

بسمه تعالی

پروژه پایانی درس سیستم های نهفته و بی درنگ

بهمن 1400

مقدمه :

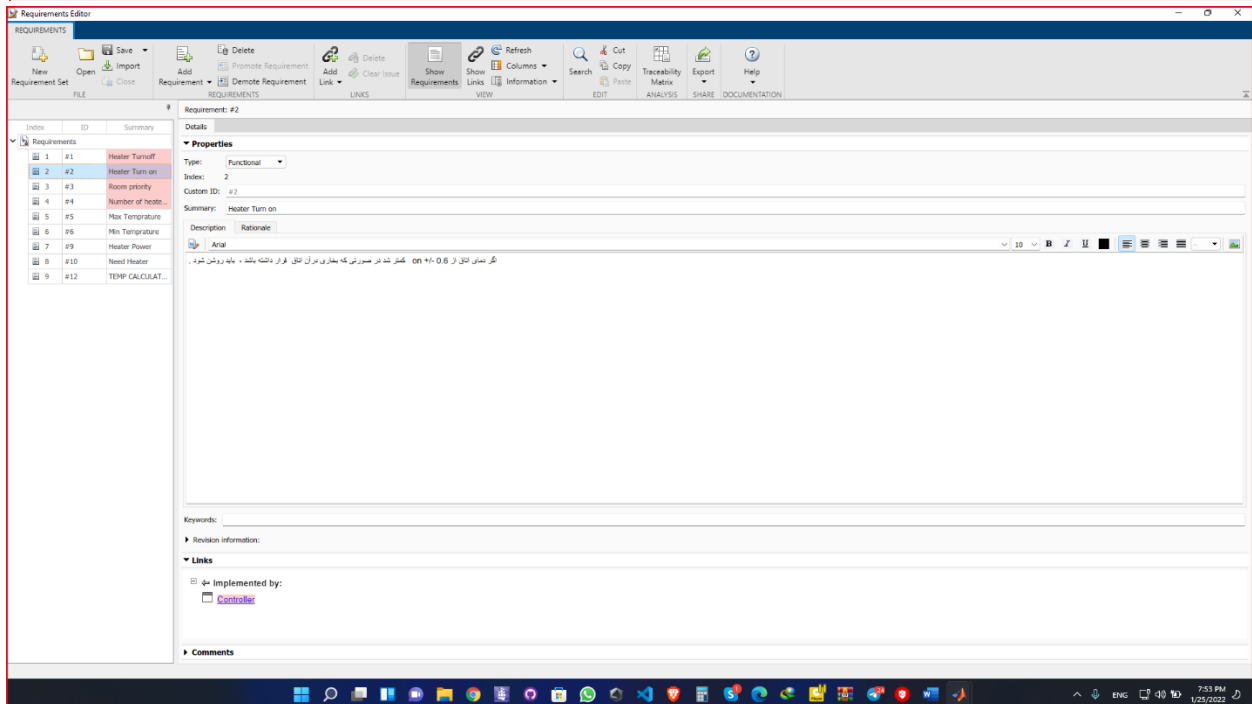
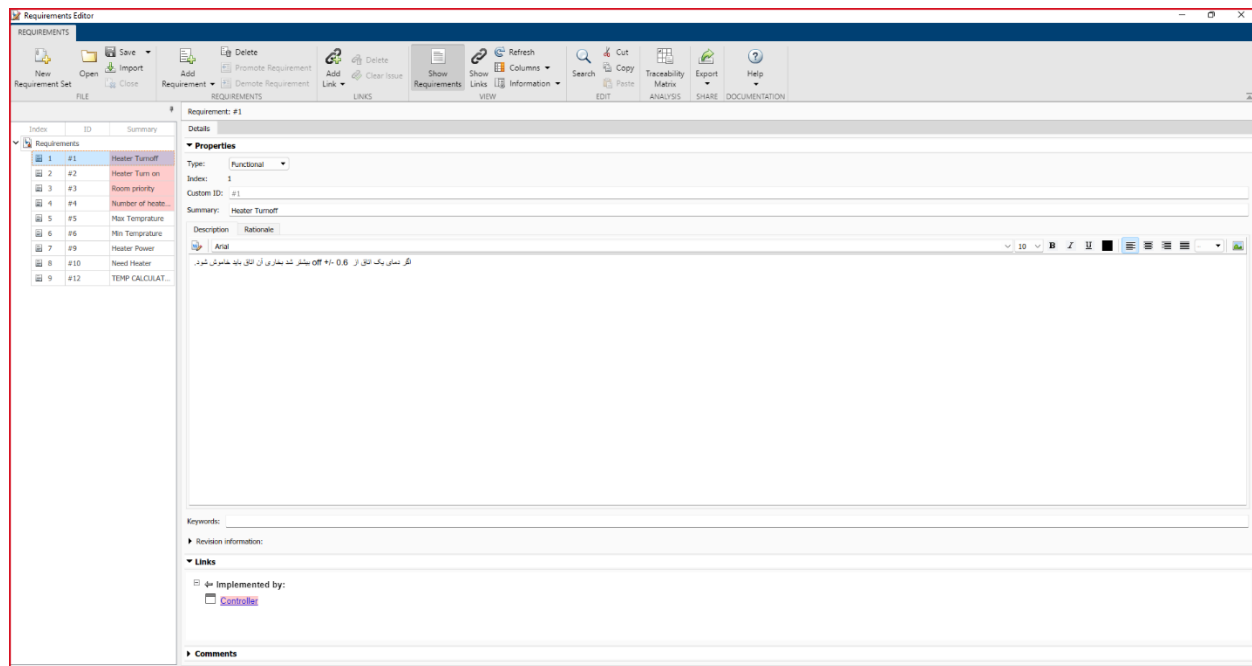
طرح پیشرو با هدف جمع بندی مباحث مطرح شده در واحد آموزشی "مبانی سیستمهای نهفته و بیدرنگ" که در نیمسال اول سال تحصیلی 1400-1401 توسط جناب آقای دکتر سیدحسین عطارزاده نیاکی ارائه گردید، به عنوان پروژه پایانی برای دانشجویان درس تعریف شد. در این گزارش خلاصهای از آنچه در راه طراحی و پیاده سازی طرح انجام گرفت ارائه می کنیم، چالشهایی که در هر مرحله از پیاده سازی با آنها روبه رو شدیم را ضمن ارائه راهکارهایی که مورد استفاده قرار دادیم، بررسی می کنیم و موارد و شواهد مربوط به حسن انجام کار را که در مستند مربوط به صورت پروژه درخواست شده بود ذکر خواهیم کرد. انشاءالله مورد توجه شما قرار گیرد.

با احترام فراوان

سید محمدرضا حسینی ، سید عباس میرقاسمی

بهمن ماه سال یک هزار و چهارصد

با توجه به اینکه از روند طراحی مدل V استفاده کردیم در ابتدا باید نیازمندی های سیستم را مشخص میکردیم که با استفاده از سیستم کامپوزر بخش نیازمندی ها ، نیاز مندی های سیستم را تعریف کردیم .



Requirements Editor

REQUIREMENTS

File Edit View Analysis Share Documentation

New Requirement Set Open Import Save Add Requirement Promote Requirement Demote Requirement Add Link Clear Issue Show Requirements Show Links Refresh Columns Search Cut Copy Paste Traceability Matrix Export Help

Index ID Summary

Index	ID	Summary
1	#1	Heater Turnoff
2	#2	Heater Turn on
3	#3	Room priority
4	#4	Number of heater
5	#5	Max Temperature
6	#6	Min Temperature
7	#9	Heater Power
8	#10	Need Heater
9	#12	TEMP CALCULAT...

