



Projeto Integrador

Turma 2DL

Jorge Moreira (1201458)
Alexandre Vieira (1211551)
Miguel Oliveira (1200874)

Conteúdo

Energia das zonas	2
Zona C	2
Zona D	2
Zona E	3
Energia da estrutura (20°C)	3
Zona A	4
Zona B	4
Zona C	4
Zona D	5
Zona E	5
Estrutura global	6
Energia da estrutura (28°C)	6
Zona A	6
Zona B	7
Zona C	7
Zona D	7
Zona E	8
Estrutura global	8
Alterações da estrutura	8
Energia da estrutura nova	9
Zona A	9
Zona B	9
Zona C	10
Zona D	10
Zona E	11
Estrutura global	11
Potência do sistema	11
Potência da primeira estrutura(20°C)	11
Potência da primeira estrutura(28°C)	12
Potência da estrutura alterada	12
Sistema de arrefecimento	12

Energia das zonas

Em primeiro lugar temos de calcular o valor das energias para 3 zonas, C, D e E, para quando a temperatura exterior é de 15°C. Esta energia é por hora de funcionamento.

Considera-se que a zona C tem uma temperatura interna de -10°C, a zona D uma temperatura de 0°C e a zona E uma temperatura de 10°C.

Os valores de resistência utilizados nestes cálculos serão os que foram apresentados no relatório já entregue.

Zona C

Para calcularmos a energia usaremos a seguinte fórmula: $E = \left(\frac{\Delta T}{R}\right) * t$.

$$E_{(parede\ exterior)} = \left(\frac{25}{126.65}\right) * 3600 = 710.6198\ J$$

$$E_{(porta)} = \left(\frac{10}{1.9}\right) * 3600 = 18947.368\ J$$

$$E_{(parede\ B-C)} = \left(\frac{20}{60.25}\right) * 3600 = 1195.0207\ J$$

$$E_{(parede\ C-D)} = \left(\frac{10}{67.2}\right) * 3600 = 531.6007\ J$$

$$E_{(parede\ C-E)} = \left(\frac{20}{72.3}\right) * 3600 = 995.8506\ J$$

$$E_{(Total)} = E_{(parede\ C-E)} + E_{(parede\ C-D)} + E_{(parede\ B-C)} + E_{(porta)} + E_{(parede\ exterior)}$$

$$E_{(Total)} = 995.8506 + 531.6007 + 1195.0207 + 18947.368 + 710.6198 = 22380.46\ J$$

Calculamos então que a energia total necessária na zona C por hora é 22380.46 J.

Zona D

$$E_{(parede\ exterior)} = \left(\frac{15}{44.7}\right) * 3600 = 1208.0537\ J$$

$$E_{(porta\ A-D)} = \left(\frac{10}{1.9}\right) * 3600 = 18947.368\ J$$

$$E_{(porta\ C-D)} = \left(\frac{10}{1.9}\right) * 3600 = 18947.368\ J$$

$$E_{(porta\ D-E)} = \left(\frac{10}{1.9}\right) * 3600 = 18947.368\ J$$

$$E_{(parede\ A-D)} = \left(\frac{10}{28.88}\right) * 3600 = 1246.5374\ J$$

$$E_{(parede\ C-D)} = \left(\frac{10}{67.72}\right) * 3600 = 531.6007\ J$$

$$E_{(parede\ D-E)} = \left(\frac{10}{28.64}\right) * 3600 = 1256.9832\ J$$

$$E_{(Total)} = E_{(parede\ A-D)} - E_{(parede\ C-D)} + E_{(parede\ D-E)} + E_{(porta\ A-D)} + E_{(parede\ exterior)} - E_{(porta\ C-D)} + E_{(porta\ D-E)}$$

$$E_{(Total)} = 1246.5374 - 531.6007 + 1256.9832 + 18947.368 + 1208.0537 - 18947.368 + 18947.368 = 22127.342\ J$$

O motivo pelo qual se subtrai o valor da energia da porta C-D e da parede C-D é devido à diferença de temperatura, que significa que esta zona perde energia nas trocas com a zona C.

