

**SOFTWARE PARA CLASIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS DE
FIJACIÓN**

**RICHARD JULIÁN MERA ARENAS
ALEXANDER VILLABONA MONSALVE**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA
2005**

**SOFTWARE PARA CLASIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS DE
FIJACIÓN**

**RICHARD JULIÁN MERA ARENAS
ALEXANDER VILLABONA MONSALVE**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

**Director
Isnardo González Jaimes
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA
2005**

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico inicialmente a DIOS por haberme dado la voluntad y el entendimiento para llevar a cabo y culminar este gran objetivo en mi preparación profesional.

A mis padres Oscar Mera y Ana Julia Arenas, por su ayuda incondicional, su paciencia y su respaldo en todo momento apoyándome en todos los buenos y malos momentos vividos, y especialmente por la ayuda brindada en el tiempo que estuve dedicado a mis estudios.

A mi compañero Alexander, por su colaboración y paciencia tenida en el tiempo en que estuvimos trabajando en el desarrollo de nuestro proyecto de grado.

Richard Julián Mera Arenas.

En esta etapa de mi vida, a quien se le puede dedicar el esfuerzo, sueños, retos, experiencias, conocimientos, que se han adquirido en el transcurrir de mi camino y vida:

A DIOS, que me permitió llegar a este punto en mi vida.

A mis padres Luis Alberto Villabona y Maria Josefa Monsalve, por su apoyo incondicional que me brindaron a lo largo de la carrera.

A mis hermanos Luis Alberto, Olga Lucia, Juan Pablo, Ciro Alfonso, Norma, a Maria Alejandra.

A Juan Carlos y Olga Lucia por el apoyo brindado en la etapa final de mi proyecto, Gracias.

A todos mis amigos, familiares, compañeros de trabajo de la Organización Éxito S.A. compañeros de estudio y profesores, que me ayudaron a valorar las pequeñas cosas que son las importantes.

A Luz Stella por enseñarme que no hay limites, que lo que me proponga lo puedo lograr y que solo depende de mi.

A mi compañero de proyecto Richard Julián por su paciencia y espíritu de trabajo en equipo en la realización de nuestro proyecto de grado.

Alexander Villabona Monsalve.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus sinceros agradecimientos:

A nuestro director de proyecto y profesor **ISNARDO GONZÁLEZ JAIMES**, Ingeniero Mecánico, que gracias a sus conocimientos, paciencia y consejos logramos estructurar exitosamente este trabajo de grado y fue un excelente guía a la hora de escoger y organizar la información vital y necesaria para profundizar algunos conceptos en el área de las máquinas y herramientas.

A dos grandes compañeros y amigos; **DANIEL ARDILA Y FAVIO HERNANDEZ**, estudiantes de Ingeniería de Sistemas, por su asesoría, apoyo, colaboración y ayuda durante todo el proceso de consecución del proyecto.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	18
1. PROBLEMÁTICA DE LA SUJECIÓN DE PIEZAS Y HERRAMIENTAS	20
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.2 JUSTIFICACIÓN	22
1.3 OBJETIVOS	25
1.3.1 Objetivos Generales	25
1.3.2 Objetivos Específicos	25
2. MARCO TEÓRICO DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA Y LOS DISPOSITIVOS DE SUJECIÓN	27
2.1 DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE MECANIZADO	27
2.2 ELEMENTOS DE UN PROCESO DE MECANIZADO CONVENCIONAL	27
2.2.1 Pieza.	27
2.2.2 Herramienta.	28
2.3 MÁQUINA HERRAMIENTA	30
2.4 CLASIFICACIÓN DE LAS MÁQUINAS-HERRAMIENTA	32
2.4.1 Torno.	32
2.4.2 Fresadora.	34
2.4.3 Taladradora.	37
2.4.4 Otros tipos de máquinas herramienta.	39
2.5 CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS DISPOSITIVOS DE FIJACIÓN	41
2.5.1 Dispositivos de sujeción de piezas.	44
2.5.2 Dispositivos de sujeción de herramientas.	56
2.6 CONSIDERACIÓN DE FUERZAS ASOCIADAS AL CORTE	61
2.6.1 Cálculo de fuerzas de corte.	61
3. MARCO TEÓRICO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN	71
3.1 BASE DE DATOS	71
3.2 CICLO DE VIDA	74
3.2.1 Etapa de análisis	74
3.2.2 Etapa de diseño.	75

3.2.3 Etapa de desarrollo.	76
3.2.4 Etapa de implantación.	78
4. INGENIERIA DEL SOFTWARE APLICADA AL DESARROLLO DE DISFIN	80
4.1 ANÁLISIS DEL SISTEMA.	80
4.1.1 Investigación preliminar.	80
4.1.2 Análisis documental o estructurado.	81
4.1.3 Definición de requerimientos	83
4.2 DISEÑO DE DISFIN.	85
4.2.1 Diseño de flujo de datos.	86
4.2.2 Diseño de entradas y salidas.	87
4.2.3 Diseño de la base de datos y su interacción con DISFIN.	89
4.2.4 Diseño de la interfaz	92
4.2.5 Diseño de seguridad y control.	94
4.2.6 Diseño de procedimientos.	95
4.2.7 Diseño de integración DISFIN	95
4.3 PROGRAMACION Y DESARROLLO.	97
4.3.1 Programación orientada a objetos.	99
4.3.2 Fases en el proceso de programación.	104
4.3.3 Desarrollo del código del software.	106
4.3.4 Documentación del software.	107
4.4 PLATAFORMA DE DESARROLLO DISFIN	113
4.4.1 Descripción del lenguaje de programación	113
4.4.2 Beneficios de Visual Basic.	114
4.4.3 Base de datos.	115
4.4.4 Organización y diseño de la base de datos.	116
4.4.5 Implementación de la base de datos.	117
4.4.6 Otros programas utilizados.	118
4.5 PRUEBAS DEL SOFTWARE	120
4.5.1 Prueba de Unidad.	121
4.5.2 Pruebas de Integración.	122
4.5.3 Pruebas de Validación.	123
4.5.4 Pruebas de DISFIN.	124
4.5.5 Depuración.	125
4.5.6 Análisis de compatibilidad	125
4.5 DISEÑO DE INFORMES Y REPORTES DE DISFIN	126
4.6.1 Diseño de informes y reportes usuario.	126
4.6.2 Diseño de reportes administrador:	127

5. ESPECIFICACIONES DE HARDWARE Y SOFTWARE	128
5.1 SOFTWARE PARA DESARROLLO	128
5.2 SOFTWARE REQUERIDO	128
5.3 HARDWARE REQUERIDO	129
6. MANUAL DEL USUARIO	156
6.1 INSTALACIÓN DE DISFIN	156
6.2 DESINSTALACIÓN DE DISFIN	158
6.3 ENTRADA AL SISTEMA.	159
6.4 MENÚ PRINCIPAL - SELECCIÓN DEL MÓDULO.	160
6.4.1 Módulo de Capacitación.	161
6.4.2 Módulo de Clasificación.	165
6.4.3 Módulo de Selección.	168
7. CONCLUSIONES	182
BIBLIOGRAFIA	158

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Interdependencia entre los factores de maquinado.	21
Figura 2. Matriz Maquinada.	28
Figura 3. Tipos de Herramientas y Fuerzas de Corte.	29
Figura 4. Clasificación Máquinas Herramientas	32
Figura 5. Torno Paralelo.	33
Figura 6. Tipos de Movimientos y Filos en torneado.	34
Figura 7. Esquema de Fresadora: a) Horizontal b) Vertical.	35
Figura 8. Operaciones de Fresado.	36
Figura 9. Taladradora.	37
Figura 10. Fuerzas generadas en la herramienta en un proceso de planeado.	42
Figura 11. Fuerzas de corte en un proceso de mecanizado.	43
Figura 12. Fuerza específica de corte vs. Velocidad de corte.	43
Figura 13. Clasificación de los Dispositivos de Sujeción.	44
Figura14. Prensas de Mordaza Compactas.	46
Figura 15. Prensas.	46
Figura 16. Sujeción directa sobre la mesa.	47
Figura 17. Sujeción Modular.	48
Figura 18. Sujeción por placas de ángulo.	48
Figura 19. Platos magnéticos	49
Figura 20. Chucks o Mandriles	50
Figura 21. Boquillas de fijación.	51

Figura 23. Portaherramientas Modulares.	57
Figura 24. Breve Clasificación de dispositivos enterizos.	57
Figura 25. Tipos de conos.	58
Figura 26. Tipo de amarre del cono con el husillo.	60
Figura 27. Descomposición de la Fuerza Resultante de Corte R.	67
Figura 29. Relación existente entre diferentes tablas en una BD.	72
Figura 30. Enlaces y Flujo de información en el diseño de DISFIN.	83
Figura 31. Flujo de datos entre las diferentes tablas	86
Figura 32. Diseño de entradas	88
Figura 33. Diseño de salidas	88
Figura 34. Tipos de relaciones entre las diferentes entidades de DISFIN.	91
Figura 35. Ventana diseñada como interfaz de usuario	93
Figura 36. Diagrama de flujo de Programación.	96
Figura 37. Flujo de programación selección portaherramienta torneado.	97
Figura 38. Flujo de programación selección portapieza torneado.	98
Figura 39. Flujo de programación selección portaherramientas fresado	99
Figura 40. Flujo de programación selección portapieza fresado	100
Figura 41. Flujo de programación selección portaherramientas taladrado	101
Figura 42. Flujo de programación selección portapieza taladrado	102
Figura 43. Diagrama flujo de programación módulo de capacitación	103
Figura 44. Diagrama flujo de información módulo de clasificación	103
Figura 45. Elementos básicos de la programación orientada a objetos POO	105
Figura 46. Fases en el proceso de programación.	107
Figura 47. Ejemplo de comentarios en el código de DISFIN.	110
Figura 48. Aparte del código de DISFIN.	110
Figura 49. Relaciones entre las diferentes tablas que componen la base de datos.	112
Figura 50. Diseño de reportes usuario	127

Figura 51. Pantalla inicial de instalación.	156
Figura 52. Paquete de instalación módulo de selección.	157
Figura 53. Selección de directorio.	157
Figura 54. Pantalla de finalización.	158
Figura 55. Pantallas de cancelación.	158
Figura 56. Ventana agregar o quitar programas.	159
Figura 57. Ejecutar DISFIN.	160
Figura 58. Ventana de Selección del Módulo.	161
Figura 59. Menú Principal de la Página Web.	162
Figura 60. Descripción Específica de los dispositivos de Fijación.	163
Figura 62. Mapa del Sitio.	164
Figura 63. Menú Desplegable de Enlaces.	165
Figura 64. Página Principal del Módulo de Clasificación.	166
Figura 65. Ruta de Selección.	167
Figura 66. Selección de la Interfaz.	168
Figura 67. Selección del tipo de dispositivo.	169
Figura 68. Selección del Proceso.	170
Figura 69. Selección del subproceso.	171
Figura 70. Tipo Sistema de Sujeción.	172
Figura 71. Selección del Tipo de Torneado.	172
Figura 72. Resultados de la Búsqueda.	173
Figura 73. Ingreso interfaz administrador.	174
Figura 74. Entorno DISFIN Administrador.	175
Figura 75. Ventana de creación de usuarios.	176
Figura 76. Menú Principal del administrador-Crear Back up.	176
Figura 77. Barra de tareas del Administrador.	177
Figura 78. Incluir Portaherramientas.	178
Figura 79. Incluir Marca.	178

Figura 80. Incluir portapieza.	179
Figura 81. Generación de reportes.	180
Figura 82. Formato de reporte para la interfaz usuario.	180
Figura 83. Formato de reporte para la interfaz administrador.	181

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valores de K_s0 y de z para aleaciones de aluminio.	66
Tabla 2. Valores de K_s0 y de z para aceros y fundiciones.	66
Tabla 3. Características portaherramientas fresado.	74
Tabla 4. Procesos de Mecanizado	90
Tabla 5. Subprocesos de Mecanizado	90
Tabla 6. Módulos de programación creados para el desarrollo del software.	109

LISTA DE ANEXOS

Anexo A FORMULARIOS UTILIZADOS EN DISFIN

161

RESUMEN

TITULO:

SOFTWARE PARA CLASIFICACION Y SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS DE FIJACIÓN – DISFIN^{*}

AUTORES:

ALEXANDER VILLABONA MONSALVE
RICHARD JULIAN MERA ARENAS ^{**}

PALABRAS CLAVES:

Capacitación de dispositivos de fijación, clasificación de dispositivos de fijación, selección de dispositivos de fijación, portaherramientas, portapiezas.

DESCRIPCION:

El software de clasificación y selección de dispositivos de fijación DISFIN, capacita, evalúa clasifica, almacena, consulta y manipula los datos, parámetros e información técnica existente, con respecto a las dispositivos de fijación de herramienta y pieza para los procesos de torneado, fresado y taladrado, de una forma eficiente, ágil y ordenada. El diseño y desarrollo está basado en los principios de sistemas de información, dando paso a la recopilación del marco conceptual de los sistemas portaherramientas y portapiezas, así como su respectiva codificación y clasificación, agrupa a su vez datos de sistemas de fijación de herramienta y pieza con sus respectivas características, datos de fabricantes, los cuales permiten el registro y consulta de información sobre portaherramientas, portapiezas, así como su respectiva codificación.

De acuerdo a la teoría de los sistemas de información de mecanizado así como también los sistemas gestores de bases de datos, conceptos de educación virtual e interactiva se define la estructura, organización y aspectos técnicos de funcionamiento. Definido lo anterior se procede a realizar un análisis y definición de los requerimientos para posteriormente diseñar y desarrollar: el proceso de capacitación para el usuario final con su respectiva evaluación creando de esta manera un entorno interactivo de aprendizaje, utilización de la tecnología de grupo para crear la codificación y clasificación de los portaherramientas y portapiezas, creación del flujo de los datos, las entradas y salidas, la base de datos y sus interacción con el sistema en la parte de selección (tarea que involucra la identificación de todas las entidades y sus requerimientos, las diferentes relaciones entre estas y tipos de tablas), y los procedimientos.

Se obtuvo un software dividido estructuralmente en tres módulos : el módulo de capacitación DISFICA, que agrupa los sistemas de fijación de pieza y herramienta así como las diferentes máquinas herramientas con sus características y descripción de cada uno de los procesos de mecanizado torneado, fresado y taladrado, terminando con una parte de evaluación para complementar lo aprendido, el módulo de clasificación DISFICLA que agrupa los diferentes dispositivos portaherramienta y portapieza con su respectiva codificación, el módulo de selección DISFISEL donde se pueden seleccionar los diferentes dispositivos de fijación de herramienta y pieza para los procesos de torneado, fresado y taladrado.

^{*} Proyecto de Grado

^{**} Facultad de ingenierías Físico – Mecánicas; Escuela de Ingeniería Mecánica; Ingeniero Mecánico Isnardo González Jaimes.

SUMMARY

TITLE:

CLASSIFYING AND SELECTING SOFTWARE FOR FIXING DEVICES- DISFIN. *

AUTHORS:

ALEXANDER VILLABONA MONSALVE

RICHARD JULIÁN MERA ARENAS **

KEY WORDS:

Training for fixing devices, classifying for fixing devices, selecting for fixing devices, toolholder, pieceholder.

DESCRIPTION :

This Classifying and Selecting Software for fixing devices – DISFIN, provides training, evaluation, classification, storing, consulting, data handling, prevailing standards and current technical information about fixing devices of tools and pieces for the turning, milling and drilling processes in a effective way. The design and development is based on the information system principles, taking into account the background of booth tool and piece holder systems, and their corresponding codification and classification. Besides this, it groups data of tool and pieces fixing including their corresponding characteristics, makers, which allow the register, and information consulting about toolholder and pieceholder, and their codification.

The structure, organization and technical aspects are defined according to the Information System Theory of mechanizing, data systems, and virtual and interactive educational concepts, so that it could be analyzed the requirements for designing and developing: the training process for the user and its corresponding evaluation, an interactive learning context using group technology to codify and classify toolholder and pieceholder, creation of data stream, inputs and outputs, data basis and the interaction with the system in the selection part – this task includes entity identification and their requirements, the different relationship between them, and the index types - and the procedures.

As a result, the software is divided into three modules: the training module – DISFICA which provides information about fixing systems of tool and parts, and the different machines with their characteristics and the descripton of every mechanazing procces such as turning, milling and drilling. This includes, the evaluation part to check user's knowledge. The classificating module – DISFICLA which groups the different toolholder and pieceholder devices with their corresponding codification. The selecting module – DISFISEL in which it can be selected the different fixing of tools and parts for the turning, milling and drilling processes.

* Degree Project.

** Physical-mechanical Engineer Faculty, Mechanical Engineering, Eng. Isnardo Gonzalez Jaimes.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto de investigación concibe un software para lograr la clasificación y selección efectiva de los dispositivos de fijación tanto de la pieza como de la herramienta en los procesos de taladrado, torneado y fresado, basándose en las especificaciones y recomendaciones de las casas fabricantes y especialistas en el área de los mecanismos y técnicas empleadas en la sujeción de las piezas y herramientas en los procesos anteriormente mencionados.

Con la implementación de este sistema de selección, se da cumplimiento a un requisito de la Universidad Industrial de Santander para optar al título de Ingeniero de Mecánico.

El Sistema de Clasificación y Selección de dispositivos de fijación de pieza y herramienta en procesos de torneado, fresado y taladrado ha sido desarrollado con el fin de ayudar al usuario, mediante un proceso de inducción (capacitación y clasificación) a la conveniente y rápida selección del dispositivo de sujeción para un proceso específico.

El sistema de selección y clasificación "DISFIN" ataca el problema de la obtención del dispositivo adecuado para cierto proceso instruyendo en primer lugar al usuario en una gran cantidad de factores y temas de vital importancia en el proceso de selección, como son las máquinas herramientas, sus características, las clases de procesos y mecanizados típicos de cada una, continuando luego con una exposición mas detallada de cada tipo de

dispositivo de fijación para los procesos de torneado, fresado y taladrado, así como su codificación y ubicación en el mercado; posteriormente realiza una clasificación general de la gran variedad de tales dispositivos, exponiendo especificaciones técnicas y funcionales para proseguir así a la última etapa, la de selección.

De este modo "DISFIN" da soporte y fundamento en la toma de decisiones a la hora de la selección del dispositivo adecuado, generando reportes una vez seleccionado el dispositivo, entregando sus características principales, especificaciones técnicas y datos de montaje y en algunos casos, planos y fotos para su mejor visualización y reconocimiento.

En la documentación del proyecto se recopilan los principales criterios de selección para cada proceso, la codificación e identificación de los diferentes modos de sujeción del dispositivo a la máquina, la compatibilidad y estandarización de los mismos y las casas de fabricantes mas importantes existentes en el mercado actualmente.

1. PROBLEMÁTICA DE LA SUJECIÓN DE PIEZAS Y HERRAMIENTAS

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

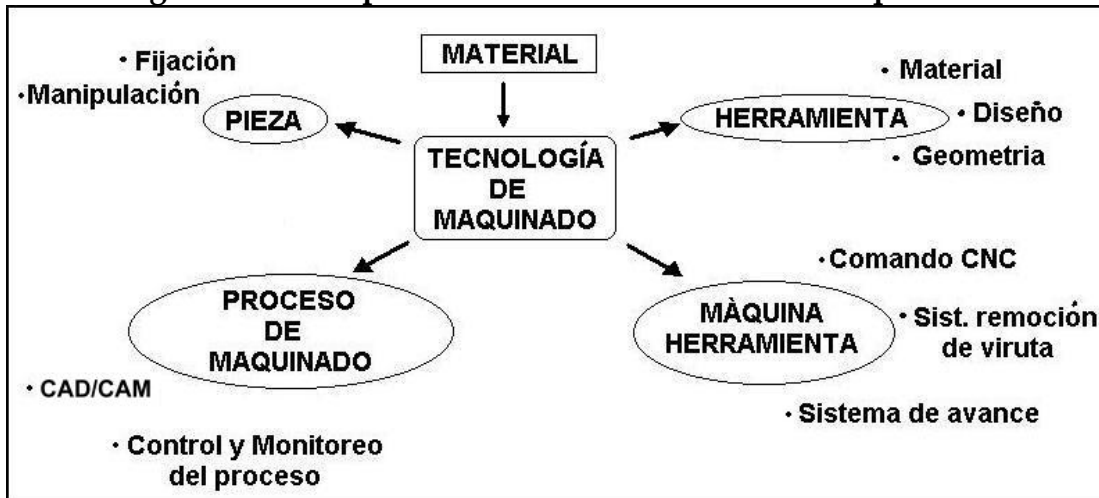
Uno de los factores de mayor relevancia en el avance industrial de un país es el desarrollo y desempeño de su sector metalmecánico. La calidad y rapidez de los diferentes procesos de manufactura en la transformación de la materia prima tienen gran influencia en su economía.

Los procesos de manufactura de fresado, taladrado y torneado son los que principalmente requieren la mayor atención en su estudio y desarrollo; durante años se ha ido documentando y recopilando la información resultado de la búsqueda e investigación de nuevas soluciones en este campo. Actualmente gracias a los avances en las comunicaciones y la informática se puede obtener gran cantidad de información al respecto, lo que conlleva al mismo tiempo a la necesidad de un método para organizarla y clasificarla de tal forma que su acceso obedezca a requerimientos más técnicos, detallados y precisos, traducándose en un ahorro significativo de tiempo y dinero, además de convertirse en una herramienta valiosa en el momento de implementar nueva tecnología.

Aunque son numerosos los problemas y grandes las necesidades que aun se presentan en el desarrollo y mejoramiento de tecnología en los procesos de mecanizado se pueden identificar algunos elementos que intervienen en ellos que son más susceptibles a cambio y constante perfeccionamiento debido a la gran influencia en la calidad de los mismos procesos.

La figura 1 muestra una relación general entre los distintos elementos que intervienen en un proceso de mecanizado.

Figura 1. Interdependencia entre los factores de maquinado.



Aunque todos los elementos son de vital importancia para la consecución de un buen mecanizado, algunos de ellos representan una problemática mayor debido al alto grado de abstracción para su solución siendo en gran medida dependiente de la experiencia de los diseñadores y operarios. Tal es el caso de los sistemas de fijación tanto de piezas como de herramientas, los cuales han venido cobrando cada vez mayor importancia con el desarrollo de nuevos materiales, máquinas y procesos de mecanizado. Así mismo, la organización y clasificación de toda esta información ahorraría valioso tiempo y dinero ya que se convierte de hecho en una herramienta básica para la capacitación tanto de operarios, diseñadores y fabricantes.

Para alcanzar los requisitos anteriores, el primer paso a dar debe ser, el de plantear una alternativa de solución que permita que los procesos de manufactura se lleven a cabo dentro de los parámetros técnicos exigidos y así obtener niveles altos de calidad en productos y servicios. Con ayuda de la Ingeniería Mecánica uno de los primeros aspectos a solucionar se puede llevar a cabo, creando una herramienta que permita conocer, identificar y

seleccionar los dispositivos de fijación de piezas y herramientas utilizados en los principales procesos de manufactura (torneado, fresado, taladrado), basándose en la debida recopilación, organización, clasificación de la información que se encuentra disponible, y cumpliendo con las siguientes características:

- Determinar las diferentes relaciones entre los dispositivos de fijación y los diferentes procesos, materiales y máquinas-herramienta utilizadas en torneado, fresado y taladrado.
- Almacenar y manejar la información y los parámetros técnicos sobre el proceso, las operaciones y los diversos materiales del producto, así como las condiciones de corte para las herramientas involucradas en estos procesos, asociadas a los diferentes materiales de pieza existentes en el mercado.
- Generar parámetros de selección del dispositivo de fijación conveniente en cada una de las operaciones específicas que se pueden llevar a cabo dentro de los procesos de torneado, fresado y taladrado.

1.2 JUSTIFICACIÓN

El evidente desfase tecnológico de nuestro país en el sector metalmecánico siempre ha sido motivo de preocupación para la academia, hoy día se puede decir que no existe a nivel nacional un sistema de información que recopile la gran cantidad de datos en lo que concierne a los diferentes dispositivos de fijación en los procesos de mecanizado, ante esta situación se ha estado trabajando constantemente en proveer de soluciones prácticas a la industria con el fin de mejorar los niveles de calidad y eficiencia.

Sin embargo, en un ambiente competitivo, la eficiencia y la calidad de la producción no son las únicas que dan ventajas. También cuentan la

flexibilidad y la rapidez en la asimilación de los cambios tecnológicos. La cultura de la calidad trae consigo eficiencia y por ende ahorro de costos; los procesos integran proveedores, fabricantes y clientes y facilitan el aprendizaje (learning by interacting). En estas cadenas de valor, el fabricante no está solo: no basta con tener y aplicar partes de las metodologías de la calidad, pero tampoco hay que tener procesos sofisticados para empezar a lograr resultados. La calidad necesita de capacitación continua. Hoy en día, la titulación en calidad se logra al adquirir la respectiva certificación, la cual se ve como el pasaporte al éxito; sin embargo, estas apreciaciones son difíciles de encontrar. La microindustria metalmecánica colombiana no tiene estos conceptos claros: sólo el 6% tiene algún tipo de certificación técnica.

El cambio tecnológico no debe entenderse sólo como la adquisición de las últimas tecnologías existentes en el mercado. Este, más bien, está relacionado con la acumulación de experiencias en el manejo de la variable tecnológica empresarial o gestión tecnológica, la cual es la sumatoria de variables relacionadas con un sistema endógeno estratégico que integra el aprendizaje, el dominio y el mejoramiento de la calidad, la normalización, el diseño y la constante valoración de esta integración de factores. Esto se concreta en valores que implican a directivos y operativos y se relacionan con la cultura de la empresa.

Algunas de las estrategias por medio de las cuales se pueden alcanzar los objetivos, son entre otros el debido conocimiento y adecuado uso de los dispositivos encargados de la sujeción tanto de la pieza como de la herramienta. Estrategias estas que conducirán a alcanzar altos niveles de

productividad, calidad, competitividad, y costos razonables; para estar acorde con las tendencias mundiales en el sector metalmecánico.

Creemos que una de las formas para alcanzar el éxito en la solución del problema, es poder abarcar, documentar y manejar toda la información posible, referente en este caso a los datos, parámetros e información técnica involucrados en los procesos de torneado, taladrado y fresado. Pero sopesando desde este punto de vista las diferentes necesidades, se dedujo que la alternativa de solución para satisfacerlas, era la utilización de sistemas informáticos de alta eficiencia, que solo es posible utilizando una herramienta de gran potencia como lo es el computador y la informática en general.

El trabajo de creación e implantación de un sistema de clasificación y selección de dispositivos de fijación, significa el diseño, y adquisición de datos en los procesos de torneado, fresado y taladrado, por medio de la investigación, para esto es necesario el desarrollo de una infraestructura propia, la cual podría venir de un apoyo gubernamental, recibiendo adicionalmente la colaboración de algunas industrias colombianas. El apoyo institucional debe ser destinado principalmente a formación de recursos humanos, adquisición de equipos de investigación nacionales e importados, así como para el mantenimiento de un equipo técnico de apoyo.

Es así como una forma práctica de ayudar a los diseñadores y trabajadores del sector metalmecánico que actualmente desconocen o no tienen la posibilidad de acceder a este tipo de conocimiento es brindando una capacitación rápida y eficaz en dispositivos de fijación en procesos de mecanizado, la cual ayudaría a disminuir la pérdida de dinero y tiempo, y podría también ser empleada para solucionar otra gran cantidad de

problemas inherentes al proceso, ya que permite además de capacitación, una clasificación y selección de los dispositivos de fijación de forma sencilla y completa.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivos Generales

- Contribuir con la misión de la Universidad, realizando un proyecto que contribuya con el desarrollo de la Industria Metalmeccánica con mira a mejorar los diferentes procesos de mecanizado y lograr así productos más competitivos.
- Crear un software que permita la eficaz y correcta selección de los dispositivo de fijación, tanto de pieza como de herramienta, según la operación que se vaya a efectuar (torneado, fresado, taladrado)

1.3.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar un software de que permita las siguientes actividades:
 - ✓ Capacitar acerca de los diferentes procesos de manufactura (Torneado, Fresado, Taladrado) y de los dispositivos de fijación de herramientas y pieza usados, por medio de un archivo html que permita al usuario aprender de manera fácil, acerca de los diferentes dispositivos de fijación de pieza y herramienta, y que le permita interactuar con el programa. **(DISFICA)**
 - ✓ Clasificar los dispositivos de fijación según el proceso a realizar como es: Fresado, Torneado, Taladrado. Permitir la actualización de los mismos

según nuevos dispositivos de fijación que salgan al mercado o se diseñen, por medio de la actualización de la base de datos. **(DISFICLA)**

✓ Seleccionar el dispositivo de fijación más adecuado según los parámetros de corte. También permitirá alimentar la base de datos, para que se pueda actualizar los dispositivos mas utilizados en la empresa donde vaya a ser aplicado, para así conocer con que recursos de dispositivos de fijación se cuenta. **(DISFISEL)**

✓ Elaborar un manual guía electrónico de manejo del software a desarrollar.

