

DISEÑO INDUSTRIAL DE REMOLQUE PARA MOTOCICLETAS

INDUSTRIAL DESIGN OF MOTORCYCLE TRAILERS

José Pablo Sámano Muñoz

Tecnológico Nacional de México / ITS de Salvatierra, México
josamano@itess.edu.mx

Miguel Ángel Navarro Ramírez

Tecnológico Nacional de México / ITS de Salvatierra, México
me16110159@itess.edu.mx

Recepción: 30/abril/2020

Aceptación: 29/octubre/2020

Resumen

El presente trabajo muestra el diseño de un remolque para motocicletas siguiendo una metodología de diseño que fue propuesta para el diseño CAD y tomando en cuenta las normas mexicanas de tránsito para remolques y el departamento de transporte (DOT) de EUA. El diseño de este remolque se planteó buscando una solución económica al transporte de mercancía en pequeñas ciudades donde es complicado el tránsito con vehículos de carga grandes. En el mercado podemos encontrar remolques similares al propuesto en este trabajo, sin embargo, no cuentan con sistemas de frenado y los que lo tienen son muy costosos; si un empresario cuenta con uno de estos remolques sin sistema de frenado pone peligro a sus trabajadores. El diseño propuesto en este trabajo contempla un sistema de frenado asistido por el motociclista. Además del sistema de frenado, se realizó el diseño en base a un análisis de disponibilidad de materiales para fabricación accesible en cualquier ciudad. El diseño contempla un sistema de suspensión independiente el cual permitirá a disminuir las cargas a las que está sometido un remolque tradicional.

Palabras Clave: eléctrico, estructural, frenado, remolque.

Abstract

This work shows the design of a motorcycle trailer following a design methodology that was proposed for CAD design and taking into account the Mexican traffic

regulations for trailers and the US Department of Transportation (DOT). The design of this trailer was raised looking for an economical solution to the transport of merchandise in small cities where traffic is complicated with cargo vehicles. In the market we can find trailers similar to the one proposed in this work, however, they do not have braking systems and those that do are very expensive; If an employer has one of these trailers without a braking system, he endangers his workers. The design proposed in this work contemplates a motorcyclist-assisted braking system. In addition to the braking system, the design was made based on an analysis of the availability of materials for accessible manufacturing in any city. The design includes an independent suspension system which will allow to reduce the loads to which a traditional trailer is subjected.

Keywords: *braking, electrical, structural, trailer.*

1. Introducción

Para que cualquier mercancía de exportación llegue en buenas condiciones y a un precio razonable para los consumidores, los productores deben elegir un método de transporte adecuado. Esto requiere considerar varios factores, como las características del producto, el tiempo, la ubicación geográfica y los costos [Connect Americas, s.f.] [TRANSGESA, 2018].

Una de las decisiones más importantes que debe tomar cualquier productor es cómo enviar la mercancía desde el lugar de origen al lugar de destino. Esta instancia es aún más relevante si el productor tiene la intención de exportar, ya que las distancias son aún mayores [Connect Americas, s.f.] [TRANSGESA, 2018] [TIBA México, 2015] [Weiss, 2018].

Si el producto se envía de un país a otro se puede optar por un transporte aéreo, marítimo o incluso terrestre, por ejemplo, un camión de carga. Sin embargo, utilizar estos medios de transporte dentro de una ciudad es complicado por el poco espacio de maniobrabilidad que tiene un camión de carga dentro de las calles de una ciudad. Para estos casos se puede optar por utilizar camionetas, automóviles y motocicletas [Connect Americas, s.f.] [Sherlock & Reuvid, 2018] [Weiss, 2018]. Utilizar una motocicleta para el transporte de mercancía dentro de una ciudad es una opción

muy buena debido al poco consumo de combustible, la gran maniobrabilidad en calles angostas, sin embargo, tienen el problema del espacio y capacidad de carga. Una motocicleta con un cilindraje entre los 150 y 250 cc están limitadas a aproximadamente 1500 N de carga, sin incluir el peso del conductor y un espacio para dos personas [VENTO, 2020].

Los problemas de espacio y carga pueden ser resueltos con la implementación de un remolque que pueda soportar un peso mayor, dicho remolque debe de ser diseñado para soportar la carga de arrastre de la motocicleta, un peso superior a los 1500 N debe de contar con un sistema de frenado dependiente de los sistemas de frenado de la motocicleta, así como un sistema de iluminación trasero para no infringir con las normas de tránsito [VENTO, 2020].