Requirement: #3

Details

Properties

Type: Functional

Index: 3

Custom ID: #3

Summary: Room priority

Description Rationale

Arad

Keywords:

Revision information:

Links

Implemented by:

Controler

Comments

Requirements Editor

REQUIREMENTS

File Edit View Analysis Share Documentation

New Requirement Set Open Import Save Add Requirement Promote Requirement Demote Requirement Add Link Clear Issue Show Requirements Show Links Refresh Columns Search Cut Copy Paste Traceability Matrix Export Help

Index ID Summary

Index	ID	Summary
1	#1	Heater Turnoff
2	#2	Heater Turn on
3	#3	Room priority
4	#4	Number of heater
5	#5	Max Temperature
6	#6	Min Temperature
7	#9	Heater Power
8	#10	Need Heater
9	#12	TEMP CALCULAT...

Requirement: #4

Details

Properties

Type: Functional

Index: 4

Custom ID: #4

Summary: Number of heater in one room

Description Rationale

Arad

Keywords:

Revision information:

Links

Implemented by:

Heating_system.37

Comments

Requirements Editor

REQUIREMENTS

File Edit View Analysis Share Documentation

New Requirement Set Open Import Add Requirement Promote Requirement Demote Requirement Add Link Clear Issue Show Requirements Show Links Refresh Columns Search Cut Copy Paste Traceability Matrix Export Help

Index ID Summary

Index	ID	Summary
1	#1	Heater Turnoff
2	#2	Heater Turn on
3	#3	Room priority
4	#4	Number of heater...
5	#5	Max Temperature
6	#6	Min Temperature
7	#9	Heater Power
8	#10	Need Heater
9	#12	TEMP CALCULAT...

Requirement: #5

Details

Properties

Type: Informational

Index: 5

Custom ID: #5

Summary: Max Temperature

Description Rationale

Arabic text: تمامی اتاق ها نباید از 20+0.6 درجه بیشتر باشند شود.

Keywords:

Revision Information:

Links

No links

Comments

Requirements Editor

REQUIREMENTS

File Edit View Analysis Share Documentation

New Requirement Set Open Import Add Requirement Promote Requirement Demote Requirement Add Link Clear Issue Show Requirements Show Links Refresh Columns Search Cut Copy Paste Traceability Matrix Export Help

Index ID Summary

Index	ID	Summary
1	#1	Heater Turnoff
2	#2	Heater Turn on
3	#3	Room priority
4	#4	Number of heater...
5	#5	Max Temperature
6	#6	Min Temperature
7	#9	Heater Power
8	#10	Need Heater
9	#12	TEMP CALCULAT...

Requirement: #6

Details

Properties

Type: Informational

Index: 6

Custom ID: #6

Summary: Min Temperature

Description Rationale

Arabic text: تمامی اتاق ها نباید از 15 - 0.6 درجه سرد تر شود.

Keywords:

Revision Information:

Links

No links

Comments

Requirements Editor

REQUIREMENTS

FILE EDIT VIEW ANALYSIS SHARE DOCUMENTATION

Requirement Set: [New] [Open] [Save] [Close] [Add] [Delete] [Promote Requirement] [Demote Requirement] [Add Link] [Clear Issue] [Show Requirements] [Show Links] [Refresh Columns] [Search] [Cut] [Copy] [Paste] [Traceability Matrix] [Export] [Help]

Index ID Summary

1 #1 Heater Turnoff

2 #2 Heater Turn on

3 #3 Room priority

4 #4 Number of heater

5 #5 Max Temperature

6 #6 Min Temperature

7 #9 Heater Power

8 #10 Need Heater

9 #12 TEMP CALCULAT...

Requirement: #9

Details

Properties

Type: Informational

Index: 7

Custom ID: #9

Summary: Heater Power

Description Rationale

Arsl

Keywords:

Revision information:

Links

Implemented by:

Heater1

Heater2

Comments

Requirements Editor

REQUIREMENTS

FILE EDIT VIEW ANALYSIS SHARE DOCUMENTATION

Requirement Set: [New] [Open] [Save] [Close] [Add] [Delete] [Promote Requirement] [Demote Requirement] [Add Link] [Clear Issue] [Show Requirements] [Show Links] [Refresh Columns] [Search] [Cut] [Copy] [Paste] [Traceability Matrix] [Export] [Help]

Index ID Summary

1 #1 Heater Turnoff

2 #2 Heater Turn on

3 #3 Room priority

4 #4 Number of heater

5 #5 Max Temperature

6 #6 Min Temperature

7 #9 Heater Power

8 #10 Need Heater

9 #12 TEMP CALCULAT...

Requirement: #10

Details

Properties

Type: Functional

Index: 8

Custom ID: #10

Summary: Need Heater

Description Rationale

Arsl

Keywords:

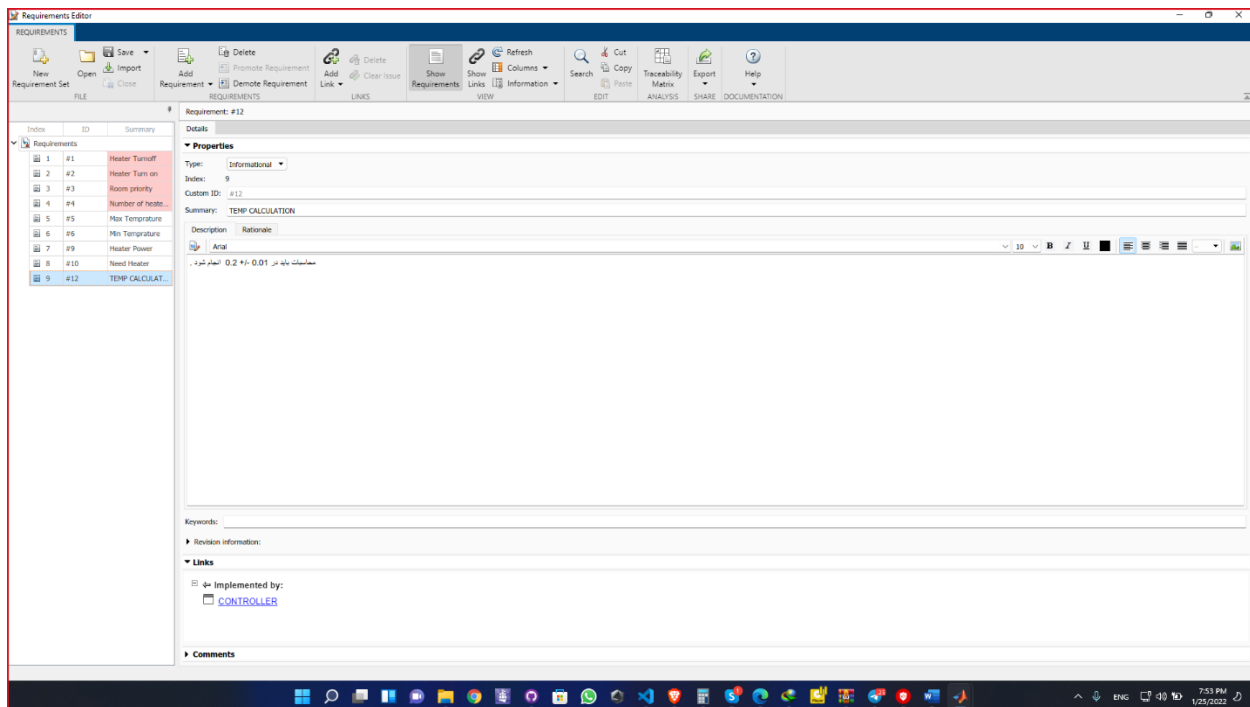
Revision information:

Links

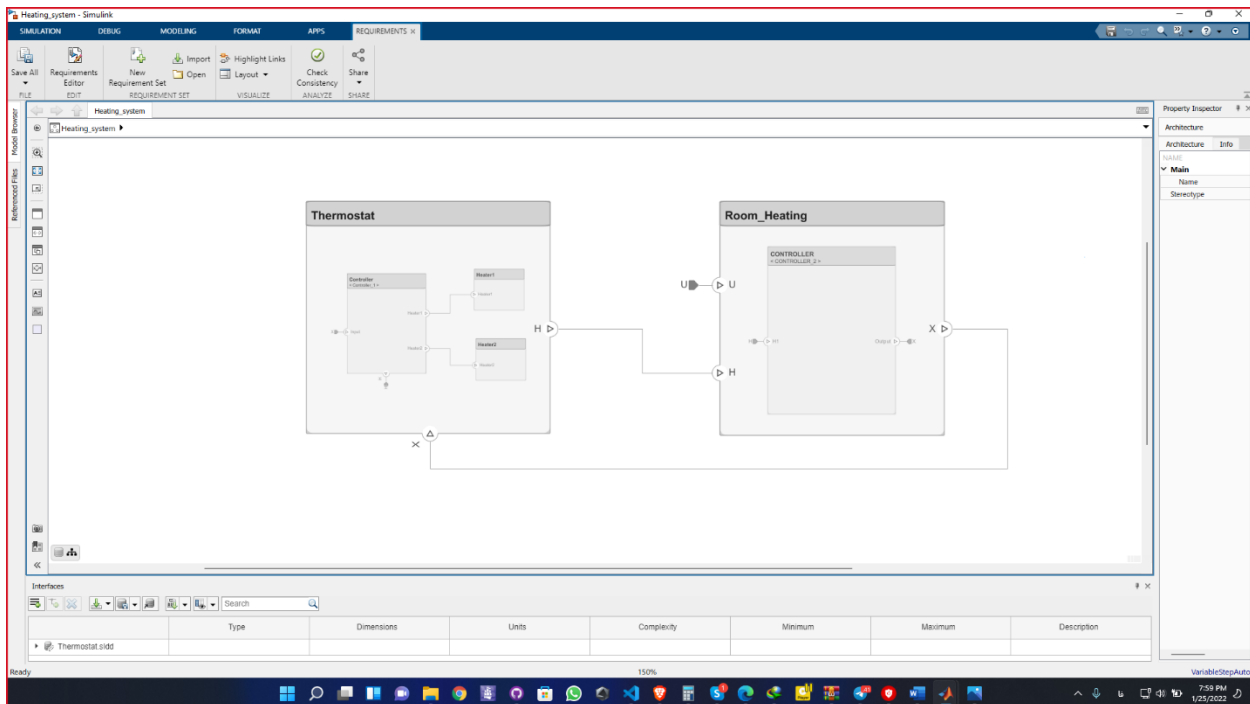
Implemented by:

Controller

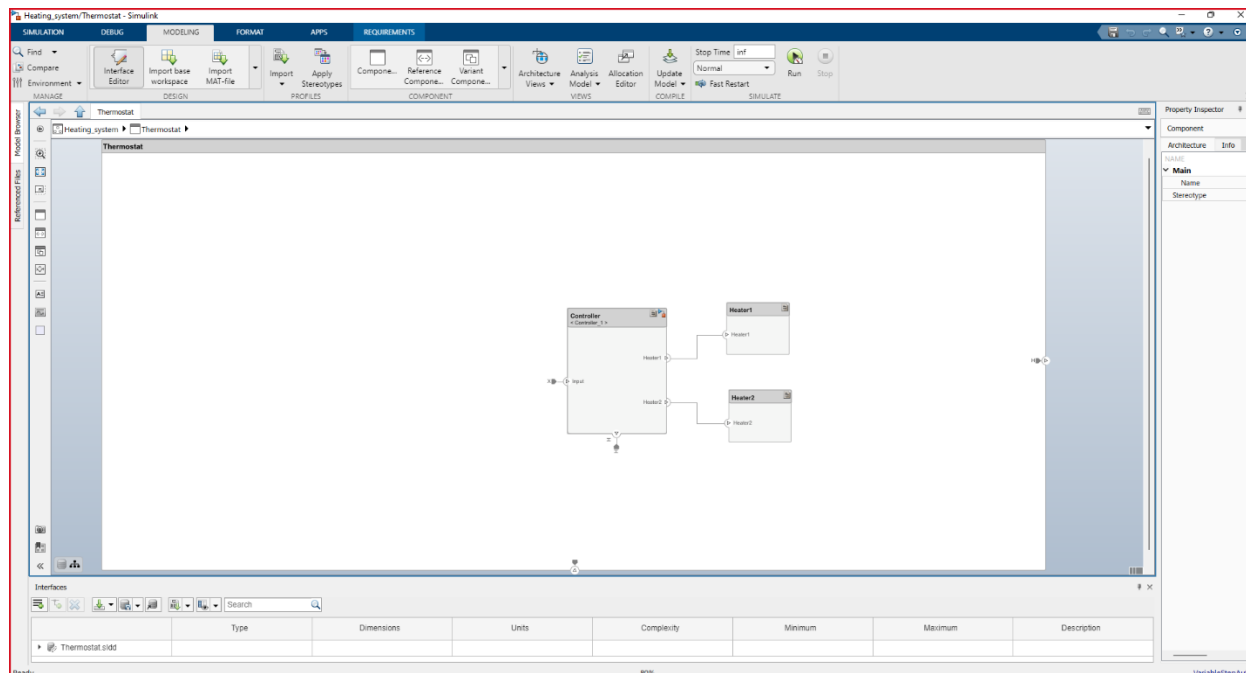
Comments



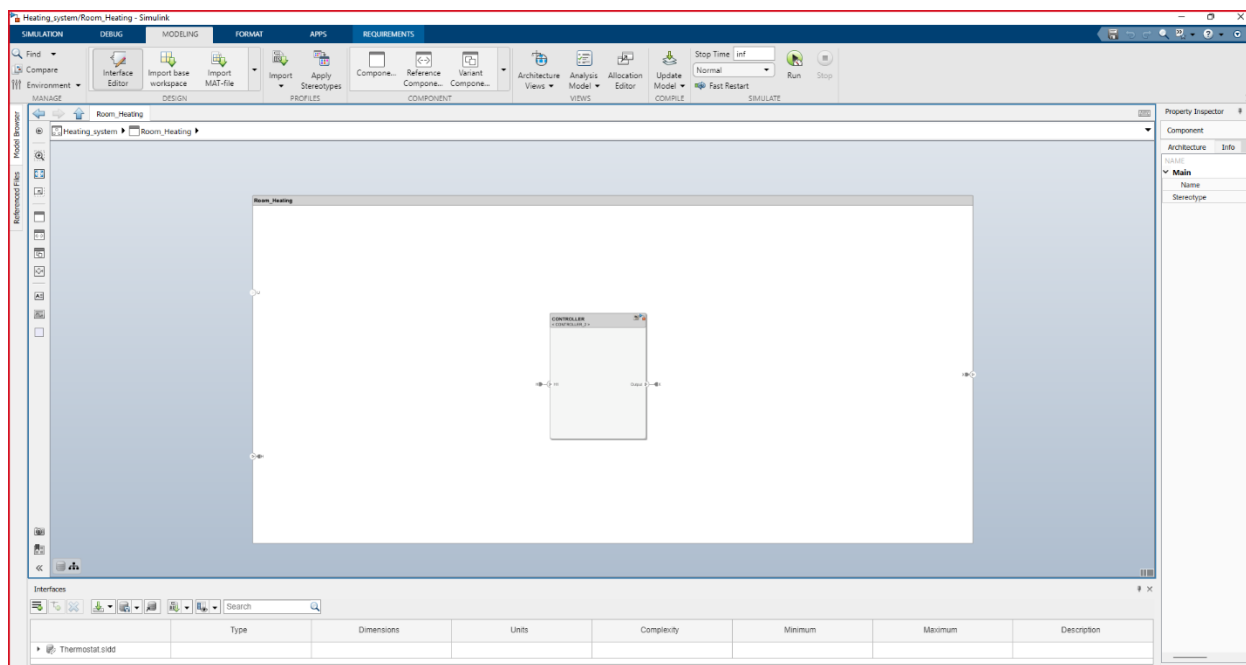
پس از تعریف نیازمندی ها در سیستم کامپوزر طراحی سیستم را انجام دادیم .



