

## Proyecto Final

# Tecnicatura Superior en Mantenimiento Industrial

Proyecto: cambios en sistema de motor reductor

Alumno: María Laura Charles Mengeon

Profesor auxiliar: Silvia Delaloye

# Índice

1.introduccion

2.problematica

3.objetivos

4.plan de soluciones

5.cálculos de la transmisión usada

5.1 velocidad en rpm del reductor

5.2 velocidad trasmisión por cadenas

6.cálculos de la transmisión con modificaciones

6.1 sistema modificado motor-reductor

6.2 sistema trasmisión reductor a mesa alimentadora

7.conclusión

# 1-Introducción

El siguiente trabajo deriva de una problemática presentada en un aserradero específicamente en la máquina que realiza el primer corte de tablas luego del descortezado.

La máquina es una sierra sin fin con motor de 30hp 1500rpm la cual además cuenta con una mesa con sistema de rodillos (rolos) llamada alimentador que es lo que impulsa la madera hacia adelante y hacia atrás ; el movimiento de los rolos es producido por un motor trifásico de 2hp 1400rpm con reductor 20-1 y transmisión mediante cadenas, también cuenta con un variador de velocidad para regular la misma según la densidad y el contenido de humedad de la madera son las propiedades físicas que deben tomarse en cuenta durante el proceso de aserrío.

La densidad de la madera se define como el peso que posee la madera por unidad de volumen. Especies de madera con alta densidad poseen una mayor cantidad de materia en un volumen definido que las maderas con baja densidad.

A mayor densidad de la madera, mayor cantidad de material a aserrar, mayor resistencia al corte, mayor esfuerzo, fricción y temperatura.

Factores relacionados con las condiciones de corte.

Velocidad de alimentación: La resistencia de la madera al corte, aumenta cuando la velocidad de alimentación es alta, ya que, los dientes de la cinta no tienen tiempo ni espacio para evacuar el aserrín, provocando el truncamiento del corte.

Velocidad de corte: Los estándares de velocidad de corte o velocidad de desplazamiento del diente, están relacionados con el diámetro del volante y la dureza de la madera.

La velocidad de corte (velocidad lineal de la sierra) se considera constante en cada equipo y generalmente varía entre 25 a 50 metros por segundo, variando de una máquina a otra. Esta depende de los factores de diseño, como de las sierras a utilizar y las revoluciones por minuto de los motores y sus relaciones de giro con los volantes.

Pero en este caso nosotros tendremos en cuenta la velocidad del alimentador el cual debería ser entre 0,8m/s y 1m/s para tener una velocidad adecuada a la madera que allí se trabaja (eucaliptus de baja y media densidad).

## 2-Problemática

Durante el corte de las trozas se frenaba la potencia del alimentador produciéndose un movimiento en las cadenas de la transmisión que se trasladaba a toda la mesa con rodillos, esta acción con el tiempo se producía la rotura del motor reductor específicamente en la unión del motor con el reductor, además el operario debía realizar una fuerza adicional levantando la troza para quitar el peso de dicha mesa para lograr que no se frenara el avance y realizar el corte. Cabe destacar que no salía con buena calidad.

Cuando se producía la rotura del motor reductor el tiempo de parada para solucionarlo afectaba considerablemente la producción.



Imagen a modo de muestra de motor reductor usado

Lugar donde se producía la rotura

## 3-objetivos

- Modificar el sistema de transmisión entre el motor y el reductor.
- Regular velocidad de alimentación para trabajo más eficiente.
- Cumplir objetivos de producción.

## 4-Plan de soluciones

Se plantea un cambio de sistema de transmisión. el motor reductor que en un principio estaba unido mediante un eje, se propone la separación de los mismos y que la transmisión se realice mediante poleas y correa en V para evitar que el movimiento brusco producido por el frenado del corte por falta de potencia produzca la rotura de los tornillos que unen el motor con el reductor.

También se plantean los cálculos del conjunto de transmisión para que se tenga la velocidad requerida.