El diseño para la producción de remolques ayudaría a reducir el tráfico dentro de las ciudades, ya que el tiempo de traslado y la movilidad de la motocicleta son mejores que lo que tendría una camioneta de carga, también requiere de un menor espacio de estacionamiento, así como un menor consumo de combustible.

El proyecto surge de la necesidad de buscar alternativas baratas de transporte de mercancía, ya que como se mencionó el tráfico es un factor, sin embargo, otro factor importante a considerar es el costo de un remolque, ya que en el mercado podemos encontrar algunas opciones de remolques para motocicletas desde los \$15,000 hasta \$30,000, con este diseño se pretende que el costo no exceda los \$5,000, gracias a su diseño simple.

2. Métodos

El diseño en ingeniería es el proceso de concebir ideas para la solución de un problema tecnológico, para lo cual usa conocimientos, recursos y productos existentes para satisfacer una necesidad o problema [Rojas & Rojas, 2006].

La figura 1 se presenta el proceso lineal general seguido en un proceso de diseño en ingeniería, en las diversas etapas propuesto por Rojas. Los dos primeros puntos ya se expresaron anteriormente en la instrucción, se busca una forma de transportar mercancía dentro de pequeñas ciudades, la idea preliminar es el diseño de un remolque para una motocicleta de bajo cilindraje [Rojas & Rojas, 2006].

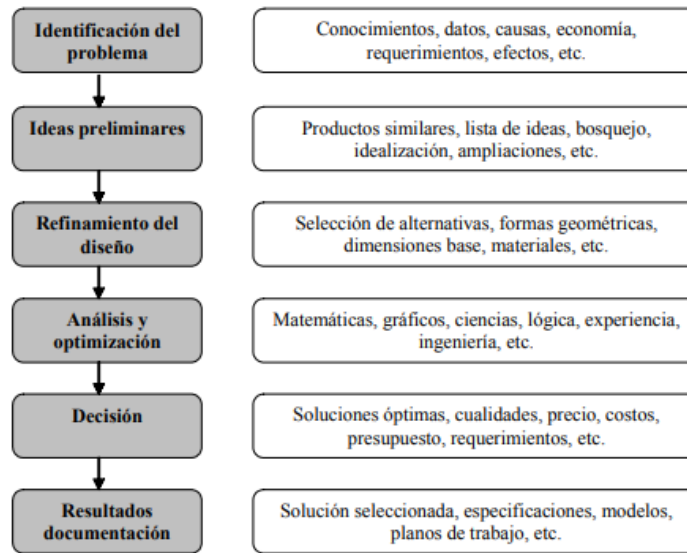


Figura 1 Proceso de diseño.

El refinamiento del diseño es la etapa en que se comienza a trabajar con los sistemas CAD, con el cual se realiza el modelado del diseño. En este trabajo enfatizaremos este punto ya que se presenta el modelado de un remolque para motocicleta [Rojas & Rojas, 2006].

Siguiendo la metodología de Rojas & Rojas (2006) el primer paso en el diseño es la identificación del problema; dicha problemática ya se mencionó en la introducción con el diseño de este remolque se busca mejorar los costos en comparación a los remolques que se encuentran en el mercado, así como disminuir el gasto de inversión en transporte de mercancía dentro de ciudades pequeñas y eliminar la complicación de transitar dentro de una ciudad con vehículos de transporte grandes.

Dentro del estado del arte se encuentran pocas referencias del diseño de remolques para motocicletas, uno de los más destacados es el trabajo realizado por Otero (2018) quien realizó una tesis sobre el diseño, el análisis estructural y la viabilidad económica de un remolque para motocicletas. Para el diseño propuesto en este proyecto se tomaron en cuenta los diseños de esta tesis, así como de los diseños que encuentran en el mercado, además de que los materiales escogidos pueden encontrarse con cualquier distribuidor de metales, comercios de refacciones de motocicletas y madererías locales; buscando que este diseño sea de fácil de fabricar en cualquier ciudad.

Las etapas 4, 5 y 6 de la metodología que se está siguiendo involucran el diseño del remolque, para el diseño se decidió dividirlo en 3 partes; la parte estructural, el sistema de frenado y el sistema eléctrico. Los sistemas de frenado y eléctrico deben de adaptarse a los sistemas con los que ya cuenta la motocicleta.

Para el diseño se debe tomar en cuenta la Norma Oficial Mexicana NOM-035-SCT-2-2010 “Remolques y semirremolques-Especificaciones de seguridad y métodos de prueba” ya que es aplicable a los remolques y semirremolques con peso bruto vehicular de diseño superior a 14 toneladas. En dicha norma se especifican las normas de seguridad y diseño estructural, sistema de frenado y que debe de tener un remolque para que pueda circular dentro del territorio mexicano. Al ser un remolque de dimensiones pequeñas el peso bruto no supera el límite por lo cual la norma no aplica al diseño del remolque, sin embargo, sus restricciones se tomaron en cuenta para el diseño.

