

**UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS” - FACULTAD
TECNOLÓGICA
PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA
FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO**

Nº DE RADICACIÓN: _____

INFORMACIÓN EJECUTORES

Ejecutor 1

Nombre (s):	Jhon Alexander
Apellido (s):	Ospino Bernal
Código:	20161375025
E-mail:	Jhon_a92@hotmail.com
Teléfono fijo:	7236529
Celular:	3108039691

Ejecutor 2

Nombre (s):	Andrés Felipe
Apellido (s):	Saavedra Betancourt
Código:	20161375018
E-mail:	andresf_saav@hotmail.com
Celular:	3003082270

INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Título del Proyecto:	Diseño e implementación de un control de fuerza para un sistema de sujeción adaptable al centro de mecanizado LEADWELL V-20i.	
Duración (estimada):	6 Meses.	
Tipo de Proyecto: (Marqué con una “x”)	Innovación y Desarrollo Tecnológico	X
	Prestación y Servicios Tecnológicos	
	Otro	
Modalidad del Trabajo de Grado:	Proyecto Científico	
Línea de Investigación de la Facultad*:	Desarrollo tecnológico local e institucional.	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular**:	2. Conversión de energías y mecánica de fluidos.	
Grupo de Investigación:	N/A	
Proyecto de Investigación:	Monografía	
Áreas del conocimiento que involucra:	Neumática, hidráulica, diseño, control.	

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA.

Director: (Vo. Bo.)	Alexander Alvarado.
Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo. Bo.)	Alexander Alvarado.

TABLA DE CONTENIDO.

1. RESUMEN.....	3
2. INTRODUCCIÓN.....	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
4. ESTADO DEL ARTE	4
5. JUSTIFICACIÓN	6
6. OBJETIVOS	6
7. MARCO TEÓRICO.....	7
8. METODOLOGÍA.....	20
9. CRONOGRAMA	21
10. PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN.....	22
11. Bibliografía.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Ilustración definición de control	12
Figura 2. Esquema general de adquisición de datos.....	13
Figura 3. Tipos de señales eléctricas	14
Figura 4. Una prensa de tornillo contiene elementos posicionadores y sujetadores.	17
Figura 5. Los sujetadores siempre deben colocarse de forma tal que la fuerza de sujeción se dirija a los soportes o a los posicionadores.	18
Figura 6. Fuerzas de sujeción aproximadas de bridas de sujeción manuales de diferentes tamaños con una relación de fuerza de sujeción de 2 a 1.....	19
Figura 7. Cálculo simplificado de la fuerza de sujeción con la fuerza de corte totalmente horizontal y sin topes en la pieza de trabajo (la fuerza friccional resiste todas las fuerzas de corte).	20
Figura 5. Diagrama de Gantt, control actividad - tiempo	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de los distintos tipos de actuadores.....	11
Tabla 2. Presupuesto del proyecto.....	23

1. RESUMEN

En este proyecto se usará una prensa de sujeción que trae como accesorio una fresadora marca Alecop situada en el laboratorio de robótica y CNC de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, actualmente la fresadora se encuentra en desuso. Dicho sistema de sujeción se adecuará como accesorio del centro de mecanizado LEADWELL V-20i, ubicado en el laboratorio de robótica y CNC de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, posteriormente se debe seleccionar el tipo de tecnología para generación de fuerza, como podrá ser, hidráulico, neumático, tornillo de potencia, eléctrico, teniendo en cuenta los procesos y recursos disponibles para controlar la fuerza de sujeción que se aplicará a las mordazas de la prensa descrita.

Este nuevo accesorio servirá como un nuevo recurso o herramienta para que los estudiantes puedan sujetar la pieza de forma remota, y de igual forma poder reducir la fatiga al operador, ya que actualmente, se lleva el proceso de sujeción del centro de mecanizado LEADWELL V-20i de forma manual.

2. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la industria manufacturera ha tenido una fuerte demanda en su producción, conllevando a promover técnicas que conviertan más eficientes los procesos que lleva a cabo estas tareas, por tal razón, la selección del tipo de sujetador se convierte en un papel importante para tener las técnicas más eficientes y mantenerse en altos niveles competitivos.

Un sistema de sujeción tiene como ventaja, aumentar la velocidad de sujeción de una pieza, reduciendo el tiempo de sujeción, que a su vez modificará el tiempo de maquinado, lo que reducirá tiempos de operación.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Implementar nuevas tecnologías a los procesos de manufactura tiene como finalidad llegar a tener sistemas los más eficiente posibles, para poder estar a la vanguardia en un entorno competitivo que se envuelve en este campo manufacturero.

