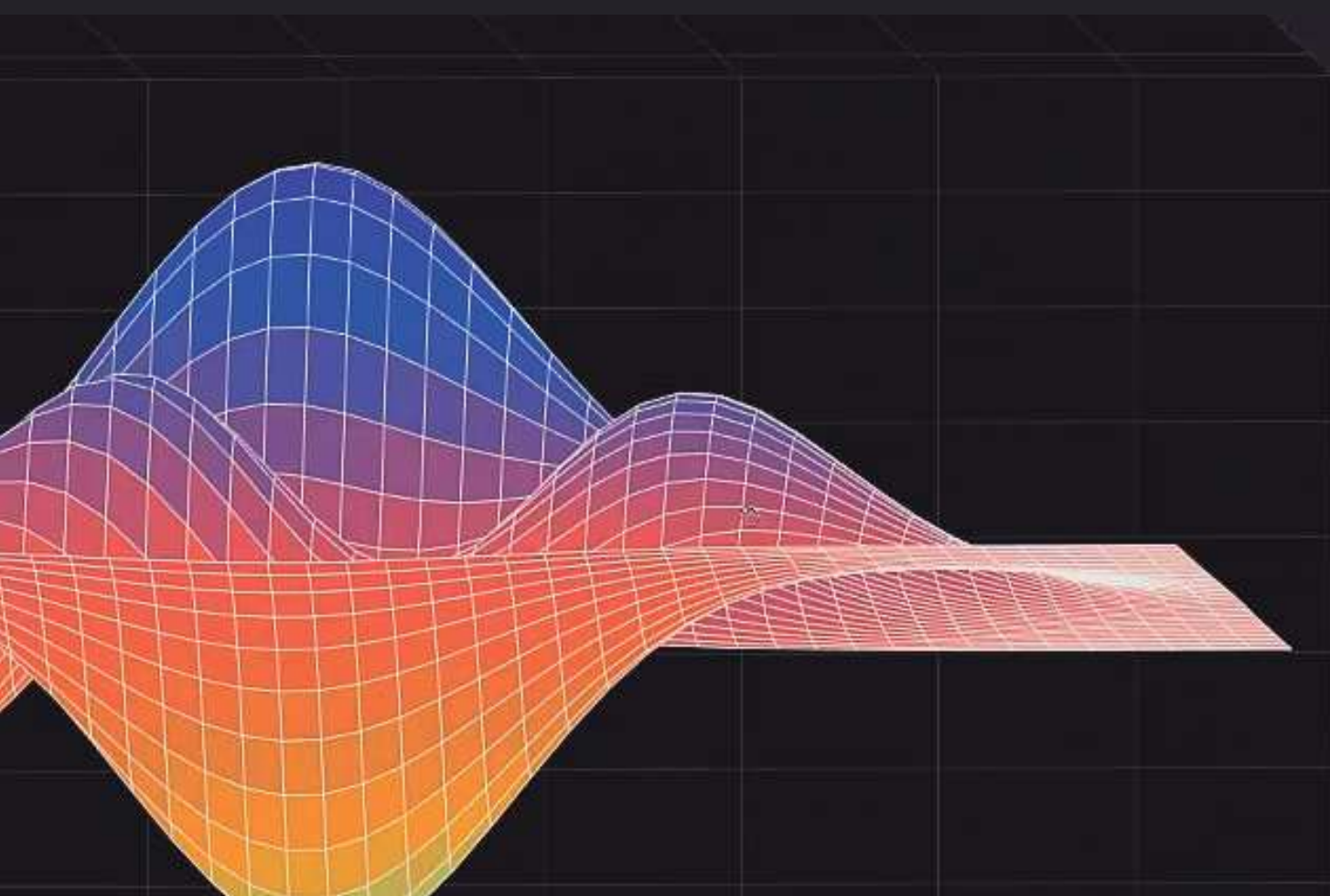
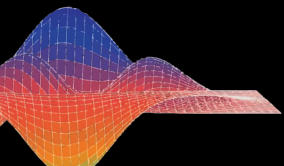




MINICURSO DE **MatLab**



Módulo 6, 7 e 8
Simulink



Conteúdo

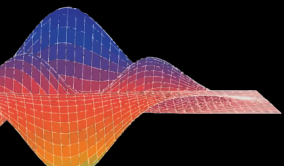
1 Modelo Massa-Mola amortecido

2 Modelo de um Bungee Jumping

- 2.1 Problema
- 2.2 Dicas

3 Modelo térmico de uma casa

- 3.1 Parâmetros do modelo
- 3.2 Componentes do modelo
- 3.3 Executando a simulação e visualizando os resultados



