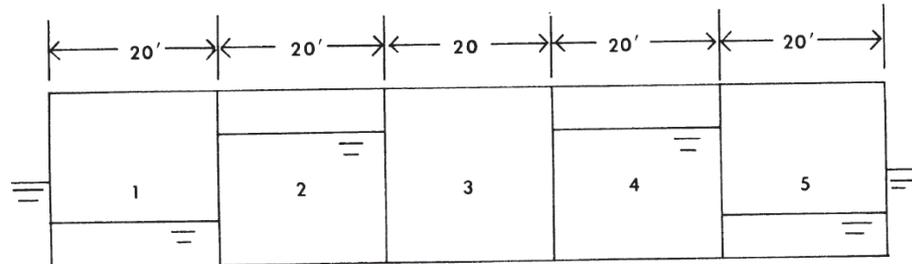


# Ejemplos del capítulo V

1. Considere una barcaza de 100 ft de eslora, 35 ft de manga, 20 ft de puntal, y 10 ft de calado. La barcaza está dividida en cinco compartimientos cada uno de 20 ft de largo que son empleados para almacenar combustible. El primer y el último tanque contienen 87.5 toneladas largas de combustible (ton), el segundo y el cuarto tanque 262.5 toneladas largas de combustible, y el tanque del medio se encuentra vacío. Suponiendo que el coeficiente de bloque de la barcaza sea igual a la unidad y que la distribución del peso en rosca del casco es uniforme, determine:

- El diagrama de carga distribuida equivalente [ton/ft] vs posición [ft].
- El diagrama de fuerza cortante [ton] vs posición [ft].
- El diagrama de momento flector [ton·ft] vs posición [ft].



**Suposiciones:** La resistencia longitudinal de la embarcación puede ser evaluada al modelar el buque por medio de la teoría clásica de vigas, el buque se encuentra en aguas tranquilas (no hay olas), el calado es constante y tiene un valor de 10 ft, la densidad del agua de mar es de 64 lbf/ft<sup>3</sup>, y el único peso muerto presente en la embarcación se debe a la carga de combustible de los tanques.

**Ecuación básica:**

$$p' = \frac{dS}{dx} = \frac{d^2M}{dx^2}$$

# Ejemplos del capítulo V

1. Considere una barcaza de 100 ft de eslora, 35 ft de manga, 20 ft de puntal, y 10 ft de calado. La barcaza está dividida en cinco compartimientos cada uno de 20 ft de largo que son empleados para almacenar combustible. El primer y el último tanque contienen 87.5 toneladas largas de combustible (ton), el segundo y el cuarto tanque 262.5 toneladas largas de combustible, y el tanque del medio se encuentra vacío. Suponiendo que el coeficiente de bloque de la barcaza sea igual a la unidad y que la distribución del peso en rosca del casco es uniforme, determine:

- El diagrama de carga distribuida equivalente [ton/ft] vs posición [ft].
- El diagrama de fuerza cortante [ton] vs posición [ft].
- El diagrama de momento flector [ton·ft] vs posición [ft].

Desarrollo:

$$\Delta_{total} = \rho g \nabla$$

$$\Delta_{total} = \rho g (C_B L_{pp} B T)$$

$$\Delta_{total} = (64.05 \text{ lbf/ft}^3)(1)(100 \text{ ft})(35 \text{ ft})(10 \text{ ft})$$

$$\Delta_{total} = 2241750 \text{ lbf} \cdot \frac{\text{ft}}{\text{s}^2} \left( \frac{1 \text{ ton}}{2240 \text{ lbf}} \right) \cong 1000 \text{ ton}$$

