

Capítulo III

DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA Y SELECCIÓN DEL CONCEPTO

Teniendo ya los datos necesarios para el sistema se analizará la forma en que funcionará la transmisión. Después de haber investigado en Internet se encontró que en realidad ya existen este tipo de transmisiones por engranes, siendo la más común utilizada para bicicletas el conjunto de engranes llamados planetarios o epicíclicos por tener la facilidad de hacer un sistema compacto y ligero, obteniendo un buen número de relaciones en poco espacio. Es necesario para este proyecto buscar algún sistema alternativo a este. Otra configuración en engranes ocuparía mucho espacio, y podría llegar a ser muy pesado, entonces se pensó en un sistema relativamente reciente utilizado para automóviles llamado Transmisión con Variabilidad Constante (CVT, por sus siglas en inglés) el cual en realidad no funciona con engranes, sino con poleas y bandas. La idea básica de este sistema consiste en un par de poleas y banda. Cada polea consta de dos partes. Entre las dos forman una polea con canal en V, y lo que hacen es que estas dos partes se acercan y alejan cambiando con esto el radio de la polea, y con esto la relación de velocidad. Se muestra una foto en la figura 3.1.



Figura 3.1 Ejemplo de CVT. [16]

La ventaja de este sistema es la capacidad de cambiar las relaciones de velocidad de forma continua, sin pérdidas de energía entre cambio y cambio, pues los cambios son continuos. Varias compañías automotrices han empleado este sistema en varios de sus modelos, como BMW en el MiniCooper, o GM en varios de sus modelos pequeños [16]. De acuerdo con ellos con este tipo de transmisión hay un verdadero ahorro de combustible.

La ventaja de utilizar este tipo de transmisión es que es posible mejorar la eficiencia de la energía ejercida por el ciclista, mejorando su rendimiento, ya que se puede lograr que este tenga un pedaleo a revoluciones constantes.

Sin embargo en este caso se utilizará un sistema basado en el mismo concepto de cambios continuos pero con una configuración diferente. En vez de las dos poleas lo que se utilizará será un par de conos encontrados y con sus ejes paralelos (Figura 3.2). Uno de ellos estará conectado a la flecha de entrada y el otro a la de salida. Se mantendrá una distancia constante entre las superficies de ambos conos, de manera que entre ellos estará ubicado un anillo o rodillo, que girará loco guiado por los conos y que por medio de fricción será el que transmita el movimiento de cono a cono. Este anillo o rodillo cambiará su posición en dirección de los ejes para de esta forma cambiar la relación de velocidad. A continuación se muestra un diagrama.

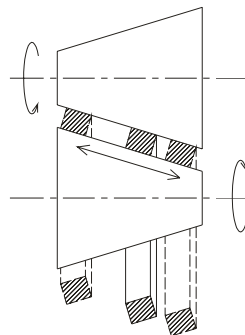


Figura 3.2 Diagrama de transmisión continua para este sistema

Ya que la transmisión será por medio de fricción en su totalidad, es necesario encontrar una buena combinación de materiales en cuanto a su coeficiente de fricción. Debido a la necesidad de mantener la transmisión con pequeñas dimensiones, los conos no pueden ser muy grandes, y por lo tanto el área de contacto será también pequeña y los esfuerzos grandes. Entonces para poder reducir la fuerza de fricción necesaria, se podría incrementar la velocidad angular de entrada a los conos, disminuyendo el torque, colocando por ejemplo, un engrane antes del cono de entrada que aumente la velocidad. El par de conos deberá ejercer una fuerza normal contra el anillo de la transmisión, dependiendo del coeficiente de fricción. Esto demandará una fuerza en los ejes de los conos, y algún elemento de ajuste para esta fuerza, debido a que los ajustes entre los elementos pueden variar por el desgaste de los mismos. Es importante también tener una rigidez adecuada en los elementos, ya que el sistema estará sometido a continuas vibraciones externas con las cuales es posible que se aflojen los conos perdiendo fuerza normal sobre el anillo y provocando que se patinen y con esto la pérdida de la potencia y mayor desgaste.