2. MARCO TEÓRICO DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA Y LOS DISPOSITIVOS DE SUJECIÓN

2.1 DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE MECANIZADO

Los procesos de mecanizado se caracterizan por la obtención de la geometría final de la pieza mediante la eliminación del material sobrante de una preforma de partida. Según el método empleado en la eliminación del material, pueden considerarse incluidas dentro de los procesos de mecanizado las dos siguientes categorías de procesos:

- Procesos convencionales. La eliminación de material se realiza fundamentalmente por medios mecánicos. Los procesos de Torneado, Fresado y Taladrado, pertenecen a este grupo.
- Procesos no convencionales. La eliminación del material se debe fundamentalmente a otros medios diferentes de los mecánicos (eléctricos, físico-químicos, etc.). Procesos pertenecientes a este grupo son la electroerosión y el láser entre otros.

2.2 ELEMENTOS DE UN PROCESO DE MECANIZADO CONVENCIONAL

2.2.1 Pieza. Representa el elemento material objeto de la transformación durante la ejecución del proceso. En su estado inicial, la geometría de la pieza presenta una sobredimensión respecto a las dimensiones finales a obtener. En la mayoría de las situaciones, el material sobrante se elimina en una serie de

operaciones sucesivas que van a aproximando la geometría de la preforma a la de la pieza terminada. Las operaciones intermedias de este proceso se designan genéricamente como operaciones de desbaste, mientras que la última de tales operaciones se designa como operación de acabado. Una vez alcanzada la forma geométrica final, la pieza debe encontrarse dentro de las especificaciones dimensionales del diseño (tolerancias dimensionales, tolerancias de forma y posición, acabado superficial, etc.) Ver figura 2.

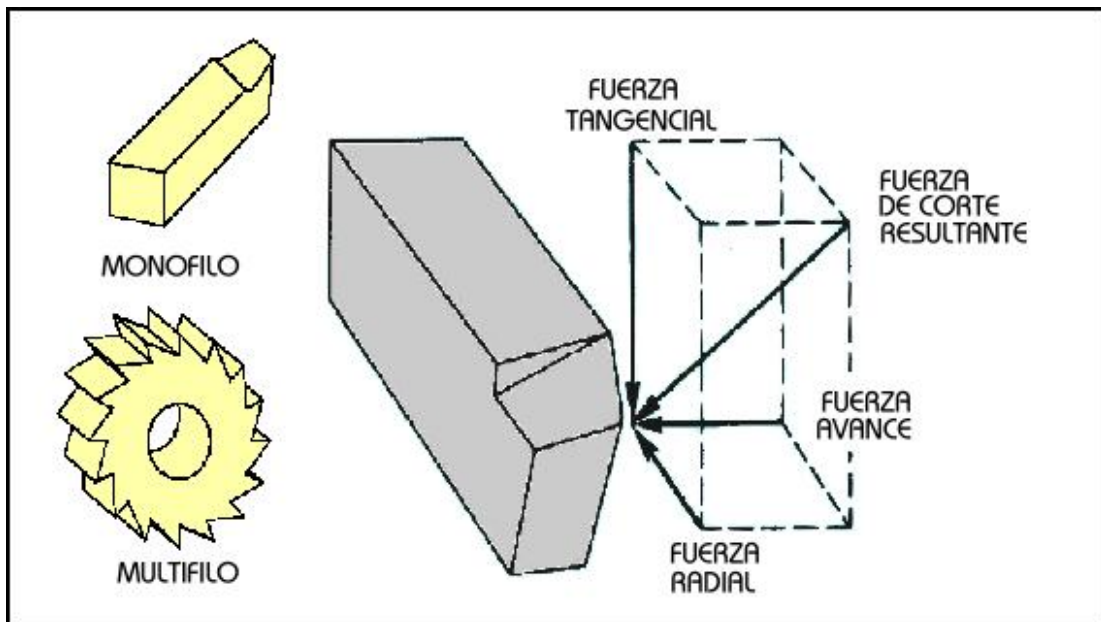
Figura 2. Matriz Maquinada.



2.2.2 Herramienta. Es el elemento que entra en contacto directo con la pieza y produce la eliminación del material sobrante de la preforma. Una herramienta consta, en general, de una o varias aristas o filos, materializados por la intersección de superficies, generalmente planas. Entre estas superficies, resultan de mayor interés la denominada cara de incidencia, aquella que queda enfrentada a la superficie mecanizada de la pieza y la cara de desprendimiento, aquella en la cual se desprende el material eliminado o viruta. Las aristas se denominan aristas o filos de corte.

La tipología existente de herramientas es muy amplia, ya que depende, entre otras, de la operación a realizar y condiciones de la misma, de la máquina-herramienta en la que se desarrolla dicha operación y de las propiedades que se pretenden conseguir en la pieza una vez finalizado el proceso.

Figura 3. Tipos de Herramientas y Fuerzas de Corte.



En función del número de aristas de corte es frecuente considerar una primera clasificación de herramientas en: herramientas monofilos, como las empleadas en operaciones de torneado, y herramientas multifilos, como las empleadas en operaciones de fresado como se observa en la figura 3. La herramienta se completa con una parte no activa que permite su fijación a los elementos de sujeción de la máquina-herramienta.

Según su construcción pueden considerarse herramientas enterizas, cuando toda la herramienta es del mismo material y herramientas de plaquitas cuando la parte activa y el resto de la herramienta son de materiales

diferentes. Se denominan de esta forma porque la parte activa suele tener forma de pequeñas placas que se unen al mango o al cuerpo de la herramienta mediante soldadura o medios de fijación mecánica (tornillos, bridas, etc.)

2.3 MÁQUINA HERRAMIENTA

Puede considerarse constituida por el conjunto de dispositivos que permiten el desplazamiento relativo entre la pieza y la herramienta y la eliminación del material sobrante de la preforma. Estos dispositivos pueden agruparse dentro de las siguientes categorías:

- Dispositivos de sujeción: Son aquellos que tienen como misión asegurar que la pieza o la herramienta se mantienen en posiciones tales que permiten la eliminación de material. Ejemplos de tales dispositivos son: platos de garras, mordazas, mesa portaherramientas, conos de sujeción etc.
- Dispositivos de accionamiento: son aquellos encargados de realizar el desplazamiento relativo entre la pieza y la herramienta: motor, transmisiones husillos etc.

A continuación se agrupan las diferentes partes de la cual consta una máquina-herramienta de una manera más específica:

- ✓ **Base:** Sostiene y fija a la máquina sobre el piso, una mesa o su propia estructura. Existen tres tipos fundamentales de bases: Anclada al piso o cimentada, soporte sobre mesa o banco, integrada al cuerpo de la máquina
- ✓ **Bancada o soporte:** Soporta las piezas de la máquina; en algunas máquinas sirve para el deslizamiento de las herramientas y en otras para la fijación de las piezas que se van a trabajar, por lo regular sobre la bancada o soporte se ubica el cabezal fijo de las máquinas.

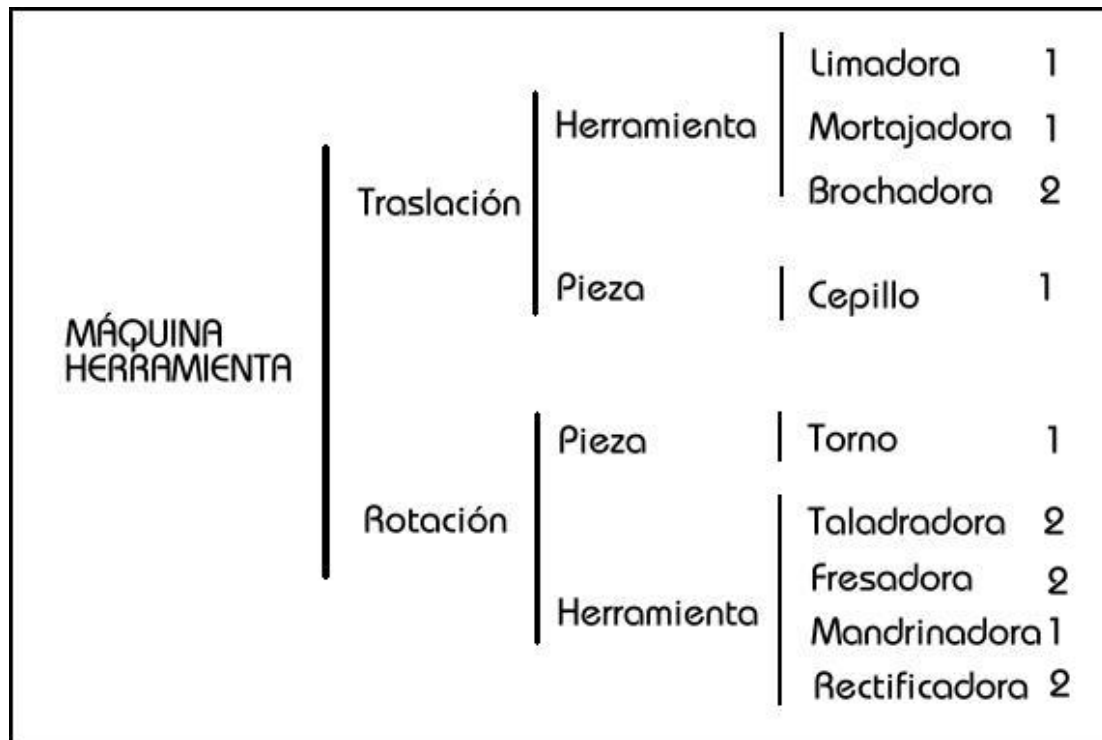
- ✓ **Tren motriz:** Dota de movimiento a las diferentes partes de las máquinas, por lo regular se compone de las siguientes partes: motor o motores bandas, poleas, engranajes o cajas de velocidades, tornillos sinfín, manijas o manivelas de conexión.
- ✓ **Cabezal fijo y husillo principal:** En el cabezal fijo se ubican todas las partes móviles que generan el movimiento del husillo principal. El husillo principal es el aditamento en el que se colocan los sistemas de sujeción de las piezas a trabajar.
- ✓ **Sujeción de piezas de trabajo:** Sujetan las piezas que se van a trabajar, tanto a las piezas que giran como a las fijas, así se tienen: chucks o mandriles fijadores de arrastre, prensas, conos de fijación, ranuras de fijación, mordazas de uno o varios dientes, platos volteadores.
- ✓ **Sujeción de herramientas:** Fijan las herramientas que desprenden las virutas y dan forma, las principales son: torres, porta buriles, fijadores de una o varias uñas, barras porta fresas, broqueros, soportadores manuales.
- ✓ **Enfriamiento:** Dotan de líquidos o fluidos para el enfriamiento de las herramientas y las piezas de corte. Por lo regular están dotados de un sistema de bombeo y de conducción y recolección de líquidos.
- ✓ **Mecanismos de avance y/o penetración:** Permiten o dotan de movimiento a las herramientas para lograr el desprendimiento continuo de virutas, los principales son: carros porta herramientas, brazos porta buriles o fresas, husillos de casco o de deslizamiento (taladro).
- ✓ **Mecanismo de control semi-automático o automático:** Inician o interrumpen una acción de movimiento de una o varias partes de las máquinas, estas pueden ser: tornillos sinfín conectados a engranajes y partes de las máquinas, topes de señal para micro interruptores, motores paso a paso, unidades lectoras de cinta, unidades receptoras de señales digitalizadas de computadoras CAM, sistemas de alimentación de material, sistemas de

alimentación de herramientas y sistemas de inspección automáticos, entre otras.

2.4 CLASIFICACIÓN DE LAS MÁQUINAS-HERRAMIENTA

Las máquinas-herramienta pueden ser clasificadas según diversos criterios. Atendiendo a que el movimiento principal sea de rotación o de traslación y a que éste lo lleve la pieza o la herramienta, puede considerarse la clasificación que se observa en la figura 4, en la cual se incluye el tipo de herramienta normalmente empleado: (1)= Monofilo, (2)=Multifilo

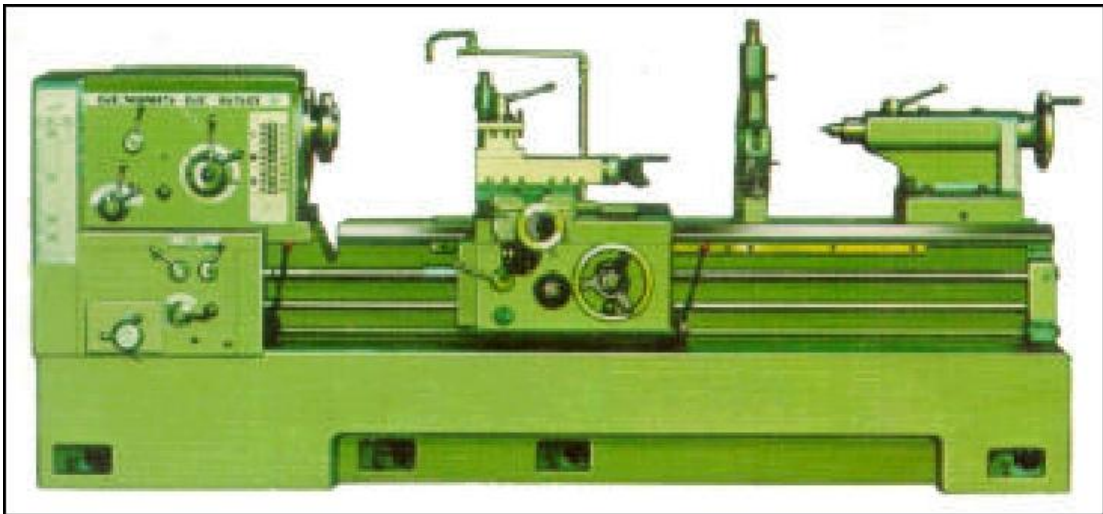
Figura 4. Clasificación Máquinas Herramientas



2.4.1 Torno. El torno emplea una herramienta monofilo y un movimiento de rotación de la pieza para la eliminación del material. Es, junto con la

fresadora, la máquina-herramienta más universal y versátil. Permite el mecanizado de superficies de revolución con unos grados de acabado superficial suficientemente buenos si la elección de los condiciones de corte se realiza adecuadamente. Permite asimismo la obtención de superficies planas perpendiculares al eje de rotación de la pieza. El torno más conocido, denominado torno paralelo, se muestra en la figura 5.

Figura 5. Torno Paralelo.

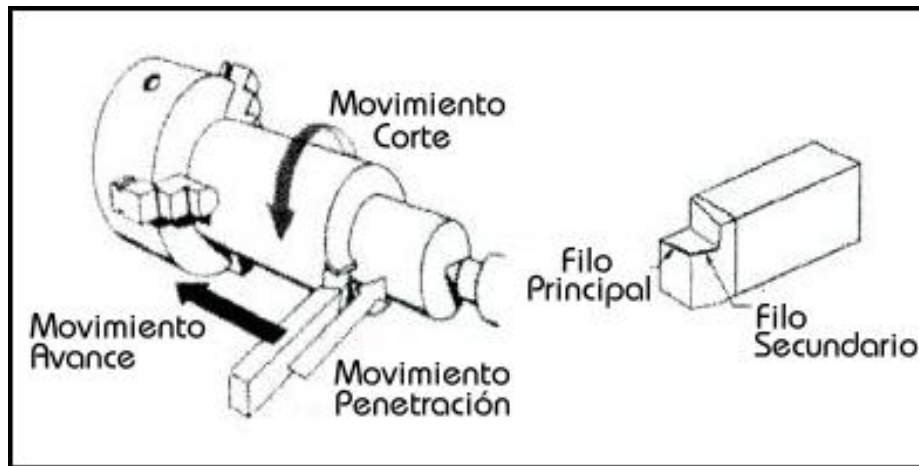


El torno fundamentalmente permite obtener piezas de revolución, aunque también es posible la obtención de superficies planas mediante ciertas operaciones. El trabajo en el torno, excepto cuando se emplean máquinas herramientas de control numérico requiere por lo general una gran destreza del operario que maneja la máquina. El movimiento principal en el torneado es de rotación y lo lleva la pieza, mientras que los movimientos de avance y penetración son generalmente rectilíneos y los lleva la herramienta como se puede observar en la figura 6.

Las operaciones mas frecuentes a realizar en un torno son las siguientes:

Cilindrado: permite la obtención de una geometría cilíndrica de revolución. Puede aplicarse tanto a exteriores como a interiores.

Figura 6. Tipos de Movimientos y Filos en torneado.



Refrentado: permite la obtención de superficies planas perpendiculares al eje de rotación de la máquina.

Roscado: permite la obtención de roscas, tornillos en el caso de torneado exterior y tuercas en el caso de roscado interior.

Cajeado o Ranurado: permite la obtención de cajas o ranuras de revolución.

Tronzado: permite cortar o tronzar la pieza perpendicularmente al eje de rotación.

Taladrado: permite la obtención de taladros coaxiales con el eje de rotación de la pieza.

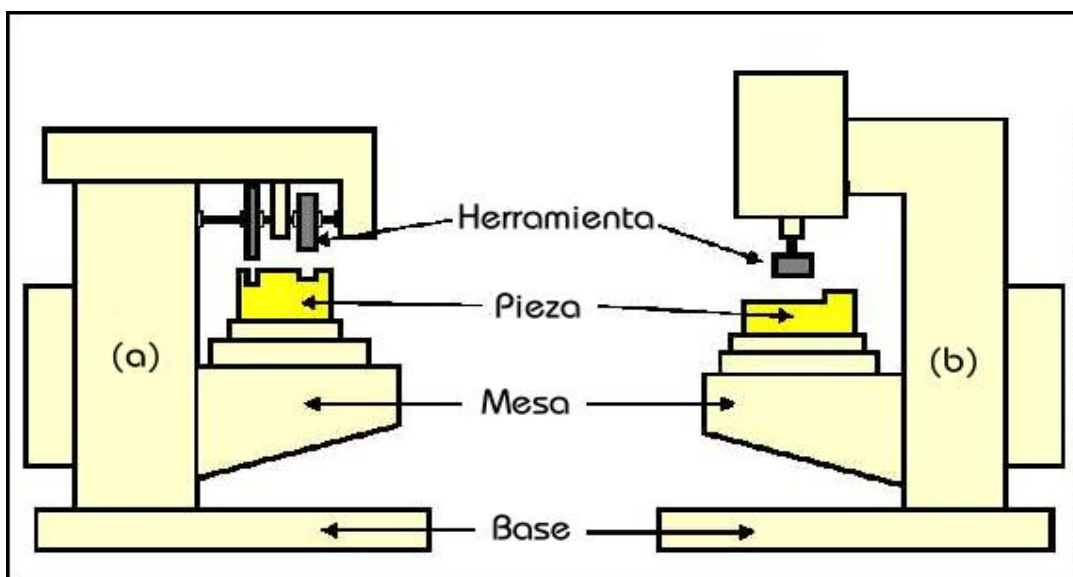
2.4.2 Fresadora. Con el nombre genérico de fresado se conoce al conjunto de operaciones de mecanizado que pueden efectuarse en la máquina-herramienta denominada fresadora. El fresado permite mecanizar superficies planas, ranuras, engranajes e incluso superficies curvas o alabeadas.

Constituye junto con el torneado, el grupo de operaciones empleadas a mayor escala en el mecanizado.

El movimiento principal en el fresado es de rotación y lo lleva la herramienta o fresa. Los movimientos de avance y penetración son generalmente rectilíneos pudiendo llevarlos la herramienta o la pieza según el tipo de operación realizada y máquina-herramienta utilizada. Cinemáticamente funciona de manera similar a la taladradora, incorporando un desplazamiento de la pieza en su plano de apoyo. Esto permite un movimiento relativo entre pieza y herramienta según los tres ejes de coordenadas X, Y, Z y posibilita el mecanizado de superficies planas o curvas así como todo tipo de ranurados y taladrados en la pieza.

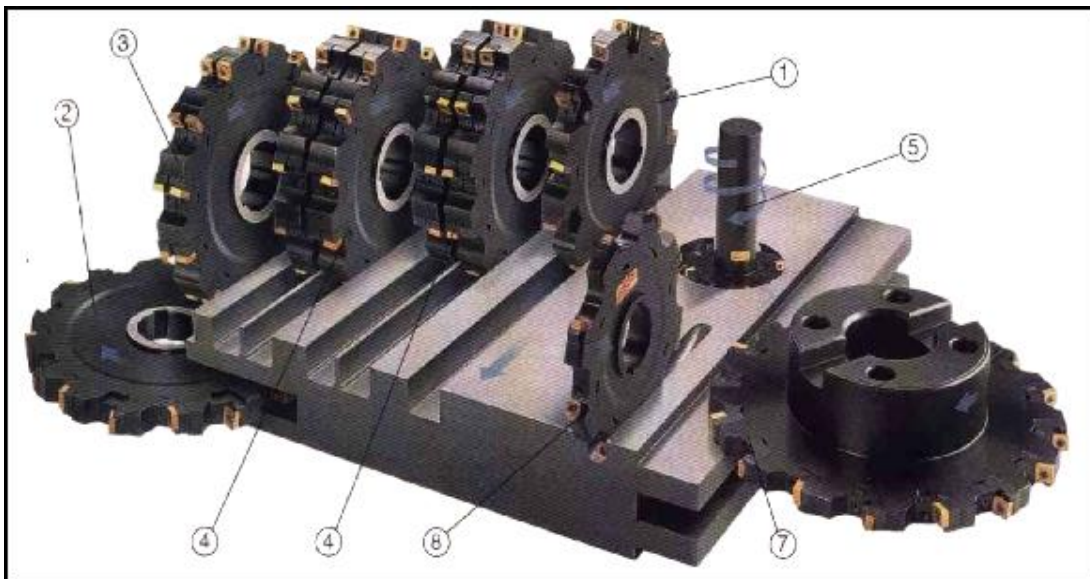
La figura 7 muestra un ejemplo de fresadora con herramienta horizontal y fresadora con herramienta vertical respectivamente, la cual puede ser esquematizada de la siguiente manera aunque existen diversos tipos que incorporan ciertas particularidades.

Figura 7. Esquema de Fresadora: a) Horizontal b) Vertical.



Existen diversas operaciones que pueden ser efectuadas en la fresadora. De todas ellas la operación mas frecuente en la fresadora es la obtención de superficies planas en las piezas paralelas o perpendiculares al eje de rotación de la herramienta. Cuando la superficie plana obtenida es paralela al eje de rotación de la herramienta, el fresado se denomina fresado cilíndrico, fresado periférico o tangencial. En el caso de obtenerse una superficie perpendicular el fresado se denomina fresado frontal. En la figura 8 se muestra las diferentes operaciones de Fresado.

Figura 8. Operaciones de Fresado.

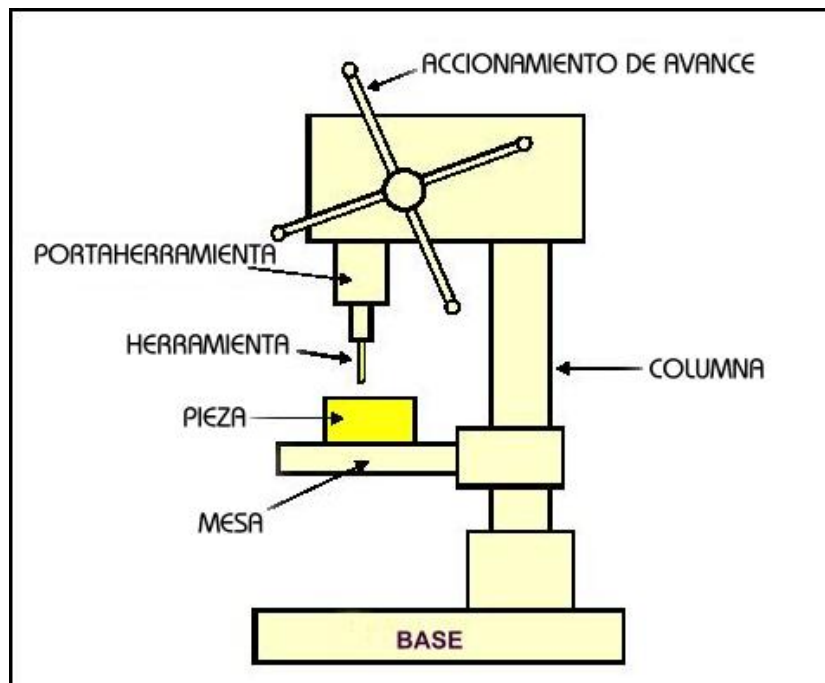


1. Ranurado.
2. Ranurado Profundo.
3. Escuadrado.
4. Fresado Lateral.
5. Ranurado e Interpolación Helicoidal.
6. Fresado de Disco.
7. Refrentado.
8. Ranurado Completo.

2.4.3 Taladradora. Con el nombre genérico de taladrado se conoce al conjunto de operaciones de mecanizado que pueden efectuarse en la máquina-herramienta taladradora, aunque existen otras máquinas-herramienta tales como la fresadora, la mandrinadora o el torno en las que también se realizan operaciones análogas.

El taladrado permite realizar taladros u orificios en la pieza, paralelos al eje de rotación de la herramienta. Desde el punto de vista funcional, tan importante resulta la dimensión del taladro obtenido, como la posición relativa entre taladros en el caso de un taladrado múltiple. Se observa en la figura 9 un esquema general de la taladradora.

Figura 9. Taladradora.



El movimiento principal en el taladro es de rotación, y lo lleva la herramienta. Los movimientos de avance y penetración son rectilíneos y coincidentes, y también los lleva la herramienta. La herramienta más empleada es la broca,

cuyo diámetro es variable en función de las dimensiones del taladro que se desee obtener. Tal y como se ha indicado la operación mas frecuente en la taladradora es la realización de taladros en la pieza paralelos al eje de rotación de la herramienta. Esta operación presenta diversas variantes, que dependen de la funcionalidad requerida al taladro.

A continuación se describen las operaciones más comunes.

- **Taladrado con broca:** permite la obtención de un taladro (pasante o ciego) paralelo al eje de rotación de la pieza. Las tolerancias dimensionales obtenidas mediante esta operación no son muy buenas por lo que solamente resulta aplicable en ciertas situaciones o bien como operación previa a otras operaciones de acabado.
- **Avellanado:** permite la variación de la forma en la parte inicial de los taladros. Las formas más comunes son la cónica y la cilíndrica. Estos taladros se emplean normalmente para embutir las cabezas de los tornillos en el interior de las piezas, de forma tal que no sobresalgan en la superficie de la pieza.
- **Escariado:** permite la obtención de tolerancias dimensionales estrechas en taladros de diámetros reducidos (hasta 20mm de diámetro aproximadamente). El escariado requiere una operación previa de taladrado con broca a una dimensión de taladro ligeramente inferior del nominal, para posteriormente, mediante la acción de la herramienta o escariador, repasar la geometría del taladro hasta dejarlo dentro de tolerancias.
- **Mandrinado:** de forma análoga al escariado, permite la obtención de tolerancias dimensionales estrechas en taladros de diámetros de dimensiones por encima de los 20mm de diámetro. El mandrinado requiere igualmente una operación previa del taladrado del agujero a un diámetro ligeramente inferior al del nominal, para posteriormente repasar la geometría del taladro

hasta dejarlo dentro de tolerancias. También se utiliza para la realización de taladros de grandes dimensiones.

- **Roscado con macho:** se trata de una operación que permite roscar taladros cuyo eje sea paralelo al husillo de la máquina-herramienta. La operación requiere de un taladro previo con broca de un diámetro ligeramente inferior al del taladro roscado. Posteriormente este taladro es repasado con un macho de roscar que elimina el material sobrante hasta conseguir la geometría final de la rosca. El macho de roscar tiene una geometría semejante a la del tornillo que se empleará en la unión roscada. Esta operación resulta delicada, en especial en diámetros menores de 5mm por lo que suele ser práctica habitual su realización manual.

2.4.4 Otros tipos de máquinas herramienta. Los tres procesos mencionados anteriormente son los más utilizados, pero existen otros procesos que vale la pena ser nombrados junto con su respectiva máquina-herramienta, de esta manera tenemos:

➤ **Limadora.** Es una máquina con movimiento principal de traslación. Permite el mecanizado de superficies planas o de ranuras en una dirección paralela a la del deslizamiento de la herramienta monofiló. Este desplazamiento se realiza en sucesivos ciclos de avance y retroceso de la herramienta. En el avance la herramienta elimina material, mientras que en el retroceso vuelve a su posición inicial de ciclo sin eliminación de material. La velocidad de corte no es constante debido al accionamiento con que cuenta la máquina-herramienta. Este accionamiento permite que los retrocesos se realicen en un tiempo inferior que los avances a fin de obtener un mayor tiempo de corte a lo largo del proceso. El trabajo en la limadora no permite obtener buenos acabados superficiales siendo normalmente desarrollado

como una operación de desbaste previa a otras operaciones de acabado realizadas en otras máquinas-herramienta tales como el torno o la fresadora.

