

## AMORTIGUADOR

Se requieren cuatro parámetros para determinar con precisión la dimensión de los amortiguadores

- Masa a desacelerar  $m$  (kg)
- Velocidad de impacto  $v$  (m / s)
- Propulsión o fuerza de accionamiento  $F$  (N)
- Número de ciclos de impacto por hora  $C$  (/ hr)

### Algunas fórmulas de cálculo útiles

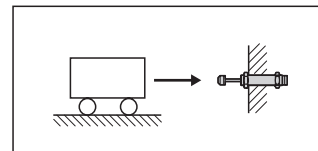
- Energía cinética:  $E_K = mv^2/2$
- Energía de accionamiento:  $E_D = F \times S$
- Velocidad caída libre:  $v = \sqrt{2g \times h}$
- Fuerzas de accionamiento neumáticas o hidráulicas del cilindro.  
 $F = 0.00785 Pd^2$
- Fuerza de impacto máx. (aproximada).  
 $F_m = 1.2 E_T/S$
- Fuerza propulsora generada por motores eléctricos.  
 $F = 3000 \text{ kW/v}$
- Energía total absorbida por hora.  
 $E_{TC} = E_T \times C$

| Símbolos | Unidad              | Descripción                                                  |
|----------|---------------------|--------------------------------------------------------------|
| $\mu$    |                     | Coefficiente de fricción                                     |
| $\alpha$ | (rad)               | Ángulo de inclinación                                        |
| $\theta$ | (rad)               | Ángulo de carga lateral                                      |
| $\omega$ | (rad/s)             | Velocidad angular                                            |
| $A$      | (m)                 | Anchura                                                      |
| $B$      | (m)                 | Grosor                                                       |
| $C$      | (/hr)               | Ciclos de impacto por hora                                   |
| $d$      | (mm)                | Diámetro interior del cilindro                               |
| $E_D$    | (Nm)                | Energía de accionamiento por ciclo                           |
| $E_K$    | (Nm)                | Energía cinética por ciclo                                   |
| $E_T$    | (Nm)                | Energía total por ciclo                                      |
| $E_{TC}$ | (Nm)                | Energía total por hora                                       |
| $F$      | (N)                 | Fuerza de propulsión                                         |
| $F_m$    | (N)                 | Fuerza de impacto máx.                                       |
| $g$      | (m/s <sup>2</sup> ) | Acceleración por gravedad (9.81 m/s )                        |
| $h$      | (m)                 | Altura                                                       |
| HM       |                     | Factor de PAR de detención para motores (normalmente 2.5)    |
| kW       | (kW)                | Potencia de motor eléctrico                                  |
| $m$      | (kg)                | Masa a desacelerar                                           |
| $M_e$    | (kg)                | Masa efectiva                                                |
| $P$      | (bar)               | Presión de funcionamiento                                    |
| $R$      | (m)                 | Radio                                                        |
| $R_s$    | (m)                 | Distancia de montaje del amortiguador del centro de rotación |
| $S$      | (m)                 | Carrera                                                      |
| $T$      | (Nm)                | PAR                                                          |
| $t$      | (s)                 | Tiempo de desaceleración                                     |
| $v$      | (m/s)               | Velocidad de la masa de impacto                              |
| $v_s$    | (m/s)               | Velocidad de impacto en el amortiguador                      |

### Ejemplo 1 Impacto horizontal

#### Datos de la aplicación

$m = 300 \text{ kg}$   
 $v = 1.0 \text{ m/s}$   
 $S = 0.05 \text{ m}$   
 $C = 300 / \text{hr}$



#### Fórmulas y cálculos

$$E_K = \frac{mv^2}{2} = \frac{300 \times 1.0^2}{2} = 150 \text{ Nm}$$

$$E_T = E_K = 150 \text{ Nm}$$

$$E_{TC} = E_T \times C = 150 \times 300 = 45000 \text{ Nm/hr}$$

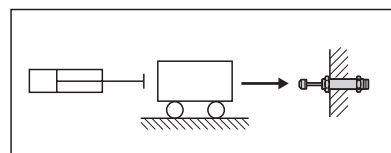
$$M_e = \frac{2E_T}{V^2} = \frac{2 \times 150}{1.0^2} = 300 \text{ kg}$$

Elija del cálculo: MDSC-3650 es adecuado.