La relación de velocidad estará dada por la posición del anillo o rodillo con respecto a los conos. Esta posición estará fija naturalmente gracias a que habrá un equilibrio en las fuerzas de fricción provenientes del contacto del anillo o rodillo con cada uno de los conos, las cuales irán en direcciones opuestas y serán paralelas e iguales en magnitud si se toman en cuenta que el coeficiente de fricción será igual en las dos superficies de contacto. De todas maneras, el movimiento estará restringido por el elemento que guiará al anillo. Para el cambio de la relación de velocidad, el anillo deberá tener un movimiento en dirección paralela a la superficie de los conos. Para poder realizar este movimiento será necesario vencer la fuerza de fricción estática, y entonces se tendrá fricción cinética. Es necesario encontrar la forma de reducir esta fricción. Una opción será producir una pequeña

separación entre los conos y el rodillo o anillo al momento de hacer el cambio para reducir la fuerza normal y por lo tanto la fricción.

Otra opción es en caso de que se utilice un rodillo. Esto consiste en un rodillo dividido en cuatro segmentos iguales. Cada segmento estará montado en un par de pernos, uno interior y otro exterior, y estos a su vez estarán montados en un par de plaquillas circulares, una a cada lado del rodillo segmentado. Entonces entre el rodillo y la plaquilla existirá un espacio, el cual estará ocupado por un resorte montado en uno de los pernos. Lo mismo del otro lado del rodillo. Entre los dos resortes mantendrán la posición del rodillo en el centro del conjunto. Lo mismo para cada segmento del rodillo. La idea de esto es que al momento de aplicar una fuerza suficiente para vencer la fuerza del resorte a lo largo del eje del rodillo, un par de segmentos estará en contacto con los conos, pero el otro par estará libre. Entonces el par de segmentos en contacto no cambiarán su posición con respecto a los conos, pero sí lo harán el par libre, hasta que debido a su rotación entrarán en contacto con los conos, pero en la nueva posición. En ese momento el otro par de segmentos estará libre y volverá a su posición central gracias al resorte, y así continuamente. Los cuatro segmentos se mantendrán en posición central mientras se mantenga una relación fija. (Figura 3.3)

La elección de cual sistema será utilizado dependerá de los esfuerzos encontrados en cada uno de los elementos, ya que posiblemente no sea posible aplicar uno o el otro ya que los materiales no lo soportarían.

Hay que recordar que al momento de transmitir la potencia por medio del anillo y los conos, la fuerza que existirá entre ellos será en todo momento fricción estática, la cual nunca puede dejar de ser así en esta dirección porque entonces habría pérdida de potencia.

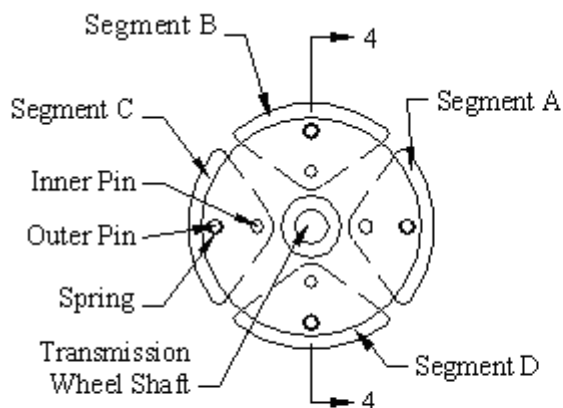


FIG. 3 Transmission Wheel
Side-view

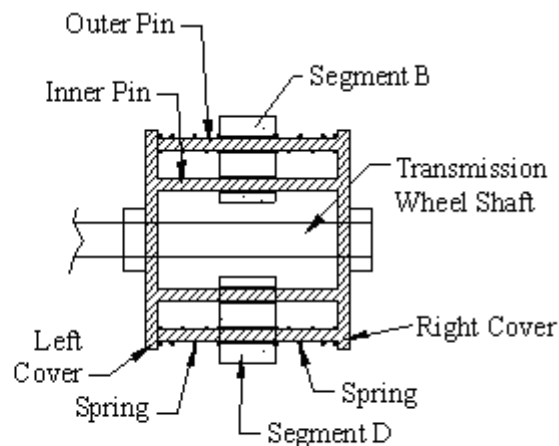


FIG. 4 Transmission Wheel
Sec. Front-view

Figura 3.3. Esquema de rodillo útil para reducir fricción en la dirección del movimiento del rodillo. [11]

Conectado al cono de salida existirá una reducción con la que será posible recuperar el torque que redujimos a la entrada de los conos. Esta reducción estará conectada a la flecha que va de la caja de los conos hacia la llanta trasera, donde simplemente habrá un cambio en la dirección de rotación por medio de un juego de engranes cónicos. Los detalles de esto serán definidos más adelante.