➤ **Mortajadora.** Cinemáticamente trabaja de forma similar a la de la limadora o el cepillo, es decir, la herramienta posee un movimiento alternativo de avance y retroceso que posibilita el mecanizado de superficies planas paralelas a la dirección de corte. El eje de desplazamiento de la mortajadora es vertical por lo que permite el mecanizado de piezas de mayores dimensiones que la limadora, así como el trabajo de ranuras interiores.

➤ **Brochadora.** A diferencia de la mortajadora y la limadora, que emplean herramientas monofilo, la brochadora emplea una herramienta multifilo denominada brocha. La brochadora se utiliza en el mecanizado de ranuras de forma, tanto en exteriores como en interiores. La brocha posee una sección con la forma geométrica final que se desea alcanzar en la ranura. Esta sección se reproduce a lo largo del eje de la herramienta en secciones semejantes, diferenciadas por un factor de escala. De esta forma se reparte el trabajo de mecanizado entre las diferentes secciones hasta conseguir, que en un solo paso de la herramienta por la pieza se obtenga la geometría final de la ranura.

➤ **Cepillo.** Tiene un funcionamiento cinemáticamente similar al de la limadora, de ahí que su campo de acción sea también el desbaste de superficies planas o de ranuras. A diferencia de la limadora el movimiento principal lo lleva la pieza, siendo la velocidad de corte constante durante los semiperiodos de avance y retroceso. Las dimensiones del cepillo son mayores

que las de la limadora, y por lo general, se emplea en el mecanizado de piezas de mayor tamaño.

2.5 CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS DISPOSITIVOS DE FIJACIÓN

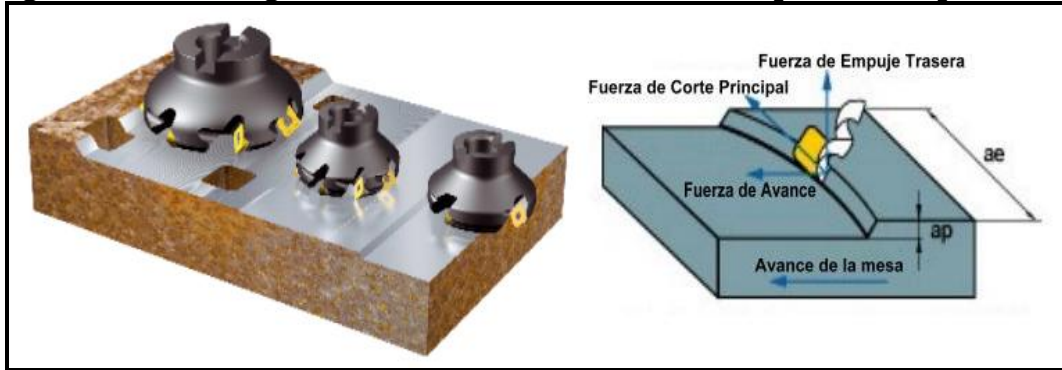
Cada tipo de proceso torneado, fresado y taladrado, esta compuesto por una gran variedad de subprocesos para los cuales existe un dispositivo diseñado especialmente para cada operación, acoplándose a las condiciones de trabajo para realizar el correcto maquinado. Por ejemplo en el caso del torneado se pueden realizar operaciones de roscado ya sea interior o exterior, tronzado y refrentado entre otros. En el caso del fresado se puede realizar perfilado, ranurado, escuadrado y desahogo entre otros. Para el taladrado se puede realizar perforación, avellanado, roscado y escariado. Es así como para cada subproceso existe una familia de dispositivos convenientes para la operación a realizar.

Las fuerzas generadas en un proceso de mecanizado se convierten en un factor determinante a la hora de decidir el correcto dispositivo de sujeción de pieza y herramienta, el conocimiento de estas fuerzas en cada instante permite analizar su variación con los parámetros funcionales del proceso de corte y predecir las condiciones óptimas de utilización de cada tipo de herramienta y respectivo sistema de sujeción tanto de pieza como de herramienta, sin que lleguen a producirse deformaciones significativas que derivarían en el empeoramiento de la calidad dimensional de las piezas mecanizadas como se observa en la figura 10.

Las fuerzas generadas en un proceso de planeado así como también los gráficos de fuerzas para diferentes velocidades de corte se observan en la

figura 11. Debido a que la fresa cuenta con varios filos de corte, el análisis se realiza para una plaquita en general, los datos de mecanizado para este proceso son planeado en desbaste, $a_p= 2 \text{ mm}$, avance=0.1 mm/diente, velocidad de corte 1500 m/min, material aluminio 7050, con una potencia de corte constante de 10 kw.

Figura 10. Fuerzas generadas en la herramienta en un proceso de planeado.

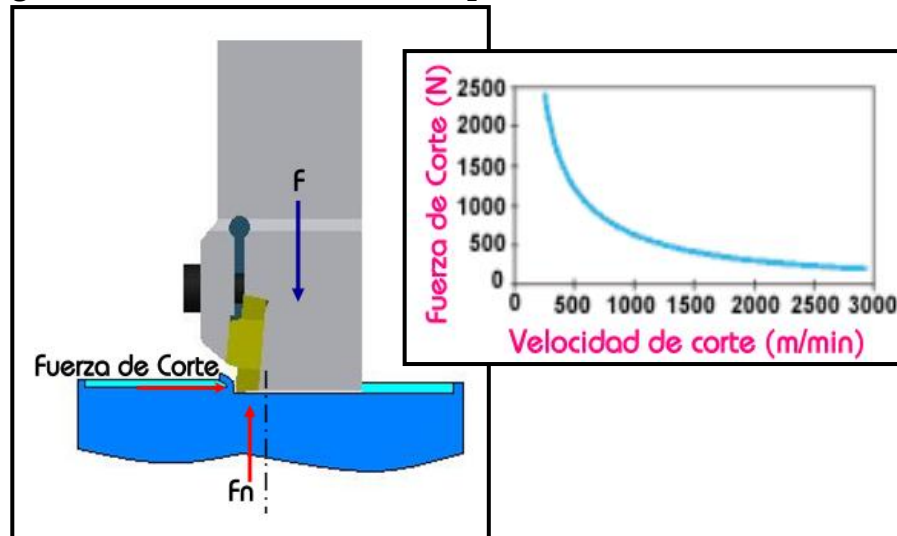


En la figura 11 se observa las fuerzas generadas en este proceso que corresponden a una $F_c=500\text{N}$ y una $F_n=230 \text{ N}$.¹

Como se puede observar en la figura 12 para el mismo proceso se observa que la fuerza específica de corte disminuye al aumentar la velocidad de corte, que conduce a un aumento en las r.p.m. de trabajo, al aumentar las r.p.m. de trabajo de la herramienta se necesitan dispositivos de sujeción de herramienta como de pieza con una alta tecnología de fabricación para evitar el desequilibrio de las herramientas debido a que las revoluciones a las que se ha de hacer girar este tipo de herramientas pueden ser elevadas. Esto provoca la magnificación de cualquier desequilibrio que exista en los elementos que giran a estas velocidades y, entre ellos, el portaherramientas. El equilibrado del portaherramientas para el mecanizado de alta velocidad ha de ser más exigente que el de un portaherramientas destinado a mecanizado tradicional.

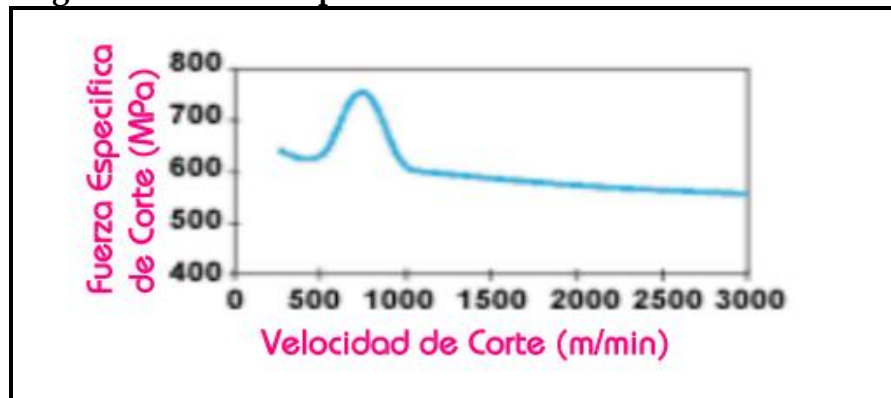
No sólo porque ha de soportar regímenes de giro más elevados sino también porque es normalmente en estos regímenes donde se realizan las operaciones de acabado, y cualquier vibración se refleja en el resultado final de la pieza.

Figura 11. Fuerzas de corte en un proceso de mecanizado.



Fuente: <http://www.mmsonline.com/articles>

Figura 12. Fuerza específica de corte vs. Velocidad de corte.



Fuente: <http://www.mmsonline.com/articles>

En cuanto a la sujeción de la pieza los problemas que se presentan son debidos en su mayoría a la gran diversidad de forma en las piezas;

¹ <http://www.mmsonline.com/articles>

especialmente algunos tipos de piezas, como por ejemplo en el caso del torno, que no son de revolución y además de eso no son simétricas, requieren dispositivos especiales. Para piezas de forma menos compleja se aplican sistemas estándares de sujeción producidos por fabricantes especializados. Podemos observar en la figura 13 una clasificación de los dispositivos de fijación de piezas.

Figura 13. Clasificación de los Dispositivos de Sujeción.



2.5.1 Dispositivos de sujeción de piezas. El término portapiezas abarca los dispositivos que sujetan, aprietan o fijan en el mandril una pieza para trabajo en una manera prescrita de firmeza y locación, puede ser aplicada por medios mecánicos, eléctricos, hidráulicos o neumáticos.

Los portapiezas pueden ser divididos, generalmente, en dos grupos dependiendo de la forma y superficie de la pieza de trabajo a sujetar.

- El primer grupo incluye portapiezas para piezas que están rodeadas por superficies planas e irregulares sobre las cuales actúan las fuerzas sujetadoras.

- El segundo grupo incluye portapiezas sujetadores que están colocados y/o sujetos en referencias a superficies redondas.

Los portapiezas de ambos tipos pueden ser accionados manualmente o por medios mecánicos o magnéticos. La fuerza puede ser aplicada directamente a la pieza de trabajo, o puede ser transmitida a través de palancas, articulaciones, levas, cuñas o tornillos para obtener una sujeción fuerte y segura. En la transmisión, son aplicables los principios mecánicos de multiplicación de fuerzas, las leyes de fricción y la resistencia y deformación de los materiales. Los portapiezas sujetadores pueden ser rígidos o elásticos. Debido a que no son cuerpos y materiales absolutamente rígidos, la rigidez significará aquí que los elementos de sujeción sean preestablecidos a una posición fija.

En un dispositivo sujetador para piezas planas o irregulares, el mantenimiento de tolerancias precisas sobre dimensiones se determina primordialmente por los medios de colocación y posicionamiento utilizados en el dispositivo y, a un grado muy pequeño, por los elementos sujetadores móviles tales como tornillos, levas, palancas y articulaciones.

➤ **Dispositivos sujetadores para piezas planas e irregulares.**

❖ **Prensas de mordaza.** Las prensas de mordazas son posiblemente los sujetadores de piezas mejor conocidos y empleados en mayor medida. Todas las prensas de mordazas tienen en común una mordaza fija y otra móvil que sujetan y mantienen la pieza entre ellas como se puede observar en la figura 14. Son sistemas de sujeción de las piezas de trabajo muy seguros, se fijan a las mesas de trabajo. Uno de los ejemplos tradicionales son las prensas utilizadas para la fijación de piezas en el barrenado o en el fresado son las observadas en las figuras 14 y 15.

Figura14. Prensas de Mordaza Compactas.

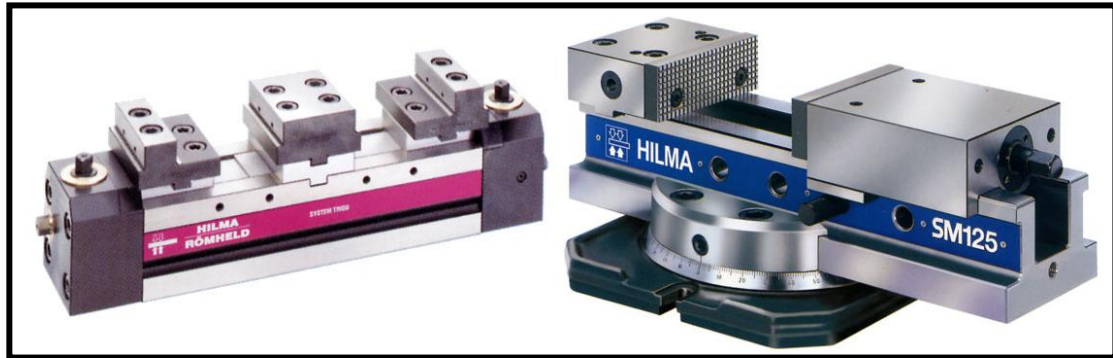
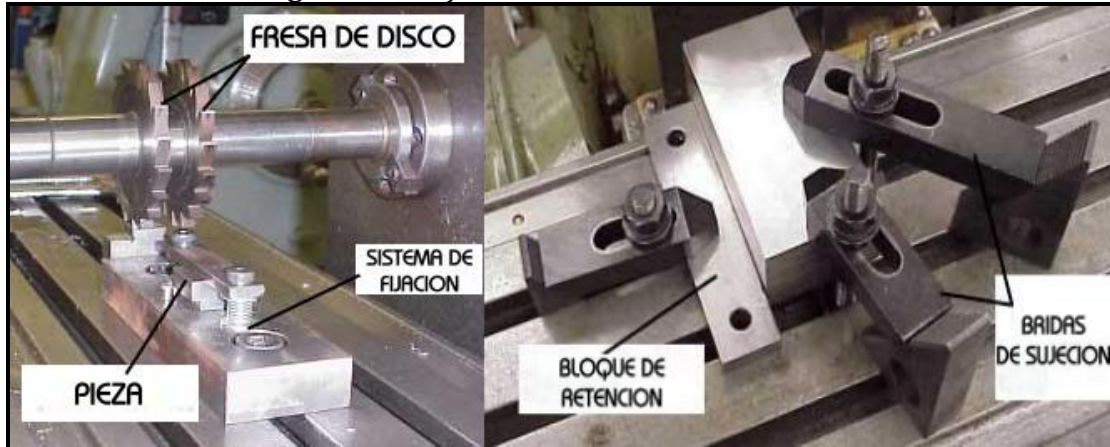


Figura 15. Prensas.



❖ **Sujeción directa sobre la mesa.** Este sistema es utilizado para la sujeción de piezas de gran tamaño; la pieza se fija mediante el uso de bridas, tornillos, calzos, cuñas, levas excéntricas y palancas articuladas como la observada en las figura 16.

Figura 16. Sujeción directa sobre la mesa.



❖ **Dispositivos de sujeción modular.** Basados en una placa base con agujeros o ranuras, se utilizan elementos de sujeción tales como bridas y posicionadores los cuales se encuentran estandarizados, este sistema de sujeción añade flexibilidad al sistema debido a que es adaptable a multitud de piezas, usados ampliamente para generar prototipos y pequeñas corridas de producción en máquinas CNC. Debido a la estandarización son configurables por CAD. Ver figura 17.

❖ **Placas de ángulo.** Ocasionalmente es inconveniente fijar una pieza directamente a la mesa de una máquina-herramienta. Debido a la forma de la pieza y a la operación de maquinado a realizar, puede ser deseable el torneado de piezas a través de un ángulo de 90° así como ángulos diferentes. Las placas de ángulo sirven para trabajos ligeros como se puede observar en la figura 18.

❖ **Métodos de sujeción no mecánicos.** Algunas veces no es práctico sujetar una pieza por presión directa debido a la posible distorsión, o a causa del tamaño de la pieza de trabajo. Los portapiezas magnéticos, al vacío, y electrostáticos pueden ser de valor en tales casos. Los platos magnéticos se obtienen en una variedad de formas. Estos sólo pueden sujetar piezas

ferrosas a menos de sujetadores mecánicos intermedios permitan la sujeción de piezas hechas de material no magnético.

Figura 17. Sujeción Modular.

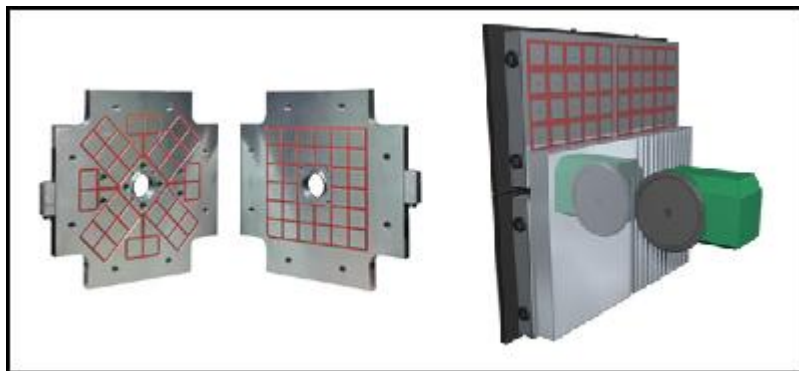


Figura 18. Sujeción por placas de ángulo.



- **Sujeción por vacío.** Con mucha frecuencia las piezas de materiales no magnéticos y/o de formas y dimensiones especiales deben sujetarse en forma plana y con seguridad sin sujeción mecánica alguna. Al principio, las presiones en el exterior y en el interior de la cámara son iguales. Según se produce un vacío dentro de la cámara, la presión exterior sujeta a la pieza contra la superficie localizadora.
- **Platos Electrostáticos.** La atracción de partes cargadas con electricidad de sentido opuesto puede emplearse para sujetar piezas planas o de lados planos que no puedan ser magnetizadas. Los platos electrostáticos pueden sujetar cualquier material conductor de electricidad. El vidrio, la cerámica y los plásticos pueden sujetarse también recubriendo un lado con un depósito electrolítico rápido metálico que proporcione un contacto eléctrico apropiado. Ver figura 19.
- **Platos Magnéticos.** Un circuito electro-permanente permite combinar la potencia del electroimán con la seguridad del imán permanente, y además no se recalienta, no se deforma y no teme ningún fallo eléctrico repentino ya que no necesita suministro eléctrico durante su funcionamiento. El apriete permanece constante sin límite de tiempo y sin pérdida de energía como se observa en la figura 19.

Figura 19. Platos magnéticos



- **Sujetadores portapiezas para piezas redondas.** Los portapiezas de ese tipo se emplean para sujetar, llevar y posicionar piezas de trabajo sobre sus superficies circulares o redondas. El movimiento es impartido a la pieza bien sea por fricción o por medios positivos. En la sujeción en mandril los elementos mordaza de los sujetadores portapiezas descansan sobre la pieza, pero no enganchan a las piezas en forma positiva. La fricción entre las mordazas y la pieza se utiliza para hacer girar o mover a la pieza.
- ❖ **Chucks o mandriles.** También son conocidos como mordazas de sujeción. Las mordazas externas son un componente crucial en un sistema de precisión para sujeción de piezas como se observa en la figura 20. Para asegurar máxima exactitud en el lugar de trabajo, el diseño y la fabricación de las mordazas debe recibir la misma atención que el rendimiento de los platos y la maquinaria.

Figura 20. Chucks o Mandriles



Existen mordazas internas y externas, de paredes delgadas o rígidas, de sujeción sobre resalto. El mandril para interiores, sólido y de poca conicidad es casi el portapiezas más sencillo posible para piezas redondas. Su característica principal es su superficie de montaje ligeramente cónica con una conicidad de 0.004 a 0.006 pulgada por pie (unas 0.33 a 0.50 mm por metro). El diámetro de la pieza debe ser más pequeño que el diámetro mayor

del mandril. La pieza se empuja a presión por el extremo del mandril. Esto produce una fuerza de agarre alrededor del agujero en la pieza, decreciendo axialmente en relación a la interferencia producida entre el diámetro exterior del mandril y el diámetro interior de la pieza.

❖ **Colocación axial.** La colocación axial de una pieza es efectuada por una boquilla móvil. Al principio, la holgura entre el diámetro de la pieza y el diámetro de sujeción es pequeña; con suficiente movimiento axial se crea un ajuste forzado entre el portapiezas y la pieza, en el caso específico del torno existen dos tipos de Chucks. El Chuck Universal se caracteriza porque sus tres mordazas se mueven con una sola llave y el chuck independiente en el que cada mordaza es ajustada con una entrada de llave independiente.

❖ **Fijadores de arrastre.** Los fijadores más conocidos y utilizados son los de plato, los que pueden ser cerrados o abiertos. Todos siempre utilizaran un arrastrador conocido como perro. Por lo regular son utilizados para el trabajo en torno de puntas o los sistemas divisores de las fresas.

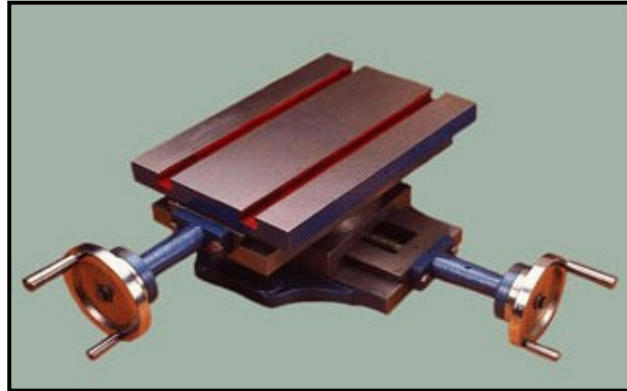
❖ **Conos de fijación.** Es un elemento muy utilizado en la mayoría de los sistemas en los que la pieza a sujetar tiene un eje de giro. Consiste en una superficie cónica que se inserta en otra superficie cónica, entre estas piezas la fuerza de trabajo ajusta a las superficies impidiendo su separación, la fricción impide el giro y además da gran sujeción muy utilizada en procesos de torneado al aire como las observadas en la figura 21.

Figura 21. Boquillas de fijación.



Ranuras de fijación. Por lo regular se ubican en las mesas de trabajo de las máquinas-herramienta, en ellas se insertan tornillos que con su cabeza se fijan a la mesa y con placas o uñas se presiona a las piezas a fijar como se observa en la figura 22.

Figura 22. Ranuras de Fijación



➤ **Propósito y función de los portapiezas.** Un portapiezas debe posicionar o situar una pieza de trabajo en una relación definida y debe soportar las fuerzas de sujeción y de corte mientras mantiene esa precisa colocación. Todas las funciones deben ser ejecutadas con la firmeza de sujeción requerida, exactitud de colocación y con un alto grado de seguridad para el operario y el equipo.

❖ **Características Físicas.** Incluye características físicas de la pieza, esto es, si es redonda, irregular, grande, pesada, o de secciones fuertes o débiles y parecidas, así como también la operación a realizar. Esto indicará si la pieza debe permanecer estacionaria o ser movida a lo largo de un camino relativo a la herramienta de corte. La mayoría de los movimientos son líneas rectas o giratorias, o combinación de ambos. Si la pieza o la herramienta de corte se mueven en línea recta, giran, o se mueven en alguna combinación de ambas, el diseño requiere una cuidadosa coordinación de portapiezas con la pieza, y del portapiezas con la máquina-herramienta. Las masas desbalanceadas en el

portapiezas y en la pieza deben reducirse por un balanceado apropiado. Esto particularmente en aplicaciones a velocidades elevadas en torneado con herramientas de carbono, tungsteno, diamante y cerámica. El material del portapiezas debe ser seleccionado para evitar daños por contacto abrupto por ejemplo piezas de cobre blando con mordazas de acero duro.

❖ **Fuerzas cortantes.** En todas las operaciones, la magnitud de la dirección de las fuerzas producidas por la operación de remoción del material determinan las fuerzas de sujeción necesarias. Una operación de taladrado induce fuerza torsional mientras que la operación de cepillado causa empuje en línea recta. Las fuerzas cortantes deben mantenerse dentro de límites, para que la pieza de trabajo no pueda ser distorsionada en una cantidad que pudiera afectar la exactitud requerida. La rigidez y resistencia de la pieza de trabajo limita las fuerzas sujetadoras aplicables y la velocidad y cantidad de remoción de material por unidad de tiempo. Las grandes cantidades y volúmenes de producción pueden justificar dispositivos costosos, caso contrario a lo que sucede con pocos volúmenes de producción en los cuales no se justifican equipos costosos y se prefieren los sistemas convencionales de sujeción. Además se deben tener en cuenta normas de seguridad, pues el portapiezas debe ser diseñado para proteger al obrero contra su propia negligencia. Un portapiezas debe ser diseñado para recibir la pieza en solo una posición, si una pieza simétrica pudiese ser sujeta en más de una posición es posible y probable que un porcentaje de las piezas fuese sujeta y maquinado en forma incorrecta.

❖ **Selección de la Máquina.** El peso y el tamaño de la pieza influyen en el tipo y tamaño de la máquina herramienta que pueda o deba ser empleada para una operación, en particular. El peso combinado del portapiezas y de la pieza deber ser igualado cuidadosamente a la capacidad de las guías,

bancada, masa y husillos de la máquina. Un peso excesivo puede causar distorsión en la máquina-herramienta y producir un trabajo sin precisión.

❖ **Montaje del portapiezas a la máquina-herramienta.** El montaje o fijación del portapiezas debe disponerse para que las fuerzas producidas en la operación de remoción sean absorbidas por las partes más fuertes y rígidas, de la máquina-herramienta. Las fuerzas cortantes deben tender a sujetar al portapiezas hacia abajo contra la bancada de la máquina en lugar de levantarlo. La proyección entre el punto en el cual se aplica la fuerza cortante y el soporte más cercano debe minimizarse con el fin de evitar la tendencia al palanqueamiento y aflojamiento. Esto es un contraste con las fuerzas sujetadoras donde es deseable el efecto de un gran brazo de palanca o ventaja mecánica.

❖ **Relación entre el portapiezas y la herramienta de corte.** Debe conocer la dirección y la magnitud de las fuerzas creadas en el área herramienta de corte - pieza de trabajo. Deben reducirse los tamaños de los momentos de fuerza. Cuando sea necesario deberán proveer soportes adicionales. El movimiento relativo entre la pieza y la herramienta de corte puede cambiar la geometría de la herramienta durante el ciclo de corte. Los ángulos de inclinación y de holgura pueden cambiar desde una condición óptima selecta a una mala. Debe proveerse espacio para quitar las piezas con facilidad sin peligro para el operario, o daño en la pieza o el equipo de trabajo. También se requiere espacio para la inserción y remoción de las herramientas de corte. Tales cambios deben ser posibles sin tener que quitar las piezas de trabajo.

❖ **Posicionamiento de herramienta.** El posicionamiento de la herramienta se refiere específicamente a la colocación de la herramienta con respecto al trabajo, o viceversa. Preparatorio a la colocación de la pieza, deberá estudiarse el dibujo de la misma para determinar los puntos o superficies de colocación primarios y secundarios. Una vez que se han

determinado estas, es necesario entonces visualizar como pueden ser situados con precisión estos puntos o superficies en relación con los medios de localización.

❖ **Evolución de los portapiezas.** En la evolución de portapiezas se deben tener en cuenta diferentes aspectos para así evolucionar en formas y nuevas tecnologías de sujeción.

▪ **Dirección de las fuerzas.** La aplicación de cualquier proceso de remoción de metal a una pieza específica resultará en una combinación precisa de fuerzas. Es posible enlistar los numerosos procesos y hasta cierto punto anticipar las fuerzas.

▪ **Magnitud de las fuerzas.** La magnitud de cualquier fuerza cortante depende de muchas variables tales como la dureza y homogeneidad del material de la pieza, la geometría de la pieza, la geometría de la herramienta y la velocidad de remoción del metal. El diseñador puede utilizar dos métodos para determinar si un portapiezas soportará una fuerza específica. El método por tanteo implica realmente la construcción del portapiezas y la prueba de la operación propuesta. Si se produjese una falla inmediatamente, se anotará el tipo y punto de la misma; se rediseñará el portapiezas de acuerdo con lo anterior y se procederá a efectuar otra prueba. Si la falla es progresiva, el portapiezas puede ser reforzado según se requiera y puesto en servicio. El acercamiento analítico implica determinar la fuerza requerida para ejecutar la operación. La resistencia al corte (cizallamiento) del material de la pieza puede ser obtenido de un manual o tabla. El acercamiento por tanteo en sí no es eficiente ni seguro. El portapiezas resultante puede ser o mucho más fuerte que el requerido o puede estar en el extremo del punto de falla con peligro potencial al personal. El acercamiento analítico en sí no es práctico. La selección de los portapiezas es, de ordinario, un compromiso de los dos métodos (el de tanteo y el analítico). El diseñador se regirá primero

por los estándares establecidos, posteriormente por un cúmulo de conocimientos y por las prácticas establecidas en su compañía.

2.5.2 Dispositivos de sujeción de herramientas. Se cuenta con una extensa variedad de dispositivos de sujeción de herramientas, los hay modulares como integrales.