Se necesita sacar los cálculos para que el nuevo diseño proporcione tanto la potencia como la velocidad necesaria para realizar el trabajo.

## 5-Cálculos de transmisión usada

El motor entrega una velocidad de 1400 rpm la cual con el reductor 1-20 tenemos una velocidad de 70 rpm que es transmitida a una corona de 35 dientes y esta a su vez está unida mediante una cadena a rodillo N°60(paso  $\frac{3}{4}$ ) a un piñón de 14 dientes con una distancia entre ejes de 38cm.

### 5.1 Velocidad en rpm del reductor:

$$1400\text{rpm}/20=70\text{rpm}$$

### 5.2 Velocidad transmitida por el sistema de transmisión por cadenas

#### Cálculo de potencia de diseño

Pd: potencia de diseño

Pm: potencia del motor

Fs: factor de servicio (este lo sacamos de tabla)

FACTORES DE SERVICIO			
TABLA 7.8 Factores de servicio para transmisiones por cadenas			
Tipo de carga	Tipo de impulsor		
	Impulsor hidráulico	Motor eléctrico o turbina	Motor de combustión interna
Uniforme (agitadores, ventiladores, transporte con carga ligera y uniforme).	1.0	1.0	1.2
Choque moderado (máquinas herramienta, grúas, transportadores pesados, mezcladores de alimento y molinos).	1.2	1.3	1.4
Choque pesado (prensas de troquelado, molinos de martillos, transportadores alternos, accionamientos de molino de rodillos).	1.4	1.5	1.7

Fuente: diseño de elementos de máquina Robert L. Mott

$$Pd = Pm \cdot Fs$$

$$Pd = 2hp \cdot 1,5 = 3hp$$

### Cálculo de relación de transmisión

K= Relación de transmisión

Za=cantidad de dientes rueda conducida=14Z

Zm=cantidad de dientes rueda motriz=35Z

Na=rpm Sprocket conducida (en este caso piñón)

Nm=rpm rueda conductora (corona)

$$K = \frac{Za}{Zm} = \frac{Na}{Nm} = \frac{14Z}{35Z} = 0,4$$

### Calculo velocidad sprocket conducido

$$Na = 70rpm \cdot 0,4 = 28rpm$$

### Calculo velocidad media de la cadena

$$Vt = \omega m \cdot rm$$

#### Primero calculo rm

$$rm(m) = \frac{Zm \cdot P(in)}{2\pi}$$

$$rm = \frac{35 \times 0,75 \text{ in}}{2\pi} \times \frac{25,4mm}{1in} \times \frac{1m}{1000mm} = 0,11m$$

#### Luego calculo la velocidad tangencial

$$\omega \frac{rad}{s} = N(rpm) \frac{2\pi}{60} = 70rpm \frac{2\pi}{60} = 7,33 \frac{rad}{s}$$

Ahora con estos cálculos finalmente se puede calcular la velocidad media de la cadena

$$Vt = 7,33 \frac{rad}{s} \cdot 0,11m = 0,81m/s$$

También se necesita calcular la fuerza periférica

$$F(N) = \frac{Pd(W)}{Vt\left(\frac{m}{s}\right)}$$

Primeramente, se deberá realizar la conversión de Hp a W

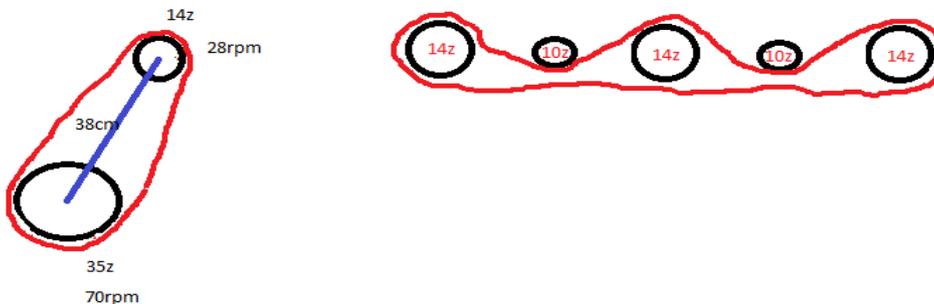
$$\frac{3Hp \cdot 0,7457KW}{1Hp} = 2,23KW$$