Actualmente en el laboratorio de Robótica y CNC de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, se realizan procesos de mecanizados por arranque de viruta por medio del centro de mecanizado LEADWELL V-20i, el material de trabajo de sujeta por medio de una prensa de sujeción que orienta sus funciones a mecanizados de piezas de envergadura grande, su sistema de fuerza es por tornillo de potencia con accionamiento manual. Sin embargo, se encuentra un problema al mecanizar piezas de tamaño reducido, ya que al sujetar dichas piezas el exceso de fuerza causa fallos en el material, en algunos casos la pieza es expulsada de las mordazas del sujetador, generando pérdidas de tiempo, dinero por causa de daños en el material, y ocasionando peligros de accidente al no ser un sistema seguro de operar con piezas de tamaño reducido.

Se considera el uso de un sistema de sujeción en desuso que se encuentra en este mismo laboratorio, montado en una fresadora marca Alecop, y para poder ser implementada en el centro de mecanizado LEADWELL V-20i, se debe realizar un diseño de un sistema de agarre, seleccionar un tipo de generación de fuerza, y diseñar e implementar un modelo de control para dicha fuerza, y garantizar una sujeción adecuada.

4. ESTADO DEL ARTE

Se consultaron diferentes bibliografías que permiten establecer como otras personas han abordado problemas similares:

(2007) *Diseño y simulación de la instrumentación de una prensa hidráulica strojexport tipo CDM 80-1 (LD 80)*: En el taller de máquinas herramientas de la Universidad Tecnológica de Pereira se hacen pruebas de doblado de piezas soldadas por medio del uso de una prensa hidráulica (LD 80), ya que no se tiene el control de las variables que intervienen en el proceso se da lugar a fallos o pérdida de tiempo en las pruebas. Se encuentra la necesidad de rediseñar la máquina para mejorar las pruebas que allí se realizan. El trabajo se realizó en 2 fases, la primera parte consiste en hacer una revisión del funcionamiento y caracterizar la máquina, por medio de esto se identifican las variables a controlar. En la segunda parte del trabajo se realiza el mejoramiento de la maquina por medio de la implementación de instrumentación electrohidráulica y electrónica.

(2009) *Automatización de prensa hidráulica “pastillado con aspirina integrada”*: Se encuentra que los autores tienen como objetivo automatizar una prensa hidráulica que interviene en la producción de pastillas de freno para automóviles. Para lograrlo reemplazan el sistema manual con un PLC. Se integran componentes electrohidráulicos, electrónicos, sensores de posición, entre otros. La implementación de esta tecnología permite la mejora de tiempos, costos de producción, aumenta la seguridad del personal técnico y mayores volúmenes de producción.

(2000) *Sistemas de sujeción y soporte mecánico*. Desarrollo en detalle de sistemas de sujeción que se pueden usar en los departamentos de producción de las industrias. El autor lo cataloga como un manual que permite la selección de diferentes tipos de sujeción en función de la aplicación, también presenta cálculos de fuerzas, tipos de mordazas, plantillas, posicionadores, entre otros.

(2016) *“Diseño, construcción y validación de una prensa hidráulica con sistema de control automático para elaborar prótesis dentales”*. Por medio del uso de arduino,

los autores logran automatizar el proceso de fabricación de prótesis dentales. Dicha fabricación se ha llevado a cabo por medio de prensas manuales y la labor es ejercida por personas de gran trayectoria en dicha fabricación. A pesar de la experiencia los odontólogos indican que presentan pérdidas puesto que el éxito del proceso depende de una presión constante y cierto tiempo de aplicación de la fuerza. Es por esto que se diseñó un sistema automático que permita mantener constantes estas variables.

5. JUSTIFICACIÓN

Poder implementar un sistema controlado de sujeción al centro de mecanizado LEADWELL V-20, ayudara a optimizar el tiempo de maquinado, lo que se traduce en aprovechar más el tiempo disponible para el uso de este centro de mecanizado en el laboratorio de robótica y CNC de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Se pueden evitar los riesgos generados por la sujeción de la pieza a mecanizar, ya que actualmente se realiza en forma manual y podemos reducir la fatiga del operador en este caso los estudiantes, en operaciones donde requieran gran cantidad de monte y desmonte de la pieza a trabajar. Con la implementación de un nuevo tipo de tecnología al laboratorio de robótica y CNC de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas se ayuda a reforzar los equipamientos de dicho laboratorio y realizar micro mecanizados.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

- Diseñar e implementar un método de control de fuerza para el sistema de sujeción del material y adaptarlo al centro de mecanizado LEADWELL V-20i.

6.2. Objetivos Específicos

- Diseñar e implementar un sistema de control para el método de generación de fuerza.

- Diseñar un sistema de anclaje para fijar la prensa en el centro de mecanizado LEADWELL V-20i.
- Determinar la fuerza de sujeción mínima para garantizar la fijación del material.
- Realizar una matriz de selección, para definir mecanismo de generación de fuerza.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Actuadores

Los actuadores tienen como misión generar el movimiento de los elementos del robot según las órdenes dadas por la unidad de control. Se clasifican en tres grandes grupos, según la energía que utilizan:

- Neumáticos
- Hidráulicos
- Eléctricos

Los actuadores neumáticos utilizan el aire comprimido como fuente de energía y son muy indicados en el control de movimientos rápidos, pero de precisión limitada. Los motores hidráulicos son recomendables en los manipuladores que tienen una gran capacidad de carga, junto a una precisa regulación de velocidad. Los motores eléctricos son los más utilizados, por su fácil y preciso control, así como por otras propiedades ventajosas que establece su funcionamiento, como consecuencia del empleo de la energía eléctrica. Más tarde se proporcionará una comparación detallada entre los diferentes tipos de actuadores utilizados en robótica.

