



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

DISEÑO MECÁNICO Y DIBUJO EN INGENIERÍA

DISEÑO DE BANDA TRANSPORTADORA PARA EL PROCESO DE PRODUCTOS LÁCTEOS

TRABAJO RECEPCIONAL EN LA MODALIDAD DE:

ANTEPROYECTO

PRESENTA:

JHOVANNY VÁZQUEZ RUIZ

ASESORES:

Asesor externo: ING. Cutberto de Jesus Vásquez
Valdiviezo

Asesor interno: M.I. Lorenzo Marciano Vazquez

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.

21 SEPTIEMBRE DE 2017

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
JUSTIFICACIÓN	3
Capítulo 1: Marco Teórico.....	4
1.- MARCO TEÓRICO.....	5
1.1 Manejo de materiales y productos en un proceso industrial	5
1.2 Historia de las bandas transportadoras	6
1.3 Bandas transportadoras.....	7
1.4 Partes que constituyen una banda transportadora	9
1.4.1 Banda cerrada flexible.....	9
1.4.2 Rodillos	11
1.4.3 Tambores.....	12
1.4.4 Dispositivos de tensado	13
1.4.5 Bastidores	13
1.4.6 Motorreductor.....	14
1.4.7 Otros componentes de la banda transportadora	14
1.5- Tipos de bandas transportadoras	14
1.5.1- Banda de rodillos.....	14
1.5.2- Bandas con ruedas	15
1.5.3- Bandas planas.....	16
1.5.4- Bandas con cadenas	17
1.5.5- Bandas con listones.....	18
1.5.6- Bandas aéreas de carros	18
1.5.7- Bandas por cable enterrado.....	19
1.5.8- Bandas de carro sobre rieles.....	20
Capítulo 2: Diseño	21
2.1 – Criterios de diseño.....	22
2.1.1- Material a transportar.....	22
2.1.2- Velocidad de la banda	23

2.1.3- Velocidad límite para el material de manejo.....	23
2.2- Clases de cargado, área de sección transversal y volumen determinados por el material... ..	24
2.2.1- Ancho de la banda determinada por la capacidad.	24
2.2.2- Selección de soportes de rodillo.	24
2.2.3- Espaciamiento de los soportes de rodillos.....	25
2.2.4- Alineación de la banda en los soportes de rodillos.....	25
2.3- Análisis de fuerzas.....	25
2.4- Tipos de tensores.	26
2.4.1- Localización de los tensores.....	27
2.4.2- Cantidad de estiramiento requerida.....	27
2.5- Ecuaciones para determinar las tensiones de la banda.....	28
2.6- Especificaciones o datos básicos para el diseño de la banda transportadora.....	30
2.6.1- Calculo del ancho y velocidad de la banda	31
2.6.2 Selección del espaciamiento de los soportes de rodillo	31
2.6.3 Determinación de tensiones de la banda.....	32
2.6.4- Cálculo de la longitud de la banda	35
2.7- Cálculo y selección del equipo motor.	36
2.8- Calculo y selección de sprockets (pesos y diámetros) y cadenas para relación auxiliar.....	39
2.9- Análisis de fuerzas en la polea motriz.....	39
Capítulo 3: Mantenimiento y Recomendaciones.....	45
3.1- Definición de mantenimiento	46
3.2- Clasificación del mantenimiento.....	47
3.3- Principios del mantenimiento	47
3.3.1- Programas de mantenimiento	48
3.3.2- Políticas de mantenimiento	49
3.4- Conformación del departamento de mantenimiento.....	50
3.5- Definición y clasificación de fallas.....	50
3.6- Mantenimiento de la banda transportadora	51
3.6.1- Programa de mantenimiento preventivo	52
3.6.2- Mantenimiento del Motorreductor	53
3.6.3- Mantenimiento del motor eléctrico	55
3.6.4- Alineación y centrado de la banda transportadora	56
3.7- Recomendaciones de seguridad.	58

3.7.1- Recomendaciones para la inspección de la transmisión de la banda.....	58
3.8- Recomendaciones para la manipulación de piezas.	59
3.9- Recomendaciones para el uso de herramientas manuales	59
Recomendaciones	59
CONCLUSIONES	61
BIBLIOGRAFIA.....	62

INTRODUCCIÓN

Existen muchos tipos de transportadores de carga, siendo uno de los mas usados el transportador de banda dicho tipo de transportador existe en diferentes tamaños desde los que transportan minerales que pueden tener hasta 1,000 pies de longitud hasta las pequeñas bandas de 10 pulgadas que forman parte de sistemas automáticos de movimientos secuenciales.

En la actualidad, el procesamiento de un producto industrial, agroindustrial, agrícola y minero están sujetos a diferentes movimientos, ya sean en sentido vertical, horizontal e inclinados. Las Cintas o bandas Transportadoras, vienen desempeñando un rol muy importante en los diferentes procesos industriales y esta se debe a varias razones entre las que destacamos las grandes distancias a las que se efectúa el transportador, su facilidad de adaptación al terreno, su gran capacidad de transporte, la posibilidad de transporte diversos materiales (minerales, vegetales, combustibles, fertilizantes, materiales empleados en la construcción etc.) Es por esta razón que surge la inquietud de realizar el proyecto de la banda Transportadora, en el cual no solo se abarcara cálculos de diseños y selección de todos los componentes; si no también se elabora para el transporte de cajas de la empresa lácteos de Chiapas de S.A de C.V.

OBJETIVOS

Objetivo general

Diseñar e implementar una banda de traslado de la empaquetadora hasta el almacén de los productos elaborados por la empresa “Pradel”, permitiendo la eficacia y agilidad de empaque y recolección.

Objetivos específicos

- Reducir el tiempo de traslado del producto.
- Aumentar la calidad, eficacia y cantidad de producción.
- Realizar, con la aplicación de la banda, traslados seguros y ligeros de los productos Pradel.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para la elaboración de productos lácteos en la empresa Pradel se tiene una línea de procesamiento muy larga, por lo que esto ocasiona retardos y tiempos muertos en el traslado del producto. La transportación a lo largo de la línea de proceso es sobre un riel discontinuo, donde el producto es manipulado y cargado por el operario, para que, posteriormente, se coloque en el almacén; durante esta acción el tiempo de producción aumenta y el producto sufre daños físicos producidos por el acarreo.

La empresa realizó un estudio y llegó a la conclusión que, para incrementar la producción, es necesario reducir los tiempos de traslado, siendo así necesario implementar una banda transportadora continua a través de la línea de producción.

Es, pues, ahí, donde el trabajo de diseño e implementación de una banda transportadora que agilice la producción, resulta necesario para aumentar la calidad, eficacia y cantidad de producción.

JUSTIFICACIÓN

La propuesta del diseño de la banda transportadora reducirá los tiempos de transporte del producto, eliminando los movimientos innecesarios y aumentando la movilidad de trabajo y aumentar la producción, además de reducir el maltrato del producto producido por el mal manejo y evitar accidentes durante su transporte.

Capítulo 1: Marco Teórico

1.- MARCO TEÓRICO

Para este trabajo, se llevará a cabo una serie de estudios sencillos que determinarán la factibilidad del uso de las bandas, para que posteriormente se pueda diseñar y aplicar en el trabajo diario de la planta.

Asimismo, se manejarán campos referenciales donde se determinen los tipos de materiales, la velocidad y procesamiento de la herramienta de traslado para llevar a cabo su implementación activa en Pradel.

1.1 Manejo de materiales y productos en un proceso industrial

El manejo de materiales y productos lo podemos definir como la preparación y colocación de cada uno de ellos para facilitar su movimiento dentro del proceso industrial, comprende todas las operaciones a las que se somete el producto, excepto el trabajo de elaboración propiamente dicho y en muchas ocasiones se incluye al manejo de materiales y productos como una parte integrante del proceso.

Hoy en día se ha creado un especial interés por el transporte mecánico de materiales y productos debido a que la mano de obra cada vez es más cara y en cierto grado peligrosa, dependiendo del proceso.

Utilizando los medios mecánicos para el transporte de los materiales y productos la seguridad en las personas es mayor, con menos riesgos de accidentes, efectuando una labor más ardua, pero a la vez más rápida y eficiente. Para los procesos industriales que incluyen líneas de ensamble o de traslado de materiales o productos es indispensable el uso de un sistema de transporte mecánico. En la mayor parte de ellos se recurre a las cintas o bandas transportadoras y esto se debe a varias ventajas que presentan, entre ellas las grandes distancias a las que se efectúa el transporte, facilidad de adaptación al terreno o arquitectura del proceso dentro de la planta, su gran capacidad de transporte, la disponibilidad de transportar diversos materiales y no alteran al producto transportado.

Las bandas transportadoras pueden presentar diferentes diseños, construcciones y funcionamientos que dependen del tipo del proceso, del producto y las disponibilidades de la industria.

1.2 Historia de las bandas transportadoras

Las primeras cintas transportadoras que se conocieron fueron empleadas para el transporte de carbón y materiales de la industria minera. El transporte de material mediante cintas transportadoras, data de aproximadamente el año 1795. La mayoría de estas instalaciones se realizaban sobre terrenos relativamente plano, así como en cortas distancias. El primer sistema de cinta transportadora era muy primitivo y consistía en una cinta de cuero, lona, o cinta de goma que se deslizaba por una tabla de madera plana o cóncava. Este tipo de sistema no fue calificado como exitoso, pero proporciono un incentivo a los ingenieros para considerar los transportadores como un rápido, económico y seguro método para mover grandes volúmenes de material de un lugar a otro. Durante los años 20, la compañía minera de Henry Clay Frick demostró que los transportadores de cinta podían trabajar sin ningún problema en largas distancias. Estas instalaciones se realizaron bajo tierra, desde una mina de carbón recorriendo casi 8 kilómetros. La cinta transportadora consistía de múltiples pliegues de algodón de pato recubierta de goma natural, que eran los únicos materiales utilizados en esos tiempos para su fabricación. En 1913, Henry Ford introdujo la cadena de montaje basada en cintas transportadoras en las fábricas de producción de la Ford Motor Company. Durante la Segunda Guerra Mundial, los componentes naturales de los transportadores se volvieron muy escasos, permitiendo que la industria de polímeros se dedicara a crear materiales sintéticos que reemplazaran a los naturales. Desde entonces se han desarrollado muchos materiales para aplicaciones muy concretas dentro de la industria, como las bandas con aditivos antimicrobianos para la industria de la alimentación o las bandas con características resistentes para altas temperaturas. Con el paso del tiempo las bandas transportadoras fueron evolucionando su construcción, diseño y funcionamiento apegándose a las necesidades y características de los procesos de producción.

1.3 Bandas transportadoras

Las bandas transportadoras se emplean cuando los materiales deben ser desplazados en cantidades relativamente grandes entre posiciones específicas de una ruta fija. La mayoría de estos sistemas son impulsados mecánicamente; algunos emplean la gravedad para trasladar la carga entre puntos de diferente altura. Estos equipos comparten los siguientes atributos:

- Son generalmente mecanizados y a veces automatizados.
- Ocupan posiciones fijas, estableciendo las rutas.
- Pueden estar montados sobre el suelo o suspendidos del techo.
- Casi siempre están limitados a un flujo unidireccional de materiales.
- Generalmente mueven cargas discretas, aunque algunos están preparados para cargas voluminosas o continuas.
- Pueden emplearse sólo para transporte o para transporte más almacenamiento automático de elementos.