دو بخش سیستم را در طراحی لحاظ کردیم . سپس اینترفیس ها را تعریف کردیم و محتویات هر باس را مشخص کردیم .

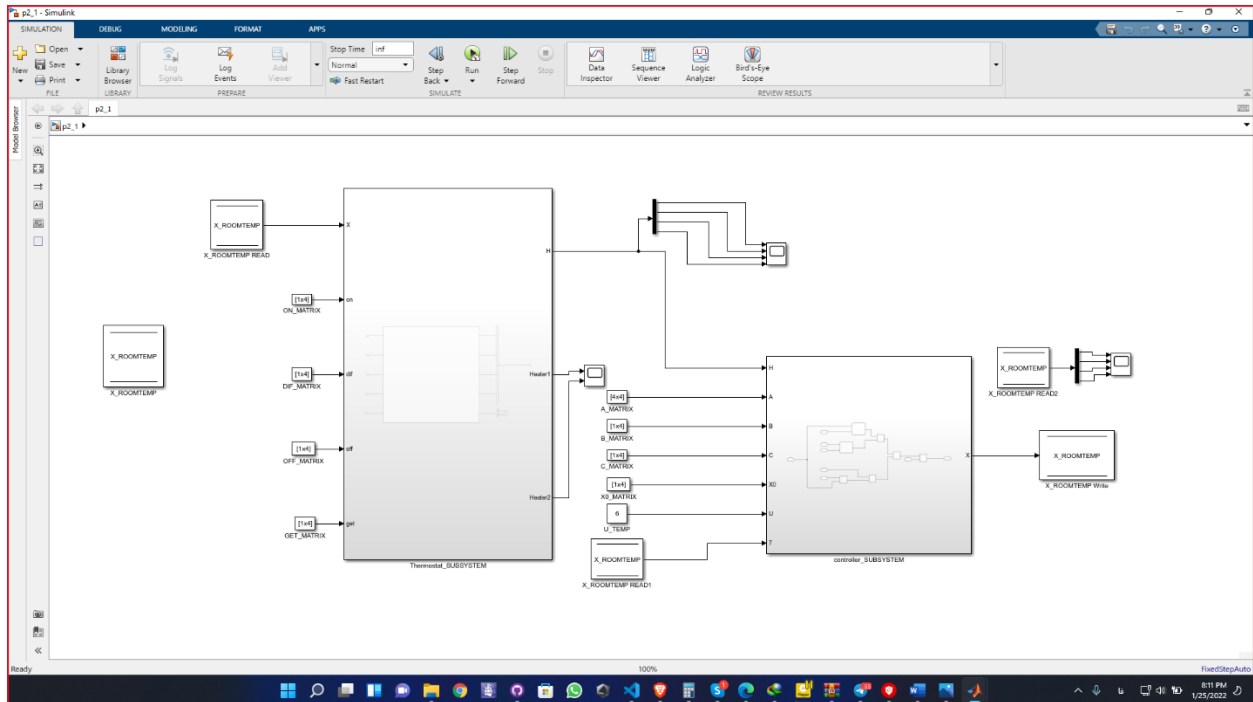


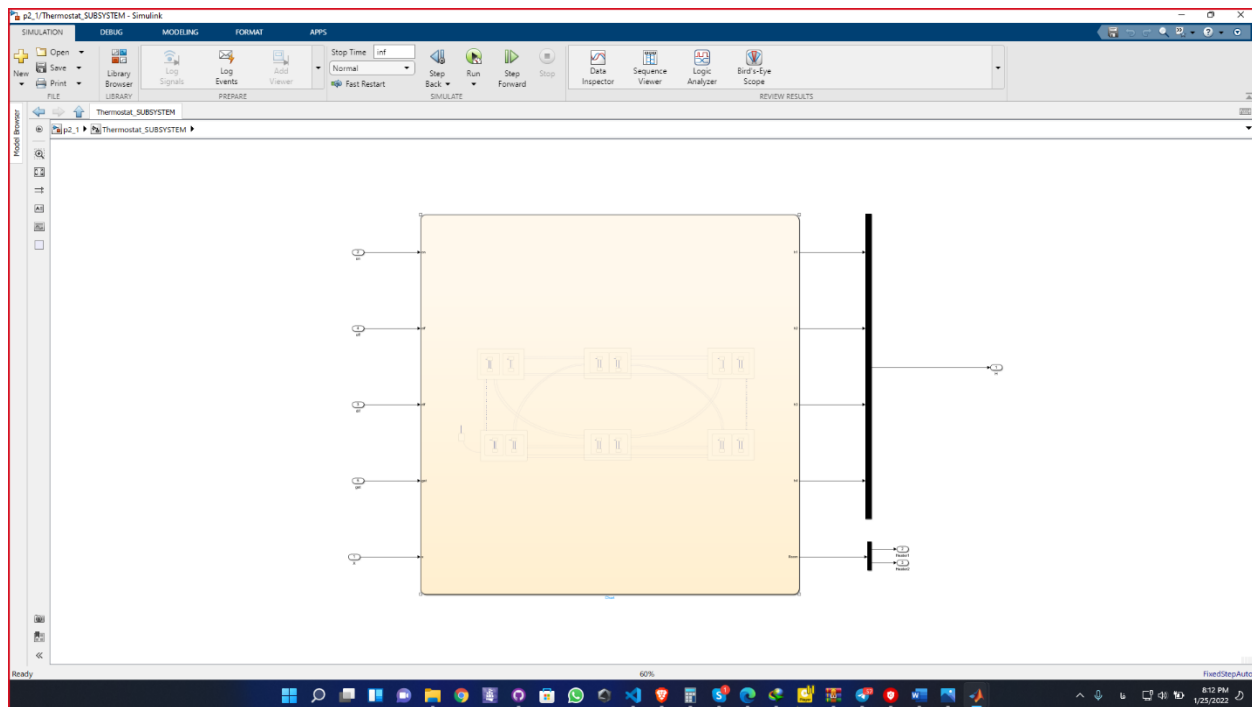
تصویر بالا بخش طراحی شده در سیستم ترموستات است که خروجی H آن به زیر سیستم Room_Heating میرود و خروجی های نحوه قرار گیری بخاری ها نیز به بخاری میرود تا در اتاق گفته شده قرار گیرد .



