

X CALCULO Y DISEÑO DE UNA GRUA GIRATORIA

X POR ALEJANDRINO LARA

Alumno Ingeniero (4.º Año)

Las grúas son unos aparatos que se emplean en el trasbordo de carga de los vapores o ferrocarriles. Son generalmente giratorias o montadas en carritos para trasladar los pesos al interior del muelle, de la aduana, o de las estaciones.

Mi objeto es presentar en este estudio los principios de construcción mecánica de uno de estos aparatos, cuya ilustración, juntamente con el análisis de cada una de sus partes, se encuentran en la lámina adjunta.

Supongamos que la capacidad elevatoria de la grúa sea de de 3.000 libras y sus dimensiones generales las que se indican en la figura 1.

Cálculo del contrapeso.—Aplicando el principio de mecánica: los pesos son inversamente proporcionales a los brazos de palanca. Tenemos que el contrapeso será:

$$x = \frac{3.000 \times 12}{7 \cdot 2} = 5.000$$

Estática gráfica de la grúa.—El diagrama de los órganos están indicado en la figura 2.

Las fuerzas a las cuales están sometidas estos órganos se hallan por los polígonos, figura 3 y figura 4.

Los órganos de *comprensión* y de *tensión*; marcados con el signo + y con el signo - respectivamente.

El polígono de fuerzas de la parte respectiva al contrapeso, se halla de la misma manera y está indicado en la figura 4.

Cálculo de la viga de acero del carro.—(Fig 5).—El peso total que soporta el carro es igual a la capacidad de la grúa,

más el contrapeso y más el peso de los demás accesorios.
En el presente caso tenemos:

$$P=3.000+1.000+5.000=9.000 \text{ libras.}$$

Pero como el carro tiene dos vigas, cada una de ellas soportará un peso de 4.500 libras, encontrándose el punto de aplicación en la mitad de la viga.

El momento de flexión de esta viga se obtiene por la fórmula:

$$M=\frac{P L}{4}$$

En la cual:

M es el momento de flexión,
P es el peso,
L la longitud de la viga.

Por consiguiente,

$$M=\frac{4.500 \times 84''}{4}=94.500'' \text{ lb}$$

Siendo el módulo de resistencia

$$P=\frac{M}{S}=13.500$$

Tenemos que:

$$S=\frac{94.500}{13.500}=7$$

La sección "standard" de este módulo se encuentra ilustrado en la figura 10 (a).

Cálculo de la pieza vertical en el centro del carro.—Sobre esta pieza acciona una fuerza oblicuamente; de modo que, para calcular la sección transversal de dicha pieza, se necesita conocer la fuerza que acciona directamente sobre ella, que será la componente horizontal de la fuerza oblicua.

Trazando una vertical a una escala cualquiera, que represente la fuerza 3.000 libras, y por el extremo superior una paralela al cable, la perpendicular trazada por el otro extremo hasta encontrar la paralela al cable, determinará la fuerza horizontal buscada (figura 8)

Midiendo, pues, esta línea en la misma escala que hemos puesto la fuerza vertical, se encontrará que la fuerza que actúa en la pieza central es de 2.650 libras, en números redondos.

Conocida la fuerza que actúa perpendicularmente a la pieza vertical y cuyo punto de aplicación está a 3' 6" sobre la plataforma, calcular la sección de esta pieza.

La pieza central de la grúa [fig. 6] está compuesta de dos canales unidos por sus bordes; de manera que la fuerza que actúa sobre cada uno de estos canales es igual a la mitad de la fuerza que actúa sobre el eje, es decir, 1.325 libras.

El momento de flección de esta pieza, cuya sección es, como hemos dicho, un canal, se calcula por la fórmula:

$$M = \frac{P L_1 L_2}{L}$$

En la cual:

M es el momento de flexión;

P el peso o fuerza soportada por la viga;

L₁ la distancia del otro extremo al punto de aplicación de dicha pieza, en pulgadas,

L₂ la distancia del otro extremo al mismo punto de aplicación, en pulgadas; y

L la longitud total de la viga en pulgadas.

