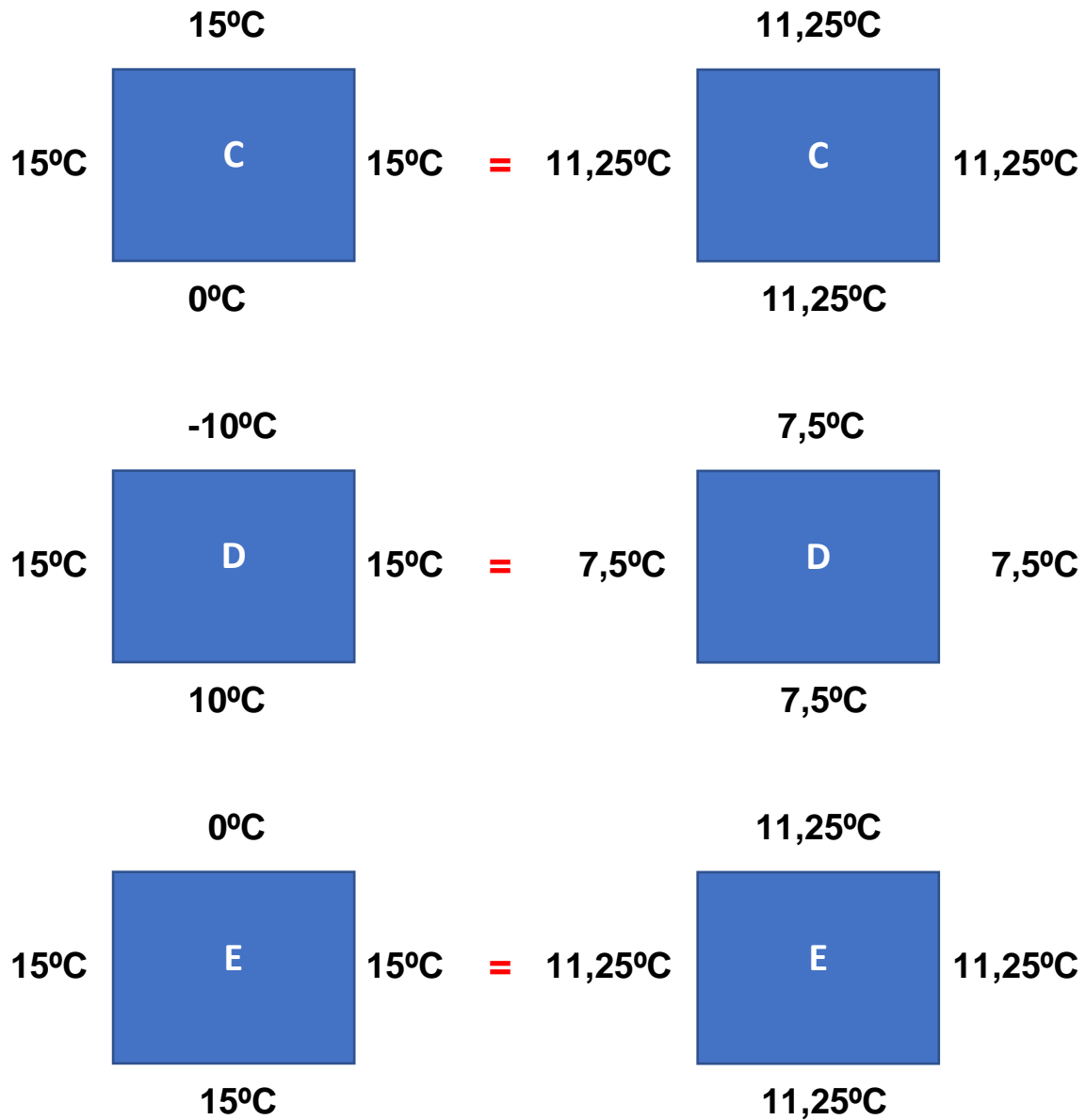


## Projeto Integrador FSIAP

(US406 | US407 | US408 | US409)