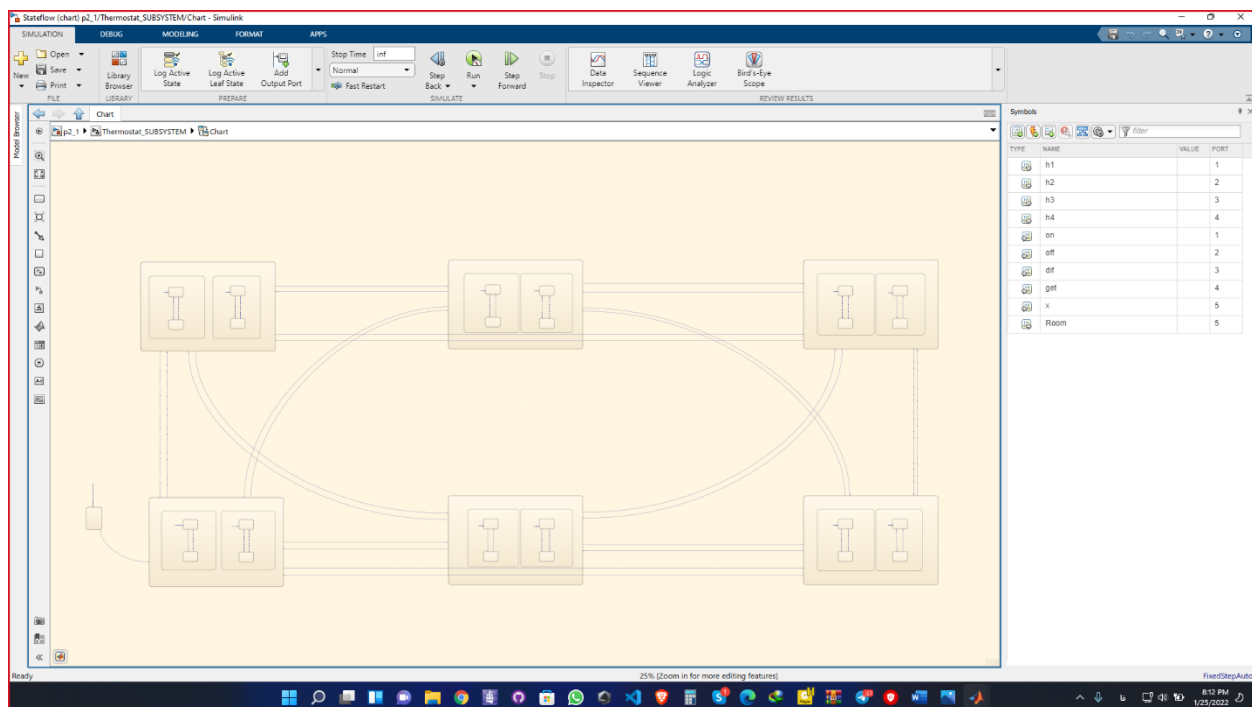
در زیر سیستم Room_Heating نیز H های خارج شده از زیر سیستم Thermostat دریافت میشود و دما را با استفاده از فرمول گفته شده در صورت پروژه محاسبه میکند . تمامی نیازمندی های تعریف شده نیز به بخش های مختلف طراحی متصل شده است .

پس از آن به سراغ طراحی state flow رفتیم . با توجه به طراحی اولیه در ابتدا این بخش را طراحی کردیم .



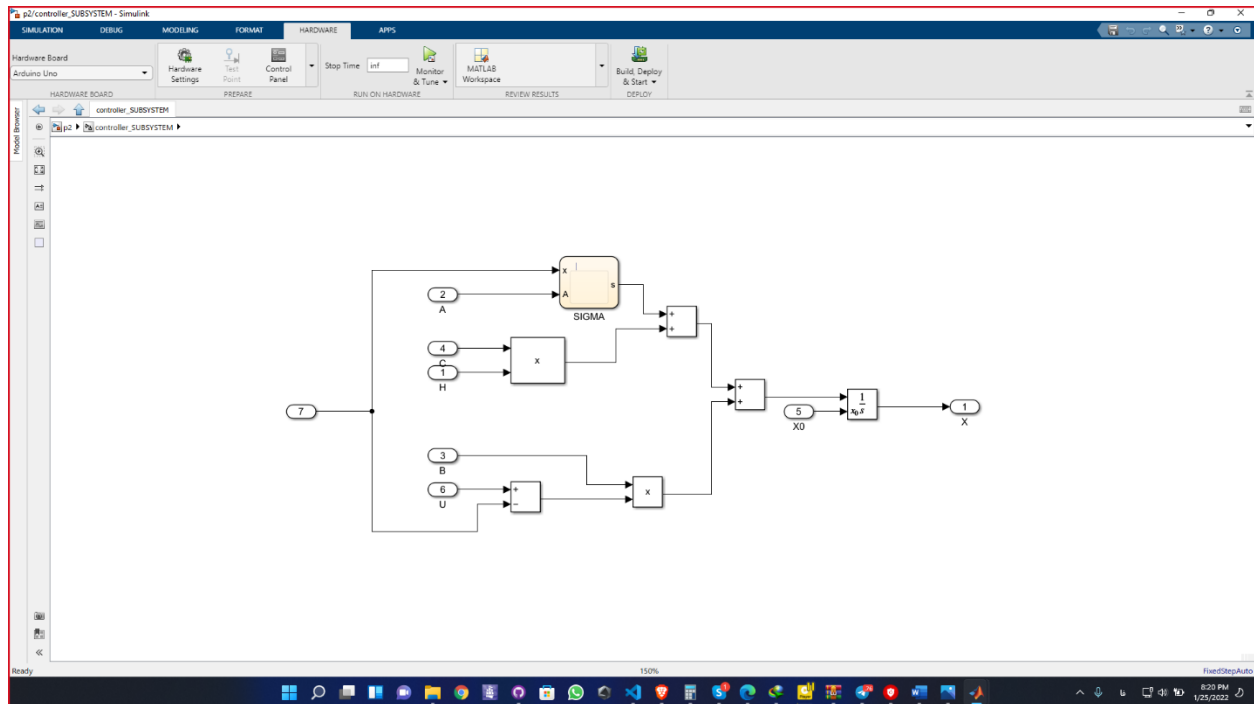


تصویر بالا stateflow طراحی شده برای سیستم ترموستات است که ورودی های مورد نیاز به آن وارد شده و در نهایت مکان های قرارگیری بخاری ها و H را به عنوان خروجی به سیستم Room_Heating میدهد .



Stateflow طراحی شده برای ترموستات در تصویر بالا مشخص شده است . با توجه به اینکه در هر لحظه تنها در دو اتاق میتوانیم حضور داشته باشیم و چهار اتاق وجود دارد پس به صورت کلی 6 حالت خواهیم داشت . هر

