

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN - REY BALDUINO DE BELGICA

**DISEÑO DE PROPUESTA Y EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE MÁQUINA HERRAMIENTA CORTADORA DE TUBOS
TIPO BOCA DE PEZ**

Trabajo para optar al título profesional de
Ingeniería de ejecución mecánica de
procesos y mantenimiento industrial

Alumno:

Gerardo Nicolás Jerez Paine

Profesor guía:

Ing. Guillermo Felipe Larson Muñoz

DEDICATORIA

A mi familia y buenos amigos, en especial a mis padres, quienes realmente le dan significado a todo esto. También a mis hermanos, quienes con su apoyo incondicional me ayudaron a trabajar a través de los años.

RESUMEN

Los procesos de maquinado son importantes a nivel mundial, solucionando las necesidades de todo tipo, distintos aspectos como tiempo de respuesta, calidad del producto, beneficios de los procesos, accesibilidad a un tipo de proceso son aspectos que día a día se buscan mejorar, innovando en nuevos equipos y tecnologías que satisfagan y den un beneficio tanto económico y aún más relevante en estos tiempos al cuidado del medio ambiente.

Este tema de los procesos de maquinado enfocado en los procesos con arranque de viruta conlleva varios problemas, los cuales son planteados y solucionados con una propuesta innovadora, amigable con el medio ambiente ayudándose en la aplicación de nuevas tecnologías, seleccionando materiales de forma de reducir el consumo de estos.

Existen diversos métodos y maquinarias las cuales pueden dar solución al problema planteado en este proyecto, pero cada una tiene sus restricciones, beneficios, ventajas y desventajas, pero la idea de este proyecto es dar la solución que cubra el mayor rango posible dando la posibilidad de ver un futuro viable a la propuesta de diseño.

El proyecto conlleva varios desafíos que mediante los estudios realizados durante el curso de la carrera de Ingeniería de ejecución de mecánica de procesos y mantenimiento industrial se pueden afrontar y sacar adelante dejando un resultado claro, con respaldo tecnológico el cual es una solución confiable.

Este proyecto tiene como propuesta el diseño de una máquina herramienta de solidas características, siendo una propuesta consistente y económicamente accesible además de viable, cuyo valor agregado es su propuesta de un equipo confiable y de fácil uso, mantenimiento cuya implementación en su área es recomendable por su real aporte e impacto en la empresa que decida implementar reduciendo los tiempos de maquinado que a su vez aumentan los costos en ahorros tanto de tiempo como de materiales anexos que se ven involucrados.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	3
BENEFICIOS DEL PROYECTO.....	5
OBJETIVO GENERAL	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
CAPÍTULO 1:.....	7
1.1. PROCESO DE MANUFACTURA.....	8
1.1.1. ¿Qué es la manufactura?	8
1.1.2. Definición de manufactura.....	9
1.1.3. Procesos de manufactura.....	10
1.2. PROCESOS DE REMOCIÓN DE MATERIAL, PROCESOS CAV	11
1.3. MAQUINADO.....	12
1.4. TECNOLOGÍA DEL MAQUINADO	13
1.4.1. Condiciones de corte	13
1.4.2. Herramienta de corte	14
1.5. TECNOLOGÍA HOLE DOZER	14
1.5.1. Diseño de los dientes.....	15
1.5.2. Material de los dientes	15
1.5.3. Diseño de la placa soporte.....	16
1.5.4. Aplicaciones.....	16
1.5.5. Recomendaciones del fabricante.....	16
1.5.6. Refrigerante.....	17
1.5.7. Coronas bimetálicas HOLE DOZER	17
1.5.8. Velocidades de corte recomendada.....	19
CAPÍTULO 2:.....	21
2.1. DISEÑO DE PROPUESTA	22
2.2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.....	23
2.3. CÁLCULOS DE COMPONENTES.....	24
2.3.1. Determinación material de la fecha porta herramientas.....	24
2.3.2. Calculo de transmisión por poleas	30
2.3.3. Selección conductores eléctricos.....	35
2.3.4. Límites de velocidad para los rodamientos.....	36
2.4. CONEXIÓN ELÉCTRICA.....	37
2.4.1. Características de componentes	37
2.4.2. Diagrama de conexión fuerza.....	39
2.4.3. Diagrama de conexión mando.....	40

2.5.	LISTADO DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN.....	41
2.5.1.	Estructura base	41
2.5.2.	Aceros especiales para construcción mecánica.....	42
2.5.3.	Fijación.....	44
2.5.4.	Componentes eléctricos	44
CAPÍTULO 3:.....		45
3.1.	PROCEDIMIENTOS DE USO.....	46
3.1.1.	Arranque máquina herramienta.....	46
3.1.2.	Sujeción material de trabajo.....	47
3.1.3.	Cortes a 90°	48
3.1.4.	Cortes diferentes de 90°	50
3.2.	MANTENIMIENTO.....	51
3.2.1.	Tipo de mantenimiento.	51
3.2.2.	Análisis de Modos y Efectos de Falla y Criticidad (FMECA).....	53
3.2.3.	Plan de mantenimiento.....	55
3.3.	MEDIDAS DE SEGURIDAD	56
3.4.	PARÁMETROS DE OPERACIÓN.....	57
CAPÍTULO 4:.....		58
4.1.	PRESUPUESTO DE MATERIALES	59
4.2.	PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA	61
4.3.	PRESUPUESTO TOTAL DE INVERSIÓN	62
4.4.	ANÁLISIS DE MERCADO	63
4.5.	ANÁLISIS TÉCNICO	65
4.5.1.	Biseladora de tubos	65
CONCLUSIÓN		68
RECOMENDACIONES		69
BIBLIOGRAFÍA		70
ANEXOS		71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura i. Representación de corte tipo boca de pez en tubos.

Figura ii. Junta entre tubos a 90° corte boca de pez.

Figura iii. Representación junta entre tubos a 30°

Figura 1-1. Maneras de definir manufactura

Figura 1-2. Clasificación de los procesos de manufactura

Figura 1-3. Clasificación de los procesos de remoción de material

Figura 1-4. Corona bimetálica HOLE DOZER

Figura 2-1. Esquema de construcción y funcionamiento máquina herramienta.

Figura 2-2. Esquema de representación zonas de concentradores de esfuerzo.

Figura 2-3. Esquema de representación zona 4 de concentradores de esfuerzo.

Figura 2-4. Tabla factores de diseño y esfuerzos cortantes.

Figura 2-5. Extracto tabla propiedades típicas de aceros al carbono

Figura 2-6. Estructura interna correas Optibelt SK

Figura 2-7. Captura propuesta de cálculo software CAP 6.0

Figura 2-8. Captura de resultados de software CAP 6.0

Figura 2-9. Captura resultado seleccionado de software CAP 6.0

Figura 2-10. Captura detalles del resultado seleccionado software CAP 6.0

Figura 2-11. Características eléctricas y mecánicas conductores eléctricos

Figura 2-12. Velocidades de rotación permisibles de los rodamientos insertables con obturación RSR

Figura 2-13. Imagen referencia motor tipo W11

Figura 2-14. Imagen referencia variador de frecuencia

Figura 2-15. Diagrama de fuerza conexión eléctrica motor

Figura 2-16. Diagrama de control conexión eléctrica motor

Figura 3-1. Representación panel de control

Figura 3-2. Representación sujeción material largo

Figura 3-2. Representación sujeción material largo con apoyo

Figura 3-4. Representación sujeción material de trabajo a 90°

Figura 3-5. Representación sección de tubos con marca

Figura 3-6. Representación para corte a 45°

Figura 3-7. Elementos críticos máquina herramienta

Figura 4-1. Aserradero Horcones, Arauco

Figura 4-2. Central térmica a carbón COLBÚN, Coronel

Figura 4-3. Soldadura en proceso en Aserradero Horcones, Arauco

Figura 4-4. Biseladora de tubos

Figura 4-5. Características técnicas biseladora de tubos

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Diámetros disponibles coronas bimetálicas

Tabla 1-2. Velocidad de corte coronas bimetálicas

Tabla 2-1. Extracto datos de construcción y características de desempeño motor eléctrico

Tabla 2-2. Tabla composición química acero SAE 1045

Tabla 2-3. Tabla propiedades mecánicas acero SAE 1045

Tabla 2-4. Tabla composición química acero SAE 1020

Tabla 2-5. Tabla propiedades mecánicas acero SAE 1020

Tabla 3-1. Tabla FMECA diseño de propuesta

Tabla 4-1. Tabla listado presupuesto de materiales

Tabla 4-2. Tabla listado presupuesto de mano de obra

Tabla 4-3. Tabla listado presupuesto total de inversión

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo A. Datos eléctricos motores WEG W11

Anexo B. Cotización DUCASSE

Anexo C. Cotización DUCASSE

Anexo D. Cotización RHONA

Anexo E. Cotización Aceros OTERO

Anexo F. Cotización MILAN FABJANOVIC

Anexo G. Cotización ACENOR

Anexo H. Cotización ACENOR

Anexo I. Tabla propiedades de aceros al carbono

Anexo J. Propiedades conductores de control

Anexo K. Propiedades conductores distribución y poder

SIGLAS

A	:	Amperio
AISI	:	American Iron and Steel Institute
ASTM	:	American Society of Testing and Materials
AWG	:	American Wire Gauge
CA	:	Corriente alterna
CC	:	Corriente continua
D	:	Diámetro mayor
d	:	Diámetro menor
dB	:	Decibel
HB	:	Dureza Brinell
Hp	:	Horse power
Kt	:	Factor teórico de concentración de esfuerzos
Kg	:	Kilogramos
KW	:	Kilo Watt
Inch	:	Pulgada
mm	:	Milímetros
Mpa	:	Mega pascal
N	:	Newton
N m	:	Newton metro
N/mm ²	:	Newton milímetro cuadrado
r	:	Radio
Rpm	:	Revolución por minuto

SAE : Society of Automotive Engineers

V : Voltaje

SIMBOLOGÍA

%	:	Porcentaje
Ø	:	Diámetro
°	:	Grado
°C	:	Grado Celcius
$\tau_{\text{máx}}$:	Esfuerzo cortante máximo
τ_d	:	Esfuerzo cortante de diseño
S_y	:	Resistencia a la fluencia
π	:	Pi

INTRODUCCIÓN

A grandes rasgos el progreso de la humanidad a través de los tiempos ha estado regido por el tipo de herramientas disponibles y sus capacidades, además las tendencias del mercado en el área metal-mecánica en los últimos años han hecho latentes la necesidad de reducir tiempos, aumentar la confiabilidad, cuidar el medio ambiente y reducir costos de operacionales.

La invención y evolución de una máquina-herramienta está ligada con el objetivo de resolver una necesidad, entonces el diseño es parte fundamental del progreso.

Diseñar es formular un plan para satisfacer una necesidad específica o resolver un problema. Si el plan resulta en la creación de algo físicamente real, entonces el producto debe ser funcional, confiable, competitivo, útil, que pueda fabricarse y comercializarse.

Además, las maquinas herramientas y sus procesos de manufactura son un medio importante en lo tecnológico, económico e histórico de un país, proporcionando a la sociedad y a sus miembros los objetos que ellos necesitan o desean de forma directa o indirectamente.

De aquí que el presente proyecto expone una propuesta de enseñanza dentro del contexto de formación por competencias de las tecnologías de maquinado que integra al desarrollo productivo con los avances tecnológicos en el área metal-mecánica.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema abordado en este proyecto consiste en resolver la necesidad de un mecanizado previo a la soldadura, para generar una junta entre tubos el cual minimice el material de aporte de la soldadura y el tiempo requerido para esto. Para los trabajos de soldadura con tubos las tareas previas a la soldadura requieren de un cuidado minucioso, ya que influirán en el resultado final de la soldadura

Se requiere una máquina herramienta la cual de forma a los tubos de distintas medidas mediante una operación de desbaste primario en la cual se requiere remover la mayor cantidad de material en el menor tiempo posible.

Esta máquina herramienta debe ser amigable con el medio ambiente, segura para el operador, de baja complejidad para su mantenimiento y económicamente accesible.

JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Este diseño de propuesta consiste en una máquina herramienta la cual usa brocas del tipo corona bimetálicas, las cuales están diseñadas para cortes de distintos materiales, entre ellos los aceros al carbono del cual están fabricados comúnmente los perfiles tubulares de uso estructural que son el enfoque de este proyecto.

Para desarrollar este diseño y su implementación la cual generará la disminución en los tiempos requeridos para dar forma a los tubos, se investigará sobre el tema, las diversas opciones para realizar esta tarea, compararlas y generar la opción más viable.

La idea de este proyecto es dar una opción de un equipo completo, de fácil operación, versátil, el cual cumpla con las normas de seguridad que proteja al operador y su entorno, además al medio ambiente mediante el diseño y la utilización de equipos de bajo consumo energético.

Se desarrollará un sistema de sujeción mecánica el cual permita una fácil y rápida sujeción de la pieza de trabajo, la cual al ser un tubo se alineará el eje de simetría entre la pieza de trabajo (tubo) y la herramienta de corte para generar un corte preciso y de una sola pasada.

Como resultado del uso de esta máquina herramienta se logrará una forma en los tubos denominada corte boca de pez. Este tipo forma se representa a continuación:

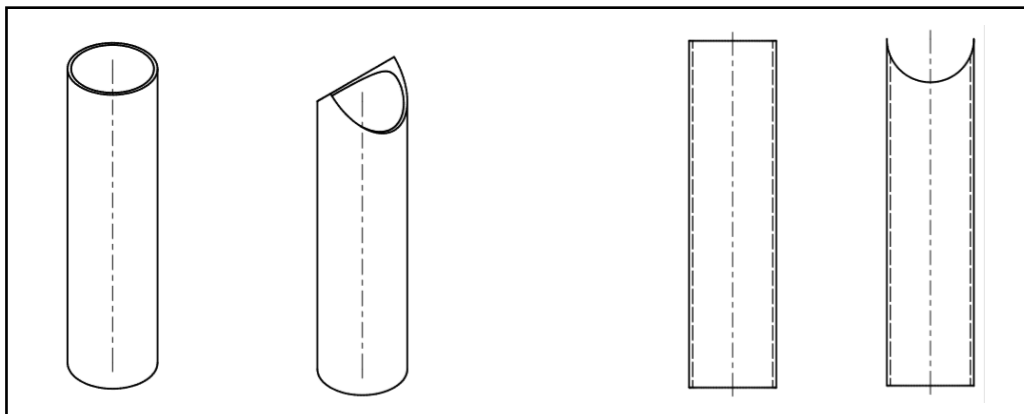


Figura i. Representación de corte tipo boca de pez en tubos

Fuente: proyecto de diseño, software Autodesk Inventor

Esto da como resultado una junta entre tubos:

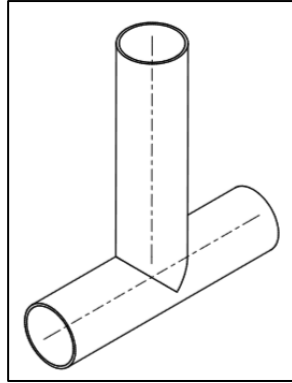


Figura ii. Junta entre tubos a 90° corte boca de pez.
Fuente: Proyecto de diseño, software Autodesk Inventor

Además, mediante un diseño de la base de las mordazas de sujeción de los tubos se puede modificar el ángulo de ataque de las herramientas de corte entre 0 a 90°, logrando con esto un mayor rango de aplicaciones.

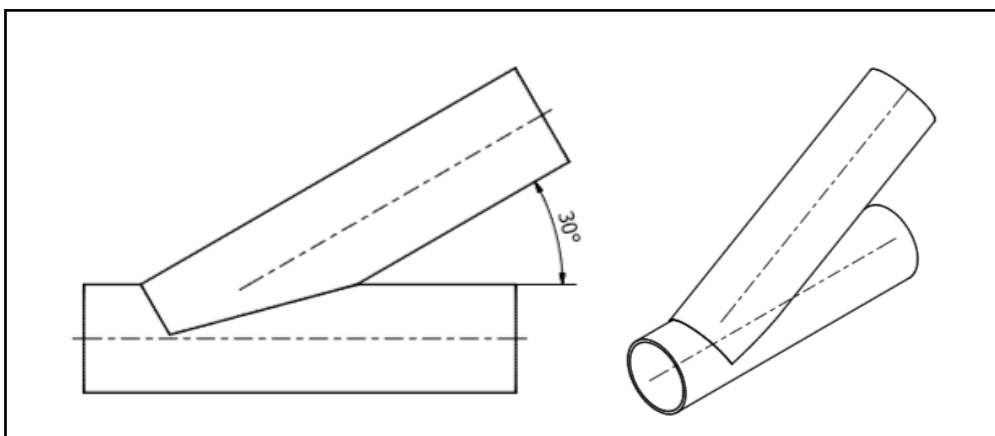


Figura iii. Representación junta entre tubos a 30°
Fuente: Proyecto de diseño, software Autodesk Inventor

BENEFICIOS DEL PROYECTO

El correcto desarrollo del proyecto y el uso de esta máquina herramienta afectará notoriamente en los tiempos de los procedimientos antes descritos y su implementación nos dará como beneficios:

- Disminuir tiempo de corte para generar una junta entre tubos
- Disminución de material de aporte en la soldadura de la junta entre tubos
- Cortes más precisos y de mejor acabado primario
- Reducción de procedimientos para lograr la geometría en los tubos para la junta
- Aumento de aplicaciones con tubos para uso estructural
- Cortes con ángulos desde 0 a 90 grados

OBJETIVO GENERAL

Diseño y comprensión del uso, seguridad y procedimientos para disminuir tiempos en cortes específicos a tubos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Análisis y estudio de procesos de maquinado con énfasis en los procesos CAV.