1 Modelo Massa-Mola amortecido

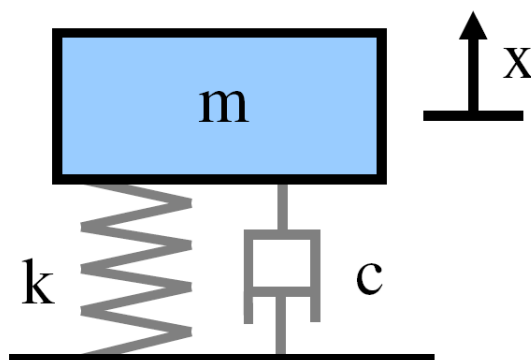
Para o modelo citado, teremos a seguinte equação de comportamento:

$$m \cdot a(t) = -c \cdot v(t) - k \cdot x(t)$$

Plote, em um único scope, 3 gráficos que mostrem os valores de aceleração, velocidade e posição do corpo.

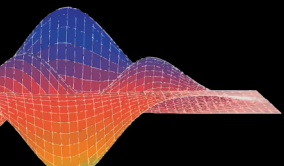
Use:

- $m = 1 \text{ kg}$
- $K = 10 \text{ N/m}$
- $c = 0.5 \text{ kg/s}$

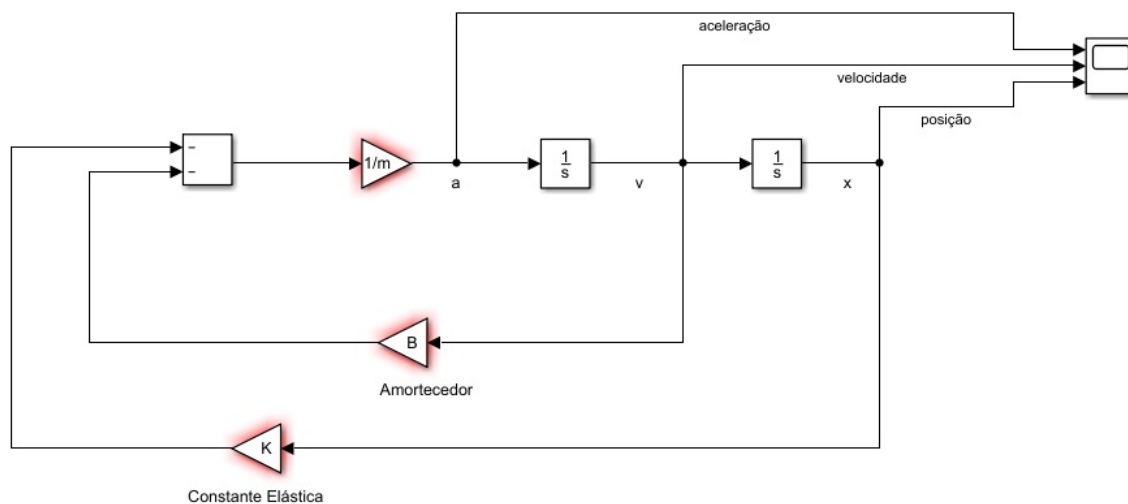


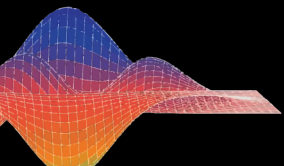
Dica:

Lembre-se que a velocidade é a **integral** da aceleração, assim como a posição é a **integral** da posição. Assim, partindo de um ponto de aceleração (a) é possível integrar e com isso **realimentar** o modelo para satisfazer a equação.



