PROGRAMA: TASME GRUPO: 3409545 FECHA: SEPTIEMBRE 15 DE 2026

Aprendiz: Andrés Córdoba Aguirre Instructor: Jimmy Marin Cano

Cuestionario de investigación

Para resolver en casa con apoyo de material entregado por el Instructor.

1. **Explique el principio de funcionamiento de los engranajes helicoidales y compárelo con el de los engranajes rectos.**

- Describa la geometría de los dientes.
- Analice las ventajas y desventajas de cada sistema.
- Mencione aplicaciones industriales donde se prefiera cada uno.

R/: Los engranajes helicoidales tienen sus dientes dispuestos en ángulo formando una hélice alrededor del eje de rotación. Su principio de funcionamiento se basa en un engrane gradual: el contacto comienza en un extremo de un diente y se desplaza progresivamente hacia el otro extremo a medida que la rueda gira, manteniendo más de un par de dientes en contacto simultáneo en todo momento.

Ventajas:

- El paso de la carga es gradual y progresivo.
- Produce poca vibración y ruido.
- Alta capacidad de carga (Gracias a su mayor área de contacto y mejor distribución del esfuerzo).
- Genera empuje axial a lo largo del eje debido a la inclinación del diente.

Desventajas:

- Ligeramente menor eficiencia por la fricción adicional por deslizamiento axial.
- Más complejos de fabricar y requieren un montaje más preciso.

Los engranajes rectos transmiten movimiento entre ejes paralelos mediante dientes tallados de forma totalmente paralela a su eje de rotación. Al engranar, la superficie de contacto de dos dientes ocurre simultáneamente a lo largo de toda su anchura, generando un impacto instantáneo de línea completa.

Ventajas:

- Produce ruido elevado, especialmente a altas velocidades.

- Tiene una capacidad de carga moderada (menor área efectiva de trabajo).
- Tiene una alta eficiencia.
- Son más fáciles y sencillos de fabricar.

Desventajas:

- No genera fuerzas axiales, solo fuerzas radiales y tangenciales.
- Paso de carga repentino (línea completa instantánea).

Aplicaciones Industriales:

- Engranajes Rectos:

Se prefieren en aplicaciones donde la simplicidad, la ausencia de cargas axiales o el costo económico son prioritarios, y donde el ruido no sea una restricción crítica:

- Maquinaria manual y ligera: Tornos convencionales, fresadoras e instrumental de taller.
- Sistemas de baja velocidad: Reductores para cintas transportadoras, montacargas o mecanismos de elevación.
- Electrodomésticos y herramientas: Mecanismos de bajo costo donde el ruido a alta velocidad es insignificante.

- Engranajes Helicoidales

Se eligen cuando se requiere suavidad, alta transmisión de potencia o trabajo continuado a elevadas revoluciones:

- Transmisiones automotrices e industriales: Cajas de cambios mecánicas en automóviles y vehículos pesados para minimizar el ruido en cabina.
- Reductores de alta potencia: Turbinas, turborreactores, compresores de gas y bombas industriales.
- Maquinaria de alta precisión: Equipos donde las vibraciones puedan afectar la tolerancia del proceso final.

---

2. ¿Por qué los engranajes helicoidales generan empuje axial y qué métodos se utilizan para contrarrestarlo?

- Explique el origen de las fuerzas axiales.
- Describa los tipos de rodamientos empleados para soportarlas.

- Indique las consecuencias de no controlar adecuadamente este esfuerzo.

R/: Los engranajes helicoidales generan empuje axial debido a la inclinación en hélice de sus dientes. A diferencia de los engranajes rectos, las fuerzas normales de contacto no actúan únicamente en el plano de rotación, sino que se descomponen tridimensionalmente.