$$\Delta_{muerto} = 2(87.5 + 262.5) \text{ ton} = 700 \text{ ton}$$

$$\Delta_{rosca} = \Delta_{total} - \Delta_{muerto} \cong 300 \text{ ton}$$

$$p'_{rosca} = \frac{300 \text{ ton}}{100 \text{ ft}} = 3 \text{ ton/ft}$$

$$p'_{total} = \frac{1000 \text{ ton}}{100 \text{ ft}} = 10 \text{ ton/ft}$$

$$p'_{muerto,1} = p'_{muerto,5} = \frac{87.5 \text{ ton}}{20 \text{ ft}} = 4.375 \text{ ton/ft}$$

$$p'_{muerto,2} = p'_{muerto,4} = \frac{262.5 \text{ ton}}{20 \text{ ft}} = 13.125 \text{ ton/ft}$$

$$p'_{muerto,3} = 0 \text{ ton/ft}$$

Consecuentemente:

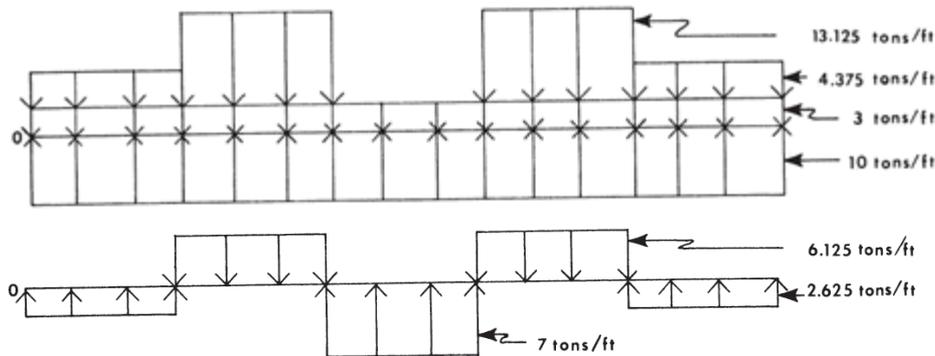
# Ejemplos del capítulo V

1. Considere una barcaza de 100 ft de eslora, 35 ft de manga, 20 ft de puntal, y 10 ft de calado. La barcaza está dividida en cinco compartimientos cada uno de 20 ft de largo que son empleados para almacenar combustible. El primer y el último tanque contienen 87.5 toneladas largas de combustible (ton), el segundo y el cuarto tanque 262.5 toneladas largas de combustible, y el tanque del medio se encuentra vacío. Suponiendo que el coeficiente de bloque de la barcaza sea igual a la unidad y que la distribución del peso en rosca del casco es uniforme, determine:

- El diagrama de carga distribuida equivalente [ton/ft] vs posición [ft].
- El diagrama de fuerza cortante [ton] vs posición [ft].
- El diagrama de momento flector [ton·ft] vs posición [ft].

**Desarrollo:**

a) Diagrama de carga equivalente distribuida.



b) Diagrama de fuerza cortante.

$$p' = \frac{dS}{dx}$$

Por lo tanto la fuerza cortante estaría dada por el área debajo de la curva de la carga distribuida equivalente:

$$S(0) = 0 \text{ ton}$$

$$S(20) = (2.625 \text{ ton/ft})(20 \text{ ft}) \equiv 52.5 \text{ ton}$$

$$S(40) = (2.625 \text{ ton/ft})(20 \text{ ft}) - (6.125 \text{ ton/ft})(40 - 20) \text{ ft}$$

$$S(40) = -70 \text{ ton}$$

# Ejemplos del capítulo V

1. Considere una barcaza de 100 ft de eslora, 35 ft de manga, 20 ft de puntal, y 10 ft de calado. La barcaza está dividida en cinco compartimientos cada uno de 20 ft de largo que son empleados para almacenar combustible. El primer y el último tanque contienen 87.5 toneladas largas de combustible (ton), el segundo y el cuarto tanque 262.5 toneladas largas de combustible, y el tanque del medio se encuentra vacío. Suponiendo que el coeficiente de bloque de la barcaza sea igual a la unidad y que la distribución del peso en rosca del casco es uniforme, determine:

- El diagrama de carga distribuida equivalente [ton/ft] vs posición [ft].
- El diagrama de fuerza cortante [ton] vs posición [ft].
- El diagrama de momento flector [ton·ft] vs posición [ft].