Entonces

$$F(KN) = \frac{2,23KW}{0,81m/s} = 2,75KN$$

Cálculos de la velocidad de los rolos de la mesa alimentadora

Esquema de transmisión



La velocidad media de la cadena es de 0,81 m/s

el sprocket tiene 14Z por lo tanto se procede a sacar el calculo de la circunferencia para luego determinar la velocidad de los rolos.

$$14 \cdot 0,75in \cdot \frac{25,4mm}{1in} = 266,7mm$$

Relación de transmisión entre sprocket y rolos

Se midió la circunferencia de los rolos siendo esta de 410mm

$$k = \frac{410mm}{266,7mm} = 1,537$$

Velocidad de los rolos

$$0,81 \frac{m}{s} \cdot 1,537 = 1,24 \frac{m}{s}$$

## 6-Cálculos de transmisión modificada

### 6.1

Después de que se conocen los cálculos de la transmisión existente se decide primeramente para no modificar los valores del sistema motor-reductor utilizar poleas del mismo diámetro en cada eje, lo que se debe conocer es el N° de correa a utilizar y si la distancia entre ejes elegida se ajusta a los parámetros necesarios.

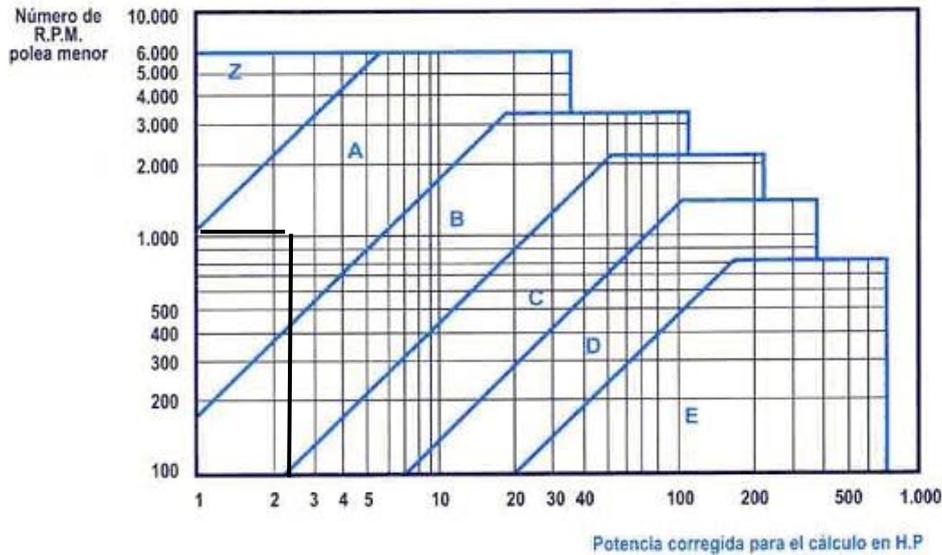
Se calcula teniendo en cuenta una distancia entre los ejes de las poleas de 24cm