Diseño, cálculo y selección de materiales para la construcción de la máquina herramienta.

Determinar y elaborar procedimientos de uso, medidas de seguridad y parámetros de operación.

Análisis y evaluación económica para la implementación en el área de estructuras metálicas.

CAPÍTULO 1:

Análisis y estudio de procesos de maquinado con énfasis en los procesos CAV.

1.1. PROCESO DE MANUFACTURA

La manufactura es importante en lo tecnológico, económico e histórico. La tecnología de manufactura se define como la aplicación de la ciencia para proporcionar a la sociedad y a sus miembros aquellos objetos que necesitan o desean.

1.1.1. ¿Qué es la manufactura?

La palabra manufactura se deriva de las palabras latinas manus (mano) y factus (hacer); la combinación de ambas significa hecho a mano. La palabra manufactura tiene varios siglos de antigüedad, y “hecho a mano” describe en forma adecuada los métodos manuales que se utilizaban cuando se acuñó la expresión. La mayor parte de la manufactura moderna se lleva a cabo por medio de maquinaria automatizada y controlada por computadora que se supervisa manualmente.

1.1.2. Definición de manufactura

Como campo de estudio en el contexto moderno, la manufactura se puede definir de dos maneras: una tecnológica y la otra económica. En el sentido tecnológico, la manufactura es la aplicación de procesos físicos y químicos para alterar la geometría, propiedades o apariencia de un material de inicio dado para fabricar productos; la manufactura también incluye el ensamble de piezas múltiples para fabricar productos. Los procesos para llevar a cabo la manufactura involucran una combinación de máquinas, herramientas, energía y trabajo manual. Casi siempre, la manufactura se ejecuta como una secuencia de operaciones. Cada una de estas lleva al material más cerca del estado final que se desea.

En el sentido económico, la manufactura es la transformación de los materiales en artículos de valor mayor por medio de uno o más operaciones de procesamiento o ensamblado. La clave es que la manufactura agrega valor al material cambiando su forma o propiedades, o mediante combinar materiales distintos también alterados. El material se habrá hecho más valioso por medio de las operaciones de manufactura ejecutados en él.

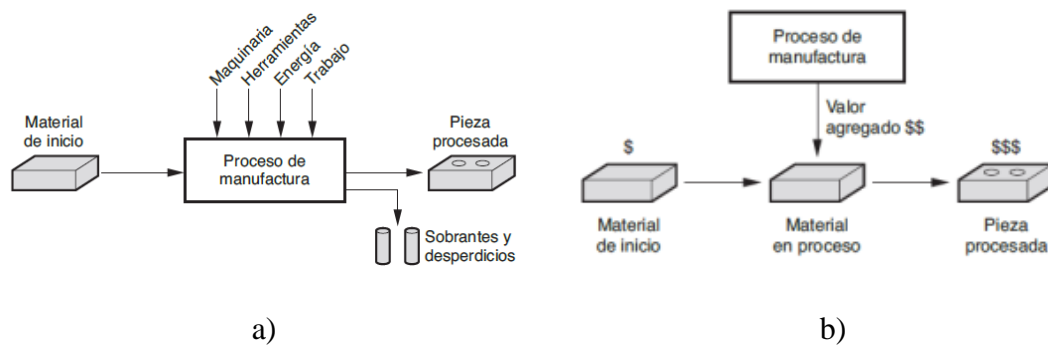


Figura 1-1. Maneras de definir manufactura: a) como proceso técnico, y b) como proceso económico.

Fuente: Mikell P. Groover, "Fundamentos de manufactura moderna" tercera edición.

1.1.3. Procesos de manufactura

Los procesos de manufactura se dividen en dos tipos básicos: las operaciones del proceso, y las del ensamble. Una operación del proceso hace que un material de trabajo pase de un estado de acabado a otro más avanzado que está más cerca del producto final que se desea. Se agrega valor cambiando la geometría, las propiedades o la apariencia del material de inicio. En general, las operaciones del proceso se ejecutan sobre partes discretas del trabajo, pero algunas también son aplicables a artículos ensamblados. Una operación de ensamble une dos o más componentes a fin de crear una entidad nueva, llamada ensamble, subensamble o algún otro término que se refiera al proceso de unión.

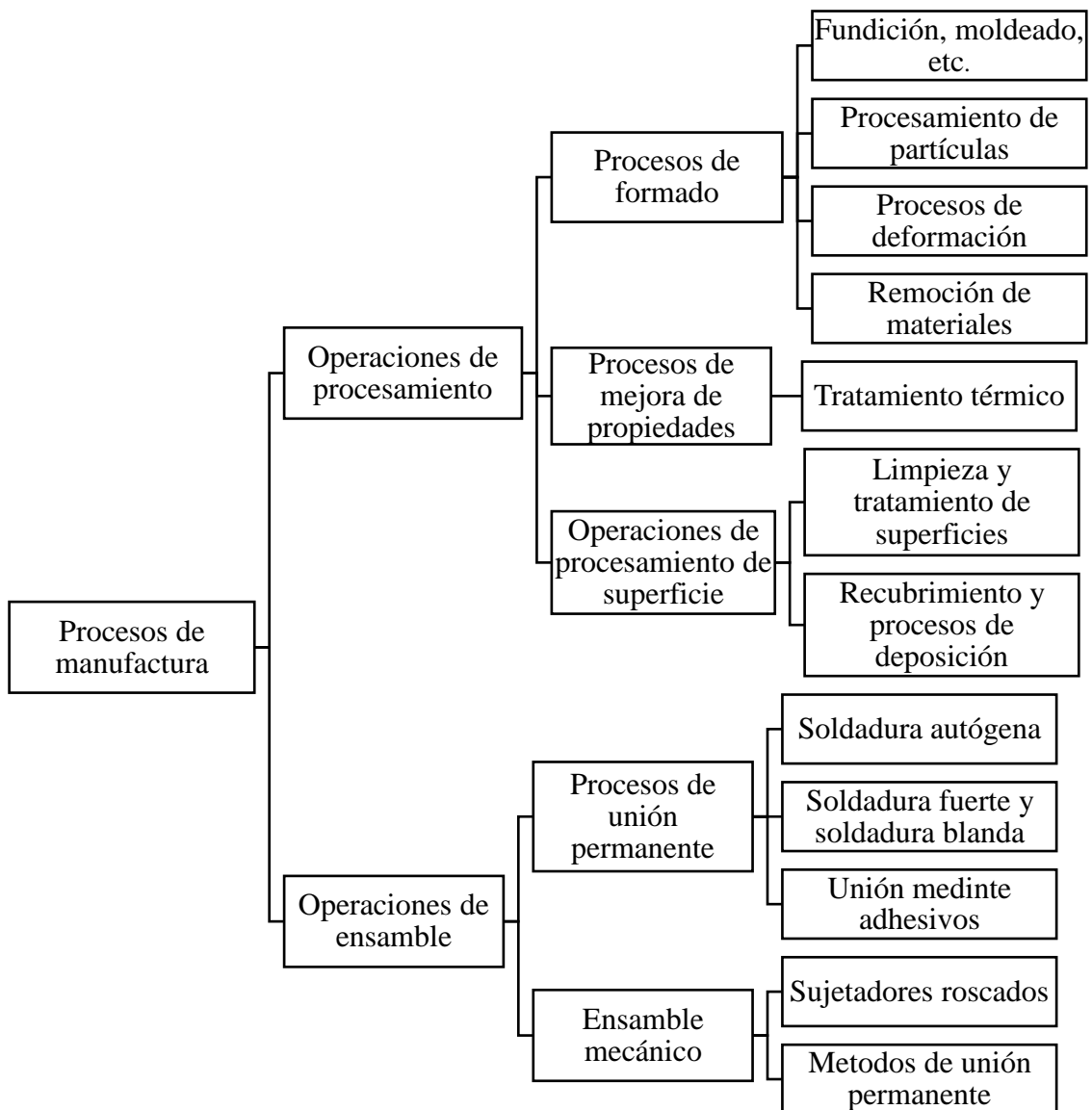


Figura 1-2. Clasificación de los procesos de manufactura

Fuente: Mikell P. Groover, "Fundamentos de manufactura moderna" tercera edición

1.2. PROCESOS DE REMOCIÓN DE MATERIAL, PROCESOS CAV

Los procesos de remoción de material o procesos CAV (con arranque de viruta) son una familia de operaciones de formado (ver figura 1-2) en las que el material sobrante es removido de una pieza de trabajo inicial de tal manera que lo que queda es la forma final que se desea conseguir.

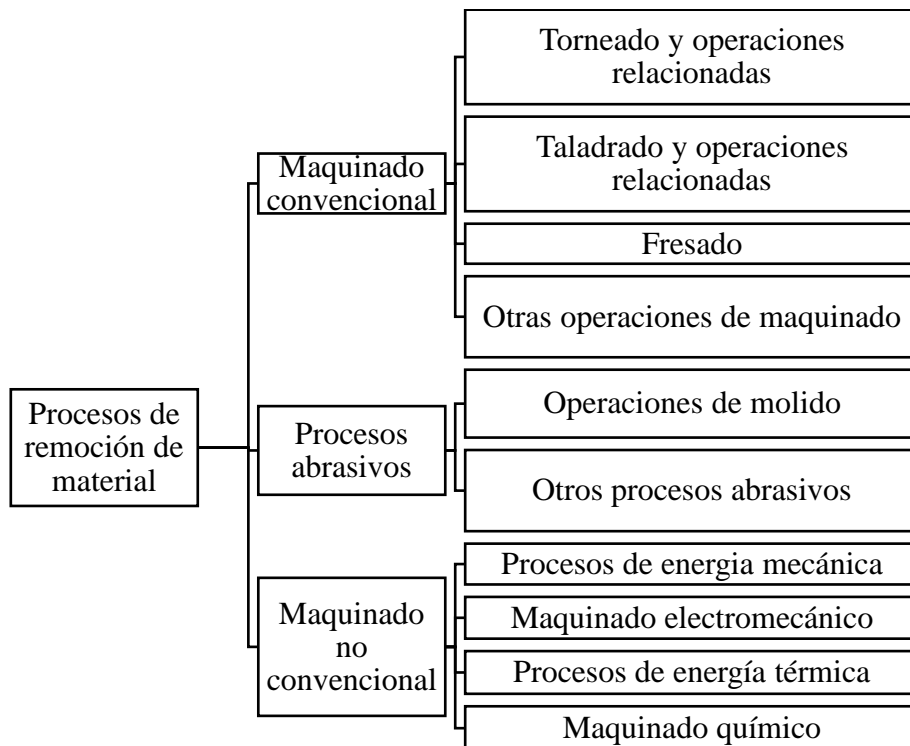


Figura 1-3. Clasificación de los procesos de remoción de material.

Fuente: Mikell P. Groover, "Fundamentos de manufactura moderna" tercera edición

La rama más importante entre los procesos de remoción de material es el maquinado convencional, en el que una herramienta aguda de corte se utiliza para cortar mecánicamente el material y así alcanzar la forma deseada. Los tres procesos principales del maquinado son el torneado, el taladrado y el fresado. Las otras operaciones de maquinado incluyen el perfilado, el cepillado, el escariado y el aserrado.

1.3. MAQUINADO

El maquinado es uno de los procesos de manufactura más importantes. La revolución industrial y el crecimiento de las economías basadas en la manufactura de todo el mundo se pueden describir en gran parte por el desarrollo de varias operaciones de maquinado. El maquinado es un proceso de manufactura en el cual se usa una herramienta de corte para remover el exceso de material de una pieza de trabajo, de tal manera que el material remanente sea la forma de la pieza deseada. La acción predominante del corte involucra la deformación cortante del material de trabajo para formar la viruta; al removerse la viruta, queda expuesta una nueva superficie. Las siguientes razones explican la importancia de las operaciones de maquinado desde el punto de vista comercial y tecnológico.

- Amplia gama de materiales de trabajo
- Variedad de formas y características geométricas
- Precisión dimensional
- Acabados superficiales de calidad
- Desperdicio de material
- Consumo de tiempo

Debido a sus características, el maquinado se realiza generalmente después de otros procesos de manufactura, como fundición o deformación volumétrica. Otros procesos crean la forma general de la pieza y el maquinado produce la forma final, las dimensiones y el acabado.

1.4. TECNOLOGÍA DEL MAQUINADO

El maquinado no es solamente un proceso, sino una familia de procesos. La característica común es el uso de una herramienta de corte que forma una viruta, la cual se remueve de la pieza de trabajo. Para realizar la operación, se requiere movimiento relativo entre la herramienta y el material de trabajo. Este movimiento relativo se logra en la mayoría de las operaciones de maquinado por medio de un movimiento primario, llamado la velocidad de corte, y un movimiento secundario, denominado el avance. La forma de la herramienta y su penetración en la superficie de trabajo, combinada con estos movimientos, produce la forma deseada de la superficie resultante del trabajo. Hay muchas clases de operaciones de maquinado, cada una de las cuales es capaz de generar un cierta configuración geométrica y textura superficial.

1.4.1. Condiciones de corte

Para realizar una operación de maquinado se requiere el movimiento relativo de la herramienta y el trabajo. El movimiento primario se realiza a una cierta velocidad de corte. Además, la herramienta debe moverse lateralmente a través del trabajo. Este movimiento mucho más lento, llamado el avance. La dimensión restante del corte es la penetración de la herramienta de corte dentro de la superficie original del trabajo, llamada profundidad de corte.

Las operaciones de maquinado se dividen normalmente en dos categorías, distinguidas por el propósito y las condiciones de corte: cortes de desbaste primario (burdo) y cortes de acabado. Los cortes para desbaste primario se usan para remover grandes cantidades de material de la pieza de trabajo inicial tan rápido como sea posible a fin de producir una forma cercana a la requerida, pero dejando algún material en la pieza para una operación posterior de acabado. Los cortes de acabado se usan para completar la pieza y alcanzar las dimensiones finales, las tolerancias y el acabado de la superficie.

1.4.2. Herramienta de corte

Una herramienta de corte tiene uno o más filos cortantes y está hecha de un material que es más duro que el material de trabajo. El filo cortante sirve para separar la viruta del material de trabajo. Hay dos tipos básicos de herramientas de corte herramientas de una sola punta y herramientas de múltiples filos cortantes.

1.5. TECNOLOGÍA HOLE DOZER

Coronas Bimetálicas de Alto Rendimiento:



Figura 1-4. Corona bimetálica HOLE DOZER

Fuente: www.milwaukeetool.com

Múltiples puntos de palanca, para poder retirar de manera fácil y rápida los restos del material

- Ranura hasta la base para residuos extremadamente gruesos.
- Ranura cerca del dentado, para residuos finos.
- Minimiza la pérdida de tiempo entre agujeros.
- El nuevo recubrimiento disminuye la fricción e incrementa la velocidad de perforación.

1.5.1. Diseño de los dientes

El diseño variable de 4 a 6 dientes por pulgada con un ángulo positivo de 10° ofrece las siguientes ventajas:

- La dispersión mejorada del calor durante el corte garantiza que los dientes permanezcan afilados más tiempo.
- Los espacios entre dientes, curvados y profundos, permiten una evacuación más eficaz de la viruta, evitando obstrucciones y calentamiento.
- El ángulo con forma especial de los dientes tiende a engancharse menos en materiales de paredes delgadas.
- Los dientes están dispuestos de forma alterna, para minimizar los atascos y el rozamiento.
- Requiere menos presión de alimentación.

Se consigue gracias a la combinación de la geometría agresiva de los dientes y la buena evacuación de la viruta, que permite aplicar menos fuerza durante el taladrado.

1.5.2. Material de los dientes

El acero rápido premium tipo Matrix II, se utiliza en la zona dentada de la sierra de corona. El acero Matrix II contiene un 8% de cobalto, lo que permite que el diente retenga la dureza original incluso con altas temperaturas cuando se trabaja en aplicaciones de corte de metal.

- Construcción bimetálica

Dientes de acero rápido soldados por láser en un cuerpo de aleación baja de acero. Los dientes se templean después al vacío hasta alcanzar una dureza de 65 HRC, a una temperatura de 600 °C, para lograr la máxima durabilidad.

Debido a la alta Resistencia al desgaste del acero Matrix II, estas sierras de corona son ideales para cortes difíciles y duros tales como el acero inoxidable y aceros resistentes a los ácidos, así como materiales más blandos como la madera.

1.5.3. Diseño de la placa soporte

Las placas traseras están construidas con acero grueso, evitando que la corona se deforme por el uso. Estas placas añaden resistencia y rigidez para reducir al mínimo las vibraciones. Cuatro orificios de fijación para un posicionamiento más fácil del husillo.

1.5.4. Aplicaciones

Las técnicas de fabricación de alta calidad garantizan una gran precisión de giro, por lo que estas coronas de sierra son adecuadas para usar tanto con taladros manuales como fijos (sólo avance manual).