Una característica común de las bandas transportadoras es que el mecanismo de avance está construido sobre el mismo camino de la cinta. Los elementos transportadores individuales (si se usan carritos u otros receptáculos) no son impulsados individualmente.

El empleo de las Bandas Transportadoras es muy diverso entre las cuales podemos destacar los siguientes:

- Las industrias extractivas (Minas subterráneas y a cielo abierto, canteras).
- Las Industrias siderúrgicas (Parques de carbón y minerales).
- Instalaciones portuarias de almacenamiento, carga y descarga de barcos, aviones, vehículos terrestres.
- Centrales Térmicas (Parques de almacenamiento y transporte a quemadores de carbón, así como la evacuación de las cenizas producidas).
- Industrias agrícolas (Transporte de cereales, cosechas).
- Industria Automotriz.
- Industria Químico - Farmacéutica.

- Industria Alimenticia.

Las ventajas que tienen las bandas transportadoras son:

- -Permiten el transporte de materiales a gran distancia.
- Se adaptan al terreno.
- Tienen una gran capacidad de transporte.
- Permiten transportar una variedad grande de materiales.
- Es posible la carga y la descarga en cualquier punto del trazado.
- Se puede desplazar.

Las desventajas que presentan son:

- Son caras.
- Su instalación y mantenimiento no son sencillos.
- El transporte es en una sola dirección.

Para la correcta selección de una banda transportadora se deben considerar las siguientes variables:

- Material a transportar
- Características fisicoquímicas.
- Capacidad y peso.
- Distancia de transporte.
- Niveles de transporte.
- Interferencias, limitaciones, apoyos.
- Función requerida del medio transportador.
- Condiciones ambientales.
- Recursos energéticos.
- Recursos financieros.
- Clasificación de usuarios y tiempo de utilización.

1.4 Partes que constituyen una banda transportadora

Las bandas transportadoras están constituidas básicamente por una banda cerrada flexible que se desplaza sobre unos rodillos de giro libre, un tambor de accionamiento que es el encargado de transmitir movimiento a la banda, un motor y un moto-reductor que son los encargados de generar y definir el movimiento y la velocidad, estos y otros componentes están alojados sobre una estructura metálica llamada bastidor que le brinda soporte y cohesión como se muestra en la figura 1.1

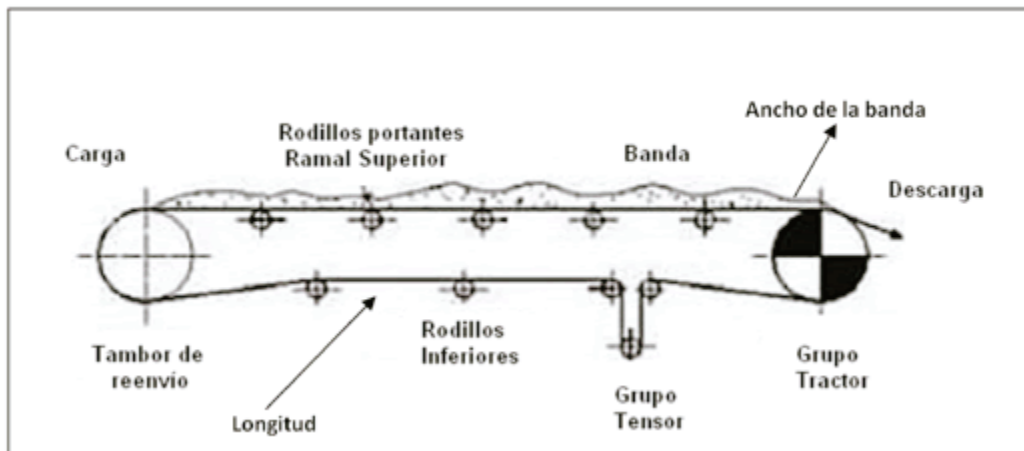


Figura 1.1 Partes de una banda transportadora

1.4.1 Banda cerrada flexible

La función principal de la banda es soportar directamente el material a transportar y desplazarlo desde el punto de carga hasta el de descarga, razón por la cual se la puede considerar el componente principal de las cintas transportadoras; también en el aspecto económico es, en general, el componente de mayor precio. Se sabe que conforme aumenta la longitud, también crece el costo de la banda respecto del total.

Pueden llevarse a cabo las siguientes clasificaciones de las bandas:

Según el tipo de tejido:

- De algodón.
- De tejidos sintéticos.
- De cables de acero. Según la disposición del tejido:
- De varias telas o capas.
- De tejido sólido.

Según el aspecto de la superficie portante de la carga:

- Lisas.
- Rugosas.
- Con nervios, tacos o bordes laterales vulcanizados.

La Banda al cumplir la función de transportar, está sometida a la acción de las siguientes influencias.

- De las fuerzas longitudinales, que producen alargamientos.
- Del peso del material entre las ternas de rodillos portantes, que producen flexiones locales, tanto en el sentido longitudinal como en el transversal, y ello a consecuencia de la adaptación de la banda a la terna de rodillos.
- De los impactos del material sobre la cara superior de la banda, que producen erosiones sobre la misma.

Para soportar adecuadamente las influencias anteriores, la banda está formada por dos componentes básicos:

- 1.- El tejido o Carcasa, que transmite los esfuerzos.
- 2.- Los recubrimientos, que soportan los impactos, erosiones y están en contacto directo con el producto a transportar.

Los recubrimientos de goma sirven para unir los elementos constitutivos de la carcasa y constan de dos partes, la superior y la inferior. El espesor del

recubrimiento de la carcasa está en función del tipo de aplicación de la banda y de la anchura de esta.

1.4.2 Rodillos

Los rodillos son uno de los componentes principales de una cinta transportadora, y de su calidad depende en gran medida el buen funcionamiento de la misma. Si el giro de los mismos no es bueno, además de aumentar la fricción y por tanto el consumo de energía, también se producen desgastes de recubrimientos de la banda, con la consiguiente reducción de la vida de la misma. La separación entre rodillos se establece en función de la anchura de la banda y de la densidad del material transportado.

La construcción de los rodillos se ve en la figura 1.2.

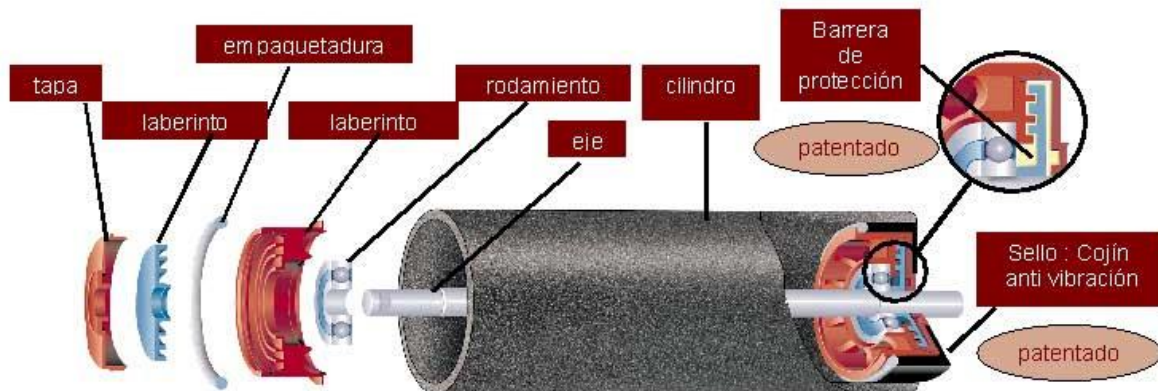


Figura1.1. Construcción de rodillo

Las funciones a cumplir son principalmente tres:

1. Soportar la banda y el material a transportar por la misma en el ramal superior, y soportar la banda en el ramal inferior; los rodillos del ramal superior situados en la zona de carga, deben soportar además el impacto producido por la caída del material.

2. Contribuir al centrado de la banda ya que por razones diversas la banda está sometida a diferentes fuerzas que tienden a decentarla de su posición recta ideal. El centrado de la misma se logra en parte mediante la adecuada disposición de los rodillos, tanto portantes como de retorno.

3. Transmitir el movimiento a través de la banda.

Los rodillos se clasifican de la siguiente forma:

- Rodillos de Alineación; sirven para alinear la banda dentro de la propia instalación.
- Rodillos de Impacto; recubiertos de discos de goma para absorber los golpes provocados por la caída de bloques en las tolvas de recepción.
- Rodillos de Retorno; los cuales están formados con discos de goma.
- Rodillo cilíndrico; con la superficie exterior lisa, tal como la obtenida mediante el empleo de tubos de acero; es el más empleado.
- Rodillo cilíndrico con aros de goma; son adecuados para soportar los fuertes impactos del material en las zonas de carga, mientras que, si se montan en los rodillos de retorno, deben ser adecuados para facilitar la limpieza de la banda.

1.4.3 Tambores

Los tambores se clasifican de acuerdo a su función en:

- Tambores motrices, que transmiten la fuerza tangencial a la banda, estos están conectados por medio de poleas, catarinas con cadenas o directamente al motor o moto-reductor.
- Tambores no motrices, los cuales realizan la función de cambio de trayectoria de la banda y su movimiento es inducido por la banda.

1.4.4 Dispositivos de tensado

Los Dispositivos de tensado cumplen las siguientes funciones:

- Lograr el adecuado contacto entre la banda y el tambor motriz.
- Evitar derrames de material en las proximidades de los puntos de carga, motivados por falta de tensión en la banda.
- Compensar las variaciones de longitud producidas en la banda, estas variaciones son debidas a cambios de tensión en la banda.
- Mantener la tensión adecuada en el ramal de retorno durante el arranque.

1.4.5 Bastidores

Los bastidores son estructuras metálicas que constituyen el soporte de la banda transportadora y demás elementos de la instalación entre el punto de alimentación y el de descarga del material, como se observa en la figura 1.3 Los bastidores son el componente más sencillo de las cintas, y su función es soportar las cargas del material, banda, rodillos y las posibles cubiertas de protección contra el viento.

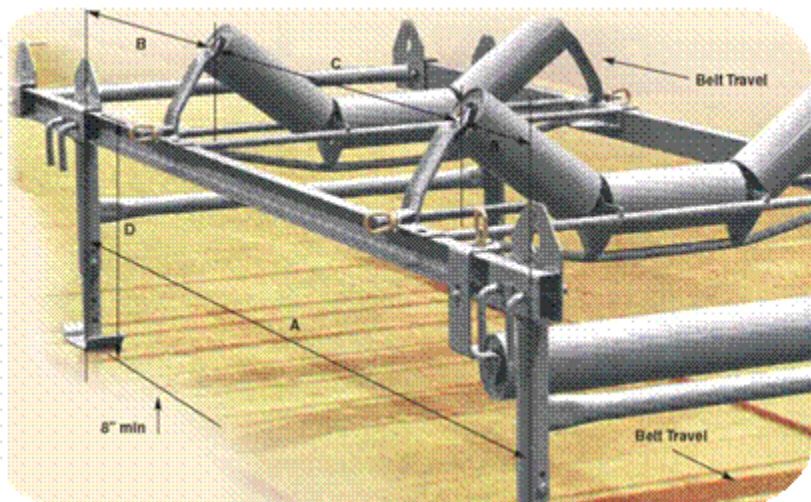


Figura 1.3 Bastidor

1.4.6 Motorreductor

La función del motor es generar el movimiento que será transmitido a la banda, mientras que el moto-reductor se encarga de aumentar o disminuir la velocidad a la cual la banda transportará el material, como se ilustra en la figura 1.4.