### Ejemplo 2. Impacto horizontal con fuerza de propulsión

#### Datos de la aplicación

$m = 50 \text{ kg}$   
 $v = 1.0 \text{ m/s}$   
 $S = 0.04 \text{ m}$   
 $F = 1000 \text{ N}$   
 $C = 500 / \text{hr}$



#### Fórmulas y cálculos

$$E_K = \frac{mv^2}{2} = \frac{50 \times 1.0^2}{2} = 25 \text{ Nm}$$

$$E_D = F \times S = 1000 \times 0.04 = 40 \text{ Nm}$$

$$E_T = E_K + E_D = 25 + 40 = 65 \text{ Nm}$$

$$E_{TC} = E_T \times C = 65 \times 500 = 32500 \text{ Nm/hr}$$

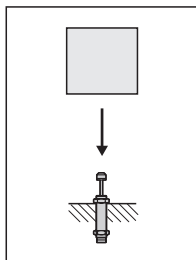
$$M_e = \frac{2E_T}{V^2} = \frac{2 \times 65}{1.0^2} = 130 \text{ kg}$$

Elija del cálculo: MDSC-2540 es adecuado.

### Ejemplo 3. Impacto caída libre

#### Datos de la aplicación

m = 30 kg  
h = 0.5 m  
S = 0.08 m  
C = 300 /hr



#### Fórmulas y cálculos

$$v = \sqrt{2g \times h} = \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.5} = 3.1 \text{ m/seg.}$$

$$E_K = mg \times h = 30 \times 9.81 \times 0.5 = 147 \text{ Nm}$$

$$E_D = mg \times s = 30 \times 9.81 \times 0.08 = 23.5 \text{ Nm}$$

$$E_T = E_K + E_D = 147 + 23.5 = 170.5 \text{ Nm}$$

$$E_{TC} = E_T \times C = 170.5 \times 300 = 51150 \text{ Nm/hr}$$

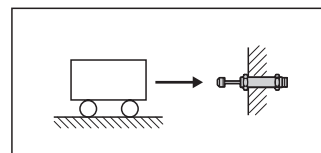
$$M_e = \frac{2E_T}{V^2} = \frac{2 \times 170.5}{3.1^2} = 35.5 \text{ kg}$$

Elija del cálculo: MDSC-2580-1 es adecuado.

### Ejemplo 5. Impacto horizontal con motor propulsor

#### Datos de la aplicación

m = 50 kg  
v = 1.5 m/s  
W = 2 kW  
HM = 2.5  
S = 0.06 m  
C = 100 /hr



$$\frac{300 \times 1.0^2}{2}$$

#### Fórmulas y cálculos

$$E_K = \frac{mv^2}{2} = \frac{300 \times 1.0^2}{2} = 150 \text{ Nm}$$

$$E_D = F \times S = \frac{\text{kW} \times \text{HM}}{v} \times S = \frac{2000 \times 2.5}{1.5} \times 0.06 = 200 \text{ Nm}$$

$$E_T = E_K + E_D = 150 + 200 = 350 \text{ Nm}$$

$$E_{TC} = E_T \times C = 350 \times 100 = 35000 \text{ Nm/hr}$$

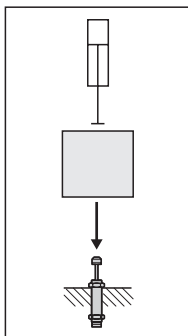
$$M_e = \frac{2E_T}{V^2} = \frac{2 \times 350}{1.5^2} = 311 \text{ kg}$$

Elija del cálculo: MDSC-3660-2 es adecuado.

### Ejemplo 4. Impacto caída libre con propulsión

#### Datos de la aplicación

m = 40 kg  
h = 0.3 m  
S = 0.025 m  
P = 5 bar  
d = 50 mm  
C = 200 /hr  
v = 1.0 m/seg.