3. Resultados

Diseño estructural

El diseño del remolque se realizó para fabricarse con material fácil de conseguir en cualquier ciudad. Para el diseño del chasis se seleccionó perfil tubular cuadrado 3 X 1.5 in calibre 14, perfil tubular cuadrado 1 X 1.5 in calibre 14, perfil tubular de 1 in calibre 14 y un cople tirón para bola, dichos materiales son bastante comunes en cualquier empresa dedicada a la venta de metales. El chasis contempla que se muestra en la figura 2 cuenta con dimensiones de 0.9 x 1.8 x 0.5 m, estas medidas fueron tomadas en cuenta para el aérea efectiva con respecto al cilindraje y tipo de relación de transmisión de la mayoría de las motos de trabajo en el mercado.

Suspensión del remolque

La suspensión del remolque que se muestra en la figura 3 costa de dos amortiguadores de motocicletas, un par de ejes para llantas y discos de freno, dos chumaceras que son soldadas al chasis y un par de brazos sujetos a las chumaceras a través de ejes que les permiten un movimiento libre dependiendo del terreno por el cual circule el remolque.

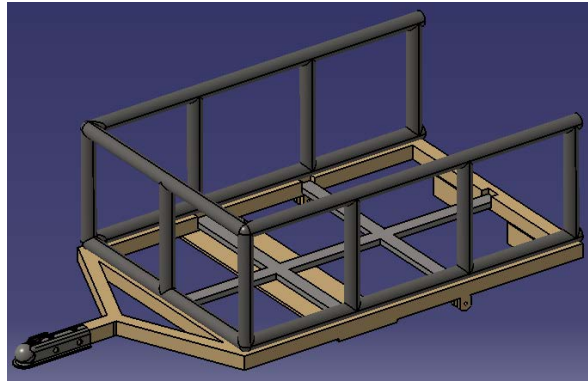


Figura 2 Chasis del remolque.

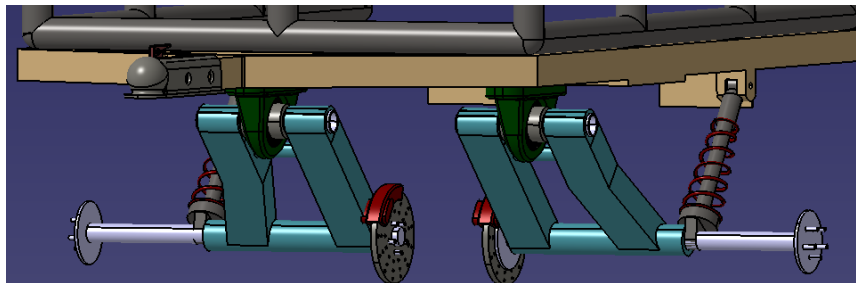


Figura 3 Suspensión del remolque.

Sistema de frenado

El sistema de frenado consta de dos discos de frenado con su respectivo caliper hidráulico (Figura 4) que puede comprarse en cualquier refaccionaria de motocicletas. Los calipers deben de conectarse al sistema hidráulico de la motocicleta mediante coples tipo t como los que se muestran en la figura 5a.

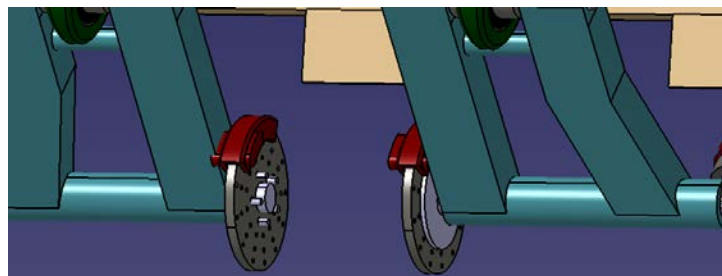


Figura 4 Discos de freno.

En la figura 5b se muestra el sistema de frenado de una motocicleta de 4 ejes, dicho sistema cuenta con un cople tipo que permite el accionamiento de los dos

calipers al mismo tiempo, para el remolque se requieren dos de estos coples de modo que se accione el caliper de la llanta de la moto y los dos del remolque con el mismo accionar de la palanca de freno.



a) Cople tipo t hidráulico.

b) Cople tipo t hidráulico

Figura 5 Sistema de frenado y cople.

