



*DISEÑO DE UNA TRANSMISIÓN Y SISTEMA DE FRENADO
PARA UNA CARRETILLA TELESCÓPICA DE 4.300 KG*

8. RESUMEN

DATOS DE LA ALUMNA O DEL ALUMNO

NOMBRE: IÑIGO

APELLIDOS: MARTÍN LORENZO

FDO.:

FECHA:

DATOS DEL DIRECTOR O DE LA DIRECTORA

NOMBRE: MIKEL

APELLIDOS: ABASOLO BILBAO

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

FDO.:

FECHA:

Índice del resumen

| | |
|--|----------|
| 1. Objeto | 2 |
| 2. Datos de partida | 3 |
| 2.1 Datos del cliente | 3 |
| 2.2 Cálculo de especificaciones | 3 |
| 3. Cálculos | 4 |
| 3.1 Caja de transferencia | 4 |
| 3.2 Diferenciales | 4 |
| 3.3 Eje de transmisión | 4 |
| 3.4 Semiejes palier | 4 |
| 3.5 Reductor de rueda | 5 |
| 3.6 Freno de servicio | 5 |
| 3.7 Freno de estacionamiento | 5 |
| 4. Planos | 5 |
| 3.1 Caja de transferencia | 5 |
| 3.2 Diferenciales | 6 |
| 3.3 Reductor de rueda | 6 |
| 3.4 Ejes y acoplamientos | 6 |
| 5. Presupuesto | 6 |

1. Objeto

El proyecto tiene como fin el diseño de una transmisión y sistema de frenado para un vehículo que tiene la parte generadora de potencia separada de la parte tractora o motriz, ya sea por barreras físicas o por motivos funcionales.

El objetivo principal es buscar y adaptar alternativas a las transmisiones tradicionales, las cuales están restringidas a vehículos rígidos y cuya potencia depende del régimen de giro del motor de combustión. Las aplicaciones se centran en maquinaria pesada, donde es frecuente disponer de torretas giratorias, tracción mediante orugas o bien se busca un vehículo compacto.

En lo referente al sistema de frenado, se han estudiado las alternativas posibles tanto en su disposición como tipo de freno y adaptado una de ellas a la máquina en cuestión. Se diseñarán dos frenos, uno de servicio que decelere la máquina y otro de estacionamiento que retenga la máquina en pendiente.

En este proyecto se va a estudiar el caso de una carretilla telescópica (Figura 2.1), analizando los diferentes medios de transmisión de potencia, y desarrollando una transmisión y sistema de frenado que cumplan los requisitos de par y potencia calculados en este mismo proyecto.

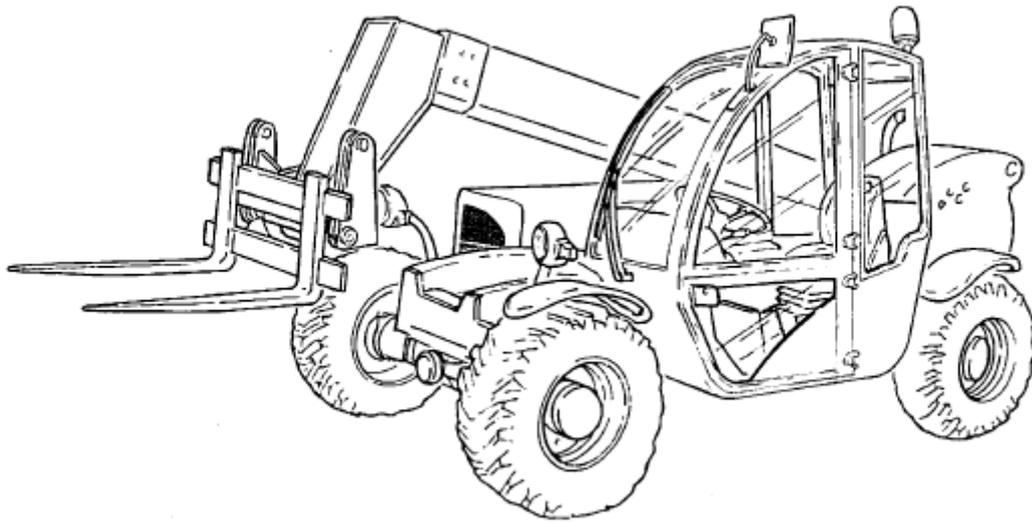


Figura 8.1 Terexlift Telelift 2506

2. Datos de partida

2.1 Datos del cliente

Los requisitos de diseño marcados por el cliente son las características que desea que tenga la máquina, en este caso:

Peso: 4.300 [kg]

Batalla: 2,28 [m]

Anchura: 1,8 [m]

Centro de gravedad: [1.16, 0.7, 0.9]*

Pendiente superable: 40%

Superficie de trabajo: Terreno sin pavimentar

Velocidad marcha corta: 8 [km/h]

Velocidad marcha larga: 25 [km/h]

Neumático: 12/16.5

*(Medido desde el eje delantero)

2.2 Cálculo de especificaciones

Partiendo de las características dadas por el cliente, se han de realizar algunos estudios para determinar las condiciones de trabajo de la transmisión. Es el caso de la potencia necesaria en las ruedas, principal factor en el diseño de una transmisión, por ello se han de estudiar las fuerzas que se oponen al avance del vehículo en las situaciones límite propuestas por el cliente. Una vez calculadas estas resistencias se ha de tener una potencia disponible en las ruedas igual o superior a la calculada.

