

DISEÑO DE UN BANCO DIDACTICO DE PRUEVAS DE MECANISMOS

Mauricio Alberto Roque Morales.

Tutor:

Prof. Albeiro Espinosa Bedoya, M.Sc.
Escuela de Minas



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Facultad de Minas
Pregrado en Ingeniería Mecánica
Medellín, 2009

RESUMEN

Este documento muestra el diseño de un banco didáctico de mecanismos, este será un equipo didáctico con el cual, el usuario entenderá los procesos cinemáticos y dinámicos que están ocurriendo sin tener que recurrir a las máquinas reales. El diseño del banco didáctico está encaminado a fortalecer los conocimientos de los futuros profesionales y busca que el usuario se enfoque en entender el funcionamiento de un sistema de mecanismos y su mecánica bajo diferentes condiciones que se podrán simular en el mismo.

Se presenta los elementos de diseño más importantes del mismo así como las guías de laboratorio para las respectivas prácticas.

SUMMARY

This document shows the design of a didactic bank of mechanisms, this it will be a didactic equipment with which, it user will understand the processes kinematics and dynamic that happen without having to resort to the real machines. The design of the didactic bank is directed to strengthen the knowledge of the professional futures and search that the user focuses in understanding the functioning of a system of mechanisms and his mechanics under different conditions that will be able to be simulated in the same one. One presents the most important elements of design of the same one as well as the laborator guides for the respective practices.

PROBLEMATICA

Un problema en las empresas es la necesidad de personal profesional más idóneo y más acercado a la realidad empresarial, se pretende que el profesional este más en la solución práctica de los problemas causantes de una gran cantidad de daños en ellas.

La mayoría de las empresas de nuestro medio no tienen normas definitivas en cuanto a lo que se considera un buen ingeniero mecánico y su función en el medio, a pesar de la gran gama de conocimientos nos vemos enfrentados a un desconocimiento de la gran mayoría de las maquinas, lo que los operarios normalmente conocen de manera aproximada. Sin embargo los profesionales deberían conocer de manera más clara cómo funcionan los equipos, desde un punto de vista más profundo: características funcionales, principios básicos de funcionamiento, entre otros.

INTRODUCCION

El diseño y posterior construcción de un banco de pruebas servirá para analizar en el laboratorio todas estas problemáticas y comprenderlas más fácilmente para poder desarrollar formas de evitarlas o solucionarlas. El banco será parte del Laboratorio de Mecánica. En este trabajo se describe el banco de pruebas diseñado y presenta los elementos que aportaran a la formación del estudiante mediante módulos y laboratorios que tendrán la finalidad de proporcionar el conocimiento requerido.

Los módulos de laboratorio tendrán las siguientes unidades temáticas:

- Introducción general a los mecanismos de máquinas
- Mecanismos y acoplamientos
- Órganos de unión
- Árboles y ejes
- Muñones y cojinetes
- Levas
- Mecanismos de retención y amortiguación de la energía
- Transmisiones por fricción
- Engranajes y mecanismos de engranajes

En varias de estas unidades temáticas se detectó la dificultad de los alumnos de interpretar adecuadamente los conceptos fundamentales de determinados elementos como consecuencia de la falta de conocimiento del elemento real y la función que cumple [5].

Se ha percibido que, ante la observación de mecanismos reales y tangibles, el alumno logra sortear esta dificultad y termina de comprender el funcionamiento de estos.

De igual manera con elementos más simples, pero que implican como en el caso de un perfil de leva, un movimiento derivado de fundamental importancia en un seguidor, es

preciso que aprecien el funcionamiento del elemento en conjunto, leva-seguidor, para comprender la importancia de un adecuado diseño de cada uno de los perfiles, que componen el sistema, perfiles que luego de haber sido correctamente comprendidos se diseñan a través de un software específico. Lo mismo ocurre con otras unidades temáticas [7].

2. OBJETIVOS:

2.1. Objetivo General:

2.1.1. Diseñar un banco didáctico de mecanismos para la asignatura mecanismos.

2.2. Objetivos Específicos:

2.2.1. Documentar experiencias de diseño de mecanismos.

2.2.2. Documentar las técnicas didácticas de enseñanza aprendizaje aplicables a la asignatura.

2.2.3. Documentar los mecanismos aplicables a la asignatura de mecanismos.

2.2.4. Caracterizar y seleccionar los mecanismos a utilizar en el banco didáctico.

2.2.5. Diseñar los guías para cada mecanismo del banco.

3. RESUMEN DEL PROYECTO:

El banco de pruebas consiste en una mesa de trabajo que será elaborada con ángulo de 2" calibre 16 con las siguientes medidas: 2 metro de alto, 1 metro de ancho por 1.2 metro de largo, sobre la cual se montaran travesaños que soportaran los montajes, así como sus diversos accesorios que nos permitirán realizar diferentes pruebas. En este equipo se pueden realizar diferentes pruebas sobre las bondades de la variación de rpm de un motor o un proceso manual. Contaremos con montajes como: montaje para el análisis cinemático de un sistema de engranaje de dientes rectos, cónicos y helicoidales a velocidades variables. La potencia se genera por un motor de c.a. La potencia transmitida será de 0.5 Hp y la velocidad máxima 900 r.p.m..[6] La función del equipo será por ejemplo transmitir potencia a un par de engranes simulando su trabajo real, con lo cual pretendemos demostrar pérdidas de energía, vibraciones mecánicas, velocidades, etc. que puedan presentarse. Los motores serán regulados mediante la variación de la frecuencia, la función de los variadores será regular la velocidad del motor para someter a los montajes a diferentes condiciones.

4. ANTECEDENTES:

Desde una perspectiva histórica, las máquinas y sistemas mecánicos constituyen la primera tecnología triunfante, la que ha permitido a la humanidad tomar el control y manejar la energía. La mecánica ha sido, asimismo, el núcleo de las ciencias físicas hasta bien entrado el siglo XIX: la astronomía no era otra cosa que mecánica celeste y la filosofía natural abarcaba la estática, la dinámica y la cinemática newtonianas que aún se enseñan en las escuelas [23].

Pero hay que observar que, en el transcurso del último cuarto de siglo, los mecanismos se han posicionando en muchos aparatos.

Así pues, quedan muy pocas máquinas que no posean algún mecanismo mecánico en el entorno cotidiano: útiles de cocina, bicicletas, maquinaria agrícola, juguetería y más. Y es dudoso que una persona adulta vaya a diseñar interpretar y construir mecanismos, para satisfacer necesidades reales, salvo que se trate de una persona muy creativa y técnicamente activa [6].

Pero la entender estos mecanismos mecánicos tiene muchas ventajas decisivas para la formación de los futuros ingenieros: es transparente, concreta y ayuda decididamente a la formación del pensamiento ingenieril. El funcionamiento de los sistemas mecánicos es evidente a los sentidos. Sus componentes se desplazan o giran, a mayor o menor velocidad, y podemos verlos y oírlos. Los lugares en los que ocurren fenómenos o en los que hay peligros son percibidos rápidamente. Al intervenir en los mecanismos se producen cambios en su funcionamiento y no es difícil encontrar vínculos lógicos y concretos entre nuestra intervención y los cambios operados [7].

