

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**  
**OBJETIVOS ESPECÍFICOS - DISEÑO II**

Profesor: Libardo Vanegas Useche – 5 de agosto de 2009

### **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN A LOS ACCIONAMIENTOS DE MÁQUINAS**

- 1.1 Conocer y entender las razones por las cuales son necesarias las transmisiones de máquinas.
- 1.2 Conocer y entender la clasificación de las transmisiones mecánicas, según la manera como transmiten la potencia.
- 1.3 Entender el funcionamiento de las diferentes transmisiones mecánicas.
- 1.4 Conocer y entender las ventajas y desventajas de las diferentes transmisiones mecánicas (incluyendo las subdivisiones) y las ventajas y desventajas de cada una de ellas con respecto a las otras.
- 1.5 Ser capaz de trazar la disposición (esquema) de una transmisión por correas, conociendo la disposición y sentidos de giro de los árboles conductor y conducido.
- 1.6 Conocer la clasificación de las ruedas dentadas según la disposición de los ejes.
- 1.7 Tener una idea general sobre las magnitudes de las potencias y velocidades de giro de una transmisión mecánica, relativas a las otras.

### **CAPÍTULO 2. CÁLCULO DE ACCIONAMIENTOS MECÁNICOS**

- 2.1 Conocer y entender los diferentes tipos de cargas que actúan en una máquina.
- 2.2 Entender una gráfica de carga de una máquina accionada.
- 2.3 Conocer la clasificación de los motores eléctricos, según el tipo de corriente.
- 2.4 Conocer y entender las características, ventajas y desventajas de los distintos tipos de motores eléctricos (motores de corriente continua, motores de corriente alterna, motores sincrónicos, motores de inducción (asincrónicos) con jaula de ardilla o de rotor devanado).
- 2.5 Ser capaz de efectuar una selección previa de un motor eléctrico, bajo ciertos criterios generales, dada una aplicación particular.
- 2.6 Conocer y entender los parámetros de los motores de inducción: frecuencia, par de polos, deslizamiento, velocidad sincrónica y velocidad del motor; entender las ecuaciones que rigen las relaciones entre éstos.
- 2.7 Conocer y entender la curva “par-velocidad” y la curva “par-deslizamiento” de un motor eléctrico de inducción, incluyendo sus puntos característicos.
- 2.8 Dado un listado de datos sobre una máquina accionada, ser capaz de inferir si se puede calcular su potencia.
- 2.9 Conocer la razón por la cual un motor eléctrico de inducción gira a menor velocidad que la sincrónica.
- 2.10 Tener una idea general de cómo debe ser la potencia nominal del motor (mayor, menor o igual) comparada con la de la máquina que moverá, de acuerdo a los tipos de servicio de las máquinas accionadas.
- 2.11 Entender el principio físico por el cual la curva “par – velocidad” de un motor eléctrico de inducción debe estar por encima de la curva “par resistente – velocidad” de la máquina a accionar, en el rango  $0 \leq n \leq n_{nom}$ .
- 2.12 Entender las ecuaciones y los procedimientos utilizados en el cálculo cinemático de un accionamiento, en la selección del motor eléctrico, en el cálculo de los pares de torsión y en la determinación de los diámetros previos de los árboles. Tener claridad sobre la función que cumple cada variable dentro de cada ecuación.
- 2.13 Tener la capacidad de aplicar las ecuaciones referidas en el numeral 2.12 a un problema dado.
- 2.14 Entender las razones por las cuales deben calcularse diámetros previos en los árboles, y usar esfuerzos admisibles relativamente bajos para dichos cálculos.