➤ **Portaherramientas modulares.** Cuando se cambia la producción, el sistema de herramientas debe ser especialmente flexible, ya que los diferentes tamaños de piezas exigen a menudo tener que cambiar las longitudes de calibración de herramienta entonces se prefiere un sistema modular de portaherramientas, también se utiliza cuando las herramientas han de ser utilizadas en máquinas de diferentes tamaños o diseños de cono y cuando la complejidad de la pieza demanda un elevado número de herramientas especiales, es decir se tiene que estar cambiando la herramienta de corte constantemente, para estos casos se prefieren sistemas modulares de sujeción. Este sistema contribuye a reducir en gran medida el stock de herramientas al hacer posible el uso de un solo sistema de herramientas modulares estándar; para una variedad de operaciones. En la figura 23 se pueden observar diferentes dispositivos portaherramientas modulares para distintas operaciones.

➤ **Portaherramientas enterizos.** Estos son utilizados en máquinas especializadas que trabajen piezas que no requieran ser cambiadas constantemente para la mayoría de configuraciones de montaje, como portafresas de fresas para planear y portaherramientas para fresas de mango de longitud de calibración fija. Los portaherramientas enterizos son un complemento importante de las herramientas modulares en aquellos casos en los que por razones técnicas o funcionales las soluciones modulares no son adecuadas o resultan innecesarias. A continuación en la figura 24 se presenta una clasificación de los dispositivos enterizos con su herramienta.

Figura 23. Portaherramientas Modulares.

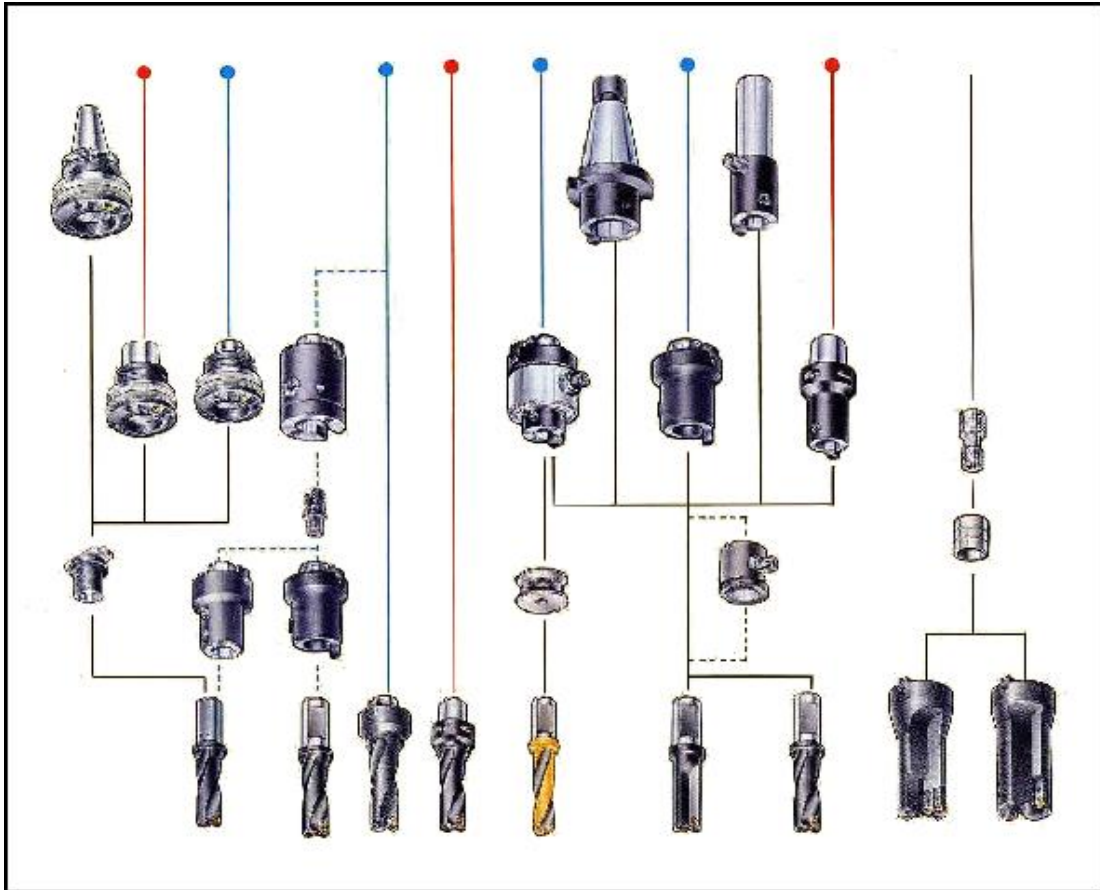


Figura 24. Breve Clasificación de dispositivos enterizos.



También se pueden dividir los dispositivos de fijación de herramienta para mecanizado de alta velocidad y mecanizado convencional; para el caso del ejemplo citado en la sección 2.5 se cuenta con diferentes dispositivos portaherramientas los cuales tienen dos factores importantes para su selección como son r.p.m. y costo; a medida que aumenta la tecnología de fabricación aumentan los costos del dispositivo de fijación, para este caso se cuenta con conos ISO y conos HSK como se observa en la figura 25.

Figura 25. Tipos de conos.



El papel de los conos en el mecanizado de alta velocidad (MAV) no es distinto al que poseen en el mecanizado convencional. Sin embargo, el gran incremento de velocidad del husillo (desde 6.000 r.p.m. en convencional hasta 40.000 en MAV) ha obligado a replantearse aspectos como la unión del cono con el husillo o el equilibrado de los conos. Esto es debido a que la fuerza centrífuga depende del cuadrado de la velocidad, por lo que esta fuerza crece de manera dramática en el MAV.

Los conos portaherramientas tipo ISO establecen su posición cuando un actuador (hidráulico o neumático) tira de él produciéndose un asiento del cono dentro de otro cono tallado en el eje del husillo. Si la velocidad de giro aumenta, la fuerza centrífuga también, provocando la expansión del eje del husillo. Cuando esto sucede, los conos ISO, tienden a introducirse más dentro

del husillo debido a que el actuador sigue tirando de él. Esto puede desencadenar 2 problemas:

- Imprecisión en el mecanizado, debido al desplazamiento que ha sufrido la herramienta respecto al husillo.
- Atoramiento del cono en el caso de que el husillo frene de forma brusca y recupere sus dimensiones.

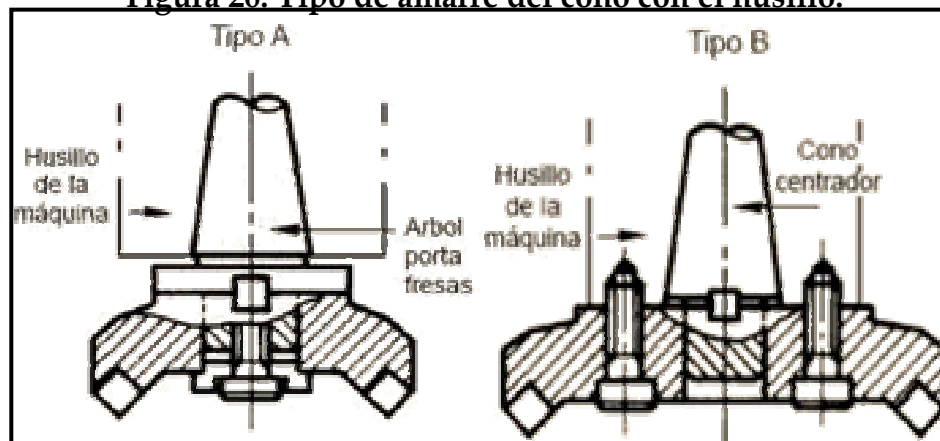
Estas circunstancias hacen que los conos más aplicados en las máquinas de alta velocidad sean los HSK. Las principales ventajas que ofrecen los conos HSK se debe fundamentalmente a dos factores: Por un lado, el sistema de amarre se realiza mediante unas garras o mordazas que se ajustan en un hueco tallado dentro del cono en forma de copa. A medida que la velocidad de giro aumenta se garantiza el contacto en todo momento, ya que la fuerza centrífuga expande las mordazas que sujetan el cono contra el eje del husillo. Esta circunstancia permite unas condiciones de corte más agresivas, además de aportar mayor rigidez y precisión que los sistemas basados en conos ISO. Por otro lado, en la unión del cono y el husillo del HSK, existe un doble contacto entre las superficies del cono y el alojamiento del eje. El doble contacto ofrece mayor repetitividad a la hora de volver a colocar el cono. Además se evita que el conjunto cono-herramienta se introduzca dentro del husillo, cosa que sucedía en el caso de conos ISO con altas velocidades.

Las ventajas de los sistemas de amarre tipo HSK, frente a los portaherramientas más convencionales, se resumen en los siguientes puntos:

- Proporcionan mayores exactitudes de cambio y repetitividad.
- Transmisión segura de un elevado par con un posicionamiento radial definido (ausencia de run-out).

- Gran rigidez a la flexión estática y dinámica, disminución del peso y de la longitud total, con lo que se disminuyen los problemas de tipo inercial. Además existen dos tipos de amarre del cono con el husillo de la máquina los cuales se muestran en la figura 26.

Figura 26. Tipo de amarre del cono con el husillo.



El tipo A se usa para diámetros de fresa menores hasta 125 mm, el tipo B se prefiere para diámetros mayores; después de seleccionar el tipo de amarre se debe ahora lograr el equilibrio del conjunto. Actualmente, la norma más extendida para establecer este equilibrado es la ISO 1940-1. Este estándar establece distintas "clases G". Cuanto menor sea la clase G, mejor equilibrado implica. Muchos fabricantes de conos están produciendo conos de clase G1.0 a G2.5. En un principio todos los portaherramientas son equilibrados desde su fabricación a las revoluciones que exige el cliente (G6.3, G2.5...). El portaherramientas que ofrece un mayor grado de equilibrado es el térmico; sin embargo existen equipamientos externos que permitirán un equilibrado más preciso. Para el mecanizado a alta velocidad, lo ideal sería reequilibrar el conjunto herramienta / portaherramientas / husillo en la propia máquina herramienta. No obstante, hoy en día, existen muy pocos sistemas para un equilibrado completo, por lo que hay que hacerlo en una máquina de equilibrado externa.

2.6 CONSIDERACIÓN DE FUERZAS ASOCIADAS AL CORTE

Aunque no es muy evidente a simple vista en los códigos de los portaherramientas, la consideración de las fuerzas que intervienen en el proceso de corte, va implícita en varios de los parámetros que conforman dicho código, tales como la selección de la plaquita, el tipo de proceso y subproceso y el material a maquinar. Aunque es de vital importancia el análisis y comprensión del conjunto de fuerzas que se originan en cada proceso, resulta más útil la interpretación de dichas variables en parámetros más concretos como son la velocidad de avance y la profundidad de pasada entre otros. Es así como resulta más práctico contar con expresiones reducidas para la velocidad de avance, las necesidades de potencia y el volumen de viruta extraído partiendo de los análisis de fuerzas que intervienen en el corte.

2.6.1 Cálculo de fuerzas de corte. La determinación de las fuerzas de corte en el mecanizado permite conocer, no solo las solicitudes dinámicas a las que se ve sometida la herramienta o la pieza, sino también el valor de la potencia requerida para poder efectuar el proceso. La mayor parte de dicha potencia se consume en la eliminación de material de la pieza, de ahí que la componente de la fuerza que reviste una mayor importancia desde este punto de vista es aquella que tiene la misma dirección que la velocidad resultante de corte.

A esta componente es a la que normalmente se le denomina fuerza de corte (F_c) y es el objeto de cálculo de los métodos que se exponen a continuación.

Existen fundamentalmente dos grupos de métodos para determinar los valores de las fuerzas de corte en el mecanizado.

- El primero de los grupos se basa en una determinación empírica de la misma mediante la realización de un cierto número de ensayos en diferentes condiciones de trabajo y la extrapolación de los resultados obtenidos a expresiones matemáticas de mayor o menor complejidad acorde con el modelo elegido.
- El segundo grupo se basa en la obtención de formulas basadas en los modelos tradicionales de estudio del proceso de corte como son el modelo de corte oblicuo y su versión mas simplificada de corte ortogonal.

A continuación se presentan dos métodos, cada uno de ellos pertenecientes a cada uno de los grupos anteriormente mencionados.

➤ **Método de la presión de corte.** Este método es de los denominados empíricos. Establece que la fuerza de corte es directamente proporcional a la sección de viruta indeformada con una constante de proporcionalidad denominada presión de corte (K_s)

$$F_c = k_s A_c \quad (\text{Ecuación 1})$$

La presión de corte depende de numerosos factores entre los cuales cabe citar:

a) Material de la pieza y la herramienta. Ambos factores (acabado superficial, lubricación, etc), son responsables del valor de rozamiento que aparece entre ambos cuando se ponen en contacto. A medida que dicho rozamiento se incrementa también se incrementa el valor de K_s . Asimismo, un incremento en la dureza del material de la pieza, supone un aumento en el valor de K_s .

b) Geometría de la herramienta y de la pieza. En particular existe una variación de K_s con la variación del ángulo de desprendimiento. Cuanto más positiva es la geometría de corte (mayor ángulo de desprendimiento), menor

es el valor de K_s puesto que la viruta sufre una menor deformación a igualdad de material eliminado.

c) **Sección de viruta.** Cuando la sección de viruta aumenta K_s disminuye.

d) **Velocidad de corte.** Aunque de un modo muy ligero se observa una disminución de la presión de corte cuando aumenta la velocidad de corte.

e) **Lubricación.** Al modificarse las condiciones de rozamiento pieza/herramienta, un incremento de la lubricación supone un descenso del valor de K_s al reducirse la fuerza de rozamiento.

f) **Desgaste de la herramienta.** Modifica la geometría y por tanto el valor de K_s .

Al ser tan numerosos, y en algunos casos tan difícilmente cuantificables los valores que influyen en el valor de K_s , el único método fiable para su determinación es la medición directa sobre el proceso de mecanizado concreto y en las condiciones específicas en las que este se realiza. En la práctica, dado a que este proceder resulta poco viable, se recurre a la utilización de tablas que recogen las variaciones de K_s , en función de una serie de variables dependientes de los factores anteriormente mencionados.

Un primer método empírico para la determinación de la presión de corte establece que K_s puede obtenerse a partir de²:

$$k_s = \frac{C_{ks}}{E_{ks} \sqrt{A_c}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

² R MARTIN, P. Rodríguez de Francisco, A. Sanz Lobera, I. González Requena. Sistemas de Producción, Mecanizado. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos, 2002. p.19.

Donde C_{ks} y E_{ks} son constantes que dependen de los materiales de la pieza y herramienta y que pueden encontrarse en forma de tablas. Este método aunque sencillo en su aplicación no puede proporcionar valores excesivamente fiables, por lo que su aplicación queda reducida para obtener una primera aproximación del valor de K_s .

El segundo método, también sencillo aunque algo más completo, se basa en correlacionar el valor de K_s con el espesor de una viruta indeformada A_c . Para ello se parte de la presión específica de corte K_{s0} que corresponde con el valor de K_c cuando la sección de viruta A_c es la unidad. Experimentalmente el valor de la fuerza de corte F_c a partir de K_{s0} puede establecerse mediante una relación de la forma:

$$F_c = k_{s0} b^y a_c^x \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde b representa el ancho de corte, a_c representa el espesor de viruta indeformada, y x e y son exponentes menores que la unidad dependientes del material de la pieza.

Relacionando esta expresión con la ecuación 1 se llega a:

$$k_s = k_{s0} b^{y-1} a_c^{x-1} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Valores experimentales obtenidos en distintos ensayos sobre diversos materiales, demuestran que en la práctica puede aproximarse el valor del exponente x a la unidad, por lo que llamando $z=x-1$ se tiene:

$$k_s = k_{s0} a_c^{-z} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Teniendo en cuenta que $ac = f \operatorname{sen} Kr$, la expresión final de la fuerza de corte queda como:

$$F_c = k_s A_c = k_{s0} a_c^{1-z} b = k_{s0} f^{1-z} (\operatorname{sen} k_r)^{-z} a_p \quad (\text{Ecuación 6})$$

En la tabla 1 y 2 se recogen valores de K_{s0} y de z para materiales de uso más frecuente.

Teniendo en cuenta todo lo planteado, este procedimiento de cálculo se debe considerar solamente estimativo. Pese a esto, los valores obtenidos sirven como una primera aproximación que permite establecer el orden de magnitud de las condiciones de corte.

➤ **Método de corte ortogonal.** Este método se basa en la teoría de corte ortogonal, que supone un ángulo de inclinación (λ) de 90° .

Para la aplicación del mismo se establecen además dos hipótesis simplificadas. (a) Las líneas de acción de las fuerzas de acción/reacción entre pieza y herramienta pasa por la arista de corte y (b) no existen momentos flectores.

Con estas hipótesis se plantea la situación esquematizada en la figura 27, en la que R representa la resultante de las fuerzas que la herramienta ejerce sobre la pieza. Si la resultante R se descompone según la dirección del plano de cizallamiento y su normal aparece en las componentes F_s y N_s respectivamente. Análogamente, si la descomposición empleada es según la dirección de la velocidad de corte y su normal aparece en las componentes F_c y N_c .

Tabla 1. Valores de Ks0 y de z para aleaciones de aluminio.

Material	AMERICANA A.A.	UNE	Kso daN/mm2	Z
Aleaciones de Aluminio	1100	L-3002	23	0.3
	2011	L-3192	34	0.3
	2014	L-3130	87	0.3
	2017	L-3120	80	0.3
	2024	L-3140	76	0.3
	4032	L-3541	76	0.3
	6061	L-3420	59	0.3
	7075	L-3710	100	0.3

Fuente: R. Martín, P. Rodríguez de Francisco, A. Sanz Lobera, I. González Requena. Sistemas de Producción, Mecanizado. Tomo II. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos, 2002.

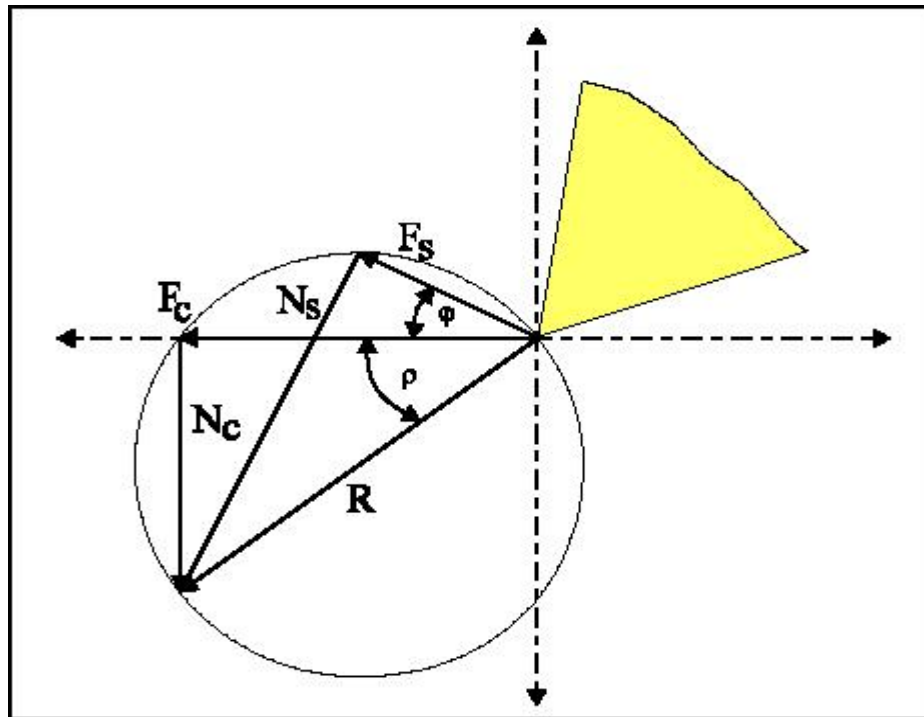
Tabla 2. Valores de Ks0 y de z para aceros y fundiciones.

Material	RESISTENCIA A TRACCIÓN/DUR EZA HB	KSO (DAN/MM2)	Z
Acero al Carbono	<50 daN/mm2	155	0.2
Acero al Carbono	50/70 daN/mm2	171	0.2
Acero al Carbono	70/100 daN/mm2	186	0.2
Acero Colado	<50 daN/mm2	136	0.2
Acero Colado	50/65 daN/mm2	148	0.2
Acero Colado	>65 daN/mm2	163	0.2
Acero Aleado	70/85 daN/mm2	171	0.2
Acero Aleado	85/100 daN/mm2	186	0.2
Acero Aleado	100/140 daN/mm2	202	0.2
Acero Aleado	140/180 daN/mm2	225	0.2
Acero Inoxidable Austenítico		179	0.2
Acero Inoxidable Ferrítico-Martensítico		155	0.2
Fundición	<200 HB	97	0.2
Fundición	>200 HB	136	0.2
Fundición	<500 HB	210	0.2
Blanca	>500 HB	233	0.2

Fuente: R. Martín, P. Rodríguez de Francisco, A. Sanz Lobera, I. González Requena. Sistemas de Producción, Mecanizado. Tomo II. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos, 2002.

Los ángulos que caracterizan cada una de estas dos descomposiciones son φ (ángulo de deslizamiento) y ρ (ángulo de rozamiento) respectivamente.

Figura 27. Descomposición de la Fuerza Resultante de Corte R.



Se tienen por tanto las siguientes relaciones geométricas.

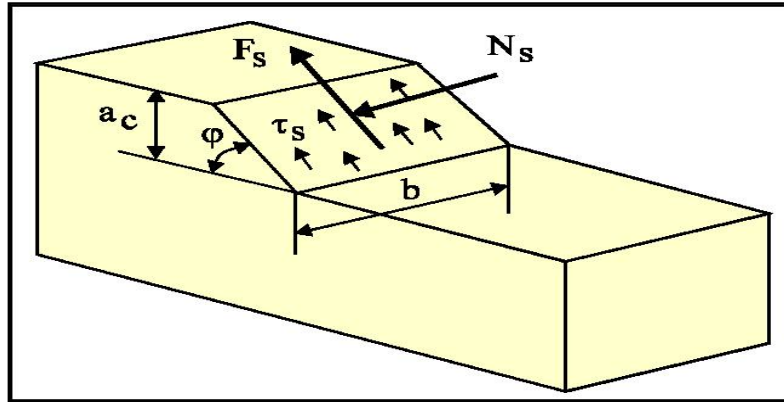
$$\begin{aligned} F_c &= R \cos \rho & F_s &= R \cos(\varphi + \rho) \\ N_c &= R \sin \rho & N_s &= R \sin(\varphi + \rho) \end{aligned} \quad \text{(Ecuación 7)}$$

A partir de estas expresiones puede determinarse la siguiente expresión suponiendo una distribución de tensiones uniforme sobre el plano de cizallamiento de valor τ_s , como se observa en la figura 28:

$$F_c = F_s \frac{\cos \rho}{\cos(\varphi + \rho)} \quad \text{(Ecuación 8)}$$

$$F_s = \tau_s A_s = \tau_s b \frac{a_c}{\sin \varphi} = \frac{\tau_s}{\sin \varphi} A_c \quad (\text{Ecuación 9})$$

Figura 28. Distribución de tensiones en el plano de deslizamiento.



τ_s recibe el nombre de **tensión dinámica de cizallamiento**, siendo una constante propia de cada material. Sustituyendo la expresión anterior en la que se relaciona F_c y F_s se llega a:

$$F_c = \frac{\tau_s}{\sin \varphi} \frac{\cos \rho}{\cos(\varphi + \rho)} A_c \quad (\text{Ecuación 10})$$

Esta expresión proporciona el valor de la fuerza de corte en función de la tensión dinámica de deslizamiento de la sección de viruta indeformada del ángulo de deslizamiento y del ángulo de rozamiento. De estas cuatro variables, tres de ellas τ_s , φ y A_c , son conocidas, mientras que ρ es desconocida. Por tanto se requiere una ecuación más que relacione el ángulo de rozamiento con las otras variables conocidas. Esta ecuación se obtiene a partir de la llamada "hipótesis de Merchant" que establece lo siguiente: "el

plano de deslizamiento en un proceso de corte ortogonal se sitúa de forma tal que la potencia necesaria para la deformación es mínima”³

$$Pot = \dot{W} = F_c v = \frac{\tau_s \cos \rho}{\text{sen } \varphi \cos(\varphi + \rho)} A_c v \quad (\text{Ecuación 11})$$

A partir de esta hipótesis se tiene que la potencia será mínima cuando el denominador sea máximo, es decir:

$$\frac{\partial}{\partial \varphi} [\text{sen } \varphi \cos(\varphi + \rho)] = 0 \quad (\text{Ecuación 12})$$

Esta condición implica que:

$$\varphi + \rho = \frac{\pi}{2} - \varphi \quad (\text{Ecuación 13})$$

Que sustituida en la expresión de la fuerza de corte conduce a:

$$F_c = 2\tau_s A_c \cotg \varphi \quad (\text{Ecuación 14})$$

Comparando esta expresión con la propuesta por el método de la presión de corte, puede observarse como existe una similitud entre ambas en el sentido de establecer una proporcionalidad entre la fuerza de corte (F_c) y la sección de viruta indeformada (A_c).

Si se tiene en cuenta las dos expresiones siguientes:

$$F_c = k_s A_c$$

³ R MARTIN, P. Rodríguez de Francisco, A. Sanz Lobera, I. González Requena. Sistemas de Producción, Mecanizado. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos, 2002. p.23.

$$\cot g\varphi = \frac{\zeta - \operatorname{sen} \gamma}{\cos \gamma} \quad (\text{Ecuación 15})$$

La expresión final de la presión de corte determinada por el método de corte ortogonal queda como:

$$k_s = 2\tau_s \frac{\zeta - \operatorname{sen} \gamma}{\cos \gamma} \quad (\text{Ecuación 16})$$

Así obtenemos una expresión que nos da una idea aun más aproximada del valor de la presión de corte.

Todos estos datos y valores que obtuvimos con este conjunto de expresiones derivadas, utilizando diferentes métodos, se pueden relacionar con otra serie de formulas empíricas suministradas por la mayoría de los fabricantes, las cuales nos van a situar en los valores prácticos que necesitamos a la hora de seleccionar un dispositivo de fijación ya sea de herramienta o de pieza.

3. MARCO TEÓRICO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

3.1 BASE DE DATOS

“Es una filosofía de trabajo que permite manejar grandes cantidades de información. Incluyen tanto la definición de las estructuras de almacenamiento como mecanismos para el manejo de la información”⁴.

Desde tiempos remotos, los datos han sido registrados por el hombre en algún tipo de soporte (piedra, papel, madera, etc.) a fin de que quedara constancia de un fenómeno o idea. Los datos han de ser interpretados para que se conviertan en información útil, esta interpretación supone un fenómeno de agrupación y clasificación. En la era actual y con el auge de los medios informáticos aparece el almacenamiento en soporte electromagnético, ofreciendo mayores posibilidades de almacenaje, ocupando menos espacio y ahorrando un tiempo considerable en la búsqueda y tratamiento de los datos. Es en este momento donde surge el concepto de bases de datos y con ellas las diferentes metodologías de diseño y tratamiento. El objetivo básico de toda base de datos es el almacenamiento de símbolos, números y letras las cuales contienen un significado en sí, que con un tratamiento adecuado se convierten en información útil. Un ejemplo podría ser el siguiente dato: 20040529, con el tratamiento correcto podría convertirse en la siguiente información: "Fecha de nacimiento: 29 de Mayo de 2004".

Según van evolucionando los tiempos, las necesidades de almacenamiento de

⁴ CARCAMO SEPULVEDA, José. Bases de Datos Relacionales. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander, 1997 p10.

datos van creciendo y con ellas las necesidades de transformar los mismos datos en información de muy diversa naturaleza. Esta información es utilizada diariamente como herramientas de trabajo y como soporte para la toma de decisiones por un gran colectivo de profesionales que toman dicha información como base de su negocio.

Los Sistemas de Gestión de Bases de Datos (SGBD) permiten la creación de Bases de Datos (BD). En términos generales una BD es una forma de estructurar la información caracterizando los elementos mediante una serie de atributos comunes. Los SGBD más extendidos son los que se basan en el modelo relacional, en donde la información se estructura en tablas, estas a su vez en registros y cada registro hace patente los distintos atributos comunes mediante una serie de campos. Las tablas se enlazan entre sí mediante un sistema de claves primarias y claves ajenas, tal y como se muestra en la figura 29.

Figura 29. Relación existente entre diferentes tablas en una BD.



Una base de datos tiene semejanza con un archivador de madera donde se guardan las carpetas con las hojas de vida de los empleados, por ejemplo. Este sistema de información maneja una base de datos llamada Disfin. Cada cajón del archivador tiene semejanza con las tablas de la base de datos, es como si a cada gaveta le asignaran un nombre y sólo en ella se guardarán unas carpetas específicas. Una de las tablas que maneja el sistema es la de Herramientas, donde se almacenan todos los datos descriptivos de cada sistema de sujeción de herramienta: uno de ellos es el campo de identificación dentro de la tabla para cada herramienta algo así como el marbete de la carpeta o como la cédula de ciudadanía. Otras de las tablas son: sujeción pieza, subproceso planeado, torneado interior etc.