- US 406



| Zona | Resistência<br>(kw <sup>-1</sup> ) | Temperatura<br>interior (°C) | Temperatura<br>Exterior (°C) |
|------|------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| C    | 7,627 * 10 <sup>-4</sup>           | -10                          | 11,25                        |
| D    | 7,631 * 10 <sup>-4</sup>           | 0                            | 7,5                          |
| E    | 7,627 * 10 <sup>-4</sup>           | 10                           | 11,25                        |

$$q = kA \frac{\Delta T}{\Delta x} = \frac{\Delta T}{R}$$

$$q_c = \frac{11,25 - (-10)}{7,627 \cdot 10^{-4}} = 27861,5 \text{ W}$$

$$q_d = \frac{7,5 - 0}{7,631 \cdot 10^{-4}} = 9828,3 \text{ W}$$

$$q_e = \frac{11,25 - 10}{7,627 \cdot 10^{-4}} = 1638,9 \text{ W}$$

$$E = q \cdot \Delta t$$

$$1h = 3600s$$

$$E_c = 27861,5 \cdot 3600 = 100301400 \text{ J}$$

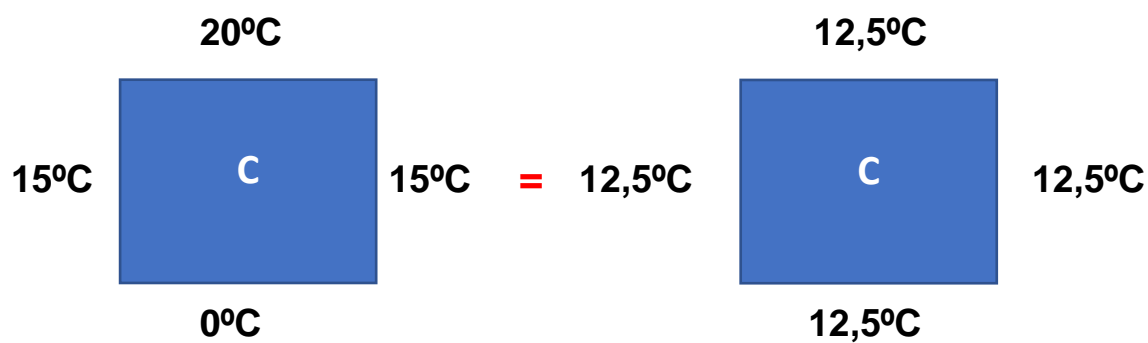
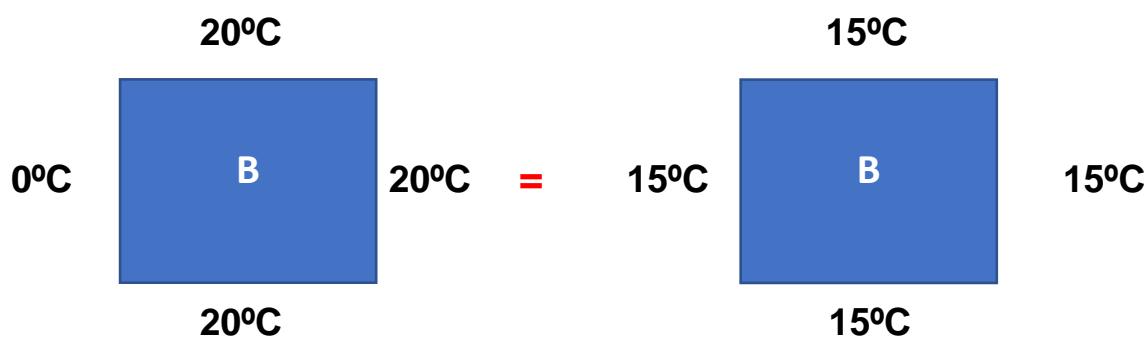
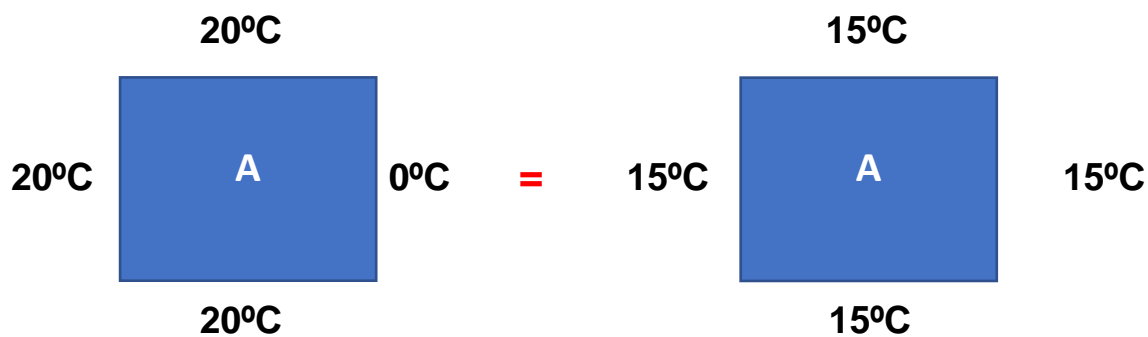
$$E_d = 9828,3 \cdot 3600 = 35381880 \text{ J}$$