Cada uno de estos sistemas presenta características diferentes, siendo preciso evaluarlas a la hora de seleccionar el tipo de actuador más conveniente. Las características a considerar son, entre otras:

- Potencia

- Controlabilidad
- Peso y volumen
- Precisión
- Velocidad
- Mantenimiento
- Coste

7.1.1 Actuadores neumáticos

En ellos la fuente de energía es aire a presión entre 5 y 10 bar. Existen dos tipos de actuadores neumáticos:

- Cilindros neumáticos
- Motores neumáticos (de aletas rotativas o de pistones axiales).

7.1.1.1 Cilindros

En los primeros se consigue el desplazamiento de un émbolo encerrado en un cilindro como consecuencia de la diferencia de presión a ambos lados de aquél. Los cilindros neumáticos pueden ser de simple o de doble efecto. En los primeros, el émbolo se desplaza en un sentido como resultado del empuje ejercido por el aire a presión, mientras que en el otro sentido se desplaza como consecuencia del efecto de un muelle (que recupera al émbolo a su posición en reposo). En los cilindros de doble efecto el aire a presión es el encargado de empujar al émbolo en las dos direcciones, al poder ser introducido de forma arbitraria en cualquiera de las dos cámaras.

7.1.1.2 Motores neumáticos

En los motores neumáticos se consigue el movimiento de rotación de un eje mediante aire a presión. Los dos tipos más utilizados son los motores de aletas rotativas y los motores de pistones axiales.

7.1.2 Actuadores hidráulicos

Este tipo de actuadores no se diferencia mucho de los neumáticos. En ellos, en vez de aire se utilizan aceites minerales a una presión comprendida normalmente entre los 50 y 100 bar, llegándose en ocasiones a superar los 300 bar. Existen, como en el caso de los neumáticos, actuadores del tipo cilindro y del tipo motores de aletas y pistones. Sin embargo, las características del fluido utilizado en los actuadores hidráulicos marcan ciertas diferencias con los neumáticos. En primer lugar, el grado de compresibilidad de los aceites usados es considerablemente menor al del aire, por lo que la precisión obtenida en este caso es mayor. Por motivos similares, es más fácil en ellos realizar un control continuo, pudiendo posicionar su eje en todo un intervalo de valores (haciendo uso del servo control) con notable precisión. Además, las elevadas presiones de trabajo, diez veces superiores a las de los actuadores neumáticos, permiten desarrollar elevadas fuerzas y pares.

Por otra parte, este tipo de actuadores presenta estabilidad frente a cargas estáticas. Esto indica que el actuador es capaz de soportar cargas, como el peso o una presión ejercida sobre una superficie, sin aporte de energía (para mover el embolo de un cilindro sería preciso vaciar este de aceite). También es destacable su elevada capacidad de carga y relación potencia-peso, así como sus características de auto lubricación y robustez. Frente a estas ventajas existen ciertos inconvenientes. Por ejemplo, las elevadas presiones a las que se trabaja propician la existencia de fugas de aceite a lo largo de la instalación. Asimismo, esta instalación es más complicada que la necesaria para los actuadores neumáticos y mucho más que para los eléctricos, necesitando de equipos de filtrado de partículas,

eliminación de aire, sistemas de refrigeración y unidades de control de distribución. Los accionamientos hidráulicos se usan con frecuencia en aquellos robots que deben manejar grandes cargas (de 70 a 205kg).

7.1.3 Actuadores eléctricos

Las características de control, sencillez y precisión de los accionamientos eléctricos han hecho que sean los más usados en los robots industriales actuales. Dentro de los actuadores eléctricos pueden distinguirse tres tipos diferentes:

- Motores de corriente continua (DC). Servomotores
- Motores paso a paso
- Motores de corriente alterna (AC)

7.1.4 Comparación entre los diferentes tipos de actuadores

Como resumen de los actuadores utilizados en robótica se presenta la siguiente tabla¹:

Características de los distintos tipos de actuadores para robots			
	Neumáticos	Hidráulicos	Eléctricos
Energía	Aire a presión (5-10 bar)	Aceite mineral (50-100 bar)	Corriente eléctrica
Opciones	Cilindros Motor de paletas Motor de pistón	Cilindros Motor de paletas	Corriente continua Corriente alterna

¹ Gonzalez, Victor R.(03/2002),
http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0204/ctrl_rob/robotica/sistema/actuadores.htm,

		Motor de pistones axiales	Motor paso a paso Servomotor
Ventajas	Baratos Rápidos Sencillos Robustos	Rápidos Alta relación potencia-peso Auto lubricantes Alta capacidad de carga Estabilidad frente a cargas estáticas	Precisos Fiables Fácil control Sencilla instalación Silenciosos
Desventajas	Dificultad de control continuo Instalación especial (compresor, filtros) Ruidoso	Difícil mantenimiento Instalación especial (filtros, eliminación aire) Frecuentes fugas Caros	Potencia limitada

Tabla 1, Características de los distintos tipos de actuadores.