## Desarrollo:

Esto implica que hay un punto  $x_{0,1}$  (3 en la figura) en que el cortante se vuelve cero, por relación de triángulos:

$$\frac{x_{0,1} - 20}{52.5} = \frac{40 - x_{0,1}}{70} \rightarrow x_{0,1} = 28.57 \text{ ft}$$

$$S(60) = (2.625 \text{ ton/ft})(20 \text{ ft}) -$$

$$(6.125 \text{ ton/ft})(40 - 20) \text{ ft} + (7 \text{ ton/ft})(60 - 40) \text{ ft}$$

$$S(60) = 70 \text{ ton}$$

Esto implica que hay un punto  $x_{0,2}$  (5 en la figura) en que el cortante se vuelve cero, por relación de triángulos:

$$\frac{x_{0,2} - 40}{52.5} = \frac{60 - x_{0,2}}{70} \rightarrow x_{0,2} = 50 \text{ ft}$$

$$S(80) = (2.625 \text{ ton/ft})(20 \text{ ft}) -$$

$$(6.125 \text{ ton/ft})(40 - 20) \text{ ft} + (7 \text{ ton/ft})(60 - 40) \text{ ft} - (6.125 \text{ ton/ft})(80 - 60) \text{ ft}$$

$$S(80) = -52.5 \text{ ton}$$

Esto implica que hay un punto  $x_{0,3}$  (7 en la figura) en que el cortante se vuelve cero, por relación de triángulos:

# Ejemplos del capítulo V

1. Considere una barcaza de 100 ft de eslora, 35 ft de manga, 20 ft de puntal, y 10 ft de calado. La barcaza está dividida en cinco compartimientos cada uno de 20 ft de largo que son empleados para almacenar combustible. El primer y el último tanque contienen 87.5 toneladas largas de combustible (ton), el segundo y el cuarto tanque 262.5 toneladas largas de combustible, y el tanque del medio se encuentra vacío. Suponiendo que el coeficiente de bloque de la barcaza sea igual a la unidad y que la distribución del peso en rosca del casco es uniforme, determine:

- El diagrama de carga distribuida equivalente [ton/ft] vs posición [ft].
- El diagrama de fuerza cortante [ton] vs posición [ft].
- El diagrama de momento flector [ton·ft] vs posición [ft].

Desarrollo:

$$\frac{x_{0,3} - 60}{70} = \frac{80 - x_{0,3}}{52.5} \rightarrow x_{0,3} = 71.43 \text{ ft}$$

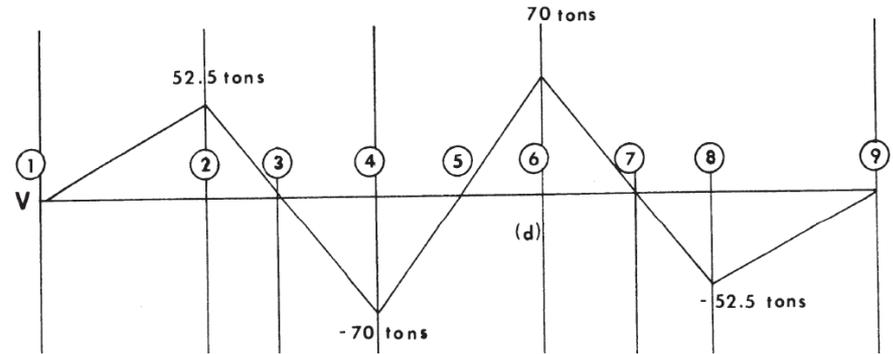
$$S(100) = (2.625 \text{ ton/ft})(20 \text{ ft}) -$$

$$\left(6.125 \frac{\text{ton}}{\text{ft}}\right)(40 - 20)\text{ft} + \left(7 \frac{\text{ton}}{\text{ft}}\right)(60 - 40)\text{ft}$$

$$- \left(6.125 \frac{\text{ton}}{\text{ft}}\right)(80 - 60)\text{ft}$$

$$+ (2.625 \text{ ton/ft})(100 - 80)\text{ft}$$

$$S(100) = 0 \text{ ton}$$



c) Diagrama de momento flector.