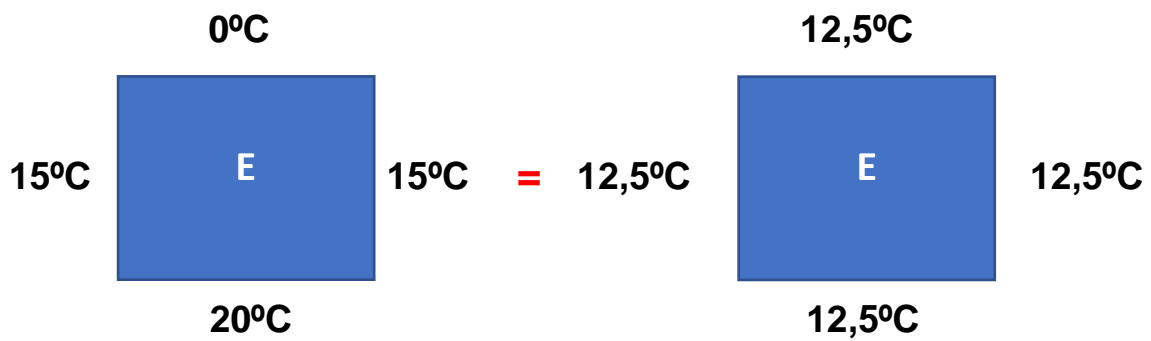
$$E_e = 1638,9 \cdot 3600 = 5900040 \text{ J}$$

Para manter as temperaturas interiores de funcionamento solicitadas nas zonas C, D e E é necessário fornecer uma energia de (-100301400) J para a zona C, (-35381880) J para a zona D e (-5900040) J para a zona E.

- **US 407**

**Temperatura Exterior de 20°**





| Zona | Resistência (kw <sup>-1</sup> ) | Temperatura interior (°C) | Temperatura Exterior (°C) |
|------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| A    | 8,788*10 <sup>-5</sup>          | 15                        | 15                        |
| B    | 2,049*10 <sup>-4</sup>          | 15                        | 15                        |
| C    | 7,627 * 10 <sup>-4</sup>        | -10                       | 12,5                      |
| D    | 7,631 * 10 <sup>-4</sup>        | 0                         | 7,5                       |
| E    | 7,627 * 10 <sup>-4</sup>        | 10                        | 12,5                      |