Esta gama de coronas de sierra de alta calidad es la solución perfecta para cortar todos los tipos de materiales:

- Acero con una resistencia de hasta 1000 [N/mm²]
- Acero inoxidable y acero resistente al ácido
- Metales no férricos
- Fundición
- Aluminio
- Madera
- Tableros de fibras de madera de media densidad [MDF]
- PVC

1.5.5. Recomendaciones del fabricante

La alta velocidad reduce la vida útil, trabajar a velocidades superiores a las recomendadas acortará la vida de la corona y producirá cortes de baja calidad.

Presión de avance, deben tenerse en cuenta las variables del material y de la configuración de trabajo. Aplique suficiente presión de avance para lograr una buena evacuación de las virutas. Reduzca la presión cuando la sierra de corona se caliente o si los dientes comienzan a obstruirse con el material cortado. Una presión de avance insuficiente desgastará prematuramente los dientes, pero una presión excesiva puede destruirlos totalmente.

1.5.6. Refrigerante

La taladrina tiene dos funciones en el corte de metales. Enfría la sierra de corona y la pieza de trabajo. Reduce el calor y la abrasión, que pueden reducir la capacidad de corte. También ayuda a eliminar las virutas de la superficie de corte. La utilización de un refrigerante prolongará la vida útil de la corona en un 500 %.

1.5.7. Coronas bimetálicas HOLE DOZER

En la siguiente tabla se muestran los diámetros de las herramientas disponibles:

Diámetros disponibles coronas bimetálicas

Ø [mm]	Ø [pulg]	Máx. capacidad de profundidad de corte [mm]
14	9/16	41
16	5/8	41
17	11/16	41
19	3/4	41
20	25/32	41
21	13/16	41
22	7/8	41
24	15/16	41
25	1	41
27	1 1/16	41
29	1 1/8	41
30	1 3/16	41
32	1 1/4	41
33	1 5/16	41
35	1 3/8	41
37	1 7/16	41
38	1 1/2	41

40	1 9/16	41
41	1 5/8	41
43	1 11/16	41
44	1 3/4	41
46	1 13/16	41
48	1 7/8	41
50	1 31/52	41
51	2	41
52	2 1/16	41
54	2 1/8	41
56	2 13/64	41
57	2 1/4	41
59	2 5/16	41
60	2 3/8	41
64	2 1/2	41
65	2 9/16	41
67	2 5/8	41
68	2 11/16	41
70	2 3/4	41
73	2 7/8	41
76	3	41
79	3 1/8	41
83	3 1/4	41
86	3 3/8	41
89	3 1/2	41
92	3 5/8	41
95	3 3/4	41
98	3 7/8	41
102	4	41

Tabla 1-1. Diámetros disponibles coronas bimetálicas

Fuente: Catálogo MILWAUKEE, accesorios 2018

1.5.8. Velocidades de corte recomendada

En la siguiente tabla se muestran las velocidades de corte recomendadas por el fabricante de acuerdo al diámetro de la herramienta y el material de trabajo:

Velocidad de corte coronas bimetálicas

Ø [mm]	Ø [Inch]	Metal hasta 700 [N/mm ²]	Fundición	Acero inoxidable y metal hasta 1000 [N/mm ²]	Metal no férrico	Aluminio	Madera	MDF
14	9/16	580	400	300	790	900	1500	750
16	5/8	550	365	275	730	825	1500	750
17	11/16	500	330	250	665	750	1500	750
19	3/4	460	300	230	600	690	1500	750
20	25/32	425	280	210	560	635	1500	750
21	13/16	425	280	210	560	635	1500	750
22	7/8	390	260	195	520	585	1500	750
23	29/32	370	250	185	500	550	1500	750
25	1	350	235	175	470	525	1500	750
27	1 1/16	325	215	160	435	480	1400	700
29	1 1/8	300	200	150	400	450	1400	700
30	1 3/16	285	190	145	380	425	1400	700
32	1 1/4	275	180	140	380	410	1400	700
33	1 5/16	260	175	135	345	390	1400	700
35	1 3/8	250	165	125	330	375	1400	700
37	1 7/16	240	160	120	315	360	1400	700
38	1 1/2	230	150	115	300	345	1400	700
40	1 9/16	220	145	110	290	330	1200	600
41	1 5/8	210	140	105	280	315	1200	600

43	1 11/16	205	135	100	270	305	1200	600
44	1 3/4	195	130	95	260	295	1200	600
46	1 13/16	190	125	95	250	285	1200	600
48	1 7/8	180	120	90	240	270	1200	600
50	1 31/52	175	120	85	230	260	1200	600
51	2	170	115	85	230	255	1200	600
52	2 1/16	165	110	80	220	245	1200	600
57	2 1/4	150	100	75	200	225	1000	500
58	2 19/52	145	100	75	195	225	1000	500
59	2 5/16	145	100	75	195	225	1000	500
60	2 3/8	140	95	70	190	220	1000	500
63	2 31/64	135	90	65	180	205	900	450
64	2 1/2	135	90	65	180	205	900	450
65	2 9/16	130	85	65	175	200	800	400
68	2 11/16	125	80	60	160	185	800	400
73	2 7/8	120	80	60	160	180	800	400
76	3	115	75	55	150	170	700	350
79	3 1/8	110	70	55	140	165	700	350
83	3 1/4	105	50	40	140	155	700	350
86	3 3/8	100	45	30	130	150	500	250
89	3 1/2	95	45	30	130	145	500	250
92	3 5/8	95	60	45	120	140	500	250
95	3 3/4	90	60	45	120	135	500	250
98	3 7/8	90	60	45	120	135	500	250
102	4	85	55	40	110	130	400	200

Tabla 1-2. Velocidad de corte coronas bimetálicas

Fuente: Catálogo MILWAUKEE, accesorios 2018

CAPÍTULO 2:

Diseño, cálculo y selección de materiales para la construcción de la máquina herramienta.

2.1. DISEÑO DE PROPUESTA

De acuerdo a las condiciones y parámetros de corte proporcionadas por el fabricante se elaboró un diseño de la máquina herramienta el cual cumpla con todas estas y que sea de fácil operación.

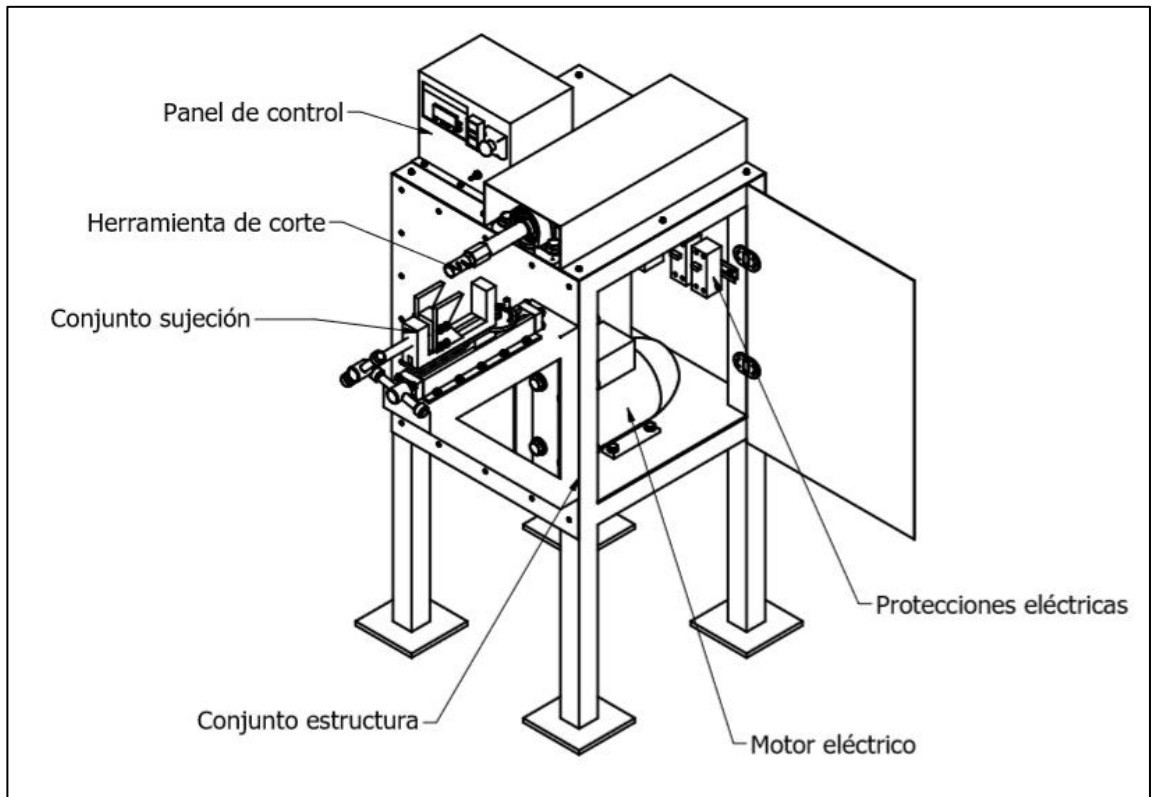


Figura 2-1. Esquema de construcción y funcionamiento máquina herramienta.

Fuente: Proyecto de diseño, software Autodesk Inventor

2.2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Esta máquina herramienta se adapta a las distintas herramientas del tipo coronas bimetálicas desde una de 14 [mm] hasta una de 102 [mm], esto mediante un hilo roscado para la recepción de las coronas, el primero con una rosca con denominación [5/8" x 18] para diámetros de coronas desde 32 [mm] hasta 210 [mm], y el otro de rosca con denominación [1/2" x 20] para diámetros de coronas desde 14 [mm] a 30 [mm], este último es un adaptador el cual se une mediante la rosca a la flecha porta herramientas.

Para lograr la remoción de viruta la máquina herramienta requiere un movimiento relativo entre la herramienta y el material de trabajo, esto se logra gracias a un movimiento primario a una cierta velocidad de corte transmitida a la flecha porta herramientas por medio de una transmisión por correas, con una relación 1:1.

De acuerdo al diámetro del tubo que se mecanizará y por ende el diámetro de la herramienta, el fabricante recomienda una velocidad específica corte.

Para lograr cierta velocidad de corte se utiliza un variador de frecuencia el cual cuenta con un panel digital, en el cual se determina la velocidad de corte requerida ajustando la frecuencia [Hz] hacia el motor, lo que genera un cambio en las [Rpm] de salida del motor, además generando desde una fuente monofásica una fuente trifásica.

La velocidad de corte hacia la flecha porta herramientas se genera a partir de un motor eléctrico de 1 [Hp] de potencia, el cual cumple los diversos requerimientos de velocidades en [Rpm], esto de acuerdo al fabricante y el diámetro de la herramienta utilizada.

Para la fijación del material de trabajo y asegurar un corte con buen desempeño esta máquina herramienta cuenta con un sistema de mordazas el cual alinea ambos ejes de simetrías entre la flecha porta herramientas y el tubo que se mecanizará, disminuyendo los procedimientos de alineación previo al maquinado.

El avance en este caso del material de trabajo hacia la herramienta de corte se genera mediante el deslizamiento guiado de un carro con las mordazas, impulsado por un tornillo de potencia controlado por una manivela operada manualmente.

Recomendado por el fabricante de las herramientas de corte esta máquina herramienta cuenta un con equipo kit bomba taladrina para la utilización de refrigerante en las

operaciones de corte aumentando la vida útil de la herramienta, enfriando y ayudando a la remoción de virutas.

2.3. CÁLCULOS DE COMPONENTES

2.3.1. Determinación material de la fecha porta herramientas

“Para montar y ubicar diversos tipos de elementos de máquina en los ejes, en forma adecuada, un diseño final típico contienen varios diámetros, cuñeros, ranuras para anillo y otras discontinuidades geométricas que producen concentraciones de esfuerzos.

Se deben contemplar estas concentraciones de esfuerzos durante el análisis de diseño. Pero existe un problema, porque al iniciar el proceso de diseño se desconocen los valores reales de los factores de concentración de esfuerzos, K_t . La mayor parte de los valores dependen de los diámetros del eje, y de las geometrías de los chaflanes y ranuras, que son los objetivos del diseño.

Este dilema se supera al establecer un conjunto de valores preliminares de diseño para los factores de concentración de esfuerzos encontrados con más frecuencia; dichos valores se pueden emplear para llegar a estimaciones iniciales de los diámetros mínimos aceptables para los ejes. Entonces, después de haber seleccionado unas dimensiones refinadas, podrá analizar la geometría final para determinar los valores reales de los factores de concentración de esfuerzos. Al comparar los valores finales con los preliminares podrá juzgar la aceptabilidad del diseño.”

(Mott, 1995)

Este punto busca especificar el material adecuado para la fabricación de la fecha porta herramientas de acuerdo al método de concentraciones de esfuerzos en los ejes.

Se aplica un par de torsión de 5.08 [N·m] a lo largo del eje, transmitido desde el motor eléctrico.

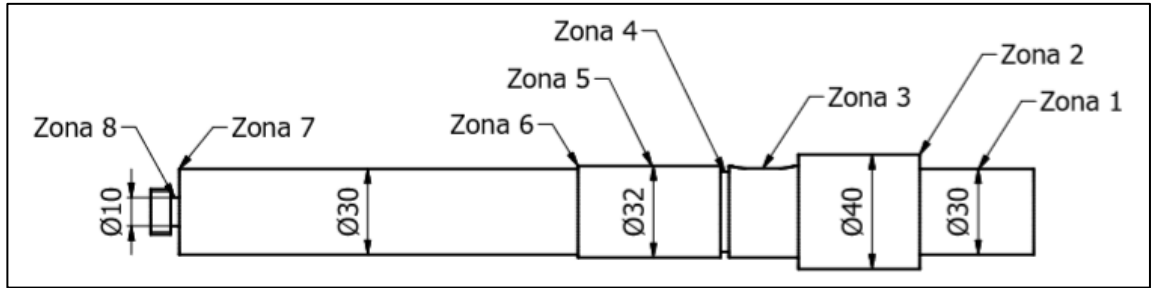


Figura 2-2. Esquema de representación zonas de concentradores de esfuerzo.

Fuente: Proyecto de diseño, software Autodesk Inventor

Zona 1: diámetro constante de 30 [mm]

$$K_t = 1$$

$$Z_p = \frac{\pi \cdot (30 \text{ [mm]})^3}{16} = 5.301,437 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$C_{\text{máx}} = \frac{5.080 \text{ [N}\cdot\text{mm]}}{5.301,437 \text{ [mm}^3\text{]}} = 0,958 \text{ [Mpa]}$$

Zona 2: escalonamiento de 40 [mm] a 30 [mm]

$$\text{Curva} = \frac{D}{d} = \frac{40 \text{ [mm]}}{30 \text{ [mm]}} = 1,333 \quad \frac{r}{d} = \frac{0,3 \text{ [mm]}}{30 \text{ [mm]}} = 0,01$$

Determinar factor K_t

$$K_t = 2,2$$

$$Z_p = \frac{\pi \cdot (30 \text{ [mm]})^3}{16} = 5.301,437 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$C_{\text{máx}} = \frac{2,2 \cdot 5.080 \text{ [N}\cdot\text{mm]}}{5.301,437 \text{ [mm}^3\text{]}} = 2,108 \text{ [Mpa]}$$

Zona 3: Cuñero de perfil, canal chavetero cerrado

$$K_t = 2$$

$$Z_p = \frac{\pi \cdot (32 \text{ [mm]})^3}{16} = 6.433,982 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$C_{\text{máx}} = \frac{2 * 5.080 \text{ [N}\cdot\text{mm]}}{6.433,982 \text{ [mm}^3\text{]}} = 1,579 \text{ [Mpa]}$$

Zona 4: ranura para seguro Seager

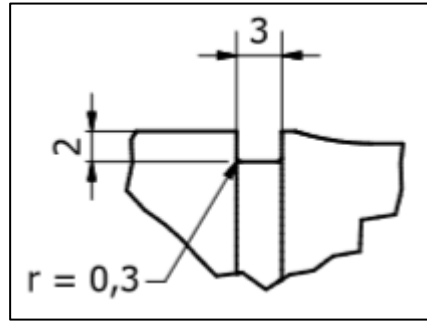


Figura 2-3. Esquema de representación zona 4 de concentradores de esfuerzo.