Para determinar qué tipo de caliper debe de llevar el remolque se considera la eficacia del sistema de frenado. Dicha eficacia permite determinar la fuerza de fricción que requiere el remolque para detenerse y a su vez determinar el coeficiente de fricción con el que debe de cumplir el caliper.

La eficacia se mide en porcentaje y se calcula como se muestra en la ecuación 1.

$$\%Eficacia = \left(\frac{F_f}{M * g} \right) 100\% \quad (1)$$

Donde:

- F_f : Fuerza de fricción
- M : Masa de la motocicleta y del remolque con carga
- g : Gravedad

La fuerza de fricción se calcula como se muestra en la ecuación 2.

$$F_f = N\mu \quad (2)$$

Donde:

- N : Fuerza de frenado
- μ : coeficiente de fricción

La fuerza de frenado podemos estimarla con el principio de pascal, tomando en cuenta la presión que ejerce el motociclista al accionar el freno, dicha presión empuja al líquido de freno hasta llegar al caliper el cual presiona el disco en ambos lados como se muestra en la figura 6, por lo tanto, podemos definir la fuerza de frenado N como se muestra en la ecuación 3 y 4.

$$\frac{N}{2Ac} = \frac{FM}{Am} \quad (3)$$

$$N = 2F1 \quad (4)$$

Donde:

FM : Fuerza del motociclista presionar la palanca de freno

$F1$: Fuerza aplicada sobre el disco

Ac : Área de la balata

Am : Área de la sección transversal de la manguera del líquido de freno

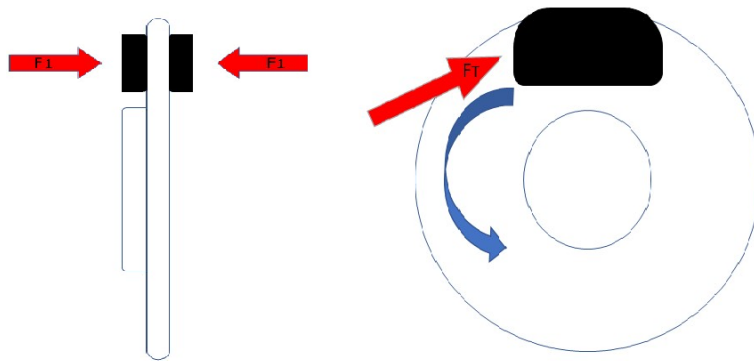


Figura 6 Fuerza de frenado por un caliper sobre el disco.

De la ecuación 2 se despeja el coeficiente de fricción y se sustituye el valor de $2*N$ de acuerdo con la ecuación 3 y recordando que el diseño considera dos calipers, se obtiene ecuación 5.

$$\mu = \frac{F_f * Am}{FM * 2AC} \quad (5)$$

Si se desea una eficacia del 100% en el frenado, de la ecuación 1 obtenemos que la fuerza de fricción debe quedar en función de la masa del conjunto de la motocicleta y el remolque, así como de la gravedad (ecuación 6).

$$F_f = M * g \quad (6)$$

Se sustituye la ecuación 6 en la ecuación 5, obtenemos la ecuación 7.

$$\mu = \frac{M * g * Am}{FM * 2AC} \quad (7)$$

La masa del conjunto (M), se considera tomando la masa de una motocicleta ds150 de 110 kg, el peso aproximado del remolque de 45 kg y una carga de 100 kg.

El área de la sección transversal de la manguera (Am), se tomó de las especificaciones de la motocicleta ya mencionada, con un diámetro de 10 mm o un área de 25π mm². El área de la balata (AC) se tomó al revisar y promediar las áreas de diversas balatas que se pueden conseguir en el mercado, esta área se definió como 1250 mm². La fuerza del motociclista (FM) se obtuvo del estudio “Nuevas tablas de fuerza de la mano para la población adulta de Teruel” (Lázaro & Losantos), con un valor de 270 N para hombres y 164 N para mujeres, para el cálculo se tomó la fuerza en las mujeres ya que es menor, lo que darían un coeficiente de fricción más alto ya que son inversamente proporcionales.

Sustituyendo datos en ecuación 7, obtenemos el coeficiente de fricción necesario en el caliper $\mu = 0.4791$. Siguiendo el código DOT de balatas que nos da la tabla 1 observamos que el caliper del remolque debe de tener un rango de GF o superior.

Tabla 1 coeficiente de fricción de materiales de pasta.