$$q = kA \frac{\Delta T}{\Delta x} = \frac{\Delta T}{R}$$

$$qa = \frac{15 - 15}{8,788 * 10^{-5}} = 0 W$$

$$qb = \frac{15 - 15}{2,049 * 10^{-4}} = 0 W$$

$$qc = \frac{12,5 - (-10)}{7,627 * 10^{-4}} = 29500,46 W$$

$$qd = \frac{7,5 - 0}{7,631 * 10^{-4}} = 9828,3 W$$

$$q_e = \frac{12,5 - 10}{7,627 * 10^{-4}} = 3277,83 \text{ W}$$

$$E = q * \Delta t$$

$$1h = 3600s$$

$$E_c = 29500,46 * 3600 = 106201656 \text{ J}$$

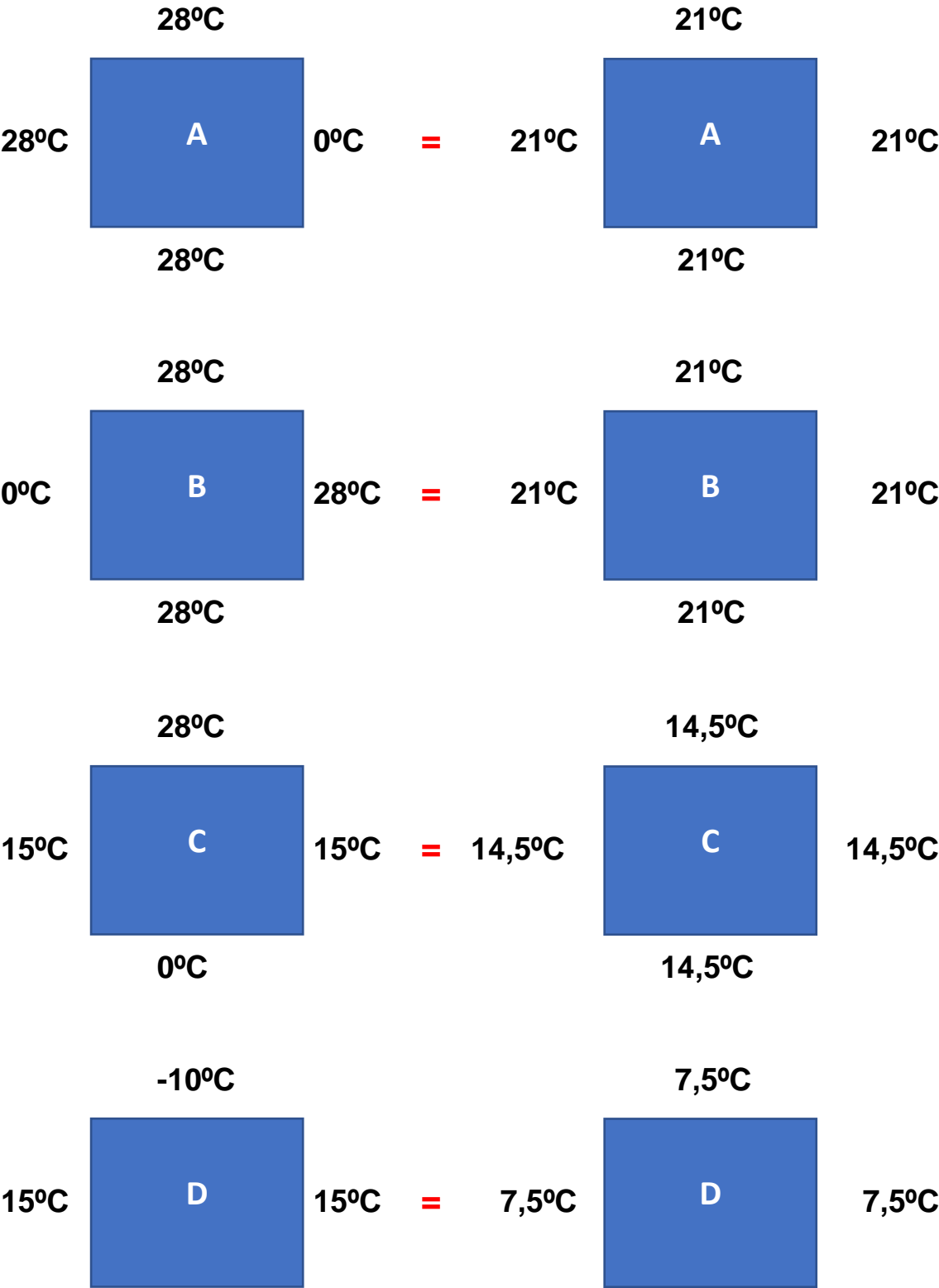
$$E_d = 9828,3 * 3600 = 35381880 \text{ J}$$