Por consiguiente, substituyendo en la fórmula los valores indicados en la fig. 6; tenemos:

$$M = \frac{1.325 \times 42'' \times 84''}{126''} = 37.100'' \text{ H}$$

El módulo de sección del canal se obtiene dividiendo el momento de flección por el módulo de resistencia que, para el acero, es 13.500 libras por pulgada cuadrada.

Entonces:

$$S = \frac{37.100}{13.500} = 2,75$$

La sección "standard" correspondiente a este módulo de sección está ilustrada en la figura 10 (b).

Radio giratorio.—Cuando una fuerza actúa en el extremo de una columna y en la misma dirección que el eje de ésta, llega un momento en que la columna se deforma.

El límite o sea el valor de esta fuerza, cuando la columna empieza a deformarse, es lo que se llama *radio giratorio*.

Su expresión es:

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

En la cual:

I es el momento de inercia;

A la superficie de la sección transversal, y

r el radio giratorio.

En el presente caso tenemos:

$$A = 1,95$$

$$I = 7,4$$

substituyendo en la fórmula da:

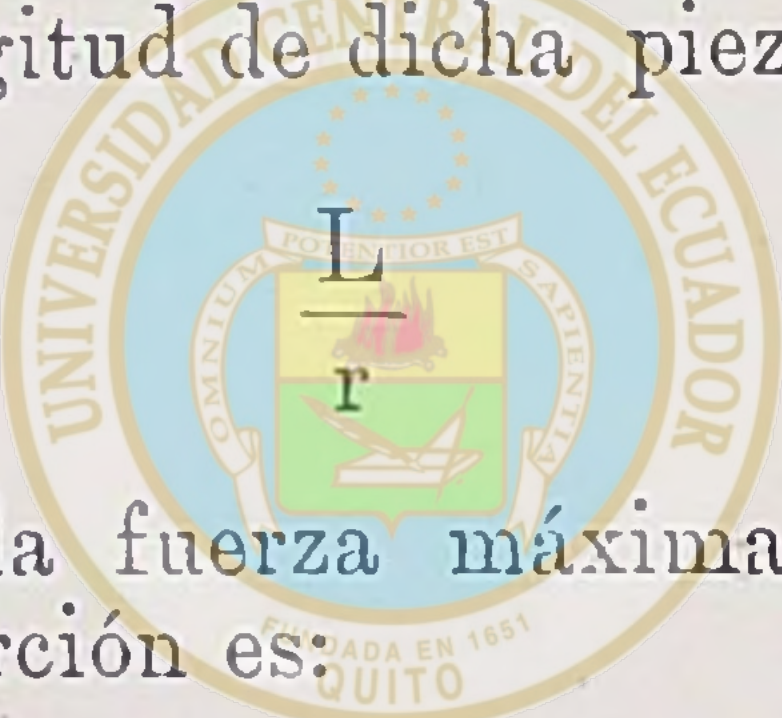
$$r = \sqrt{\frac{7,4}{1,95}}$$

$$= \sqrt{3,80}$$

$$= 1,95$$

Para calcular la pieza central de la grúa, se tomará la proporción entre la longitud de dicha pieza y el radio giratorio, es decir:

y las tablas nos darán la fuerza máxima que puede resistir. Entonces la proporción es:


$$\frac{L}{r} = \frac{10,5}{1,95} = 5,4$$

Las tablas de los formularios muestran que una pieza en estas condiciones puede resistir 10.600 libras.

Como en el caso actual la *compresión* es sólo de 1.200, el factor de seguridad es más que suficiente.

El detalle de esta pieza se indica en la figura 10 (b).

Cálculo de la pieza movable.—Esa pieza tiene la forma de un tubo y como debe resistir a una *compresión* de 5.800 libras, se calcula el área de la corona suponiendo el diámetro exterior d igual 5".