La enseñanza de estos contenidos suele organizarse empezando por los fundamentos físicos, básicamente las condiciones de equilibrio estático y el principio de conservación

de la energía, aplicados a las máquinas elementales, para extraer de ellos consecuencias prácticas. Pero ese camino es muy largo y un complemento como un banco de pruebas nos acorta el camino. También resulta áspero para los alumnos por la carga algebraica del discurso de la Física. Ese enfoque resulta frustrante en la medida que no nos deja tiempo para trastear con máquinas y artilugios [20].

Debemos hacer un esfuerzo para enfocarlo de otro modo, más empírico si se quiere, para no suplantar al Departamento de Física en la tarea de enseñar las leyes de la Mecánica y sus corolarios. Debemos centrarnos, en cambio, en mostrar los fenómenos que ocurren en los mecanismos y en extraer implicaciones prácticas de esos fenómenos para el diseño de artefactos útiles [20].

Haciendo un paralelismo, un tanto osado es cierto, entre la historia de la tecnología y la educación tecnológica en la enseñanza obligatoria, proponemos que, durante los primeros cursos, los futuros ingenieros tengan múltiples ocasiones de experimentar con mecanismos y observar lo que sucede y de intentar combinaciones de mecanismos con una finalidad, propuesta por el profesor, que dirigirá su atención hacia los fenómenos que ocurren.

A medida que avanza la enseñanza, los esfuerzos se dirigirán a cuantificar los fenómenos, para empezar a tomar el control consciente del comportamiento de los mecanismos. En las propuestas de trabajo se incluirán ya requisitos de funcionamiento, ya sean de velocidad, tiempo de ejecución o trabajo a realizar, con un cierto margen de tolerancia [7].

Los ensayos de laboratorio son una parte muy importante dentro del desarrollo de cualquier producto y vital en el caso concreto del banco de pruebas, ya que permite verificar que el elemento del montaje se verifica con lo aprendido en los cursos teóricos.

La planificación de los ensayos debe determinar que tipos de ensayos hay que realizar. En consecuencia, los laboratorios de ensayos son instalaciones con un peso específico muy importante dentro de los centros técnicos [3].

Existe una gran gama de equipos o aparatos para montajes de mecanismos, puesto que son muchos los parámetros que se pueden medir en este tipo de bancos de pruebas. Por ejemplo, la empresa alemana GUNT que produce y comercializa equipos para la formación técnica, distribuye el Equipo para Análisis de Sistemas de Engranajes GL-210, que permite la determinación de la aceleración angular en el engranaje, el momento de inercia de masas del engranaje, determinación de la fricción y el grado de eficacia del engranaje [22].

Otro equipo didáctico (de mesa) que distribuye GUNT es el AT 200, que permite la medición del grado de eficiencia mecánica de transmisiones de engranes mediante comparación de la potencia mecánica impulsora y la impulsada.

Se compone de una unidad impulsora AT 100 (0.2 kW) regulada electrónicamente y de un freno magnético. El efecto constante de la frenada puede regularse con mucha precisión (0 a 10 Nm), sirviendo así como carga definible [16].

Como objetos de ensayo se emplea una caja de engranes de ruedas cilíndricas de dientes rectos y otra de tornillo sinfín. Ambos engranajes son componentes industriales usuales. Sus propiedades características están armonizadas a la potencia de la unidad impulsora. Los componentes se instalan sobre un sólido bastidor de perfiles de aluminio que permite una transformación rápida y sencilla.

Los engranajes se enlazan con una torsión predeterminada en el componente torsionales, quedando "cerrado" el sistema con un torque de prueba dado que los dos juegos de engranajes se aplican uno contra otro. El torque y la potencia requerida del motor conductor es solamente el necesario para suplir las pequeñas pérdidas no recuperables en los engranajes, los rodamientos, los acoplamientos, los sellos, etc [18].

Claramente, este tipo de máquina de prueba elimina el gasto grande de un motor conductor con el torque y potencia necesaria para evaluar los engranajes. Sólo uno de los juegos de engranajes necesita ser probado, el otro juego puede verse como el juego regenerador de energía, diseñado para la máxima capacidad de la maquina [12].

Un controlador de velocidad es la mejor manera de acoplar un sistema motriz a las condiciones variables de los procesos involucrados. Este control velocidad ha jugado un papel importante en la ingeniería mecánica, desde los inicios de la Revolución Industrial[11]. A principios del siglo XVIII, James Watt desarrolló e incorporó a su máquina de vapor su ya famoso gobernador de velocidad centrífugo. Posteriormente surgieron muchas aplicaciones donde era necesario variar la velocidad de los procesos y se desarrollaron varios métodos para lograrlo, tales como los motores reductores, reductores de catarinas, bandas y poleas, embragues hidráulicos, etc. Todos ellos en su momento fueron la mejor opción mecánicamente hablando, para controlar o reducir la velocidad de un determinado proceso. Sin embargo, se desarrolló también el motor de corriente directa cuyas condiciones de operación lo hacen idóneo para variar su velocidad sin detrimento de sus parámetros de funcionamiento, ya que para operar es necesario un control que alimente voltaje y corriente a su campo y su armadura, lo que provoca, que su velocidad varíe de acuerdo con las condiciones de alimentación de este control.

Aunque todos estos procesos son muy confiables y se aplican con mucha frecuencia aún en la actualidad. Ya sea por la gran cantidad de engranes, poleas, etc., para el caso de los de tipo mecánico, como por el dispendio de energía en devanados, armadura, excitación, etc. de los motores de corriente directa; mientras que para ambos casos el mantenimiento es complicado y costoso, lo que los hace aún más onerosos. Debido a todos estos inconvenientes para variar la velocidad en los procesos, se buscó la manera de poder hacerlo de una forma sencilla, confiable y de bajo costo. Esto no fue posible sino hasta finales de los setentas, ya que con el desarrollo de la electrónica de potencia, se

pudo lograr el control de velocidad de un motor de corriente alterna de inducción, mediante la utilización de un variador de frecuencia. Este variador alimenta al motor un voltaje modulado, con lo que simula una variación de frecuencia en las terminales del motor y con ello varía la velocidad de dicho motor sin detrimento considerable de sus características de par y manteniendo la simplicidad de operación y facilidad de mantenimiento del motor jaula de ardilla, comparativamente con los motores de corriente directa; además de presentar mejores prestaciones en el control de velocidad. Al conocer todas estas ventajas y ver los efectos del calentamiento global tomamos la decisión de realizar un banco de pruebas para uso de las futuras generaciones y que los laboratorios día con día estén mejor equipados para mejorar la calidad de la educación en la Universidad [11].

La universidad como entidad de formación profesión integral, cuyos procesos de formación se fundamentan en principios tales como: el trabajo productivo, la equidad social, la integralidad y la formación permanente, desarrolla sus procesos a través del aprendizaje teórico práctico, permitiendo un acercamiento al entorno laboral y productivo.

En la facultad de ingeniería mecánica, se hace necesario un recurso didáctico que permita al docente impartir de manera eficaz la formación en el área de mecanismos para el módulo específico de cinemática y dinámica mecánicas; y al futuro ingeniero, obtener un recurso para el aprendizaje significativo.