7.2. DEFINICIÓN DE CONTROL. CONTROL AUTOMÁTICO MANUAL. LAZO ABIERTO Y CERRADO.

Entremos directamente por definir que es control: es la Técnica de medir o detectar una condición o situación, compararla con el valor que de ella se desea tener, y a actuar en correspondencia a fin de reducir la diferencia entre ambas².

² Instituto Argentino de Automación Industrial, <http://descom.jmc.utfsm.cl/sgeywitz/sub-paginas/Piping/control%20de%20procesos.htm>

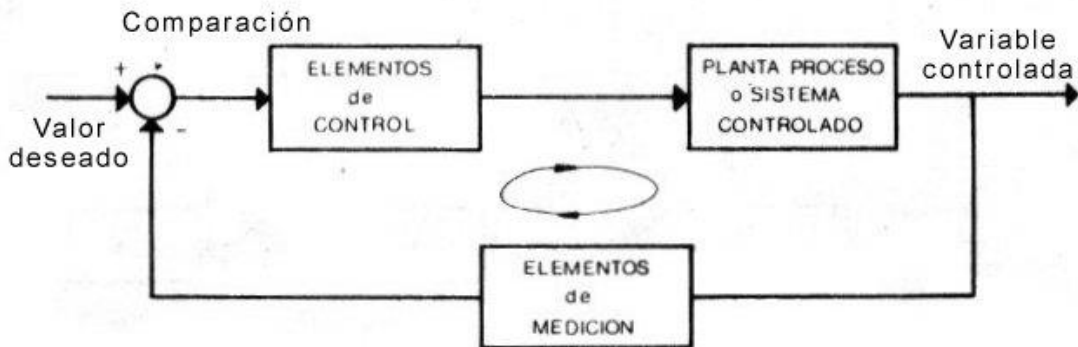


Figura 1. Ilustración definición de control

7.3. Adquisición de datos

Un sistema de adquisición de datos (DAQ) es cualquier sistema que permita capturar (leer, medir) datos, almacenarlos, procesarlos y exhibirlos en alguna forma. Las partes que conforman un DAQ típico son:

- Transductores que transforman las variables físicas a medir en señales eléctricas (opcional).
- Canales analógicos para la recepción de las señales de los transductores.
- Un convertidor A/D para digitalizar las señales analógicas.
- Canales digitales de entrada.
- Canales digitales de salida.
- Canales analógicos de salida.
- Contadores/Temporizadores.
- Un circuito de control para manejar las partes anteriores.
- Una interface para computadora.

- Un software para que el usuario interactúe con el DAQ.³



Figura 2. Esquema general de adquisición de datos

Se clasifican por tipo y por dirección:

POR TIPO:

- analógicas
- digitales
- contadores (digitales de alta velocidad)

POR DIRECCIÓN

- entrada
- salida

³ Sistemas de adquisición de datos,
http://paginas.fisica.uson.mx/horacio.munguia/aula_virtual/Cursos/Instrumentacion%20II/Temas/DAQs.htm