Figura 1.4 Motorreductor

1.4.7 Otros componentes de la banda transportadora

Los elementos antes mencionados no son los únicos que conforman una banda transportadora, estas pueden llevar sensores, controladores, estaciones de botones, sistemas neumáticos, hidráulicos o algún equipo auxiliar indispensable para realizar alguna acción sobre el producto durante el proceso, estos componentes se adaptan a la banda haciéndola particular del proceso.

1.5- Tipos de bandas transportadoras

1.5.1- Banda de rodillos

Es una forma muy común de cinta. El camino consiste en una serie de rodillos perpendiculares a la dirección de avance, como se muestra en la figura 1.5. Los rodillos están contenidos en un armazón fijo que eleva la cinta del suelo a una altura determinada por las necesidades del transporte. Los materiales o productos son desplazados a medida que giran los rodillos. Las bandas con rodillos pueden ser impulsadas mecánicamente o

por efecto de la gravedad. Los sistemas de tipo gravitatorio se disponen de tal modo que el camino desciende una pendiente suficiente para superar la fricción de los rodillos. Las cintas con rodillos pueden ser usadas para el reparto de cargas durante las operaciones de procesado, el reparto hacia y desde el lugar de almacenamiento y aplicaciones de distribución.



Figura 1.5 Banda de rodillos

1.5.2- Bandas con ruedas

Operativamente son similares a los rodillos. Sin embargo, en lugar de rodillos tiene pequeñas ruedas montadas sobre ejes rotatorios conectados al armazón, como se ilustra en la figura 1.6. Se emplean para desplazar el material o producto, bandeja, u otro contenedor a lo largo de la ruta.



Figura 1.6 Banda con ruedas

1.5.3- Bandas planas

Este tipo está disponible en dos formatos comunes: bandas planas para piezas o incluso ciertos tipos de materiales en masa, figura 1.7, y bandas huecas para materiales en masa, figura 1.8. Los materiales se sitúan en la superficie de la banda y viajan a lo largo del recorrido de la misma. La banda forma un lazo continuo de manera que una mitad de su longitud puede emplearse para el reparto del material y la otra mitad para el retorno (generalmente vacío). La cinta se soporta con un armazón con rodillos u otros soportes espaciados entre sí. A cada extremo de la cinta están los rodillos motores que impulsan la banda a través de tambores de accionamiento.



Figura 1.7 Banda plana



Figura 1.8 Banda hueca

1.5.4- Bandas con cadenas

Están formadas por lazos de cadena sin fin en una configuración arriba-abajo alrededor de ruedas dentadas motorizadas como se observa en la figura 1.9. Puede haber una o más cadenas operando en paralelo para formar la cinta. Las cadenas viajan a lo largo de canales que proporcionan soporte para las secciones flexibles de la cadena, o bien las cadenas se desplazan por el canal o usan rodillos para montarse al canal. Las cargas generalmente se montan sobre las cadenas.



Figura 1.9 Banda de cadenas

1.5.5- Bandas con listones

Este sistema emplea plataformas individuales, llamadas listones o tablillas, conectadas a una cadena continua en movimiento. Aunque el mecanismo impulsor es la cadena, funciona en gran medida como una cinta plana. Las cargas se sitúan sobre la superficie plana de las tablillas y se desplazan con ellas. Los caminos son generalmente en línea recta, pero al ser movidas por cadenas y la posibilidad de introducir curvas en el camino mediante ruedas dentadas, las cintas con listones pueden tener giros en su lazo continuo. Figura 1.10

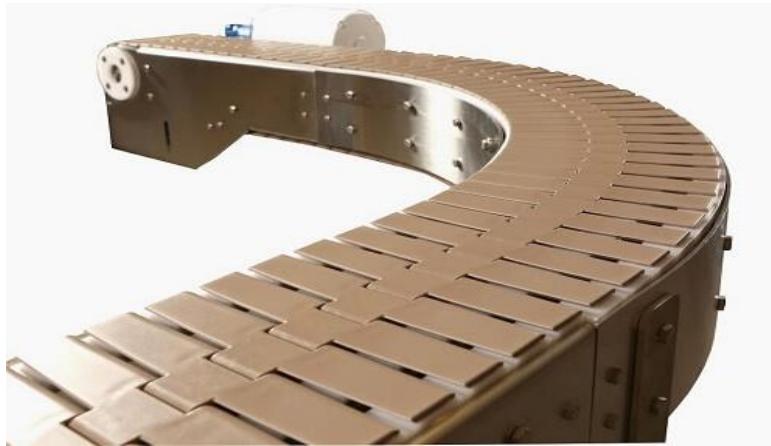


Figura 1.10 Banda de listones

1.5.6- Bandas aéreas de carros

Cuando hablamos de movimiento del material, un carro es un soporte con ruedas moviéndose en un riel elevado del que puede colgar la carga. Una banda con carritos es una serie de múltiples carros igualmente espaciados a lo largo de los raíles mediante una cadena sin fin o cable. La cadena o cable está unida a una rueda que proporciona energía al sistema. El camino está determinado por el sistema de rieles; tiene giros y cambios en elevación formando un lazo sin fin. En los carros se suspenden ganchos, cestas u otros receptáculos para la carga. Los sistemas de carros aéreos se emplean a menudo en fábricas para mover piezas y conjuntos de ensamblaje entre los principales departamentos de producción.

Pueden emplearse tanto para reparto como para almacenamiento. Como se muestra en la figura 1.11



Figura 1.11 Bandas en área de autos

1.5.7- Bandas por cable enterrado

Estos sistemas emplean vehículos con ruedas impulsados por medio de cadenas o cables en movimiento situados en zanjas en el suelo, como se ilustra en la figura 1.12. Las rutas están definidas por las zanjas y cables. Es posible el cambio desde un segmento impulsado a otro diferente, proporcionando cierta flexibilidad en la ruta. Los carros emplean clavijas reforzadas de acero para acoplarse a la cadena. Dichas clavijas se pueden extraer de la zanja para liberar al carro del avance de la cadena y realizar las operaciones de carga/descarga.



Figura 1.12 Banda por cable enterrado

1.5.8- Bandas de carro sobre rieles

Estos sistemas emplean carros individuales montados en una pista de dos raíles en una estructura que sitúa la cinta unos decímetros sobre el suelo. Los carros no son impulsados individualmente; en su lugar, avanzan mediante un tubo rotatorio entre los dos raíles. Debido a ello también se llaman cintas de tubo rotatorio (spinning tube). Una rueda motriz, en la parte inferior del carro y formando un ángulo con el tubo, se apoya en él y convierte el giro del tubo en avance del carro. La velocidad del carro es controlada regulando el ángulo de contacto entre la rueda motriz y el tubo. Una de las ventajas de este sistema con respecto a los vistos es que con él se logra bastante precisión en el posicionamiento. Esto los permite usar para posicionar piezas para el procesado. Las aplicaciones para este sistema incluyen las líneas de soldadura robótica y sistemas de ensamblaje automático, como se ilustra en la figura 1.13

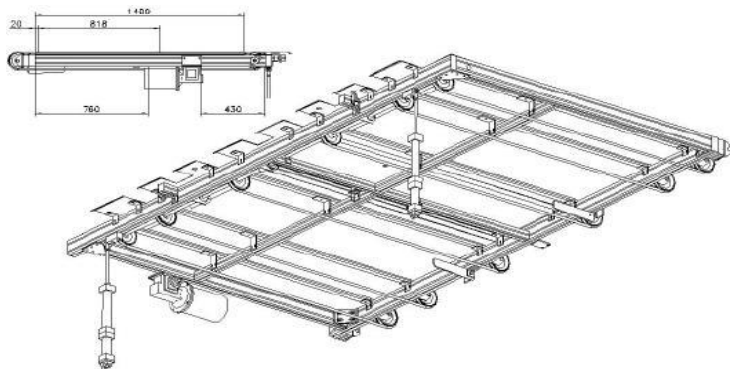


Figura 1.13 Banda de carro sobre riel

A lo largo de este capítulo se mencionó la importancia del manejo de los materiales dentro de un proceso industrial, así como su evolución a través del tiempo, siendo las bandas transportadoras el medio más utilizado debido a la gran cantidad de ventajas y adaptabilidad a los procesos. Se mencionan los principales elementos que las constituyen y los diferentes tipos de bandas que existen. Obteniendo un panorama para el diseño de la banda transportadora más adecuada al proceso de elaboración de productos lácteos.

Capítulo 2: Diseño

2.1 – Criterios de diseño

La elección del sistema de transporte óptimo, su correcto diseño y su utilización racional, dependen del conocimiento de las características constructivas y del comportamiento bajo carga de todos los componentes del propio sistema. Los factores principales que influyen en el dimensionado de una cinta transportadora son: la capacidad de transporte requerida, la granulometría, las características fisicoquímicas del material a transportar y el perfil altimétrico del recorrido.

A continuación, se ilustran los criterios utilizados para determinar la velocidad y el ancho de la banda, para elegir la configuración de las estaciones, el tipo de rodillos a utilizar y dimensionamiento de los tambores.

2.1.1- Material a transportar

El diseño correcto de una cinta transportadora empieza con la evaluación de las características del material a transportar: en particular del ángulo de reposo y del ángulo de sobrecarga. El ángulo de reposo de un material, definido también "ángulo de rozamiento natural", es el ángulo que la superficie de un amontonamiento, formado libremente, forma respecto al plano horizontal.

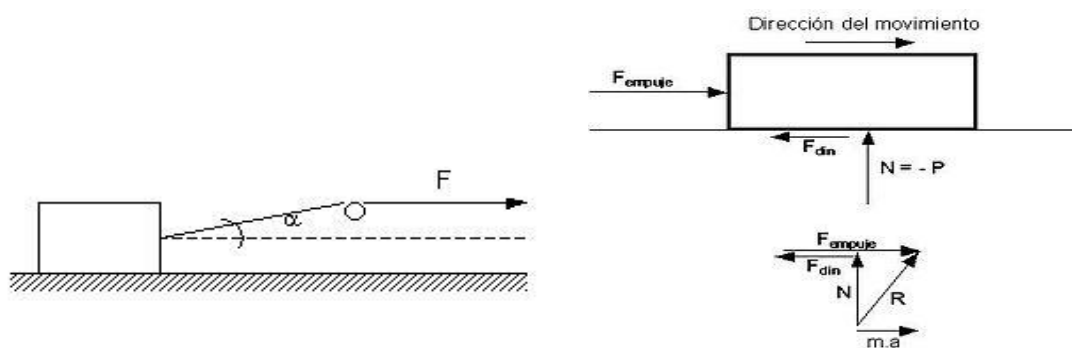


Figura 2.1 Ángulo de reposo y fuerzas que actúan en el material

El ángulo de sobrecarga es el ángulo que forma la superficie del material respecto al plano horizontal sobre la banda en movimiento. Este ángulo normalmente es de 5° - 15° (para algunos materiales, hasta 20°) inferior al ángulo de reposo.