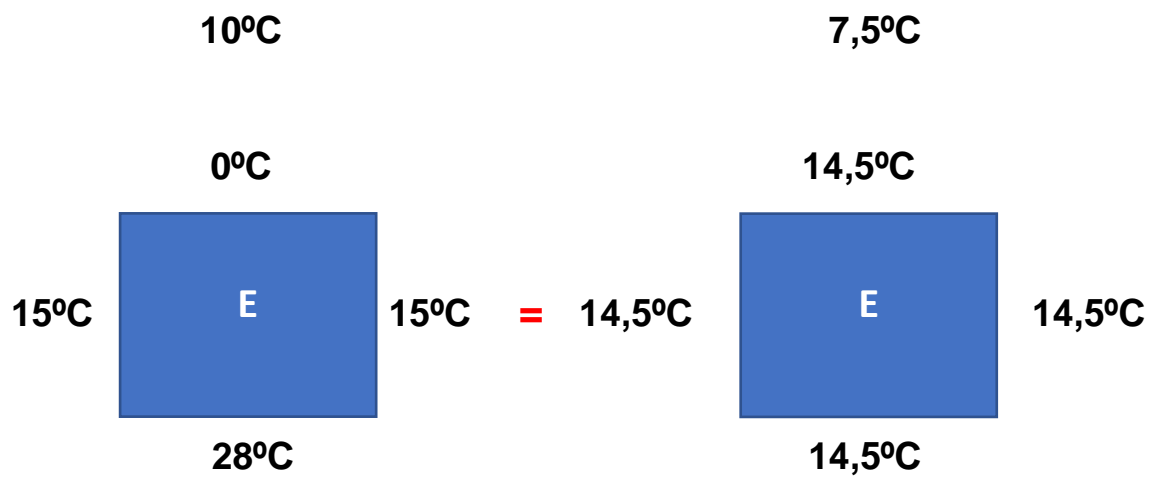
$$E_e = 3277,83 * 3600 = 11800188 \text{ J}$$

$$\begin{aligned} E_{total} &= 106201656 + 35381880 + 11800188 \\ &= 153383724 \text{ J} \end{aligned}$$

Tendo em conta a temperatura externa de 20°, para manter as temperaturas interiores de funcionamento solicitadas nas zonas A(15°), B(15°), C (-10°), D(0°) e E(10°) é necessário fornecer uma energia total de (-153383724) J.

Temperatura Exterior de 28º





| Zona | Resistência (kw <sup>-1</sup> ) | Temperatura interior (°C) | Temperatura Exterior (°C) |
|------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| A    | 8,788*10 <sup>-5</sup>          | 15                        | 21                        |
| B    | 2,049*10 <sup>-4</sup>          | 15                        | 21                        |
| C    | 7,627 * 10 <sup>-4</sup>        | -10                       | 14,5                      |
| D    | 7,631 * 10 <sup>-4</sup>        | 0                         | 7,5                       |
| E    | 7,627 * 10 <sup>-4</sup>        | 10                        | 14,5                      |