#### Cálculo de potencia corregida

$$P_c = P \cdot F_{cp} = 2hp \cdot 1,1 = 2,2hp$$

Máquinas motrices	Motores eléctricos cd = 2 cn Motores térmicos multicilindros > 600 rpm			Motores eléctricos c maxi > 2 cn Monocilindro < 600 rpm		
	< 6 h/d	6 a 16 h/d	16 a 24 h/d	< 6 h/d	6 a 16 h/d	16 a 24 h/d
<i>Cargas uniformes ligeras:</i> Agitadores para líquidos, bombas y compresores centrifugos-ventiladores hasta 7,5 Kw Pequeños transportadores	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
<i>Cargas uniformes medias:</i> Transportadores de cinta (arena, grano) Ventiladores superiores 7,5 Kw Generadores-alternadores, máquinas herramientas Maquinaria artes gráficas, prensas, cizallas, lavadoras, bombas rotativas.	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
<i>Cargas irregulares con sobrecargas:</i> Maquinaria para ladrillos y cerámica Elevadores con canchilones. Compresores y bombas de pistones. Maquinaria papel. Pulverizadores. Maquinaria textil.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
<i>Cargas irregulares y sobrecargas importantes:</i> Molinos, machacadoras, laminadoras, calandras mezcladoras. Gruas, dragas.	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8
Cargas muy irregulares y grandes sobrecargas.	2	2	2	2	2	2

Según tabla se opta por una correa de sección A



La siguiente tabla muestra los diámetros primitivos (Polea Menor), recomendados para las diferentes secciones de correas.

Tabla N° 1							Tabla N° 1						
Ø mm	Z	A	B	C	D	E	Ø mm	Z	A	B	C	D	E
50							315	••	••	••			
53							355	•	•	•	•	••	
56							375		•	•	•	•	
60	•						400	••	••	••	••	••	
63	••						425					•	
67	•						450	•	•	•	•	••	
71	••	•					475					•	
75	••	•					500	••	••	••	••	••	••
80	••	•					530						•
90	•	••					560	•	•	•	•	••	
95		•					600		•	•	•	•	
100	••	••					630	••	••	••	••	••	••
106		•					670						•
112	•	••					710	•	•	•	•	•	••
118		•	•				750		•	•	•	•	
125	••	••	•				800		••	••	••	••	••
132		••	•				900		•	•	•	•	
140	•	••	••				1000		••	••	••	••	••
150	•	•	•				1060					•	
160	••	••	••				1120				•	•	•
170		•	•				1250				••	••	••
180	•	••	••	•			1400				•	•	•
200	••	••	••	••			1500					•	•
212				•			1600				••	••	••
224	•	•	•	••			1800					•	•
236				•			1900						•
250	•	••	••	••			2000					••	••
265				•			2240						•
280		•	•	••			2500						••
300		•	•	•			3000						

Según normas BS 3790

• Diámetro especificado. •• Diámetro especialmente recomendado.

La distancia entre ejes ya se conoce ahora resta saber el N° de correa y verificar si está bien determinada.

Para determinar la distancia entre ejes se realiza el siguiente calculo

$$l \geq \frac{(k + 1) \cdot d}{2} + d$$

Como las poleas son del mismo diámetro  $k=1$

$$\frac{(1 + 1) \cdot 100mm}{2} + 100mm = 150mm$$

Realizado este cálculo se verifica que la distancia entre ejes es aceptable.

Cálculo de longitud de la correa

$$L = 2 \cdot l + 1,57 \cdot (D + d) + \frac{(D - d)^2}{4 \cdot l}$$

$$L = 2 \cdot 240mm + 1,57 \cdot (100mm + 100mm) + \frac{(100mm - 100mm)^2}{4 \cdot 240mm}$$

$$L = 794mm$$

Se selecciona una correa sección A N°30 que coincide con los datos de los cálculos con la tabla de correas.

El arco de contacto para esta transmisión es óptimo ya que  $K=1$

Cálculo de la velocidad tangencial de la correa

$$Vt \left[ \frac{m}{s} \right] = \omega \left[ \frac{rad}{s} \right] \cdot r(m) = \omega \left[ \frac{rad}{s} \right] \cdot \frac{d}{2} [m]$$

$$\omega = N(rpm) \cdot \frac{2\pi}{60}$$

$$\omega = 1400rpm \cdot \frac{2\pi}{60} = 146,6 \left[ \frac{rad}{s} \right]$$

$$Vt \left[ \frac{m}{s} \right] = 146,6 \left[ \frac{rad}{s} \right] \cdot \frac{100}{2} (m) = 7,33 m/s$$

La velocidad tangencial es menor a 30m/s por lo tanto verifica para la prestación

Cálculo de la prestación base

$$Pbk = Pb + Pad$$

$$Pbk = 2.05 \cdot 1,1 = 2,2$$

Con este cálculo verificamos que una correa nos provee la potencia necesaria para el correcto funcionamiento del sistema.