Solução



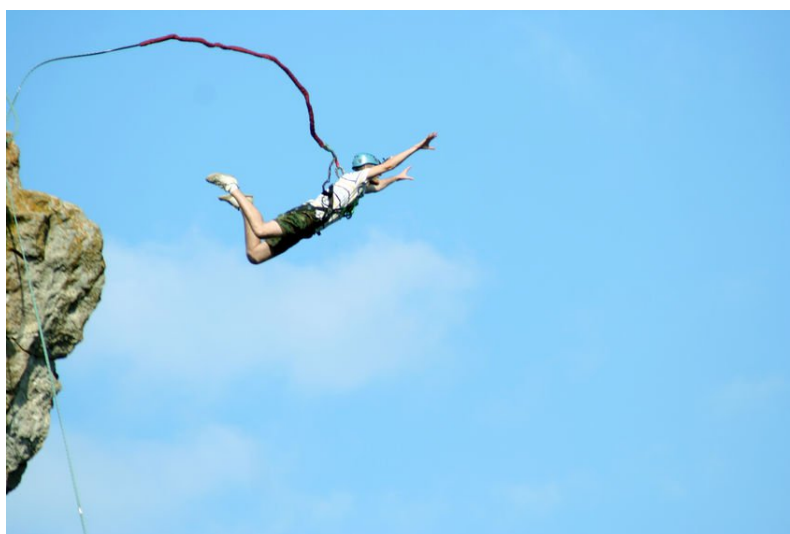


2 Modelo de um Bungee Jumping

2.1 Problema

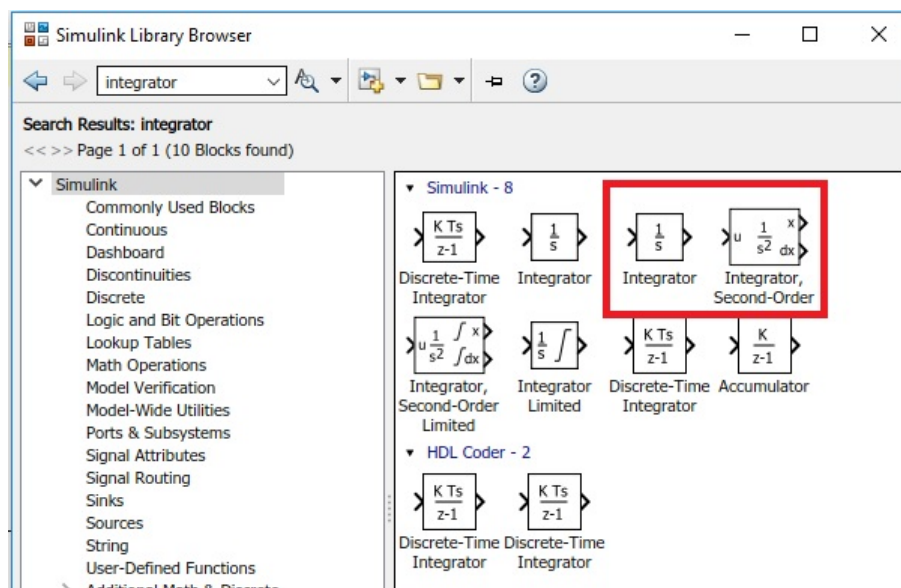
Construa um diagrama que modele um corpo de massa $m = 80$ kg em queda livre e em salto “bungee-jump”, dando sua posição no espaço. A corda tem constante elástica $K = 2.83$ N/m e resistência do ar de $B = 13.08$ kg/s Sendo as equações do comportamento da aceleração dadas por:

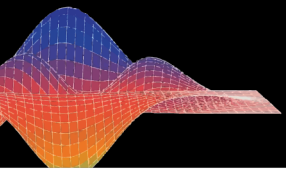
- queda livre: $y'' = g$;
- bungee-jump: $y'' = g - \frac{k}{m} \cdot y - \frac{b}{m} \cdot y'$