$$q = kA \frac{\Delta T}{\Delta x} = \frac{\Delta T}{R}$$

$$qa = \frac{21 - 15}{8,788 * 10^{-5}} = 68274,92 \text{ W}$$

$$qb = \frac{21 - 15}{2,049 * 10^{-4}} = 29282,58 \text{ W}$$

$$qc = \frac{14,5 - (-10)}{7,627 * 10^{-4}} = 32122,72 \text{ W}$$

$$q_d = \frac{7,5 - 0}{7,631 * 10^{-4}} = 9828,3 \text{ W}$$

$$q_e = \frac{14,5 - 10}{7,627 * 10^{-4}} = 5900,09 \text{ W}$$

$$E = q * \Delta t$$

$$1h = 3600s$$

$$E_a = 68274,92 * 3600 = 245789712 \text{ J}$$

$$E_b = 29282,58 * 3600 = 105417288 \text{ J}$$

$$E_c = 32122,72 * 3600 = 115641792 \text{ J}$$

$$E_d = 9828,3 * 3600 = 35381880 \text{ J}$$

$$E_e = 5900,09 * 3600 = 21240324 \text{ J}$$

$$E_{total} = 245789712 + 105417288 + 115641792 + 35381880 + 21240324 = 523470996 \text{ J}$$

Tendo em conta a temperatura externa de 28°, para manter as temperaturas interiores de funcionamento solicitadas nas zonas A(15°), B(15°), C (-10°), D(0°) e E(10°) é necessário fornecer uma energia total de (-523470996) J.



- **US 408**

**Temperatura Exterior de 20º**

| <b>Zona</b> | <b>Resistência<br/>(kw<sup>-1</sup>)</b> | <b>Temperatura<br/>interior (ºC)</b> | <b>Temperatura<br/>Exterior (ºC)</b> |
|-------------|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| A           | 8,788*10 <sup>-5</sup>                   | 15                                   | 15                                   |
| B           | 2,049*10 <sup>-4</sup>                   | 15                                   | 15                                   |
| C           | 7,634 * 10 <sup>-4</sup>                 | -10                                  | 12,5                                 |
| D           | 7,692 * 10 <sup>-4</sup>                 | 0                                    | 7,5                                  |
| E           | 7,634 * 10 <sup>-4</sup>                 | 10                                   | 12,5                                 |

$$qa = \frac{15 - 15}{8,788 * 10^{-5}} = 0 \text{ W}$$

$$qb = \frac{15 - 15}{2,049 * 10^{-4}} = 0 \text{ W}$$

$$qc = \frac{12,5 - (-10)}{7,634 * 10^{-4}} = 29473.41 \text{ W}$$

$$qd = \frac{7,5 - 0}{7,692 * 10^{-4}} = 9750.39 \text{ W}$$

$$qe = \frac{12,5 - 10}{7,634 * 10^{-4}} = 3274.82 \text{ W}$$

$$Ec = 29473.41 * 3600 = 106104276 \text{ J}$$

$$Ed = 9750.39 * 3600 = 35101404 \text{ J}$$

$$Ee = 3274.82 * 3600 = 11789352 \text{ J}$$

$$\begin{aligned} E_{total} &= 106104276 + 35101404 + 11789352 \\ &= 152995032 \text{ J} \end{aligned}$$

Tendo em conta a temperatura externa de 20°, para manter as temperaturas interiores de funcionamento solicitadas nas zonas A(15°), B(15°), C (-10°), D(0°) e E(10°) é necessário fornecer uma energia total de (-152995032) J.

- **US 409**

**--- Considerando a estrutura utilizada na US407 ---**

**Tendo em conta a temperatura externa de 20°C:**

$$q_a = 0 \text{ W}$$

$$q_b = 0 \text{ W}$$

$$q_c = 29500,46 \text{ W}$$

$$q_d = 9828,3 \text{ W}$$

$$q_e = 3277,83 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 3,412 \ 141 \ 633 \ 127 \ 9 \text{ BTU/h}$$

$$P_a = 0 * 3,412 \ 141 \ 633 \ 127 \ 9 = 0 \text{ BTU/h}$$

$$P_b = 0 * 3,412 \ 141 \ 633 \ 127 \ 9 = 0 \text{ BTU/h}$$

$$P_c = 29500,46 * 3,412 \ 141 \ 633 \ 127 \ 9 = 1,006 \ 597 * 10^5 \text{ BTU/h}$$

$$P_d = 9828,3 * 3,412 \ 141 \ 633 \ 127 \ 9 = 3,353 \ 555 * 10^4 \text{ BTU/h}$$

$$P_e = 3277,83 * 3,412 \ 141 \ 633 \ 127 \ 9 = 1,118 \ 442 * 10^4 \text{ BTU/h}$$

A potência necessária para arrefecer cada uma das zonas/espacos A, B, C, D e E, individualmente, é aproximadamente: 0 BTU/h, 0 BTU/h,  $1,01 \cdot 10^5$  BTU/h,  $3,35 \cdot 10^4$  BTU/h e  $1,12 \cdot 10^4$  BTU/h, respetivamente.