Entonces para poder hacer la elección de los componentes del sistema se pondrá en una matriz morfológica, dividiendo el sistema en partes. A saber: Reducción de torque, unión de reductor con conos, forma de transmisión de potencia entre los conos, salida de potencia de los conos hacia la llanta trasera realizado el correspondiente aumento de torque.

Los elementos elegidos han sido marcados con un asterisco y a continuación se presentan las razones.

Tabla 3.1 Matriz Morfológica

Subparte	1	2	3	4
Ubicación	Delantera*	Trasera		
Reducción de torque	Engrane y piñón	Cadena y catarina	Engranajes planetarios*	Banda
Unión de reductor con conos	Ranuras*			
Transmisión de potencia entre los conos	Anillo*	Rodillo		
Salida hacia la llanta trasera	Flecha y engranes	Cadena y catarinas*	Banda	
Orientación de los conos	Longitudinal	Transversal*		
Aplicación de la fuerza	Tornillo en cada lado	Tornillo Central*	Resorte a cada lado	Resorte central

Ubicación: Delantera, esto es porque en la parte trasera donde está la llanta no existe mucho espacio y, ya que el sistema puede llegar a ser pesado y considerando que el peso puede estar concentrado en un espacio pequeño, es mejor que este se encuentre cerca del centro de gravedad del conjunto (bicicleta, ciclista).

Reducción de torque: Engranajes planetarios. Estos presentan varias ventajas. Ya que la relación puede llegar a ser bastante grande, ya sea la cadena y catarina o engrane y piñón, ocuparían mucho espacio. En cambio con los engranes planetarios es posible tener la entrada y la salida del torque en el mismo eje, también es posible reducir los esfuerzos mediante la colocación de varios planetas distribuyendo la carga entre ellos. Se puede obtener una mayor relación en un menor espacio.

Debido al anillo, los sentidos de rotación de los conos será opuesto, por lo tanto los engranes deben hacer una primera inversión del sentido de la rotación de los pedales para que así la rotación del cono B sea la correcta. Se ha elegido la siguiente configuración

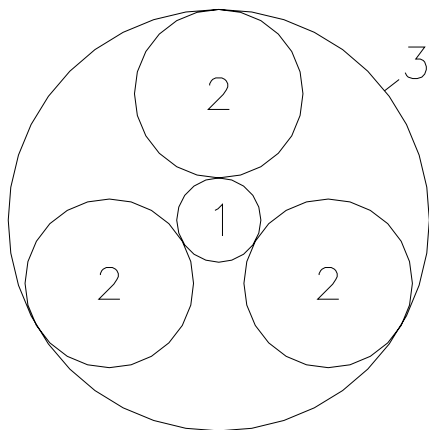


Figura 3.4. Configuración de engranes planetarios

La entrada de potencia es por el engrane 3, interno y la salida es por el engrane 1. El engrane 2 gira loco sobre su eje, el cual es fijo, y en realidad existen tres de ellos para distribuir la fuerza.

Unión de Reducción con conos. Se han elegido las ranuras debido a que es el elemento más compacto para la función.

Transmisión de potencia entre los conos: Anillo. La elección del anillo se debe principalmente a que ya que este tiene un mayor diámetro de que el que podría llegar a tener el rodillo (considerando que debe tener dimensiones razonables), entonces los esfuerzos son menores. En un inicio se tenía la intención de utilizar el rodillo, ya que era más fácil de mover de posición y podría ocupar un menor espacio, pero los esfuerzos que se presentaron eran demasiado grandes como para poder ser utilizado, como se mostrará más adelante en el diseño detallado.

Salida de potencia hacia la llanta trasera: Cadena y catarinas: Inicialmente se tenía la intención de utilizar la flecha con engranes, pero esto representaba mayor peso así como dos cambios forzosos de la dirección de rotación y también requería mayor espacio debido a que es necesario recuperar el torque que se redujo en la entrada. Por lo tanto se decidió utilizar la cadena. Con esto no se rompe el objetivo ya que será una cadena fija con un solo par de catarinas por lo cual no se realizarán los cambios de velocidad por medio de ella. Sin embargo no se eliminan los problemas de mantenimiento que podría tener.

Orientación del eje de los conos: Transversal. Se eligió de esta manera ya que de haber sido longitudinal hubiera sido necesario cambiar la dirección de la rotación en dos ocasiones una en la entrada y otra en la salida. Si a esto se añade que es necesario tener reducciones en esos mismos lugares entonces el espacio no sería suficiente. Con la colocación transversal de los conos y la forma en que se han dispuesto los otros elementos todos los ejes de rotación que existen son paralelos y se puede simplificar y ocupar un menor espacio.