## 2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

---

### **CAPÍTULO 3. TRANSMISIONES POR CORREA**

- 3.1 Conocer y entender las ventajas y desventajas de las transmisiones por correa plana y en V, y las ventajas y desventajas de éstas con respecto a las transmisiones por cadena y por ruedas dentadas.
- 3.2 Conocer y entender la forma en que opera la transmisión por correa, la tensión inicial, el arco de contacto, la fuerza de fricción.
- 3.3 Conocer los elementos utilizados en las transmisiones por correa.
- 3.4 Conocer los tipos de sección de correas, los materiales comunes y cómo éstos se combinan para formar una correa adecuada.
- 3.5 Conocer los materiales de poleas más comunes.
- 3.6 Conocer los cuatro tipos de correas en V normalizadas, y el campo de aplicación de cada una de ellas.
- 3.7 Conocer y entender las características de las transmisiones por correa, incluyendo las condiciones de funcionamiento óptimo.
- 3.8 Conocer y entender los diferentes tipos de fuerzas que actúan en las correas, y entender las ecuaciones que relacionan éstas entre sí y con otros parámetros de las transmisiones por correa.
- 3.9 Entender las ecuaciones de diseño de transmisiones por correa. Tener claridad sobre la función que cumple cada variable dentro de cada ecuación.
- 3.10 Tener la capacidad de aplicar las ecuaciones de diseño y selección de transmisiones por correa.
- 3.11 Conocer y entender la incidencia positiva o negativa que tiene el tamaño de las poleas sobre el funcionamiento y costo de la transmisión por correa.
- 3.12 Conocer y entender detalles de instalación y mantenimiento de las transmisiones por correa.

### **CAPÍTULO 4. TRANSMISIONES POR CADENA**

- 4.1 Conocer y entender las ventajas y desventajas de las transmisiones por cadena (de rodillos y silenciosa), y las ventajas y desventajas de éstas con respecto a las transmisiones por correa y por ruedas dentadas.
- 4.2 Conocer las disposiciones (esquemas) de las transmisiones por cadena de dos eslabones (horizontal, inclinada y vertical).
- 4.3 Conocer las partes de una cadena de rodillos y la forma en que éstas trabajan.
- 4.4 Conocer los materiales más comunes para la construcción de cadenas y estrellas.
- 4.5 Conocer y entender la forma en que opera la transmisión por cadena de rodillos, la variación de la velocidad y las fuerzas en la cadena.
- 4.6 Entender las ecuaciones de diseño de transmisiones por cadena de rodillos.
- 4.7 Tener la capacidad de aplicar las ecuaciones de diseño y selección de transmisiones por cadena de rodillos.
- 4.8 Conocer y entender las condiciones de funcionamiento óptimo de una transmisión por cadena.
- 4.9 Conocer y entender la incidencia positiva o negativa que tiene el número de dientes de una estrella sobre el funcionamiento y el costo de la transmisión por cadena.
- 4.10 Conocer y entender las condiciones (y sus razones) que deben verificarse al diseñar una transmisión por cadena de rodillos.
- 4.11 Conocer y entender detalles de instalación y mantenimiento y los sistemas de lubricación de transmisiones por cadena.

### **CAPÍTULO 5. TRANSMISIONES POR RUEDAS DENTADAS – GEOMETRÍA Y CINEMÁTICA**

- 5.1 Conocer la ley fundamental de los engranajes y por qué debe cumplirse.
- 5.2 Comprender por qué el perfil de evolvente proporciona acción conjugada.
- 5.3 Conocer la forma en que se obtiene un perfil de evolvente.
- 5.4 Conocer y entender las características del engranaje (acoplamiento) de dos dientes de evolvente: desplazamiento del punto de contacto, línea de acción, segmento de trabajo de la línea de acción, polo de engrane, ángulo de presión, circunferencias primitivas, básicas, exteriores e interiores, relación de transmisión.

- 5.5 Conocer los parámetros principales de los engranes de evolvente cilíndricos, cónicos, de dientes rectos, de dientes helicoidales, de tornillo sinfín (no se pide memorización de fórmulas, sino de parámetros (qué es altura de cabeza, huelgo radial, etc.)).
- 5.6 Entender por qué existe deslizamiento en los flancos de un par de dientes de evolvente acoplados.
- 5.7 Conocer y comprender qué es razón de contacto e interferencia, de qué dependen y cómo se puede mejorar el funcionamiento de un engranaje con respecto a estos dos criterios.
- 5.8 Conocer los métodos de corrección del engrane de evolvente para evitar interferencia.
- 5.9 Saber y entender por qué un par de engranes en contacto debe tener el mismo ángulo de presión y el mismo módulo o paso diametral (diametral pitch).
- 5.10 Conocer las ventajas y desventajas del engrane de evolvente.
- 5.11 Entender el significado y la aplicación del número de dientes equivalente de las ruedas cilíndricas helicoidales y las ruedas cónicas.
- 5.12 Entender por qué y bajo qué condición no ocurre deslizamiento geométrico en las ruedas cónicas.
- 5.13 Conocer y entender las ventajas, desventajas y condiciones de funcionamiento adecuado de las transmisiones por tornillo sinfín.
- 5.14 Comprender la diferencia entre los deslizamientos que ocurren en los dientes de transmisiones dentadas cilíndricas y transmisiones dentadas helicoidales.
- 5.15 Conocer la clasificación de las transmisiones de tornillo sinfín.
- 5.16 Conocer la diferencia entre trenes de engrane múltiple y trenes de engranes locos y la forma en que se calcula la relación de transmisión de cada uno de éstos.