El peso de ruptura de la columna se obtiene por la fórmula de *Gordón*, que es:

$$P = \frac{80.000}{(12L)^2} \left(1 + \frac{1}{800d^2} \right)$$

Se tiene que:

$$\begin{aligned} P &= \frac{80.000}{1 + \frac{51.984}{20.000}} \\ &= \frac{80.000}{35.992} \\ &= 22.227 \end{aligned}$$

Ahora, dividiendo el peso de ruptura por el factor de seguridad 8, se obtiene:

$$\frac{22.227}{8} = 2.778,385;$$

es decir, que una pulgada cuadrada resiste a la *compresión* de 2.778,375, pero como en el presente caso se necesita una superficie que resista 5.800 libras, esta superficie será:

$$A = \frac{5.800}{2.778,375} = 2,087 \text{ pulgadas cuadradas.}$$

Conocida el área y el diámetro exterior, se tiene el diámetro interior d_1 por la fórmula:

$$A = \frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2)$$

de donde,

$$d_1 = \sqrt{d^2 - \frac{4A}{\pi}}$$

$$d_1 = \sqrt{25 - 2,6572}$$

$$d_1 = \sqrt{22,2528}$$

$$d_1 = 4.72 \text{ pulgadas.}$$

Luego los diámetros correspondientes a la corona que debe resistir a la *compresión* de 5.800 libras, son:

$$\begin{aligned} d &= 5 \text{ pulgadas} \\ d_1 &= 4,72 \text{ "} \end{aligned}$$

Cálculo de los cables — Los cables se utilizan en los órganos que están en *tensión*.

Siendo 15.000 libras la tensión máxima por pulgada cuadrada que se puede utilizar, se tendrá, para el cable que se envuelve sobre el tambor:

$$A = \frac{4.000}{15.000} = 0,266 \text{ pulgadas cuadradas}$$

El diámetro de este cable se deduce de la fórmula:

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

de donde,

$$d^2 = \frac{4A}{\pi}$$

y

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

sustituyendo se tendrá:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 0,266}{3,1416}} = 0,582 \text{ pulgadas}$$

Para los otros dos órganos se tiene:

$$a) \quad A = \frac{3.900}{15.000} = 0,260 \text{ pulgadas cuadradas}$$

de donde,

$$d = 0,578 \text{ pulgadas;}$$

$$b) \quad A = \frac{5.600}{15.000} = 0,3733 \text{ pulgadas cuadradas}$$

y

$$d = 0,689 \text{ pulgadas, o sea } 0,69 \text{ pulgadas.}$$

Cálculo del gancho.—Para calcular este gancho, se considerará como una viga sostenida por el un extremo y con un peso sobre el otro.

El momento de flexión para una viga de esta clase, se obtiene por la fórmula:

$$M = PL$$

En la cual,

P es el peso, y
L, la longitud de la viga.

Aplicando, pues, esta fórmula al presente caso, se tiene que el momento del gancho es:

$$M=3.000 \times 4'' = 12.000'' \text{ lb}$$

siendo 3.000 el peso que se debe levantar y 4'' la distancia del centro de la parte encorvada al punto de aplicación del peso (fig. 7)

Dividiendo el momento de flexión por el módulo de resistencia que, para el acero, se ha tomado igual a 13.500, se tendrá el módulo de sección:

$$S = \frac{12.000}{13.500} = 0,8888$$

Ahora se sabe que el módulo de sección de una elipse es:

$$S = \frac{\pi b d^2}{32} = 0,098 b d^2$$

y reemplazando tenemos:

$$\frac{\pi b d^2}{32} = 0,8888$$

Haciendo el eje mayor d igual a 2,5 pulgadas, se tiene, según esta fórmula, para el eje menor:

$$b = 1,45 \text{ pulgadas.}$$

Cálculo de la viga que sirve de eje a las ruedas del carro.—El peso que debe soportar cada uno de los dos ejes es de 4.500 libras, puesto que el peso del carro es de 9.000 libras.

Como cada uno de estos ejes descansa sobre dos ruedas, la fuerza que actúa sobre cada uno de sus extremos, será de 2.250 libras y su punto de aplicación, según indica la figura 12.

El momento de flexión de dicho eje es, por consiguiente:

$$M=2.250 \times 18 = 40.500'' \text{ lb}$$

El módulo de sección:

$$S = \frac{40.5000}{15.000} = 27$$

El diámetro se calcula por la fórmula:

$$S = \frac{\pi d^3}{32}$$

de donde,

$$d^3 = \frac{32S}{\pi}$$

$$d^3 = \frac{32 \times 27}{3.1416} = 275$$

$$d = 6,50 \text{ pulgadas}$$

Cálculo del perno.—(fig. 11).—Perno es la pieza que sirve de eje a la polea.