$$p' = \frac{dS}{dx} = \frac{d^2M}{dx^2}$$

# Ejemplos del capítulo V

1. Considere una barcaza de 100 ft de eslora, 35 ft de manga, 20 ft de puntal, y 10 ft de calado. La barcaza está dividida en cinco compartimientos cada uno de 20 ft de largo que son empleados para almacenar combustible. El primer y el último tanque contienen 87.5 toneladas largas de combustible (ton), el segundo y el cuarto tanque 262.5 toneladas largas de combustible, y el tanque del medio se encuentra vacío. Suponiendo que el coeficiente de bloque de la barcaza sea igual a la unidad y que la distribución del peso en rosca del casco es uniforme, determine:

- El diagrama de carga distribuida equivalente [ton/ft] vs posición [ft].
- El diagrama de fuerza cortante [ton] vs posición [ft].
- El diagrama de momento flector [ton·ft] vs posición [ft].

## Desarrollo:

Por lo tanto el momento flector estaría dado por el área debajo de la curva de la fuerza cortante:

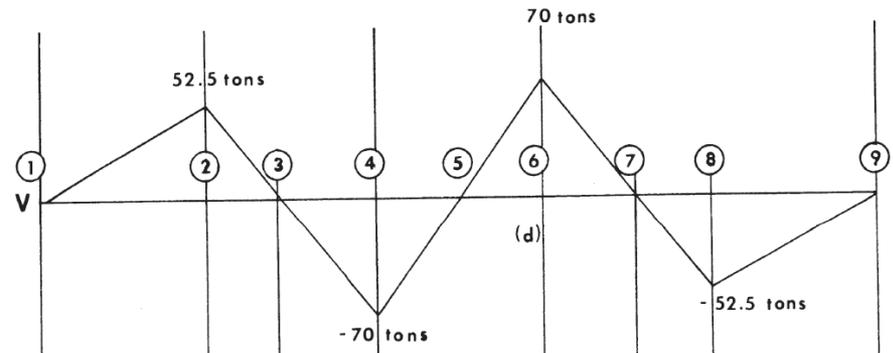
$$M_1 = M(0) = 0 \text{ ton} \cdot \text{ft}$$

$$M_2 = M(20) = \frac{1}{2} [(52.5 \text{ ton})(20 \text{ ft})] \cong 525 \text{ ton} \cdot \text{ft}$$

$$M_3 = M(28.57) = 525 \text{ ton} \cdot \text{ft} +$$

$$\frac{1}{2} [(52.5 \text{ ton})(28.57 - 20 \text{ ft})]$$

$$M_3 \cong 750 \text{ ton} \cdot \text{ft}$$



$$M_4 = M(40) = 750 \text{ ton} \cdot \text{ft} - \frac{1}{2} [(70 \text{ ton})(40 - 28.57)]$$

$$M_4 \cong 350 \text{ ton} \cdot \text{ft}$$

# Ejemplos del capítulo V

1. Considere una barcaza de 100 ft de eslora, 35 ft de manga, 20 ft de puntal, y 10 ft de calado. La barcaza está dividida en cinco compartimientos cada uno de 20 ft de largo que son empleados para almacenar combustible. El primer y el último tanque contienen 87.5 toneladas largas de combustible (ton), el segundo y el cuarto tanque 262.5 toneladas largas de combustible, y el tanque del medio se encuentra vacío. Suponiendo que el coeficiente de bloque de la barcaza sea igual a la unidad y que la distribución del peso en rosca del casco es uniforme, determine:

- El diagrama de carga distribuida equivalente [ton/ft] vs posición [ft].
- El diagrama de fuerza cortante [ton] vs posición [ft].
- El diagrama de momento flector [ton·ft] vs posición [ft].