## **CAPÍTULO 6. TRANSMISIONES POR RUEDAS DENTADAS – MÉTODOS DE TALLADO, FALLAS Y LUBRICACIÓN**

- 6.1 Conocer y entender la clasificación de los métodos de obtención de ruedas dentadas, sus ventajas, desventajas, características y para qué son adecuados.
- 6.2 Conocer y entender el principio de los métodos de tallado de engranes: por generación (o rodadura) y de forma (o por copia).
- 6.3 Comprender diferentes métodos de tallado de desbaste de engranes, y ser capaz de analizar las ventajas y desventajas relativas de cada uno de ellos.
- 6.4 Conocer diferentes métodos de acabado de engranajes.
- 6.5 Comprender los factores que afectan la exactitud de las ruedas dentadas.
- 6.6 Comprender la relación existente entre el índice de calidad requerido y la velocidad periférica de los dientes de las ruedas dentadas.
- 6.7 Comprender los diferentes tipos de falla que ocurren en las ruedas dentadas.
- 6.8 Conocer y entender las funciones del lubricante en las transmisiones por ruedas dentadas.
- 6.9 Conocer y entender los métodos de lubricación de ruedas dentadas.
- 6.10 Conocer los tipos de lubricantes usados para engranajes, los datos requeridos para seleccionar los lubricantes y las recomendaciones de lubricación de engranajes.

## **CAPÍTULO 7. TRANSMISIONES POR RUEDAS DENTADAS – CÁLCULO DE LA RESISTENCIA MECÁNICA**

- 7.1 Conocer y entender los dos tipos de falla que sirven de base para el cálculo de las ruedas dentadas.
- 7.2 Comprender la razón por la cual las ecuaciones de la teoría de fatiga, Soderberg y Goodman modificada no se utilizan en el diseño de ruedas dentadas, cuando se sigue el procedimiento de la AGMA.
- 7.3 Entender las siguientes ecuaciones para engranes cilíndricos y cónicos: (i) Lewis, (ii) esfuerzos a flexión AGMA, (iii) resistencia a la fatiga por flexión AGMA, (iv) esfuerzos superficiales AGMA, (v) resistencia a la fatiga superficial AGMA, (vi) factores de seguridad. Entender las variables de las ecuaciones y sus funciones.
- 7.4 Conocer los materiales más comunes de las ruedas dentadas.

## 4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

---

7.5 Conocer y entender las ventajas, desventajas y aplicaciones típicas de los materiales más comunes de las ruedas dentadas.

Nota: para los objetivos 7.4 y 7.5 se recomienda consultar a Norton<sup>[2]</sup> (páginas 748 y 749)

### **CAPÍTULO 10. RODAMIENTOS**

- 10.1 Conocer los elementos, la forma constructiva y el funcionamiento de los rodamientos.
- 10.2 Conocer y entender las ventajas de los rodamientos con respecto a los cojinetes de contacto deslizante.
- 10.3 Conocer y entender las características de los rodamientos.
- 10.4 Conocer y entender las dos formas de clasificación de los rodamientos.
- 10.5 Conocer y entender las características particulares de diferentes tipos de rodamientos.
- 10.6 Conocer y entender el tipo de falla principal (el aceptado) de los rodamientos.
- 10.7 Entender los conceptos de carga dinámica, carga estática y vida  $L_{10}$  de un rodamiento.
- 10.8 Entender la ecuación de vida del rodamiento y la ecuación para el cálculo de la fuerza  $P$  equivalente.