- **Diagrama entidad-relación:** el propósito de un diagrama entidad-relación es facilitar el diseño de una base de datos. La modelación de la base de datos se hace especificando los objetos básicos llamados entidades y determinando las relaciones entre ellas, especificando como se van a distinguir dichas entidades y relaciones. En este sistema de información se manejan diferentes tipos de relación, un ejemplo es la relación muchos a muchos que existe entre la tabla de sujeción de la pieza y ubicación, esta relación genera la tabla sujeción pieza, teniendo el campo de identificación principal relacionado con cada una de las tablas.
- **Concepto de entidad:** una entidad se define como un objeto que existe y se distingue de otros objetos por los atributos que describe. Puede ser una ocurrencia o un lugar en general, es un objeto que encapsula datos y se representa por medio de una tabla. Un ejemplo de una entidad utilizada en el sistema es la tabla en un proceso de fresado H105. Esta contiene diferentes campos que describen las características del equipo como: referencia fresa, A, H, d, L1, L2, referencia plaquita, montaje, etc. como se observa en la tabla 3:

Tabla 3. Características portaherramientas fresado.

H105								
Cod	Plaquita	Campo1	Campo 2	Campo 3	Campo 4	Campo 5	Campo 6	Campo 7
0	0	Referencia	A	H	D	L	L1	L2
1	32	R215.47-3232	50	-	32	125	35	35
2	50	R220.47-0050	75	40	-	-	-	-

- **Concepto de atributos:** los atributos dan nombre a una entidad, describen una tabla y algunos de ellos pueden servir como identificadores. Un ejemplo de atributos es el código del equipo en la tabla anterior. Este atributo es el identificador principal de la tabla, además de esto describe el código del registro, el cual es único.

3.2 CICLO DE VIDA

3.2.1 Etapa de análisis. Este proyecto parte de la identificación de problemas frecuentes en los procesos de mecanizado y los sistemas de sujeción de pieza y herramientas como se describió en la formulación del problema; el anterior análisis conlleva a determinar los requerimientos del sistema, el contexto del problema, así como el ámbito del proyecto.

La determinación de los requerimientos está basada en tres elementos. El primero, los procesos de mecanizado que se manejan, para este caso son tres: torneado, fresado y taladrado. El segundo, la investigación preliminar acerca de los diferentes sistemas de sujeción de pieza y herramienta, en el cual se encontró una variada y extensa cantidad de los mismos, así como la consulta

a personas que trabajan en la industria metalmecánica que además, con su estudio y experiencia redefinen las teorías, conceptos y procedimientos óptimos aplicados en el sistema de información. El tercer elemento es la observación de algunos trabajos elaborados en la Escuela de Ingeniería Mecánica los cuales brindan un apoyo a la hora de estructurar la base de datos.

La etapa de análisis define además, la estructura de la información enmarcada en macro procesos y diagramas de contexto, conocidos como diagramas de flujo de datos; así como las características relevantes para la interfaz del sistema y la evaluación de los recursos técnicos disponibles para el desarrollo.

3.2.2 Etapa de diseño. En esta etapa se traducen los requerimientos en los datos y la arquitectura global del sistema de información. Esta fase produce el diseño de los datos en diagramas entidad-relación y diccionario de datos; las estructuras de los programas; el diseño de las interfaces del sistema y de los usuarios, las pantallas de captura de datos y de salida de información; así mismo un esbozo de los reportes impresos.

➤ **Diagrama entidad-relación:** la base de datos, denominada DISFIN, contiene la representación en tablas de las principales entidades definidas en la etapa de análisis a través de los diagramas de flujo de datos. Se manejan varios tipos de tablas tales como: H1 a H210, M1 a M58, así como algunas otras que involucran tipos de subprocesos. Estas tablas obedecen a una organización particular de las bases de datos relacionales, representada gráficamente a través de diagramas entidad / relación y que denotan la forma como están organizados los datos.

- **Estructuras de los programas:** para el almacenamiento de base de datos, formularios, programas, reportes, imágenes y demás elementos, el software conserva la siguiente estructura: el proyecto principal DISFIN está guardado dentro de un directorio que lleva su mismo nombre y que además contiene el programa ejecutable. Dentro del directorio principal existen también subdirectorios como BD que guarda la base de datos, formularios que guarda los formularios y módulos, imágenes que guarda imágenes e íconos.
- Interfaz de usuarios y del administrador: desarrollo de los formatos de pantalla para captura de documentos fuente y de consulta, así como de los reportes impresos. Tales elementos se explicarán con mayor detalle en el capítulo 6.

3.2.3 Etapa de desarrollo. En esta etapa se transforma el diseño, plasmando todos los requerimientos y estimaciones a través del lenguaje de programación Visual Basic 6.0 y el motor de base de datos Access 2000, en un primer prototipo de sistema de información. Para esto se estudian las especificaciones de programación, se escriben los programas y se depuran en cuanto a sintaxis y lógica. Este modelo es depurado hasta alcanzar un software óptimo. Al final del desarrollo se elabora la documentación del sistema y del usuario; también se prueban las tablas básicas del sistema para la realización de pruebas especiales al sistema como son almacenamiento y desempeño.

El desarrollo utiliza programación estructurada que permite reconocer los elementos procedimentales de un módulo, a fin de lograr depuraciones y correcciones más sencillas. El desarrollo aplica principios de modularidad permitiendo simplificar y reutilizar componentes del software.

El software contempla los siguientes módulos:

- **Módulo de Capacitación.** En este módulo se contempla toda la base teórica del proyecto, de una manera interactiva con el usuario en formato HTML. Cuenta con una sección de evaluación para reforzar el proceso de aprendizaje.
- **Módulo de Clasificación:** Este módulo en formato PDF cuenta con una clasificación general de los dispositivos de sujeción de pieza y herramienta así como su respectiva codificación.
- **Modulo de Selección:** este módulo se divide en dos secciones, una de ellas corresponde a la selección de dispositivo de sujeción llamada DISFIN Selección, y otra llamada DISFIN Administrador, destinada a controlar todos los cambios a los registros. A continuación veremos cada uno de estos módulos:
 - ✓ **Módulo Disfin Selección:** sección que contiene toda la información correspondiente a los registros creados, esta interfaz es solo de consulta por parte del usuario, se cuenta con las opciones de sujeción pieza y sujeción herramienta y a su vez estos se dividen en los diferentes procesos de torneado, fresado y taladrado. Cuenta con menú de ayuda y también menú para generar informes.
 - ✓ **Modulo Disfin Administrador:** sección que contiene 6 menús principales
 - **Administrador:** menú desplegable para opciones como contraseña, cambiar contraseña, crear backup (para tener un respaldo de todos los registros de la base de datos), cargar backup, eliminar y salir.
 - **Incluir Nuevo:** menú desplegable para opciones como incluir nuevos fabricantes, nuevos portaherramientas, nuevos portapieza, que junto con todas sus características crea nuevos registros o tablas.

➤ **Modificar:** menú desplegable para opciones como modificar registros existentes de fabricante, portaherramientas, portapieza. Modifica los archivos mas no los elimina en su totalidad.

➤ **Eliminar:** menú para la opción de eliminar totalmente todos los registros existentes de fabricante, portaherramientas y portapieza. En este menú se tiene especial cuidado y se cuenta con clave de acceso; se considera un súper administrador quien ingresa a esta ventana debido a que se pueden eliminar en su totalidad los registros existentes.

➤ **Informes:** en este menú desplegable se pueden realizar impresiones de todo tipo de informes auxiliares y estadísticos. En los capítulos 4 y 6 se explican con mayor detalle los tipos de informes y reportes que se pueden realizar en DISFIN tanto para administrador como para usuario.

➤ **Ayuda:** este menú contiene dos opciones, la primera es el acceso al manual de usuario, donde se describen detalladamente los diferentes procesos que se pueden realizar en el sistema. La segunda opción contiene la descripción de los realizadores del sistema de información. Las opciones del menú son:

Manual de usuario, esta opción muestra el archivo de ayuda correspondiente al manual de usuario del sistema. Este archivo es identificado como "Ayuda DISFIN.PDF".

Acerca de Disfin, sección informativa sobre nombre y fecha de creación del proyecto, director y desarrolladores. Este formulario es identificado dentro del proyecto como "Acerca de".

3.2.4 Etapa de implantación. En esta etapa se observa la correcta interacción entre la base de datos y el software con el fin de ubicar los posibles errores que no hayan sido detectados durante la fase de programación, para así proceder a su debida depuración. De esta manera se prueba también la

tolerancia del programa a registros inválidos y su capacidad para advertir y corregir parámetros cuya clase determina la autenticidad y validez del registro. Tal es el caso de algunos formularios que requieren solo valores numéricos, y más aun cierto grupo reducido de ellos; por ejemplo números enteros del 1 al 9, o valores no negativos, o en algunos otros casos parámetros alfanuméricos; de cualquier manera lo que se busca en esta etapa primordialmente es comprobar la coherencia y tolerancia del programa a todos estos valores de entrada al sistema y probar la capacidad del software para advertir al usuario de tales errores.

4. INGENIERIA DEL SOFTWARE APLICADA AL DESARROLLO DE DISFIN

En la elaboración del Software DISFIN fue necesario crear una metodología para agrupar todos los dispositivos de sujeción existentes tanto como para pieza y herramienta, así como toda la base teórica para después pensar la forma final del mismo, se llegó a la conclusión que se debía desarrollar por fases y por módulos para crear un software interactivo y de fácil manejo para el usuario.

El proceso de desarrollo se lleva a cabo mediante una secuencia de fases que se desprenden en tareas, las cuales son fáciles de abordar, revisar y documentar. De acuerdo con esto, a continuación se describen con profundidad dichas fases, sus tareas y los elementos, que fueron necesarios tener en cuenta para la consecución de dicho objetivo.

4.1 ANÁLISIS DEL SISTEMA.

4.1.1 Investigación preliminar. Si se va a desarrollar un proyecto de este tipo por cualquier método o combinación de métodos, primero es necesario revisar la necesidad que se va a satisfacer. La finalidad de la investigación preliminar es evaluar los requerimientos del proyecto, no es un estudio de diseño, ni tampoco incluye la recolección de detalles para describir el software, mas bien, es la reunión de información que permita los méritos de la solicitud del proyecto y emitir un juicio con conocimiento de causa, con respecto a la factibilidad del proyecto propuesto.

Dentro de la investigación preliminar fue necesario:

- Aclarar y comprender los requerimientos del software, es decir entender que se va a hacer, que es lo que se requiere y porqué.
- Determinar el tamaño del sistema.
- Evaluar los costos y beneficios de diversas opciones.
- Determinar la factibilidad técnica y operacional de las diferentes alternativas.

4.1.2 Análisis documental o estructurado. En esta fase se conocieron los avances en materia de software para la industria metalmecánica de una forma analítica y práctica, de igual forma se estudiaron y analizaron los software de proyectos realizados anteriormente en materia de procesos de mecanizado, como GERIMHER que contienen una estructura parecida en la parte de selección, además se estudiaron posibilidades de diseño para obtener la óptima. El software del presente trabajo es diferente a la estructura desarrollada de trabajos realizados anteriormente, debido a que se incorporan nuevos elementos como lo es el módulo de capacitación y el módulo de clasificación lo que lo hace muy interactivo y dinámico para el usuario.

Para obtener un buen resultado del análisis se debe:

- Aprender los detalles y procedimientos de los sistemas de información actuales.
- Obtener una idea de las demandas futuras de la organización como resultado del crecimiento, del aumento de la competitividad del mercado, cambio en las necesidades del consumidor, introducción y adquisición de nuevas tecnologías.
- Hacer una documentación de todos los detalles de los sistemas de información para su revisión y discusión.

- Evaluar la eficiencia y efectividad de los sistemas y sus procedimientos.
- Documentar las características del software con un nivel de detalle que permita comprender a otros, sus componentes y su interrelación, y de una manera que sea posible manejar el desarrollo del software.

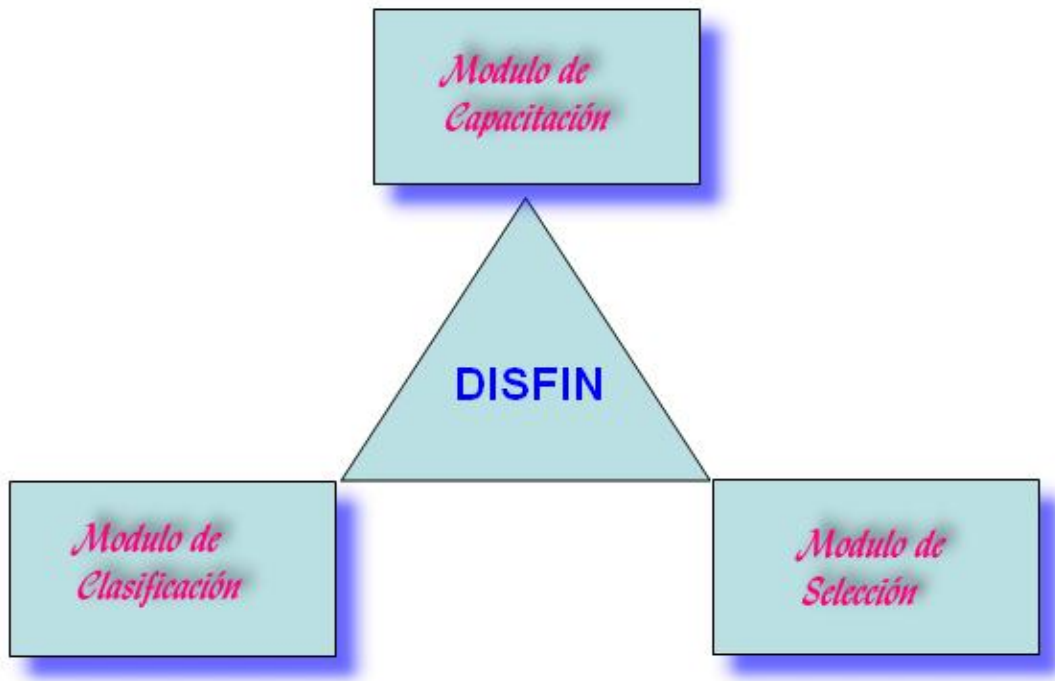
El análisis para el diseño y desarrollo del software, parte de la base del flujo principal de la información que se genera de las necesidades del usuario y de los datos que se almacenan a partir de ésta.

A raíz de que los procesos de mecanizado, como torneado, fresado y taladrado, son de índole evolutivo y teniendo en cuenta lo encontrado en la fase de análisis, la base de datos de sistemas de sujeción a desarrollar debe estar basada en los enlaces entre los diferentes módulos del software y de la manera en que estos ayudan en la comprensión en el momento de seleccionar determinado sistema de sujeción y como fluye la información a través de los mismos; la estructura de información que se muestra en la figura 30, corresponde a los enlaces y flujo de información, en el diseño general de DISFIN; los módulos contenidos en esta estructura están fundamentados en dos partes principales que son:

a) El sistema manejador de bases de datos, los archivos de datos y los módulos del software. El sistema manejador de BD es la parte del software donde se comunica el usuario con la información contenida en las BD así como la información contenida en formato HTML y formato PDF. Esta parte facilita el acceso a la información de una manera rápida y completa.

b) Los archivos de datos son el conjunto de todos los datos, como características y parámetros que definen y detallan los dispositivos portaherramientas y portapiezas, procesos de mecanizado, información de procesos etc.

Figura 30. Enlaces y Flujo de información en el diseño de DISFIN.



4.1.3 Definición de requerimientos. Un requerimiento es una característica que debe incluirse en un sistema. Los requerimientos principalmente incluyen la forma de captura de la información (las entradas), la forma de procesarla, la forma de producir la información (las salidas), la forma de realizar el control sobre los datos y parámetros obtenidos, y brindar soportes de decisión al usuario. En la determinación de requerimientos se realizaron tres actividades que son:

- a) **Anticipación de requerimientos:** se basa en el estudio de otros sistemas ya desarrollados de ambiente similar al que se va a desarrollar, lo que permite anticipar ciertos problemas o características y requerimientos para el sistema.
- b) **Investigación de requerimientos:** esta es la actividad más importante del análisis del sistema. Es el estudio y documentación del sistema actual usando

para ellos técnicas que conduzcan a definir hechos, análisis de flujo de datos y análisis de decisión. Es aquí donde se aplican entrevistas, cuestionarios, observación y revisión de documentación entre otros.

c) Especificación de requerimientos: los datos que se obtuvieron durante la recopilación se analizan para determinar las especificaciones de los requerimientos. Esta actividad tiene tres partes relacionadas entre sí:

- Análisis de los datos basado en hechos reales.
- Identificación de requerimientos esenciales.
- Selección de estrategias para satisfacer los requerimientos.

Todas las aplicaciones de software para sistemas de información se pueden denominar procesadores de datos. La aplicación a desarrollar cumple fundamentalmente con esta característica, es decir los requerimientos fundamentales para este sistema se centran en: la aceptación correcta de la información que ingresa al sistema, la manipulación adecuada de esta y la producción óptima de una salida de información del sistema. Los elementos fundamentales y necesarios que debe contener el sistema de información se denominan con el nombre de módulo. Dentro de estos módulos se concibió el desarrollo de un módulo que maneja la información sobre las características y datos técnicos de sistemas de sujeción de pieza y herramienta, el cual fue desarrollado en este proyecto, este fue denominado con el nombre de Módulo de Selección. La información requerida de los sistemas de sujeción tanto portapieza como portaherramientas que hace parte de la base de datos de DISFIN, proviene de fuentes secundarias como catálogos suministrados por las empresas fabricantes de estos dispositivos de sujeción entre ellos: Iscar, Seco, Sandvik, Carrlane, Rhomeld, Workholding, Sumitomo, Waltermagnetics, Lambrich, Kennametal, Riten, etc.

4.2 DISEÑO DE DISFIN.

En esta etapa se crea un esquema conceptual de la base de datos. Se desarrollan las especificaciones hasta el punto en que puede comenzar la implementación. Durante esta etapa se crean modelos detallados de las vistas de usuario y sobre todo las relaciones entre cada elemento del sistema, documentando los derechos de uso y manipulación de los diferentes grupos de usuarios. Si parte de la información necesaria para crear algún elemento establecido ya se encuentra implementado en otro sistema de almacenamiento hay que documentar que relación existirá entre uno y otro y detallar los sistemas que eviten la duplicidad o incoherencia de los datos. El diseño consta de tres fases: el diseño global o conceptual, el diseño lógico y el modelo físico.

Después de realizada la etapa de análisis de DISFIN, el diseño del módulo de capacitación es la primera etapa, sigue el módulo de clasificación y a su vez se desarrolla simultáneamente el módulo de selección, luego se concluye con la interfaz de DISFIN, efectuando así la integración de los tres módulos; en esta fase se desarrollaron tres actividades técnicas (diseño, desarrollo y pruebas), necesarias para construir y verificar el software. Los requisitos del sistema manifestados por los datos y los modelos funcional y de comportamiento componen la fase de diseño.

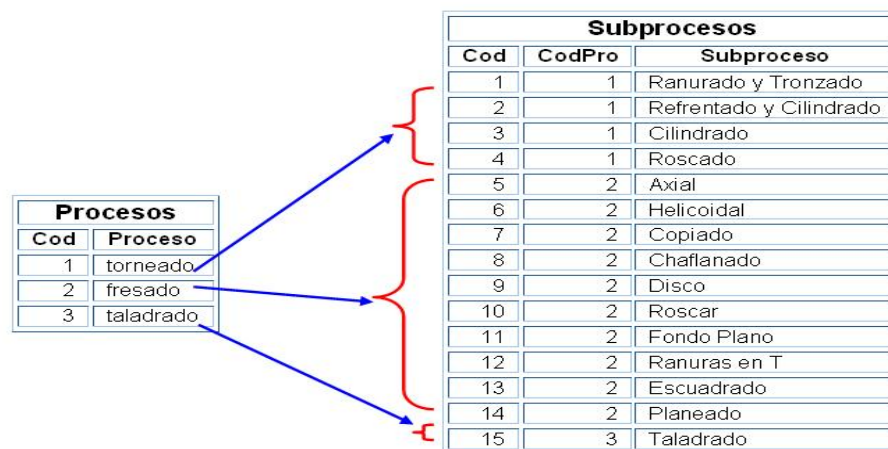
Ahora se tienen en cuenta las fases de diseño para el módulo de selección que a su vez contiene dos módulos, Disfin Selección, Disfin Administrador:

- Diseño de flujo de datos.
- Diseño de entradas y salidas.
- Diseño de la base de datos.

- Diseño de interfaz con el usuario.
- Diseño de seguridad y control.
- Diseño de procedimientos.

4.2.1 Diseño de flujo de datos. El diseño de flujo de datos es la primera y la más importante de las actividades de diseño. El impacto de la estructura de datos en la estructura del programa y la complejidad de los procedimientos hace que el diseño de flujo de los datos tenga una profunda influencia en la calidad del software. Los conceptos de ocultación de información y abstracción de datos proporcionan el fundamento para un enfoque de diseño del flujo de datos. El diseño de flujo de datos consiste en transformar el modelo de dominio de la información, creado durante el análisis de las estructuras de datos necesarias para implementar el software; los objetos de datos y sus relaciones proporcionan la base para la actividad de diseño de datos, como se puede observar en la siguiente figura para el flujo de datos de las diferentes tablas que componen la base de datos dependiendo del proceso y subproceso, es decir la información fluirá de acuerdo a lo mostrado en la figura 31.

Figura 31. Flujo de datos entre las diferentes tablas



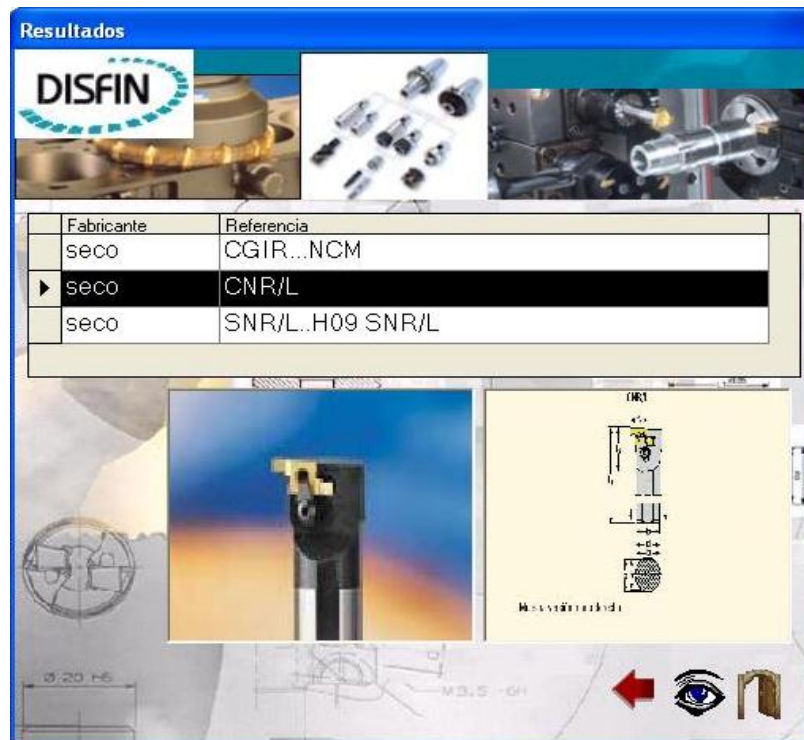
4.2.2 Diseño de entradas y salidas. El diseño de las entradas es el enlace que une la información del Módulo de Selección con los usuarios. El diseño de entradas consiste en el desarrollo de especificaciones y procedimientos para la preparación de datos, la realización de los pasos necesarios para poner los datos de una transacción en una forma utilizable para su procesamiento, así como la entrada de los datos, para así poder discriminar que datos son importantes para las diferentes transacciones que se llevan a cabo dentro del sistema de información, de tal manera que fuera necesario recopilarlos como entrada de datos y para procesamiento. Las entradas, cualquiera que sea, van a contener datos variables, y/o datos que el sistema puede recuperar automáticamente. Para la mayoría de los usuarios, las salidas son consideradas como la base sobre la que ellos evaluarán la utilidad de la aplicación. El término salida se utiliza para denotar cualquier información producida por el sistema de información, ya sea en forma impresa o en pantalla. Para el diseño de salidas del Módulo de Selección fue necesario:

- Identificar las salidas con sus características específicas, de tal manera que satisficieran los requerimientos de información para los usuarios. Con los colores característicos de DISFIN, así como también su logotipo, letras y combos diseñados para la creación del software DISFIN como se puede observar en las figuras 32 y 33.
- Seleccionar el método adecuado para presentar la información.
- Crear los reportes que van a contener la información producida por DISFIN.
- Identificar quienes recibirán las salidas.
- Saber el uso que se pretende dar a cada una de las salidas.
- Discriminar los detalles necesarios que deba contener las salidas.

Figura 32. Diseño de entradas



Figura 33. Diseño de salidas



Las salidas que DISFIN presentará van a ser de tipo visualización en pantalla y tipo reporte; tanto para el administrador como para el usuario de primer nivel, el tipo de reporte se presentará impreso en papel de forma organizada y completa, por orden de importancia de la información.

4.2.3 Diseño de la base de datos y su interacción con DISFIN. Los sistemas de información están orientados hacia el uso de las bases de datos. La base de datos acumula los datos de las transacciones. En el diseño de la base de datos se determina su contenido y se elige el método de organización de los datos. La utilización de bases de datos no elimina del todo la necesidad del uso de archivos en el sistema de información.

Para el almacenamiento de la información dentro del Módulo de Selección, se utilizará una base de datos que estará dividida en una serie de tablas de diferentes tipos que son:

- **Tabla maestra:** que guardará todos los registros acerca de las propiedades y características de los fluidos de corte.
- **Tablas de transacciones:** son tablas temporales con el propósito de acumular datos acerca de los eventos que ocurren al momento de realizar una consulta, ya sea búsqueda rápida de sistemas portapiezas o portaherramientas.
- **Tablas de referencia:** son aquellas que guardan el conjunto de datos de referencia utilizados en el procesamiento de transacciones, actualización de los archivos maestros o producción de salidas.
- **Tablas de reportes:** son archivos temporales que se utilizan cuando el tiempo de impresión no está disponible para todos los reportes producidos, situación que surge con frecuencia en el procesamiento sobrepuesto.

La tabla 4 es una tabla maestra y muestra la agrupación de de los procesos de mecanizado con su respectivo código. La tabla 5 es una tabla maestra que agrupa los diferentes subprocesos con su respectiva codificación.

Tabla 4. Procesos de Mecanizado

Procesos	
Cod	Proceso
1	torneado
2	fresado
3	taladrado

Tabla 5. Subprocesos de Mecanizado

Subprocesos		
Cod	CodPro	Subproceso
1	1	Ranurado y Tronzado
2	1	Refrentado y Cilindrado
3	1	Cilindrado
4	1	Roscado
5	2	Axial
6	2	Helicoidal
7	2	Copiado
8	2	Chaflanado
9	2	Disco
10	2	Roscar
11	2	Fondo Plano
12	2	Ranuras en T
13	2	Escuadrado
14	2	Planeado
15	3	Taladrado

Además del diseño de la base de datos y los archivos, se deben diseñar los medios de interacción de estos con la base de datos. Para el diseño adecuado de la interacción con la base de datos se realizaron las siguientes acciones:

- Se identificaron las relaciones entre los diferentes datos que maneja DISFIN. Muchas de las entidades que comprenden el DISFIN de información

están relacionadas unas con otras, estas relaciones permiten que el flujo de la información sea el correcto, haciendo óptimo el desempeño de las funciones de DISFIN, razón por la cual es fundamental que se identifique con claridad dichas relaciones. En la figura 34 se observan algunas de las relaciones entre entidades dentro de DISFIN.

Figura 34. Tipos de relaciones entre las diferentes entidades de DISFIN.



Luego de identificadas las relaciones, el paso a seguir es describir las relaciones entre entidades; las relaciones entre entidades se describen mediante su dependencia la una de la otra, al igual que por el alcance de la relación. En cuanto al alcance de la relación este incluye dos aspectos que son la dirección de la relación, que para el caso de la figura 34 indica que la entidad HERRAMIENTA por ejemplo está asociado a la entidad H # y el tipo de asociación entre ellas puede ser uno a uno; la entidad PROCESO por ejemplo está asociado a la entidad SUBPROCESO y el tipo de asociación entre ellas puede ser uno a muchos; la entidad PASO por ejemplo está asociado a

la entidad HERRAMIENTA y el tipo de asociación entre ellas puede ser muchos a muchos.

- Requerimientos de datos para cada entidad. Una vez se han determinado las entidades y sus relaciones se centra en los requerimientos de datos para cada entidad, es necesario construir un diagrama de estructura de datos a partir de la información obtenida; la figura 49 muestra la estructura total de DISFIN con las relaciones entre entidades, la dirección de las relaciones y sus alcances.