#### Fórmulas y cálculos

$$E_K = \frac{mv^2}{2} = \frac{40 \times 1.0^2}{2} = 20 \text{ Nm}$$

$$E_D = F \times S = (mg + 0.0785Pd^2) \times S \\ = (40 \times 9.81 + 0.0785 \times 5 \times 50^2) \times 0.025 = 34.3 \text{ Nm}$$

$$E_T = E_K + E_D = 20 + 34.3 = 54.3 \text{ Nm}$$

$$E_{TC} = E_T \times C = 54.3 \times 200 = 10860 \text{ Nm/hr}$$

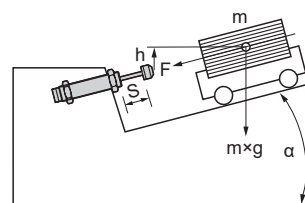
$$M_e = \frac{2E_T}{V^2} = \frac{2 \times 54.3}{1.0^2} = 108.6 \text{ kg}$$

Elija del cálculo: MDSC-2580-1 es adecuado.

### Ejemplo 6. Impacto inclinado

#### Datos de la aplicación

m = 30 kg  
h = 0.25 m  
S = 0.04 m  
 $\alpha = 30^\circ$   
C = 250 /hr



#### Fórmulas y cálculos

$$v = \sqrt{2g \times h} = \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.5} = 3.1 \text{ m/seg.}$$

$$E_K = \frac{mv^2}{2} = \frac{30 \times 3.1^2}{2} = 145.5 \text{ Nm}$$

$$E_D = F \times S = m \times g \times S \times \sin \alpha \\ = 30 \times 9.81 \times 0.04 \times \sin 30^\circ = 5.9 \text{ Nm}$$

$$E_T = E_K + E_D = 145.5 + 5.9 = 151.4 \text{ Nm}$$

$$E_{TC} = E_T \times C = 151.4 \times 250 = 37850 \text{ Nm/hr}$$

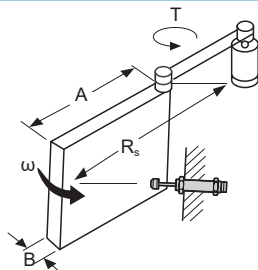
$$M_e = \frac{2E_T}{V^2} = \frac{2 \times 151.4}{3.1^2} = 31.5 \text{ kg}$$

Elija del cálculo: MDSC-2540-1 es adecuado.

### Ejemplo 7. Puerta giratoria horizontal

#### Datos de la aplicación

$m = 20 \text{ kg}$   
 $\omega = 2.0 \text{ rad/s}$   
 $T = 20 \text{ Nm}$   
 $R_s = 0.8 \text{ m}$   
 $A = 1.0 \text{ m}$   
 $B = 0.05 \text{ m}$   
 $S = 0.016 \text{ m}$   
 $C = 100 \text{ /hr}$



#### Fórmulas y cálculos

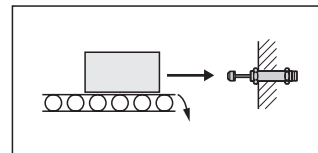
$$\begin{aligned}
 I &= \frac{m(4A^2+B^2)}{12} = \frac{20(4 \times 1.0^2 + 0.05^2)}{12} = 6.67 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \\
 E_K &= \frac{I\omega^2}{2} = \frac{6.67 \times 2.0^2}{2} = 13.34 \text{ Nm} \\
 \theta &= \frac{s}{R_s} = \frac{0.04}{0.8} = 0.05 \text{ rad} \\
 E_D &= T \times \theta = 20 \times 0.05 = 1.0 \text{ Nm} \\
 E_T &= E_K + E_D = 13.34 + 1.0 = 14.34 \text{ Nm} \\
 E_{TC} &= E_T \times C = 14.34 \times 100 = 1434 \text{ Nm/hr} \\
 v &= \omega \times R_s = 2.0 \times 0.8 = 1.6 \text{ m/s} \\
 M_e &= \frac{2E_T}{V^2} = \frac{2 \times 14.34}{1.6^2} = 11.20 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Elija del cálculo: MDSC-2016 es adecuado.