2.1.2- Velocidad de la banda

La velocidad de la banda depende de la capacidad, ángulo de inclinación, tensiones de la banda, tamaño del material que se va a manejar. Debido al número de variaciones de estas condiciones, es necesario considerar varias alternativas de velocidad y ancho de la banda, antes de establecer el diseño final. El incremento de la necesidad de manejar grandes capacidades a grandes distancias ha tenido como resultados el desarrollo de sistemas de transportadores de gran velocidad.

2.1.3- Velocidad límite para el material de manejo.

Cuando se transportan materiales abrasivos, es necesario encontrar la banda más angosta y la más alta velocidad permisible, la cual será a su vez la más económica. Sin embargo, con algunos materiales y bajo ciertas condiciones pueden ser preferibles velocidades más bajas.

Algunas características y condiciones del material que influyen en la velocidad de la banda son:

Materiales livianos, finos y blandos

Tales como cenizas de carbón y jabón en polvo deben ser transportados a bajas velocidades para prevenir que sean desalojados de la banda debido al viento o a la resistencia del aire.

Materiales frágiles

Deben ser llevados lentamente, pero es necesario usar rodillos especiales y recubrimientos de hule, para evitar que el material se golpee entre sí, al ir avanzando por la banda transportadora.

Materiales Abrasivos

Si estos son relativamente pequeños pueden limitar la velocidad de la banda, a pesar de la necesidad de una velocidad mayor.

Ancho de Banda

Generalmente para bandas anchas se usa una alta velocidad.

2.2- Clases de cargado, área de sección transversal y volumen determinados por el material.

Una característica del material, que influye grandemente en la capacidad de la banda transportadora, es su ángulo de reposo o como está siendo transportado sobre la banda, y su ángulo de descarga. Algunos materiales finos tales como la arena pueden detenerse a un gran ángulo de sobrecarga, cuando estos contienen ciertas porciones de humedad, pero pueden desplomarse a pequeños ángulos, cuando el material está limpio y seco.

2.2.1- Ancho de la banda determinada por la capacidad.

El ancho mínimo de la banda para llevar el volumen requerido de material depende por lo general de la velocidad a la cual la banda deberá viajar, y el área de sección transversal permisible de la carga sobre la banda. El gasto del material que será manejado está generalmente expresado en términos de tons/hr, m³ /hr., etc.

2.2.2- Selección de soportes de rodillo.

El tipo y espaciamiento de los soportes de rodillos del transportador tiene influencia en la vida de estos, de la banda y en menor grado en el requerimiento de la potencia. La selección del más satisfactorio soporte de rodillo requiere de consideraciones del material manejado, capacidad y condiciones de servicio.

El tipo de soporte de rodillo es determinado por la función que va a ejecutar, ya sea cuando traslada la carga, o cuando soporta el retorno de la banda vacía, por el comportamiento de la banda y el amortiguamiento del impacto de la carga. Varias series de cada tipo de soporte de rodillo son fabricadas con el fin de cubrir

una amplia variedad de condiciones de operación. La selección de las series se determina por las condiciones tales como tipo y frecuencia de servicio, grado de abrasividad en la atmósfera existente, el peso/m³ del material, y el tamaño de las masas que van a ser transportadas y también por las condiciones de carga y descarga, así como la velocidad, ancho y espesor de la banda.

2.2.3- Espaciamiento de los soportes de rodillos.

El espaciamiento de los soportes de rodillos a lo largo de la banda transportadora es un factor muy importante en la economía del sistema, puesto que el espaciamiento influye grandemente en la vida de la banda, y la cantidad de soportes de rodillo; el espaciamiento puede también influenciar en el requerimiento de potencia, así como en el valor de la tensión y costo de la banda. Si la distancia entre los soportes de rodillo a lo largo del transportador es muy grande, la banda puede tender excesivamente, causando derramamiento de material, así como la pérdida de potencia y disminución de la vida de la banda.

2.2.4- Alineación de la banda en los soportes de rodillos.

Es importante que la banda transportadora opere prácticamente centrada con respecto a los soportes de rodillos para prevenir el daño en los extremos de la banda, debido al rozamiento que pueda haber con estructuras adyacentes. Para asegurar la operación de centrado de la banda, deben instalarse propiamente junto a los soportes de rodillos, rodillos tensores y estructuras perfectamente alineadas.

2.3- Análisis de fuerzas.

La potencia requerida para mover una banda transportadora es una consideración importante en el diseño, ya que esta da las bases para una selección del motor, controles y otras componentes motrices; así como para calcular el consumo de potencia, y esta determina la tensión y esfuerzo requerido en la banda y ocasionalmente su ancho. También el diseño de otras partes mecánicas o estructuras, que se vean afectadas por fuerzas, las cuales contribuyen o son el resultado de requerimientos de potencia.

2.4- Tipos de tensores.

- Generalmente se emplean dos tipos de tensores, que son:

A) tensor de tornillo

Estos son usados para transportadores ligeros, con corta distancia entre centros, transportadores portátiles o en aquellos donde no se requiere un viaje largo del tensor o de ajustes frecuentes. Estos se pueden usar solamente, cuando debido a limitaciones de espacio, sea imposible o no muy práctico usar el tipo de gravedad.

Para reducir la frecuencia de ajustes y asegurar una presión suficiente sobre la polea, es necesario tener una gran tensión en la banda, mediante el tensor de tornillo. Esta cantidad desconocida y variante de exceso de tensión, incrementa las cargas y el desgaste en flechas y baleros, y puede algunas veces necesitarse, una banda más resistente y costosa.

Los tensores de tornillo no deben ser usados, cuando la temperatura o cambios climatológicos o varían lo suficiente para producir grandes variaciones en la longitud de la banda.

B) tensor de gravedad

Estos tensores cumplen todos los requisitos que debe tener un sistema tensor en la banda transportadora, teniendo ventajas, tales como:

1. Mantienen constante la tensión seleccionada de la banda, sin necesidad de ajustes.
2. No requieren más tensión que la necesaria para dar la debida presión a la banda. Sobre las poleas motrices y para prevenir el excesivo pandeo.
3. Minimizan los requerimientos de potencia y el desgaste de flechas, baleros y equipo motor.
4. Ahorran ajustes manuales.
5. Reducen el número de veces que la banda, debe ser acortada y unida nuevamente, debido al dilatamiento permanente.

2.4.1- Localización de los tensores.

La localización de los tensores algunas veces está determinada por conveniencia en la localización de los soportes y accesos de mantenimiento.

Cuando una de las poleas (al fin o principio del transportador), es usada como polea tensora, se reduce el número de poleas usadas, y el número de veces que la banda se curva sobre la polea, dando como resultado el incremento de la vida de la banda.

Para evitar el deslizamiento y consecuentemente el desgaste de la banda, se recomienda colocar la polea tensora tan cerca como sea posible de la polea motriz, para que prácticamente no se presente ninguna dilatación en la banda causado por el arranque.

Los tensores de tomillo y los de gravedad horizontal son usualmente colocados en el extremo inferior del transportador. Cuando el tensor no es posible colocarlo en el extremo del transportador, debe usarse un tensor vertical de gravedad en algún punto intermedio a lo largo del transportador.

2.4.2- Cantidad de estiramiento requerida.

La cantidad de estiramiento requerida depende de:

- a) La máxima tensión de la banda, al punto donde el tensor sea colocado.
- b) Ángulo de envolvimiento de la banda, alrededor de la polea tensora.
- c) Pendiente de la línea de viaje del tensor.

2.5- Ecuaciones para determinar las tensiones de la banda.

Las siguientes definiciones y descripciones se aplican a transportadores de banda, después de que estos logren sus velocidades normales.

Por conveniencia, a continuación, se enlistan los símbolos usados, así como una definición del mismo.

Hp: Caballaje requerido para mover el transportador.

S: Velocidad del transportador, en mts/min. (Pies/min.)

Te: Tensión efectiva requerida para mover el transportador.

T1: Tensión de lado tenso.

T2: Tensión lado retorno

T3: Tensión en el lado flojo de la polea motriz primaria de un sistema motriz doble y el tirante tensor de la polea motriz secundaria.

Tmáx: Máxima tensión de la banda donde quiera que esta ocurra.

"Te" es la tensión efectiva, es la tensión en Lbs hacia la polea - motriz requerida, para estirar o mover el transportador.

"Te" puede ser calculada a partir de las tensiones de la banda.

Para calcular "Te" tenemos en la ecuación 2.1

.

$$T_e = \frac{H_p \times 33,000}{S} \quad (2.1)$$

Donde:

H_p: potencia del motor

S: velocidad de la banda en pies/min

CTE: $\frac{33.000 \text{ lb-ft/Min.}}{\text{HP}}$

Esto hace notar, que “T_e” es la tensión suficiente para estirar la banda.

T₂, la tensión en el lado flojo o lado de retorno es la tensión requerida para ejercer suficiente presión entre la banda y la polea motriz para transmitir la potencia, sin pérdida de velocidad debido al resbalamiento.

$$T_2: K \times T_e \quad (2.2)$$

Donde:

T₂: tensión en el lado de retorno

K: factor de transmisión para prevenir deslizamiento

Para obtener la tensión en el lado tenso de la banda “T₁” tenemos la ecuación 2.3

$$T_1: T_e + T_2 \quad (2.3)$$

Donde:

T_e: tensión efectiva

T₂: tensión de retorno

2.6- Especificaciones o datos básicos para el diseño de la banda transportadora

Para hacer el diseño de nuestro transportador de banda, nos basamos en los siguientes datos.

Material manejado:	Cajas de leche
Capacidad:	1 tonelada / hora. (2204.62 lb/hr)
Peso del material:	12 kg por caja que contiene 12 piezas de 1L

Las condiciones de operación serán las siguientes:

1 turno (10 horas diarias)

Temperatura mínima de la planta de lácteos es: 29°C aproximadamente

La banda transportadora va a operar en el área de producción. Otra consideración que hay que tomar en cuenta, es el hecho de que el cargado de las cajas que contienen 12 piezas se realiza de forma manual, por dicho motivo no se hará el diseño de este mecanismo de carga sino únicamente se supone que trabaja en conjunto con la banda transportadora.

2.6.1- Calculo del ancho y velocidad de la banda

En este punto el ancho de la banda es conocido, donde la banda tendrá 16 in de ancho ya que las cajas que se van a transportar no sobrepasan las 14 in de ancho y se va a utilizar un motor marca SIEMENS de 5 hp,1750 rpm.