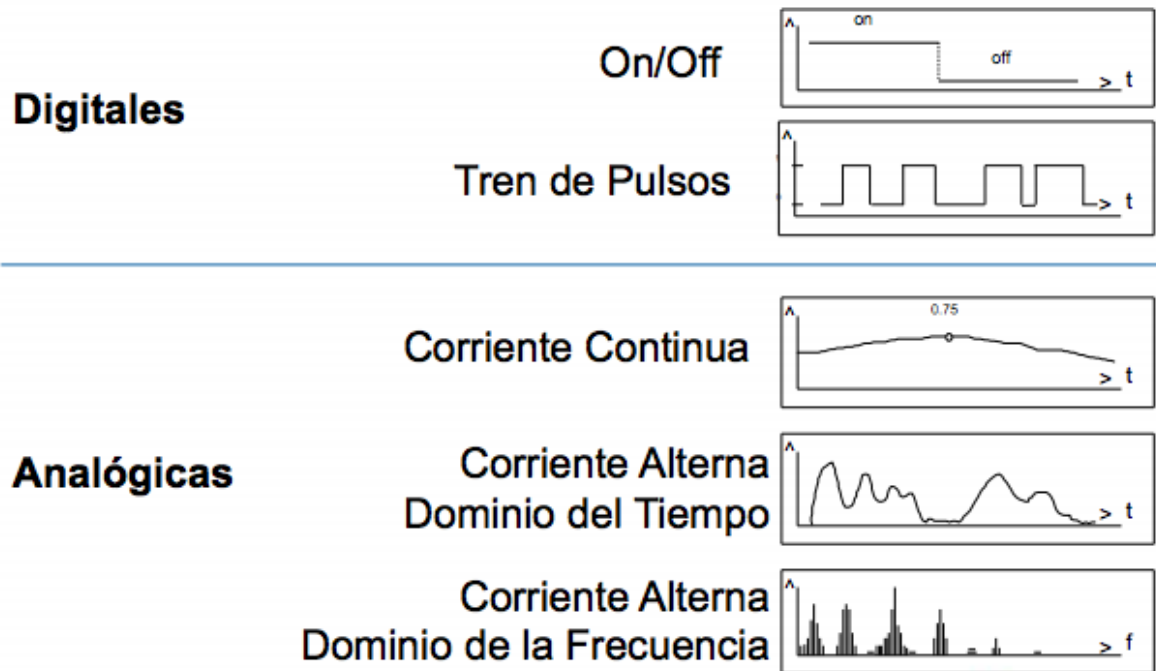


Figura 3. Tipos de señales eléctricas⁴

7.4. Entornos virtuales de simulación

La simulación por ordenador es la intersección de tres herramientas de investigación o aproximaciones analíticas (WHICKER, SIGELMAN, 1991): **modelado, simulación de sistemas, uso de un ordenador**, las cuales definimos más abajo.

7.4.1 El Modelo

⁴ National Instruments, http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208055/Unidad_3/2.Esquema_general_de_adquisicion_de_datos.pdf (INSTRUMENTS)

Mientras que en simulación fuera del ordenador se requiere montar una réplica física de lo que se quiere estudiar, lo que se conoce por maqueta, en simulaciones por ordenador es necesario definir un modelo a partir de reglas matemáticas y/o lógicas. Así pues, las nociones de modelo y simulación, que a menudo se tienden a confundir, en realidad están relacionadas de forma que (WHICKER, SIGELMAN, 1991):

- Un modelo es una representación de la estructura a simular. Es decir, una definición **estática** que define estructuras, parámetros y funciones (o algoritmos).
- Una simulación, en cambio, es una representación de la estructura **en acción**. Es decir, cuando se hace evolucionar el modelo a lo largo del tiempo, partiendo de un estado inicial, alimentándolo con una información de entrada y obteniendo una información de salida que serán los resultados a analizar

7.4.2 Interacción

En el campo de la interacción, ha sido necesario proveer todo tipo de interfaces físicas y periféricos que permitiesen manipular los datos complejos y los procesos de las simulaciones. Por ejemplo:

Robótica / Electrónica / Realidad Virtual:

- Aportan potentes interfaces físicas persona ordenador (periféricos).
- Sensores de posicionamiento y orientación.
- Cascos de visualización inmersiva.
- Sistemas de sensación de fuerza.
- Sistemas táctiles.

- Sistemas de audio especializado.⁵

7.5. Sujetadores

Los sujetadores tienen mucho más alcance de aplicación que los posicionadores. Estos porta piezas se diseñan para aplicarse en donde las herramientas cortadoras no pueden orientarse tan fácilmente como un taladro. Con los sujetadores se pueden localizar, bordes, centro, o el uso de bloques calibradores para ubicar al cortador. Un ejemplo del uso más común de los sujetadores es, en la fresadora, en el torno, en la sierra cortadora, y en rectificadoras. Además, un sujetador puede usarse en cualquier operación que requiere una relación precisa en la posición de una herramienta a la pieza de trabajo.

7.5.1 Factores que influyen en la selección de los sujetadores

Los sujetadores cumplen dos funciones principales. En primer lugar, deben sostener la pieza de trabajo contra sus posicionadores. En segundo lugar, los sujetadores deben impedir que la pieza de trabajo se mueva. Los posicionadores, no los sujetadores, deben resistir las fuerzas de corte primarias generadas durante la operación.

Sostener la pieza de trabajo contra los posicionadores. Los sujetadores no están diseñados para resistir las fuerzas de corte primarias. El único propósito de los sujetadores es mantener la pieza de trabajo en su posición contra los posicionadores y resistir las fuerzas de corte secundarias. Las fuerzas de corte secundarias son las fuerzas generadas cuando el cortador sale de la pieza de trabajo. En el taladrado, por ejemplo, las fuerzas de corte primarias suelen estar dirigidas hacia abajo y radialmente alrededor del eje del taladro. Las fuerzas

⁵ <http://www.dtic.upf.edu/~gvirtual/master/rv/seccio2/seccio2.htm>

secundarias son las fuerzas que tienden a levantar la pieza cuando el taladro sale por el lado opuesto de ésta. Por esa razón, los sujetadores seleccionados para una determinada aplicación sólo deben ser lo suficientemente fuertes para sostener la pieza de trabajo contra los posicionadores y para resistir las fuerzas de corte secundarias.

