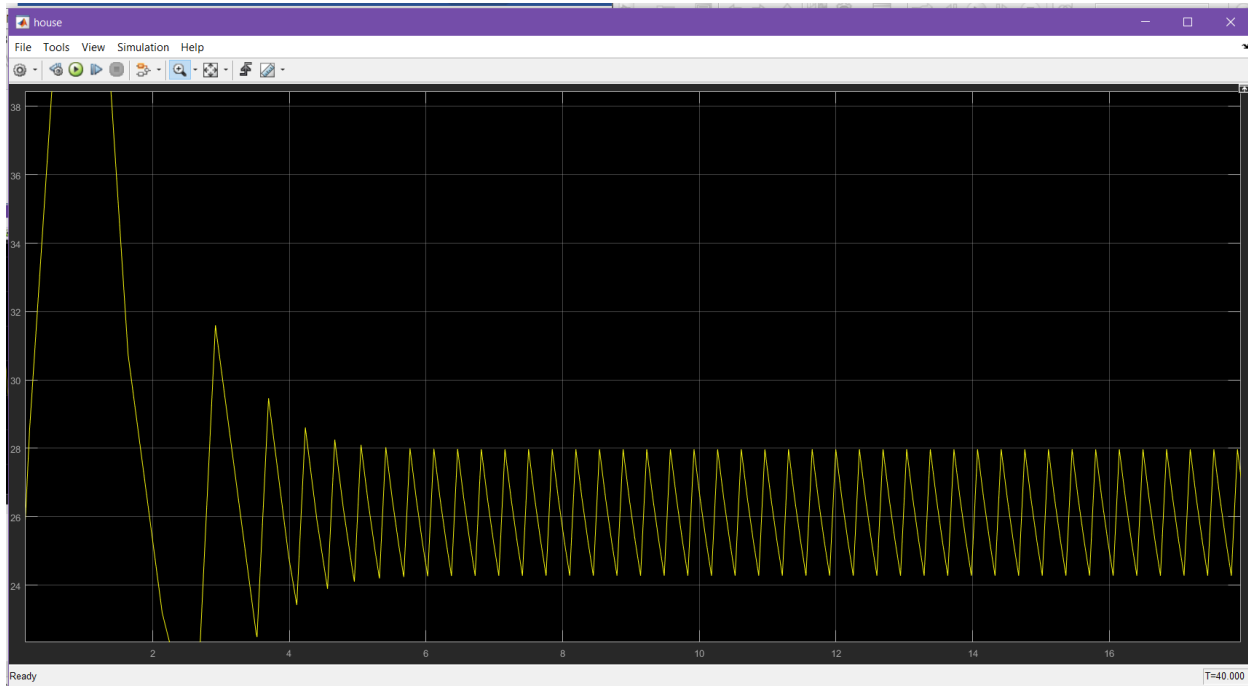
• نمودار ورودی مرجع و خروجی حسگر



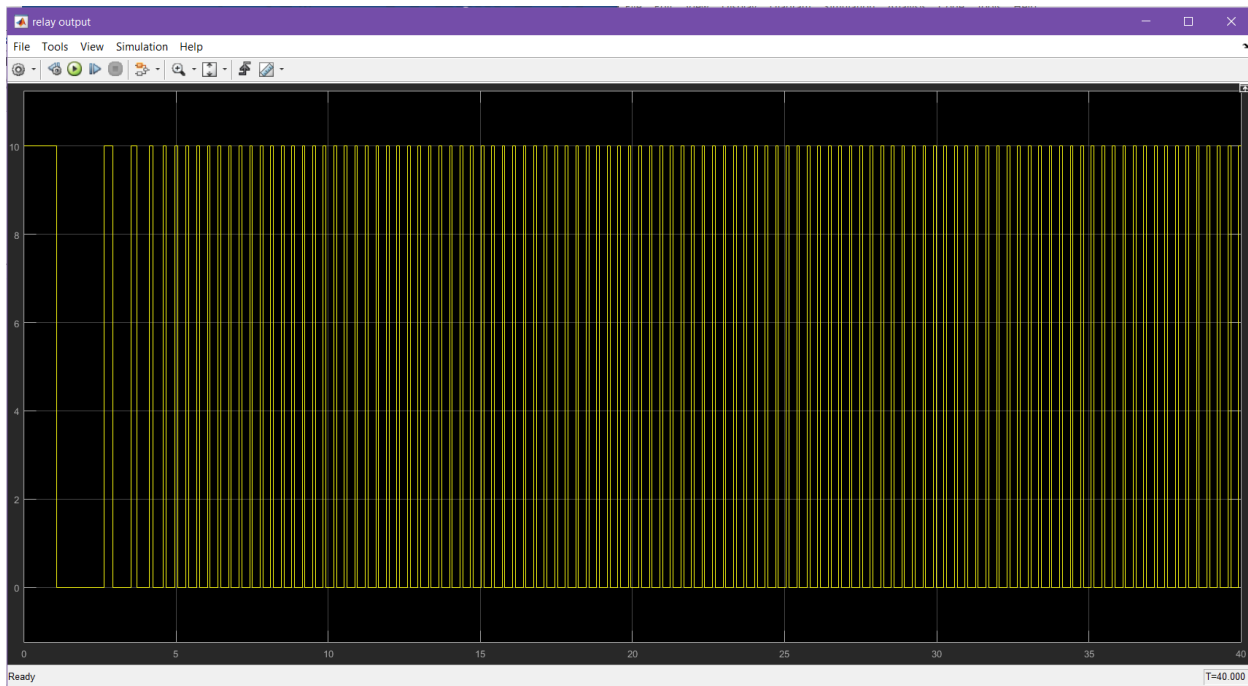
• نمودار خروجی واقعی



اگر روی نمودار زوم کنیم میبینیم خروجی به خوبی در بازه مد نظر قرار میگیرد.



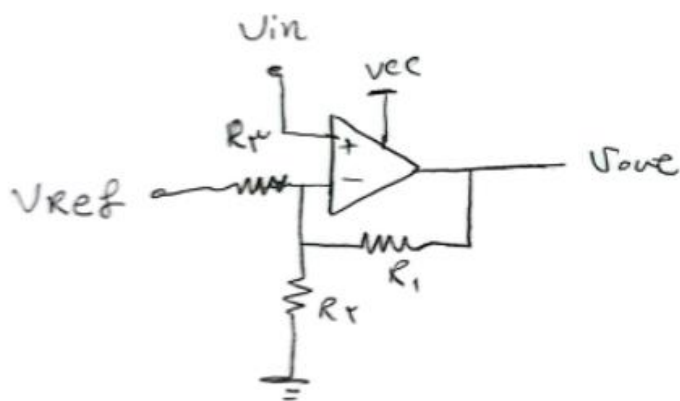
خروجی کنترل کننده بر حسب ولت



سوال 17

همانطور که از شکل های بالا مشاهده می شود ، فرکانس سوییچ کردن بین روشن و خاموش بسیار کاهش یافت و در عوض دما روی 26 درجه ثابت نیست بلکه در یک بازه متغیر است و سبب کاهش دقت سیستم شده است. اما با کمک این روش میتوانیم از استهلاک دستگاه ها جلوگیری کنیم. به گونه ای که به دلیل کاهش فرکانس ، اسهلاک و اصکاک کمتر میشود و سیستم زمان استراحت پیدا میکند.