Este recurso contará con operadores y sistemas mecánicos, que permitan desarrollar contenidos tales como: ejecutar procedimientos para montaje y desmontaje de elementos de maquinas, realizar procesos de análisis y cálculos de sistemas de transmisión de potencia ,cinemática ,dinámica y diagnosticar fallas y avería mecánicas.

5. METODOLOGIA, PROPÓSITO Y APLICACIÓN

A partir de las dificultades observadas se han analizado opciones de solución que deben cumplir con las siguientes metas:

5.1. Observación y manipulación física de los elementos de máquinas: Ubican al alumno en las dimensiones y características fundamentales de los elementos como así también las funciones específicas que cumplen [14].

5.2. Observación en movimiento de uno o varios elementos en conjunto: Permiten visualizar la relación cinemática y dinámica de los elementos y los órganos de unión que entran en juego.

5.3. Medición de esfuerzos que transmiten y forma en que los transmiten:

En nuestro caso este es uno de los puntos más salientes, ya que los alumnos están muy acostumbrados a calcular un elemento con fuerzas ideales representativas de esfuerzos que le transmiten otros órganos, pero que les resulta muy difícil encontrar la verdadera magnitud de éstas, cuando deben ser extraídas del elemento real.

5.4. Solución flexible: Es decir, en la mayor cantidad de casos posibles, los elementos deben ser fácilmente desmontables, a efectos de poder determinar sus características físicas, de ser necesario con instrumental de laboratorio, poder leer inscripciones que pudieran definirlo o cualquier otro dato que nos informe sobre él, con la sola necesidad de consulta a una tabla o manual de fabricante[9].

5.5. Compacto y trasladable: Todos los elementos que se pretendan involucrar, deben estar vinculados en forma compacta, ya que no disponemos de espacio suficiente, y ser trasladable sin mayores inconvenientes, ya que este, debiera poder usarse en el transcurso de clases teóricas[9].

5.6. Poseer documentación técnica: Es necesario que todos los elementos utilizados y sus vinculaciones posean una ficha técnica con sus características fundamentales, para que luego puedan ser contrastadas con los resultados obtenidos.

5.7. Guía de uso planificada y abierta: Es decir, construir guías de laboratorio que induzcan al alumno al abordaje de temas determinados, aquellos en donde se quiere profundizar, pero a la vez dejar la posibilidad de que pueda, con el apoyo necesario, realizar la experiencia que considere más adecuada.

5.8. Biblioteca de tablas y manuales: Se debe incorporar la mayor cantidad de tablas, manuales, manuales electrónicos, software de cálculo, etc. para que el alumno con estos elementos pueda comparar, seleccionar o utilizarlos de la manera que considere más conveniente, para alcanzar adecuadamente su objetivo [9].

6. DESCRIPCION DEL BANCO DE PRUEBAS

El banco de pruebas de basa su fuente de potencia en un motor trifásico de corriente alterna asincrónica de jaula de ardilla, por facilidad de montaje, mantenimiento más fácil, y bajo costo. En este proyecto no se necesitará una potencia muy alta en el motor debido a que la aplicación no requiere transmisión de potencia, por este motivo, se selecciona una potencia de 0,37KW (0,5hp) girando a 915 rpm con un torque de 3,86 Nm [10]. Unido al motor habrá un eje al cual se le transmitirá el movimiento; este eje estará unido al motor por medio de un acople flexible, solidario al eje, se tendrán según el montaje piñones, poleas ect. Llevaran una serie de fijadores, chavetas; los cuales estarán roscados para poder adicionar o quitar elementos; los piñones estarán unidos al eje por medio de manguitos de fijación.

Se tendrán apoyos o chumaceras para poder desalinearse el eje con respecto al acople, el sistema estará soportado sobre un bastidor con dos carriles de desplazamiento en forma de T invertida para desplazar los soportes según el caso a medir.

El banco de pruebas llevara sensores los cuales tomara las variables a medir. El bastidor debe tener un sistema anti vibratorio para evitar que todo el sistema entre en resonancia.

7. MARCO TEORICO, TEORÍA DE MECANISMOS Y EJEMPLOS.

7.1. Introducción al análisis de mecanismos

Uno de los principales aspectos para el funcionamiento del banco, es el relativo al movimiento de los mecanismos. Puesto que las dimensiones del banco limitan el las dimensiones de los mecanismos, se analizaron diversas alternativas con las cuales se sustituyera los grandes montajes por unos mas simplificados, proporcionando medios alternos para simular dicha situación. Sobre el particular se esquematizaron tres conceptos generales que simulan los diversos mecanismos generales existentes en el medio [22].

7.1.1. Definición y conceptos básicos.

Con el análisis de un mecanismo se puede encontrar la respuesta de un sistema mecánico ante diversas sollicitaciones. Permite hallar, por ejemplo, las características del movimiento de una manivela, de la trayectoria descrita por un punto de acoplador o biela, de la velocidad de un punto o de la distribución de acciones de inercia [19].

Inversamente, se conoce como síntesis cuando, dadas unas exigencias de funcionamiento, se crea el mecanismo que resuelva o tienda a resolver dichos requisitos.

Permite encontrar, por ejemplo, las dimensiones de un mecanismo de cuatro barras tal que la manivela conducida genere una relación de parámetros del mecanismo con tres puntos de precisión (tres posiciones del mecanismo), o para que la trayectoria descrita pase por determinados puntos, o para que la velocidad de un punto tenga un valor especificado.

La síntesis de mecanismos permite determinar el mecanismo capaz de ofrecer una respuesta preestablecida.

Se pueden definir, genéricamente, síntesis y análisis como:

SÍNTESIS: “Es un proceso sistemático, sin procedimiento de iteración, de seleccionar y organizar varios elementos de la manera apropiada, para generar las soluciones deseadas, halladas desde unas restricciones y requerimientos de funcionamiento”.

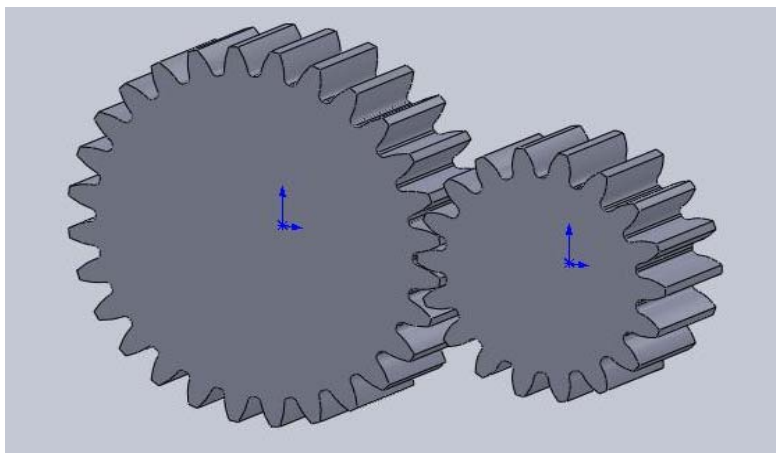
ANÁLISIS: “Es un proceso sistemático para verificar la solución existente”.

Es importante hacer constar que, en los procesos de ingeniería, los problemas de síntesis pueden generar múltiples soluciones aceptables mientras que los problemas de análisis poseen una única respuesta correcta [5].