La relación entre los posicionadores y los sujetadores puede ilustrarse con una prensa de tornillo de fresa. En la figura 2, la prensa de tornillo contiene elementos posicionadores y sujetadores. La mordaza fija y el cuerpo de la prensa son los posicionadores. La mordaza móvil es el sujetador. La prensa de tornillo se posiciona normalmente de forma tal que los posicionadores resistan las fuerzas de corte. Al direccionar las fuerzas de corte a la mordaza fija y el cuerpo de la prensa se asegura la precisión de la operación de torneado y se impide que la pieza de trabajo se mueva. En toda la porta piezas, es importante direccionar las fuerzas de corte a los posicionadores. La mordaza móvil de la prensa de tornillo, al igual que otros sujetadores, simplemente mantiene la pieza de trabajo en su posición contra los posicionadores.

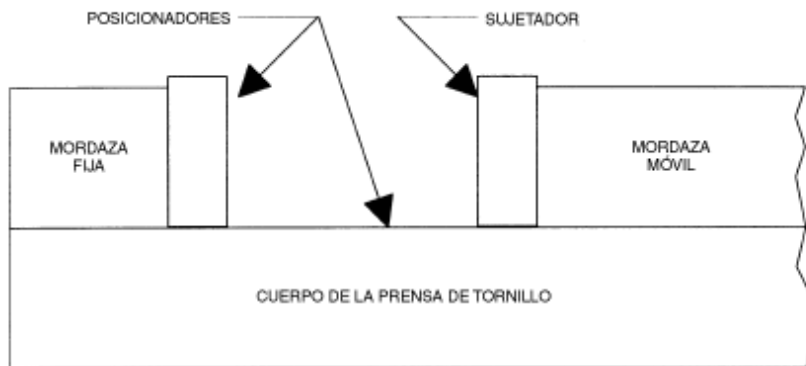


Figura 4. Una prensa de tornillo contiene elementos posicionadores y sujetadores.

7.5.2 Colocación de los sujetadores

La posición de los sujetadores en el porta pieza es tan importante para la operación general de la herramienta como la ubicación de los posicionadores. Los sujetadores seleccionados deben sostener la pieza contra los posicionadores sin deformarla. Como ya señalamos, dado que el propósito de los posicionadores es resistir todas las fuerzas de corte primarias generadas durante la operación, los sujetadores sólo deben ser lo suficientemente grandes para mantener la pieza de trabajo contra los posicionadores y para resistir las fuerzas secundarias generadas durante la operación. Para cumplir estas dos condiciones, coloque los sujetadores en los puntos más rígidos de la pieza de trabajo. En la mayoría de los porta piezas, esto significa colocar los sujetadores directamente sobre los elementos de soporte en la placa de base del porta pieza, figura-5a.

En algunos casos, la pieza de trabajo debe sujetarse contra posicionadores horizontales en lugar de sobre los soportes, figura 5b. En cualquiera de los dos casos, la fuerza de sujeción debe ser absorbida por los elementos posicionadores.

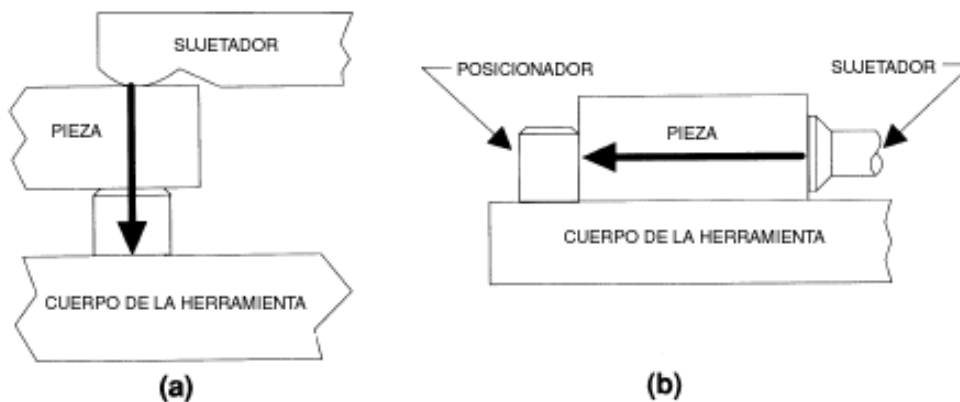


Figura 5. Los sujetadores siempre deben colocarse de forma tal que la fuerza de sujeción se dirija a los soportes o a los posicionadores.

7.5.3 Selección del tamaño y fuerza del sujetador

Los cálculos para determinar la fuerza de sujeción necesaria pueden ser bastante complicados. En muchos casos, no obstante, alcanza con una determinación

aproximada de estos valores. La tabla de la figura 4 muestra las fuerzas de sujeción disponibles para una variedad de bridas de sujeción manuales de diferentes tamaños con un ratio de fuerza de sujeción de 2 a 1.