Fuente: Proyecto de diseño, software Autodesk Inventor

$$\text{Curva} = \frac{a}{t} = \frac{2 \text{ [mm]}}{2 \text{ [mm]}} = 1 \quad \frac{r}{t} = \frac{0,3 \text{ [mm]}}{2 \text{ [mm]}} = 0,15$$

Determinar factor K_t

$$K_t = 2,7$$

$$Z_p = \frac{\pi * (28 \text{ [mm]})^3}{16} = 4.310,265 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$C_{\text{máx}} = \frac{2,7 * 5.080 \text{ [N}\cdot\text{mm]}}{4.310,265 \text{ [mm}^3\text{]}} = 3,182 \text{ [Mpa]}$$

Zona 5: diámetro constante de 32 [mm]

$$K_t = 1$$

$$Z_p = \frac{\pi * (32 \text{ [mm]})^3}{16} = 6.433,982 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$C_{\text{máx}} = \frac{5.080 \text{ [N}\cdot\text{mm]}}{6.433,982 \text{ [mm}^3\text{]}} = 0,789 \text{ [Mpa]}$$

Zona 6: escalonamiento de 32 [mm] a 30 [mm]

$$\text{Curva} = \frac{D}{d} = \frac{32 \text{ [mm]}}{30 \text{ [mm]}} = 1,067 \quad \frac{r}{d} = \frac{0,3 \text{ [mm]}}{30 \text{ [mm]}} = 0,01$$

Determinar factor K_t

$$K_t = 1,8$$

$$Z_p = \frac{\pi * (30 \text{ [mm]})^3}{16} = 5.301,437 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{1,8 * 5.080 \text{ [N}\cdot\text{mm]}}{5.301,437 \text{ [mm}^3\text{]}} = 1,725 \text{ [Mpa]}$$

Zona 7: escalonamiento de 30 [mm] a 10 [mm]

$$\text{Curva} = \frac{D}{d} = \frac{30 \text{ [mm]}}{10 \text{ [mm]}} = 3 \quad \frac{r}{d} = \frac{0,3 \text{ [mm]}}{10 \text{ [mm]}} = 0,03$$

Determinar factor K_t

$$K_t = 2,1$$

$$Z_p = \frac{\pi * (10 \text{ [mm]})^3}{16} = 196,349 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{2,1 * 5.080 \text{ [N}\cdot\text{mm]}}{196,349 \text{ [mm}^3\text{]}} = 54,332 \text{ [Mpa]}$$

Zona 8: diámetro constante de 10 [mm]

$$K_t = 1$$

$$Z_p = \frac{\pi * (10 \text{ [mm]})^3}{16} = 196,349 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{5.080 \text{ [N}\cdot\text{mm]}}{196,349 \text{ [mm}^3\text{]}} = 25,872 \text{ [Mpa]}$$

De acuerdo a este análisis de concentradores de esfuerzo sometidos a torsión, se determinó que la zona 7 es la que presenta el mayor concentrador de esfuerzo, igual a 54,332 [Mpa]. Con este ($\tau_{\text{máx}}$) calculado se obtiene el esfuerzo cortante de diseño [τ_d].

$$\tau_{\text{máx}} = \tau_d$$

$$\tau_d = S_y / 2N$$

N = factor de diseño

Tipo de carga: Torsión estática o constante

Factor de diseño: 2

Tipo de carga	Factor de diseño	Esfuerzo cortante de diseño $\tau_d = s_y / 2N$
Torsión estática o constante	2	$\tau_d = s_y / 4$
Torsión repetida	4	$\tau_d = s_y / 8$
Impacto o choque torsional	6	$\tau_d = s_y / 12$

Figura 2-4. Tabla factores de diseño y esfuerzos cortantes.

Fuente: Captura de libro diseño de ingeniería de Shigley

$$\tau_d = S_y / 4$$

Reemplazando la ecuación para obtener (S_y) resistencia a la fluencia del material

$$S_y = \tau_d * 4$$

$$S_y = 54,332 \text{ [Mpa]} * 4 = 217,328 \text{ [Mpa]}$$

Como resultado se obtuvo una resistencia a la fluencia del material a elegir de 217,328 [Mpa], con el cual se determina el material para la fabricación de la flecha porta herramientas y sus elementos anexos, como el adaptador para herramientas de 14 [mm] a 30 [mm].

Para la fabricación se determinó usar un acero SAE 1045, cuya resistencia a la fluencia es igual a 413,8 [Mpa] (ver anexo D), ya que, económicamente la diferencia entre los precios es mínima en comparación al utilizar un acero que cumpla exactamente con los 217,328 [Mpa] requeridos, lo cual nos ofrece además un factor extra de seguridad igual a 1,9

N° SAE o AISI	Resistencia a la tracción Rm		Límite de fluencia Re		Alargamiento en 50 mm %	Dureza Brinell
	Kgf / mm ²	Mpa	Kgf/mm ²	Mpa		
1010	40,0	392,3	30,2	292,2	39	109
1015	42,9	420,7	32,0	313,8	39	126
1020	45,8	449,1	33,8	331,5	36	143
1025	50,1	491,3	34,5	338,3	34	161
1030	56,3	552,1	35,2	345,2	32	179
1035	59,8	586,4	38,7	377,5	29	190
1040	63,4	621,7	42,2	413,8	25	201
1045	68,7	673,7	42,2	413,8	23	215

Figura 2-5. Extracto tabla propiedades típicas de aceros al carbono.

Fuente: www.descom.jmc.utfsm.cl

2.3.2. Calculo de transmisión por poleas

Correas trapeciales estrechas de alto rendimiento optibelt SK

- Estructura

Las correas trapeciales estrechas de alto rendimiento Optibelt SK están compuestas por un núcleo de goma y un recubrimiento de goma.

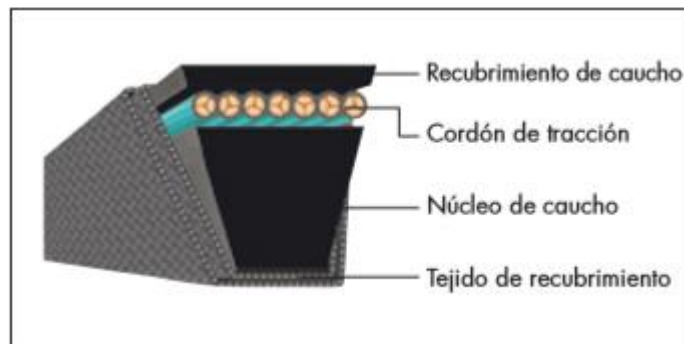


Figura 2-6. Estructura interna correas Optibelt SK

Fuente: Manual técnico para transmisiones por correas trapeciales.

- Campos de aplicación

“Las correas trapeciales estrechas de alto rendimiento Optibelt SK de los perfiles SPZ, SPA, SPB y SPC fueron especialmente desarrolladas para la construcción de maquinaria. Sus campos de aplicación abarcan desde las transmisiones de carga reducida, como p. ej. las bombas centrífugas, hasta las de carga elevada de los molinos y trituradoras de piedra” (Optibelt)

Parámetros a considerar:

Equipo motriz:

- Potencia del motor: 0,75 [Kw]
- FRAME: 80
- Diámetro eje: 19 [mm]
- Velocidad máxima: 1500 [Rpm]

Equipo conducido:

Flecha porta herramientas

- Carga mediana

Distancia entre centros

- 500 [mm] + 50 [mm]

Restricciones

- Distancia entre centros mínima: 500 [mm]
- Diámetro menor para casquillos de montaje de poleas: 32 [mm]
- Relación de transmisión 1:1

Observaciones

Se evaluó esta transmisión de acuerdo con la velocidad de giro máxima producida por el motor eléctrico.

Servicio diario es variable. Se tomó como referencia una jornada de trabajo de 9 horas.

Para este cálculo se usó el software CAP 6.0 Standard de Optibelt para la industria.

De acuerdo a la figura 2-7 se representa los parámetros tanto del equipo motriz como del conducido para comenzar el cálculo mediante el software CAP 6.0.

The screenshot shows the CAP 6.0 software interface for belt drive calculations. The window title is "CAP-Standard" and the menu bar includes "CAP-profesional", "resultado", "Cálculo de longitud", and "Economía". The main interface is divided into several sections:

- Potencia / Par de giro:** A text input field containing "0,75" and a dropdown menu set to "kW".
- Máquina de transmisión:**
 - Máquina motriz:** A dropdown menu set to "Motor eléctrico 50 Hz".
 - Velocidad de giro n1:** A checked checkbox, a text input field containing "1500", and a dropdown menu set to "1/min".
- Máquina de trabajo:**
 - Máquina accionada:** A dropdown menu set to "Máquinas perforadoras".
 - Velocidad de giro n2:** A checked checkbox, a text input field containing "1500", and a dropdown menu set to "1/min".
- Otros datos de transmisión:**
 - Relación de transmisión:** A checkbox, a text input field containing "1", and a dropdown menu set to "1".
 - Distancia entre centros: *** A text input field containing "500" and a dropdown menu set to "mm".
 - Factor de carga:** A dropdown menu set to "transmisión con cargas me".

At the bottom of the interface, there are three buttons: "Volver al inicio", "*Este dato no es imprescindible", and "Comenzar propuesta de cálculo".

Figura 2-7. Captura propuesta de cálculo software CAP 6.0

Fuente: Software CAP 6.0 Optibelt para transmisiones por correas trapeciales.

Como resultado del cálculo del software CAP 6.0, este nos generó 12 opciones de combinaciones las cuales cumplían los parámetros de operación para la transmisión por correas, (ver figura 2-8). Esto nos indica las opciones disponibles que encontramos en el mercado para realizar cualquier tipo de mantenimiento u modificación.

CAP-Standard CAP-profesional resultado Cálculo de longitud Economía												
4 Visión global Detalles Lista de resultados												
N	▲	Perfil	Longitud [z	d1 [mm]	d2 [mm]	a [mm]	n2eff [1/min]	v [m/s]	c2 real.	Sa stat. [N]	precio [€]
1		SK-SPZ	1212	1	67	67	501	1500	5.26	1.36	207	---
2		SK-SPZ	1212	1	71	71	494	1500	5.58	1.59	196	---
3		SK-SPZ	1237	1	75	75	501	1500	5.89	1.83	187	---
4		SK-SPZ	1250	1	80	80	499	1500	6.28	2.12	176	---
5		SK-SPZ	1262	1	85	85	497	1500	6.68	2.42	167	---
6		SK-SPZ	1287	1	90	90	502	1500	7.07	2.71	159	---
7		SK-SPZ	1287	1	95	95	494	1500	7.46	3.00	151	---
8		SK-SPZ	1312	1	100	100	499	1500	7.85	3.29	145	---
9		SK-SPZ	1202	2	63	63	502	1500	4.95	2.25	223	---
10		SK-SPZ	1337	1	106	106	502	1500	8.32	3.64	138	---
11		SK-SPZ	1347	1	112	112	498	1500	8.80	3.98	133	---
12		SK-SPZ	1362	1	118	118	496	1500	9.27	4.33	128	---

Figura 2-8. Captura de resultados de software CAP 6.0

Fuente: Software CAP 6.0 Optibelt para transmisiones por correas trapeciales.

Como resultado del cálculo se obtuvieron 12 opciones de combinaciones, de las cuales se determinó usar la opción 6 (ver figura 2-8), esto debido a que cumple con los parámetros y restricciones del sistema de transmisión por correa, además de restricciones de estructura.

CAP-Standard CAP-profesional resultado Cálculo de longitud Economía												
4 Visión global Detalles Lista de resultados												
1 x Correa trapecial estrecha Optibelt-SK SPZ 1287 Ld S=C plus												
Polea acanalada para casquillo cónico TB SPZ 90-1												
Casquillo cónico Optibelt TB 1210 (Diámetro de perforación 11-32 mm)												
Polea acanalada para casquillo cónico TB SPZ 90-1												
Casquillo cónico Optibelt TB 1210 (Diámetro de perforación 11-32 mm)												
Precio total:												
Máquina motriz:	Motor eléctrico 50 Hz					Máquina accionada:	Máquinas perforadoras					
Velocidad de giro n1:	1.500		1/min		Velocidad de giro n2:	1.500		1/min				
Potencia:	1		kW		Distancia entre centros:	502		mm				
Recomendaciones de pretensado												
Primer montaje Tensión de servicio												
OPTKRIK 0 - Fuerza estática en el ramal por correa:					103	N	79	N				
Medición de la flecha de pretensado. Fuerza de ensayo - medición de carga:					---	N	---	N				
Profundidad de presión:					---	mm	---	mm				
Adición de desarrollo por cada 1000mm de longitud de correa:					1,66	mm	1,27	mm				
Optibelt -TT 3 / TT aparato de medición de frecuencia mínimo:					37,16	1/s	32,59	1/s				
Imprimir en versión pdf					Con relación a la responsabilidad sobre el cálculo, nos remitimos a nuestras condiciones generales de venta.					Resultado optimizado según: precio		

Figura 2-9. Captura resultado seleccionado de software CAP 6.0

Fuente: Software CAP 6.0 Optibelt para transmisiones por correas trapeciales.

Además, el Software CAP 6.0 de Optibelt nos entrega el detalle de los resultados. (Ver figura 2-10).

CAP-Standard		CAP-profesional		resultado		Cálculo de longitud		Economía	
Visión global		Detalles		Lista de resultados					
Información general									
Rendimiento de cálculo	PB:	1,05	kW	Factor de ángulo	c1:	1,00			
Rendimiento de la máquina de tr	P:	0,75	kW	Factor de longitud	c3:	0,96			
desarrollo de referencia	Ld:	1.287	mm	Arco de contacto en la polea peque	β :	180,00	°		
Distancia entre centros	a:	502	mm	Desarrollo del ramal	l:	502,13	mm		
Traducción	i:	1		Cantidad calculada de correas	zth:	0,52			
Método de cambio para superpt	y:	20	mm	Peso		2,06	kg		
Método de cambio para tensar	x:	25	mm	Fuerza estática sobre el eje, primer Sast:		206	N		
Factor de carga real	c2:	2,71		Fuerza estática sobre eje, correas: Sast:		159	N		
Velocidad de correas	v:	7,07	m/s	Fuerza dinámica sobre eje	Sadyn:	155	N		
Cambio de flexibilidad	fb:	10,98	1/s	Tension de la correa en el ramal	S1:	152	N		
Rendimiento nominativo por cori	PN:	2,12	kW	Fuerza tangencial disponible	Sn:	149	N		
Datos de poleas:									
Polea 1 (fuerza motriz)					Polea 2 (accionada)				
Máquina de transmisión	Motor eléctrico 50 Hz				Máquina de trabajo	Máquinas perforadoras			
Momento de giro	M1:	5	Nm	Momento de giro	M2:	5	Nm		
Nº de giros	n1:	1.500	1/min	Nº de giros	n2:	1.500	1/min		
Diámetro	dd 1:	90	mm	Diámetro	dd 2:	90	mm		
Ancho de la polea	b:	16	mm	Ancho de la polea	b:	16	mm		

Figura 2-10. Captura detalles del resultado seleccionado software CAP 6.0

Fuente: Software CAP 6.0 Optibelt para transmisiones por correas trapeciales.

De acuerdo a la información entregada por el software CAP 6.0 (ver figura 2-10) este nos determina la real distancia entre centros para lograr un buen desempeño de transmisión. Esto gracias al desplazamiento del equipo motriz (motor eléctrico) de acuerdo al diseño de propuesta, generando así la tensión que el fabricante recomienda para la correa.

2.3.3. Selección conductores eléctricos

Conductor de poder o fuerza

Estos conductores tienen como función principal conducir la electricidad de un punto a otro, así como para cualquier instalación de uso doméstico o industrial.

Para determinar el conductor apropiado para la ejecución y buen rendimiento se seleccionó de acuerdo a las características eléctricas del motor (ver anexo A), las cuales son:

- Corriente nominal 1,85 [A]
- Corriente rotor trabado 9,25 [A]

De acuerdo a estos parámetros se determinó usar como conductor un alambre de calibre 14, con denominación 14 AWG cuya capacidad máxima de corriente es de 25 [A] (ver figura 2-11).

CALIBRE	CONSTRUCCIÓN		ESPEORES		DIÁMETRO EXTERIOR APROXIMADO mm	PESO APROXIMADO Kg / km	RESISTENCIA ELÉCTRICA MÁXIMA A 20°C Ohm / Km	CAPACIDAD MÁXIMA DE CORRIENTE (AMP)	
	N° HEBRAS	∅ mm	AISLACIÓN mm	CUBIERTA mm				A	B
ALAMBRES									
AWG									
14	1	1,63	0,38	0,1	2,69	22,48	8,63	25	35
12		2,05			3,01	34,17	5,46	30	40
10		2,59			3,81	54,52	3,42	40	55

Figura 2-11. Características eléctricas y mecánicas conductores eléctricos

Fuente: Catálogo conductores eléctricos COVISA.

Aplicaciones

Instalaciones de fuerza, control y alumbrado en lugares expuestos a hidrocarburos.

2.3.4. Límites de velocidad para los rodamientos.

De acuerdo a los rodamientos seleccionados para el tipo de aplicación, ejerciendo como soportes para la flecha porta herramientas se determinará el límite de velocidad de rotación permisible.

Los límites de velocidad dependen de la carga, del juego entre el agujero del rodamiento y el eje (flecha porta herramienta) así como del rozamiento de las obturaciones, en los rodamientos con obturaciones gozantes.

Datos conocidos: de acuerdo a información de catálogo de la marca.

Datos a determinar:

- Tolerancia del eje h6
- Rodamiento insertable UC 206
- Capacidad de carga dinámica $C_r = 19500$ [N]
- Carga $P = 1300$ [N]
- Obturación Obturaciones RSR.

Relación de cargas

$$C_r/P = 19500\text{N}/1300\text{N}$$

$$C_r/P = 15$$

$$C_r/P > 13$$

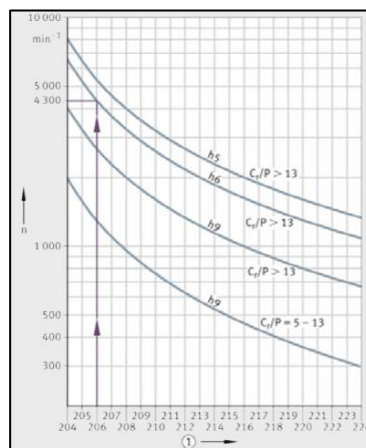


Figura 2-12. Velocidades de rotación permisibles de los rodamientos insertables con obturación RSR

Fuente: Catálogo FAG rodamientos insertables y soportes Black Serie.