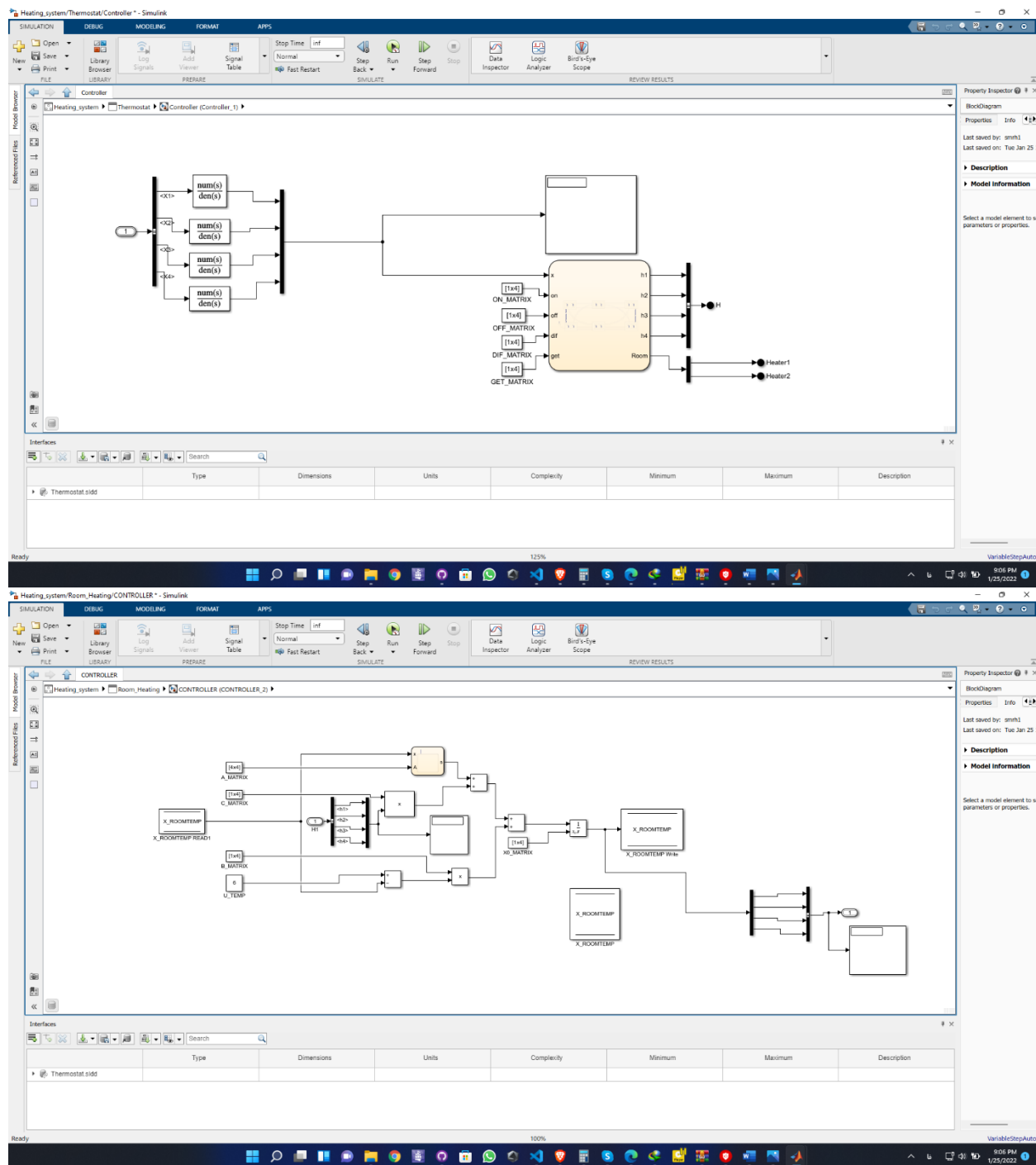
یک از این 6 حالت را به صورت یک Synchronize stateflow در نظر گرفتیم تا در صورت اینکه اتاقی به دمای مورد نیاز رسید بتوان بخاری را خاموش کرد.



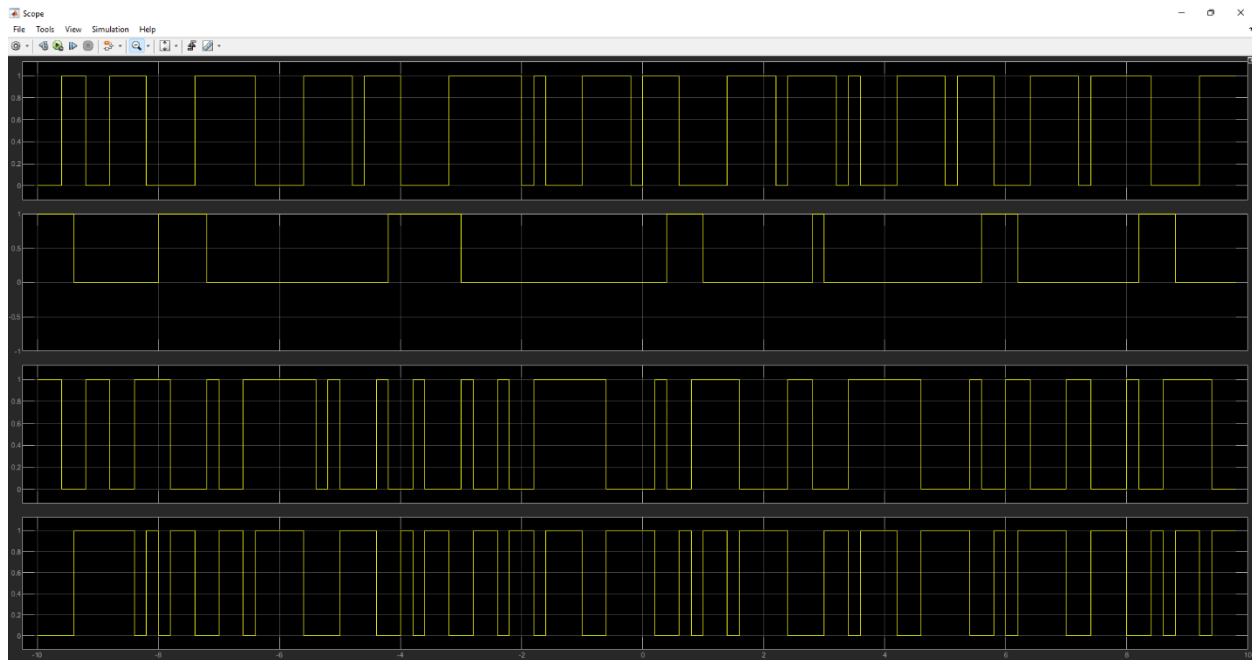
در تصویر بالا نیز بخش Room_Heating پیاده سازی شده است که در این بخش H از خروجی سیستم Thermostat دریافت میشود و X را به عنوان خروجی میدهد. در استیت چارت sigma بخش سیگمای فرمول محاسبه شده است.

یکی از مشکلاتی که در این بخش مواجه شدیم این بود که هر دو سیستم منتظر دریافت ورودی از سیستم دیگر بود که در نهایت در یک حلقه جبری می افتاد. در این بخش از یک مموری استفاده کردیم تا بتوانیم به سیستم در ترموستات دمای اولیه 16.5 در هر اتاق مطابق با صورت پروژه میدهم تا سیستم ترموستات در ابتدا شروع به کار کرده و با دادن H به سیستم Room_Heating دمای اتاق ها اندازه گیری و تغییر کند. با این کار سیستم ها منتظر هم نمانده و با استفاده از تاخیر این کار سیستم به درستی کار میکند.