**Tendo em conta a temperatura externa de 28°C:**

$$q_a = 68274,92 \text{ W}$$

$$q_b = 29282,58 \text{ W}$$

$$q_c = 32122,72 \text{ W}$$

$$q_d = 9828,3 \text{ W}$$

$$q_e = 5900,09 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 3,412 \ 141 \ 633 \ 127 \ 9 \text{ BTU/h}$$

$$P_a = 68274,92 * 3,412 \ 141 \ 633 \ 127 \ 9 = 2,329 \ 637 * 10^5 \text{ BTU/h}$$

$$P_b = 29282,58 * 3,412 \ 141 \ 633 \ 127 \ 9 = 9,991 \ 631 * 10^4 \text{ BTU/h}$$

$$P_c = 32122,72 * 3,412 \ 141 \ 633 \ 127 \ 9 = 1,096 \ 073 * 10^5 \text{ BTU/h}$$

$$P_d = 9828,3 * 3,412 \ 141 \ 633 \ 127 \ 9 = 3,353 \ 555 * 10^4 \text{ BTU/h}$$

$$P_e = 5900,09 * 3,412 \ 141 \ 633 \ 127 \ 9 = 2,013 \ 194 * 10^4 \text{ BTU/h}$$

A potência necessária para arrefecer cada uma das zonas/espacos A, B, C, D e E, individualmente, é aproximadamente:  $2,33*10^5$  BTU/h,  $9,99*10^4$  BTU/h,  $1,10*10^5$  BTU/h,  $3,35*10^4$  BTU/h e  $2,01*10^4$  BTU/h, respetivamente.

--- Considerando a estrutura utilizada na US408 ---

Tendo em conta a temperatura externa de 20°C:

$$q_a = 0 \text{ W}$$

$$q_b = 0 \text{ W}$$

$$q_c = 29473,41 \text{ W}$$

$$q_d = 9750,39 \text{ W}$$

$$q_e = 3274,82 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 3,412 \ 141 \ 633 \ 127 \ 9 \text{ BTU/h}$$

$$P_a = 0 * 3,412 \ 141 \ 633 \ 127 \ 9 = 0 \text{ BTU/h}$$

$$P_b = 0 * 3,412 \ 141 \ 633 \ 127 \ 9 = 0 \text{ BTU/h}$$

$$P_c = 29473,41 * 3,412 \ 141 \ 633 \ 127 \ 9 = 1,005 \ 674 * 10^5 \text{ BTU/h}$$

$$P_d = 9750,39 * 3,412 \ 141 \ 633 \ 127 \ 9 = 3,326 \ 971 * 10^4 \text{ BTU/h}$$

$$P_e = 3274,82 * 3,412 \ 141 \ 633 \ 127 \ 9 = 1,117 \ 415 * 10^4 \text{ BTU/h}$$

A potência necessária para arrefecer cada uma das zonas/espços A, B, C, D e E, individualmente, é aproximadamente: 0 BTU/h, 0 BTU/h, 1,01\*10<sup>5</sup> BTU/h, 3,33\*10<sup>4</sup> BTU/h e 1,12\*10<sup>4</sup> BTU/h, respetivamente.

Com o propósito de otimizar o número de sistemas de arrefecimento para a estrutura total deveriam ser colocados sistemas apenas nos espaços C, D e E, portanto, colocar ao todo apenas 3, deste modo todos os requisitos e ideais de temperatura conseguem ser atingidos com sucesso sem grandes despesas.