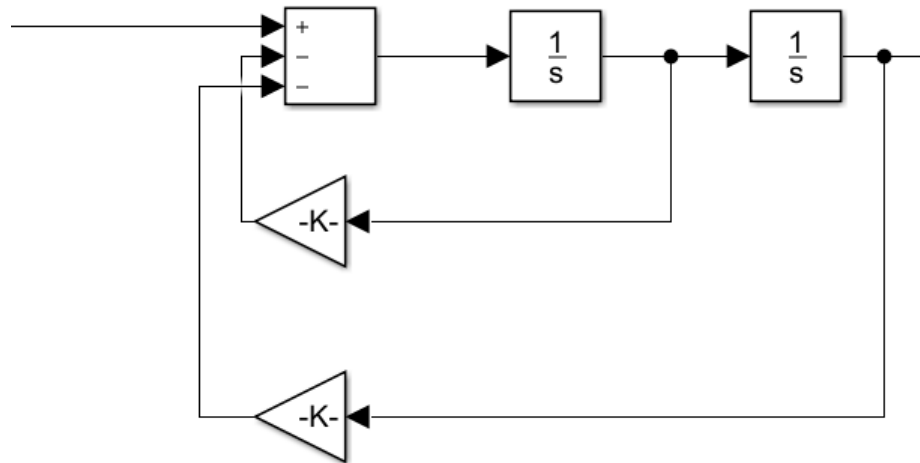
2.2 Dicas

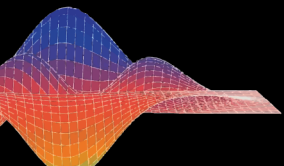
Como temos a fórmula da aceleração e desejamos encontrar a função da posição, devemos **integrar** duas vezes. Para isso, teremos auxílio do bloco **integrator**.





Além disso, para o bungee-jump, é fundamental notar que a aceleração estará variando de acordo com a velocidade e a posição do corpo. Para isso, devemos realizar uma realimentação no modelo, da seguinte forma:





3 Modelo térmico de uma casa

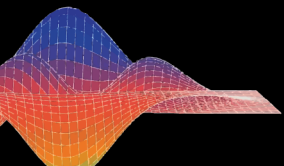
Imagine que você está passando suas tão sonhadas férias em Vancouver, no Canadá, em pleno inverno. Por sorte, para o seu conforto, sua casa conta com um sistema de aquecimento controlado por um termostato. Mas surge o questionamento: quanto custa para sustentar um sistema desses durante **dois dias**?



3.1 Parâmetros do modelo

Este modelo calcula os custos de aquecimento para uma casa genérica. Para isso, é necessário ter as informações sobre a casa no arquivo *sldemo_househeat_data.m*. Com isso, alguns parâmetros fundamentais para os cálculos são obtidos, como:

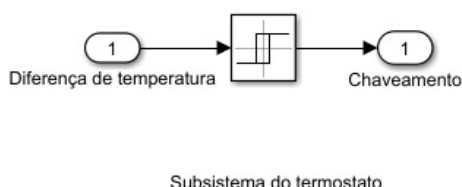
- Define a geometria da casa (tamanho, número de janelas).
- Especifica as propriedades térmicas dos materiais da casa.
- Calcula a resistência térmica da casa.
- Fornece as características do aquecedor (temperatura do ar quente, vazão).
- Define o custo da eletricidade (0,09 R\$ / kWh)
- Especifica a temperatura inicial da sala (20 graus Celsius)
- **Nota:** O tempo é dado em unidades de horas. Certas quantidades, como a taxa de fluxo de ar, são expressas por hora (não por segundo).



3.2 Componentes do modelo

Ponto de ajuste "Set Point" é um bloco constante. Especifica a temperatura que deve ser mantida dentro de casa. Adote 22 graus Celsius para esse exercício, podendo alterar futuramente.

Termostato "Termostato" é um subsistema que contém um bloco de retransmissão. O termostato permite flutuações de 3 graus Celsius acima ou abaixo da temperatura ambiente desejada. Em nosso caso, se a temperatura do ar cair abaixo de 19 graus Celsius, ou seja, 3 graus abaixo do desejado, o termostato liga o aquecedor. Veja o subsistema do termostato abaixo.



Aquecedor "Aquecedor" é um subsistema que tem uma taxa de fluxo de ar constante, "Mdot", especificada no arquivo *sldemo_househeat_data.m*. O sinal do termostato liga ou desliga o aquecedor. Quando o aquecedor está ligado, ele sopra ar quente na temperatura do aquecedor (50 graus Celsius por padrão) a uma vazão constante de Mdot (1 kg/s = 3600 kg/h por padrão). O fluxo de calor para a sala é expresso pela Equação 1.

$$\frac{dQ}{dt} = (T_{heater} - T_{room}) \cdot Mdot \cdot c$$

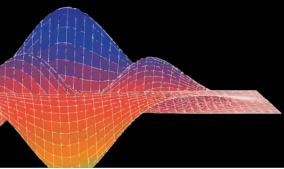
$$\frac{dQ}{dt} = \text{heat flow from the heater into the room}$$