Rangos	Coeficiente de Fricción EN FRIO	Coeficiente de Fricción EN CALIENTE
EE	0.25 a 0.35	0.25 a 0.35
FE	0.35 a 0.45	0.25 a 0.35
FF	0.35 a 0.45	0.35 a 0.45
GF	0.45 a 0.55	0.35 a 0.45
GG	0.45 a 0.55	0.45 a 0.55
HH	0.55 a 0.65	0.55 a 0.65

Sistema eléctrico

Para el sistema eléctrico se planteó utilizar un conector comercial de 7 vías para remolques y semi remolques en la figura 7 se muestra el diagrama de conexión que satisface la necesidad de iluminación del remolque sin afectar al sistema alimentación de las motocicletas. Tanto las luces intermitentes como la luz de frenado deben conectarse en paralelo con los sistemas eléctricos de la motocicleta.

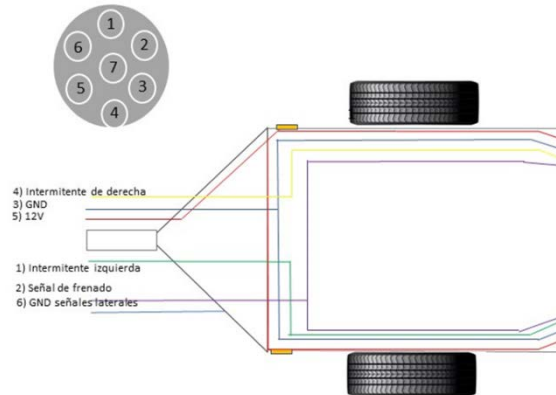


Figura 7 Distribución de conexiones eléctricas.

Para adaptar los faros traseros del remolque al sistema eléctrico de la motocicleta se diseñó un arnés que conecta en paralelo las líneas de alimentación, tierra y los canales de intermitencia con las líneas del arnés principal de la motocicleta, al estar conectadas las cargas en paralelo se evitan cortos circuitos o problemas de corriente. La figura 8 muestra el diseño del remolque completo. Se propone utilizar llantas y rin 13, además de tarimas de madera para el chasis en la zona de carga.



Figura 8 Diseño del remolque.

4. Conclusiones

Realizar un sistema universal de remolques para su fácil acople a una gran variedad de motocicletas del mercado, cumpliendo su función específica, frenar y soportar las cargas excedentes de una mercancía sin afectar el sistema estructural de la motocicleta, es una tarea compleja en la que se debe de seguir una metodología, sin ella el proceso de diseño se complica.

En este trabajo la metodología permitió el diseño de un remolque que contempla el diseño estructural, el sistema de frenado y la implementación de un sistema de luces que es capaz de cubrir las normativas de seguridad estipuladas por la ley federal de caminos y trasportes de los estados unidos mexicanos, aunque la norma diga que no es necesario por el peso del remolque, demostrando que la metodología de Rojas & Rojas (2006) es una buena herramienta para el diseño.

De acuerdo con los materiales seleccionados e investigando en el mercado se puede estimar el costo del remolque en \$4,000; lo que es excelente de acuerdo al objetivo planteado de un diseño con un costo menor a los \$5,000.

5. Bibliografía y Referencias

- [1] Bedaux, P. (6/febrero/2018). Empresaexterior: <https://empresaexterior.com/>.
- [2] Connect Americas. (s.f.). ¿Cuál es el transporte ideal para mi producto?: <https://connectamericas.com/es/>.
- [3] Lázaro, M., & Losantos, B. (s.f.). Nuevas tablas de fuerza de la mano para la población adulta de Teruel. Teruel , Aragón, España: Sección de Neumología, Hospital O. Polanco.
- [4] NOM-035-SCT-2-2010. (s.f.).
- [5] Otero, P. Á. (junio 2018). Diseño de un remolque de carga orientado a países en vías de desarrollo. Madrid, España: Universidad Pontificia Comillas de Madrid.
- [6] Rojas, L. O., & Rojas, R. L. (2006). Diseño asistido por computador. *Industrial Data*, 9(1), 7-15.
- [7] Sherlock, J., & Reuvid, J. (2008). *The Handbook of International Trade*. Philadelphia: Gmb.
- [8] TIBA México. (10/febrero/2015): <https://www.tibagroup.com/mx/>.
- [9] TRANSGESA. (13/marzo/2018). Transporte de mercancías: tipos y cuándo elegirlos: <https://www.transgesa.com/>.
- [10] VENTO. (2020). Especificaciones técnicas: <https://www.vento.com/>.
- [11] Weiss, K. (2008). *Building an Import/Export Business*. Hoboken: Wiley.