

Equações do Simulador de Sondas Atmosféricas

Leonardo Celente

31 de março de 2022

Sumário

1	Atmosfera Padrão	2
1.1	Temperatura	2
1.2	Pressão	2
1.3	Densidade	2
2	Balão	2
2.1	Densidade Interna	2
2.2	Volume	2
2.3	Peso	3
2.4	Empuxo	3
2.5	Arrasto	3
2.6	Aceleração	3

1 Atmosfera Padrão

1.1 Temperatura

$$T_{ar}(h) = \begin{cases} -x & x \leq 0 \\ -x & x \leq 0 \\ x & x \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

1.2 Pressão

$$p_{ar}(h) = \begin{cases} -x & x \leq 0 \\ -x & x \leq 0 \\ x & x \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

1.3 Densidade

$$\rho_{ar}(h) = \frac{p_{ar}(h)}{286.9 T_{ar}(h)} \quad (3)$$

2 Balão

2.1 Densidade Interna

Partindo da Lei dos Gases:

$$\rho(h) = p(h) \frac{R}{M_{he}} T(h) \quad (4)$$

Assumindo que a temperatura do balão é a mesma do ar, então $T(h) = T_{ar}(h)$. Também assumindo que a pressão do balão também está em equilíbrio $p(h) = p_{ar}(h)$.

2.2 Volume

Essa é estranha. O volume é calculado assumindo o equilíbrio de forças do empuxo.

$$V(h) = \frac{m_{total}}{\rho_{ar}(h) - \rho(h)} \quad (5)$$

2.3 Peso

Bem simples:

$$W = -(m_{balao} + m_{payload} + m_{helio}) g \quad (6)$$

2.4 Empuxo

$$E = g \rho_{ar}(h) V_{balao} \quad (7)$$

2.5 Arrasto

$$D = -\frac{1}{2} C_d A(h) \rho_{ar}(h) |\vec{v}| \cdot \vec{v} \quad (8)$$

Onde $A(h)$ é calculada ainda assumindo um balão esférico.

$$r(h) = \frac{3\pi}{4} \sqrt[3]{V(h)} \quad (9)$$

$$A(h) = \pi [r(h)]^2 \quad (10)$$

2.6 Aceleração

$$\dot{h} = a = \frac{E + W + D}{m_{total}} \quad (11)$$