Calculamos então que a energia total necessária na zona D por hora é 22127.342 J.

Zona E

$$E_{(parede\ exterior)} = \left(\frac{5}{81.95}\right) * 3600 = 219.6461\ J$$

$$E_{(porta)} = \left(\frac{10}{1.9}\right) * 3600 = 18947.368\ J$$

$$E_{(parede\ C-E)} = \left(\frac{20}{72.3}\right) * 3600 = 995.8506\ J$$

$$E_{(parede\ D-E)} = \left(\frac{10}{28.64}\right) * 3600 = 1256.983\ J$$

$$E_{(Total)} = -E_{(parede\ C-E)} - E_{(parede\ D-E)} + E_{(parede\ exterior)} - E_{(porta)}$$

$$E_{(Total)} = -995.8506 - 1256.983 + 219.6461 - 18947.368 = -20980.6\ J$$

Como se pode ver esta zona perde energia, já que é a zona de maior temperatura entre as outras duas zonas, recebendo apenas energia do exterior.

Calculamos então que a energia total necessária na zona C por hora é -20980.6 J.

Energia da estrutura (20°C)

Agora vamos calcular a energia necessária para toda a estrutura. Consideramos agora que a temperatura exterior é de 20°C.

Zona A

$$E_{(parede\ exterior)} = \left(\frac{5}{96.85}\right) * 3600 = 185.8544\ J$$

$$E_{(portao)} = \left(\frac{5}{8.85}\right) * 3600 = 2033.8983\ J$$

$$E_{(parede\ A-D)} = \left(\frac{15}{28.8}\right) * 3600 = 1875\ J$$

$$E_{(parede\ A-B)} = \left(\frac{0}{67.72}\right) * 3600 = 0\ J$$

$$E_{(porta\ A-D)} = \left(\frac{15}{1.9}\right) * 3600 = 28421.053\ J$$

$$E_{(janela)} = \left(\frac{5}{9.0331}\right) * 3600 = 1992.6714\ J$$

$$E_{(total)} = 185.8544 + 2033.8983 + 1875 + 0 + 28421.053 + 1992.6714 = 34508.477\ J$$

Note que como a zona A e B têm a mesma temperatura não haverá troca de energia entre estas zonas.

Calculamos então que a energia total necessária na zona A por hora é 34508.477 J.

Zona B

$$E_{(parede\ exterior)} = \left(\frac{5}{96.85}\right) * 3600 = 185.8544\ J$$

$$E_{(porta\ exterior)} = \left(\frac{5}{3.81}\right) * 3600 = 4724.4094\ J$$

$$E_{(parede\ B-C)} = \left(\frac{25}{60.25}\right) * 3600 = 1493.7759\ J$$

$$E_{(parede\ A-B)} = \left(\frac{0}{67.72}\right) * 3600 = 0\ J$$

$$E_{(total)} = 185.8544 + 4724.4094 + 1493.7759 + 0 = 6404.0398\ J$$

Calculamos então que a energia total necessária na zona B por hora é 6404.0398 J.

Zona C

$$E_{(parede\ exterior)} = \left(\frac{30}{126.65}\right) * 3600 = 852.7438\ J$$

$$E_{(porta)} = \left(\frac{10}{1.9}\right) * 3600 = 18947.368\ J$$

$$E_{(parede\ B-C)} = \left(\frac{25}{60.25}\right) * 3600 = 1493.776\ J$$

$$E_{(parede\ C-D)} = \left(\frac{10}{67.2}\right) * 3600 = 531.6007\ J$$

$$E_{(parede\ C-E)} = \left(\frac{20}{72.3}\right) * 3600 = 995.8506\ J$$

$$E_{(Total)} = E_{(parede\ C-E)} + E_{(parede\ C-D)} + E_{(parede\ B-C)} + E_{(porta)} + E_{(parede\ exterior)}$$

$$E_{(Total)} = 995.8506 + 531.6007 + 1493.776 + 18947.368 + 852.7438 = 22821.34\ J$$

Calculamos então que a energia total necessária na zona C por hora é 22821.34 J.