4.2.4 Diseño de la interfaz. El diseño de la interfaz de usuario tiene tanto que ver con el estudio de las personas como con los aspectos de la tecnología. Para iniciar esta parte del diseño fue necesario preguntarse cosas como: ¿Quién es el usuario?, ¿cómo aprenderá el usuario a interactuar con DISFIN?, ¿Cómo interpreta el usuario la información producida por el DISFIN? El proceso general para diseñar la interfaz de usuario, empieza con la creación de diferentes modelos de función del sistema (tal y como se percibe desde afuera). Se definen las tareas orientadas al hombre y a la máquina, requeridas para conseguir una adecuada función del sistema. En la figura 35 se muestra un ejemplo de la interfaz de usuario para DISFIN. El objetivo del diseño de interfaces es conseguir que estas sean lo más eficientes y amigables posible, en el diseño de DISFIN se buscó que fuera lo mas interactivo posible como se puede observar en los módulos de capacitación y clasificación.

En el diseño de las interfaces en fue necesario abordar tres categorías:

- La interacción general del usuario con el sistema. En la mayoría de los casos este aspecto abarca la visualización de la información, la entrada de datos y el control general del sistema. El módulo de selección el cual contiene

la base de datos esta conformado por dos aspectos: un aspecto es el que tiene que ver con la selección de la dispositivos de sujeción y al cual tiene acceso cualquier usuario y un aspecto de modificación de la información contenida en la base de datos al cual solo pueden acceder usuarios con clave. Para ofrecer una buena interacción general entre el sistema y el usuario se usó un formato consistente para la visualización de los datos, y otras cuantas funciones; además se pide la verificación por parte del usuario de cualquier acción destructiva con alertas, esto es muy importante cuando se trabaja con sistemas de información que manejan gran cantidad de registros.

Figura 35. Ventana diseñada como interfaz de usuario



- **Visualización de la información.** La información presentada por el sistema es completa y coherente de tal manera que satisface las necesidades del usuario; para controlar este aspecto fue necesario: mostrar únicamente la información relevante para cada ventana de manera ordenada de acuerdo a

su importancia y con un alto grado de estética, mostrar formatos de visualización rápida de la información, usar etiquetas consistentes, abreviaciones estándar, colores variados y representaciones gráficas que faciliten la accesibilidad a las órdenes, mostrar mensajes de error, mostrar mensajes de ayuda, adecuar el tamaño de cada ventana a la cantidad de la información que se quiere mostrar, etc.

- **Entrada de los datos.** La gran mayoría del tiempo que van a utilizar los usuarios manipulando el sistema va a ser seleccionando dispositivos de sujeción tanto de pieza como herramienta , y por parte del administrador introduciendo registros y nuevos dispositivos o modificándolos, es por esto que esta interfaz minimiza el número de acciones de entrada de datos que necesita realizar el usuario, es decir se reduce la cantidad de escritura necesaria, esto mediante la presentación de botones y listas de selección; los dispositivos que son inapropiadas en el contexto de las acciones actuales se desactivan, lo cual protege al usuario de cometer acciones que lo lleven a errores.

4.2.5 Diseño de seguridad y control. Es muy importante que en la etapa de diseño exista una anticipación a los posibles errores que se pueden presentar al ingresar datos en el sistema o al solicitar la ejecución de ciertas funciones por parte de los usuarios, algunos de estos errores podrían no tener importancia, pero algunos otros pueden ser tan serios que ocasionarían el borrado de datos o el uso inapropiado del sistema.

Entre los aspectos de seguridad y control se tuvieron en cuenta:

- **Controles de acceso a usuarios:** buscan proteger la información que suministra el sistema de todo usuario no autorizado; este control se describe con detalle en el capítulo 6: Manual de Usuario.

- **Control en el ingreso de datos:** este control pretende que los datos que se ingresen al sistema sean exactos, válidos y concretos. Por esta razón se pueden ingresar datos que el usuario con acceso a modificación determine como importantes o relevantes para su posterior consulta.

4.2.6 Diseño de procedimientos. El diseño de procedimientos se realiza después de los diseños de flujo de datos, de entradas y salidas del módulo de selección, de la base de datos y su interacción, y el diseño de las interfaces. El diseño de procedimientos consiste en especificar los detalles, de las diferentes tareas que deben ejecutarse al utilizar el módulo de selección, por medio de un lenguaje que no se preste para ambigüedades y que sea de fácil manejo, es decir plasmar en los términos de un lenguaje claro y conciso los algoritmos necesarios para la correcta realización de los procedimientos de entradas de datos, ejecución de procedimientos, para el manejo de errores, de seguridad y control y de salidas del DISFIN. En la figura 36, se puede observar un ejemplo de los procedimientos, que se llevan a cabo en DISFIN. En las figuras 37 a 42 se observan los procedimientos para la selección de portapieza y portaherramientas para torneado, fresado y taladrado. En la figura 43 se observa el procedimiento que se lleva a cabo en el módulo de capacitación; en la figura 44 se aprecia los procedimientos en el módulo de clasificación.

4.2.7 Diseño de integración DISFIN. Esta fase es el concepto de agrupación e integración de los tres módulos de los cuales consta el software:

- Uno en formato HTML, el módulo de capacitación, el cual contiene un módulo de evaluación que necesita de un servidor bien sea instalado en el sistema operativo del PC donde es instalado el software para este caso se necesita del software PWS (Personal Web Server por sus siglas en Inglés) o

un servidor como plataforma para contener todas las preguntas a evaluar en formato ASP (Active Server Pages)

- Otro en formato PDF, el módulo de clasificación.
- El módulo de selección que contiene la base de datos de todos los dispositivos portaherramientas y portapiezas junto con sus características, fotos, planos de montaje especificaciones, recomendaciones.

Para finalmente formar un software único de instalación y ejecución.

Figura 36. Diagrama de flujo de Programación.

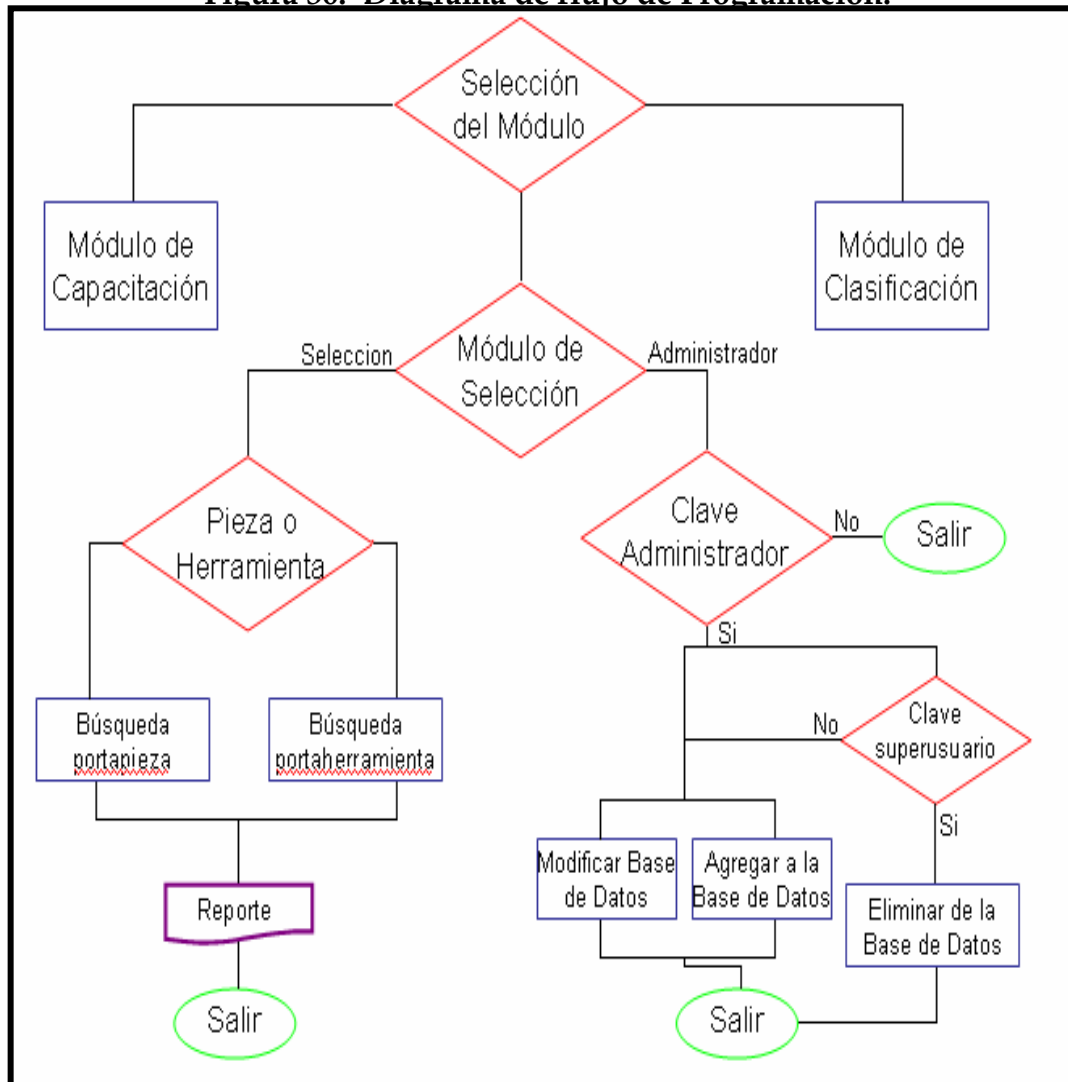
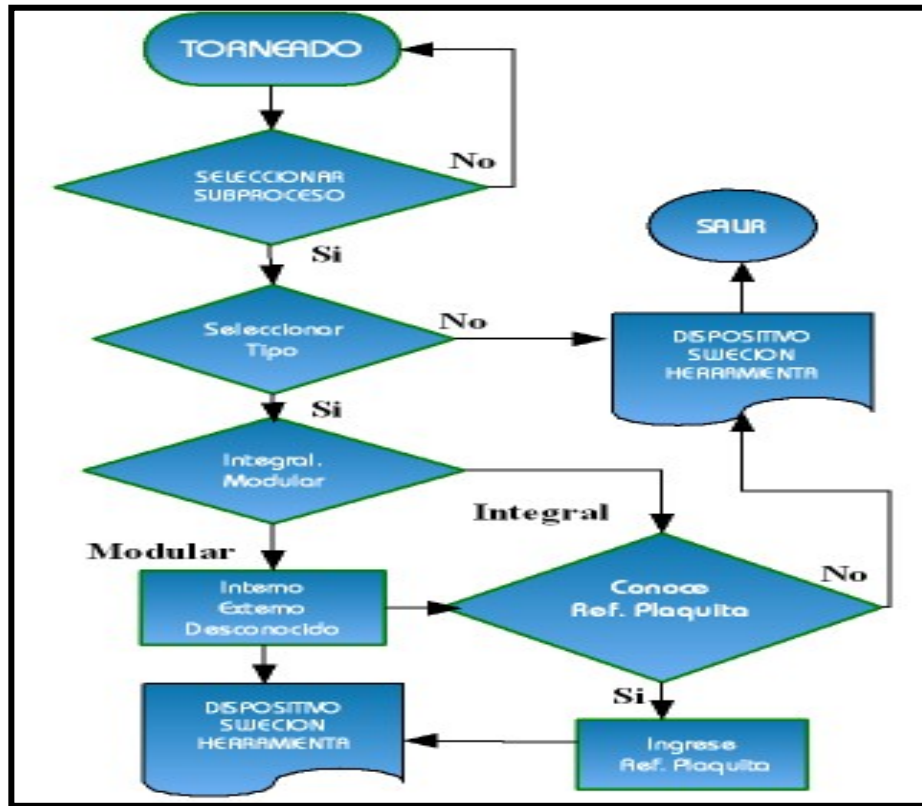


Figura 37. Flujo de programación selección portaherramienta torneado.

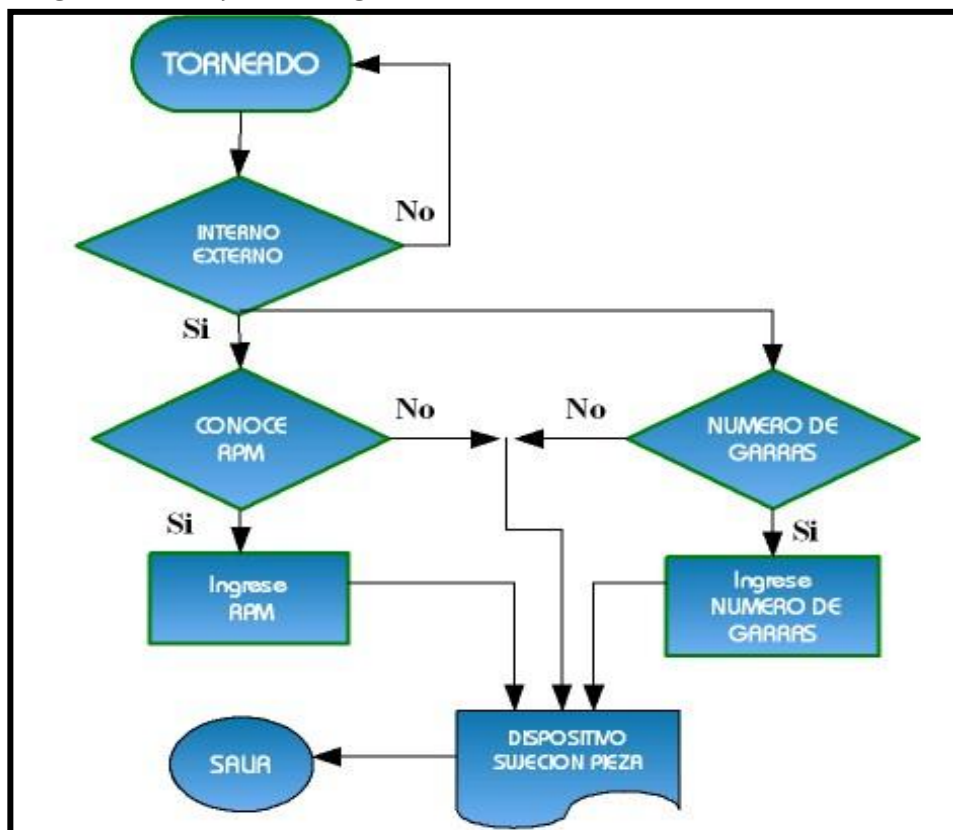


4.3 PROGRAMACION Y DESARROLLO.

El software al igual que todos los sistemas complejos, evolucionan con el tiempo, de la misma manera el diseño y desarrollo de aplicaciones ha cambiado en los últimos años y como consecuencia de esto las formas de programación. Es por esto que de una programación que inicialmente era secuencial se paso a una programación modular, para llegar a una programación estructurada, de la cual se obtienen muy buenos resultados. La programación secuencial sugiere un enfoque sistemático secuencial de desarrollo de aplicaciones, que comienza en un nivel de sistemas y progresa con el análisis, diseño, codificación, pruebas y mantenimiento, realizadas dichas acciones una a continuación de las otras. La programación modular

que se caracteriza por la realización de secuencias completas por módulos de programación*, antes de pasar a otro módulo de secuencias del software, y la programación estructurada que se basa en el diseño del programa de lo general a lo particular y está fundamentada en el teorema de estructura, que dice que todo programa puede ser diseñado utilizando únicamente las estructuras básicas: secuencial, alternativa y repetitiva. A partir de la programación estructurada los esfuerzos se centraron en potenciar la modularidad y la reutilización de código, lo que condujo a la programación orientada a objetos, que se complementa con una programación basada en

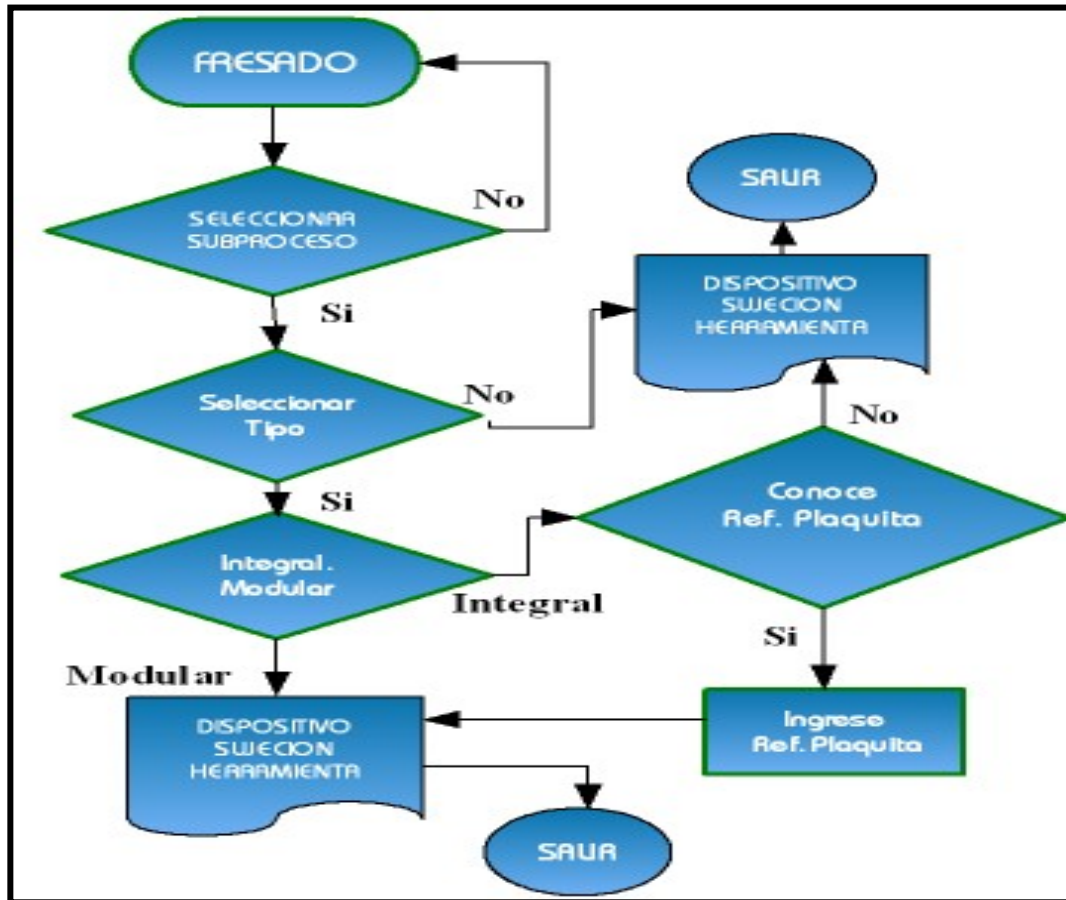
Figura 38. Flujo de programación selección portapieza torneado.



* Son divisiones del software, identificables y tratables por separado, los cuales están integradas para satisfacer los requisitos del programa. La modularidad es un atributo del software que hace a un programa manejable intelectualmente.

SQL (Standard Query Language)^{2*} encargada de enlazar la programación orientada a objetos a las BD. La plataforma de desarrollo utilizada para la realización del software es una aplicación fundamentada en la programación orientada a objetos.

Figura 39. Flujo de programación selección portaherramientas fresado



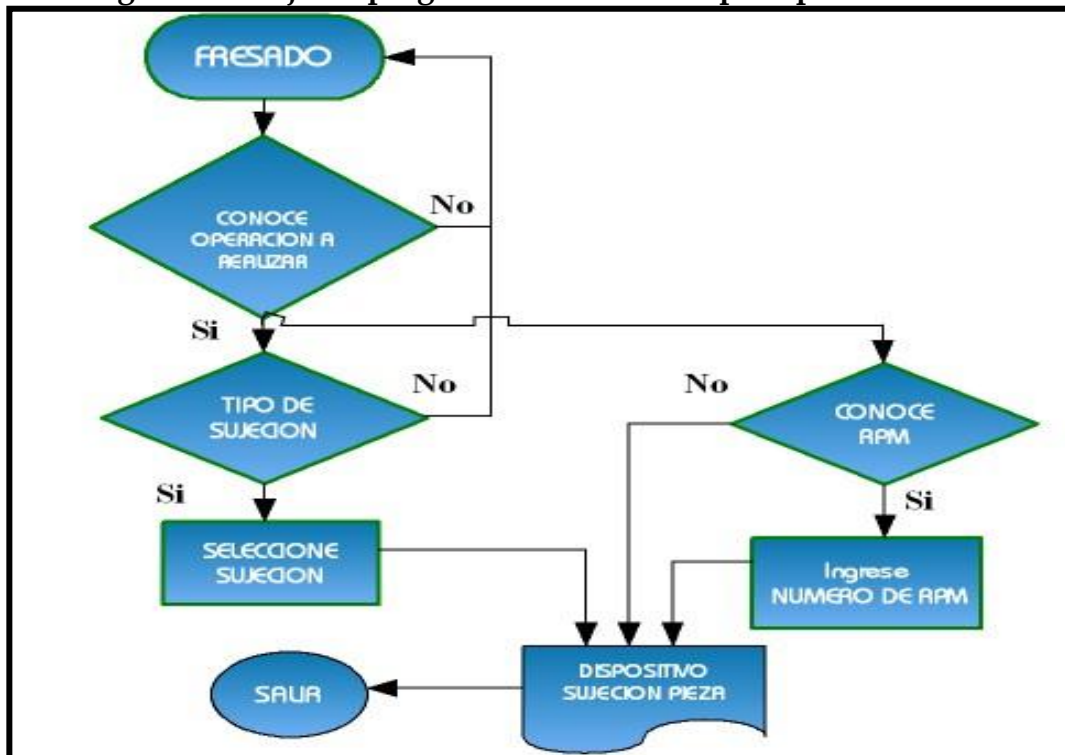
4.3.1 Programación orientada a objetos. La programación orientada a objetos (POO) es una forma de programación que utiliza objetos, estos objetos son elementos del mundo de la programación que poseen propiedades y atributos. Las propiedades y atributos de los objetos se pueden modificar o

** Lenguaje estandarizado de base de datos, el cual permite analizar tablas y obtener datos de ella de manera muy sencilla.

eliminar de acuerdo a la necesidad, estos objetos están ligados mediante mensajes con el fin de solucionar problemas. Existen unos elementos básicos en la programación orientada a objetos, que se utilizaron en la programación, los cuales son:

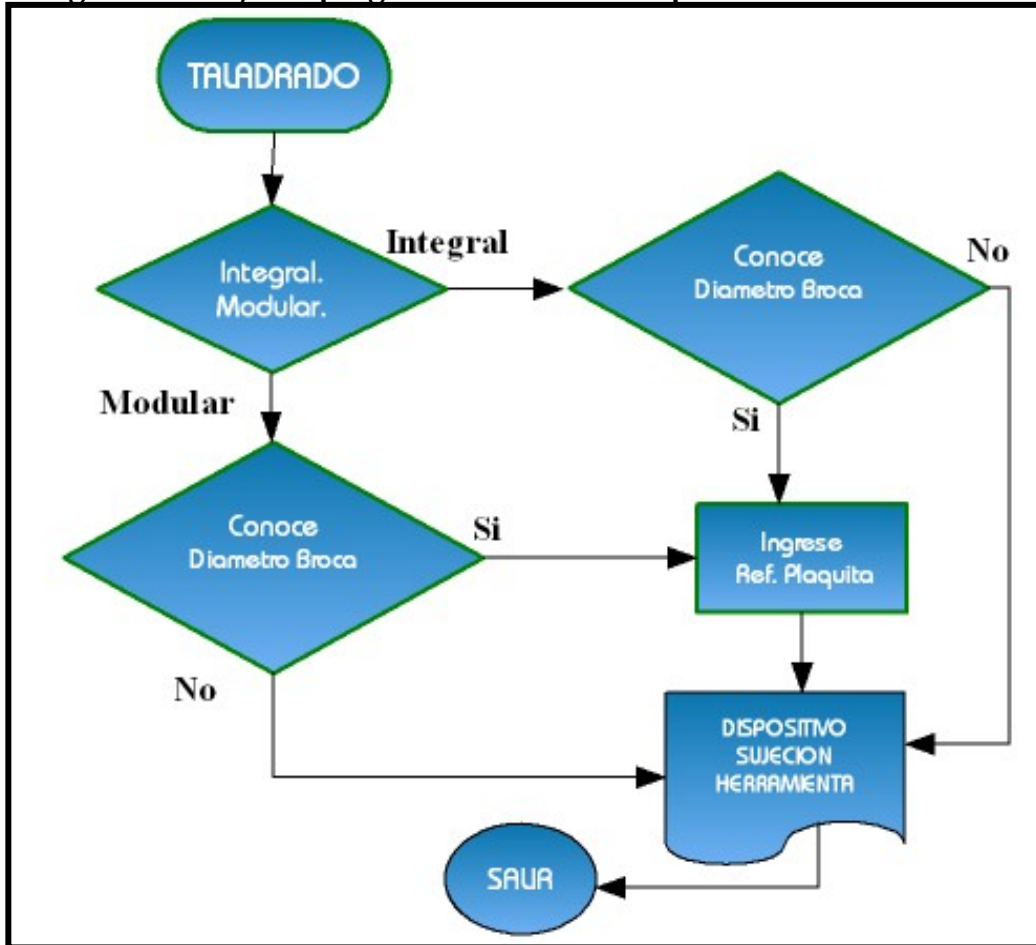
Objetos. Un programa tradicional se compone de procedimientos y de datos. Un programa orientado a objetos se compone solamente de objetos. Un objeto es una encapsulación genérica de datos y de los procedimientos para manipularlo. Dicho de otra forma, un objeto es una entidad que tiene unos atributos particulares y unas propiedades y las formas de operar sobre ellas, los métodos. Por lo tanto, un objeto contiene por una parte, operaciones que definen su comportamiento, y por otra parte variables manipulables por estas operaciones que definen su estado.

Figura 40. Flujo de programación selección portapieza fresado



Por ejemplo una ventana del sistema operativo Windows es un objeto. El color del fondo de la ventana, el ancho, el alto, etc. son sus propiedades. Las rutinas lógicamente transparentes al usuario, que permiten maximizar la ventana, minimizarla, etc., son los métodos.

Figura 41. Flujo de programación selección portaherramientas taladrado



➤ **Métodos.** Un método se implementa en una clase de objetos y determina como tiene que actuar el objeto cuando recibe el mensaje. En adición las propiedades permitirán almacenar información para dicho objeto. Un método puede también enviar mensajes a otros objetos solicitando una acción o información.

- **Mensajes.** Cuando se ejecuta un programa orientado a objetos, los objetos están recibiendo, interpretando y respondiendo a mensajes de otros objetos, lo cual marca una clara diferencia con respecto a los elementos de datos pasivos de los sistemas tradicionales. Por ejemplo cuando un usuario quiere maximizar una ventana en Windows, lo que hace simplemente es pulsar el botón de la misma que realiza esta acción, esto provoca que se envíe un mensaje a la ventana para indicar que tiene que maximizarse; como respuesta a esto se ejecutará el método programado para este fin.