### **CAPÍTULO 11. OTROS ELEMENTOS MECÁNICOS DE LOS ACCIONAMIENTOS: ACOPLERES, CHAVETAS, COJINETES DE CONTACTO DESLIZANTE Y EMBRAGUES Y FRENOS**

- 11.1 Conocer y entender el concepto de acople.
- 11.2 Conocer y entender la clasificación de los acopleres.
- 11.3 Conocer y entender las características de los acopleres rígidos y los flexibles.
- 11.4 Conocer y entender los cuatro tipos de desalineación de los ejes, y entender por qué puede ser necesario permitir éstos en las transmisiones.
- 11.5 Conocer algunos tipos de acopleres; conocer y entender sus características básicas (amortiguación de impactos y vibraciones, juego, etc.).
- 11.6 Conocer y entender el concepto de chaveta.
- 11.7 Conocer tres tipos de chavetas (paralela, inclinada y Woodruff), y conocer y entender sus características.
- 11.8 Conocer el material típico de las chavetas, y por qué se usa ese tipo de material.
- 11.9 Conocer y entender los dos tipos de falla que pueden ocurrir en las chavetas paralelas.
- 11.10 Entender las ecuaciones para el cálculo de esfuerzos y diseño de chavetas.
- 11.11 Saber y entender qué es un cojinete y su clasificación.
- 11.12 Conocer la clasificación de los lubricantes de acuerdo con su estado y conocer lubricantes comunes en cada una de las tres categorías.
- 11.13 Conocer y entender los diferentes tipos de lubricación: (i) de película completa, que puede ser (a) hidrostática, (b) hidrodinámica y (c) elastohidrodinámica; (ii) marginal, y (iii) de película mixta.
- 11.14 Conocer y entender los regímenes de lubricación que suceden durante el arranque, marcha normal y parada de un cojinete.
- 11.15 Conocer y entender la curva fricción contra velocidad relativa en el cojinete.
- 11.16 Conocer las variables que afectan las condiciones de lubricación de los cojinetes, y entender como dichas condiciones tienden a cambiar al variar cada una de ellas.
- 11.17 Conocer y entender las propiedades deseables en los materiales para cojinetes.
- 11.18 Conocer algunas combinaciones comunes de materiales para cojinetes y algunas de sus aplicaciones.
- 11.19 Conocer y entender aspectos referentes a la teoría de la lubricación hidrodinámica: viscosidad, ley de Petroff, cojinete parcial de Beauchamp Tower y trabajo de Reynolds.
- 11.20 Conocer los parámetros que deben determinarse en un cojinete de contacto deslizante.
- 11.21 Saber qué es un embrague y un freno.
- 11.22 Conocer diferentes tipos de embragues y frenos.
- 11.23 Entender el funcionamiento de los frenos o embragues de zapata, de disco o conexión axial, cónicos y de banda

- 11.24 Entender qué es acción autoenergizante o autoaplicante y qué es autotrabamiento en un freno de zapata.
- 11.25 Entender el análisis de un freno o embrague de disco con desgaste uniforme y con presión uniforme.
- 11.26 Entender el análisis de un freno de banda.

Una clasificación de los **procesos de pensamiento** a evaluar son:

- Recuerdo (memorización), comprensión (entendimiento), análisis, aplicación

En los objetivos aparecen palabras como ‘entender’, ‘comprender’, ‘conocer’, ‘inferir’, ‘analizar’, ‘aplicar’, ‘efectuar’; relacione las palabras con los procesos de pensamiento con el fin de entender mejor qué se quiere con cada objetivo.

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- [1] OCAMPO GIL, Luis Hernando. *Diseño de Accionamientos y Transmisiones de Máquinas*. UTP, Pereira 1993.
- [2] NORTON, Robert L. *Diseño de Máquinas*. Ed. Prentice-Hall (Pearson), México. 1999.
- [3] BUDYNAS y NISBETT. *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. 8ª Ed. McGraw-Hill, México 2008.
- [4] Catálogos de elementos de accionamientos de máquinas.