Zona D

$$E_{(parede\ exterior)} = \left(\frac{20}{44.7}\right) * 3600 = 1610.7383\ J$$

$$E_{(porta\ A-D)} = \left(\frac{15}{1.9}\right) * 3600 = 28421.053\ J$$

$$E_{(porta\ C-D)} = \left(\frac{10}{1.9}\right) * 3600 = 18947.368\ J$$

$$E_{(porta\ D-E)} = \left(\frac{10}{1.9}\right) * 3600 = 18947.368\ J$$

$$E_{(parede\ A-D)} = \left(\frac{15}{28.88}\right) * 3600 = 1869.8061\ J$$

$$E_{(parede\ C-D)} = \left(\frac{10}{67.72}\right) * 3600 = 531.6007\ J$$

$$E_{(parede\ D-E)} = \left(\frac{10}{28.64}\right) * 3600 = 1256.9832\ J$$

$$E_{(Total)} = E_{(parede\ A-D)} - E_{(parede\ C-D)} + E_{(parede\ D-E)} + E_{(porta\ A-D)} + E_{(parede\ exterior)} - E_{(porta\ C-D)} + E_{(porta\ D-E)}$$

$$E_{(Total)} = 1869.8061 - 531.6007 + 1256.9832 + 28421.053 + 1610.7383 - 18947.368 + 18947.368 = 32626.98\ J$$

Calculamos então que a energia total necessária na zona D por hora é 32626.98 J.

Zona E

$$E_{(parede\ exterior)} = \left(\frac{10}{81.95}\right) * 3600 = 439.2923\ J$$

$$E_{(porta)} = \left(\frac{10}{1.9}\right) * 3600 = 18947.368\ J$$

$$E_{(parede\ C-E)} = \left(\frac{20}{72.3}\right) * 3600 = 995.8506\ J$$

$$E_{(parede\ D-E)} = \left(\frac{10}{28.64}\right) * 3600 = 1256.983\ J$$

$$E_{(Total)} = -E_{(parede\ C-E)} - E_{(parede\ D-E)} + E_{(parede\ exterior)} - E_{(porta)}$$

$$E_{(Total)} = -995.8506 - 1256.983 + 439.2923 - 18947.368 = -20760.9\ J$$

Calculamos então que a energia total necessária na zona C por hora é -20760.9 J.

Estrutura global

$$E_{(total)} = 34508.477 + 6404.0398 + 22821.34 + 32626.98 - 20760.9 = 75599.93\ J$$

A estrutura global necessita de 75599.93 J de energia por hora.

Energia da estrutura (28°C)

Vamos agora calcular a energia para a estrutura global, mas tendo como temperatura exterior 28°C em vez de 20°C.

Zona A

$$E_{(parede\ exterior)} = \left(\frac{5}{96.85}\right) * 3600 = 185.8544\ J$$

$$E_{(portao)} = \left(\frac{5}{8.85}\right) * 3600 = 2033.8983\ J$$

$$E_{(parede\ A-D)} = \left(\frac{23}{28.8}\right) * 3600 = 2867.036\ J$$

$$E_{(parede\ A-B)} = \left(\frac{0}{67.72}\right) * 3600 = 0\ J$$

$$E_{(porta\ A-D)} = \left(\frac{15}{1.9}\right) * 3600 = 43578.947\ J$$

$$E_{(janela)} = \left(\frac{5}{9.0331}\right) * 3600 = 1992.6714\ J$$

$$E_{(total)} = 185.8544 + 2033.8983 + 2867.036 + 0 + 43578.947 + 1992.6714 = 50658.407\ J$$

Calculamos então que a energia total necessária na zona A por hora é 50658.407 J.