Origen de las Fuerzas Axiales

Cuando dos dientes helicoidales entran en contacto, la fuerza resultante es perpendicular a la superficie del diente inclinado, y se descompone en tres componentes ortogonales:

- Fuerza Tangencial: Es la componente útil que transmite el motor y genera la rotación.
- Fuerza Radial: Tiende a separar los ejes de los engranajes (dirigida hacia el centro del eje).
- Fuerza Axial: Actúa de forma paralela al eje de rotación del engranaje. Su magnitud depende directamente del ángulo de la hélice y del ángulo de presión normal.

Tipos de Rodamientos Empleados

Para soportar y transferir la carga axial desde el árbol hacia la carcasa de la caja de reductores, se seleccionan elementos rodantes específicos:

- Rodamientos de Rodillos Cónicos: Es la solución más habitual para cargas combinadas elevadas (radiales + axiales). Al colocarse montados en oposición (en "X" o en "O"), restringen el desplazamiento axial en ambas direcciones.
- Rodamientos de Bolas de Contacto Angular: Diseñados con un ángulo en las pistas de rodadura para soportar cargas axiales moderadas a altas en una dirección (o en parejas para ambas direcciones) a mayores velocidades.
- Rodamientos Axiales de Rodillos o Bolas (Cojinetes de Empuje): Diseñados exclusivamente para soportar esfuerzos axiales puros, acompañados de rodamientos de agujas o cilíndricos para las cargas radiales.

Consecuencias de no Controlar Adecuadamente el Esfuerzo Axial

Si los soportes no están calculados para absorber esta fuerza, o si el diseño ignora la rigidez axial, se presentan los siguientes fallos:

- Desplazamiento Axial del Eje: El árbol se desliza longitudinalmente, provocando la desalineación de la huella de contacto entre los dientes.
- Desgaste Prematuro y Picado: La concentración de esfuerzos en las aristas de los dientes acelera el desgaste abrasivo y las fallas por fatiga en la superficie.
- Fallo Catastrófico de Rodamientos: Usar rodamientos rígidos de bolas convencionales o de rodillos cilíndricos estándar ante fuerzas axiales elevadas genera sobrecalentamiento, deformación de las pistas y gripado.
- Ruido, Vibraciones y Deformación de Carcasa: El empuje continuo sobre las paredes laterales de la caja reductora puede deformar las tapas de retención, soltar seguros mecánicos y generar holguras en los asientos de los rodamientos.

---

3. Describa las principales fallas que pueden presentarse en un sistema de engranajes helicoidales y proponga acciones de mantenimiento preventivo y correctivo.

R/:

Principales Fallas en Engranajes Helicoidales

1. Picadura (Fatiga Superficial):

La aplicación repetida de altas presiones de contacto Hertzianas genera grietas bajo la superficie de los dientes. Al propagarse, se desprenden pequeños fragmentos de metal, dejando cavidades o cráteres.

Causas principales: Sobrecarga continua, lubricante con viscosidad insuficiente o desalineación angular entre ejes.

2. Micro picadura:

Aparece como una zona grisácea o de aspecto "esmerilado" en los flancos debido al contacto de rugosidades (microasperezas) cuando la película delgada de aceite rompe (régimen de lubricación límite o mixta).

Causas principales: Uso de aceites inadecuados, altas temperaturas de operación y cargas locales elevadas.

3. Gripado o Gripaje:

Transferencia o soldadura microscópica de material de un flanco a otro provocada por el rompimiento total de la película lubricante debido a altas velocidades de deslizamiento y temperaturas extremas.

Causas principales: Pérdida de lubricación, lubricantes sin aditivos de Extrema Presión (EP) o temperaturas operativas fuera de rango.

4. Rotura por Fatiga en la Raíz:

Iniciación de una grieta en el pie o entalle de la raíz del diente provocada por el ciclo repetitivo de flexión. La grieta se propaga horizontalmente hasta que el diente se fractura por completo.

Causas principales: Cargas de impacto (golpes de ariete, paradas bruscas), concentradores de tensión por mecanizado defectuoso o desalineación.

5. Desgaste Abrasivo y Adhesivo

Remoción progresiva de material sobre toda la superficie del diente.