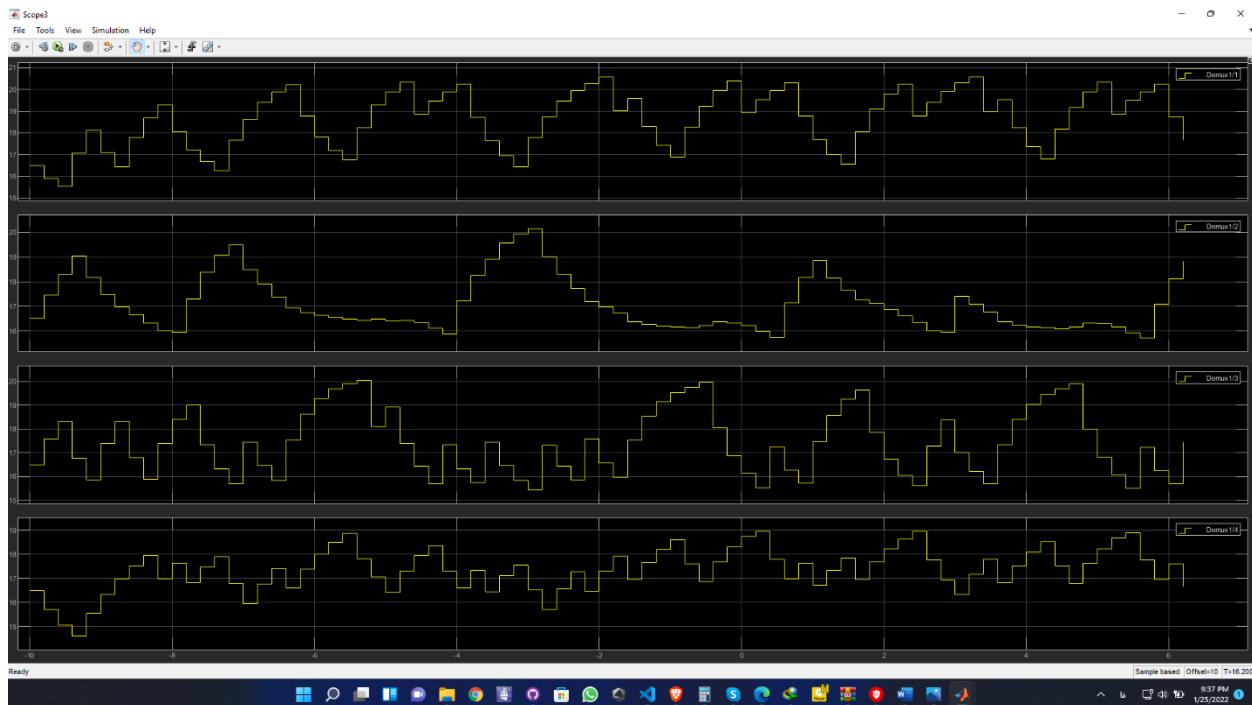
سپس این استیت چارت ها را به بخش سیستم کامپوزر منتقل کردیم تا در آن بخش بتوان نحوه ران شدن را به صورت درست در کنار طراحی نشان داد.



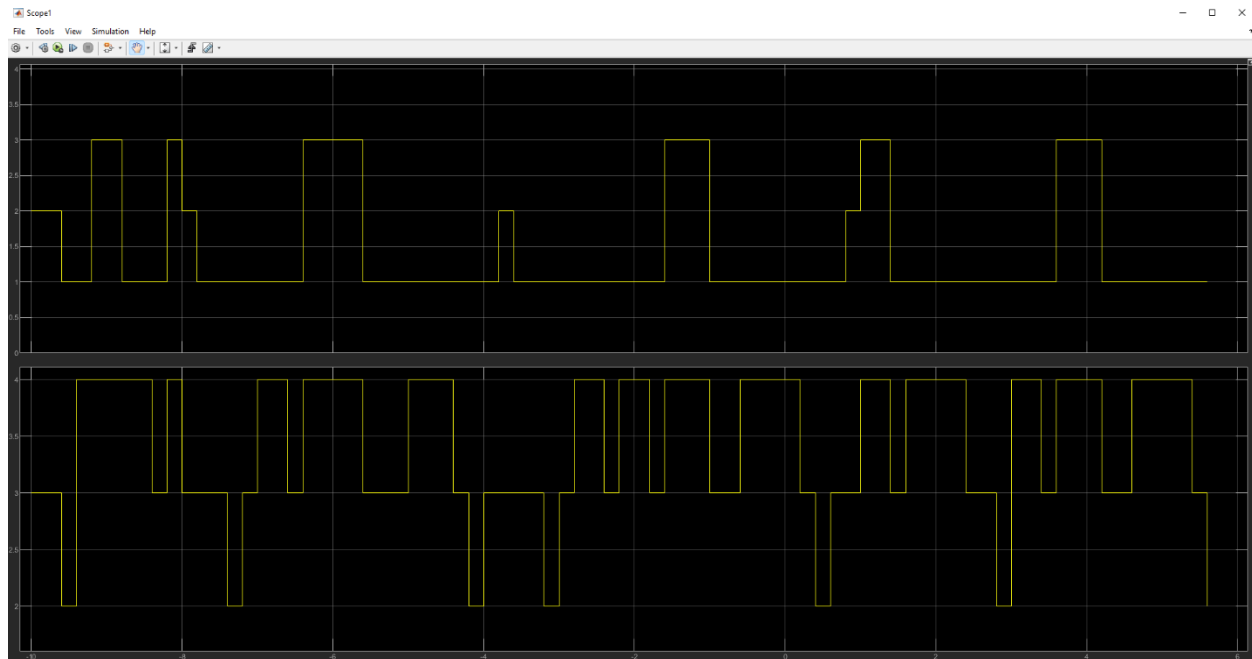
با استفاده از insert chart ، پیاده سازی به بخش سیستم کامپوزر منتقل شد . در بخش Room_Heating مطابق بخش state flow از مموری استفاده کردیم ولی چون در بخش Thermostat مموری شناسایی نمیشود مطابق با پیشنهاد خود متلب از Transfer func برای از بین بردن loop استفاده کردیم .



نمودار Hi که نحوه قرار گیری بخاری ها و روشن بودن آن ها را نشان میدهد . این نمودار بازه اجرای 20 ثانیه ای را نشان میدهد .



در این تصویر نیز دمای اتاق های مختلف نشان داده میشود . با توجه به دمای اولیه سیستم مقداری زمان نیاز دارد تا به پایداری برسد که این زمان خیلی طولانی نیست . در این دمای اولیه میتوان گفت که سیستم به پایداری میرسد و مطابق با نیازمندی ها در بازه گفته شده دما قرار میگیرد .