Zona B

$$E_{(parede\ exterior)} = \left(\frac{5}{96.85}\right) * 3600 = 185.8544\ J$$

$$E_{(porta\ exterior)} = \left(\frac{5}{3.81}\right) * 3600 = 4724.4094\ J$$

$$E_{(parede\ B-C)} = \left(\frac{33}{60.25}\right) * 3600 = 1971.7842\ J$$

$$E_{(parede\ A-B)} = \left(\frac{0}{67.72}\right) * 3600 = 0\ J$$

$$E_{(total)} = 185.8544 + 4724.4094 + 1971.7842 + 0 = 6882.0481\ J$$

Calculamos então que a energia total necessária na zona B por hora é 6882.0481 J.

Zona C

$$E_{(parede\ exterior)} = \left(\frac{38}{126.65}\right) * 3600 = 1080.142\ J$$

$$E_{(porta)} = \left(\frac{10}{1.9}\right) * 3600 = 18947.368\ J$$

$$E_{(parede\ B-C)} = \left(\frac{33}{60.25}\right) * 3600 = 1971.784\ J$$

$$E_{(parede\ C-D)} = \left(\frac{10}{67.2}\right) * 3600 = 531.6007\ J$$

$$E_{(parede\ C-E)} = \left(\frac{20}{72.3}\right) * 3600 = 995.8506\ J$$

$$E_{(Total)} = E_{(parede\ C-E)} + E_{(parede\ C-D)} + E_{(parede\ B-C)} + E_{(porta)} + E_{(parede\ exterior)}$$

$$E_{(Total)} = 995.8506 + 531.6007 + 1971.784 + 18947.368 + 1080.142 = 23526.75\ J$$

Calculamos então que a energia total necessária na zona C por hora é 23526.75 J.

Zona D

$$E_{(parede\ exterior)} = \left(\frac{28}{44.7}\right) * 3600 = 2255.0336\ J$$

$$E_{(porta\ A-D)} = \left(\frac{23}{1.9}\right) * 3600 = 43578.947\ J$$

$$E_{(porta\ C-D)} = \left(\frac{10}{1.9}\right) * 3600 = 18947.368\ J$$

$$E_{(porta\ D-E)} = \left(\frac{10}{1.9}\right) * 3600 = 18947.368\ J$$

$$E_{(parede\ A-D)} = \left(\frac{23}{28.88}\right) * 3600 = 2867.036\ J$$

$$E_{(parede\ C-D)} = \left(\frac{10}{67.72}\right) * 3600 = 531.6007\ J$$

$$E_{(parede\ D-E)} = \left(\frac{10}{28.64}\right) * 3600 = 1256.9832\ J$$

$$E_{(Total)} = E_{(parede\ A-D)} - E_{(parede\ C-D)} + E_{(parede\ D-E)} + E_{(porta\ A-D)} + E_{(parede\ exterior)} - E_{(porta\ C-D)} + E_{(porta\ D-E)}$$

$$E_{(Total)} = 2867.036 - 531.6007 + 1256.9832 + 43578.947 + 2255.0336 - 18947.368 + 18947.368 = 49426.399\ J$$

Calculamos então que a energia total necessária na zona D por hora é 49426.399 J.

Zona E

$$E_{(parede\ exterior)} = \left(\frac{18}{81.95}\right) * 3600 = 790.7261\ J$$

$$E_{(porta)} = \left(\frac{10}{1.9}\right) * 3600 = 18947.368\ J$$

$$E_{(parede\ C-E)} = \left(\frac{20}{72.3}\right) * 3600 = 995.8506\ J$$

$$E_{(parede\ D-E)} = \left(\frac{10}{28.64}\right) * 3600 = 1256.983\ J$$

$$E_{(Total)} = -E_{(parede\ C-E)} - E_{(parede\ D-E)} + E_{(parede\ exterior)} - E_{(porta)}$$

$$E_{(Total)} = -995.8506 - 1256.983 + 790.7261 - 18947.368 = -20409.5\ J$$

Calculamos então que a energia total necessária na zona C por hora é -20409.5 J.

Estrutura global

$$E_{(total)} = 50658.407 + 6882.0481 + 23526.75 + 49426.399 - 20409.5 = 110084.1\ J$$

A estrutura global necessita de 110084.1 J de energia por hora.

Alterações da estrutura

Depois de calculadas as energias verificamos que tínhamos paredes resistentes. Decidimos alterar as portas que são as partes da estrutura que são menos resistentes.