Causas principales: Entrada de partículas contaminantes sólidas en la caja de engranajes (abrasivo) o falta de aditivo anti desgaste en el aceite (adhesivo).

Acciones de Mantenimiento Preventivo y Predictivo

El mantenimiento preventivo busca conservar las condiciones ideales de lubricación y alineación para evitar la iniciación de micro grietas:

Monitoreo y Análisis de Aceite (Predictivo): Realizar ferro grafía cuantitativa y conteo de partículas (código ISO 4406) para detectar desgaste metálico prematuro.

Verificar la viscosidad, el índice de acidez (AN) y el contenido de agua/contaminantes cada 500–1000 horas de uso.

Inspección de Alineación y Holgura: Verificar periódicamente el alineamiento de ejes mediante indicador de carátula o alineación láser (evita la concentración de carga axial en un extremo del diente).

Controlar el backlash (juego entre dientes) para asegurar que se mantenga dentro de las tolerancias de diseño.

Control Térmico y de Vibraciones: Implementar análisis de vibraciones para identificar frecuencias de engrane e indicadores de picadura o dientes rotos antes de que ocurra una falla catastrófica.

Medir la temperatura de la carcasa con termografía infrarroja para detectar sobrecalentamientos por fricción.

Inspección Visual Periódica: Inspeccionar el estado de los flancos utilizando boroscopio a través de los puertos de inspección de la caja reductora.

Acciones de Mantenimiento Correctivo

Cuando la falla ya se ha manifestado o la pieza supera las tolerancias operativas, se ejecutan las siguientes acciones:

Sustitución en Pareja (Piñón y Corona): Reemplazar ambos engranajes acoplados simultáneamente. Instalar un engranaje nuevo con uno desgastado acelera la falla por patrones de contacto desiguales.

Ajuste y Calibración de Rodamientos: Al reemplazar los engranajes o rodamientos (especialmente los cónicos), reajustar la precarga de los rodamientos y las calzas de ajuste para garantizar la absorción correcta del empuje axial.

Limpieza y Lavado del Sistema: Ante eventos de picadura, abrasión o rotura, realizar un lavado completo del cárter de la caja reductora y tuberías con fluido de limpieza industrial para eliminar virutas y restos metálicos antes de cargar el aceite nuevo.

Corrección de Asientos y Alojamiento: Rectificar o reencamisar las cavidades de los rodamientos en la carcasa si sufrieron deformaciones por fuerzas axiales no contenidas.

---

4. Explique la importancia de la lubricación en los engranajes helicoidales.

- Describa las funciones del lubricante.
- Indique los criterios para seleccionar un aceite adecuado.
- Analice las consecuencias de una lubricación deficiente en la vida útil del sistema.

R/: La lubricación en engranajes helicoidales es fundamental debido al componente de deslizamiento relativo que ocurre a lo largo del flanco del diente durante el engrane. A diferencia de los engranajes rectos (donde predomina el rodamiento), la inclinación en hélice genera un rozamiento continuo por deslizamiento que exige una película fluida resistente para evitar el contacto metal-metal.

Funciones Principales del Lubricante

- Reducción del Rozamiento y Desgaste: Forma una película hidrocinética o elastohidrodinámica que separa físicamente las crestas de aspereza de las superficies acopladas, reduciendo la fricción y previniendo la pérdida prematura de material.
- Disipación de Calor: Actúa como fluido refrigerante, absorbiendo el calor generado por el deslizamiento continuo y las pérdidas por agitación, transportándolo hacia la carcasa o hacia un intercambiador de calor.
- Protección Contra la Corrosión y Oxidación: Incorpora aditivos que previenen el ataque químico sobre el acero y bronce provocado por la humedad, el oxígeno o subproductos del envejecimiento del aceite.
- Evacuación y Limpieza de Contaminantes: Arrastra partículas de desgaste, hollín y contaminantes externos hacia el fondo del cárter o los elementos filtrantes, evitando que actúen como abrasivos entre los dientes.
- Amortiguación de Impactos y Ruido: Atenúa las cargas dinámicas de choque y las vibraciones producidas durante la entrada y salida de los dientes en la línea de engrane.