c = heat capacity of air at constant pressure

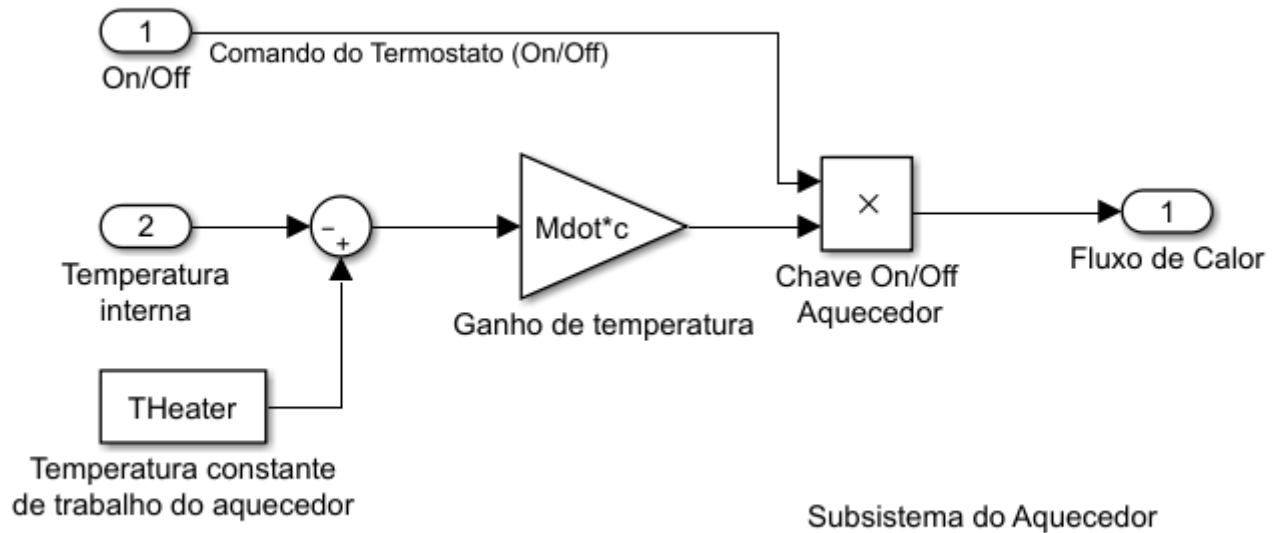
$Mdot$ = air mass flow rate through heater (kg/hr)

T_{heater} = temperature of hot air from heater

T_{room} = current room air temperature



Assim, teremos o seguinte subsistema:



Calculadora de Custos "Calculadora de Custos" é um bloco de ganho. O "Calculadora de Custos" integra o fluxo de calor ao longo do tempo e multiplica-o pelo custo de energia. O custo do aquecimento é plotado no scope "Resultados".

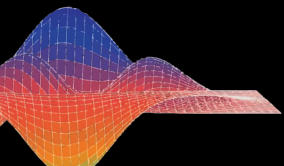
Casa Casa é um subsistema que calcula as variações da temperatura ambiente. Leva em consideração o fluxo de calor do aquecedor e as perdas de calor para o meio ambiente. As perdas de calor e a derivada do tempo de temperatura são expressas pela Equação 2.

$$\left(\frac{dQ}{dt}\right)_{losses} = \frac{T_{room} - T_{out}}{R_{eq}}$$

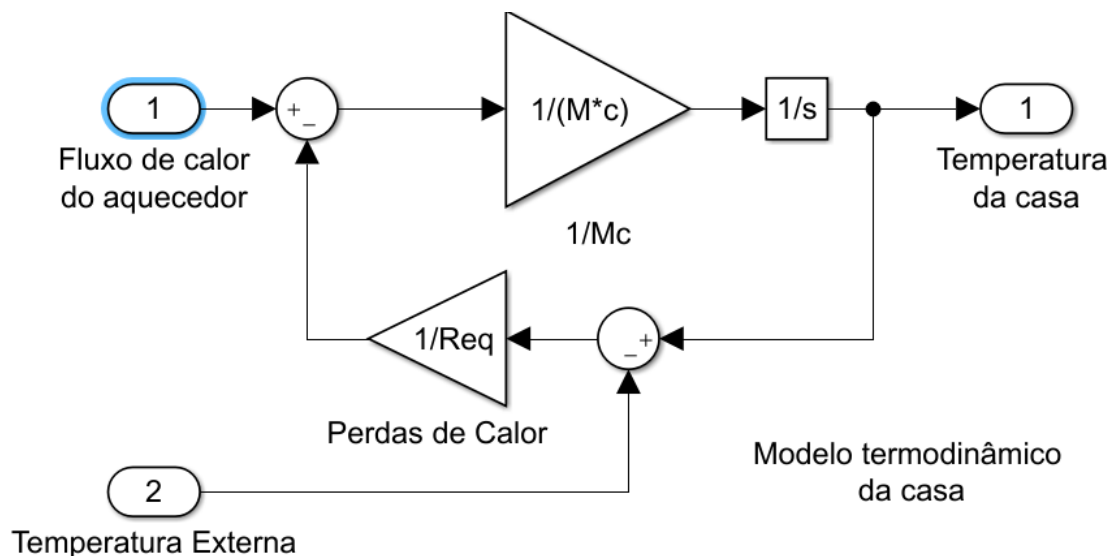
$$\frac{dT_{room}}{dt} = \frac{1}{M_{air} \cdot c} \cdot \left(\frac{dQ_{heater}}{dt} - \frac{dQ_{losses}}{dt}\right)$$