El momento de flexión de esta pieza es :

$$M = \frac{3\,000 \times 8''}{8} = 3.000'' \text{ lb}$$

Por consiguiente, su módulo de sección será:

$$S = \frac{3.000}{15.000} = 0,20$$

y su diámetro será calculado por la fórmula:

$$S = \frac{\pi d^3}{32}$$

de donde,

$$d^3 = \frac{32S}{\pi}$$

$$d^3 = \frac{32 \times 0,20}{3,1416} = 2,037$$

$$d = 1,27$$

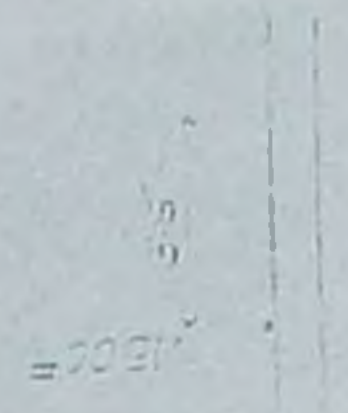


Fig 5

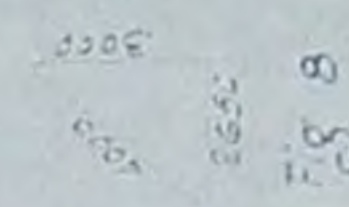


Fig 8

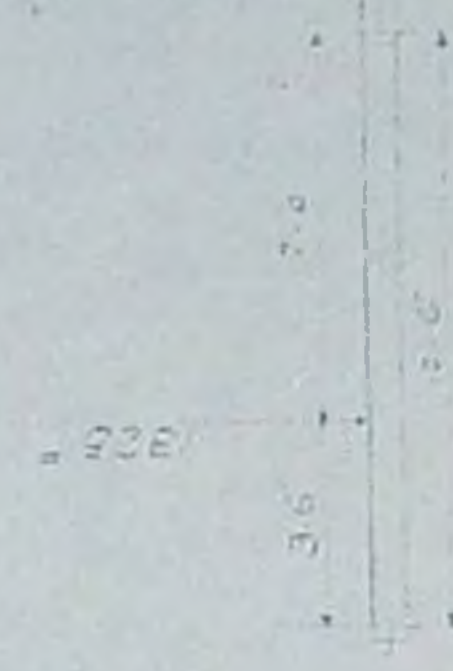


Fig 6

El Profesor
Richard Mueller



Fig 9

2.00



Fig 10