Criterios para Seleccionar un Aceite Adecuado

La selección del lubricante debe alinearse con las especificaciones del fabricante y el estándar AGMA 9005 / ISO 12925:

- Viscosidad Cinemática (ISO VG): Es el parámetro más importante. Se determina según la velocidad en la línea de paso (m/s) y la carga del engranaje:
    - Bajas velocidades y altas cargas: Requieren mayor viscosidad (ej. ISO VG 320, 460) para sostener la película fluida sin romperla.
    - Altas velocidades y bajas cargas: Requieren menor viscosidad (ej. ISO VG 100, 150) para evitar excesivo calentamiento por fricción interna y batido de aceite.

- Tipo de Base Lubricante:
    - Aceites Minerales: Adecuados para rangos de temperatura moderados (-10 °C a 80 °C) y aplicaciones con exigencias estándar.
    - Sintéticos (Polialfaolefinas - PAO, Polialquilenglicoles - PAG): Recomendados para temperaturas extremas, aplicaciones de alta carga, o donde se busquen intervalos extendidos de cambio de aceite y mayor eficiencia energética.

- Paquete de Aditivos:
    - Aditivos de Extrema Presión (EP): Basados en compuestos de azufre-fósforo que reaccionan químicamente con el metal a elevadas temperaturas de contacto para formar una capa protectora que previene el gripado.
    - Aditivos Antidesgaste (AW): Fundamentales para régimen de lubricación mixta.
    - Inhibidores de Corrosión, Herrumbre y Espuma: Evitan la degradación del aceite y el entrampamiento de aire que reduciría la capacidad portante de la película.

Consecuencias de una Lubricación Deficiente en la Vida Útil

Una lubricación inadecuada —ya sea por viscosidad incorrecta, nivel bajo, degradación o contaminación— degrada aceleradamente el sistema

---

5. Una caja reductora industrial utiliza un par de engranajes helicoidales para transmitir movimiento entre un motor y una banda transportadora. Describa:

- El recorrido de la potencia desde el motor hasta la carga.

- Las ventajas de utilizar engranajes helicoidales en esta aplicación.
- Los procedimientos de inspección y mantenimiento que debe realizar un técnico para garantizar la confiabilidad del equipo.

R/: Recorrido de la Potencia desde el Motor hasta la Carga

El flujo de energía mecánica sigue un trayecto secuencial a través de la línea de accionamiento:

[Motor Eléctrico] -> (Acoplamiento de Entrada) -> [Eje de Entrada/Piñón] -> (Engrane Helicoidal) -> [Eje de Salida/Corona] -> (Acoplamiento de Salida) -> [Carga: Banda Transportadora]

- Generación: El motor eléctrico convierte la energía eléctrica en torque y velocidad angular.
- Entrada al Reductor: La potencia se transmite mediante un acoplamiento (flexible o hidráulico) hacia el eje primario o de entrada del reductor.
- Reducción de Velocidad y Multiplicación de Par: El piñón helicoidal (de menor diámetro y número de dientes engrana de forma continua con la corona helicoidal (de mayor diámetro y número de dientes.
- Mediante la relación de transmisión, las RPM disminuyen mientras que el par de salida aumenta proporcionalmente.
- Soporte de Cargas Compuestas: Durante la transferencia de dientes, las fuerzas radiales y las fuerzas axiales generadas por la hélice son absorbidas por los rodamientos de apoyo (ej. cónicos o de contacto angular) fijados a la carcasa.
- Salida y Entrega a la Carga: El eje secundario o de salida transfiere el torque multiplicado hacia el tambor motriz de la banda transportadora mediante un acoplamiento de cadena, brida o eje encajado.