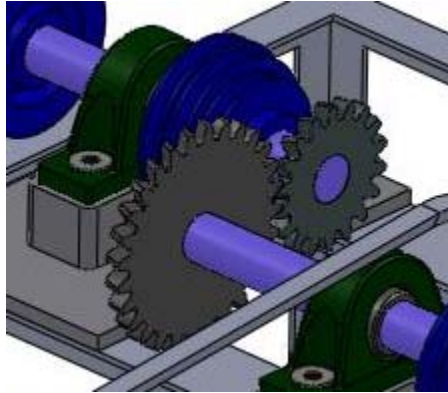
7.1.2. Análisis y formas de transmisión del movimiento.

7.1.2.1. PIÑON ENGRANAJE.

Permite transmitir un movimiento giratorio entre dos ejes paralelos.



7.1.2.1.1. DESCRIPCIÓN



Este sistema consiste, básicamente, en dos ruedas dentadas solidarias con sus ejes, cuyos dientes se encuentran en contacto directo, pudiendo transmitirse el movimiento de una a otra.

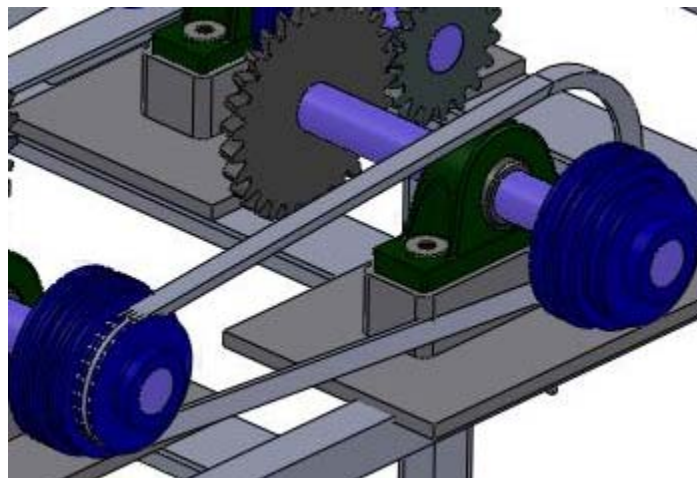
Su utilidad se centra en transmitir un movimiento giratorio entre dos ejes pudiendo modificar las características de velocidad y sentido de giro.

7.1.2.1.2. CARACTERÍSTICAS

Debido a que el único medio de unión entre ambas ruedas es el contacto de sus dientes son empleadas para la transmisión de grandes esfuerzos.

Debido a las características del acoplamiento entre las ruedas, el sentido de giro de ambos ejes es contrario.

7.1.2.2. SISTEMA POLEA-CORREA



Transmite un movimiento giratorio de un eje a otro, pudiendo modificar sus características de velocidad y sentido. Normalmente los ejes tienen que ser paralelos, pero el sistema también puede emplearse con ejes que se cruzan a 90°

7.1.2.2.1. DESCRIPCIÓN

El sistema se compone, básicamente, de dos ejes (conductor y conducido), dos poleas (conductora y conducida) y una correa; a los que se les puede añadir otros operadores como poleas locas o tensores cuya finalidad es mejorar el comportamiento del sistema.

La finalidad de cada operador es la siguiente:

- El Eje conductor es el eje motriz, el que dispone del movimiento que tenemos que transmitir al otro eje.
- El Eje conducido es el eje que tenemos que mover.
- Polea conductora es la que está unida al eje conductor.
- Polea conducida es la que está unida al eje conducido.
- La Correa es un aro flexible que abraza ambas poleas y transmite el movimiento de una a otra.

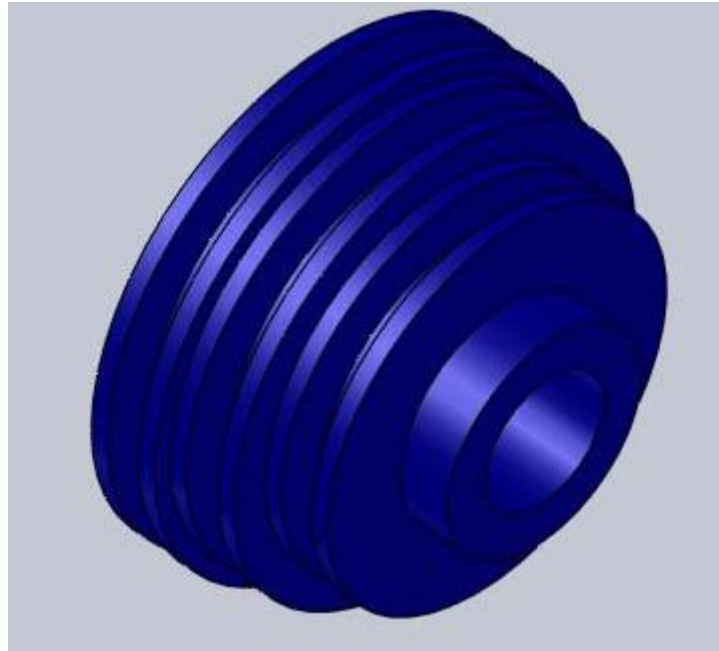
Puede resultar interesante observar que los dos tramos de la correa no se encuentran soportando el mismo esfuerzo de tensión: uno de ellos se encuentra bombeado (flojo) mientras que el otro está totalmente tenso dependiendo del sentido de giro de la polea conductora (en la figura anterior el tramo superior estaría flojo mientras el inferior estaría tenso).

7.1.2.2.2. CARACTERÍSTICAS

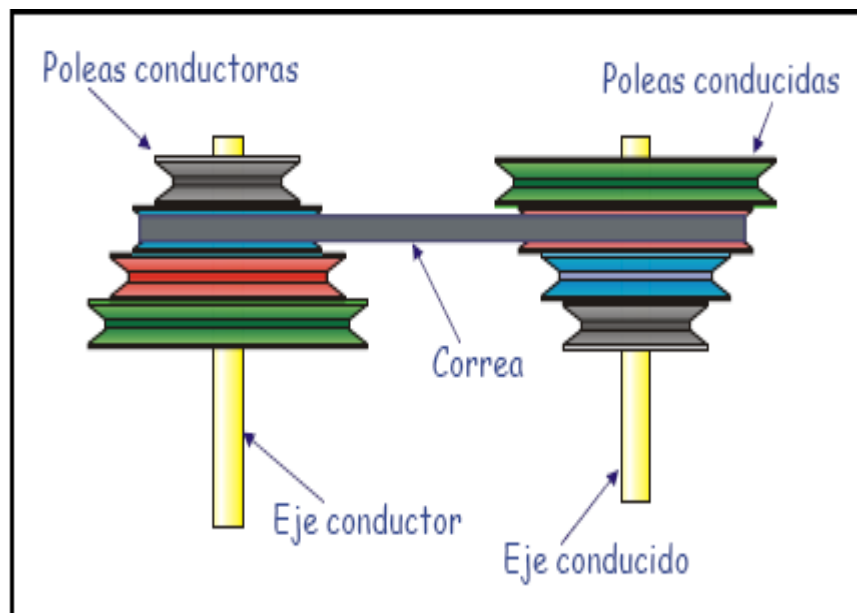
Este sistema de transmisión de movimientos tiene muchas ventajas: mucha fiabilidad, bajo coste, funcionamiento silencioso, no precisa lubricación, tiene una cierta elasticidad... Por estas razones es tan usado en aparatos electrodomésticos (neveras, lavadoras, lavavajillas...), electrónicos (aparatos de vídeo y audio, disqueteras...) y en algunos mecanismos de los motores térmicos (ventilador, distribución, alternador, bomba de agua...).