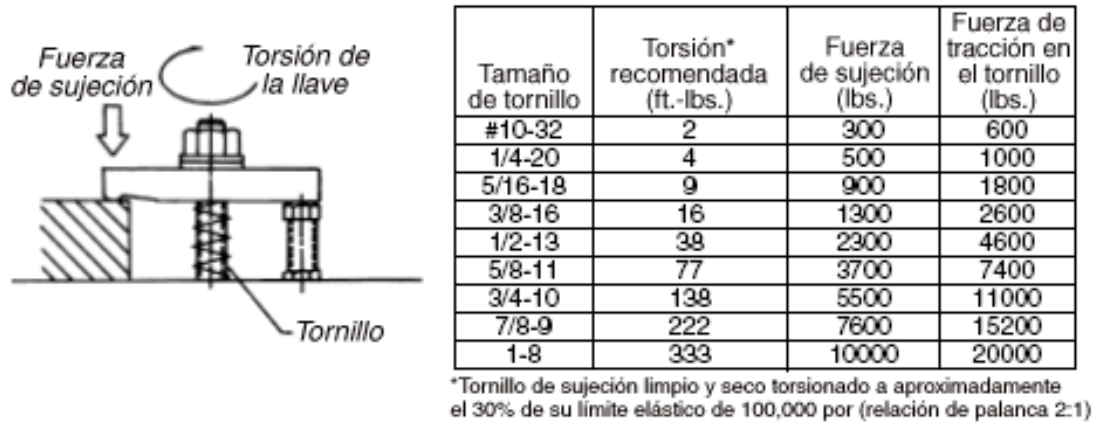
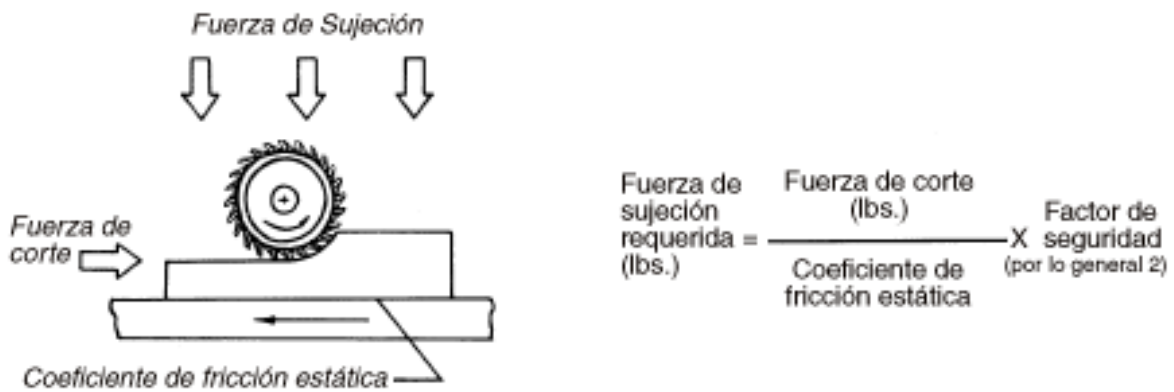


Figura 6. Fuerzas de sujeción aproximadas de bridas de sujeción manuales de diferentes tamaños con una relación de fuerza de sujeción de 2 a 1.

Como alternativa, la fuerza de sujeción requerida puede calcularse tomando como base las fuerzas de corte calculadas. En la figura 5 se muestra un ejemplo simplificado. La fuerza de corte es totalmente horizontal, y no se utilizan posicionadores en la pieza de trabajo, por lo que las fuerzas friccionales solas resisten las fuerzas de corte⁶.

⁶ ING. Benito Avila Castro. “tesis. *Sistemas de sujeción y soporte mecánico*”. Universidad Autónoma de Nuevo Leon, 2000, pág. 4-73.



Superficies de contacto	Coeficiente de fricción (seca)	Coeficiente de fricción (lubricada)
Acero sobre acero	.15	.12
Acero sobre hierro fundido	.19	.10
Hierro fundido sobre hierro fundido	.30	.19

Figura 7. Cálculo simplificado de la fuerza de sujeción con la fuerza de corte totalmente horizontal y sin topes en la pieza de trabajo (la fuerza friccional resiste todas las fuerzas de corte)⁷.

8. METODOLOGÍA

8.1. Documentación

Para la realización de este proyecto es muy importante contar con bases bibliográficas, fuentes de apoyo e información verídica y confiable para obtener buenos resultados y desarrollar lo mejor posible los objetivos propuestos, por ello nos basamos en bases de datos ofrecidas por la universidad, libros de consulta, artículos, revistas y documentos publicados tanto por universidades nacionales como extranjeras.

³ ING. Benito Avila Castro. “tesis. *Sistmas de sujecion y soporte mecanico*”. Universidad Autonoma de Nuevo Leon, 2000, pág. 4-73.

8.2. Diseño del anclaje

Para realizar este proyecto se diseñará el dispositivo de anclaje que se ajuste a las condiciones de espacio, forma, del centro de mecanizado LEADWELL V-20i, con el fin de buscar el diseño mas adecuado y que brinde la seguridad necesaria para los procesos que se llevaran a cabo.