Ventajas de Utilizar Engranajes Helicoidales en la Banda Transportadora

Frente a alternativas como los engranajes rectos o transmisiones por poleas simples, los engranajes helicoidales ofrecen beneficios clave:

- Mayor Capacidad de Carga y Resistencia: La inclinación del diente permite un contacto progresivo y oblicuo. Hay varios dientes en contacto simultáneamente (mayor razón de contacto), distribuyendo la fuerza y soportando mejor los arranques con la banda cargada de material.

- Operación Fluida y Silenciosa: La entrada gradual de los dientes elimina los impactos continuos característicos de los engranajes rectos, reduciendo drásticamente las vibraciones y el ruido en la nave industrial.
- Transmisión Uniforme del Torque: Al no haber interrupciones repentinas en el contacto, el flujo de torque transmitido al tambor de la banda es constante, evitando tirones en la correa transportadora.
- Alta Eficiencia Energética: Los reductores helicoidales mantienen eficiencias elevadas (típicamente entre 95% y 98% por etapa de engrane), disminuyendo las pérdidas térmicas en operaciones continuas de 24/7.

Procedimientos de Inspección y Mantenimiento para el Técnico

Para asegurar la confiabilidad y prevenir paradas no programadas en la línea de producción, el plan de mantenimiento debe dividirse en tres niveles:

- Inspección Rutinaria y Mantenimiento Autónomo (Diario / Semanal)
    - Control de Temperatura y Ruido: Medir la temperatura de la carcasa con pirómetro o termografía (no debe superar los 80 °C en operación continua) y escuchar la presencia de chirridos o ruidos anómalos.
    - Verificación de Nivel y Fugas de Aceite: Inspeccionar el visor de nivel óptico para constatar que el lubricante esté en el rango adecuado y comprobar que las retenciones de entrada/salida no presenten pérdidas.
    - Limpieza de Respiraderos: Limpiar o reemplazar el filtro/respiradero de la caja reductora para evitar la entrada de polvo o humedad y prevenir la acumulación de sobrepresión interna.

- Inspección Predictiva y Periódica (Mensual / Trimestral)
    - Muestreo y Análisis de Aceite: Extraer muestra de lubricante para evaluar presencia de agua, medir viscosidad y realizar análisis de partículas metálicas desgastadas (ferro grafía).
    - Análisis de Vibraciones (FFT): Monitorizar con acelerómetro los puntos de apoyo de los rodamientos para detectar tempranamente frecuencias de falla en engranes o picaduras en rodamientos.
    - Inspección Interna con Boroscopio: Introducir una sonda boroscópica por el puerto de inspección para examinar el desgaste, micro o rayaduras en las caras de los dientes sin desmontar el reductor.

- Mantenimiento Correctivo (Programado)
    - Chequeo de Alineamiento: Verificar periódicamente la alineación láser entre el motor, el reductor y el eje de la banda transportadora, midiendo el backlash (juego entre dientes) con indicador de carátula.
    - Sustitución de Componentes Críticos: Reemplazar rodamientos y retentes tras cumplir sus horas de vida útil B10 calculadas, realizando el ajuste correcto de calzas para tolerar el empuje axial.

---

6. ¿Qué es una cadena de transmisión y cuáles son sus principales componentes?

Describa la función de:

Cadena.

Piñones.

Ejes.

Tensores.

Elementos de lubricación.

R/: Una cadena de transmisión es un sistema mecánico de potencia por empuje directo que transmite par y movimiento giratorio entre dos o más ejes paralelos situados a cierta distancia, manteniendo una relación de velocidad angular fija sin deslizamiento.