Desarrollo:

$$M_5 = M(50) = 350 \text{ ton} \cdot \text{ft} - \frac{1}{2} [(70 \text{ ton})(50 - 40)]$$

$$M_5 \cong 0 \text{ ton} \cdot \text{ft}$$

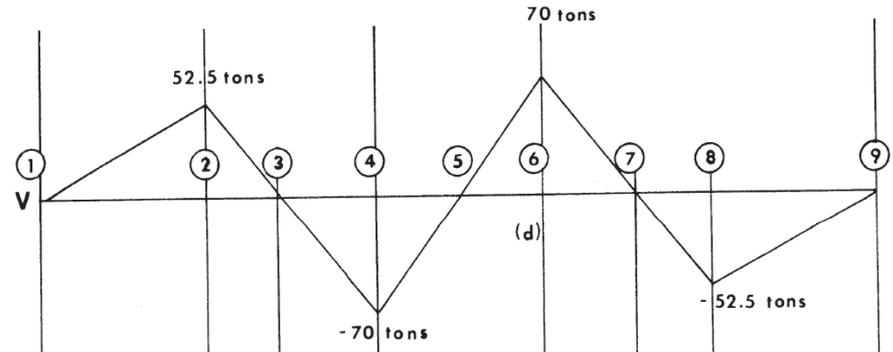
$$M_6 = M(60) = \frac{1}{2} [(70 \text{ ton})(60 - 50)]$$

$$M_6 \cong 350 \text{ ton} \cdot \text{ft}$$

$$M_7 = M(71.43) = 350 \text{ ton} \cdot \text{ft} +$$

$$\frac{1}{2} [(70 \text{ ton})(71.43 - 60)]$$

$$M_7 \cong 750 \text{ ton} \cdot \text{ft}$$



$$M_8 = M(80) = 750 \text{ ton} \cdot \text{ft} - \frac{1}{2} [(52.5 \text{ ton})(80 - 71.43)]$$

$$M_8 \cong 525 \text{ ton} \cdot \text{ft}$$

# Ejemplos del capítulo V

1. Considere una barcaza de 100 ft de eslora, 35 ft de manga, 20 ft de puntal, y 10 ft de calado. La barcaza está dividida en cinco compartimientos cada uno de 20 ft de largo que son empleados para almacenar combustible. El primer y el último tanque contienen 87.5 toneladas largas de combustible (ton), el segundo y el cuarto tanque 262.5 toneladas largas de combustible, y el tanque del medio se encuentra vacío. Suponiendo que el coeficiente de bloque de la barcaza sea igual a la unidad y que la distribución del peso en rosca del casco es uniforme, determine:

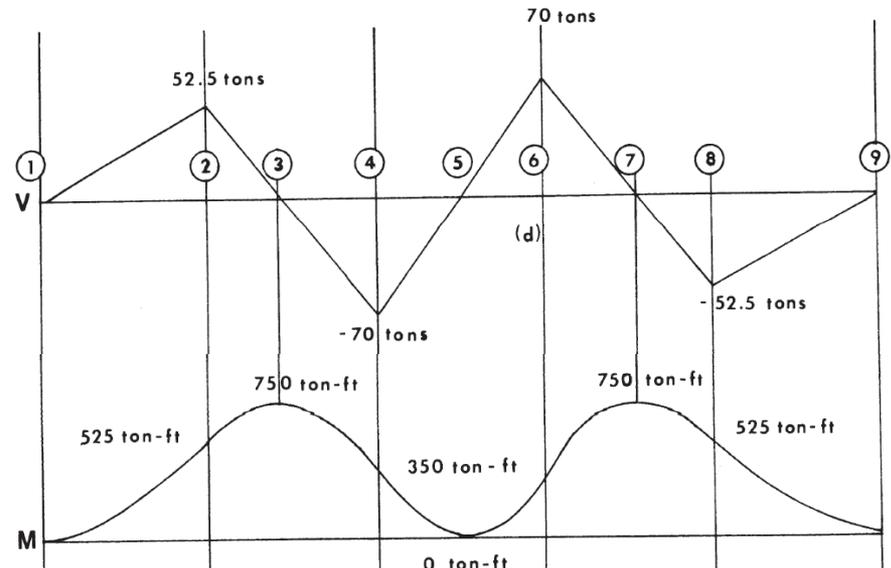
- El diagrama de carga distribuida equivalente [ton/ft] vs posición [ft].
- El diagrama de fuerza cortante [ton] vs posición [ft].
- El diagrama de momento flector [ton·ft] vs posición [ft].

Desarrollo:

$$M_9 = M(100) = 525 \text{ ton} \cdot \text{ft} -$$

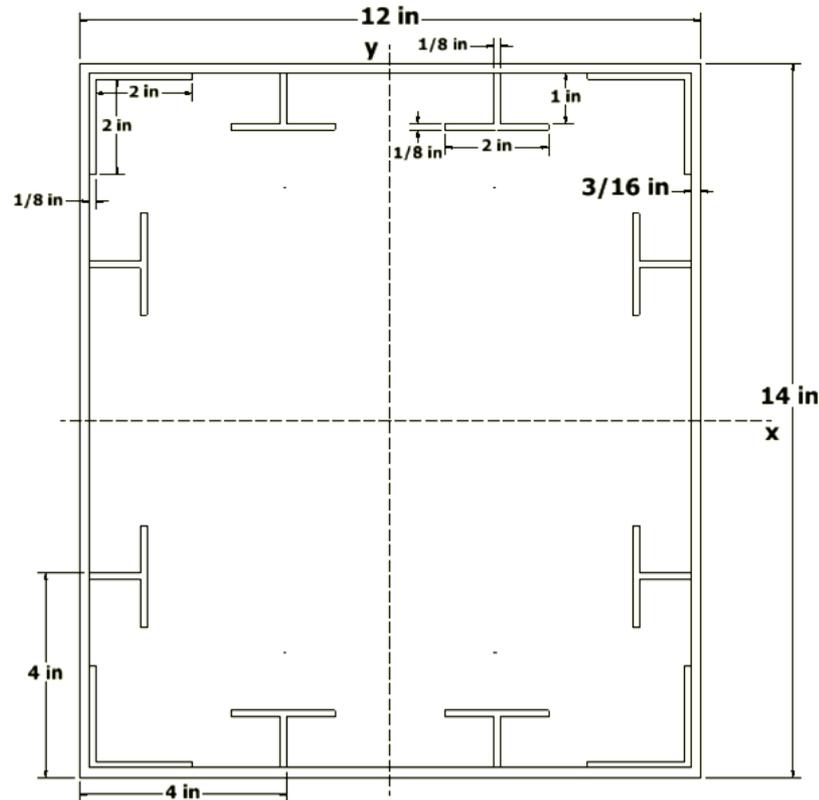
$$\frac{1}{2} [(52.5 \text{ ton})(100 - 80)]$$

$$M_9 \cong 0 \text{ ton} \cdot \text{ft}$$



# Ejemplos del capítulo V

2. Determine el momento de inercia (segundo momento de área) sobre el eje x del buque cuya sección transversal es mostrada a continuación.