Figura 42. Flujo de programación selección portapieza taladrado

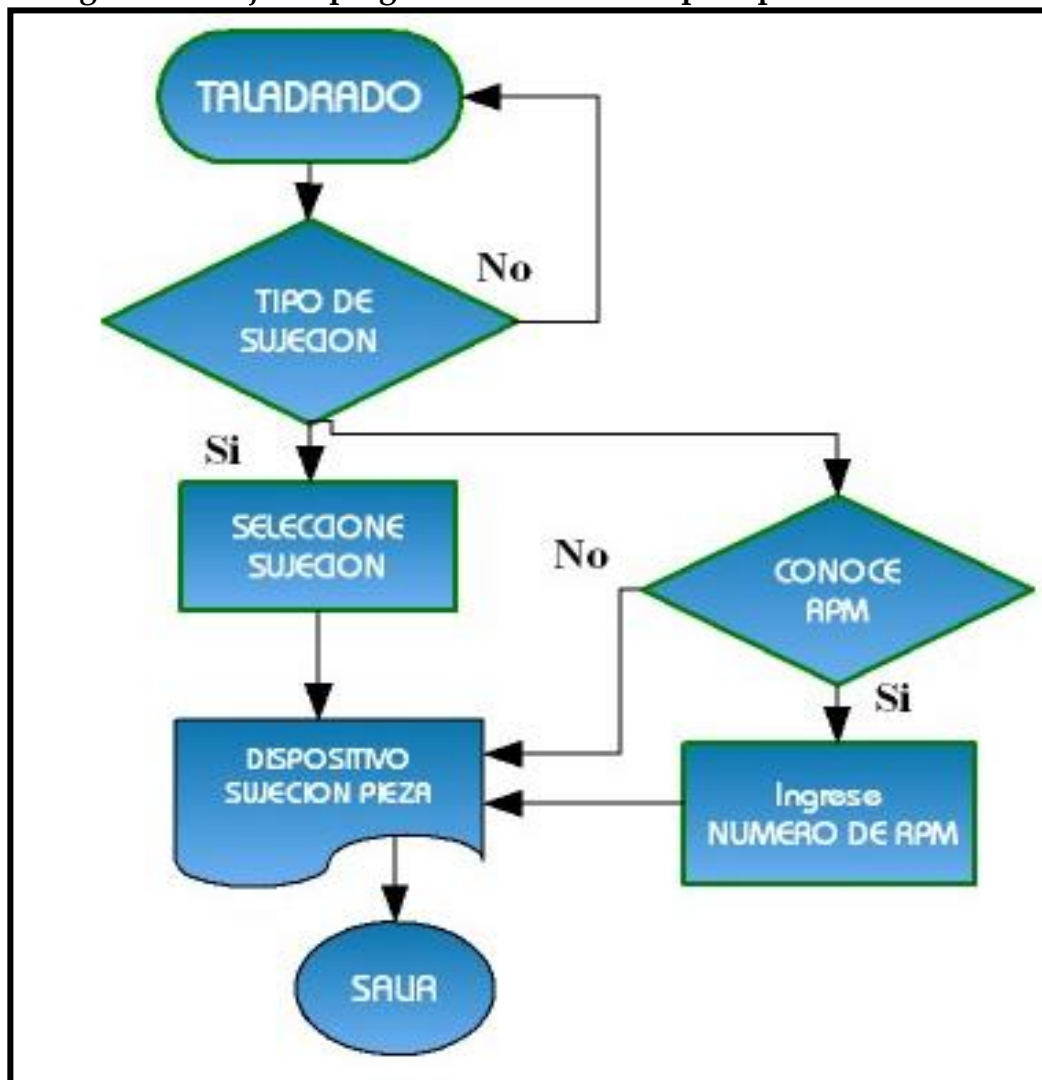


Figura 43. Diagrama flujo de programación módulo de capacitación

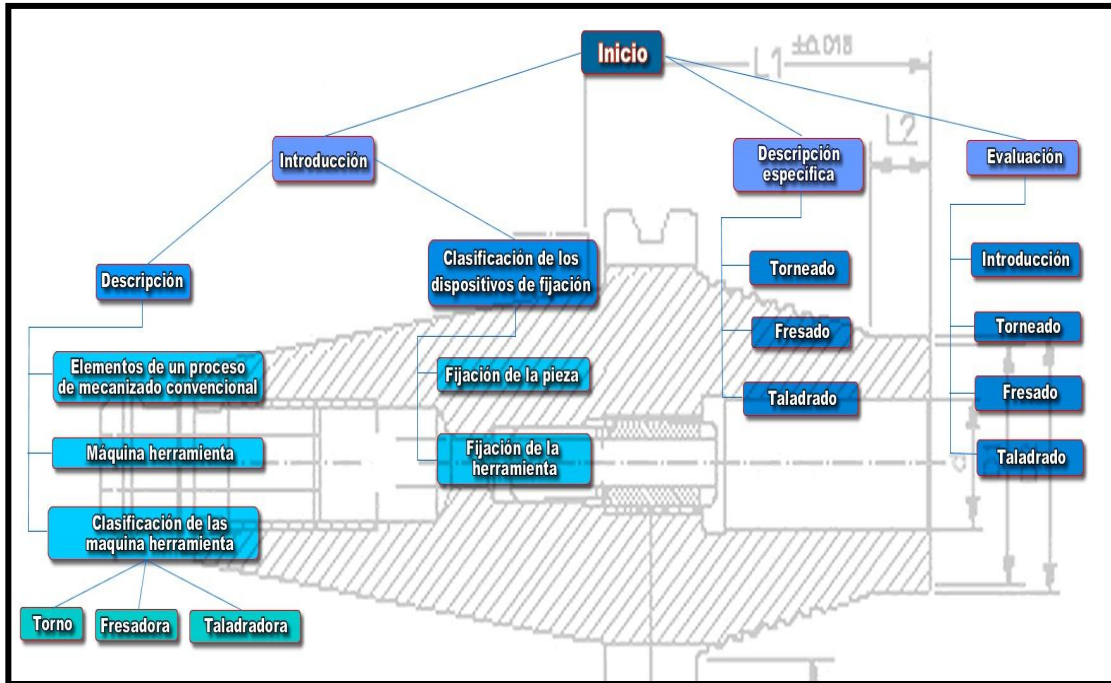
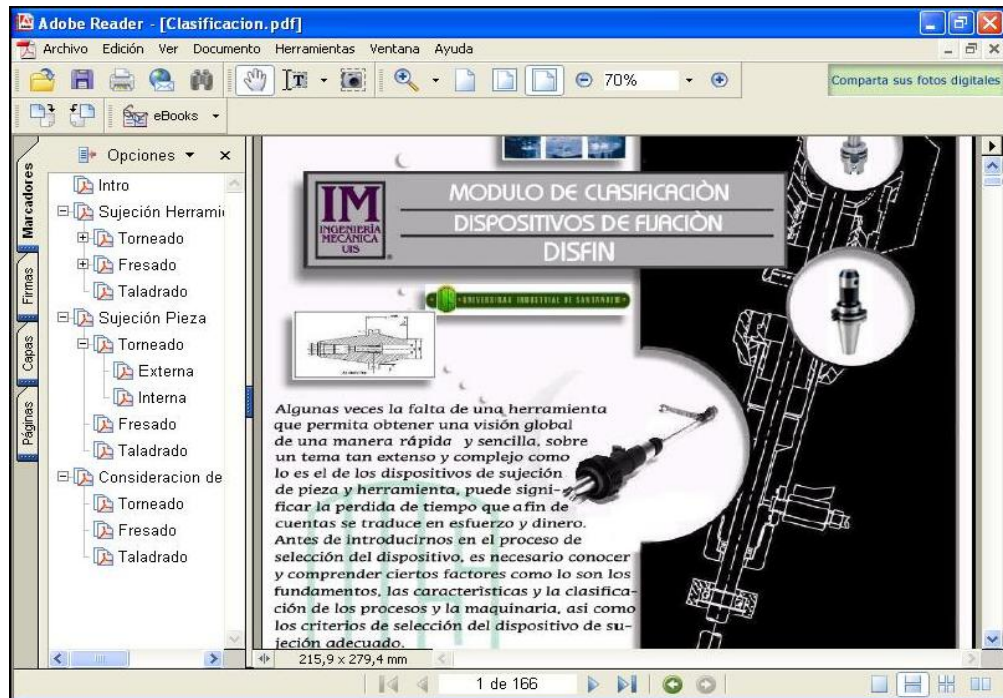


Figura 44. Diagrama flujo de información módulo de clasificación



La estructura más interna de un objeto esta oculta para los usuarios y la única conexión con el exterior son los mensajes. Los datos que están dentro de un objeto solamente pueden ser manipulados por los métodos asociados al propio objeto. En la figura 45 se observa los mecanismos básicos de la programación orientada a objetos.

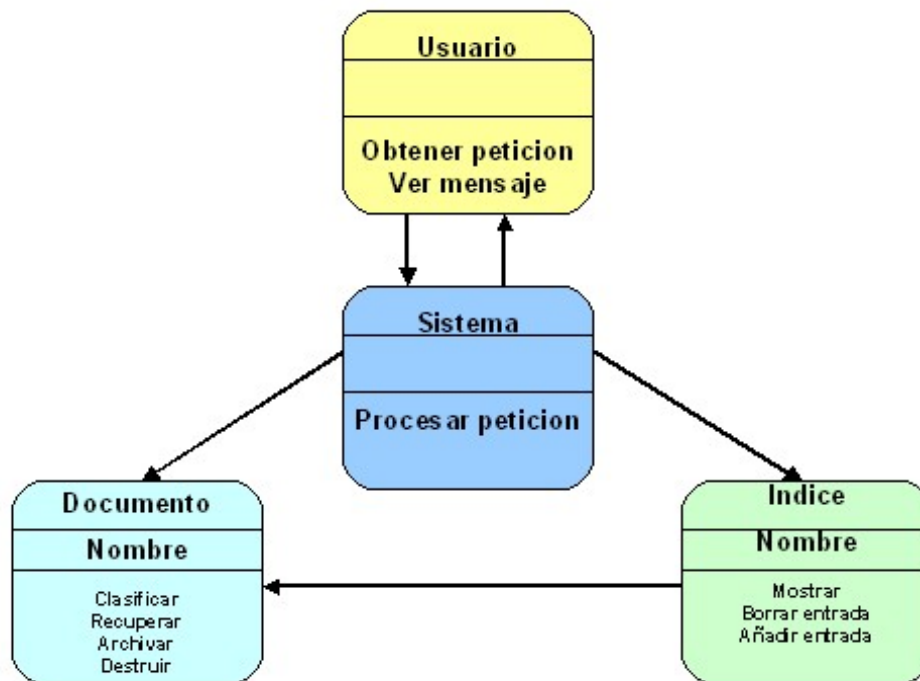
La ejecución de un programa orientado a objetos realiza fundamentalmente tres cosas:

- Crear los objetos necesarios.
- Los mensajes enviados a unos y otros objetos dan lugar a que se procese internamente la información.
- Finalmente cuando los objetos no son necesarios son borrados, liberándose la memoria ocupada por los mismos.

4.3.2 Fases en el proceso de programación. El proceso de programación se lleva a cabo teniendo en cuenta las fases que se indican a continuación:

- **Investigación Preliminar.** De esta fase hacen parte las actividades con las cuales se determinan las metas que se pretenden en la programación del software, su factibilidad técnica y operacional.
- **Análisis del problema.** Mediante esta fase se realiza un estudio detallado de los procesos y procedimientos relacionados con el software a desarrollar, a fin de descubrir los problemas que se deben solucionar. En esta fase se requiere el estudio de los problemas y necesidades que fueron presentadas en la sección 1, con base a este estudio detallado se identifican y se definen las características que debe poseer el sistema , así como la información que este debe producir y sus características operacionales.

Figura 45. Elementos básicos de la programación orientada a objetos POO



- **Diseño de la solución.** En esta fase es donde se establece la forma como el sistema cumplirá con los requisitos identificados en la fase anterior y si es caso de ser necesario se realiza un rediseño de procesos y procedimientos. Las especificaciones de diseño se representaron mediante diagramas y esquemas, que proporcionan una visión clara de lo que se desea para facilitar el proceso de programación.
- **Construcción de la solución en forma programada.** Este proceso es completamente mecánico, ya que consiste en la solución en forma de programa real de la solución desarrollada en la fase tres, siguiendo las reglas del lenguaje de programación.
- **Prueba.** Es fundamental que a medida que se va programando la solución se vaya probando, buscando que lo programado sea lo más óptimo. La única manera en que las pruebas puedan demostrar que un programa es

correcto es examinar todos los casos posibles, situación que es imposible técnicamente.

➤ **Documentación.** Es imprescindible para la correcta manipulación del programa así como para su mantenimiento. La documentación debe ser interna y externa, es decir, documentos referenciados a la estructura interna o de programación y manuales de usuario.

En la figura 46 se presenta un gráfico que ejemplifica la secuencia en las fases del proceso de programación.

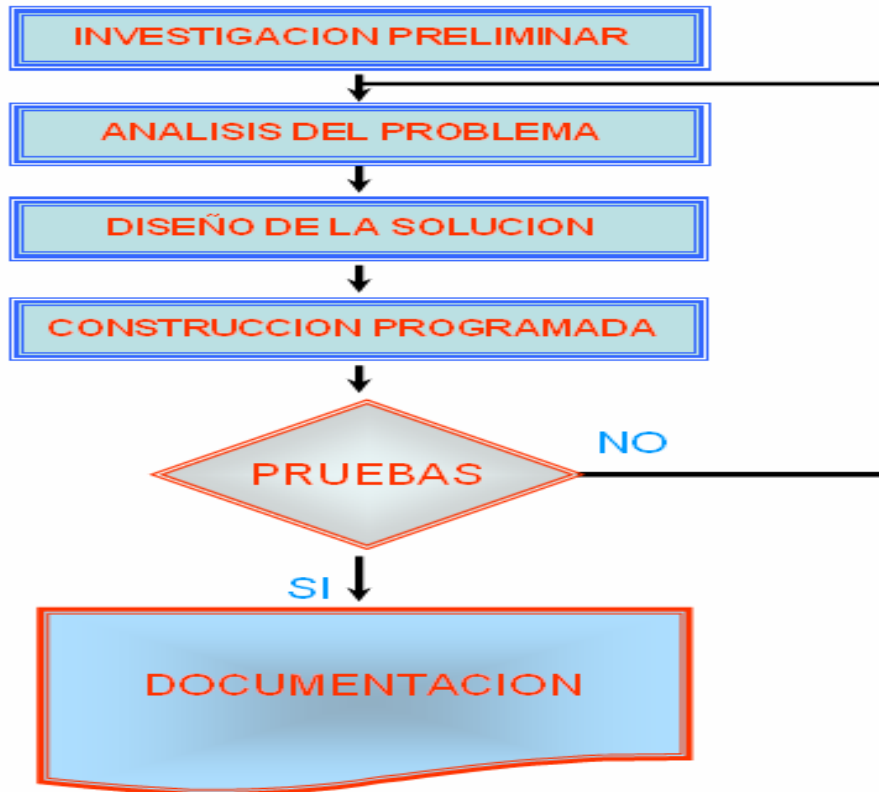
4.3.3 Desarrollo del código del software. Teniendo en cuenta la cuarta fase del proceso de programación, que consiste en dar solución al problema planteado al inicio del proceso en forma programada, se procedió a la escritura del código necesario para que el software realizara las funciones para las cuales se diseñó, partiendo de los diagramas de flujo planteadas en la fase de diseño. A continuación se muestran unas pocas sentencias de código utilizadas para crear el back up de la base de datos, se procuró hacer de tal manera que las personas con conocimiento de Visual Basic pudieran fácilmente entenderlo.

```
Private Sub CargarBU_Click()  
On Error GoTo permiso  
DialogoBk.ShowOpen  
If Right(DialogoBk.FileName, 4) = ".dbk" Then  
FileCopy DialogoBk.FileName, "C:\Disfin\herramientas.mdb"  
Else  
MsgBox ("Tipo de Archivo Invalido")  
End If  
Exit Sub  
permiso:
```

MsgBox ("La Base de Datos esta siendo usada por otro programa, por favor, cierre los programas que la están usando, si el problema persiste, cierre Disfin e inténtelo nuevamente")

End Sub

Figura 46. Fases en el proceso de programación.



El proceso de escritura del código se desarrolló por módulos de programación.

En la tabla 6 se muestran algunos de los módulos de programación en los que fue necesario dividir el software, de tal manera que fuera más fácil su desarrollo.

4.3.4 Documentación del software. Para que los usuarios puedan tener una buena comunicación con el programa, es fundamental que se desarrollen una serie de documentos y ayudas, las cuales van a facilitar esta interacción; de

acuerdo con esto y con las fases de desarrollo del software surge la documentación del mismo, que para nuestro caso se divide en documentación Interna, documentación externa y documentación de la base de datos.

- **Documentación interna.** Esta está constituida por la totalidad del código del programa y por los comentarios de ayuda que se muestran a lo largo del desarrollo del código, estos comentarios hacen referencia a las acciones que se pretende ejecutar con las instrucciones plasmadas en dicho código. La totalidad de la documentación interna se proporciona con el disco compacto de instalación del Software.

- **Los Comentarios:** Dentro del desarrollo del código del Software se escribieron los comentarios, estos no hacen parte de las instrucciones de código que ejecutan acciones, pero dan una orientación acerca de las acciones que el bloque de programa ejecutará, estos se pueden identificar muy fácilmente en el código porque van precedidos de una comilla y aparecen de color verde como se aprecia en la figura 47, líneas de código extraídas del programa.

➤ **Presentación:** El código escrito se presenta de tal manera que al observarlo se entienda su secuencia lógica, para ello se utilizan las sangrías, líneas y espacios en blanco que separan unidades del programa y el agrupamiento de sentencias tratando de que estas se aproximen lo máximo posible a la secuencia en que se ejecutará el programa como se observa en la figura 48.

- **Documentación externa.** Esta documentación está asociada con el programa, pero no está contenida en él, de esta hacen parte el manual de usuario, la descripción del software, los diagramas de flujo y el diseño de los módulos de programación.

Tabla 6. Módulos de programación creados para el desarrollo del software.

NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN
AcercaDe	Formulario	En este módulo se creó la pantalla de visualización de los autores.
EliminarHerr	Formulario	En este módulo se creó la pantalla de visualización para eliminar portaherramientas.
EliminarPieza	Formulario	En este módulo se creó la pantalla de visualización para eliminar portapiezas.
ModHerPlaquita	Formulario	En este módulo se creó la pantalla de visualización para modificar portaherramientas datos de plaquita.
ModHerramienta	Formulario	Con este módulo se creó la pantalla de selección del tipo de fluido, para mostrar los fabricantes y las referencias correspondientes.
ModPieza	Formulario	Se crea la pantalla de modificación de pieza
ModMarca	Formulario	Con este módulo se crea la pantalla de modificar fabricante.
NuevHerplaquita	Formulario	Módulo que crea la pantalla de visualización de inclusión de nuevo tipo de herramienta.
NuevMarca	Formulario	Módulo para incluir nuevo fabricante.
NuevPieDatos	Formulario	Módulo para incluir datos acerca del dispositivo de sujeción pieza.
NuevPieza	Formulario	Módulo para incluir nuevo dispositivo de sujeción de pieza
Principal	Formulario	Con este módulo se creó la pantalla de presentación de la aplicación, para la selección del tipo de búsqueda
Clav	Formulario	En este módulo se creó la pantalla de inserción de nombre de usuario y clave, para la modificación de la base de datos.
Capacitación	Html	Módulo de capacitación
Evaluación	Asp	Módulo de evaluación
Clasificación	Pdf	Módulo de clasificación

Figura 47. Ejemplo de comentarios en el código de DISFIN.

```
'Llenando el ComboBox de Tipo Para Torneo
CTipo.Clear 'Borro los datos anteriores del tipo
CTipo.AddItem ("Integral") 'Genero item integral
CTipo.AddItem ("Modular") 'Genero item Modular
CTipo.ListIndex = 1 'Selecciono por defecto modular

'Llenando el ComboBox de Ubicacion para torneo
Cubicacion.Clear 'Borro los datos anteriores de ubicacion
Cubicacion.AddItem ("Interna") 'Genero item Interna
Cubicacion.AddItem ("Externa") 'Genero Item Externa

'Llenando el ComboBox de Parametros
CParametros.Clear 'Borro el numero de parametros
For i = 1 To 16 'se pueden un maximo de 16 parametros
  CParametros.AddItem i 'genero item con numero de parametro
Next i
```

Figura 48. Aparte del código de DISFIN.

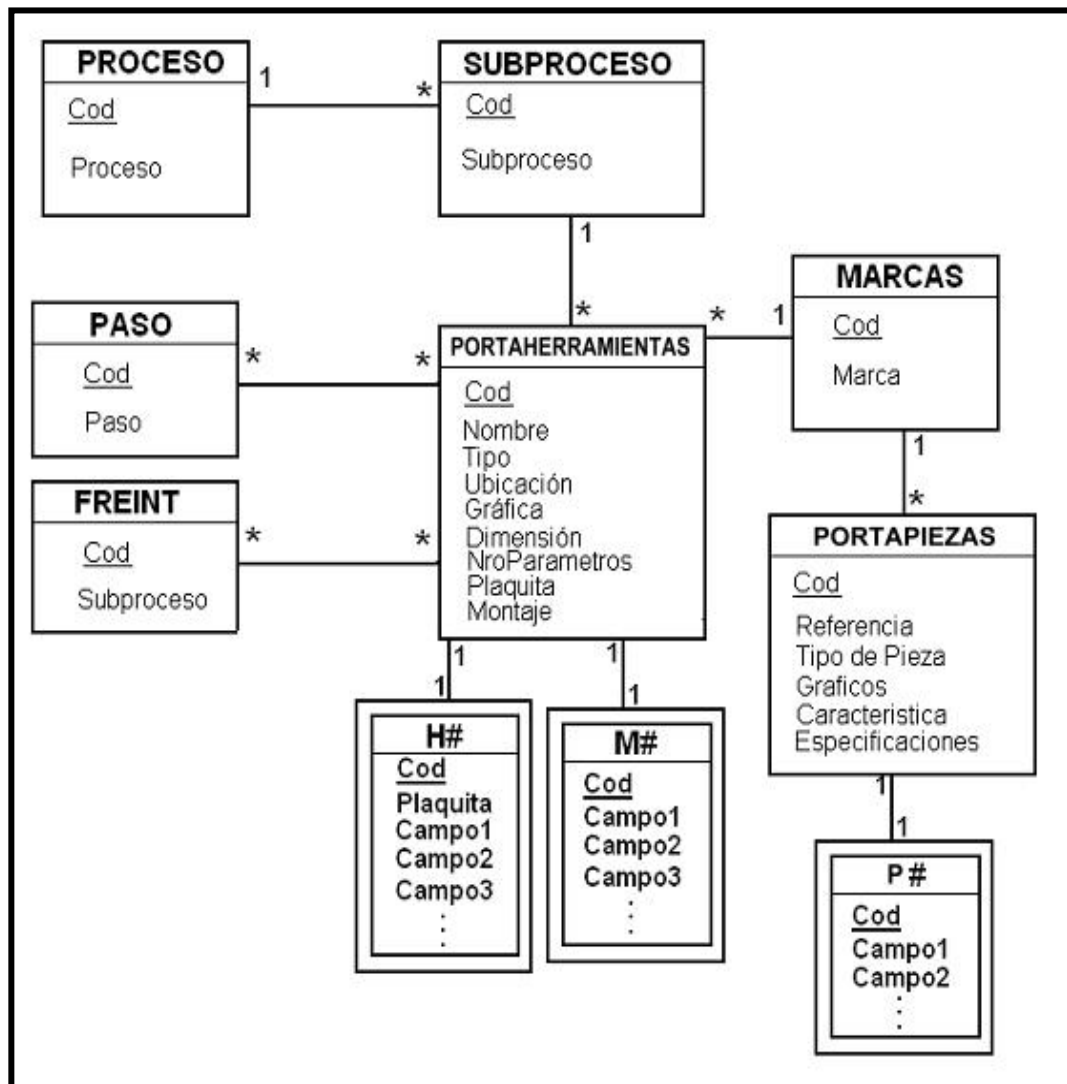
```
Private Sub CargarBU_Click()
On Error GoTo permiso
  DialogoBk.ShowOpen
  If Right(DialogoBk.FileName, 4) = ".dbk" Then
    FileCopy DialogoBk.FileName, "C:\Disfin\herramientas.mdb"
  Else
    MsgBox ("Tipo de Archivo Invalido")
  End If
  Exit Sub
permiso:
  MsgBox ("La Base de Datos esta siendo usada por otro programa)
Exit Sub
```

- **Manual de usuario.** El manual de usuario se desarrolló en formato de texto, está contenido en el disco compacto de instalación del software y será el tema que se tratará en el capítulo 6 de este documento.
- **Descripción del software.** Esta parte de la documentación externa tiene como fin mostrar todas las características y propiedades que ofrece el software, esta se realiza en el capítulo 6 del presente documento.

- **Diagramas de flujo.** A lo largo de la sección 4.2 del presente documento se puede apreciar el diagrama de flujo que describen los procedimientos que realiza el software.
- **Módulos de programación.** Buscando que la programación del software fuera mas fácil, se dividió el módulo de selección en 36 módulos, adicionalmente se cuenta con los módulos de capacitación formato html, evaluación formato asp, clasificación formato pdf para un total de 39 módulos,(Ver Anexo A), cada uno de los cuales contiene objetos, así como los valores de sus propiedades, declaración de variables, constantes y procedimientos externos a nivel de formulario, así como procedimientos conducidos por eventos y procedimientos generales.
- **Documentación de la base de datos.** La base de datos que se empleó en el programa está creada bajo la aplicación de Microsoft Access, cuando el programa se corre, la base de datos es llamada y se nombra mediante Herramientas está guardada en una dirección independiente de tal manera que sea fácilmente reconocible y pueda ser usada por otras aplicaciones, la dirección de la base de datos Herramientas.mdb es C:\Archivos de programa \ DISFIN \ Herramientas. Herramientas.mdb como cualquier base de datos se divide en tablas. La información detallada de las tablas se puede obtener abriendo la base de datos Herramientas.mdb, teniendo en cuenta la dirección C:\Archivos de programa \ DISFIN\ herramientas.

Para permitir el llamado correcto de la información desde las diferentes tablas que componen la base de datos a las ventanas de consulta, ventanas de edición, cualquiera de las ventanas del software o para cualquier proceso que deba realizar la aplicación, es necesario definir una relación entre los datos que integran las diferentes tablas. Las relaciones de los datos de las diferentes

Figura 49. Relaciones entre las diferentes tablas que componen la base de datos.



tablas pueden ser relaciones uno a uno, uno a varios o varios a varios, según sea necesario; en la figura 49 se puede observar el resultado de las relaciones entre los datos de las diferentes tablas que componen herramientas.mdb, así como también para llamar el módulo de capacitación se llama el programa Internet Explorer y por parámetros se direcciona la página así como su módulo de evaluación, para el módulo de clasificación se crea un archivo.bat que es un fichero que abre el pdf.

4.4 PLATAFORMA DE DESARROLLO DISFIN

4.4.1 Descripción del lenguaje de programación. El software utilizado para desarrollar y programar DISFIN fue Visual Basic. Visual Basic es uno de los tantos lenguajes de programación que se pueden encontrar hoy en día. Dicho lenguaje nace del BASIC (**B**eginner's **A**ll-purpose **S**ymbolic **I**nstruction **C**ode) que fue creado en su versión original en el **Dartmouth College**, con el propósito de servir a aquellas personas que estaban interesadas en iniciarse en algún lenguaje de programación. Visual Basic proporciona la herramienta más productiva y poderosa a los diseñadores de software para dirigirse a los desafíos de desarrollo de aplicación urgentes. Además de poder, productividad, y estabilidad de las aplicaciones, Visual Basic proporciona perfeccionamientos muy importantes, que resuelven los desafíos más urgentes que los diseñadores de software enfrentan hoy.

Parte de un ambiente de desarrollo integrado IDE, que ofrece a los desarrolladores de software un ambiente familiar en el que se puede encontrar:

- **Barra de título:** muestra el nombre del proyecto y del formulario que se está diseñando actualmente.
- **Barra de menús:** agrupa los menús desplegables que contienen todas las operaciones que se llevan a cabo con Visual Basic 6.0.
- **Barra de herramientas estándar:** contienen los botones que se utilizan con mayor frecuencia cuando se trabaja con un proyecto. Simplifica la elección de opciones de los menús Archivo, Edición, Ver y Ejecutar; además, en el área derecha presenta la ubicación (coordenadas) y el tamaño del objeto seleccionado.

- **Ventana de formulario:** es el área donde se diseña la interfaz gráfica, es decir, es donde se insertan gráficos, botones, imágenes, casilla de verificación, cuadros de listas, textos, etc.
- **Cuadro de herramientas:** presenta todos los controles necesarios para diseñar una aplicación, como cuadros de texto, etiquetas, cuadros de listas, botones de comandos, imágenes, gráficos, dbgrids, Flexgrid, etc.
- **Ventana de posición del formulario:** muestra la ubicación que tendrá el formulario en la pantalla, cuando ejecute la aplicación. Esta ubicación puede cambiarse si se hace clic con el botón izquierdo del mouse.
- **La Ventana propiedades:** muestra todas las propiedades del control actualmente seleccionado, por ejemplo, puede mostrar las propiedades del Form1, luego se puede ver que abajo dice "Form1. Form", lo que está en negrita es el nombre del objeto, y lo que le sigue es el tipo de objeto, en este caso es un Formulario (Form).
- **Ventana de código:** muestra la líneas de código asignadas a cada uno de los objetos contenidos en un formulario, presenta dos combos de selección desplegables, uno muestra un listado de los objetos que hacen parte del formulario que está seleccionado y el otro muestran las acciones que pueden ejecutar los objetos. Visual Basic es un lenguaje bastante flexible en cuanto a su programación se refiere, y se puede ligar a una base de datos desarrollada con el motor de la base de datos de Access, lo cual garantiza una total compatibilidad con este.

4.4.2 Beneficios de Visual Basic. Visual Basic es un software de vanguardia, ya que ofrece muy buena flexibilidad al programador, excelente rendimiento y una muy variada colección de elementos que permiten crear aplicaciones muy amigables. En conclusión Visual Basic ofrece grandes beneficios, los cuales se mencionan a continuación:

- Permite al programador del entorno de datos la posibilidad de generar, de manera automática (mediante la nueva tecnología de Objetos Activos), conectividad entre controles y datos mediante la acción de arrastrar y colocar sobre formularios o informes.
- Facilita la generación automática de formularios que administran registros de tablas o consultas pertenecientes a una base de datos, hoja de cálculo u objetos.
- Presenta la opción de incluir barra de herramientas personalizada, de tal manera que el usuario seleccione los botones que desea visualizar durante cada ejecución.
- Permite realizar programas sencillos de instalación, es decir las aplicaciones se ejecutan mediante simples archivos. EXE, sin necesitar otros archivos o DLLs para funcionar, de tal manera que facilita a los programadores seguir la pista de una aplicación muy fácilmente.
- Visual Basic proporciona un compilador optimizado que genera un ejecutable de forma rápida sin que se tenga que trabajar más duro cuando se requiera mejorar el programa escrito inicialmente.
- Ofrece aplicaciones HTML que combinadas con instrucciones Visual Basic controlan los eventos que se realizan en una página Web.