سوال 18

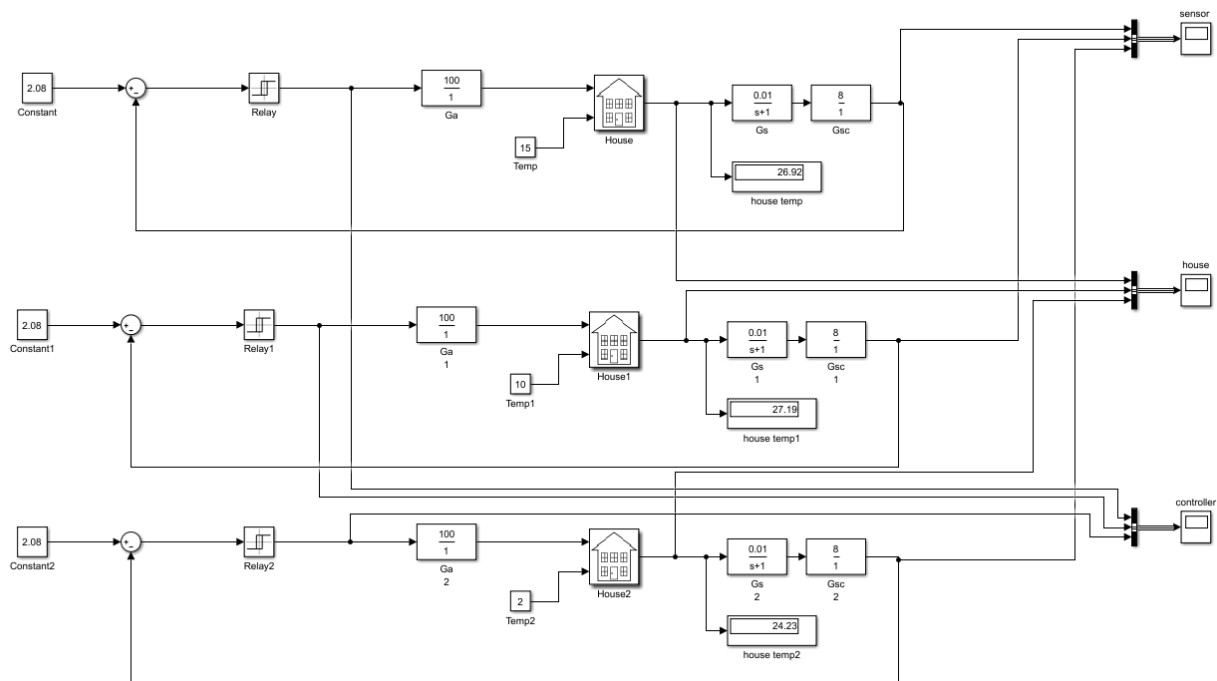


$$V_L = \frac{\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_f}\right)}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_f}} \cdot V_{CC}$$