- Cadena: Transporta mecánicamente la fuerza de tracción entre el piñón conductor y el conducido mediante el engrose de sus rodillos en los dientes de las ruedas.
- Piñones: Convierte el par vectorial y la velocidad angular del eje en fuerza tangencial hacia la cadena (piñón motriz) y viceversa (piñón conducido), definiendo la relación de transmisión.
- Ejes: Transmite el par motor desde la fuente de potencia hacia el piñón motriz, y transferir la potencia mecánica desde el piñón conducido hacia la máquina de trabajo.
- Tensores: Mantiene la tensión adecuada en el ramal no cargado para absorber la elongación por desgaste, prevenir el desenganche de los

dientes, reducir vibraciones y evitar golpes de látigo durante el arranque o retroceso.

- Elementos de lubricación: Suministra continuamente una película de aceite entre pasadores, casquillos y rodillos para disipar calor, reducir el desgaste por fricción, amortiguar impactos directos y proteger el metal frente a la corrosión.

---

7. Compare las cadenas de transmisión con otros sistemas de transmisión mecánica (correas y engranajes).

En su respuesta incluya:

- Ventajas y desventajas de cada sistema.
- Aplicaciones industriales más comunes.
- Factores que influyen en la selección de cada tipo de transmisión.

R/:

Correas:

- Ventajas:
  - Funcionamiento silencioso y suave.
  - Absorben choques y sobrecargas (deslizan antes de romper).
  - No requieren lubricación; bajo costo inicial.

- Desventajas:
  - Susceptibles a deslizamiento (patinamiento en no sincrónicas).
  - Sensibles a temperatura, aceites y químicos.
  - Generan cargas radiales elevadas en ejes por pretensado.

- Aplicaciones Industriales:
  - Compresores, ventiladores y bombas.
  - Electrodomésticos y automoción (alternador/distribución).
  - Maquinaria ligera y de alta velocidad.

- Factores Críticos que Influyen en la Selección
  - Distancia entre Ejes:
    - Corta (Ejes juntos / Adyacentes): Engranajes.
    - Media (Hasta 4 - 5 metros): Cadenas o Correas.
    - Larga: Correas planas o sistemas de cable.
  - Precisión en la Relación de Transmisión:
    - Si no se permite ningún deslizamiento (sincronismo estricto, distribución de motor, empaquetado): Engranajes, Cadenas o Correas Sincrónicas (Dentadas).
    - Si se busca protección fusible contra atascos: Correas Trapezoidales.
  - Velocidad y Carga (Régimen de Operación):
    - Altas velocidades + Bajas/Medias cargas: Correas.
    - Bajas/Medias velocidades + Altas cargas: Cadenas.
    - Cualquier velocidad + Altas/Extremas cargas: Engranajes.
  - Ambiente de Trabajo:
    - Entornos abrasivos, húmedos, con altas temperaturas o radiación: Cadenas o Engranajes.
    - Entornos limpios, donde la contaminación por lubricante está prohibida (ej. industria alimentaria o textil): Correas sintéticas.
  - Mantenimiento y Costos:
    - Si se busca bajo costo inicial y mantenimiento rápido sin lubricación: Correas.
    - Si se busca máxima vida útil operacional en espacio reducido a pesar del costo: Engranajes.

Engranajes:

- Ventajas:
  - Relación de transmisión exacta y máxima compacidad.
  - Soportan las mayores cargas y pares del mercado.
  - Muy alta eficiencia (98-99% por etapa).

- Desventajas:
  - Requieren alineación y distancia entre ejes muy reducida.
  - Costo de fabricación e instalación elevado.
  - Inflexibles a desalineaciones estructurales.

- Aplicaciones Industriales:
    - Cajas reductoras industriales.
    - Transmisiones marinas y ferroviarias.
    - Prensas, fresadoras y maquinaria pesada de precisión.

---

8. Explique la importancia de la tensión y alineación en una transmisión por cadena.

Describa:

- Cómo se verifica la tensión adecuada.
- Consecuencias de una cadena demasiado tensa o demasiado floja.
- Efectos de una mala alineación sobre la vida útil del sistema.
- Herramientas utilizadas para realizar estas verificaciones.