**Suposiciones:** No se requiere hacer suposición alguna.

**Ecuaciones básicas:**

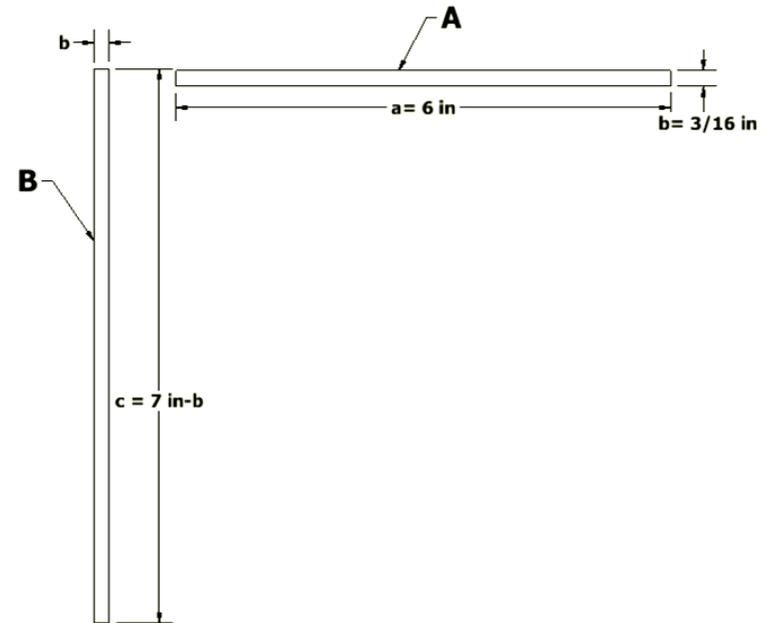
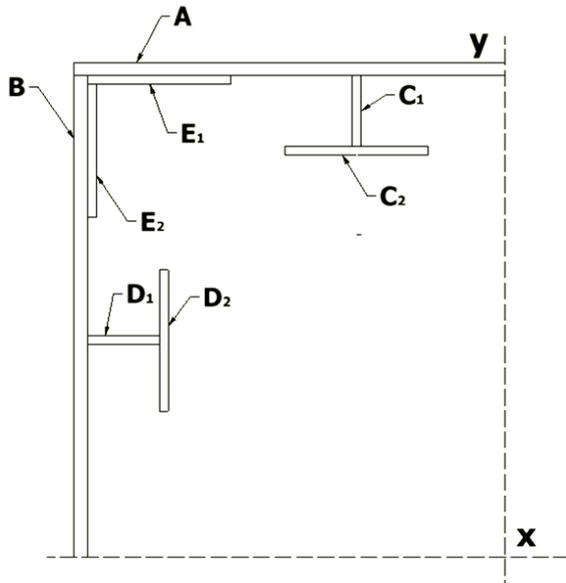
$$I_x = \int_A y^2 dA, \quad I_x = I_{\bar{x}} + AD_{\bar{x}}$$

# Ejemplos del capítulo V

2. Determine el momento de inercia (segundo momento de área) sobre el eje neutro (x) del buque cuya sección transversal es mostrada a continuación.

Desarrollo:

Por cuestiones de simetría solo se analizará una cuarta parte de la viga-caja.