Decidimos adicionar as portas poliestireno, que é um bom isolante.

Este tem de resistência 1.18. Que irá tornar a resistência das portas 2.18.

Energia da estrutura nova

Alterada a estrutura, falta agora calcular a energia da nova estrutura, considerando que a energia do exterior é de 20°C.

Zona A

$$E_{(parede\ exterior)} = \left(\frac{5}{96.85}\right) * 3600 = 185.8544\ J$$

$$E_{(portao)} = \left(\frac{5}{8.85}\right) * 3600 = 2033.8983\ J$$

$$E_{(parede\ A-D)} = \left(\frac{15}{28.8}\right) * 3600 = 1875\ J$$

$$E_{(parede\ A-B)} = \left(\frac{0}{67.72}\right) * 3600 = 0\ J$$

$$E_{(porta\ A-D)} = \left(\frac{15}{4.142}\right) * 3600 = 13037.18\ J$$

$$E_{(janela)} = \left(\frac{5}{9.0331}\right) * 3600 = 1992.6714\ J$$

$$E_{(total)} = 185.8544 + 2033.8983 + 1875 + 0 + 13037.18 + 1992.6714 = 19124.6\ J$$

Calculamos então que a energia total necessária na zona A por hora é 19124.6 J.

Zona B

$$E_{(parede\ exterior)} = \left(\frac{5}{96.85}\right) * 3600 = 185.8544\ J$$

$$E_{(porta\ exterior)} = \left(\frac{5}{8.284}\right) * 3600 = 4724.4094\ J$$

$$E_{(parede\ B-C)} = \left(\frac{25}{60.25}\right) * 3600 = 1493.7759\ J$$

$$E_{(parede\ A-B)} = \left(\frac{0}{67.72}\right) * 3600 = 0\ J$$

$$E_{(total)} = 185.8544 + 4724.4094 + 1493.7759 + 0 = 6404.0398\ J$$

Calculamos então que a energia total necessária na zona B por hora é 6404.0398 J.

Zona C

$$E_{(parede\ exterior)} = \left(\frac{30}{126.65}\right) * 3600 = 852.7438\ J$$

$$E_{(porta)} = \left(\frac{10}{4.142}\right) * 3600 = 8691.453\ J$$

$$E_{(parede\ B-C)} = \left(\frac{25}{60.25}\right) * 3600 = 1493.776\ J$$

$$E_{(parede\ C-D)} = \left(\frac{10}{67.2}\right) * 3600 = 531.6007\ J$$

$$E_{(parede\ C-E)} = \left(\frac{20}{72.3}\right) * 3600 = 995.8506\ J$$

$$E_{(Total)} = E_{(parede\ C-E)} + E_{(parede\ C-D)} + E_{(parede\ B-C)} + E_{(porta)} + E_{(parede\ exterior)}$$

$$E_{(Total)} = 995.8506 + 531.6007 + 1493.776 + 8691.453 + 852.7438 = 12565.42\ J$$

Calculamos então que a energia total necessária na zona C por hora é 12565.42 J.

Zona D

$$E_{(parede\ exterior)} = \left(\frac{20}{44.7}\right) * 3600 = 1610.7383\ J$$

$$E_{(porta\ A-D)} = \left(\frac{15}{4.142}\right) * 3600 = 13037.18\ J$$

$$E_{(porta\ C-D)} = \left(\frac{10}{4.142}\right) * 3600 = 8691.453\ J$$

$$E_{(porta\ D-E)} = \left(\frac{10}{4.142}\right) * 3600 = 8691.453\ J$$

$$E_{(parede\ A-D)} = \left(\frac{15}{28.88}\right) * 3600 = 1869.8061\ J$$

$$E_{(parede\ C-D)} = \left(\frac{10}{67.72}\right) * 3600 = 531.6007\ J$$

$$E_{(parede\ D-E)} = \left(\frac{10}{28.64}\right) * 3600 = 1256.9832\ J$$

$$E_{(Total)} = E_{(parede\ A-D)} - E_{(parede\ C-D)} + E_{(parede\ D-E)} + E_{(porta\ A-D)} + E_{(parede\ exterior)} - E_{(porta\ C-D)} + E_{(porta\ D-E)}$$

$$E_{(Total)} = 1869.8061 - 531.6007 + 1256.9832 + 13037.18 + 1610.7383 - 8691.453 + 8691.453 = 17243.11\ J$$

Calculamos então que a energia total necessária na zona D por hora é 17243.11 J.