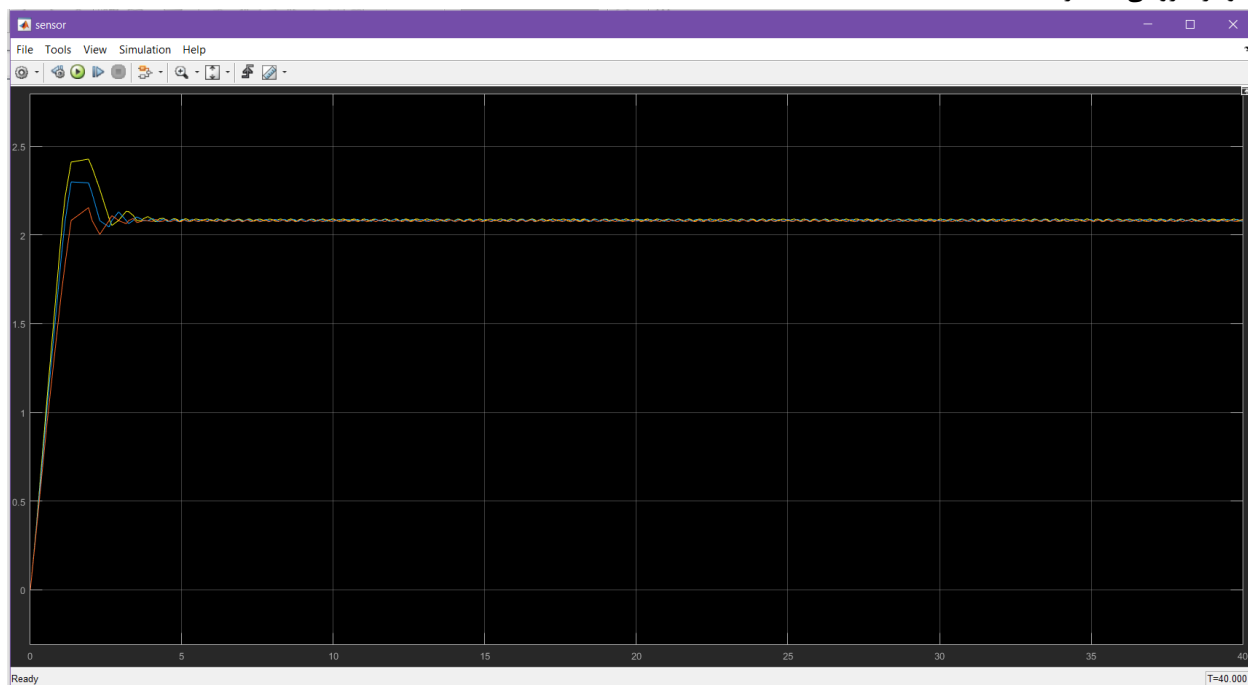
$$V_H = \frac{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_f}\right)}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_f}} \cdot V_{CC}$$

سوال (19)

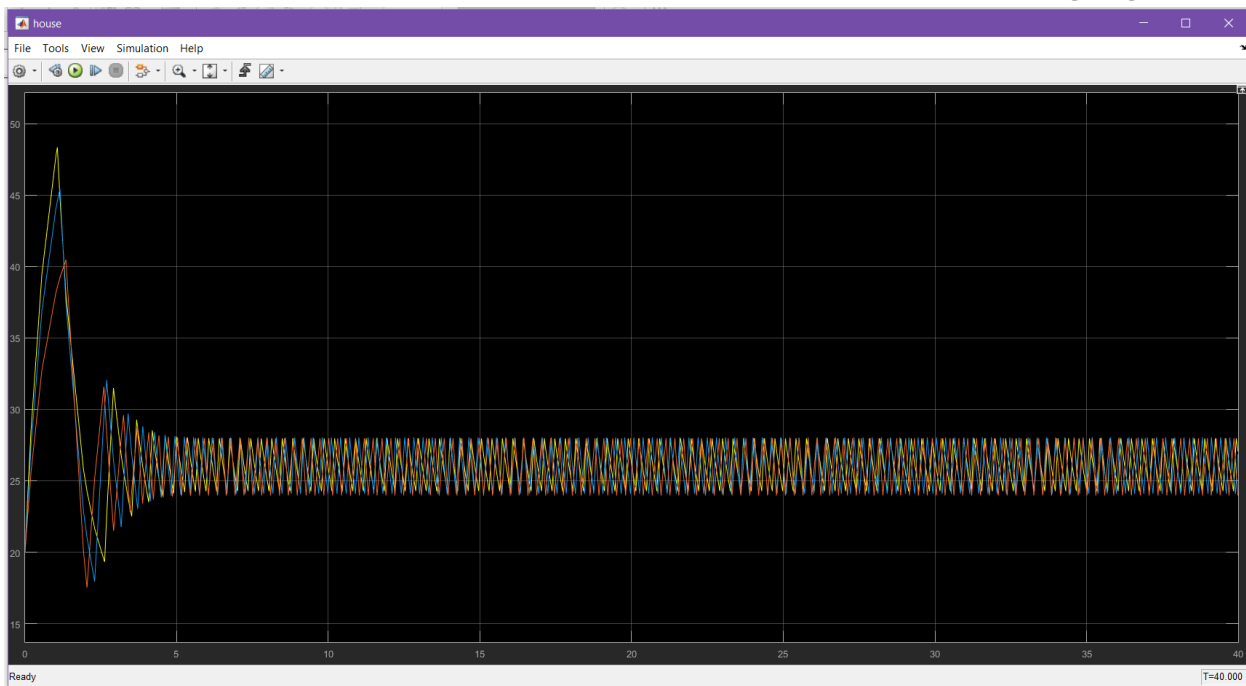
برای اینکه سه نمودار را ثبت کنیم به شکل زیر مدار میبندیم. برای سه حالت $T_{out}=15$ ، $T_{out}=10$ و $T_{out}=2$ نمودارها را رسم میکنیم.