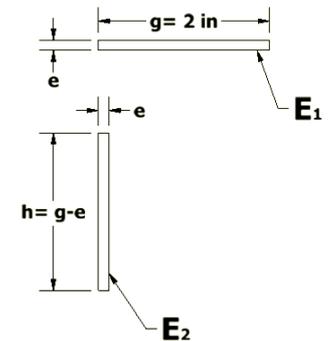
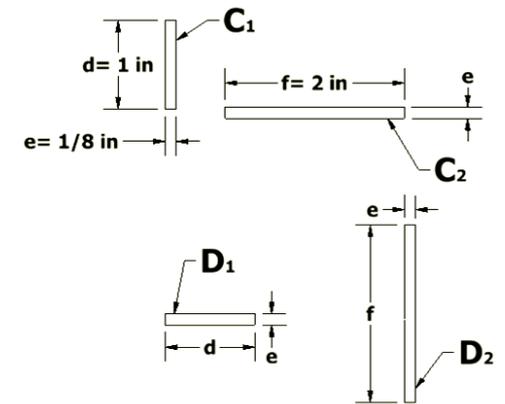
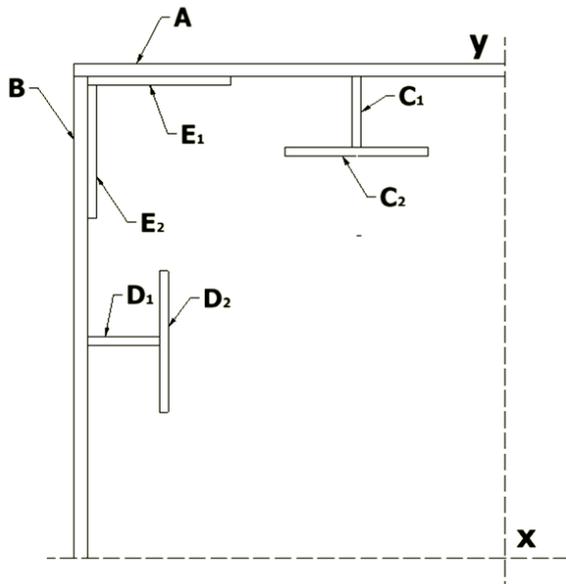


# Ejemplos del capítulo V

2. Determine el momento de inercia (segundo momento de área) sobre el eje neutro (x) del buque cuya sección transversal es mostrada a continuación.

Desarrollo:

Por cuestiones de simetría solo se analizará una cuarta parte de la viga-caja.



# Ejemplos del capítulo V

2. Determine el momento de inercia (segundo momento de área) sobre el eje neutro ( $x$ ) del buque cuya sección transversal es mostrada a continuación.

Desarrollo:

En la siguiente tabla se muestran las expresiones para determinar el momento de inercia en  $\bar{x}$ , y en  $x$ .

Elemento	$I_{\bar{x}}$	$A$	$D_x$	$I_x$
$A$	$ab^3/12$	$ab$	$c + b/2$	$ab^3/12 + ab(c + b/2)^2$
$B$	$bc^3/12$	$bc$	$c/2$	$bc^3/12 + bc(c/2)^2$
$C_1$	$ed^3/12$	$de$	$c - d/2$	$ed^3/12 + de(c - d/2)^2$
$C_2$	$fe^3/12$	$ef$	$c - d - e/2$	$fe^3/12 + ef(c - d - e/2)^2$
$D_1$	$de^3/12$	$de$	$2'' + e/2$	$de^3/12 + de(2'' + e/2)^2$
$D_2$	$ef^3/12$	$ef$	$2'' + e/2$	$ef^3/12 + ef(2'' + e/2)^2$
$E_1$	$ge^3/12$	$eg$	$c - e/2$	$ge^3/12 + eg(c - e/2)^2$
$E_2$	$eh^3/12$	$eh$	$a - b - g/2$	$eh^3/12 + eh(a - b - g/2)^2$

Consecuentemente:

# Ejemplos del capítulo V

2. Determine el momento de inercia (segundo momento de área) sobre el eje neutro (x) del buque cuya sección transversal es mostrada a continuación.

Desarrollo:

$$I_{x,total} = 4 \left[ ab^3/12 + ab \left( c + b/2 \right)^2 + bc^3/12 + bc \left( c/2 \right)^2 + ed^3/12 + de \left( c - d/2 \right)^2 + fe^3/12 + ef \left( c - d - e/2 \right)^2 + de^3/12 + de \left( 2'' + e/2 \right)^2 + ef^3/12 + ef \left( 2'' + e/2 \right)^2 + ge^3/12 + eg \left( c - e/2 \right)^2 \right]$$

$$I_{x,total} \cong 420.9840 \text{ in}^4$$