Zona E

$$E_{(parede\ exterior)} = \left(\frac{10}{81.95}\right) * 3600 = 439.2923\ J$$

$$E_{(porta)} = \left(\frac{10}{4.142}\right) * 3600 = 8691.453\ J$$

$$E_{(parede\ C-E)} = \left(\frac{20}{72.3}\right) * 3600 = 995.8506\ J$$

$$E_{(parede\ D-E)} = \left(\frac{10}{28.64}\right) * 3600 = 1256.983\ J$$

$$E_{(Total)} = -E_{(parede\ C-E)} - E_{(parede\ D-E)} + E_{(parede\ exterior)} - E_{(porta)}$$

$$E_{(Total)} = -995.8506 - 1256.983 + 439.2923 - 8691.453 = -10505\ J$$

Calculamos então que a energia total necessária na zona C por hora é -10505 J.

Estrutura global

$$E_{(total)} = 19124.6 + 6404.0398 + 12565.42 + 17243.11 - 10505 = 44832.18\ J$$

A estrutura global necessita de 44832.18 J de energia por hora.

Potência do sistema

Para calcular a potência é necessário usar a seguinte fórmula: $P = E/t$

Potência da primeira estrutura(20°C)

$$P_{(A)} = \frac{34508.477}{3600} = 9.5857\ W$$

$$P_{(B)} = \frac{6404.0398}{3600} = 1.7789\ W$$

$$P_{(C)} = \frac{22821.34}{3600} = 6.3393\ W$$

$$P_{(D)} = \frac{32626.98}{3600} = 9.0630\ W$$

$$P_{(E)} = \frac{20760.9}{3600} = 5.7669\ W$$

$$P_{(Total)} = 9.5857 + 1.7789 + 6.3393 + 9.0630 + 5.7669 = 32.534\ W$$

A potência total da estrutura quando a temperatura exterior é 20°C é 32.534 W.

Potência da primeira estrutura(28°C)

$$P_{(A)} = \frac{50658.407}{3600} = 14.0718 \text{ W}$$

$$P_{(B)} = \frac{6882.0481}{3600} = 1.9117 \text{ W}$$

$$P_{(C)} = \frac{23526.75}{3600} = 6.5352 \text{ W}$$

$$P_{(D)} = \frac{49426.399}{3600} = 13.7296 \text{ W}$$

$$P_{(E)} = \frac{20409.5}{3600} = 5.6693 \text{ W}$$

$$P_{(Total)} = 14.0718 + 1.9117 + 6.5352 + 13.7296 + 5.6693 = 41.9175 \text{ W}$$

A potência total da estrutura quando a temperatura exterior é 28°C é 41.9175 W.

Potência da estrutura alterada

$$P_{(A)} = \frac{19124.6}{3600} = 5.3124 \text{ W}$$

$$P_{(B)} = \frac{6404.04}{3600} = 1.7789 \text{ W}$$

$$P_{(C)} = \frac{12565.42}{3600} = 3.4904 \text{ W}$$

$$P_{(D)} = \frac{17243.11}{3600} = 4.7898 \text{ W}$$

$$P_{(E)} = \frac{10505}{3600} = 2.9181 \text{ W}$$

$$P_{(Total)} = 5.3124 + 1.7789 + 3.4904 + 4.7898 + 2.9181 = 18.2895 \text{ W}$$

A potência total da estrutura quando a temperatura exterior é 20°C é 18.2895 W.

Sistema de arrefecimento

Um ar condicionado portátil de 70000 BTU que convertendo é 2051.5 W é suficiente para esta estrutura.