Los resultados obtenidos en la situación más crítica son:

- Marcha corta
- Pendiente: 40%
- Velocidad máxima: $v = 8 \text{ [km/h]}$
- Aceleración: $a = 1,1 \text{ [m/s}^2\text{]}$
- Potencia en las ruedas $N = 49,96 \text{ [kW]} = 67,93 \text{ [CV]}$
- Potencia al freno (salida del motor) $N = 54,728 \text{ [W]} = 74,41 \text{ [CV]}$
- Par en las ruedas $T = 10.725,44 \text{ [N} \cdot \text{m]}$

3. Cálculos

Tras un análisis previo de los tipos de transmisiones y sistemas de frenado, además de los componentes mecánicos que incorporan, se ha llegado a la conclusión de disponer de una transmisión hidrostática con una caja de transferencia de dos marchas, dos diferenciales de bloqueo manual mediante discos de fricción, reductores epicicloidales de rueda, frenos en baño de aceite y freno de estacionamiento de disco.

3.1 Motor hidráulico

Tras la elección del tipo de circuito hidráulico y el estudio del comportamiento del motor, se ha elegido un motor hidráulico de pistones axiales con cilindrada variable RexRoth A6VM 80. Las curvas de potencia se asemejan a las ideales, con par constante de 0 a 1.300 [rpm] y potencia constante de 1.300 a 3.600 [rpm].

3.2 Caja de transferencia

La caja de transferencia dispone de tres árboles de engranajes helicoidales con un sincronizador de marcha. Posee una entrada de potencia donde se conecta el motor hidráulico y dos salidas, una para cada diferencial.

Los engranajes se han calculado a duración y desgaste, los ejes según el código ASME, y los rodamientos según los procesos de selección marcados por cada fabricante.

3.3 Diferenciales

Como es propio en la mayoría de diferenciales se dispone de una corona dentada, un piñón de ataque, cuatro satélites y dos planetarios. Los discos de fricción van montados sobre uno de los planetarios y los contradiscos en la corona.

Para el cálculo de los engranajes cónicos se ha supuesto el mismo módulo que en la caja de transferencia y se han dimensionado, el eje piñón se ha dimensionado mediante el código ASME, las uniones atornilladas se han calculado de modo “Friction type”, los rodamientos según marcan los fabricantes y los discos del bloqueo se han dimensionado según la teoría de embragues.

3.4 Eje de transmisión

Se dispone de un único eje de transmisión que parte de una de las salidas del eje secundario del transfer hacia el diferencial. Los datos de entrada para seguir el procedimiento marcado por el fabricante son la longitud y los valores de velocidad, el par y el ángulo de funcionamiento.

3.5 Semiejes palier

Los semiejes palier se han dimensionado según el código ASME y las juntas cardan según marca el fabricante con los datos de par máximo y ángulo de operación.

3.6 Reductor de rueda

Los reductores de rueda son un conjunto epiciclodal de engranajes cilíndricos de dientes rectos formado por una corona, tres satélites y un planetario. Los engranajes se han calculado a duración y desgaste, el portasatélites mediante resistencia de materiales, y los rodamientos según marca el fabricante.

3.7 Freno de servicio

Para calcular los frenos se ha de estudiar la dinámica de frenado teniendo en cuenta la capacidad de frenado, el tiempo de frenado, la adherencia...

El freno de servicio consta de cuatro grupos de discos de fricción montados cada uno en un palier y accionados hidráulicamente. Los discos se han calculado mediante teoría de embragues y los muelles de retorno mediante la ley de Hooke.

3.8 Freno de estacionamiento

La pinza y el disco de freno se han seleccionado de un catálogo mediante el uso de las fórmulas que éste proporciona. Aun así se ha estudiado el par de retención necesario.

4. Planos

Para la comprensión y fabricación de los elementos se han realizado los siguientes subconjuntos con sus correspondientes planos de elementos, además de un conjunto con todos los elementos de la transmisión.

- Conjunto transmisión completa.

4.1 Caja de transferencia

- 1. Conjunto caja de transferencia.
- 2. Ejes caja de transferencia.
- 3. Engranajes eje primario.
- 4. Sincronizador.
- 5. Engranajes eje intermediario.
- 6. Engranaje eje secundario.
- 7. Tapa de cierre.
- 8. Elementos auxiliares.

4.2 Diferenciales

- 1. Conjunto diferencial delantero.
- 2. Conjunto diferencial trasero.
- 3. Jaula del diferencial.
- 4. Corona del diferencial.
- 5. Piñón del diferencial.
- 6. Satélites y planetarios.
- 7. Discos de fricción del bloqueo.
- 8. Accionamiento bloqueo.
- 9. Anillo de los muelles.
- 10. Soportes de los accionamientos.
- 11. Accionamiento freno.
- 12. Discos de fricción del freno.
- 13. Elementos auxiliares.

4.3 Reductor de rueda

- 1. Conjunto reductor de rueda.
- 2. Corona y contracorona.
- 3. Satélite y planetario reductor.
- 4. Portasatélites.
- 5. Elementos auxiliares

4.4 Ejes y acoplamientos

- 1. Acoplamiento diferencial y transfer.
- 2. Acoplamiento eje de trans. y diferencial.
- 3. Semiejes palier.

5. Presupuesto

A continuación se expone el presupuesto final del desarrollo del proyecto y la construcción del prototipo.

| | |
|--|-------------------|
| Fabricación y compra de los elementos | 9.547,2 € |
| Desarrollo del proyecto | 26.000 € |
| Montaje | 553 € |
| Subtotal: | 36.100,2 € |
| | |
| Gastos generales (13%) | 4.693 € |
| Beneficio industrial (6%) | 2.166 € |
| Subtotal: | 42.959,2 € |
| | |
| IVA (21%) | 9.021,43 € |
| TOTAL: | 51.980,6 € |