Imagen a modo  
ilustrativo del nuevo  
sistema moto-reductor

## 6.2

Para bajar un poco la velocidad de la transmisión por cadenas que es transmitida por el reductor se calcula la velocidad y potencia resultante de cambiar la corona motriz originaria de 35 Z por una de 24 Z

### Cálculo de relación de transmisión

K= Relación de transmisión

Za=cantidad de dientes rueda conducida=14Z

Zm=cantidad de dientes rueda motriz=24Z

Na=rpm Sprocket conducida (en este caso piñón)

Nm=rpm rueda conductora (corona)

$$K = \frac{Za}{Zm} = \frac{Na}{Nm} = \frac{14Z}{24Z} = 0,58$$

### Calculo velocidad sprocket conducido

$$Na = 70rpm. 0,58 = 41rpm$$

### Calculo velocidad media de la cadena

$$Vt = \omega m. rm$$

#### Primero calculo rm

$$rm(m) = \frac{Zm. P(in)}{2\pi}$$

$$rm = \frac{24 \times 0,75 \text{ in}}{2\pi} \times \frac{25,4mm}{1in} \times \frac{1m}{1000mm} = 0,07m$$

#### Luego calculo la velocidad tangencial

$$\omega \frac{rad}{s} = N(rpm) \frac{2\pi}{60} = 70rpm \frac{2\pi}{60} = 7,33 \frac{rad}{s}$$

Ahora con estos cálculos finalmente se puede calcular la velocidad media de la cadena

$$Vt = 7,33 \frac{rad}{s} \cdot 0,07m = 0,53m/s$$

También se necesita calcular la fuerza periférica

$$F(N) = \frac{Pd(W)}{Vt\left(\frac{m}{s}\right)}$$

Primeramente, se deberá realizar la conversión de Hp a W

$$\frac{3Hp \cdot 0,7457KW}{1Hp} = 2,23KW$$

Entonces

$$F(KN) = \frac{2,23KW}{0,53m/s} = 1,18KN$$

Cálculos de la velocidad de los rolos de la mesa alimentadora

$$k=410mm/(266,7mm)=1,537$$

## Velocidad de los rolos de la mesa alimentadora

$$0,53 \text{ m/s} \cdot 1,537 = 0,81 \text{ m/s}$$



## 7-conclusion

- Modificar el sistema de transmisión entre el motor y el reductor.

Esta modificación solucionó el problema que surgía por la ruptura que era de forma imprevista obligando a realizar mantenimiento correctivo, el cual sabe por estudios realizados, que puede llegar a tener un costo 3 veces mas alto que un mantenimiento predictivo.

Este mantenimiento no lograba solucionar definitivamente el problema ya que seguía teniendo fallas impredecibles.

Después de analizar la problemática se llegó a la conclusión que cambiar por una transmisión flexible seria una solución de bajo costo con grandes beneficios para la empresa.

- Regular velocidad de alimentación para trabajo más eficiente.

Otra cuestión que se tuvo en cuenta es la reducción de la velocidad de alimentación ya que el operario en muchas oportunidades usaba la maquina en su velocidad máxima produciéndose un frenado abrupto de la alimentación lo que generaba una perdida de tiempo de producción cuando se debía esperar el nuevo arranque de la misma.

- Cumplir objetivo de producción

la perdida de tiempo generaba que la empresa no cumpliera su objetivo de 12000 p2 diarios con lo cual sufría perdidas difíciles de prever.

con el nuevo sistema implementado después de 180 horas de trabajo se contabilizo una producción de aproximadamente unos 14000p2 diarios.

GRACIAS POR SU ATENCION.

BIBLIOGRAFIA: cuadernillo de Elementos De Maquinas editado por Profesor Alcides Burna.