Su principal desventaja consiste en que cuando la tensión es muy alta la correa puede llegar a salirse de la polea, lo que en algunos casos puede llegar a provocar alguna avería más seria.

7.1.2.3. TREN DE POLEAS

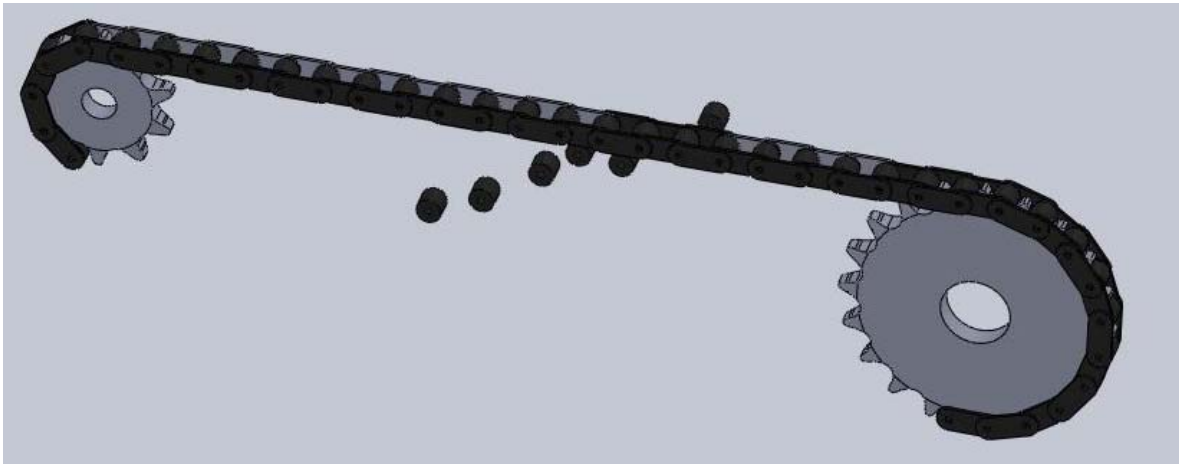


Para conseguir una gran reducción o aumento de la velocidad de giro sin tener que recurrir a diámetros excesivamente grandes o pequeños, se puede hacer uso de poleas dobles con diámetros diferentes (D_a y D_b) montadas sobre un mismo eje.



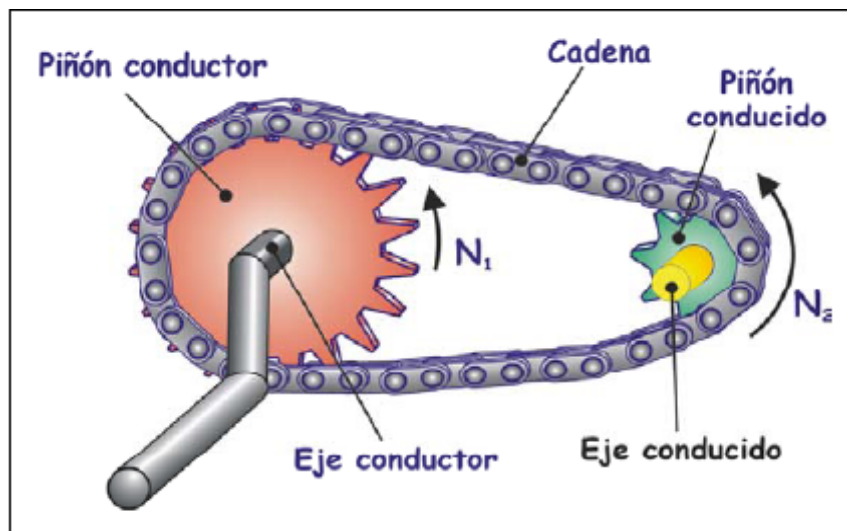
7.1.2.4. SISTEMA CADENA-PIÑÓN

Transmite un movimiento giratorio entre ejes paralelos, pudiendo modificar la velocidad, pero no el sentido de giro.



7.1.2.4.1. DESCRIPCIÓN

Este sistema consta de una cadena sin fin (cerrada) cuyos eslabones engranan con ruedas dentadas (piñones) que están unidas a los ejes de los mecanismos conductor y conducido.



- Las cadenas empleadas en esta transmisión suelen tener libertad de movimiento solo en una dirección y tienen que engranar de manera muy precisa con los dientes de los piñones. Las partes básicas de las cadenas son: placa lateral, rodillo y pasador.
- Las ruedas dentadas suelen ser una placa de acero (aunque también las hay de materiales plásticos) sin cubo.

7.1.2.4.2. RELACIÓN DE VELOCIDADES

Para la relación de transmisión valen todas las ecuaciones deducidas para las poleas, sin más que sustituir el diámetro de las poleas por el número de dientes de los piñones, así se cumple:

$$\text{Relación de velocidades} = \frac{\text{Número de dientes de la rueda conducida}}{\text{Número de dientes de la rueda conductora.}} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

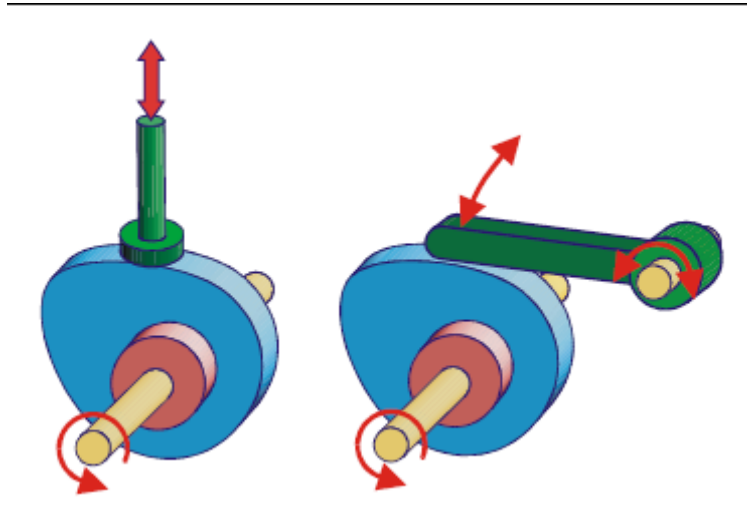
7.1.2.4.3. CARACTERÍSTICAS

Este sistema aporta beneficios sustanciales respecto al sistema correa-polea, pues al emplear cadenas que acoplan en los dientes de los piñones se evita el deslizamiento que se producía entre la correa y la polea.