R/: La tensión y la alineación son los dos factores de instalación que más influyen en la durabilidad de una transmisión por cadena. Incluso con un lubricante adecuado, una deficiencia en cualquiera de estos parámetros acelera el desgaste tribológico de forma exponencial.

- Verificación de la tensión:

  La tensión no se mide de forma rígida como en una correa, sino evaluando la flecha o flechado en el tramo flojo de la cadena (habitualmente el tramo inferior).

- Procedimiento de Verificación:

- Detener e independizar mecánicamente el equipo.
- Aplicar una fuerza manual moderada en el centro del tramo flojo hacia arriba y hacia abajo.
- Medir la deflexión total.
- Criterio estándar de flecha permisible:
- Transmisiones horizontales o inclinadas (< 45°): La flecha ideal oscila entre el 2% y el 3% de la distancia entre centros.
- Transmisiones verticales o inclinadas (> 45°): La flecha debe reducirse al 1% o 2% de para evitar que la cadena cuelgue y pierda el engrane en el piñón inferior.
- Para cargas con impacto o reversión de marcha: Mantener la flecha cercana al 1%.

- Consecuencias de una tensión incorrecta:
  - Cadena demasiado tensa:
    - Desgaste acelerado de la articulación (estiramiento prematuro).
    - Cargas radiales excesivas sobre los rodamientos y ejes.
    - Rotura de la película de lubricante por presión excesiva, generando gripado.
    - Incremento del consumo energético y sobrecalentamiento.
  - Cadena demasiado floja:
    - Salto de dientes en el piñón conducido.
    - Impactos dinámicos violentos en los arranques que pueden fracturar placas o pasadores.
    - Desenganche total de la cadena y enredo en los piñones.
    - Roce directo contra la carcasa de protección.

- Efectos de la Mala Alineación:
  - La alineación garantiza que la fuerza de tracción se distribuya de manera uniforme a lo largo de todo el ancho del pasador y del diente del piñón. Existen dos tipos de desalineación: paralela (ejes desplazados) y angular (ejes no paralelos).
  - Carga Asimétrica: La tracción se concentra en un solo lado de la placa y del diente, duplicando la tensión local.
  - Desgaste en los Flancos Interiores de las Placas: Las placas de la cadena rozan continuamente contra las caras laterales de los dientes del piñón, generando viruta metálica y rebabas.
  - Montado sobre Dientes: En casos severos, los rodillos tienden a "escalar" por el lateral del diente, provocando el descarrilamiento o la rotura de la cadena.
  - Reducción de la Vida Útil: Una desalineación angular superior a puede reducir la vida útil del sistema en más de un 50%.

- Herramientas de Verificación:
  - Para la Verificación de Tensiones:
    - Regla Graduada o Cinta Métrica: Para medir la distancia entre centros y el desplazamiento vertical del tramo flojo.
    - Dinamómetro de Muelle (Probador de Tensión): Permite aplicar una fuerza estandarizada en el centro del tramo para medir la deflexión exacta bajo una carga conocida.
  - Para la Verificación de Alineación:

- Regla Recta de Acero o Hilo de Alineación: Se apoya sobre las caras laterales mecanizadas de ambos piñones. Si la alineación es correcta, la regla debe tocar simultáneamente 4 puntos (dos en cada piñón).
- Equipos de Alineación Láser para Piñones: Proyectan una línea o haz láser desde un transmisor magnético acoplado a un piñón hacia un objetivo alojado en el otro. Permiten corregir desalineaciones paralelas y angulares con precisión sub-milimétrica en transmisiones de gran distancia entre centros.
- Calibrador de Espesores: Utilizado para verificar el juego axial y el paralelismo de las caras del piñón respecto al plano de la regla.

---

9. Una banda transportadora de una planta industrial presenta ruidos excesivos y vibraciones en su sistema de transmisión por cadena.

Como técnico de mantenimiento:

- Identifique las posibles causas de la falla.
- Describa el procedimiento de inspección.
- Proponga las acciones correctivas necesarias.