Como se vio, al final hubo varios cambios con respecto a la idea original. En la Figura 3.5 se muestra el esquema que se había pensado originalmente.

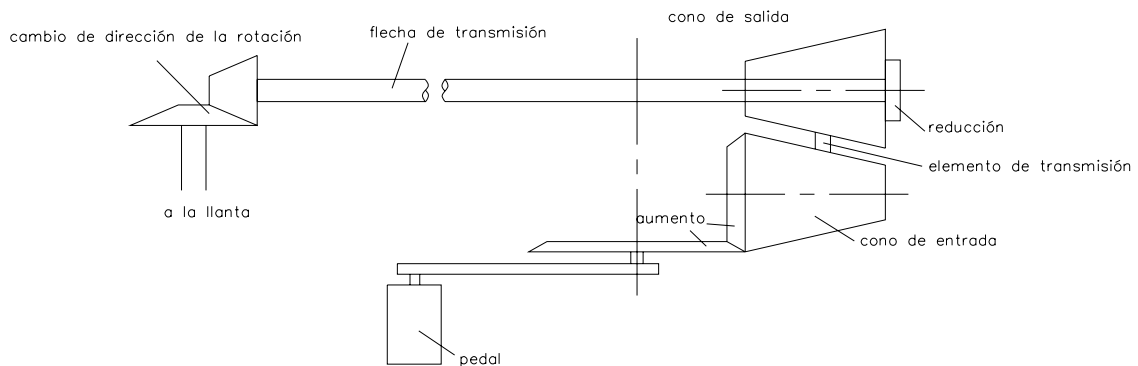


Figura 3.5 Diagrama esquemático completo del sistema.

En la Figura 3.6 se muestra el diagrama actual.

El orden en que estarán colocados los elementos es el siguiente:

1. Puente de presión
2. Cono B
- 2a. Catarina de salida
3. Anillo
4. Cono A
- 4a. Reductor de engranes planetarios.

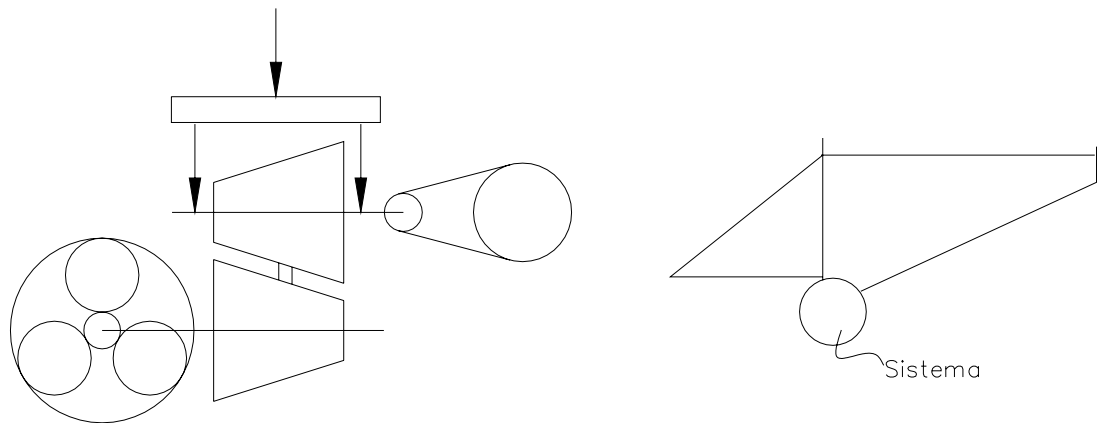


Figura 3.6. Diagrama de la disposición actual de los elementos

La elección de cual sistema será utilizado dependerá de los esfuerzos que se produzcan en cada uno de los elementos, ya que posiblemente no sea posible aplicar uno o el otro ya que los materiales no lo soportarían.

Hay que recordar que al momento de transmitir la potencia por medio del anillo y los conos, la fuerza que existirá entre ellos será en todo momento fricción estática, la cual nunca puede dejar de ser así en esta dirección porque entonces habría pérdida de potencia.

Conectado al cono de salida existirá una reducción con la que podremos recuperar el torque que redujimos a la entrada de los conos. Esta reducción se llevará a cabo, como ya se ha

visto, por medio de cadena y catarinas. Esto no necesariamente se deja de cumplir el objetivo pues el cambio de relación de velocidad ya no está realizado por los conos y la función de la cadena se reduce a solamente transmitir la potencia de un lugar a otro.