Otras ventajas e inconvenientes de este sistema pueden ser:

- Presenta la gran ventaja de mantener la relación de transmisión constante (pues no existe deslizamiento) incluso transmitiendo grandes potencias entre los ejes (caso de motos y bicicletas), lo que se traduce en mayor eficiencia mecánica (mejor rendimiento). Además, no necesita estar tan tensa como las correas, lo que se traduce en menores averías en los rodamientos.
- Presenta el inconveniente de ser más costoso, más ruidoso y de funcionamiento menos flexible (en caso de que el eje conducido cese de girar por cualquier causa, el conductor también lo hará, lo que puede producir averías en el mecanismo motor o la ruptura de la cadena), así como el no permitir la inversión del sentido de giro ni la transmisión entre ejes cruzados; además necesita una lubricación (engrase) adecuada.

7.1.2.5. SISTEMA DE LEVAS



Permite obtener un movimiento lineal alternativo, o uno oscilante, a partir de uno giratorio; pero no nos permite obtener el giratorio a partir de uno lineal alternativo (o de uno oscilante). Es un mecanismo no reversible.

7.1.2.5.1. DESCRIPCIÓN

Básicamente el sistema está formado por una leva y un seguidor de leva que puede ser:

- Émbolo. Si queremos que el movimiento de salida sea lineal alternativo.
- Palanca, si queremos que el movimiento de salida sea oscilante.

7.1.2.5.2. CARACTERÍSTICAS

En los mecanismos de levas, el diseño del perfil de leva siempre estará en función del movimiento que queramos que realice el seguidor de leva; por tanto, antes de construir la leva tenemos que saber cuál es el movimiento que queremos realizar. Este mecanismo se emplea en: motores de automóviles (para la apertura y cierre de las válvulas); programadores de lavadoras (para la apertura y cierre de los circuitos que gobiernan su funcionamiento); cerraduras...

8. DISEÑO DE MECANISMOS

8.1. LEVAS.

8.1.1. INTRODUCCIÓN

Las levas son unos mecanismos compuestos generalmente por un eslabón impulsor llamado "leva" y otro eslabón de salida llamado "seguidor" entre los que se transmite el movimiento por contacto directo.

Son mecanismos sencillos, poco costosos, tienen pocas piezas móviles y ocupan espacios reducidos. Además su principal ventaja reside en que se pueden diseñar de forma que se obtenga casi cualquier movimiento deseado del seguidor.

8.1.2. CLASIFICACIÓN

Los mecanismos de leva se pueden clasificar teniendo en cuenta como son la "leva" y el "seguidor".

- a) Leva de placa, llamada también de disco o radial.
- b) Leva de cuña.
- c) Leva cilíndrica o de tambor.
- d) Leva lateral o de cara.
- e) Seguidor de cuña.
- f) Seguidor de cara plana.
- g) Seguidor de rodillo.
- h) Seguidor de cara esférica o zapata curva.

Otra clasificación de las levas se puede hacer teniendo en cuenta el movimiento del seguidor, pudiendo ser éste rectilíneo alternativo (traslación) u oscilante (rotación). Teniendo en cuenta la posición relativa entre el seguidor y la leva, pueden ser de seguidor centrado, cuando el eje del seguidor pasa por el centro de la leva o de seguidor descentrado [22].

8.2. ENGRANAJES RECTOS, HELICOIDALES, CONICOS Y SINFÍN-CORONA.

8.2.1. INTRODUCCIÓN

Para transmitir movimiento entre dos ejes el mecanismo más sencillo es el formado por poleas de fricción. Estas poleas transmiten el movimiento por medio de la rodadura de una con otra.

Para transmitir una determinada potencia por medio de rodadura debe aparecer una fuerza tangencial a las poleas de fricción en el punto de contacto y para conseguir una fuerza tangencial, que será una fuerza de rozamiento, será necesaria una fuerza normal.

Teniendo en cuenta que el coeficiente de rozamiento en unas poleas de fricción puede ser en algunos casos un valor tan bajo como 0.1, resulta que la fuerza normal deberá ser 10 veces superior a la fuerza tangencial necesaria.

Además con las poleas de fricción puede existir deslizamiento, con lo que la relación de transmisión no será exacta.

Para evitar estos problemas se utilizan los engranajes en los que se produce una transmisión de movimiento por contacto directo con deslizamiento, similar al de las levas.

El diente de rueda dentada motora se puede considerar la leva y el diente de la rueda conducida el seguidor, lo que ocurre en los engranajes es que los dientes van entrando en contacto de forma sucesiva [9].

8.2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS ENGRANAJES

Los engranajes se pueden clasificar en función de la posición relativa de los ejes entre los que se transmite el movimiento, clasificándose en los tipos siguientes:

- Engranajes cilíndricos, cuando transmiten el movimiento entre ejes paralelos.
- Engranajes cónicos, transmiten el movimiento entre ejes que se cortan.
- Engranajes hiperbólicos, transmiten el movimiento entre ejes que se cruzan[9].

8.3. TREN DE ENGRANAJES.

Se llaman trenes de engranajes a las combinaciones de ruedas dentadas en las que el movimiento de salida de una pareja de ruedas es el movimiento de entrada de otra pareja.

Los trenes de engranajes se pueden clasificar en:

- Trenes de engranajes de ejes fijos.
- Trenes de engranajes con algún eje móvil, (trenes epicicloidales).

En los trenes de engranajes es importante determinar su relación de transmisión para calcular el movimiento de salida en función del de entrada[9].

8.4. SINTESIS DE MECANISMOS.

Entre los procedimientos utilizados, para obtener por síntesis un mecanismo, se pueden destacar los siguientes:

Síntesis de tipo o de Reuleaux: Esta síntesis consiste en la elección de los tipos de eslabones y mecanismos a emplear (levas, engranajes, resortes, palancas) en el diseño, en función de criterios de equivalencia, bondad y diversas cualidades de los mecanismos.

Síntesis de número o de Gruebler: Esta síntesis trata de los grados de libertad, de las cadenas cinemáticas, de la topología, isomorfismos, inversiones, configuraciones cinemáticas de un número de barras dado, de movilidad dada, etc. Durante este proceso se eligen el número de barras y de pares que van a formar el mecanismo final.

Síntesis estructural o sistemática: Esta síntesis comprende la síntesis de tipo y de número. Normalmente, al efectuar la síntesis de un mecanismo se mezclan la síntesis de tipo y de número y lo que realmente se está realizando es una síntesis estructural, es decir, la elección del tipo de mecanismo (por ejemplo, un conjunto leva-seguidor o un conjunto manivela-biela-balancín, etc.).

Síntesis dimensional o de Burmester: Aunque inicialmente se aplicaba esta denominación a todas las síntesis que determinaban las dimensiones de las barras de un mecanismo (tras haber realizado la síntesis estructural), actualmente se reserva este

nombre para las síntesis geométrico-planas que elaboró Burmester: encuentra las dimensiones (geométricas) de las barras de un mecanismo para unas condiciones geométricas especificadas (guiado de un punto de una trayectoria recta, circular, etc.).

Síntesis de generación de funciones o de coordinación de barras: Aborda el problema de coordinar las barras de entrada y salida de un mecanismo en un número especificado de posiciones [15].

Síntesis de generación de trayectorias: Afronta el problema de ubicar los puntos de las barras de un mecanismo a lo largo de trayectorias preestablecidas.

Síntesis de guiado del cuerpo rígido: Trata el problema de situar el acoplador de un mecanismo en un número especificado de posiciones.