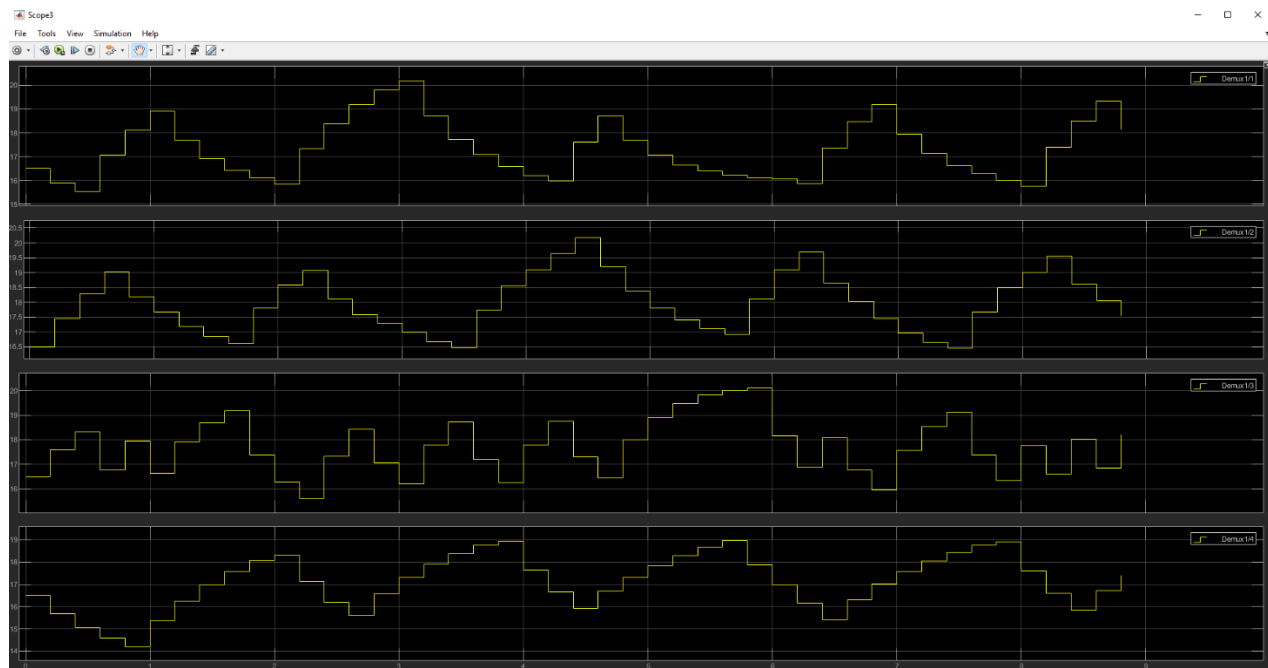


در نمودار بالا نیز به ترتیب نحوه قرار گیری بخاری ها در هر اتاق نشان داده شده است .

سوالات :

هدف این بوده که دمای هر اتاق بین ۱۵ تا ۲۰ درجه نگه داشته شود. آیا در شبیه سازی شما این نیاز برآورده شده است؟ بله سیستم به یک مقدار زمان نیاز دارد تا به پایداری برسد پس از آن سیستم در دمای خواسته شده مطابق با نیازمندی ها میرسد .

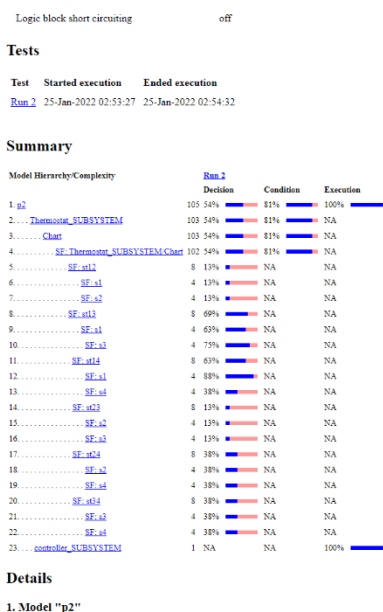
پارامتر های کنترلی نظیر on_i, get_i, dif_i را تغییر دهید در حالی که off_i را ثابت نگه میدارید . سیستم خود را مجدداً شبیه سازی کنید و در مورد اثرات این تغییرات بحث کنید . آیا دمای مورد نیاز برآورده می شود ؟ تغییرات در نظر گرفته شده بدین صورت است که $on=[18,18,18,18]$ و $get=[16\ 17\ 17\ 16]$ و $dif=[2,2,2,2]$ در نظر گرفتیم . همانطور که گفته شد مقداری زمان نیاز است تا سیستم پایدار شود که قبل از پایداری دمای اتاق ۴ تا ۱۴.۵۷ پایین می آید که مطابق نیازمندی است و دلیل اصلی این اتفاق این است که اولویت با اتاق های دارای شماره کمتر است . پس از آن سیستم به درستی کار میکند و دما را مطابق شرایط خواسته شده نگه میدارد .



در تصویر بالا دمای اتاق ها با پس از انجام تغییرات خواسته شده نشان میدهد که مشخص است سیستم میتواند شرایط خواسته شده را برآورده کند .

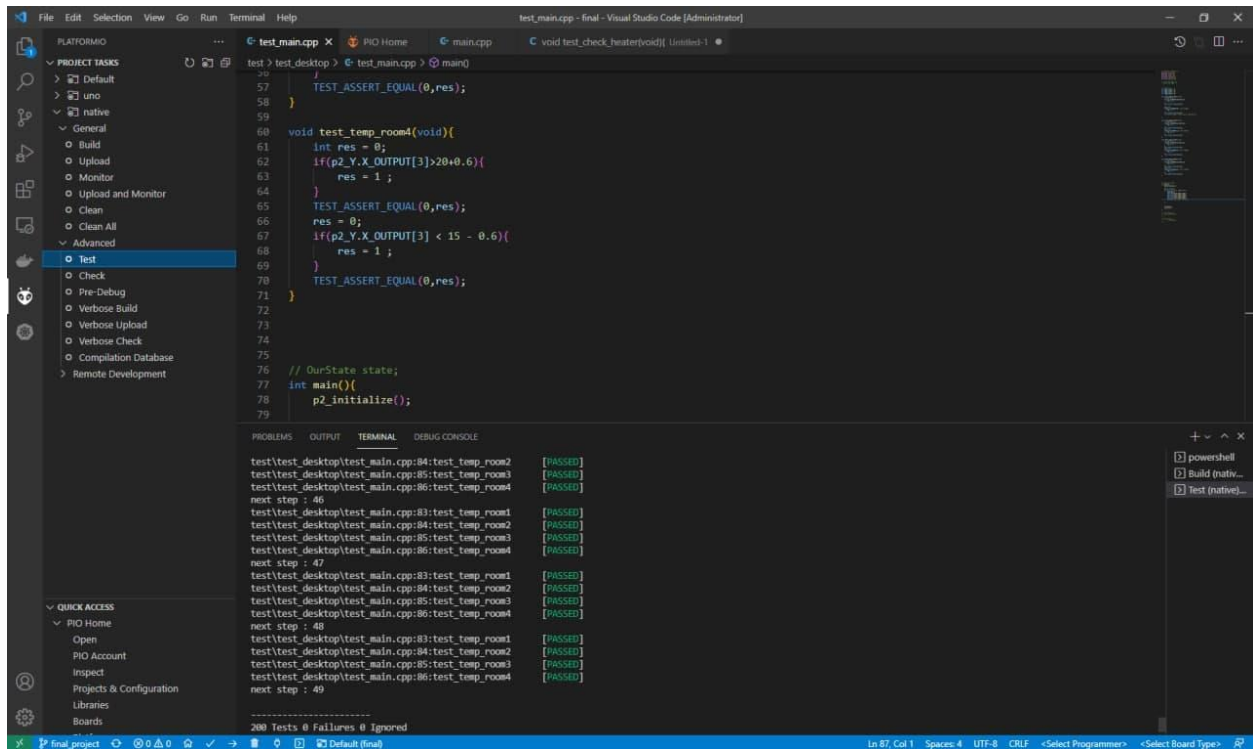
: Coverage

بخش Coverage متلب برای بررسی بخش پوشش ها و گذار ها استفاده شده است که فایل بخش Coverage همراه با این گزارش در پیوست قرار میگیرد .



با استفاده از Embedded Coder ، مدل ساخته شده را به کد تبدیل کردیم و با توجه به اسامی گذاشته شده مشخص است که کد به درستی تولید شده .

Unity test : این تست نیز به صورت کامل انجام شده و تمامی تست ها نیز در آن پاس شده است .



بخش امتیازی :

با استفاده از تنظیمات گفته شده در داکيومنت ها توانستيم مدل استيت چارت را در ابتدا به اتوميك تبديل كرديم و سپس با استفاده از `c/c++ code generate` مدل سخت افزاري PIL را پياده سازي كرديم و در نهايت با كم كردن حاصل خروجي اجرا از طريق سيستم خود و اجراي انجام شده روي `board` را از هم كم کرده و حاصل خروجی را که صفر شده نشان می‌دهیم .