Ancho de banda en pulg.	Capacidad, clase de cargado "B". Toneladas cortas (2000 lbs) / hora								Capacidad, clase de cargado "B". Toneladas cortas (2000 lbs) / hora							
	Velocidad de banda en pies / min								Velocidad de banda en pies / min							
	100	200	300	400	500	600	700	800	100	200	300	400	500	600	700	800
14	16	32	48	65	...	...	...	...	16	32	48	65	...	...	...	...
16	21	42	63	84	105	...	...	...	23	46	69	92	115	...	...	...
18	27	54	81	108	135	...	...	...	31	63	94	126	157	...	...	...
20	34	67	101	135	168	...	...	...	39	79	118	158	197	...	...	...
24	50	100	150	200	250	300	...	...	60	120	180	240	300	360	...	...
30	81	162	243	324	405	486	567	...	97	194	291	389	485	582	680	...
36	117	235	352	470	587	704	822	940	147	295	442	590	737	884	1032	1180
42	162	325	487	650	812	974	1137	1300	202	405	607	810	1012	1214	1417	1620
48	220	440	660	880	1100	1320	1547	1780	275	550	825	1100	1375	1650	1925	2200
54	285	570	855	1140	1425	1710	1995	2280	357	715	1072	1430	1787	2144	2500	2860
60	360	720	1080	1440	1800	2160	2520	2880	450	900	1350	1800	2250	2700	3150	3600
72	555	1110	1665	2220	2775	3330	3885	4440	680	1360	2070	2760	3450	4140	4830	5520
84	775	1550	2325	3100	3875	4650	5425	6200	970	1940	2910	3880	4850	5820	6790	7760

tabla 2.1 Capacidades de las bandas transportadoras

Al tener el ancho de la banda que es 16 in, podemos obtener la velocidad que tendrá la banda estando vacía, utilizando la tabla 2.1 tenemos que para una banda de 16 in y 2204 lb/hr, la velocidad de la banda es 100 pies/min. (0.508 m/s).

2.6.2 Selección del espaciamiento de los soportes de rodillo

Es necesario comprobar que estas series son capaces de manejar el tamaño de la masa y peso de nuestro diseño; así como para el ancho de banda seleccionado. El ancho de la banda fue un dato asignado por parte de la empresa (16 pulgadas o 0.4064 metros), para lo cual se sugiere ver la tabla No. 2.2, en la que se indica que estos soportes pueden manejar nuestro producto sin problema.

ANCHO DE BANDA Pulg.	PESO DEL MATERIAL EN lb/pie ³						ARODILLOS DE RETORNO
	35	50	75	100	125	150	
14	5 1/2	5	5	5	4 1/2	4 1/2	10
18	5 1/2	5	5	5	4 1/2	4 1/2	10
24	5	4 1/2	4 1/2	4	4	4	10
30	5	4 1/2	4 1/2	4	4	4	10
36	5	4 1/2	4	4	3 1/2	3 1/2	10
42	4 1/2	4 1/2	4	3 1/2	3 1/2	3	10
48	4 1/2	4	4	3 1/2	3 1/2	3	9 a 10
54	4 1/2	4	3 1/2	3 1/2	3	3	9 a 10
60	4	4	3 1/2	3	3	3	9 a 10
72	4	3 1/2	3 1/2	3	3	2 1/2	9 a 10

tabla 2.2 Espacios de rodillos sugeridos en el lado de carga y de retorno

El espacio de los rodillos en una banda de 16 in, en el lado de carga es de 5 1/2 in y en el lado de retorno es 10 in.

2.6.3 Determinación de tensiones de la banda

Usando la ecuación 2.1 determinamos la tensión efectiva de la banda, teniendo en cuenta los datos. Hp= 5, S= 100 fts/min, CTE= 33.000 $\frac{\text{lb-ft/Min.}}{\text{Hp}}$

$$T_e = \frac{H_p \times 33,000}{S}$$

Sustituyendo los valores tenemos:

$$T_e = \frac{5 \times 33,000}{100} = 1650 \text{ Lb}$$

Para calcular el lado tenso o de retorno de la banda usamos la ecuación 2.2 y la tabla 2.3 donde encontramos el factor k= 0.38 usando un ángulo de contacto de 210° y teniendo como Te= 1650 Lb tenemos:

$$T2: K \times Te$$

$$T2 = 0.38 \times 1650 = 627 \text{ Lb}$$

ANGULO DE CONTACTO EN LA BANDA DE TRANSMISION	TIPO DE TRANSMISION	TENSOR DE TORNILLO		TENSOR DE GRAVEDAD	
		POLEA LISA	POLEA RECUBIERTA	POLEA LISA	POLEA RECUBIERTA
150°	Recta	1.5	1	1.08	0.67
160°	Recta	1.4	0.9	0.9	0.60
170°	Recta	1.3	0.9	0.91	0.55
180°	Recta	1.2	0.8	0.84	0.50
190°	De contacto	1.1	0.7	0.77	0.45
200°	De contacto	1	0.7	0.72	0.42
210°	De contacto	1	0.7	0.67	0.38
220°	De contacto	0.9	0.6	0.62	0.35
230°	De contacto	0.9	0.6	0.58	0.32
240°	De contacto	0.8	0.6	0.54	0.30
340°	Tandem o Dual	0.5	0.4	0.29	0.143
360°	Tandem o Dual	0.5	0.4	0.26	0.125
380°	Tandem o Dual	0.5	0.3	0.23	0.108
400°	Tandem o Dual	0.5	0.3	0.21	0.095
420°	Tandem o Dual	0.4	0.3	0.19	0.084
440°	Tandem o Dual	-	-	0.17	0.074
460°	Tandem o Dual	-	-	0.15	0.064
480°	Tandem o Dual	-	-	0.14	0.056

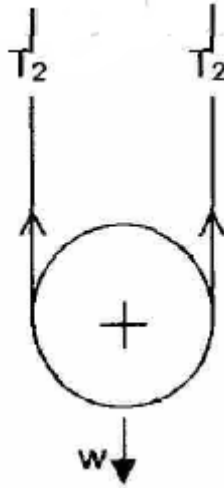
Tabla 2.3 Factor de transmisión k para prevenir deslizamiento

Para obtener el valor del lado tenso usamos la ecuación 2.3 teniendo los valores de T_e y T_2

$$T1: T_e + T_2$$

$$T1 = 1650 + 627 = 2277 \text{ Lb}$$

Para el peso del tensor tenemos la ecuación 2.4



Haciendo una sumatoria de fuerzas del diagrama de cuerpo libre tenemos (+↑)

$$2 T_2 - W = 0$$

Donde:

$$W = 2(T_2) \quad (2.4)$$

Sustituyendo los valores tenemos:

$$W = 2(627 \text{ Lb}) = 1254 \text{ Lb}$$

Para calcular la tensión unitaria de la banda tenemos la ecuación 2.5

$$T_u = \frac{T_1}{\text{ancho de banda}} \quad (2.5)$$

Sustituyendo los valores tenemos

$$T_u = \frac{2277 \text{ lb}}{16 \text{ in}} = 142.3125 \frac{\text{lb}}{\text{in}} \text{ de ancho de la banda}$$

2.6.4- Cálculo de la longitud de la banda

Para calcular la longitud de la banda, emplearemos la siguiente ecuación 2.6

$$L = 2C + \left(\frac{\pi}{2}\right) (D1+D2) + 2(D2 -D1)/4C \quad (2.6)$$

Donde:

C: Es la distancia entre centros del transportador

D1: Es el diámetro de la polea motriz

D2: Es el diámetro de la polea posterior

VALOR DE TENSION DE BANDA, EN LBS/PULG DE ANCHO.	FUNCION DE LA POLEA Y ARMAZON DE LA BANDA					
	MOTRIZ DE LA CABEZA		TENSOR DE COLA Y DE ALTA TENSION DE RECUBRIMIENTO		CURVA Y DE AJA TENSION	
	A	B	A	B	A	B
	DIAMETRO EN PULGADAS					
0-100	16	16	15	15	12	12
100-150	20	20	18	16	16	16
150-200	20	20	18	18	18	18
200-250	24	20	20	18	20	18
250-300	30	24	24	20	24	20
300-350	36	30	30	24	24	20
350-400	42	36	36	24	24	20

tabla 2.4 Diámetro mínimo recomendado en poleas

C= 22.9659 pies

Teniendo como resultado una tensión unitaria de 103.125 lb/in de ancho, en la tabla 2.4 podemos determinar el diámetro de las poleas.

D1= 20in = 1.6666 pies

D2= 20in= 1.6666 pies

Utilizando la ecuación 2.6 para determinar la longitud de la banda tenemos.

$$L = 2C + \left(\frac{\pi}{2}\right) (D1 + D2) + 2(D2 - D1)/4C$$

$$L=2(22.9659) + 3.14(1.666+1.666) /2 +(1.6666-1.666) /4(22.9659)$$

$$L=51.1630 \text{ pies (15.5944 m)}$$

2.7- Cálculo y selección del equipo motor.

En este punto calcularemos y seleccionaremos los principales elementos del motor.

a) Reductor

b) Diámetro de la flecha de la polea motriz

2.7.1- CÁLCULO Y SELECCION DEL REDUCTOR.

Para el motor tenemos:

Hp= 5

Velocidad = 1750 rpm

Para el torque del motor seleccionado se puede obtener con la ecuación 2.7

$$T = \frac{Hp \times 63000}{s} \quad (2.7)$$

Sustituyendo los valores tenemos

$$T = \frac{5 \times 63000}{1750} = 180 \text{ Lb} - \text{in}$$

PARA EL REDUCTOR

Velocidad de entrada=1750rpm

Velocidad de salida =87.5 rpm

El factor de servicio de un Motorreductor para un funcionamiento de 10 hr acoplado a un motor eléctrico con acoplamiento uniforme (que no tendrá choques ni arranques frecuentes) es f.s.=1

Para calcular la potencia del reductor se tiene la ecuación 2.8

$$\text{Pot} = \text{F.s} \times \text{hp} \quad (2.8)$$

Donde:

F. s= factor de servicio

Hp= potencia del motor

Sustituyendo tenemos

$$\text{Pot} = 1 \times 5 = 5 \text{ hp}$$

Torque generado por el reductor se determina por la ecuación 2.7

$$T = \frac{5 \times 63000}{87.5} = 3600 \text{ Lb} - \text{in}$$

Para calcular la relación de transmisión tenemos la ecuación 2.9

$$RT = \frac{\text{Velocidad de entrada}}{\text{Velocidad de salida}} \quad (2.9)$$

$$RT = \frac{1750 \text{ rpm}}{87.5 \text{ rpm}} = 20$$

$$RT = 20:1$$

Para encontrar las revoluciones de la polea motriz tomamos en cuenta la velocidad de la polea = 100 ft/min, usando la ecuación 2.10 tenemos

$$N = \frac{V}{\pi D} \quad (2.10)$$

Donde:

D= diámetro de la polea en pies

V= velocidad de la banda pies/min

Sustituyendo los valores tenemos

$$N = \frac{100}{\pi(1.666)} = 19.106 \text{ RPM}$$

el torque que se genera en la polea motriz se determina con la ecuación 2.7

Tomando las revoluciones de la polea tenemos

$$T = \frac{5 \times 63000}{19.106} = 16486.967 \text{ lb. in}$$

Teniendo las tensiones 1 y 2

$T_1 = 2277 \text{ Lb}$

$T_2 = 627 \text{ Lb}$

Tensión de la cadena F tomando la torsión que se genera en la polea motriz

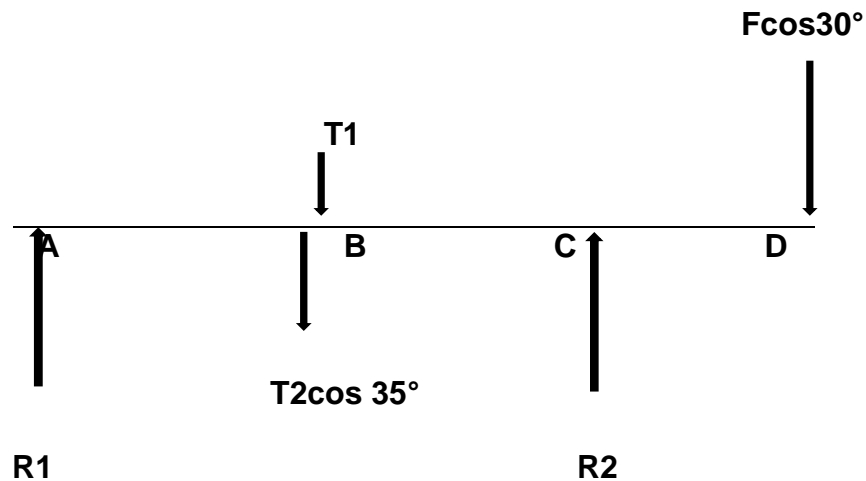
$$F = \frac{T}{R} = \frac{16486.967 \text{ lb} - \text{in}}{8.5 \text{ in}} = 1939.6432 \text{ lb}$$

Donde:

T= es el torque de la polea motriz

R= radio de Sprocket impulsado

Diagrama de cuerpo libre para la flecha



Donde

AB=10in

BC=10in

CD=5in

Haciendo una sumatoria de momentos en R1 tenemos:

$$\curvearrowright + \sum MR1 = 0$$

$$T1 (10in) + T2 \cos 35^\circ (10in) - R2 (20in) + F \cos 30^\circ (25in) = 0$$

$$R2 = \frac{2277 \text{ lb}(10in) + 627 \text{ lb} \cos 35^\circ (10in) + 1679.78 \text{ lb} (25in)}{20in} =$$

$$R2 = 3495.029 \text{ lb}$$

Teniendo la reacción R2 podemos calcular R1 haciendo una sumatoria de fuerzas en "y" tenemos:

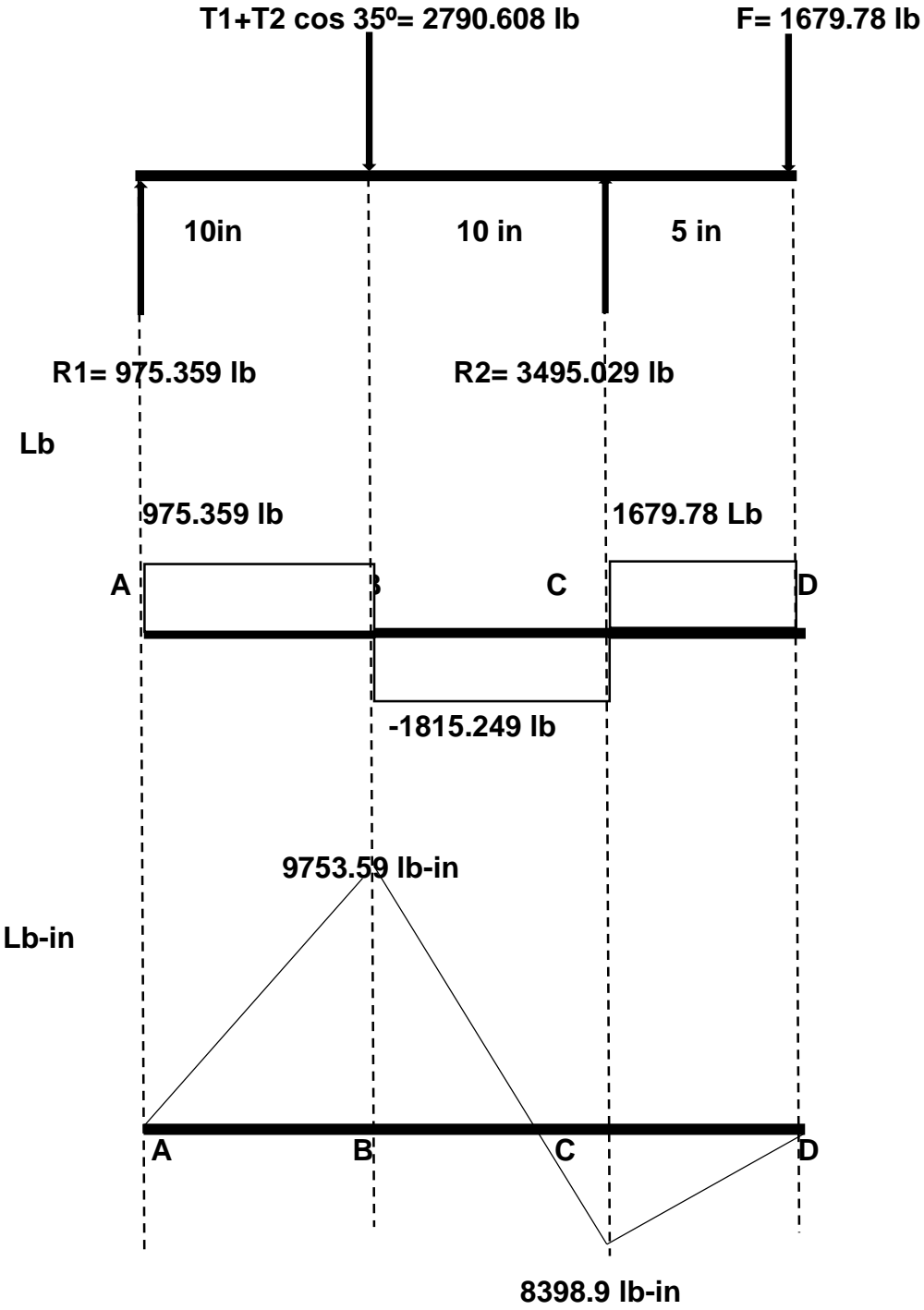
$$+\uparrow \sum Fy = 0$$

$$R1 - T1 - T2 \cos 35^\circ + R2 - F \cos 30^\circ = 0$$

$$R1 = 2277 \text{ Lb} + 627 \cos 35^\circ + 1679.78 - 3495.029 \text{ Lb}$$

$$R1 = 975.3593 \text{ Lb}$$

Teniendo las reacciones R1 y R2 procedemos a realizar el diagrama de cortante y de momento.



Para la flecha de la polea motriz se supone un material de acero estirado en frío (CD) AISI 1035 con un esfuerzo de cedencia $S_{yp} = 67,000$ psi, con un factor de seguridad de 2 y aplicando la teoría de cortante máximo.

Las ecuaciones que se van a utilizar para calcular el diámetro del eje fueron sacadas del libro “elementos de máquinas de spots”

Teniendo $S_{yp} = 67,000$ psi y $n_s = 2$

$$S_{smax} = 0.5 \frac{S_{yp}}{n_s}$$

$$S_{smax} = 16750 \text{ psi}$$

Aplicando el código ASME para calcular el diámetro de la flecha tenemos la ecuación 2.11.

$$S_{smax} = \frac{16}{\pi d^3} \sqrt{(C_m M)^2 + (C_t T)^2} \quad (2.11)$$

Donde:

M= momento flector

T= momento torsor generada en la polea motriz

d= diámetro a calcular

C_m = coeficiente numérico combinado para impacto y la fatiga aplicada al momento flector calculado.

C_t = coeficiente numérico al momento torsor calculado.

Para C_m y C_t se tomaron los valores para ejes giratorios con cargas aplicados bruscamente con pequeños impactos:

$$C_m = 1.5 \quad \text{y} \quad C_t = 1$$

Aplicando la ecuación 2.11 tenemos

$$16750 \text{ lb/in}^2 = \frac{16}{\pi d^3} \sqrt{(1.5 \times 9753.5 \text{ lb} - \text{in})^2 + (1 \times 16486.96 \text{ lb} - \text{in})^2}$$

Despejando a d^3 tenemos:

$$d^3 = \frac{16}{\pi(16750)} \sqrt{(1.5 \times 9753.5)^2 + (1 \times 16486.96)^2}$$

$$d^3 = \frac{16}{\pi(16750)} \times (2.20423 \times 10^4)$$

$$d = \sqrt[3]{6.7021}$$

$$d = 1.885 \text{ in} \approx 2 \text{ in}$$

por lo tanto, el diámetro de la flecha es de 2 in.

Capítulo 3: Mantenimiento y Recomendaciones

3.1- Definición de mantenimiento

El mantenimiento como actividad industrial había sido concebido, hasta hace unas décadas, como una función subordinada a la producción en una organización dedicada a la generación de bienes y/o servicios. Esto es, que había sido visto como un departamento dedicado a la solución rápida y económica de los desperfectos y cuyo impacto dentro de la dinámica productiva sería siempre negativo, de ahí que incluso se le considerara un mal necesario. Las condiciones actuales de competitividad en las empresas han propiciado la adopción de un esquema organizacional en donde el mantenimiento es parte del ciclo productivo, considerándose que genera un bien real que incide directamente en los costos y calidad de la producción, así como incrementando la capacidad operacional, la seguridad e higiene laboral, la calidad de vida de los trabajadores y la imagen de la empresa.

La principal labor del departamento de mantenimiento dentro de una organización está ligada a la seguridad e higiene ya que tiene como fin mantener en buenas condiciones las herramientas, maquinaria, equipo de trabajo e instalaciones en que se desenvuelve la producción con el fin de evitar accidentes de trabajo. Entonces, el mantenimiento puede definirse como un proceso que agrupa a una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos industriales, herramientas, obras civiles e instalaciones. Sus objetivos son evitar, reducir y, en su caso, reparar las fallas en los bienes antes mencionados, aminorando la gravedad de éstas; prolongar la vida útil de los equipos; evitar paros en la producción y prevenir accidentes eliminando condiciones y actividades inseguras. Desempeñándose siempre con costos dentro de lo presupuestado.

3.2- Clasificación del mantenimiento

Las actividades que definen al mantenimiento se diferencian por el objetivo que persiguen, de ahí se desprende su clasificación en tres grandes categorías a saber:

Mantenimiento preventivo. Consta de las tareas de revisión e inspección periódicas de manera programada. Consiste en la recolección de datos como mediciones, indicaciones, inspecciones sensoriales (visual, táctil, auditiva, olfativa e incluso gustativa) y comprobación de funcionamiento de los equipos.

Mantenimiento correctivo. Se basa en la implementación de ajustes, reemplazos y/o reconfiguraciones aplicados a raíz de una falla. Dentro de esta categoría se encuentra el mantenimiento paliativo, que, si bien no resuelve la falla de origen, permite reanudar el funcionamiento del equipo dando lugar a una reparación futura. También se encuentra el mantenimiento reparativo que consiste en eliminar una falla desde su origen con el reemplazo y/o reparación de componentes.