R/:

- Identificación de Posibles Causas:

- Cadenas o Piñones Desgastados (Elongación por Desgaste): El desgaste en los pasadores y casquillos incrementa el paso de la cadena. Al no coincidir exactamente con el paso del piñón, los rodillos impactan la raíz de los dientes en lugar de asentar suavemente (efecto de "golpeteo").
- Tensión Incorrecta:
    - Cadena demasiado floja: Produce ondas transversales, efecto "látigo" en el ramal flojo y choques contra la carcasa o guías.
    - Cadena demasiado tensa: Genera un zumbido agudo por sobrecarga constante y falta de película de lubricante.
- Desalineación de Piñones: Desalineación paralela o angular que provoca roce de las placas laterales contra las caras de los dientes.
- Lubricación Inadecuada o Contaminación: Falta de lubricante, uso de viscosidad incorrecta o acumulación de material transportado (polvo/arena) en los articulados.

- Efecto Cordal: Común cuando se utilizan piñones con muy pocos dientes (menos de 17 dientes) a velocidades elevadas, lo que genera variaciones cíclicas de velocidad y vibración lineal.
- Falla en Rodamientos de Soporte: Rodamientos de los ejes motriz o conducido con picadura o soltura en su alojamiento.

- Procedimiento de Inspección Paso a Paso:

- Seguridad y Aislamiento: Aislar la fuente de potencia aplicando el procedimiento de Bloqueo y Etiquetado. Asegurarse de que la banda no tenga carga residual que pueda hacer girar los ejes.
- Inspección Visual Inicial y Limpieza: Retirar la guarda de protección. Inspeccionar la presencia de residuos, viruta metálica (indicio de desalineación) y el estado del lubricante (color, viscosidad, presencia de partículas).
- Medición de la Tensión y Flecha: Aplicar fuerza en el centro del tramo flojo y medir la flecha. Comprobar si está fuera del rango del 2% al 3% de la distancia entre centros.
- Verificación de Alineación: Colocar una regla de acero de precisión o un alineador láser sobre las caras mecanizadas de ambos piñones. Comprobar si existen desviaciones angulares o paralelas.
- Evaluación de Desgaste (Elongación y Dientes):
    - Cadena: Medir la longitud de un tramo de 10 a 20 eslabones tensos con un calibrador de cadenas o pie de rey. Si la elongación supera el 1.5% - 2% respecto a la medida nominal, la cadena debe ser reemplazada.
    - Piñones: Inspeccionar si los dientes presentan desgaste en forma de "anzuelo" o ahuecamiento.
- Chequeo de Ejes y Rodamientos: Montar un indicador de carátula en la estructura para verificar la excentricidad o juego axial en los ejes y comprobar si hay holguras en las chumaceras.

- Acciones correctivas propuestas:

- Elongación de la cadena > 1.5% - 2%:
    - Reemplazar la cadena. Si el desgaste en los dientes del piñón es apreciable, cambiar piñones y cadena simultáneamente para no destruir la cadena nueva.
- Dientes con forma de anzuelo:
    - Reemplazar los piñones. Nunca instalar una cadena nueva sobre piñones desgastados.

- Flecha incorrecta:
    - Ajustar la distancia entre centros desplazando el motor/chumacera mediante los tornillos tensores, o agregar/quitar eslabones (utilizando un eslabón de medio paso si es necesario).
- Desalineación angular o paralela:
    - Aflojar los prisioneros del piñón y reubicarlo axialmente sobre el eje, o calzar las chumaceras para garantizar paralelismo de ejes.
- Lubricante contaminado o seco:
    - Realizar lavado de la cadena con desengrasante industrial, secar y aplicar un lubricante para cadenas de alta adherencia con aditivos anti desgaste (AW/EP).
- Vibración por efecto cordal:
    - Si el diseño lo permite, reemplazar el piñón por uno de mayor número de dientes manteniendo la relación de transmisión en la corona.