8.3. Selección de la tecnología de generación de fuerza

Para este proyecto es necesario seleccionar adecuadamente el tipo de generación de fuerza, que proporcione la fuerza de sujeción requerida, y se adapte al entorno de trabajo del centro de mecanizado LEADWELL V-20i, con el fin de poder enlazar de una forma adecuada este nuevo accesorio, el cual quedara disponible para montar y desmontar.

8.4. Diseño de control

Se procederá a realizar el control del dispositivo que generará la fuerza de sujeción, con el fin de realizar su operación de forma remota, y a su vez graduar la fuerza de accionamiento de una forma controlada.

8.5. Conclusiones

Con la realización de este proyecto podemos establecer las mejoras que son apreciables en la implementación de este nuevo tipo de sujetador con el que contara el centro de mecanizado LEADWELL V-20i.

9. CRONOGRAMA

Para la realización de este trabajo se debe tener un control estricto de las actividades a realizar, para ello se hace uso de un diagrama de Gantt que nos ayudará a planificar con mayor eficiencia nuestro tiempo: Allí se establecen las tareas en orden a desarrollar y el tiempo estimado para llevarlas a cabo; el

cronograma nos permite visualizar lo que haremos y en el orden debido por ello no se puede continuar si la actividad anterior no está desarrollada⁸.

ACTIVIDADES	MESES																							
	1				2				3				4				5				6			
	SEMANAS.																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Busqueda de Información	■	■	■																					
Desmonte de Prensa				■																				
Diseño de Anclaje					■	■	■	■	■	■														
Anclaje al Centro de Mecanizado.											■													
Selección de Accionamiento												■	■	■										
Diseño de Control															■	■	■	■	■					
Montaje																					■	■		
Pruebas y Correcciones.																							■	■

Figura 5. Diagrama de Gantt, control actividad – tiempo

10. PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN.

Presupuesto del proyecto				
Tiempo estimado de duración en meses		6		
Tiempo estimado de duración en semanas		24		
Recurso	Cantidad	Costo unitario	Costo Total	Financiación
Autor (Tiempo)			\$4.000.000	Personal
Tutor (Tiempo)			\$4.800.000	Institucional
Bases de datos			\$800.000	Institucional

⁸ Duffuaa. *Sistemas de Mantenimiento, Planeación y Control*. Mexico : Limusa Wiley, 2006. pág. 420.

Máquinas, herramientas, dispositivos			\$300.000	Institucional
Uso de los laboratorios			\$800.000	Institucional
Otros			\$1.000.000	Personal
Impresión trabajo	\$200	\$100	\$20.000	Personal
Tiempo en internet	6	80000/Mes	\$80.000	
Mecanizado	10	\$10.000	\$10.000	Institucional
Empastados	2	\$5.000	\$10.000	Personal
Costos totales			\$11.820.000	

Tabla 2. Presupuesto del proyecto.

11. Bibliografía

- Industrial, I. A. (s.f.). Obtenido de <http://descom.jmc.utfsm.cl/sgeywitz/sub-paginas/Piping/control%20de%20procesos.htm>
- Castro, B. A. (2000). *sistemas de sujecion y soporte mecánico* . UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON .
- Gonzalez, V. R. (3 de 2002). Recuperado el 31 de 10 de 2016, de http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0204/ctrl_rob/robotica/sistema/actua dores.htm
- Juan, V. J. (2007). *Diseño y simulación de la instrumentación de un prensa hidráulica strojexport tipo CDM 80-1 (LD 80)*. Recuperado el 31 de 10 de 2016, de Trabajo de grado, Universidad Tecnológica de Pereira. : <http://repositorio.utp.edu.co/>.

- INSTRUMENTS, N. (s.f.). Recuperado el 3 de 11 de 2016, de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208055/Unidad_3/2.Esquema_general_de_adquisicion_de_datos.pdf
- (s.f.). Recuperado el 2016 de 11 de 2016, de http://paginas.fisica.uson.mx/horacio.munguia/aula_virtual/Cursos/Instrumentacion%20II/Temas/DAQs.htm
- (s.f.). Obtenido de <http://www.dtic.upf.edu/~gvirtual/master/rv/seccio2/seccio2.htm>
- Becerra F y Rojas J. *Automatización de prensa Hidráulica “Pastillado con aspirina Integrada”*. Recuperado el 31 de 10 de 2016, de Trabajo de grado, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica “ Unidad Culhuacán”. Disponible en : <http://www.sistemamid.com/>
- Jiménez A. y Serrano F. “Diseño, Construcción y Validación de una prensa hidráulica con sistemas de control automático para elaborar prótesis dentales”. Recuperado el 31 de 10 de 2016, de trabajo de grado. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/>
- AVILA BENITO. “ Sistemas de Sujeción y soporte mecánico”. Trabajo de grado. Recuperado el 31 de 10 de 2016. Universidad Autónoma de Nuevo León. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/>