Mantenimiento emergente o paliativo. Consiste en la atención de fallas que, si bien pueden detener el funcionamiento del equipo, éste se puede reestablecer con una solución temporal mediante la programación futura de un servicio de mantenimiento correctivo.

3.3- Principios del mantenimiento

Dentro de un departamento de mantenimiento deben tenerse bien definidas las diferencias entre las actividades que encierra cada categoría del mantenimiento, sin que esto represente una división de funciones; por el contrario, algunas de las actividades del mantenimiento correctivo pudieran desencadenar actividades de mantenimiento preventivo; un servicio de mantenimiento correctivo pudiera plantear un nuevo programa de mantenimiento predictivo o correctivo y sólo durante mantenimiento correctivo pudieran realizarse actividades complementarias del mantenimiento preventivo. De esta manera se interrelacionan las tareas de los diferentes tipos de mantenimiento y, corresponde a cada líder de área dentro de

departamento de mantenimiento coordinar los trabajos para llevar a cabo la tarea global del mantenimiento en una organización dentro de los objetivos planteados.

Los principios básicos del mantenimiento preventivo consisten en los siguientes aspectos:

Inspecciones programadas para buscar evidencias de falla en equipos e instalaciones para corregirlas en un lapso de tiempo que permita programar la reparación sin dejar lugar a un paro imprevisto

Actividades repetitivas de inspección, lubricación, calibraciones, ajustes y limpieza

Programación de actividades repetitivas en base a frecuencias diarias, semanales, quincenales, mensuales, etc.

Programación de actividades repetitivas en fechas rigurosamente calendarizadas

Control de las actividades repetitivas en base a formatos como fichas técnicas, órdenes de trabajo, hoja de vida, programas de inspección y calibraciones.

Éstos principios brindan las ventajas de sustituir los paros imprevistos por paros programados, elevar el nivel de producción y la eficiencia de los equipos, así como la programación oportuna de reparaciones mayores evitando duplicidad de procesos emergentes y el costo consecuente de tiempos extras de mano de obra.

3.3.1- Programas de mantenimiento

Para llevar a cabo los trabajos de mantenimiento que requiere cada área o elemento susceptible de falla en una empresa es preciso contar con un programa de referencia que indique el qué, cómo, cuándo y quién llevará a cabo la labor. Dicho programa se basa en varios elementos para determinar su factibilidad y aplicación como son la frecuencia de uso o desgaste que presenta el equipo, especificaciones y recomendaciones técnicas de fabricantes y proveedores,

condiciones ambientales en que se desempeña el equipo, costo de reemplazos, refacciones, consumibles y energéticos.

3.3.2- Políticas de mantenimiento

Las políticas de operación se enfocan principalmente a planes de organización para que se puedan cumplir los objetivos del mantenimiento, estas políticas se basan en especificaciones como, por ejemplo, cuando se va a realizar el mantenimiento, de qué forma se llevara a cabo, lugar, fecha, hora y que área será proporcionada de mantenimiento. Cuando se pone en práctica una política de mantenimiento, esta requiere de la existencia de un Plan de Operaciones, el cual debe ser conocido por todos y debe haber sido aprobado previamente por las autoridades de la organización. Este Plan permite desarrollar paso a paso una actividad programada en forma metódica y sistemática, en un lugar, fecha, y hora conocido. A continuación, se enumeran algunos puntos que el Plan de Operaciones no puede omitir:

- Determinación del personal que tendrá a su cargo el mantenimiento, esto incluye, el tipo, especialidad, y cantidad de personal.

- Determinación del tipo de mantenimiento que se va a llevar a cabo.

- Fijar fecha y el lugar donde se va a desarrollar el trabajo.

- Fijar el tiempo previsto en que los equipos van a dejar de producir, lo que incluye la hora en que comienzan las acciones de mantenimiento, y la hora en que deben de finalizar.

- Determinación de los equipos que van a ser sometidos a mantenimiento, para lo cual debe haber un sustento previo que implique la importancia y las consideraciones tomadas en cuenta para escoger dichos equipos.

- Señalización de áreas de trabajo y áreas de almacenamiento de partes y equipos.

- Stock de equipos y repuestos con que cuenta el almacén, en caso sea necesario reemplazar piezas viejas por nuevas.

- Inventario de herramientas y equipos necesarios para cumplir con el trabajo.
- Planos, diagramas, información técnica de equipos.

3.4- Conformación del departamento de mantenimiento

Una vez organizado y entendidas las políticas del mantenimiento, el departamento divide sus responsabilidades en varias secciones, así tenemos:

- Taller Mecánico: conformada por aquellos encargados de instalar, mantener, y reparar las maquinarias y equipos mecánicos.
- Taller Eléctrico: conformada por aquellos encargados de instalar, mantener, y reparar los mandos eléctricos, generadores, subestaciones, y demás dispositivos de potencia.
- Sección Electrónica: conformada por aquellos encargados del mantenimiento de los diversos dispositivos electrónicos.
- Sección Informática: tienen a su cargo el mantener en un normal desarrollo las aplicaciones de software.
- Sección Civil: conformada por aquellos encargados del mantenimiento de las construcciones, edificaciones y obras civiles necesarias para albergar a los equipos.

3.5- Definición y clasificación de fallas

Un mecanismo o instalación industrial está diseñado de conformidad con Normas técnicas, de seguridad e incluso legales de acuerdo con la naturaleza de su funcionamiento y aplicación. Pese a ello y dependiendo del uso o condiciones de operación, algunos mecanismos llegan a presentar malos funcionamientos, fatigas mecánicas, desgaste, exposición a condiciones medio ambientales no contempladas como corrosión, calor o frío excesivo, abrasión e impactos que se traducen en operaciones anormales o paros de funcionamiento conocidos como fallas. Las fallas son, hasta cierto punto, situaciones normales en toda instalación

pues, como se define más adelante, son resultado de condiciones controladas o al menos predecibles que facilitan la intervención del mantenimiento emergente o correctivo cuando se presentan.

Fallas Tempranas

Ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas. Pueden ser causadas por problemas de materiales, de diseño o de montaje.

Fallas adultas

Son las fallas que presentan mayor frecuencia durante la vida útil. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores (suciedad en un filtro de aire, cambios de rodamientos de una máquina, etc.).

Fallas tardías

Representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida útil del bien. Un ejemplo sería el desgaste de balatas, carbones de motores o fundido de lámparas indicadoras.

3.6- Mantenimiento de la banda transportadora

En este capítulo se presentan los procedimientos recomendados que se emplearán para la implementación del proyecto. Su utilización y evaluación arrojarán los resultados que permitirán evaluar la efectividad del programa implementado mediante la toma de datos, durante y después de la aplicación. Cada actividad corresponde a las tareas más comunes del mantenimiento preventivo y correctivo. Mediante listados de verificación (check list) se deberán cumplir y registrar cada uno de los procedimientos explicados en los manuales específicos.

3.6.1- Programa de mantenimiento preventivo

Las actividades desarrolladas por el departamento de mantenimiento se concentran en el siguiente programa. Las tareas fueron clasificadas por área de aplicación como se muestra. Algunos de los periodos de inspección fueron determinados en base a la experiencia previa pues no se tenía definido un periodo específico; las actividades de mayor frecuencia (diaria) continuarían sin variación. Otras actividades se adicionaron a algunas rutinas con el fin de enriquecerlas y aprovecharlas.

Actividad	Frecuencia	Responsable
Inspección visual de rodillos	Cada arranque	Jefe de mantenimiento
Revisión de motor y reductor	semanal	Encargado de área
Inspección visual de la banda	Cada arranque	Encargado de área
Lubricación de rodillos	Semanal	Encargado de área
Engrasado de poleas	Semanal	Encargado de área
Alineación de motores y reductores	Semestral	Jefe de mantenimiento

Tabla 3.1 actividades de manteniendo

Las siguientes actividades del Mantenimiento Preventivo fueron retomadas de las rutinas existentes. Se idearon modificaciones en cuanto a la secuencia de realización por la ubicación física de los puntos de revisión y el orden de otros sucesos que deben ser supervisados. Se pretende que sean utilizadas como procedimiento estandarizado y sean parte de los formatos a llenar por parte de los técnicos.

3.6.2- Mantenimiento del Motorreductor

Los engranajes, casquillos y rodamientos de los reductores y motorreductores están lubricados habitualmente por inmersión o impregnados en la grasa lubricante alojada en la carcasa principal. Por lo tanto, el Mantenimiento pasa por revisar el nivel de aceite antes de la puesta en marcha. La carcasa tendrá visibles los tapones de llenado, nivel y drenaje del lubricante, que deben estar bien sellados. Debe mantenerse especialmente limpio el orificio de ventilación; también debe respetarse el tipo de lubricante recomendado por el fabricante, que suele ser el más adecuado a su velocidad, potencia y materiales constructivos.

Según el tipo del reductor, se suele recomendar una puesta en marcha progresiva, en cuanto a la carga de trabajo, con unas 50 horas hasta llegar al 100%. Asimismo, es muy recomendable el sustituir el aceite la primera vez tras 200 horas de trabajo, pudiendo incluso el decidir en ese momento un "lavado" del Reductor. A partir de ese momento, los cambios del lubricante deberán hacerse SIEMPRE de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, siendo plazos habituales cambios cada 2.000 horas de trabajo.

En caso de disponer de Reductores de repuesto, estos deben permanecer completamente llenos del lubricante recomendado, para prevenir la oxidación de los elementos internos, así como protegidos los acoplamientos. Es importante "marcar" en el mismo Reductor la necesidad de vaciar el lubricante sobrante antes de ser puesto en servicio.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE UN REDUCTOR DE VELOCIDAD.

Cada semana:

- Revisar el nivel de aceite del reductor, y si es necesario reponerlo.
- Revisar si existen posibles fugas de aceite.

Cada 3 meses:

- Revisar la alineación del grupo motor-reductor.
- Escuchar con un estetoscopio mecánico los ruidos del rodamiento y de los engranes.

Cada año:

- Revisión general del reductor.
- Revisar los conos.
- Revisar tazas(de preferencia cambiarlas).
- Revisar engranes y piñones.
- Revisar el apriete del cono sobre la flecha.
- Ajustar las flechas del reductor.
- Revisar la bomba de aceite y sus conductos.

ALMCENAMIENTO:

Seguidamente se detallan algunas recomendaciones a las cuales hay que atenderse para el almacenaje del reductor:

- 1.) Evitar los avientes con excesiva humedad y expuestos a la intemperie (excluir las zonas al aire libre)
- 2.) Evitar el contacto directo con el suelo.
- 3.) Disponer el reductor de modo que exista una base de apoyo estable y asegurarse de que no existen riesgos de desplazamientos imprevistos.
- 4.) Apilar los reductores embalados (si lo admite) siguiendo las indicaciones incluidas en el propio embalaje.

Para periodos de almacenamiento superior a 6 meses, seguir las siguientes últimas operaciones:

- 5.) Recubrir todas las partes externas mecanizadas con protección antioxidante tipo shell Ensis, o similar en cuanto a propiedades y campo de utilización.
- 6.) Realizar el llenado completo con aceite lubricante y orientar al reductor de forma que el tapón depresor este ubicado en posición más alta. Antes de poner en marcha, el reductor se deberá vaciar del aceite usado para el periodo de almacenaje y llenarlo con la cantidad correcta y el tipo de lubricante idóneo.