Como resultado considerando las características del soporte seleccionado se obtuvo lo siguiente:

Velocidad de rotación admisible $n = 4300$ [min-1]

2.4. CONEXIÓN ELÉCTRICA

2.4.1. Características de componentes

- El principal componente eléctrico de este proyecto es un motor eléctrico, cuyos datos relevantes de muestras en la siguiente tabla. Para más información (ver anexo A).

Extracto datos de construcción y características de desempeño motor eléctrico.

Datos de construcción y características de desempeño	
Marca	WEG
FRAME	80
Numero de fases	3 ~
Frecuencia [Hz]	50
Velocidad nominal del motor [Rpm]	1500

Tabla 2-1. Extracto datos de construcción y características de desempeño motor eléctrico

Fuente: Catálogo motores WEG W11

El motor utilizado en este proyecto es un tipo W11, un motor trifásico proyectado en aluminio, para aplicaciones donde el peso reducido es fundamental, englobando las más variadas aplicaciones industriales, el motor W11 es garantía de confiabilidad con el mejor costo-beneficio. Junto a un sistema de ventilación proyectado para el W11 garantiza mayor eficiencia en la ventilación con menor ruido.

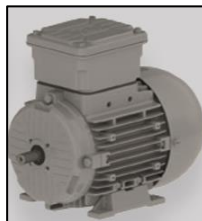


Figura 2-13. Imagen referencia motor tipo W11

Fuente: Captura catálogo motores WEG W11

- Variador de frecuencia

Los motores eléctricos consumen electricidad para proporcionar el par o la velocidad requerida, en el caso de que el par o velocidad sean demasiado altos o bajos se utilizan controles mecánicos para ralentizar o controlar la salida, esto no es eficiente, ya que se desperdician materiales y energía. La velocidad o par del motor debería coincidir exactamente con la que exige el proceso, entonces los variadores ahorran energía y reducen los costos de mantenimiento.

El variador de frecuencia regula la velocidad de motores eléctricos para que la electricidad que llega al motor se ajuste a la demanda real de la aplicación, reduciendo el consumo energético del motor entre un 20% y un 70%.

Un variador de frecuencia por definición es un regulador industrial que se encuentra entre la alimentación energética y el motor. La energía de la red pasa por el variador y regula la energía antes de que ésta llegue al motor para luego ajustar la frecuencia y la tensión en función de los requisitos del procedimiento.

Un variador actúa en 4 pasos:

- Convertir CA entrante en CC
- Suavizar la onda CC
- Convertir la CC a la variable CA
- Calcular y repetir



Figura 2-14. Imagen referencia variador de frecuencia

Fuente: Captura catalogo SIEMENS SINAMICS

2.4.2. Diagrama de conexión fuerza

A continuación, se muestra dos diagramas de conexión los cuales corresponden al diagrama de fuerza para el accionamiento del motor eléctrico y el segundo el diagrama de control el cual energiza la bobina del contactor KM1 para controlar el arranque del motor.

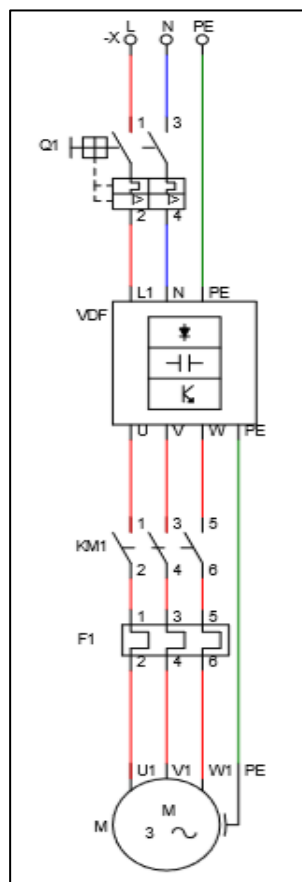


Figura 2-15. Diagrama de fuerza conexión eléctrica motor

Fuente: Captura software CADe_SIMU

Fuente a alimentación: red 220 [V] 50 [Hz]

Q1 : Disyuntor, fusible de protección bipolar

KM1 : Contactor trifásico

F1 : Relé termino

VDF : Variador de frecuencia

M : Motor trifásico

2.4.3. Diagrama de conexión mando

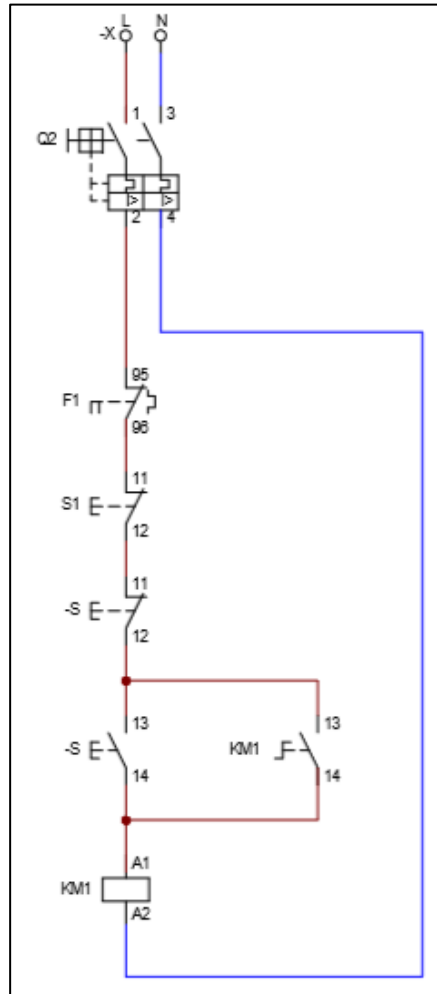


Figura 2-16. Diagrama de control conexión eléctrica motor

Fuente: Captura software CADe_SIMU

Fuente a alimentación: red 220 [V] 50 Hz

- Q2 : Disyuntor, fusible de protección bipolar
- F1 : Contacto normalmente cerrado del relé térmico
- S1 : Botonera normalmente cerrada, parada de emergencia
- S2 : Botonera normalmente cerrada, paro funcionamiento motor
- S3 : Botonera normalmente abierta, arranque de motor
- KM1 : Contacto normalmente abierto del Contactor KM1
- KM1 : Bobina Contactor KM1

2.5. LISTADO DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN

2.5.1. Estructura base

“Aceros estructurales

Entre los materiales de construcción, como es de conocimiento general, el acero tiene una posición relevante; combina la resistencia mecánica, su capacidad de ser trabajado, disponibilidad y su bajo costo. Siendo así, es fácil comprender la importancia y el amplio uso de los aceros en todos los campos de la ingeniería, en las estructuras, sean éstas fijas, como los edificios, puentes, etc. o sean móviles, en la industria ferroviaria, automotriz, naval, aeronáutica, etc. Para la mayoría de las aplicaciones consideradas, la importancia de la resistencia mecánica es, en cierto modo, relativamente pequeña, del mismo modo que el factor peso no es primordial. De esta forma, los aceros al Carbono comunes, simplemente laminados y sin ningún tratamiento térmico, son plenamente satisfactorios y constituyen un porcentaje considerable dentro de los aceros estructurales.”

(GERDAU AZA, 2000)

Para la construcción de la estructura base se determinó la utilización de perfiles cerrados cuadrados de 50 [mm] con un espesor de 5 [mm], con una calidad ASTM A-500, lo anterior para asegurar una estructura firme y rígida

Además, para la construcción de la máquina herramienta se seleccionaron los siguientes materiales:

- Perfil abierto, canal en U, calidad ASTM A-500
- Pletina, calidad ASTM A36
- Plancha de acero laminado en caliente, espesor de 4 [mm]

Este material se seleccionó para la fabricación del soporte interior para el motor eléctrico y el equipo de refrigeración.

- Plancha de acero laminado en frío, espesor de 1,5 [mm]

Este material se seleccionó para la fabricación de las cubiertas de la máquina herramienta.

2.5.2. Aceros especiales para construcción mecánica

De acuerdo al cálculo que determinó el material para la fabricación del eje flecha porta herramientas y otros elementos, siendo este un acero especial para construcción mecánica SAE 1045, cuyas características mecánicas son las siguientes de acuerdo al proveedor seleccionado:

“Características

Acero de mediano contenido de carbono utilizado ampliamente en elementos estructurales que requieran mediana resistencia mecánica y tenacidad a bajo costo. Posee baja soldabilidad, buena maquinabilidad y excelente forjabilidad.

Aplicaciones

Es utilizado para todo tipo de elementos que requieren dureza y tenacidad como ejes, manivelas, chavetas, pernos, tuercas, cadenas, engranajes de baja velocidad, espárragos, acoplamientos, bielas, pasadores, cigüeñales y piezas estampadas. Puede ser sometido a temple y revenido”

(Catálogo Aceros Otero, 2018)

Composición química acero SAE 1045

Composición Química				
% C	% Mn	% Si	% P	% S
0,43 – 0,50	0,60 – 0,90	0,15 – 0,35	≤ 0,04	≤ 0,05

Tabla 2-2. Tabla composición química acero SAE 1045

Fuente: Catálogo aceros Otero

Propiedades mecánicas acero SAE 1045

Propiedades Mecánicas Acero			
Dureza [HB]	Esfuerzo Fluencia mín. [Kg/mm ²]	Esfuerzo Tracción mín. [Kg/mm ²]	Elongación mín. [%]
170 - 190	40	63 - 73	15

Tabla 2-3. Tabla propiedades mecánicas acero SAE 1045

Fuente: Catálogo aceros Otero

Por otra parte, para la fabricación de los demás elementos que componen la máquina herramienta, se determinó la utilización de un acero especial para la construcción mecánica SAE 1020, cuyas características mecánicas son las siguientes de acuerdo al proveedor seleccionado:

“Características

Acero de bajo contenido de carbono, de fácil mecanizado y buena soldabilidad. De baja dureza para usos convencionales de baja exigencia.

Aplicaciones

Bases de matrices, soportes, engranajes, flanges, pernos de anclaje, ejes, cadenas, bujes, tornillería corriente y pasadores de baja resistencia.”

(Catálogo Aceros Otero, 2018)

Composición química acero SAE 1020

Composición Química				
% C	% Mn	% Si	% P	% S
0,18 – 0,23	0,30 – 0,60	0,15 – 0,35	≤ 0,04	≤ 0,05

Tabla 2-4. Tabla composición química acero SAE 1020

Fuente: Catálogo aceros Otero

Propiedades mecánicas acero SAE 1020

Propiedades Mecánicas Acero			
Dureza [HB]	Esfuerzo Fluencia mín. [Kg/mm ²]	Esfuerzo Tracción mín. [Kg/mm ²]	Elongación mín. [%]
110 - 130	27	40 - 45	20

Tabla 2-5. Tabla propiedades mecánicas acero SAE 1020

Fuente: Catálogo aceros Otero

2.5.3. Fijación

En la elección de los elementos de fijación, como los pernos, tuercas, golillas y todos los otros elementos que son fundamentales para asegurar una estructura rígida y uniones permanentes, se determinó la elección de estos de acuerdo a los siguientes criterios:

- Disponibilidad comercial
- Estandarizados y comúnmente utilizados
- Económicos con buenas características mecánicas

2.5.4. Componentes eléctricos

Los diferentes tipos de protección eléctrica desempeñan un papel crítico y vital en todo tipo de contextos. La seguridad en proyectos en los que la electricidad es importante debe ser un asunto tomado con extrema seriedad, más aún si nos proponemos tratar con instalaciones eléctricas en entornos de especial peligrosidad.

Cuando hablamos de seguridad lo hacemos refiriéndonos a la integridad física de los operarios y quienes comparten un lugar físico en común, lo que quiere decir a las instalaciones y a las infraestructuras que los circunden o aquellas en las se encuentre la instalación eléctrica. Y además de ello, en concreto, también nos referimos a la integridad misma de la instalación y de cada uno de sus componentes, lo que es un aspecto fundamental para garantizar una seguridad plena e integral en todo momento.

CAPÍTULO 3:

Determinar y elaborar procedimientos de uso, medidas de seguridad y parámetros de operación.

3.1. PROCEDIMIENTOS DE USO

3.1.1. Arranque máquina herramienta.

A continuación, se da una referencia del uso de forma correcta de esta máquina herramienta;

- Conectar mediante el enchufe macho a una fuente de 220 [V].

(hecho el paso anterior el sistema ya está energizado.)

- Antes de arrancar el motor eléctrico se recomienda realizar el procedimiento de sujeción del material de trabajo y la herramienta de corte.

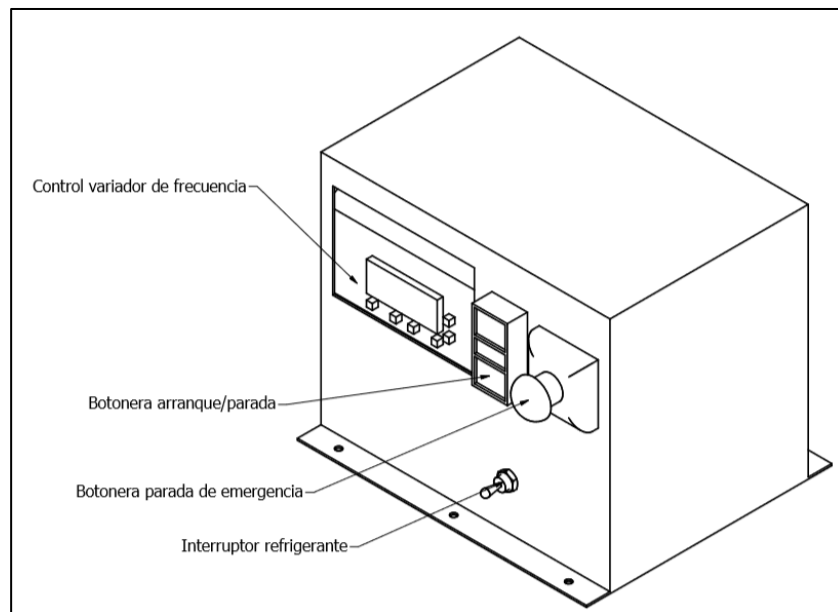


Figura 3-1. Representación panel de control

Fuente: Proyecto de diseño, software Autodesk Inventor

3.1.2. Sujeción material de trabajo

Recomendaciones:

Si el material que se quiere trabajar es de una longitud dos veces el ancho de la cortadora de tubos (ver figura 3-2), se recomienda añadir un apoyo extra que estime conveniente (ver figura 3-3).

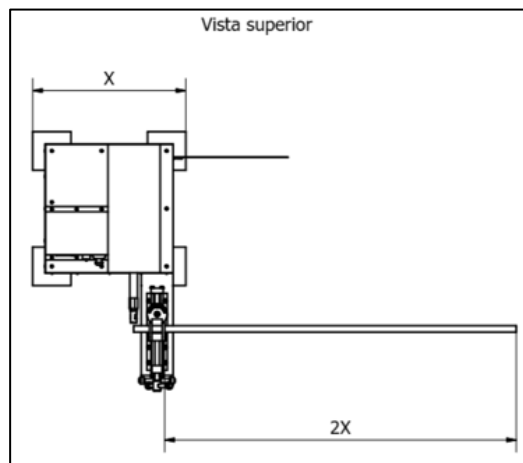


Figura 3-2. Representación sujeción material largo
Fuente: Proyecto de diseño, Autodesk Inventor

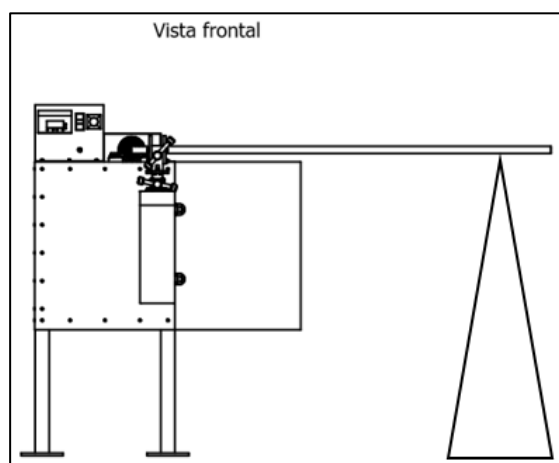


Figura 3-3. Representación sujeción material largo con apoyo
Fuente: Proyecto de diseño, Autodesk Inventor

3.1.3. Cortes a 90°

Recomendaciones:

Para realizar un procedimiento de corte minimizando el material removido, se debe fijar el extremo del material de trabajo a 62 [mm] de la cara externa de la mordaza:

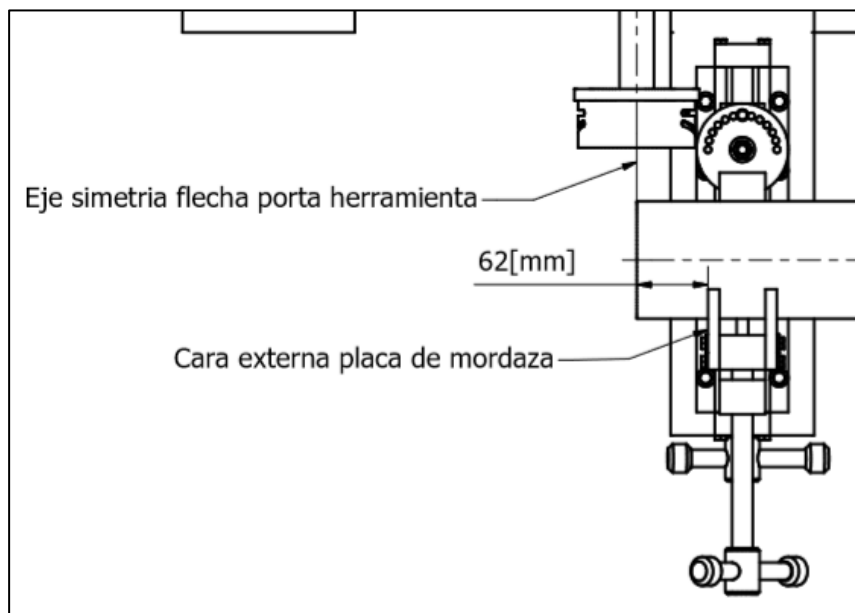


Figura 3-4. Representación sujeción material de trabajo a 90°

Fuente: Proyecto de diseño, Autodesk Inventor

Como principal ventaja al realizar este procedimiento se aprovecha al máximo el material de trabajo, minimizando el material removido.