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

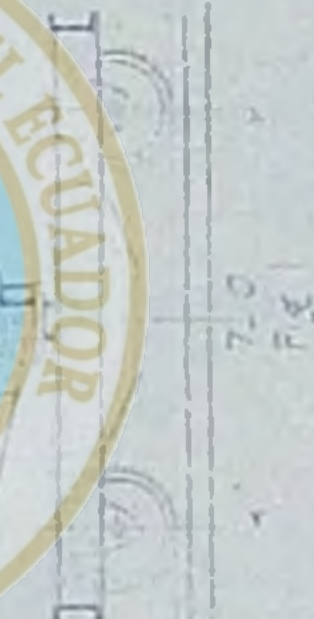


Fig 1

DISEÑO DE GRUA
Y DE SUS PARTES

Alejandro Laya
Alumno Ingeniero de 1.º
Universidad Central

Quito Norte 1912

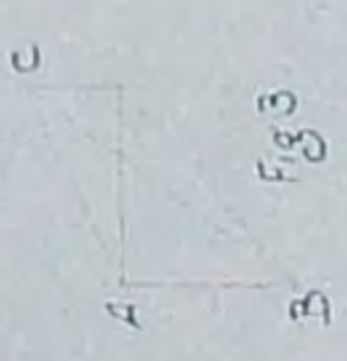


Fig 3

ESTADÍSTICA GRÁFICA
DE LOS
MIEMBROS DE LA GRA

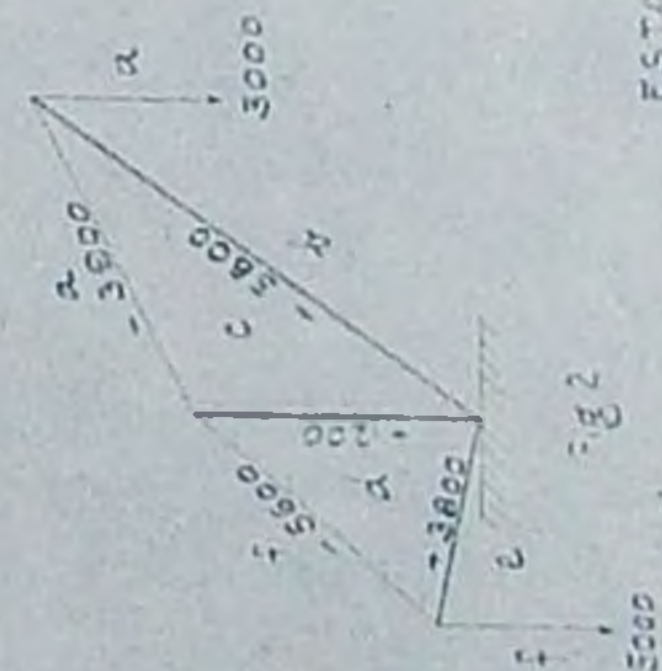


Fig 2

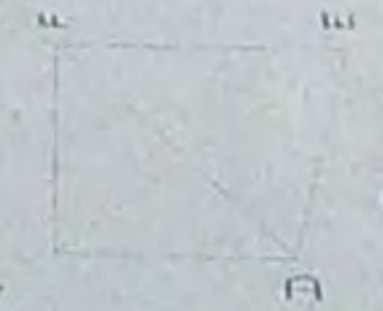


Fig 4

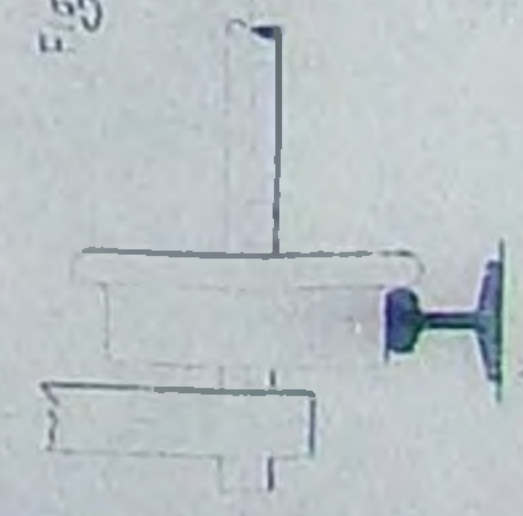


Fig 12

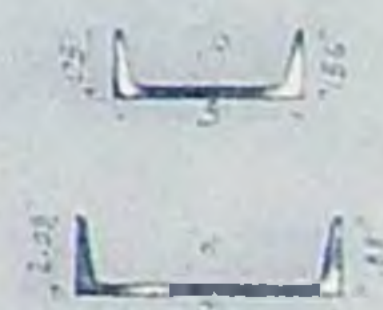


Fig 0

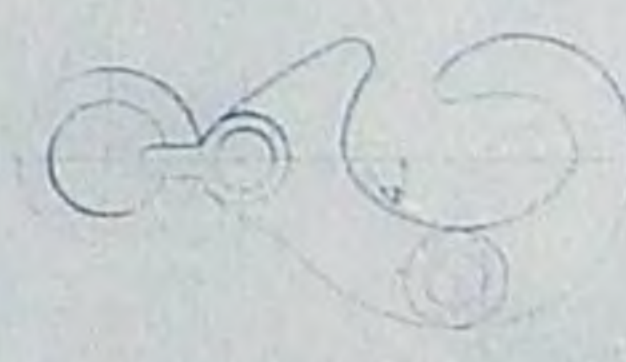


Fig 7

DETALLES DEL GANCHO