3.6.3- Mantenimiento del motor eléctrico

Una recomendación importante antes de empezar el mantenimiento del motor es observar los Reglamentos de Seguridad, en particular asegurándose de que todas las partes conectadas a una fuente de alimentación estén sin tensión y evitando una conexión fortuita. Si los trabajos de mantenimiento suponen remover el motor de su emplazamiento, desconectar también los circuitos auxiliares eventualmente existentes (Resistencias calefactoras, sondas térmicas, ventilaciones independientes, frenos). Es necesario realizar el mantenimiento cuidadoso y regular, las inspecciones y revisiones para reconocer y eliminar las averías a tiempo antes de que en consecuencia puedan resultar daños. Ya que las condiciones de funcionamiento no se pueden definir exactamente, sólo se pueden indicar plazos generales condicionados al funcionamiento sin averías. Estos plazos siempre se han de adaptar a las condiciones locales (contaminación, carga, etc.)

¿Qué hacer?	Período de tiempo	Plazos
Primera inspección	después de aprox. 500 horas de servicio	como máximo después de ½ año
Control de los conductos de aire y de la superficie del motor	según el grado de contaminación local	
Lubricar (opción)	véase placa de características y de lubricación	
Inspección principal	aprox. 10.000 horas de servicio	una vez al año
Descarga de agua condensada	según las condiciones climáticas	

Tabla 3.2 inspecciones para el mantenimiento de un motor eléctrico.

3.6.4- Alineación y centrado de la banda transportadora

El seguimiento de una cinta transportadora asegura que el dispositivo funcione como se esperaba, que se deslice de forma recta y segura, tanto cuando esté cargada como vacía. Mientras que centrar una cinta transportadora es un procedimiento bastante simple, se requiere cierta familiaridad con los sistemas de transporte y sus componentes. La falta de alineación adecuada a veces puede resultar en gastos adicionales, por lo que es importante dedicarle tiempo a lo largo del procedimiento.

Instrucciones

1

Determinar la dirección en la que se necesita centrar la cinta transportadora. Si es la cinta que se mueve hacia a la izquierda, entonces muévela hacia la derecha lo suficiente como para centrar la banda y viceversa.

2

Localizar el rodillo de accionamiento. Está típicamente en un extremo de la correa o el otro. Ocasionalmente dos rodillos están presentes, pero simplemente proporcionan tensión adicional a la correa mientras que el otro realmente hace el trabajo. Si los dos rodillos están en el dispositivo, utilizar el más alejado del rodillo de accionamiento. Cuanto más lejos de la correa esté la unidad, será menos difícil moverla en la dirección que deseas.

3

Utilizar el tamaño de llave adecuado para aflojar las tuercas de los pernos o las varillas del conector. Esto permitirá maniobrar la polea hacia la derecha o hacia la izquierda.

4

Si la cinta transportadora está desviándose hacia a la derecha, ajustar el rodillo de accionamiento para apretar ese mismo lado. Usar la llave de extremo abierto para ajustar los tornillos del gato. Atornillando el perno hacia el dispositivo, se aflojará el

rodillo, mientras que atornillar el perno "hacia fuera" forzará a endurecer ese extremo del rodillo. Si está fuera de lugar en el lado derecho, se debe aflojar el extremo izquierdo de la tensión del rodillo, y viceversa.

5

Iniciar la cinta transportadora en su velocidad más baja.

6

Usar la palma de la mano para empujar la correa en la dirección correcta. No se tendría que aplicar mucha fuerza. Si se presiona demasiado, ajustar el cinturón y el rodillo hacia el otro lado. Puede ser que se deba tomar un tiempo para conseguir que la cinta corra perfectamente recta, así que, se tendrá que repetir este paso un par de veces antes de que se ajuste a la perfección.

7

Monitorear la cinta transportadora antes de pasar a otra tarea. A veces, el cinturón se deriva de nuevo a su posición previa, en cuyo caso, se deberá ajustar el ángulo del rodillo y empujar la cinta de nuevo. Esperar por lo menos de 60 a 90 segundos para asegurarse de que la correa esté en su lugar.

Frecuencia de inspección

La frecuencia con la que se debe inspeccionar la banda transportadora depende de una serie de factores: el tipo de aplicación, el entorno en el que funciona la banda, el tamaño de la carga y la frecuencia con que se utiliza. Hay una serie de aplicaciones, bandas y portadores. Algunas bandas operan en entornos más exigentes con temperaturas extremas, como hornos. Otras transportan productos muy pesados o productos que contienen productos químicos tóxicos. Algunos necesitan ser resistentes a detergentes fuertes. Cada uno de estos factores tiene un impacto y determinará el foco de la inspección.

3.7- Recomendaciones de seguridad.

- Utilizar los equipos de protección personal adecuados para el trabajo a realizar.
- Realizar una prueba de funcionamiento con anterioridad a los equipos de levante a utilizar.
- Revisar las herramientas a utilizar (que se encuentren en buen estado).
- Solicitar el bloqueo del equipo que se va a intervenir al jefe de turno.
- Verificar las condiciones del entorno por posibles condiciones inseguras.
- Segregar los RILES o RISES existentes en el equipo.
- Informar el término de la actividad al jefe de turno.

3.7.1- Recomendaciones para la inspección de la transmisión de la banda

1. Siempre desconectar el equipo, detener el funcionamiento de la transmisión antes de comenzar a trabajar en ella, aunque sea brevemente. Asegurar la caja de control y poner un letrero de advertencia “Desconectado para efectuar el mantenimiento. No conectar.” Guardar la llave en su bolsillo. Sacar los fusibles para reducir los riesgos al mínimo. Durante una revisión, normalmente hay que observar la máquina funcionando. No se debe tocar antes de que se haya detenido completamente.

2. Revisar la posición de los componentes, asegurar de que todos los componentes de la máquina están en una posición “segura”. Colocar volantes, contrapesos, engranajes y embragues en su punto neutro para evitar movimientos accidentales. Siempre respetar las recomendaciones del fabricante para un mantenimiento seguro.

3. Utilizar ropa adecuada nunca utilizar ropa suelta o voluminosa, como corbatas, mangas sueltas o delantales de laboratorio cerca de las transmisiones. Utilizar guantes al inspeccionar las poleas para evitar cortarse con muescas, asperezas o bordes afilados de las poleas.

4. Mantener libre el acceso a las transmisiones, la accesibilidad es primordial mantenga el área cercana a las transmisiones sin desorden. Fijarse en el suelo, que tiene que estar limpio y sin aceite ni residuos para asegurar un buen equilibrio del operario mientras está trabajando en la maquinaria.

3.8- Recomendaciones para la manipulación de piezas.

- El equipo utilizado para remover piezas debe de ser del tamaño suficiente para permitir facilidad de movimiento de la pieza que está siendo manipulada para evitar que se dañen.
- Proteja las superficies con aceite o anticorrosivo si la pieza ha de ser expuesta a las condiciones ambientales.
- No coloque ninguna superficie fresada directamente en el suelo. Utilice madera o cualquier otro tipo de soporte para proteger las piezas.

3.9- Recomendaciones para el uso de herramientas manuales

Hay algunas herramientas manuales, que requieren de cuidado y conocimiento para utilizarlas de manera adecuada, no solo para evitar accidentes, sino para que el trabajo quede lo más óptimo posible. Algunas herramientas parecen ser de uso muy sencillo, sin embargo hay ciertas recomendaciones que parecen muy básicas, pero que le pueden ser muy útiles en momentos en que esté realizando trabajos con elementos de ferretería.

Recomendaciones

- **Verificar:** Antes de utilizar cualquier herramienta de uso manual, es importante verificar el estado de conservación, sobre todo cuando no hace uso de estas todos los días o cuando varias personas las utilizan a la vez. Comprobar el estado de los mangos, astillas, puntas, filos o el ajuste de las tuercas, comprobando que no estén deteriorados, rotos u oxidados. Si presentan características deficientes, retírelas inmediatamente para sustituirlas o arreglarlas.

- **Calidad:** Utilizar herramientas de buena calidad, con un diseño correcto, con la resistencia y durabilidad adecuada y los mangos o asas bien afianzadas, permite un mejor desempeño. Verificar que los martillos, alicates, hombre solos, pinzas y otros elementos funcionen de manera apropiada, también previene accidentes.
- **Uso adecuado:** Las herramientas usadas en cada labor, deben estar elaboradas para tal fin, de lo contrario puede causar graves accidentes o daños en los materiales. Además, cada objeto tiene un límite técnico, el cual debe respetarse. Por ejemplo, los destornilladores no deben usarse como cinceles, ni los alicates como martillos o similares.
- **Transporte:** Cuando sea necesario movilizar las herramientas es importante hacerlo de forma segura, evitando por ejemplo meter puntillas, brocas o tornillos en el bolsillo, ya que podrían causar un accidente mayor, en una caída o tropezón. Hay elementos como canguros que se ponen en la cintura y cajas de herramientas, maletas u organizadores adecuadas para este fin.
- **Almacenamiento:** Siempre las herramientas deben guardarse de forma ordenada, limpia y en un lugar adecuado lejos del alcance de los niños. Evitar que las puntas o filos queden desprotegidos y en cada espacio almacenar cada tipo de elemento. Cuando los utensilios se conservan de forma ordenada, es más fácil la selección del objeto preciso y se evita que se usen otros que no son apropiados.

CONCLUSIONES

Las empresas del rubro alimenticio se ven continuamente en la obligación de realizar mejoras continuas en sus procesos, de tal manera de entregar un servicio eficiente que les permita mantener un crecimiento de acorde a las exigencias del mercado. Para ello se generan productos y servicios a medida que satisfagan las necesidades exigentes de los clientes. Debido a que la empresa lácteos de Chiapas de S.A.de C.V. ha experimentado un importante crecimiento en los últimos años, requiere de mejoras que impacten directamente en sus procesos, adaptándose de esta manera a los nuevos escenarios que presenta el mercado. Así, se ha decidido evaluar y rediseñar su proceso de productos, que corresponde al negocio principal del Sistema Transportado de la empresa.

Al analizar la situación actual del proceso, se detectó que la principal deficiencia se encontraba en los tiempos que transcurrían desde la salida del producto hasta el llevado a la bodega. Por tal motivo, se planteó la necesidad de diseñar un prototipo que fuera de gran utilidad en la empresa.

BIBLIOGRAFIA

LIBROS

Autor: Fitzgerald

Libro: Mecánica de Materiales

Editorial: Alfa Omega

Edición: 1996

De este libro se sacó la teoría para el análisis de fuerzas, el diagrama de cortantes y el diagrama de momentos

(Cap. No. 4)

Autor: Shigley

Libro: Diseño de Elementos de Máquinas

Edición: 4a 1985

De este autor se tomaron las teorías para diseño de las flechas y los cuñeros de sus poleas. (Cap. No. 2)

Autor: Spotts

Libro: Diseño de Elementos de Máquinas

Edición: 6a 1990