- Cortes desde 14 [mm] a 41 [mm]

En estos procedimientos de corte a 90° , perpendicular al eje de simetría de la fecha porta herramientas y en relación a la máxima profundidad de corte de las herramientas de corte de 41 [mm], este corte se puede realizar de una sola pasada. Además, se debe tener en cuenta las recomendaciones del fabricante y si es necesario o requerido se deben remover las rebabas con algún equipo o herramienta que se tenga disponible.

- Cortes desde 42 [mm] a 102 [mm]

En estos procedimientos de corte a 90° , perpendicular al eje de simetría de la fecha porta herramientas y en relación a la máxima profundidad de corte de las herramientas de corte de 41 [mm], este corte se debe realizar de dos pasadas. Para esto se requiere marcar el material de trabajo en un punto, de tal manera de tener una referencia entre la primera pasada de corte, para luego girar desde el punto A del material de trabajo (tubo) 180° para realizar la segunda pasada de corte (ver figura 3-2).

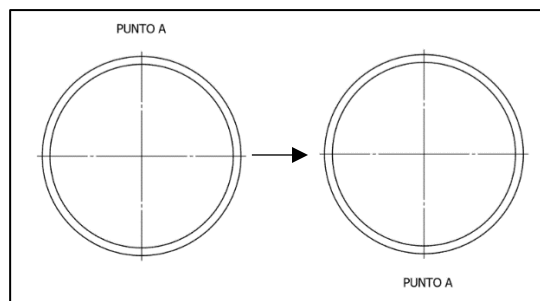


Figura 3-5. Representación sección de tubos con marca

Fuente: Proyecto de diseño, Autodesk Inventor

Como la máxima profundidad de corte de las herramientas es de 41 [mm], al realizar el procedimiento de dos pasadas determinado anteriormente, se deduce que solo se cortara la totalidad del material hasta un diámetro de 82 [mm]. Entonces desde los 82 [mm] en adelante se debe realizar un corte para terminar de cortar en su totalidad el tubo, esto no afecta en nada el objetivo principal de esta máquina herramienta.

3.1.4. Cortes diferentes de 90°

Este diseño de propuesta de una máquina herramienta cortadora de tubos cuenta con un carro porta mordazas de sujeción el cual se puede ajustar al ángulo de corte que se requiera, esto mediante el ajuste de la base. Además, el diseño de propuesta cuenta con un sistema de fijación para ajustar el ángulo de corte por medio de un pasador que cuenta con ángulos preestablecidos que se determinaron como los que usualmente se usan; 15°, 30°, 45°, 60° o 75°.

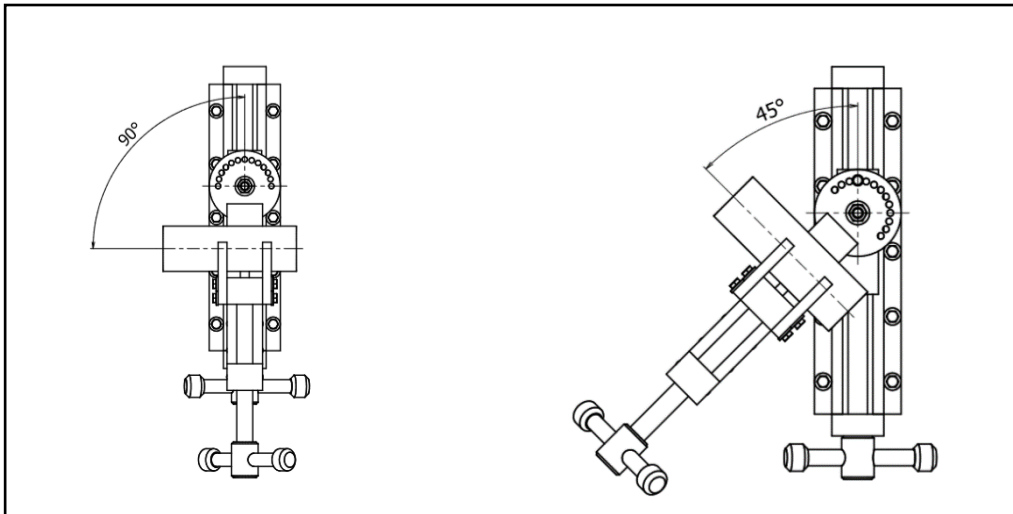


Figura 3-6. Representación para corte a 45°

Fuente: Proyecto de diseño, Autodesk Inventor

3.2. MANTENIMIENTO

3.2.1. Tipo de mantenimiento.

Como recomendación para este diseño de propuesta y a los elementos seleccionados que lo componen, se determinó elaborar un plan de mantenimiento preventivo tomando en consideración la criticidad. Elaborando un mantenimiento programado.

“Mantenimiento preventivo.

Se pretende disminuir la frecuencia de las paradas no programadas aprovechando el momento más oportuno, tanto para Producción como para Mantenimiento. Permite, además, preparar herramientas, repuestos e insumos y seleccionar al personal más capacitado.”

(Pistarelli, 2010)

A continuación, se muestra un esquema de los elementos del diseño propuesto que son de acuerdo a su aplicación, costo asociado y relevancia los más críticos. Para realizar métodos de análisis de modos de fallas y posteriormente de acuerdo a los resultados dar una referencia del tipo de mantenimiento recomendado para el diseño de propuesta.

Variador de frecuencia	<ul style="list-style-type: none">• Este dispositivo cumple la función de modificar la señal eléctrica de entrada al motor, modificando la velocidad de giro a la requerida.
Motor eléctrico	<ul style="list-style-type: none">• Este equipo tiene como función principal convertir la energía eléctrica de entrada en energía mecánica de rotación.
Poleas de transmisión	<ul style="list-style-type: none">• Este elemento tiene como función transmitir una fuerza desde la correa de transmisión hacia el elemento conducido.
Correa de transmisión	<ul style="list-style-type: none">• Este elemento es el encargado de transmitir la velocidad de giro requerida para el corte entre ambas poleas.
Eje flecha porta herramienta	<ul style="list-style-type: none">• Este elemento es fundamental para el corte, ya que, se le acopla las herramientas de corte transmitiendo la velocidad de giro requerida.

Figura 3-7. Elementos críticos máquina herramienta

Fuente: Elaboración del proyecto

3.2.2. Análisis de Modos y Efectos de Falla y Criticidad (FMECA)

Se trata de un análisis de modos y efectos de falla que incluye evaluación de criticidad y análisis de causa raíz del modo de falla. Esta técnica se ha estado posicionando en la industria por estar basada en riesgo y por buscar eliminar la causa de falla, ambos requisitos de una gestión moderna de activos.

El FMECA hace un análisis que cumple los requisitos de un FMEA (Análisis de Modo y Efectos de Falla), pero además identifica la causa raíz del modo de falla, su criticidad (riesgo) y una tarea para reducir o eliminar el riesgo, todo bajo un ambiente de priorización basada en riesgo.

La eliminación de los modos de fallas potenciales tiene beneficios tanto a corto como a largo plazo. A corto plazo, representa ahorros de los costos de reparaciones, las pruebas repetitivas y el tiempo de paro. El beneficio a largo plazo es mucho más difícil medir puesto que se relaciona con la satisfacción del cliente con el producto y con su percepción de la calidad, esta percepción afecta las futuras compras de los productos y es decisiva para crear una buena imagen de los mismos.

Por otro lado, este método de análisis de modos y efectos de falla y criticidad apoya y refuerza el proceso de diseño ya que;

- Ayuda en la selección de alternativas de elementos durante el diseño.
- Incrementa la probabilidad de que los modos de fallas potenciales y sus efectos sobre la operación del sistema sean considerados durante el diseño.
- Proporciona una información adicional para ayudar en la planeación de programas de mantenimiento más eficientes.
- Desarrolla una lista de modos de fallas potenciales, clasificados conforme a su probable efecto sobre el cliente.
- Identifica los modos de fallas conocidos y potenciales que de otra manera podrían pasar.

Elementos críticos cortadora de tubos boca de pez

Tabla FMECA, elementos críticos cortadora de tubos boca de pez						
Elemento	Función	Falla funcional	Modo de falla	Probabilidad de ocurrencia 0-1	Impacto	Criticidad
Variador de frecuencia	Modificar frecuencia de entrada al motor eléctrico para regular RPM	No modifica la frecuencia de entrada al motor eléctrico	Corto circuito conexión eléctrica	0,8	9	7.2
			Conexión incorrecta	0.2	2	0.4
			Equipo dañado, cortocircuitado	0,1	10	1
Motor eléctrico	Generar potencia mecánica de rotación	Potencia generada insuficiente o nula	Bobinado estator quemado	0,6	10	6
			Rotor trabado	0,3	8	2.4
			Rodamientos agripados	0,8	6	4.8
			Ventilador roto	0,2	3	0.6
Polea	Transmitir fuerza mecánica al eje	Transmisión fuerza mecánica al eje deficiente o nula	Polea desalineada	0,3	5	1.5
			Polea rota	0,1	8	0.8
			Seguro retención roto	0,7	5	3.5
Eje flecha porta herramienta	Transmitir velocidad de rotación a herramientas de corte	Vibración excesiva, velocidad de rotación a herramientas de corte inadecuada	Desalineamiento entre soportes	0,8	6	4.8
			Desgaste material excesivo	0,2	4	0.8
			Eje flecha roto	0,1	10	1
Correa	Transmitir fuerza mecánica a poleas	Ruido, desempeño deficiente	Correa cortada	0,3	9	2.7
			Correa con desgaste excesivo.	0,8	6	4.8
			Correa mal tensada.	0,9	8	7.2
Soporte con rodamiento	Permitir la rotación relativa del eje flecha	rotación relativa deficiente, exceso de ruido	Desalineación entre soportes	0,9	10	9
			Falta lubricación	0,8	4	3.2
			Rodamiento agripado	0,6	8	4.8

Tabla 3-1. Tabla FMECA diseño de propuesta

Fuente: Elaboración del proyecto

3.2.3. Plan de mantenimiento

Según los resultados del método FMECA, en relación a los elementos determinados como más críticos del conjunto se determinó;

Mantenimiento de carácter preventivo para los elementos más críticos:

Para este diseño de propuesta se recomienda planificar un mantenimiento de tipo preventivo diario y anual, poniendo énfasis en los siguientes puntos:

Plan diario

Actividades previas al uso de la máquina herramienta:

- Limpieza de la máquina herramienta por parte del operador.
- Inspección visual completa
- Comprobación del estado de las herramientas de corte
- Verificar nivel de refrigerante

Plan anual

Actividades de mantenimiento:

- Revisión completa conexión eléctrica, terminales y cables de distribución
- Revisión tensión correa de transmisión
- Revisión alineación entre soportes y eje flecha
- Reapriete de elementos de fijación

Inspección visual de elementos:

- Revisión estado de poleas

Sustitución de elementos con desgaste excesivo

Reparación de todas las fallas y problemas de los que se tenga conocimiento.

3.3. MEDIDAS DE SEGURIDAD

Como medidas de seguridad en la operación de la máquina herramienta cortadora de tubos, siendo esta de la familia de los procesos con arranque de viruta (CAV), la proyección de partículas es inminente además del ruido producido, por lo que se recomienda la utilización de los elementos de protección personal (EPP).

“En toda empresa existen riesgos y peligros que deben controlarse o eliminarse para proteger la salud de los trabajadores. Para eso, el equipo de Elementos de Protección Personal es considerado una alternativa complementaria para aumentar la efectividad de cualquier plan preventivo.

Los Elementos de Protección Personal (EPP) generan una barrera entre el trabajador y el riesgo, disminuyendo el grado de exposición. Sin embargo, no reducen los peligros o riesgos, sólo protegen al individuo del ambiente externo y pueden llegar a disminuir la gravedad de las lesiones en caso de accidente.”

(Asociación chilena de seguridad, s.f.)

Ojos y rostro: los protectores de ojos se utilizan contra proyección de partículas, líquidos, humos, vapores, gases y radiaciones y sólo cubren la zona ocular. En tanto, los protectores faciales, protegen los ojos, pero también el resto del rostro, protegiéndolo de rayos ultravioletas o infrarrojos (en el caso de soldadores) y de otros cuerpos extraños como plástico transparente, cristal templado o rejillas metálicas.

Pies y piernas: para ciertos tipos de trabajo el calzado de seguridad es fundamental, ya que protegen de la humedad, de sustancias calientes y de caída o golpes en superficies peligrosas e inestables. Para proteger las piernas de salpicaduras de metales fundidos, se deben utilizar polainas de seguridad resistentes al calor.

3.4. PARÁMETROS DE OPERACIÓN

Esta máquina herramienta consta de las siguientes características:

Compatible con herramientas de corte, como BAUKER, BOSH y otras.

Potencia : 0,75 [KW]

Peso total : 120 [Kg]

Ruido motor : 44 [dB]

Dimensiones : 600 x 1500 x 1250 [mm]

Fuente de alimentación monofásica de 220 [V], 50 [Hz]. Además de un depósito para taladrina con capacidad de 11 litros.

Se recomienda anclar a piso esta máquina herramienta, para controlar el nivel de vibraciones. Esto puede ser por ejemplo con soldadura o anclaje por pernos de fijación.

CAPÍTULO 4:

Análisis y evaluación económica para la implementación en el área de estructuras metálicas.

4.1. PRESUPUESTO DE MATERIALES

En la siguiente tabla se representa el listado completo de los materiales necesarios para llevar a cabo la construcción de la máquina herramienta.

Listado presupuesto de materiales

Presupuesto Materiales	Cant.	Unidad	Costo unid. [\$]	Total [\$]
Plancha lam. caliente 4 [mm] x 1000 [mm] x 3000 [mm]	01	UN	54.578	54.578
Plancha lam. frio 1,5 mm x 1000 mm x 3000 mm	01	UN	20.019	20.019
Pletina 5 mm x 100 mm x 6 mts	01	UN	14.266	14.266
Tubo cuadrado negro 5 mm x 50 mm x 6 mts	02	UN	29.990	59.980
Perfil canal U 5 mm x 125 mm x 50 mm	01	UN	32.052	32.052
Barra Redonda SAE 1020 4 [in] x 1000 [mm]	01	Kg	880	60.157
Barra Redonda SAE 1045 1 3/4 [in] x 1000 [mm]	01	Kg	906	11.099
Caja remache tipo pop 4 x 12 [mm] 100 unidades Mamut	01	UN	1.790	1.790
Motor WEG W11 4 polos 0,75 [KW] 1500 [Rpm] 220/380 [V]	01	UN	77.787	77.787
VDF SINAMICS V20 1AC 230 [V] 1,1 [KW]	01	UN	151.155	151.155
Soporte reforzado de fundición tipo pedestal FAG numero NP 30 con rodamientos insertos UCP-206	02	UN	16.910	33.820
Polea acanalada hierro fundido SPZ 90-1, con perforación piloto para montaje directo al eje	02	UN	8.470	16.940
Correa trapecial estrecha Optibelt-SK SPZ 1287 Ld	01	UN	5.855	5.855
Kit Bomba taladrina 230 [V] OPTIMUM	01	UN	158.289	158.289
Perno hexagonal 8.8 PN M 6 x 1 x 20 DIN 933	18	UN	21,05	379

Perno hexagonal 8.8 PN M 6 x 1 x 30 DIN 933	18	UN	29,33	528
Perno hexagonal 8.8 PN M 10 x 1.5 x 40 DIN 933	05	UN	105,20	526
Perno hexagonal 8.8 PN M 16 x 2 x 80 DIN 931	06	UN	471,50	2.829
Perno hexagonal 8.8 PN M 16 x 2 x 100 DIN 931	04	UN	586,25	2.345
Golilla plana corriente métrica 1/4"	46	UN	11,65	536
Golilla plana corriente métrica 3/8"	10	UN	23,30	233
Golilla plana corriente métrica 5/8"	20	UN	49,95	999
Tuerca hexagonal 8.8 PN M 6 x 1	10	UN	11,90	119
Tuerca hexagonal 8.8 PN M 10 x 1,5	05	UN	38,60	193
Tuerca hexagonal 8.8 PN M 16 x 2	10	UN	110,80	1.108
Seguro Seager exterior 12 x 1	02	UN	52	104
Seguro Seager exterior 28 x 1,5	01	UN	182	182
Interruptor diferencial bipolar 6 [A]	02	UN	5.345	10.690
Contactador trifásico bobina 200 [V] CA	01	UN	14.329	14.329
Relé térmico 2.1 (1.7-2.5) [A]	01	UN	14.838	14.838
Botonera Doble Led KOINO 1NA+1NC	01	UN	4.341	4.341
Botonera hongo 1 NC, parada de emergencia desbloqueo rotativo	01	UN	3.538	3.538
Cable 14 AWG flexible negro	100	MTS	158	15.800
Multiconductor 4 x 1,5 [mm2]	5	MTS	694	3.470
Terminal puntilla roja 1,5 [mm2]	100	UN	873	873
Riel Din Tipo Omega 7 X 35 X 1000 [mm] Bm Electric	01	UN	600	600
Enchufe Macho volante 10 [A] 2P+T	01	UN	875	875
Cordón de goma negro 3 x 1,5 [mm2]	03	MTS	739	2.217
Subtotal				779.439
Porcentaje IVA				148.093
Total incluido IVA				927.532

Tabla 4-1. Tabla listado presupuesto de materiales

Fuente: Elaboración propia, datos de acuerdo a cotizaciones.