Síntesis exactas: Se aplica este término a la síntesis en las que las condiciones exigidas se pueden satisfacer exactamente.

Síntesis aproximadas: Se utiliza esta denominación con las síntesis en las que las condiciones exigidas no se pueden satisfacer sin cierto error. Debido, por un lado, a los pequeños errores que producen las modernas síntesis aproximadas y, por otro, a que en un mecanismo siempre existen errores constructivos, de desgastes, etc. En la práctica industrial, las síntesis exactas son equivalentes a las aproximadas [5].

Síntesis con puntos de precisión: Se denomina así a las síntesis exactas de un número finito de especificaciones. Por ejemplo: síntesis de generación de funciones con cinco puntos de precisión o síntesis de generación de trayectorias con nueve puntos de precisión.

Síntesis con derivadas de precisión: Se aplica este término a las síntesis en las que existe coincidencia entre las características y derivadas de las características exigidas al mecanismo, y las características y sus derivadas que el mecanismo proporciona.

Síntesis por tanteo gráfico (método “overlay”): Consiste en una síntesis aproximada mediante un proceso de tanteo, ayudado por elementos auxiliares (gráficos superpuestos

en papel transparente o, usando el ordenador, mediante superposición de gráficos contenidos en diferentes capas). En general, no comporta cálculos. Su principal dificultad radica en que después de muchos tanteos se puede estar tan lejos de la solución como en la primera prueba. Su principal ventaja es su sencillez.

Síntesis analíticas, gráficas o grafo-analíticas: Se denominan así las síntesis que emplean procedimientos analíticos, gráficos o mixtos, respectivamente, para su resolución.

Síntesis cinemáticas: Son aquellas síntesis cuyas especificaciones son de tipo cinemático. Por ejemplo, el caso que la velocidad de un punto en una cierta trayectoria sea constante o el caso que la aceleración angular de una barra sea nula, etc.

Síntesis dinámicas: Reciben este nombre las síntesis cuyas especificaciones son dinámicas. Por ejemplo, el caso que el centro de gravedad de un mecanismo sea estacionario o el caso que las fuerzas de inercia sean minimizadas, etc.

Síntesis de Bloch: Se refiere este término a un grupo de síntesis que, empleando la técnica de los números complejos, satisfacen requisitos cinemáticos.

Síntesis planas y espaciales: Síntesis de mecanismos planos y espaciales, respectivamente.

Síntesis de períodos de reposo: Esta síntesis aborda el problema de cuando una barra presenta una detención en un intervalo de su movimiento.

Síntesis de reducción de puntos de posición o de Hain: Es una síntesis dimensional, en el sentido actual del término, en la que es posible aumentar el número de condiciones de síntesis, o facilitar esta, a partir de una selección adecuada de los puntos, de forma que en diversas posiciones estos puntos coincidan.

Síntesis de Chebyshev: Se llaman así a las síntesis que emplean los métodos que desarrolló Chebyshev y que consisten en minimizar la máxima desviación entre una función y la producida por el mecanismo, expresada esta desviación a través de los polinomios de Chebyshev.

Síntesis óptimas: Así se denominan las síntesis aproximadas que emplean las técnicas de optimización.

Síntesis por gráficos de diseño: Se llaman así a las síntesis obtenidas a través de tablas, nomogramas, gráficos y otras ayudas que proceden del análisis previo de muchos mecanismos.

Síntesis de Lohse o método p : Síntesis aproximada para el posicionado múltiple de barras, basada en la curva de polos (Polotkurven).

Síntesis elastocinéticas: Técnica que consiste en involucrar en el proceso de la síntesis las deformaciones elásticas producidas por las fuerzas de inercia y exteriores.

Síntesis elastotérmicas: Técnica que consiste en implicar en el proceso de la síntesis las deformaciones inducidas por la temperatura.

8.5. MECANISMOS DE CUATRO BARRAS

Se denomina mecanismo articulado plano, aquel en el cual todas las trayectorias recorridas, por cualquiera de los puntos de los elementos que componen el mecanismo, están contenidas en un mismo plano (a nivel práctico, en planos paralelos) [20].

Este ejercicio práctico trata sobre los mecanismos articulados planos, centrándose, principalmente, en el cuadrilátero articulado plano.

La práctica consta de dos partes: una primera, donde se efectúa la clasificación de los mecanismos planos de cuatro barras; y una segunda parte en la cual se realizará el estudio cinemático preliminar de un mecanismo.

Se seguirán los siguientes puntos:

- Se realizará un estudio clasificatorio de los mecanismos articulados de cuatro barras, mediante la ley de Grashof. Se efectuarán una serie de ejemplos de aplicación de dicho teorema.
- Se aplicarán los conocimientos de determinación de centros de rotación, ya adquiridos, para hallar los centros instantáneos de rotación de cierto mecanismo. Los mecanismos

articulados de cuatro barras, atendiendo a si alguno de sus elementos puede efectuar una rotación completa, se pueden clasificar en dos categorías:

CLASE I: Al menos una de las barras del mecanismo puede realizar una rotación completa (mecanismos de manivela).

CLASE II: Ninguna de las barras del mecanismo puede realizar una rotación completa (mecanismos de balancín).

El teorema de Grashof proporciona un medio para averiguar la clase a la que pertenece un mecanismo articulado de cuatro barras, con sólo conocer sus dimensiones y disposición. Si un cuadrilátero no cumple dicho teorema pertenece a la clase II.

Definición del teorema de Grashof : “En un cuadrilátero articulado, al menos una de sus barras actuará como manivela, en alguna de las disposiciones posibles, si se verifica que la suma de las longitudes de las barras mayor y menor es igual o inferior a la suma de las longitudes de las otras dos”.

En un cuadrilátero articulado que cumple el teorema de Grashof, además:

A) Si el soporte del mecanismo es la barra menor, las dos barras contiguas a él, actúan de manivelas (mecanismos de doble-manivela). Clase I.

B) Si el soporte del mecanismo es una de las barras contiguas a la menor, la barra menor actúa de manivela y su opuesta de balancín (mecanismos de manivela-balancín). Clase I.

C) Cuando un mecanismo no cumple una de las condiciones anteriores (A o B), las dos barras que giran respecto al soporte, se comportan como balancines (mecanismos de doble-balancín). Clase II.

D) Paralelogramo articulado: Mecanismo donde cada barra es igual a su opuesta (la barra soporte es igual a la biela y la barra conductora es igual a la barra conducida). En este tipo de mecanismos las dos barras contiguas al soporte son manivelas (mecanismos de doble-manivela) [22].

9. ALTERNATIVAS DE DISEÑO.

En el presente capítulo se exponen algunas de las principales ideas generadas, como parte del proceso de diseño, sobre la posible configuración funcional del banco de pruebas, al igual que el esquema del banco seleccionado para un diseño de mayor detalle. Lo anterior, considerando los requerimientos ya definidos en el capítulo anterior.

Como primer paso se realizó un modelo genérico, buscando con esto obtener una concepción general del conjunto y cumplir con las especificaciones ya mencionadas. Dicho modelo sirvió de base para identificar cada una de las partes principales que debe incluir el banco, definiendo los conceptos de los diversos dispositivos que definen la aplicabilidad propuesta del mismo. Estos dispositivos corresponden a un marco estructural principal que soporte los elementos del banco, a los medios de aplicación de transmisión de potencia y los diversos montajes, así como a los mecanismos para proporcionar el movimiento y giro de los ejes.