### Ejemplo 9. Masa horizontal en transportador de rodillos

#### Datos de la aplicación

$m = 150 \text{ kg}$   
 $v = 0.5 \text{ m/s}$   
 $\mu = 0.25$   
 $S = 0.02 \text{ m}$   
 $C = 120 \text{ /hr}$



#### Fórmulas y cálculos

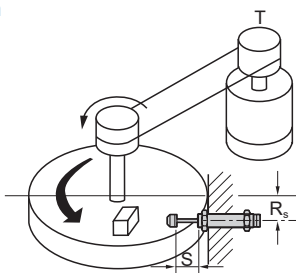
$$\begin{aligned}
 E_K &= \frac{mv^2}{2} = \frac{150 \times 0.5^2}{2} = 18.75 \text{ Nm} \\
 E_D &= F \times S = mg\mu \times S = 150 \times 9.81 \times 0.25 \times 0.02 = 7.35 \text{ Nm} \\
 E_T &= E_K + E_D = 18.75 + 7.35 = 26.1 \text{ Nm} \\
 E_{TC} &= E_T \times C = 26.1 \times 120 = 3132 \text{ Nm/hr} \\
 M_e &= \frac{2E_T}{V^2} = \frac{2 \times 26.1}{0.5^2} = 208.8 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Elija del cálculo: MDSC-2020-3 es adecuado.

### Ejemplo 8. Mesa indexadora rotativa con fuerza de propulsión

#### Datos de la aplicación

$m = 200 \text{ kg}$   
 $\omega = 1.0 \text{ rad/s}$   
 $T = 100 \text{ Nm}$   
 $R = 0.5 \text{ m}$   
 $R_s = 0.4 \text{ m}$   
 $S = 0.04 \text{ m}$   
 $C = 100 \text{ /hr}$



#### Fórmulas y cálculos

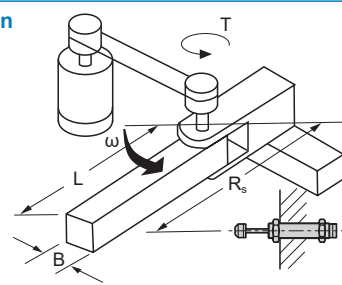
$$\begin{aligned}
 I &= \frac{mR^2}{2} = \frac{200 \times 0.5^2}{2} = 25 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \\
 E_K &= \frac{I\omega^2}{2} = \frac{25 \times 1.0^2}{2} = 12.5 \text{ Nm} \\
 \theta &= \frac{s}{R_s} = \frac{0.04}{0.4} = 0.1 \text{ rad} \\
 E_D &= T \times \theta = 100 \times 0.1 = 10 \text{ Nm} \\
 E_T &= E_K + E_D = 12.5 + 10 = 22.5 \text{ Nm} \\
 E_{TC} &= E_T \times C = 22.5 \times 50 = 1125 \text{ Nm/hr} \\
 v &= \omega \times R_s = 1.0 \times 0.4 = 0.4 \text{ m/s} \\
 M_e &= \frac{2E_T}{V^2} = \frac{2 \times 22.5}{0.4^2} = 281 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Elija del cálculo: MDSC-2540 es adecuado.

### Ejemplo 10. Brazo rotativo con fuerza de accionamiento

#### Datos de la aplicación

$m = 40 \text{ kg}$   
 $A = 0.5 \text{ m}$   
 $B = 0.05 \text{ m}$   
 $\omega = 2.0 \text{ rad/s}$   
 $T = 10 \text{ Nm}$   
 $R_s = 0.4 \text{ m}$   
 $S = 0.05 \text{ m}$   
 $C = 50 \text{ /hr}$



#### Fórmulas y cálculos

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{m(4A^2+B^2)}{12} = \frac{40(4 \times 0.5^2 + 0.05^2)}{12} = 3.34 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \\
 E_K &= \frac{I\omega^2}{2} = \frac{3.34 \times 2.0^2}{2} = 6.7 \text{ Nm} \\
 \theta &= \frac{s}{R_s} = \frac{0.05}{0.4} = 0.125 \text{ rad} \\
 E_D &= T \times \theta = 10 \times 0.125 = 1.25 \text{ Nm} \\
 E_T &= E_K + E_D = 6.7 + 1.25 = 8 \text{ Nm} \\
 E_{TC} &= E_T \times C = 8 \times 50 = 400 \text{ Nm/hr} \\
 v &= \omega \times R_s = 2.0 \times 0.4 = 0.8 \text{ m/s} \\
 M_e &= \frac{2E_T}{V^2} = \frac{2 \times 8}{0.8^2} = 25 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Elija del cálculo: MDSC-2050-1 es adecuado.