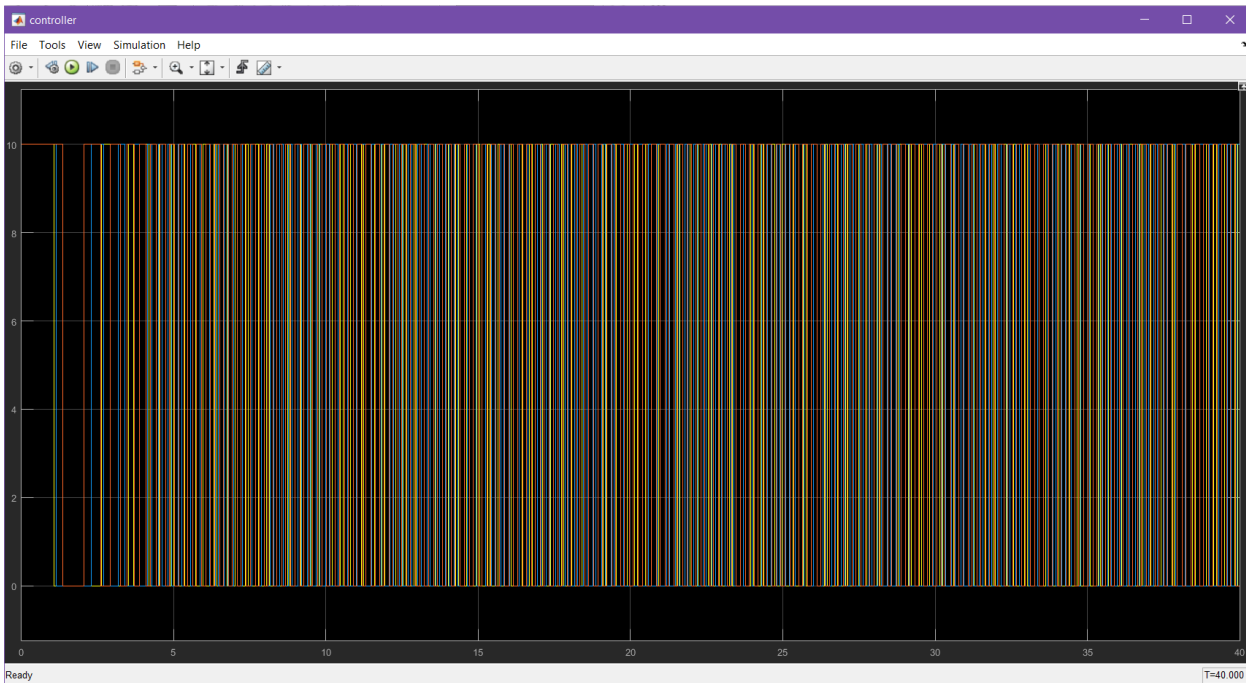
• نمودار خروجی حسگر



• نمودار خروجی واقعی



• نمودار خروجی کنترل کننده بر حسب ولت



به وضوح میبینیم دمای محیط خارج بر دمای مطلوب اتاق تاثیری ندارد و صرفاً حالت گذرا را تغییر میدهد و در نهایت خروجی در بازه مدنظر نوسان میکند. این ویژگی از مزیت های استفاده از فیدبک حلقه بسته است.