Para generar el diseño conceptual final, se analizan diversas configuraciones mecánicas para lograr la funcionalidad de los aspectos anteriores, estableciendo las principales ventajas y desventajas. Lo anterior se realizó mediante un proceso reiterativo de diseño, tratando de obtener mejoras progresivas y la compatibilidad de los distintos esquemas y sistemas dentro del banco. Cada alternativa presentada y analizada, constituyó un modelo básico, utilizado en la generación tanto de las configuraciones factibles, como del modelo final.

10. DISEÑO DEL BANCO DIDÁCTICO DE MECANISMOS.

Una vez establecidos los requisitos mínimos con que debe contar, así como la identificación de los probables sistemas que conformarán el banco de pruebas, se propusieron posibles esquemas que cumplieren con tales especificaciones. Las ideas generadas contemplaron, además de estas características generales de operación, la factibilidad de aplicación práctica y de fabricación.

Las principales ideas generadas consideran básicamente el empleo de un marco de soporte para los mecanismos, la aplicación de las cargas en las distintas direcciones especificadas, así como los mecanismos de accionamiento que simulan la movilidad de los mismos. Estos aspectos, en conjunto, conceptualizan la configuración general del banco, tomando en cuenta la integración de los tres movimientos básicos y la aplicación de la carga. Lo anterior implica una completa compatibilidad de operación de estos movimientos, de manera que no se presenten interferencias entre componentes cuando varios movimientos se realicen de manera simultánea. Esto permite identificar condiciones críticas, para desarrollar alternativas dentro del concepto principal. Aunque se identificaron tres conceptos básicos correspondientes a los movimientos requeridos, se analizaron algunas variantes, de las cuales se seleccionaron aquellas con mejores características para integrarlas en el concepto final. En dicho concepto se aplica un desarrollo de mayor detalle, que involucra la selección general de materiales, de componentes, de mecanismos y dispositivos de apoyo como soportes y actuadores mecánicos.

11. CONCLUSIONES:

La capacidad de realización del proyecto fue satisfactoria. Se realizó en primer lugar la investigación y desarrollo de la memoria de proyecto de banco de pruebas y en segundo lugar se construyeron las futuras prácticas. Se recurrió a los conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera, mismos que fueron un factor fundamental en la realización de cálculos, diagramas, investigación bibliográfica, investigación de campo, redacción de documentos, etcétera; que junto con la colaboración de los maestros se pudo realizar el proyecto. La calidad del equipo satisface de manera adecuada los requerimientos y necesidades para la que fue diseñada. El equipo cumple a su vez los requerimientos de un banco de pruebas, satisfaciendo a su vez de que el alumno comprenda el funcionamiento práctico y no solamente en un aspecto teórico. La calidad a su vez ha sido cuidada para que el equipo resista el paso del tiempo y prolongar el tiempo de mantenimiento. La sociedad civil se verá beneficiada con una mejor formación académica de futuros ingenieros capaces y conscientes de las necesidades que requerirá la sociedad en general. La aplicación del prototipo será didáctica ya que en el mercado común no se cuenta con un banco de pruebas de uso didáctico y que cumpla con características antes mencionadas

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

1. - B. A. Leishman, S. J. Drew and B J Stone, 2000. "Torsional vibration of a back gearbox rig Part 1: frequency domain modal analysis". Proc. Instn Mech. Engrs, Part K, Journal of multibody Dynamics, Vol 214 P. 143-162
2. Maurice L. Adams, Jr. 2000. "Rotating Machinery Vibration: from analysis to troubleshooting." Edit. Marcel Dekker, Inc. 2000
3. Cántaro Nakamura. 1967. "Experimental studies about the Effects of Dynamic Loads upon Gear Noise." Bulletin of JSME, Vol. 10, No. 37, P. 180-188
4. Gonzalo González Rey. 2001. "Cálculo de engranajes cilíndricos según normas ISO. Escuela de capacitación de SIME. Cuba
5. Clive L. Dym, Patrick Little. 2002. "El proceso de diseño en ingeniería. Editorial limusa
6. Jesús alvarez Sánchez, Agustín Gordillo graupera. 1984. "Diseño de maquinas de ensayo para ruedas dentadas". Revista construcción de maquinaria". P. 79-91. Cuba.
7. Mott Robert L. 1992. "Diseño de elementos de maquinas", segunda edición, Prentice Hall.
8. Norma ISO 6336 (partes 1,2,3 y 5): "Cálculo de la capacidad de carga de engranajes cilíndricos de dientes rectos". 1996.
9. Joseph E. Shigley, Charles R., Mischke. 2003. "Diseño en ingeniería mecanica". Sexta edición. Edit. Mc. Graw Hill. Mexico
10. Irving L. Kosow: Máquinas Eléctricas y Transformadores, Prentice may, 1991
11. Stephan J. Chapman: Máquinas Eléctricas, Mc Graw Hill, 2000
12. A.E: Fitzgerald , Charles Kingsley: Máquinas Eléctricas, 1992.

13. Jimmie J. Cathey: Máquinas Eléctricas Análisis y Diseño aplicando Matatlab, Mc Graw Hill, 2002.
14. William M. Flanagan, Handbook of transformer design and applications, McGraw-Hill 1992.
15. Delores M. Etter: Solución de problemas de Ingeniería con Matlab. Prentice Hall, 1992
16. Muhammad H. Rashid: Electrónica de Potencia, Pearson Educación, 1995
17. WILLIAM T. Thomson, Teoría de Vibraciones, Prentice may Internacional 1982.
18. WILLIAM W.Seto, Vibraciones mecánicas, McGraw-Hill 1970.
19. RALPH T. Buscarello, Soluciones prácticas a problemas de vibración y mantenimiento de maquinaria, Update Internacional 1985.
20. FAIRES, Virgil M. Diseño de elementos de maquinas Limusa S.A. 1997.
21. NORTON, Robert. Diseño de maquinas, México Prentice Hall, 1999.
22. OCAMPO, Luis Hernando, diseño de accionamientos y transmisiones de maquinas. Colombia: Universidad tecnológica de Pereira, 1997.
23. GROOVER, Mikel P. Fundamentos de manufactura moderna: Prentice Hall Hispanoamérica México: 1997.
24. BEER, Ferdinand P Mecanica de materiales, McGraw Hill Companies INC, Colombia 1982.
25. ROMERO. Piedrahita Carlos. Diseño de árboles para ventiladores Scientia et Técnica Revista N 8 Colombia,1998.
26. CYRIL. M Harris. Manual de medidas acústicas y control de ruido
27. Richetta [On Line]. Disponible en:<http://www.richetta.com.ar/tech/velocidad/default.htm>
28. ROMERO. Piedrahita Carlos, CALLE T. Gabriel Diseño de elementos de maquinas. Universidad Tecnológica de Pereira, Marzo 2005

29. Renold [On Line]. Disponible

en:<http://www.renold.com/Renold/web/site/Products/Couplings/Industrial/IndustrialCouplingsIndex.asp?menuID=28>