4.2. PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA

En la siguiente tabla se representa el listado completo de presupuesto en mano de obra necesarios para llevar a cabo la construcción de la máquina herramienta. Este listado se elaboró de acuerdo a valores proporcionados por distintos centros, teniendo un valor referencial.

Listado referencial presupuesto de mano de obra

Presupuesto mano de obra	Costo unid. [\$]	Unidad	Total [\$]	Observación
Corte, perforaciones y soldadura estructura base	50.000	-	50.000	
Fabricación flecha porta herramientas y adaptador	12.500	01	12.500	
Fabricación tornillos rosca trapecial	8.500	02	17.000	
Corte y plegado planchas laminadas	0	-	0	Servicio gratuito al cotizar y comprar productos con ACENOR
Fabricación elementos mecánicos	65.000	-	65.000	Costo correspondiente al conjunto de elementos de sujeción
Fabricación elementos mecánicos	7.000	-	7.000	Chavetas y pasador
Total			151.500	Costo referencial, este puede variar de acuerdo al lugar en donde se coticé

Tabla 4-2. Tabla listado referencial presupuesto de mano de obra

Fuente: Elaboración propia, datos de acuerdo a cotizaciones.

4.3. PRESUPUESTO TOTAL DE INVERSIÓN

En la siguiente tabla se representa el presupuesto total de inversión entre los materiales y la mano de obra para llevar a cabo la construcción de la máquina herramienta cortadora de tubos tipo boca de pez. Este listado se elaboró de acuerdo a valores proporcionados por cotizaciones de diversos centros de distribución de los productos seleccionados.

Listado presupuesto total de inversión

Tipo de presupuesto	Total [\$]
Presupuesto de materiales	927.532
Presupuesto de mano de obra	151.500
Costo total [\$]	1.078.032

Tabla 4-3. Tabla listado presupuesto total de inversión

Fuente: Elaboración propia, datos de acuerdo a cotizaciones.

4.4. ANÁLISIS DE MERCADO

El objetivo de este punto es demostrar la viabilidad comercial de este diseño de propuesta, identificando el mercado potencial, el cual es parte de un segmento del área mecánica, en donde este proyecto resolverá parte de sus necesidades.

Se identificó como el principal segmento al cual se enfoca este proyecto, el área de mecánica estructural, siendo el cliente desde pequeñas a grandes empresas del tipo maestranzas, las cuales prestan servicios como por ejemplo fabricación de plataformas, pasarelas y pasamanos, fabricación de estructuras perimetrales de seguridad, entre otras.

A continuación, se muestran diferentes imágenes en distintas industrias, en donde se evidencia el uso de tubos en aplicaciones estructurales. Demostrando así el mercado potencial presente.



Figura 4-1. Aserradero Horcones, Arauco
Fuente: Capturas fotográficas, Gerardo Jerez Paine



Figura 4-2. Central térmica a carbón COLBÚN, Coronel

Fuente: Capturas fotográficas, Gerardo Jerez Paine

Por último, se muestra una captura fotográfica en donde se evidencia el uso de soldadura entre tubos usando un acople del tipo boca de pez, minimizando el material de aporte y el tiempo empleado en realizar la operación.



Figura 4-3. Soldadura en proceso en Aserradero Horcones, Arauco

Fuente: Capturas fotográficas, Gerardo Jerez Paine

4.5. ANÁLISIS TÉCNICO

A continuación, se presentarán equipos que ofrecen similar operación, generando un corte tipo boca de pez en tubos. Realizando un análisis técnico que tiene como objetivo compararan las características técnicas de cada equipo.

4.5.1. Biseladora de tubos

Este equipo consta de un sistema el cual ofrece el servicio de perfilar tubos generando el perfil boca de pez, mediante un proceso abrasivo de remoción de material gracias a la implementación de una lija de banda.

En la siguiente imagen se muestra este tipo de máquina herramienta, además sus características técnicas.



Figura 4-4. Biseladora de tubos

Fuente: Captura sitio web "<http://www.aslak.es>"

Características técnicas biseladora de tubos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
• Potencia del motor	4 CV/3 kW/400 V
• Nº de revoluciones	1.400 / 2.800 r.p.m.
• Dimensiones de la banda de lijado	100 x 2.000 mm
• Velocidad de la banda	15 / 30 m/seg
• Ø de lijado	20 - 76 mm
• Ángulos de lijado ajustables	30 - 90°
• Ø conector aspiración	100 mm
• Dimensiones (l x an x al)	1.170x520x1.130 mm
• Peso neto	196 kg

Figura 4-5. Características técnicas biseladora de tubos

Fuente: Captura sitio web “<http://www.aslak.es>”

Otro aspecto relevante que no es parte de las características técnicas, es el valor comercial de este tipo de máquina herramienta. El valor comercial de referencia se obtuvo desde internet, en donde el valor está en Euros, por ende, se presenta el valor equivalente en pesos chilenos.

Valor comercial : 1.990 [€]

Valor 1 euro = 782,42 CLP con fecha 19-2-2018, según BANCO CENTRAL DE CHILE

Valor equivalente peso chileno : [\$] 1.557.015,8

Además, esta máquina herramienta usa una banda de lija estándar de grano K40, la cual cumple la función de desgastar el material hasta la forma deseada, esta es la cual se desgasta y en algún momento debe ser mantenida o según su estado cambiada.

En comparación al primer equipo de similares prestaciones Biseladora de tubos (ver figura 4-4) y sus características técnicas (ver figura 4-5) se determinaron distintos segmentos de comparación ante este proyecto de diseño de propuesta.

Características técnicas.

- Diseño de propuesta cuenta con un sistema que regula la velocidad de corte, adecuando este parámetro de operación al recomendado por el fabricante
- Menor peso del equipo
- Menor potencia de consumo

Otros aspectos importantes.

- Disponibilidad y compatibilidad en herramientas de corte (coronas bimetálicas) de distintas marcas disponibles comercialmente como, por ejemplo; BOSH, STARRET, WURTH, BAUKER, y otras.

El punto anterior además es muy relevante, ya que, este tipo de herramientas de corte se encuentra en cualquier centro comercial, tiendas virtuales, ferreterías comunes y/o especializadas, cuya compra no requiere ningún tipo de conocimiento técnico avanzado. Esto se contrasta con la compra de una lija de banda, ya que, se puede dificultar el encontrar algún centro de distribución del producto.

- Precio de venta

El diseño de propuesta Cortadora de tubos boca de pez tiene como presupuesto total de inversión de este proyecto un valor de \$ 1.078.032 (ver tabla 4-3) que es 31 % menor que el costo del equipo Biseladora de tubo, este punto es un factor relevante al momento de elegir el equipo y es fundamental tener en consideración los aspectos antes señalados para trabajar de forma eficiente según las condiciones.

CONCLUSIÓN

Como parte de este proyecto en relación a los temas de procesos de maquinado y más específicamente lo desarrollado de los procesos con arranque de viruta se estudió y presento como cada uno de estos procesos hicieron posible la realización del cumplimiento de todas las necesidades de la humanidad, desarrollando equipos y sus componentes para mejorar la situación tanto económica de una sociedad como aumentando la calidad de vida de las personas resolviendo sus necesidades.

En la creación de un nuevo equipo, en este proyecto se requirió la utilización de diferentes métodos, unos para la determinación del material adecuado para la fabricación de los elementos más críticos de la máquina herramienta, otros para determinar las relaciones de transmisión de potencia y la selección de los materiales necesarios para realizar la transmisión de la energía eléctrica y la protección de los equipos añadiendo valor agregado a la propuesta cuidando al operador.

Dentro del diseño de la máquina herramienta, para realizar una buena operación de esta se determinó los procedimientos recomendados de acuerdo a las capacidades del diseño para realizar variados cortes a tubos y a las recomendaciones del fabricante de las herramientas de corte, en relación a las medidas de seguridad que se deben tener en cuenta de este diseño de propuesta el cuidado personal es parte fundamental, ya que, de acuerdo a asociaciones de seguridad expertas en el tema y al tipo de proceso que realiza esta máquina el cuidado ante la proyección de partículas, específicamente virutas metálicas es primordial el uso de los EPP.

Parte del diseño de propuesta conlleva la realización de un plan de mantenimiento relacionado con los elementos más críticos del conjunto para aumentar proyección de vida del equipo, además se deben proporcionar los parámetros dimensionales del equipo para determinar una correcta localización dentro del espacio disponible de quien adquiera el equipo.

Además, como parte de este proyecto una evaluación económica de los costos asociados para la fabricación y puesta en marcha de este proyecto es parte fundamental para tomar decisiones con respecto en aprobar o no su realización, los costos asociados tanto materiales para la fabricación de los elementos de la máquina herramienta como los materiales anexos se cotizaron de forma que los valores se ajustan a el costo real.

RECOMENDACIONES

Para desarrollar cualquier tipo de diseño, es fundamental conocer y trabajar en conjunto a catálogos, cuya información es fundamental, ya que, nos genera restricciones de diseño, las cuales nos guían en un diseño viable y con disponibilidad de repuestos junto a la posibilidad de su compra.

Existen diferentes factores que influyen en la compra de en este caso una máquina herramienta o equipos similares, según lo desarrollado en este proyecto se recomienda que este diseño de propuesta y su posible realización como prototipo para su venta no está desarrollado para pequeños talleres, sino que está enfocado para talleres como maestranzas cuyos servicios contemplen estructuras metálicas. Esto principalmente por el valor de inversión de este tipo de equipos.

BIBLIOGRAFÍA

Mikell P. Groover, “Fundamentos de manufactura moderna” tercera edición, MC Graw Hill, 2007

Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett, “Diseño en ingeniería mecánica de Shigley” octava edición, MC Graw Hill, 2008, ISBN-10: 970-10-6404-6

Bello Villegas, Alberto Javier, “Introducción a las normas chilenas de dibujo técnico”. Concepción, 1999

Pistarelli, Alejandro J.”Manual de Mantenimiento: ingeniería, gestión y organización.”primera edición, 2010, ISBN 987-987-05-8420-9

Mott, Robert L. “Resistencia de los materiales” quinta edición,PEARSON, 2009

ANEXOS

weg www.weg.net

Datos Eléctricos
W11 Standard IE1 50 Hz

Potencia kW	HP	Carcasa	Par nominal (kgm)	Corriente con rotor trabado I _{Tn}	Par con rotor trabado T _{i/Tn}	Par máximo T _{b/Tn}	Momento de inercia (kgm ²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)		Peso (kg)		Nivel de ruido dB(A)	RPM	400 V						Corriente nominal I _n (A)
								Caliente	Frio	Estándar	JM/JP			Rendimiento			Factor de potencia			
														50	75	100	50	75	100	
I polos																				
0,12	0,16	63	0,043	3,8	2,3	2,3	0,0001	27	50	4,4	-	52	2720	45,5	53,5	56,0	0,55	0,68	0,80	0,387
0,18	0,25	63	0,063	5,0	2,4	2,4	0,0001	40	22	5,8	-	52	2790	52,0	57,0	59,0	0,54	0,67	0,77	0,572
0,25	0,33	63	0,090	4,3	2,5	2,3	0,0002	25	55	5,8	-	52	2720	52,0	57,0	60,0	0,50	0,65	0,76	0,791
0,37	0,5	71	0,129	4,3	2,3	2,3	0,0003	23	51	6,9	-	56	2800	61,2	66,0	67,6	0,60	0,75	0,85	0,929
0,55	0,75	71	0,193	5,0	2,5	2,5	0,0003	40	22	7,7	-	56	2780	64,0	70,0	70,0	0,56	0,71	0,82	1,38
0,75	1	80	0,260	5,0	2,4	2,4	0,0006	9	20	8,8	-	59	2805	66,0	72,0	72,5	0,50	0,65	0,76	1,96
1,1	1,5	80	0,387	6,0	2,6	2,6	0,0008	7	15	10,4	-	59	2770	73,0	75,0	75,5	0,60	0,75	0,83	2,53
1,5	2	90SA	0,514	6,3	2,7	2,6	0,0017	7	15	13,9	16,0	64	2840	75,0	78,0	78,0	0,63	0,76	0,83	3,24
2,2	3	90SA	0,763	6,8	2,8	2,9	0,0022	9	20	17,3	19,4	64	2810	77,0	78,0	80,0	0,63	0,77	0,85	4,58
3	4	100L	1,02	6,7	2,3	2,8	0,0052	9	20	23,0	24,0	67	2870	80,0	81,0	82,0	0,69	0,81	0,87	6,07
4	5,5	112M	1,36	6,8	2,4	3	0,0073	9	20	32,0	33,5	64	2875	81,0	83,0	83,1	0,71	0,82	0,87	7,81
5,5	7,5	132S	1,84	6,5	2,1	2,7	0,0159	11	24	44,5	47,5	68	2910	82,5	84,5	84,7	0,71	0,81	0,87	10,5
7,5	10	132S	2,52	6,4	2,3	2,6	0,0167	7	15	52,0	55,0	68	2900	85,0	86,5	86,5	0,72	0,82	0,87	14,2
9,2	12,5	132M	3,08	6,8	2,1	2,6	0,0243	8	18	57,0	60,0	68	2910	86,0	87,0	87,0	0,70	0,81	0,86	17,7
11	15	160M/L	3,64	7,5	2	3	0,0335	11	24	93,0	94,0	70	2945	86,5	87,5	88,0	0,70	0,81	0,86	21,0
15	20	160M/L	4,96	7,4	2,2	3,1	0,0452	9	20	111	112	70	2945	87,0	88,5	89,0	0,69	0,80	0,86	28,3
18,5	25	160M/L	6,14	8,0	2,5	3,2	0,0559	7	15	130	130	70	2935	88,0	89,5	89,5	0,67	0,78	0,86	34,7
22	30	180M/L	7,26	8,7	2,5	3,5	0,0821	7	15	140	144	70	2950	89,5	90,5	90,5	0,74	0,83	0,87	40,3
30	40	200M/L	9,87	7,3	2,6	2,9	0,1958	13	29	200	179	74	2960	89,0	90,0	91,0	0,70	0,80	0,85	56,0
37	50	200M/L	12,2	7,0	2,6	2,8	0,2128	12	26	230	231	74	2960	90,0	91,0	91,5	0,71	0,80	0,86	67,9
Opcionales																				
0,27	0,5	63	0,130	5,2	3,1	3,3	0,0002	14	31	6,5	-	52	2780	67,0	71,0	71,3	0,57	0,70	0,79	0,948
0,55	0,75	80	0,191	6,5	2,3	2,3	0,0007	20	44	8,4	-	59	2805	68,0	70,0	71,0	0,65	0,77	0,86	1,20
0,75	1	71	0,260	6,2	3,1	3,1	0,0005	8	18	8,9	-	56	2810	67,5	72,5	72,5	0,65	0,76	0,84	1,74
1,5	2	80	0,527	6,0	3	2,7	0,0009	10	22	11,2	-	59	2770	76,0	77,0	77,5	0,70	0,82	0,87	3,20
3	4	90SA/L	1,03	6,2	3,2	3,1	0,0025	6	13	17,3	19,4	64	2830	80,0	81,0	81,5	0,55	0,68	0,78	6,77
4	5,5	100L	1,36	8,0	2,9	3,1	0,0065	7	15	24,5	25,5	67	2870	82,0	83,5	83,5	0,72	0,81	0,86	8,14
5,5	7,5	112M	1,87	7,7	2,5	3	0,0096	10	22	36,0	37,5	64	2870	85,0	85,0	85,5	0,79	0,86	0,89	10,4
7,5	10	112M	2,55	7,6	3	3	0,0094	6	13	38,0	39,5	64	2870	85,5	86,0	86,5	0,59	0,72	0,81	15,3
9,2	12,5	132M	2,52	6,4	2,3	2,6	0,0187	7	15	54,0	57,0	68	2900	85,0	86,5	86,5	0,72	0,82	0,87	14,2
11	15	160M/L	3,05	7,2	2,2	3	0,0339	15	33	93,0	94,0	70	2935	85,0	88,0	88,8	0,71	0,82	0,86	17,4
15	20	160M/L	4,96	7,4	2,2	3,1	0,0452	9	20	111	112	70	2945	87,0	88,5	89,0	0,69	0,80	0,86	28,3
18,5	25	160M/L	6,14	8,0	2,5	3,2	0,0559	7	15	130	130	70	2935	88,0	89,5	89,5	0,67	0,78	0,86	34,7
22	30	180M/L	7,26	8,7	2,5	3,5	0,0821	7	15	140	144	70	2950	89,5	90,5	90,5	0,74	0,83	0,87	40,3
30	40	200M/L	9,87	7,3	2,6	2,9	0,1958	13	29	200	179	74	2960	89,0	90,0	91,0	0,70	0,80	0,85	56,0
37	50	200M/L	12,2	7,0	2,6	2,8	0,2128	12	26	230	231	74	2960	90,0	91,0	91,5	0,71	0,80	0,86	67,9
IV polos																				
0,12	0,16	63	0,085	3,5	2,0	2,2	0,0003	30	66	5,1	-	44	1375	45,0	54,0	57,0	0,49	0,61	0,72	0,422
0,18	0,25	63	0,128	3,5	2	2,2	0,0004	23	51	6,5	-	44	1370	46,0	54,0	58,0	0,49	0,63	0,74	0,605
0,25	0,33	71	0,178	3,7	1,8	1,9	0,0004	28	62	7,3	-	43	1370	53,0	58,0	61,5	0,50	0,62	0,71	0,826
0,37	0,5	71	0,273	3,7	2	2	0,0006	17	37	8,5	-	43	1320	58,0	62,0	66,0	0,50	0,63	0,76	1,06
0,55	0,75	80	0,379	5,4	2	2,8	0,0019	8	18	12,7	-	44	1415	63,0	68,0	70,0	0,57	0,70	0,80	1,42
0,75	1	80	0,518	5,0	2,1	2,2	0,0023	14	31	11,2	-	44	1410	63,5	71,0	72,1	0,55	0,70	0,81	1,85
1,1	1,5	90SA/L	0,765	5,6	2,3	2,4	0,0039	8	18	14,2	16,4	49	1400	70,0	75,0	75,5	0,55	0,69	0,79	2,66
1,5	2	90SA/L	1,01	5,5	2	2,4	0,0048	8	18	16,8	18,9	49	1440	74,0	77,0	77,2	0,58	0,73	0,82	3,42