M_{air} = mass of air inside the house

R_{eq} = equivalent thermal resistance of the house



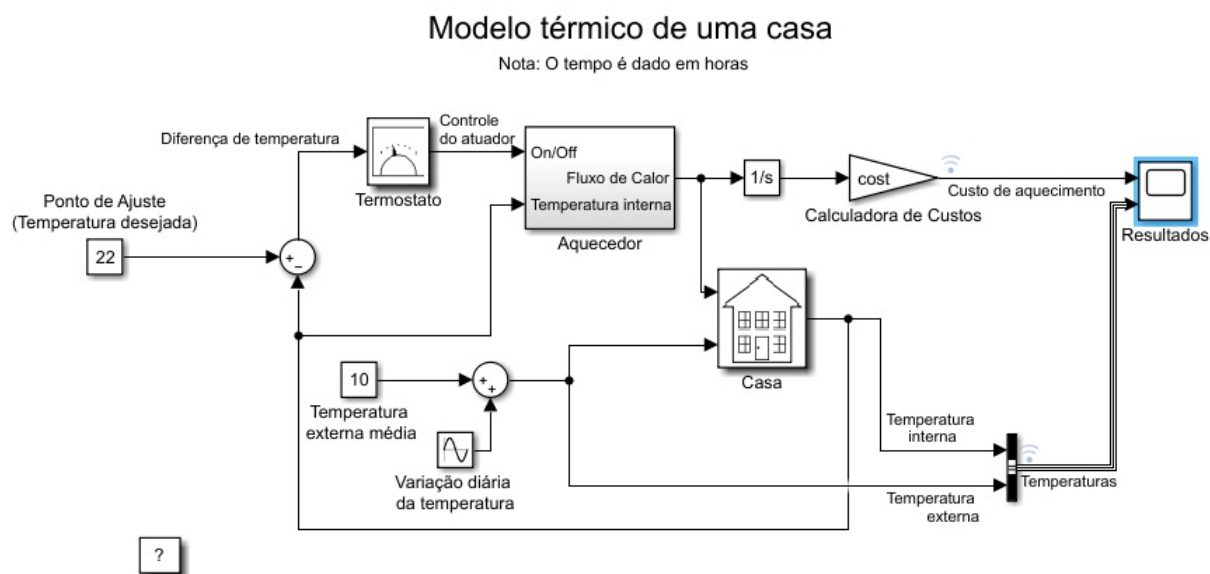
Assim, teremos o seguinte subsistema:



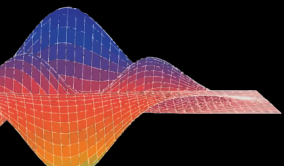
Modelando o Meio Ambiente Modelamos o ambiente externo como um dissipador de calor com capacidade infinita de calor e temperatura variável no tempo T_{out} . O bloco constante "Temperatura Externa Média" especifica a temperatura média do ar ao ar livre. O bloco Onda Senoidal "Variação Temporária Diária" gera flutuações de temperatura diárias da temperatura externa. Varie esses parâmetros e veja como eles afetam os custos de aquecimento.

3.3 Executando a simulação e visualizando os resultados

Como resultado final, teremos algo desse tipo:



Execute a simulação e visualize os resultados. Abra o scope "Resultados" para visualizar os resultados. O custo do calor e as temperaturas interna versus externa são plotados



no scope. A temperatura externa varia senoidalmente, enquanto a temperatura interna é mantida dentro de 22 graus Celsius do "Set Point" (ponto de ajuste). O eixo do tempo é dado em horas.