Anexo A. Datos eléctricos motores WEG W11

DUCASSE COMERCIAL		Teléfono: +56223557000 www.ducasse.cl						
Ducasse Comercial Ltda. AV. LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS 1460, PISO 8, SANTIAGO 93.441.000-9								
Señores.: BOLETAS CONCEPCION		Cotización: COT01604010						
Rut.....: 43.000		Fecha.....: 20-07-2018						
Dirección: Paicavi 1393								
Ciudad....: CONCEPCION								
Atención:								
Email.....:								
Teléfono.:								
Código	Descripción	Config.	Acabado	Marca	Cantidad	Unidad	Precio neto	Total Neto
01040100500	NP 30 SOPORTE REFORZADO DE FUNDICIÓN TIPO PEGRETEL NÚMERO NP 30 MONTADOS CON PEGAMENTOS INERTES ABSORBEN LOS DESPLAZAMIENTOS INICIALES DEL EJE. PUEDEN OPERAR EN			FAO	2,00	UN	16.910,00	33.820,00
172210084000	1 3/2 90 TORNILLOS DE 2PC A 4PC. SUS MEDIDAS SON 3/8			NTP	2,00	UN	8.470,00	16.940,00
110901146500	CORREA SPZ 1287 CORREA ESTRECHA. PERFIL SPZ. ALTURA=8MM. ANCHO SUPERIOR=8,7MM. DESARROLLO DE REP=1,027MM RESISTENCIA AL ACEITE. TEMPERATURA DE TRABAJO MÁX=70°C			OPT	1,00	UN	1.855,00	1.855,00
Sub total								56.615,00
Total Neto:								56.615,00
% I.V.A.:								10.757,00
Total Cotización:								67.372,00

Anexo B. Cotización DUCASSE

DUCASSE COMERCIAL		Teléfono: +56223557000 www.ducasse.cl						
Ducasse Comercial Ltda. AV. LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS 1460, PISO 8, SANTIAGO 93.441.000-9								
Señores.: BOLETAS CONCEPCION		Cotización: COT01596550						
Rut.....: 43.000		Fecha.....: 25-06-2018						
Dirección: Paicavi 1393								
Ciudad....: CONCEPCION								
Atención:								
Email.....:								
Teléfono.:								
Código	Descripción	Config.	Acabado	Marca	Cantidad	Unidad	Precio neto	Total Neto
100101003007	MOTOR 0,75KW 220/380V 1500 RPM W11 MOTOR ELECTRICO 0,75 KW- 1 HP- 1.500 RPM/ 4 POLOS 220/380 VAC 50HZ 3- 83 FRAME 90 CARCAZA DE ALUMINIO		B3	WEG	1,00	UN	111.125,00	111.125,00
220101000370	VDF SINAMICS V20 1AC 230V 1,1KW VARIADOR DE FRECUENCIA MONOFASICO 230VCA 1,1KW 1.5HP IN ENTRADA 14.7AMP IN SALIDA 8.0AMP TAMAÑO 140MM ANCHOx155MM ALTOx154 5MM FONDO		V20	SIE	1,00	UN	215.935,00	215.935,00

Anexo C. Cotización DUCASSE

RHONA S.A. <i>Un Mundo en Equipamiento Eléctrico</i>		R.U.T.: 92.307.000-1 COTIZACIÓN N° 815176					
CASA MATRIZ: Agua Santa 4211 Teléfono : (32) 2320600 Viña del Mar - Chile E-mail : info@rhona.cl		Concepción: Carrilo Henríquez 2330 Teléfono : (41) 2446100 E-mail : concepcion@rhona.cl					
Santiago: Ejercito Libertador 120 Teléfono : (2) 25608700 E-mail : santiago@rhona.cl Av. Pdtte. Eduardo Frei Montalva 2193 Teléfono : (2) 22377100 E-mail : panamericana@rhona.cl		Antofagasta: Nicolas Tirado 198 Teléfono : (55) 2685200 E-mail : antofagasta@rhona.cl					
		 RHONA WWW.RHONA.CL					
SEÑOR(ES) : CLIENTE DE COTIZACION DIRECCIÓN : GERARDO JEREZ CIUDAD : SIN INFORMACION		FECHA EMISIÓN : 20/7/2018 RUT : 88-4 COMUNA : SANTIAGO					
CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNID.	PRECIO UNIT.	VALOR		
218527	INT.AUT.2 POLOS	BFW-T10 2P6A C	6A 10KA C	1	CAJ	5.345	5.345
220406	CONTACTOR	S-T12	BOB.200VCA	1	CAJ	14.329	14.329
222020	RELE TERM CO	TH-T18KP	2.1A(1.7-2.5)	1	CAJ	14.838	14.838
402534	BOTONERA D OBLE LED	ARX-S112A0Y-240	1NA+1NC	1	CAJ	4.341	4.341
402516	BOTONERA H ONGO ROJAKH	2201ER-01R	1 NC 22MM	1	CAJ	3.538	3.538
294103	CABLE THHN	14 AWG FLEXIBLE	NEGRO (100MTB)	100	MTS	158	15.800
291476	MULTICONDUCTOR	RV-K 4X1.5MM2	CU/XLPE/PVC	5	MTS	694	3.470
150210	VDF 200-24 0V TRIF	FR-D720-042-NA	1HP 0.75KW	1	CAJ	123.498	123.498
328218	ENCH.MACHO	S2465TGE-2465TG	10A 2P+T	1	CAJ	875	875
291372	CORDON DE GOMA	H07RN-F 750V	3X1.5MM2 NEGRO	3	MTS	739	2.217
710545	TERMINAL P UNTILLA	1.50N	1.50MM2 ROJO	1	CTO	873	873
Observaciones :							
PLAZO ENTREGA : INMEDIATA, SALVO VENTA PREVIA VALIDEZ COTIZACIÓN : 7 DIAS LUGAR DE ENTREGA : BODEGA RHONA FORMA DE PAGO : EFECTIVO VARIOS :		SUBTOTAL : 189.124 DSCTO 0.00% : 0 NETO : 189.124 I.V.A : 35.934 TOTAL : 225.058					

Anexo D. Cotización RHONA

#	Cant	U/M	Código	Descripción Ítem	Precio	Total
1	68.36	KG	002004_105.0000	AC.LAM.1020 R 105 MM (1 Trozos de 1000 mm)	\$880	\$60.157
2	12.25	KG	002013_044.4491	AC.LAM.1045 R 1.3/4 (1 Trozos de 1000 mm)	\$906	\$11.099
Sub Total (Pesos)						\$71.255
Total Dcto (Pesos)						\$0
Total Neto (Pesos)						\$71.255
Total inc. IVA (Pesos)						\$84.793



Razón Social : Otero y Dominguez Ltda.
Rut : 88855300-2
Giro : Compra y Venta Aceros
Contacto : RONAL TORRES

Cotización # 924997
RN
Fecha : 20/07/2018









Anexo E. Cotización Aceros OTERO

		Milán Fabjanovic y Cia. Ltda. Líderes en Elementos de Sujeción, Ferretería y Seguridad Industrial. Rut 81.548.400-2 TUCAPEL 1391, CONCEPCION Fono : 41 210618684/78/79, Fax :		FECHA : 20/07/2018		
CLIENTE BOLETA . .			66.666.666-6			
CLIENTE			R.U.T.		ATENCIÓN	
REGION			CONCEPCION	CONCEPCION	000000000	
			COMUNA	CIVIDAD	TELEFONO	
DETALLE DE PRODUCTOS			00001			
II	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO LISTA	PRECIO DESCU.	TOTAL NETO
1	00047849	GOLLILLA PLANA CTE 1/4" MF	46,00	23,31	11,65	536
2	00047851	GOLLILLA PLANA CTE 3/8" MF	10,00	46,62	23,30	233
3	00047855	GOLLILLA PLANA CTE 5/8" MF	20,00	99,89	49,95	999
4	00012069	PER HEX 8.8 PN MET 8 X 1 X 20 DIN 933	18,00	42,06	21,05	379
5	00012081	PER HEX 8.8 PN MET 8 X 1 X 30 DIN 933	18,00	58,62	29,33	528
6	00012123	PER HEX 8.8 PN MET 10 X 1.6 X 40 DIN 933	5,00	210,28	105,20	526
7	00012218	PER HEX 8.8 PN MET 16 X 2 X 30 DIN 951	6,00	943,06	471,50	2.829
8	00012219	PER HEX 8.8 PN MET 16 X 2 X 100 DIN 951	4,00	1.172,45	586,25	2.345
9	00020383	SEGURO 8 SEGER EXTERIOR 12 x 1	2,00	103,73	52,00	104
10	00020409	SEGURO 8 SEGER EXTERIOR 23 x 1,5	1,00	364,48	182,00	182
11	00021872	TUERCA HEX 8.8 PN M-8-1	10,00	23,84	11,90	119
12	00021878	TUERCA HEX 8.8 PN M-10-1,5	5,00	77,10	38,60	193
13	00048193	TUERCA HEX 8.8 PN M-16-2 MF	10,00	221,49	110,80	1.108
Forma de Pago : CONTADO			Plazo Entrega : 1 Días Habiles			
SUBTOTAL NETO					10.081	
DESCUENTOS						
NETO					10.081	
I.V.A.					1.915	
TOTAL					11.996	
COTIZADO POR O SVALDO TORRES E-Mail : o.torres@mfabjanovic.cl						
** COTIZACION VALIDA POR 10 DIAS **						

Anexo F. Cotización MILAN FABJANOVIC

		C O T I Z A C I O N				
RUT: 77.660.960-9		www.acenorchile.com				
RAZON SOCIAL: ACENOR ACEROS DEL NORTE		ventas@acenorchile.com				
ANTONIO ESCOBAR WILLIAMS 205; CERRILLOS		+562 2925 9200				
NUMERO DE OFERTA:	570022414	CONCEPCION, 09-07-18				
NOMBRE/RAZON SOCIAL:	GERARDO NICOLAS JEREZ PAINE					
CODIGO DE CLIENTE:	507009742	TELEFONO: 982573065				
Cantidad	Artículo	Descripción	Und.	Precio	Total CLP.	KILOS
1.00	PLF10300150	EL.LAM.FRIO 1.5x1000x3000 MM	u	20,019	20,019	36.00
KILOS:						

Anexo G. Cotización ACENOR

Cantidad	Artículo	Descripción	Und.	Precio	Total CLP.	KILOS
1.00	PLC10300040	PL.LAM.CAL 4.0x1000x3000 MM	u	54,578	54,578	96.00
1.00	ECU505	TUB CUAD NEG 50 X 5.0 MM	u	29,990	29,990	39.36
1.00	PEU12505005	CANAL NE 125 x 50 x 5.0 MM	u	32,052	32,052	49.14
1.00	PLT100050	PLETINA 100 X 5 MM	u	14,226	14,226	23.58
		KILOS:		208.08		

Anexo H. Cotización ACENOR

Nº SAE o AISI	Resistencia a la tracción Rm		Límite de fluencia Re		Alargamiento en 50 mm %	Dureza Brinell
	Kgf / mm ²	Mpa	Kgf/mm ²	Mpa		
1010	40,0	392,3	30,2	292,2	39	109
1015	42,9	420,7	32,0	313,8	39	126
1020	45,8	449,1	33,8	331,5	36	143
1025	50,1	491,3	34,5	338,3	34	161
1030	56,3	552,1	35,2	345,2	32	179
1035	59,8	586,4	38,7	377,5	29	190
1040	63,4	621,7	42,2	413,8	25	201
1045	68,7	673,7	42,2	413,8	23	215
1050	73,9	724,7	42,2	413,8	20	229
1055	78,5	769,8	45,8	449,1	19	235
1060	83,1	814,9	49,3	483,5	17	241
1065	87,0	853,2	51,9	509,0	16	254
1070	90,9	891,4	54,6	535,4	15	267
1075	94,7	928,7	57,3	560,9	13	280
1080	98,6	966,9	59,8	586,4	12	293

Anexo I. Tabla de propiedades de aceros al carbono




MULTICONDUCTORES DE CONTROL

CABLES XCCT (RV)



- (1) CUBIERTA DE PVC
- (2) AISLACION DE XLPE
- (3) CONDUCTOR DE COBRE

Norma de Fabricación
(NCh-2014/1. Of 2002; IEC 60502).
NEC.

Características
Tensión de servicio: 0.6/1 KV.
Temperatura de servicio: 90 °C.
Temperatura de sobrecarga: 130 °C.
Temperatura de cortocircuito: 250 °C.
Adecuada resistencia a agentes químicos, grasas y ácidos.

Descripción del Conductor
Dos o más conductores flexibles cableados aislados con Polietileno Reticulado (XLPE), con revestimiento de (PVC). Retardante a la llama.

Construcción
Conductor: Conductores de cobre electrolítico de temple blando.
Aislación: Polietileno Reticulable (XLPE).
Cubierta: Cloruro de Polivinilo (PVC).

Despacho
En carretes de madera.

Identificación
Impresa sobre la aislación con las siguientes características: COVISA – CHILE, XCCT, calibre, 0.6/1 KV, Cert. E-021-14-3925.

Aplicaciones
Uso general en circuitos de control con tensión máxima de 0.6/1 KV. Operar e interconectar dispositivos de protección y paneles de instrumentos. Usados en ductos, bandejas, aéreos o directamente bajo tierra.

Anexo J. Propiedades conductores de control




CONDUCTORES DE DISTRIBUCIÓN Y PODER

ALAMBRES Y CABLES THHN



- (1) CUBIERTA DE NYLON
- (2) AISLACION PVC 90 °C / 75 °C
- (3) CONDUCTOR DE COBRE

Norma de Fabricación
UL – 83; NCh – 2020 Of. 1987; NEC.

Características
Tensión de servicio: 600 Volts.
Temperatura de servicio: THHN 90°C; THWN 75°C.
Temperatura de sobrecarga: THHN 130°C; THWN 95°C.
Temperatura de cortocircuito: THHN 250°C; THWN 150°C.
Alta resistencia dieléctrica.
Adecuada resistencia a agentes químicos, grasas, ácidos, gasolina o aceites.

Descripción del Conductor
Alambre de cobre electrolítico de temple blando, con aislación termoplástica de Cloruro de Polivinilo (PVC) y recubierto con capa de Nylon estabilizado al calor y a la luz.

Construcción
Conductor: Alambre o cable de cobre electrolítico de temple blando.

Aislación: Termoplástica de (PVC) retardante a la llama.
Revestimiento: Nylon.
Coloreado: 14 AWG a 4 AWG en cinco colores básicos (rojo, azul, negro, blanco y verde).
3 AWG, hacia arriba fabricados en color negro.

Despacho
El conductor se entrega en: Calibre 14 AWG a 4 AWG, en rollos de 100 mts.
Calibre 3 AWG y mayores, en carretes de madera.

Identificación
Impresa sobre la cubierta, con las siguientes características: COVISA-CHILE, THHN o THWN, calibre, 600 Volts, Cert. E-021-14-3381.

Aplicaciones
Instalaciones de fuerza, control y alumbrado en lugares expuestos a hidrocarburos.

Anexo K. Propiedades conductores distribución y poder