4.4.3 Base de datos. El término base de datos fue utilizado por primera vez en 1963, en un simposio celebrado en California. De forma sencilla se puede indicar que una base de datos, no es más que un conjunto de información relacionada que se encuentra agrupada o estructurada. Desde el punto de vista informático, una base de datos es un sistema formado por un conjunto de datos almacenados, que permiten el acceso directo a ellos y un conjunto de programas que manipulan ese conjunto de datos. Desde el punto de vista más

formal, se puede definir una base de datos como un conjunto de datos estructurados, fiables y homogéneos, organizados independientemente, accesibles en tiempo real, compartibles por usuarios concurrentes que tienen necesidades de información diferente y no predecible en el tiempo. Existen diferentes formas de almacenar información. Esto da lugar a distintos modelos de organización de las bases de datos:

➤ **Modelo Entidad - Relación (E - R):** este modelo se basa en una percepción de un mundo real que consiste en una colección de objetos básicos llamados entidades, y relaciones entre esos objetos. Además de entidades y relaciones este modelo representa ciertas restricciones a las que debe ajustarse los contenidos de una base de datos.

➤ **Modelo Orientado a Objetos:** Al igual que el modelo entidad - relación este modelo se basa en una colección de objetos. Un objeto contiene valores almacenados en variables instancia dentro del objeto, a diferencia de los modelos orientados a registros, estos valores son objetos por sí mismos.

4.4.4 Organización y diseño de la base de datos. La base de datos utilizada como soporte informático para DISFIN es de tipo relacional. La organización relacional es importante porque ofrecen muchos tipos de procesos de datos, como: simplicidad y generalidad, facilidad de uso para el usuario final, períodos cortos de aprendizaje y las consultas de información se especifican de forma sencilla. Las bases de datos relacionales están constituidas por una o más tablas que contienen la información ordenada de una forma organizada. Cumplen las siguientes leyes básicas: generalmente, contendrán muchas tablas, una tabla sólo contiene un número fijo de campos, el nombre de los campos de una tabla es distinto, cada registro de la tabla es único, el orden de los registros y de los campos no está determinados, para cada campo existe un conjunto de valores posible.

El primer paso para la creación de la base de datos, fue planificar el tipo de información que se quiere almacenar en la misma, teniendo en cuenta dos aspectos: la información disponible y la información que se requiere almacenar. La planificación de la estructura de la base de datos, en particular de las tablas, fue vital para la gestión efectiva de la misma. El diseño de la estructura de una tabla consiste en una descripción de cada uno de los campos que componen el registro y los valores o datos que contendrá cada uno de esos campos. Los campos son los distintos tipos de datos que componen la tabla, por ejemplo: fabricante, tipo de dispositivo de sujeción, referencia, medidas, etc. La definición de un campo requiere: el nombre del campo, el tipo de campo, el ancho del campo, etc. Los registros constituyen la información que va contenida en los campos de la tabla en forma horizontal. Generalmente los diferentes tipos de campos que se pueden almacenar son los siguientes: Texto (caracteres), Numérico (números), Fecha / Hora, Lógico (informaciones lógicas si /no, verdadero / falso, etc.), imágenes. En resumen, el principal aspecto a tener en cuenta durante el diseño de una tabla es determinar claramente los campos necesarios, definirlos en forma adecuada con un nombre especificando su tipo y su longitud.

4.4.5 Implementación de la base de datos. De acuerdo con la plataforma de desarrollo, Visual Basic, se usó la base de datos Access, una base de datos visual, como todas las modernas bases de datos que trabajan en el entorno Windows, puede manejarse ejecutando unos cuantos clic de Mouse sobre la pantalla. Access contiene herramientas de diseño y programación de muy alto desempeño.

4.4.6 Otros programas utilizados. Para la realización del software DISFIN fue necesario la utilización de programas adicionales, los cuales proporcionaron una solución importante y un desempeño único para lograr los objetivos planteados por el proyecto; a continuación se describen estos programas:

➤ **Adobe Acrobat Writer:** el formato de documento portátil de Adobe® (PDF), creado por Adobe Systems y con más de diez años a sus espaldas de innovación, es una especificación disponible públicamente que utilizan los cuerpos de trabajo con estándares mundiales para una distribución y un intercambio seguros y fiables de documentos electrónicos. Los organismos de la administración pública y las empresas han adoptado el formato PDF de Adobe para agilizar la gestión de documentos, aumentar la productividad y reducir la dependencia del papel. Hoy día, PDF es el formato estándar seguro para el envío electrónico de aprobaciones de fármacos de la Administración de Fármacos y Alimentos de EE.UU. (FDA), así como para el archivo electrónico de casos de los juzgados federales norteamericanos. También es el formato estándar que se utiliza para las páginas publicitarias de revistas y periódicos. Como especificación abierta de formato de archivos, el PDF está disponible para todo el que quiera desarrollar herramientas con el fin de crear, visualizar o gestionar documentos PDF.

➤ **Macromedia Dreamweaver MX 2004:** es la opción profesional para la creación de aplicaciones y sitios Web. Ofrece una combinación muy útil de herramientas de diseño visual, funciones de desarrollo de aplicaciones y soporte para la edición de código. Todo ello permite a los desarrolladores y diseñadores de diferentes niveles de conocimiento crear sitios y aplicaciones atractivos basados en estándares de forma rápida para crear archivos tipo **HTML**, acrónimo inglés de Hyper Text Markup Language (lenguaje de marcación de hipertexto), es un lenguaje de marcas diseñado para estructurar

textos y presentarlos en forma de hipertexto, que es el formato estándar de las páginas web. Gracias a Internet y a los navegadores del tipo Explorer o Netscape, el HTML se ha convertido en uno de los formatos más populares que existen para la construcción de documentos.

➤ **ASP Active Server Pages (ASP)** es una tecnología del lado servidor de Microsoft para páginas web generadas dinámicamente, que ha sido comercializada como un anexo a Internet Information Server (IIS). ASP ha pasado por cuatro iteraciones mayores, ASP 1.0 (distribuido con IIS 3.0), ASP 2.0 (distribuido con IIS 4.0), ASP 3.0 (distribuido con IIS 5.0) y ASP.NET (parte de la plataforma .NET de Microsoft). Las versiones pre-.NET se denominan actualmente (desde 2002) como ASP clásico. En el último ASP clásico, ASP 3.0, hay seis objetos integrados disponibles para el programador, Application, ASPError, Request, Response, Server y Session. Cada objeto corresponde a un grupo de funcionalidades frecuentemente usadas y útiles para crear páginas web dinámicas, para la elaboración del módulo de evaluación se uso ASP 3.0.

➤ **Wise Solution Professional Edition.** Herramienta que permite crear archivos tipo instaladores, para una instalación rápida y efectiva de los software o aplicaciones dentro de su sistema operativo. El usuario por medio de la herramienta realiza compilación de los archivos maestros de cualquier aplicación o software, así como de los archivos necesarios de sistema para el funcionamiento de dicha aplicación, todo esto se hace por medio de una estructura de programación o instalación, en donde se direccionan los archivos o carpetas que serán ubicados dentro del sistema operativo.

4.5 PRUEBAS DEL SOFTWARE

Las pruebas al sistema tienen una relevante importancia, ya que estas implican en calidad para el producto. Las pruebas son un elemento crítico para la garantía de calidad del software y representan una revisión final de las especificaciones del diseño y de la codificación. No es extraño que se emplee un elevado porcentaje del tiempo de realización del proyecto en realizar las pruebas. Las pruebas parecieran una contrariedad ya que inicialmente se invirtió suficiente tiempo en construir el software y al llegar estas intentan demoler el producto construido.

Las pruebas al producto tienen consistencia si se tienen en cuenta los objetivos sobre los cuales se plantean:

- La prueba es un proceso de ejecución de un programa con la intención de descubrir un error.
- Un buen caso de prueba es aquel que tiene una alta probabilidad de mostrar un error no descubierto hasta entonces.
- Una prueba tiene éxito si descubre un error no descubierto hasta entonces.

El objetivo primordial es diseñar las pruebas que sistemáticamente saquen a la luz diferentes clases de errores, haciéndolo con la menor cantidad de tiempo y esfuerzo. Como ventaja secundaria de las pruebas se demuestra hasta qué punto las funciones del software parecen funcionar de acuerdo a las especificaciones y parecen alcanzarse los requisitos de rendimiento. Además, los datos que se van recogiendo a medida que se llevan a cabo las pruebas proporcionan una buena indicación de la fiabilidad del software, y en gran medida la calidad del software como un todo, sin embargo hay una cosa que no pueden hacer las pruebas y es asegurar la ausencia de defectos.

Las pruebas son un conjunto de actividades que se pueden planificar por adelantado y llevar a cabo sistemáticamente. Por esta razón se deben definir en el proceso de la ingeniería del software una plantilla para las pruebas. Existen múltiples estrategias de prueba de las aplicaciones, pero todas deben tener las siguientes características generales:

- Las pruebas deben empezar en el nivel de módulo y trabajar hacia fuera, hacia la integración de todo el sistema.
- Según el momento son apropiadas diferentes técnicas de prueba.
- Las pruebas las lleva a cabo el responsable del desarrollo del software.
- La prueba y la depuración son actividades diferentes, pero la depuración se debe incluir en cualquier estrategia de prueba.

4.5.1 Prueba de Unidad. La prueba de unidad centra el proceso de verificación en la menor unidad del diseño del software: el módulo. Usando la descripción del diseño de procedimientos de DISFIN como guía, se probaron los caminos de control importantes, con el fin de descubrir errores dentro del límite del módulo, en cada uno de los módulos de programación. Se probó la interfaz del módulo de tal manera que garantice que la información fluya de forma adecuada hacia y desde el módulo que está siendo probado. Se examinó la estructura de los datos locales para asegurar que los datos que se mantienen en forma temporal conserven su integridad durante todos los pasos de ejecución del código. Se probaron las condiciones límites para asegurar que el módulo funciona correctamente en los límites establecidos como restricciones del procesamiento. Se ejercitaron pruebas de unidad tanto para DISFIN como para DISFIN Capacitación, DISFIN Clasificación y DISFIN Selección todos los caminos independientes (caminos básicos) de la estructura de control, con el fin de asegurar que todas las

sentencias se ejecutan por lo menos una vez. Y finalmente se probaron todos los caminos de manejo de errores.

4.5.2 Pruebas de Integración. Se podría pensar si todos los módulos funcionan bien por separado, porqué dudar que todos funcionen juntos, y en realidad el problema es de interacción. La prueba de integración es una técnica sistemática para construir la estructura sistemática del programa, mientras que al mismo tiempo se llevan a cabo pruebas, para detectar los errores asociados con la interacción. La mejor metodología en cuanto a pruebas de integración es la Integración incremental, que consiste en construir pequeños segmentos del programa, de tal manera que los errores sean más fáciles de detectar, aislar y corregir. Existen varias técnicas de integración como:

- **Integración descendente.** Consiste en integrar los módulos moviéndose hacia abajo por la jerarquía de control, comenzando por el módulo de control principal; los módulos subordinados al módulo de control principal se van incorporando en la estructura. Esta prueba se realizó con elevada exigencia en la ejecución de DISFIN.
- **Integración ascendente.** Como su nombre lo indica empieza la construcción y la prueba con los módulos de los niveles más bajos de la estructura del programa.
- **Prueba de regresión.** Esta prueba consiste en ejecutar un subconjunto de pruebas que se han llevado a cabo anteriormente para asegurarse que los cambios por añadir nuevos módulos no han propagado efectos colaterales no deseados. Esta fue la prueba que más se utilizó para comprobar la integración de los módulos de programación del DISFIN.

- **Prueba de compilación:** Esta prueba consiste en ejecutar los diferentes módulos de DISFIN, para comprobar la ubicación correcta de las carpetas, la utilización respectiva de las librerías, y la compatibilidad con la plataforma de lanzamiento. Esta prueba se realizó de manera exhaustiva para evitar conflictos en la instalación y ejecución del software DISFIN. Se observó que en la instalación del programa la base de datos no se direccionaba correctamente entonces no había conexión entre el motor de búsqueda de Visual Basic y Access, pareciera que no existiera la BD, este error se corrigió creando un paquete de instalación que contiene los ejecutables del software para así direccionar correctamente la instalación.

4.5.3 Pruebas de Validación. Tras la culminación de la prueba de integración el software está completamente ensamblado como un paquete, se han encontrado los errores de la interfaz y puede comenzar una serie final de pruebas del software: la prueba de validación. La validación puede definirse de muchas formas, pero una forma simple es que la validación se consigue cuando el software funciona de acuerdo con las expectativas razonables de los requerimientos. La validación se alcanza mediante una serie de pruebas que demuestran la conformidad con los requisitos; estas pruebas intentan buscar errores de funciones ausentes, algunos errores de interfaz, estructura de datos o en acceso a la base de datos, errores de rendimiento y errores de inicialización o terminación. Tanto el plan de las pruebas, como los procedimientos están diseñados para asegurar que se satisfacen todos los requisitos funcionales, que se alcanzan todos los requisitos de rendimiento, que la documentación es correcta e inteligible y que se alcanzan otros requisitos como transportabilidad, compatibilidad, recuperación de errores y facilidad de mantenimiento entre otros. Se efectuaron pruebas de validación como por ejemplo introducción de datos numéricos en campos donde solo se

pueden ingresar datos de tipo texto, así como también números con una cantidad mayor a la permitida en el campo, se observó que no funcionaba correctamente, este error se debió a sintaxis de programación y se logró corregir satisfactoriamente.

4.5.4 Pruebas de DISFIN. Las pruebas del sistema, realmente están constituidas por una serie de pruebas diferentes cuyo propósito primordial es ejercitar profundamente el sistema. Aunque cada prueba tiene un propósito diferente todas trabajan para verificar que se han integrado adecuadamente todos los elementos del sistema y que realizan las funciones apropiadas. Los tipos de pruebas del sistema son:

- **Prueba de recuperación.** Los sistemas basados en computadora deben recuperarse de los fallos y continuar el proceso dentro de un tiempo previamente establecido. La prueba de recuperación es una prueba que fuerza al fallo del software de muchas formas y verifica que la recuperación se lleve a cabo apropiadamente, ya sea de forma automática o con intervención de desarrolladores o administradores del software.
- **Prueba de seguridad.** Cualquier sistema basado en computadora que maneje información sensible o lleve a cabo acciones que puedan perjudicar a las personas es un posible objetivo para entradas al sistema impropias e ilegales. La prueba de seguridad intenta verificar que los mecanismos de protección incorporados en el sistema lo protegerán de accesos impropios.
- **Pruebas de resistencia.** Las pruebas de resistencia están diseñadas para enfrentar a los programas con situaciones anormales. En esencia la persona que realice la prueba puede preguntarse a qué potencia puedo ponerlo a funcionar antes de que falle. La prueba de resistencia ejecuta el sistema de forma que demande recursos en cantidad, frecuencia o volúmenes anormales.

DISFIN soporta 2.147'000.000 de registros en su base de datos total para portapieza y portaherramientas respectivamente.

- **Prueba de rendimiento.** Las pruebas son validas únicamente para sistemas en tiempo real, es así que para nuestro software no son aplicadas, ya que DISFIN no es un software basado en tiempo real.

4.5.5 Depuración. La depuración no es una prueba, pero siempre ocurre como consecuencia de estas. Se evalúan los resultados y aparece una falta de correspondencia entre los esperados y los encontrados realmente. El proceso de depuración intenta hacer corresponder el síntoma con una causa, llevando así a la corrección del error. El proceso de depuración siempre tiene uno de los dos resultados siguientes: Se encuentra la causa, se corrige y se elimina; o no se encuentra la causa. En este último caso al realizar la depuración se debe sospechar la causa, diseñar un caso de prueba que ayude a confirmar las sospechas y el trabajo se devuelve hacia atrás a la corrección del error en una forma iterativa.

4.5.6 Análisis de compatibilidad. En este análisis se realizaron las pruebas de instalación y ejecución, de cada uno de los módulos que conformaran el software; la instalación y ejecución se realizó bajo la plataforma de Windows XP, siendo esta la plataforma donde se desarrollará e implementará DISFIN. Esta tarea es muy importante e indispensable en el desarrollo de este proyecto, porque basado en ella se descubrió el grado de dificultad y los problemas que se presentaron en el desarrollo e implementación del proyecto.

A continuación se muestran los resultados del análisis de cada uno de los módulos:

- En el módulo de selección se presentó una dificultad en el enlace de la

- base de datos con la interfaz principal se solucionó creando un paquete de instalación.
- Al tratar de enlazar los módulos de capacitación y clasificación no se presentó ningún problema.
- En el módulo de capacitación en la parte de evaluación se presentó un problema con el archivo ASP el cual contiene toda la información correspondiente a la evaluación con las posibles respuestas a las preguntas, debido a que si se iba a usar en diferentes computadores entonces había que agregar un archivo llamado PWS (Personal Web Server) que es diferente para cada sistema operativo, entonces se montó el archivo ASP en un servidor en Internet para la solución de este problema.

4.6 DISEÑO DE INFORMES Y REPORTES DE DISFIN

En el diseño de los informes y reportes se debe tener en cuenta el tipo de usuario que va a utilizar los reportes, es decir se debe diferenciar entre usuario normal y administrador, para así diseñar los reportes e informes, debido a que la información que obtenga el usuario normal no es la misma que la información que necesite el administrador.

4.6.1 Diseño de informes y reportes usuario. Los informes y reportes del usuario llevarán el logo del software, así como la fecha y hora de creación del reporte; como el usuario esta seleccionando un determinado dispositivo de sujeción bien sea portapieza o portaherramientas entonces necesitará en su reporte la información relevante y necesaria tal como tipo de dispositivo ya sea portapieza o portaherramientas, proceso, subproceso, foto, plano, recomendaciones de fabricante, fabricante, dimensiones. Así como se observa en la figura 50.

Figura 50. Diseño de reportes usuario



4.6.2 Diseño de reportes administrador: el diseño de los reportes para el administrador tiene un entorno parecido al del usuario, solo cambia su contenido ya que el administrador necesita saber la cantidad de dispositivos con los que cuenta ya se de portaherramientas o portapieza, también con cuantos fabricantes cuenta, y el numero de dispositivos por fabricante y por proceso, esta información es útil en el momento de realizar inventarios o programar producción.

5. ESPECIFICACIONES DE HARDWARE Y SOFTWARE

5.1 SOFTWARE PARA DESARROLLO

La programación del sistema de información ha sido realizada con el lenguaje de programación Visual Basic, versión 6.0, bajo sistema operativo Windows XP (plataforma de 32bits).

La conexión con la base de datos se hace por medio de la interfaz de objetos de datos de ActiveX (ADO), utilizando el manejador de base de datos. Access 2000.

En el diseño y desarrollo de los reportes e informes del sistema se ha empleado Crystal Report, versión 8.0.

5.2 SOFTWARE REQUERIDO

Para la instalación de DISFIN se requiere el siguiente software:

- Sistema operativo Windows 98 o una versión superior.
- Navegador para Internet. En el CD de instalación se suministra el Internet Explorer, versión 5.0.
- Personal Web Server. Este programa esta normalmente incluido en el CD de instalación del correspondiente sistema operativo.
- Acrobat Reader. En el CD de instalación se suministra la versión 6.0

5.3 HARDWARE REQUERIDO

Para la instalación de DISFIN se requiere el siguiente hardware:

- Computador con procesador de 700 MHz o superior.
- 132 MB de RAM (Más memoria mejora el rendimiento)
- 400 MB libres en disco duro.
- Unidad de Cd-rom.
- Monitor VGA o de mayor resolución DISFIN ha sido diseñado para trabajar bajo una resolución de 800 x 600 píxeles.
- Impresora. Preferiblemente impresión a color.

6. MANUAL DEL USUARIO

6.1 INSTALACIÓN DE DISFIN

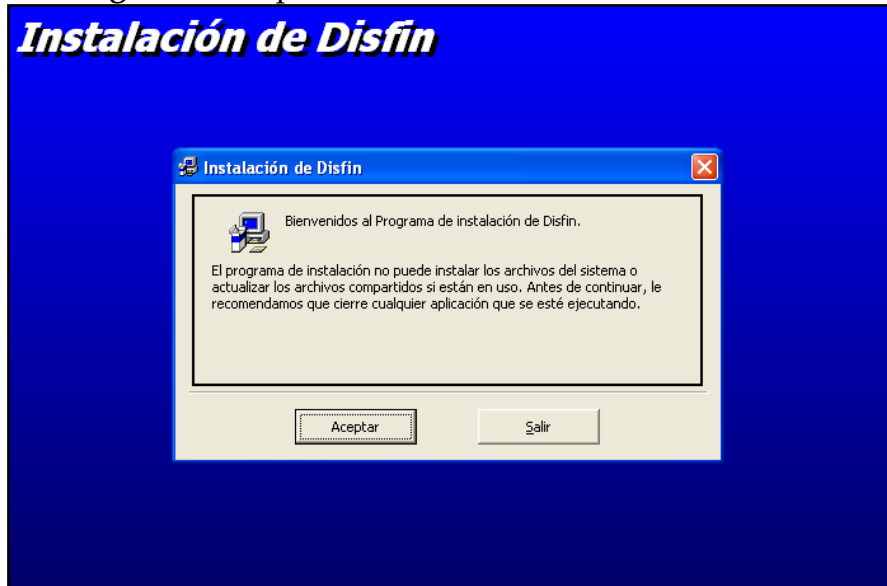
Inserte en la unidad de CD-ROM el CD del programa DISFIN. Aparecerá en pantalla la ventana de configuración principal. En ella hacer clic sobre el botón *Siguiente*. Si no es así, puede seleccionar la opción *Ejecutar* desde el menú Inicio en la barra de tareas de Windows, e iniciar el programa de instalación tecleando "D:\Instalar_Disfin" (donde D:\ significa la letra de su unidad de CD-ROM) y pulsando la tecla "Enter". Ver figura 51.

Figura 51. Pantalla inicial de instalación.



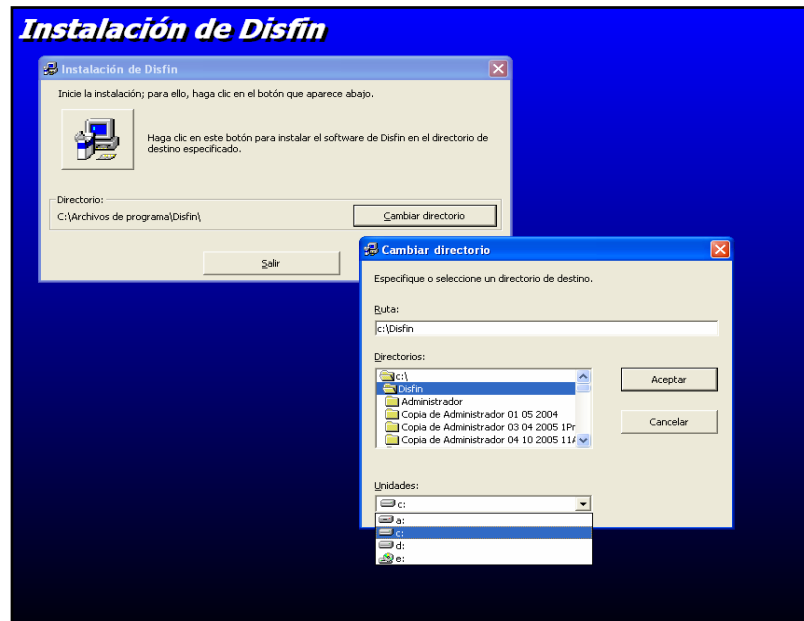
A continuación aparece la pantalla para seleccionar la carpeta destino donde se va a instalar el programa. Hacer clic sobre el botón *Siguiente* para continuar. La aplicación instala los dos primeros módulos por defecto en "C:\Disfin"; finalizado este proceso se continúa con el paquete que contiene el módulo de selección como se puede observar en la figura 52.

Figura 52. Paquete de instalación módulo de selección.



En esta ventana se puede seleccionar la unidad donde se quiere instalar el paquete de selección cambiando el directorio como se ve en la figura 53.

Figura 53. Selección de directorio.



A continuación hacer clic sobre la nueva pantalla de confirmación para iniciar la instalación. Al finalizar el proceso se muestra la pantalla de confirmación de instalación satisfactoria. Ver figura 54.

Figura 54. Pantalla de finalización.



Se puede cancelar la instalación de DISFIN en cualquier momento. Ver figura 55.

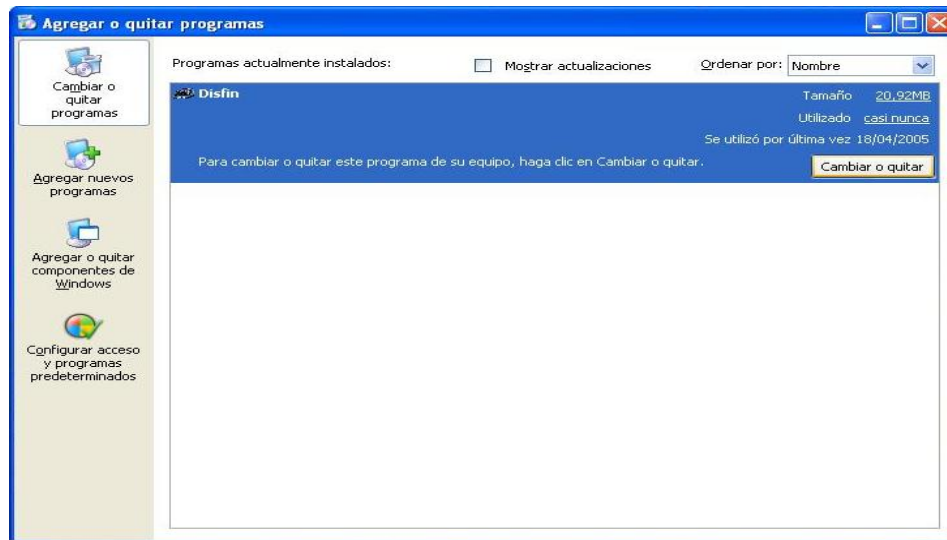
Figura 55. Pantallas de cancelación.



6.2 DESINSTALACIÓN DE DISFIN

En la barra de tareas de Windows, hacer clic sobre el botón *Inicio*, señale Configuración, elegir Panel de Control y luego hacer clic en el icono Agregar o quitar programas. En el cuadro de lista ubicar a DISFIN y hacer clic en el botón Agregar o quitar para iniciar la desinstalación. Ver figura 56.

Figura 56. Ventana agregar o quitar programas.



6.3 ENTRADA AL SISTEMA.

Disfin es un sistema de capacitación, clasificación y selección de dispositivos de fijación para máquinas herramientas (Torno, Fresadora, Taladro), aplicable a las empresas donde la calidad, eficiencia y rapidez del mecanizado de piezas en general, son factores esenciales para la producción, basado en las recomendaciones y normas de las casas fabricantes y especialistas en el área.

Para iniciar Disfin desde el menú inicio: en la barra de tareas de Windows, hacer clic sobre el botón inicio, señalar todos los programas, elegir Disfin y luego hacer clic en el icono Disfin, o bien, hacer clic sobre el botón inicio y luego hacer clic en el icono Disfin. Ver figura 57.

Después de dar clic en el botón de DISFIN aparece la pantalla inicial del programa y la ventana de diálogo que permite la selección del módulo a ejecutar. (Figura 58)

Figura 57. Ejecutar DISFIN.



6.4 MENÚ PRINCIPAL - SELECCIÓN DEL MÓDULO.

Esta ventana realiza la correspondiente vinculación con cada uno de las secciones de las que está compuesta Disfin. La primera es la sección de capacitación, donde se expone mediante la ayuda de una página Web la introducción a los dispositivos de fijación así como la información relacionada con los procesos y máquinas-herramienta; la segunda sección es la de clasificación, la cual ilustra mediante un archivo en formato pdf una visión más detallada tanto de los dispositivos como del sistema de codificación de cada uno; la última es la sección de selección, la cual se divide a su vez en dos plataformas; una destinada al usuario y la otra al administrador, cada una de ellas con entornos diferentes y muy

administrador, cada una de ellas con entornos diferentes y muy amigables, orientadas a la selección del dispositivo de sujeción adecuado para cada proceso y subproceso.

Figura 58. Ventana de Selección del Módulo.



6.4.1 Módulo de Capacitación. Este módulo está enfocado a introducir al usuario en el tema de los dispositivos de fijación haciendo un breve recorrido por tópicos muy necesarios tales como la descripción de máquinas-herramienta, procesos y subprocesos más comunes así como una clasificación general de los dispositivos portaherramientas y portapieza. En el menú principal de la página se puede acceder a cada uno de sus bloques principales mediante vínculos situados en la parte izquierda como se ilustra en la figura 59.

Cada uno de las cinco opciones vincula a diferentes secciones de la página. El diseño del sitio Web obedece a un enfoque de tutorial informativo, interactivo y amigable. Los dos primeros vínculos, introducción y descripción específica, comunican con bloques orientados a la exposición compacta, general y completa

de procesos, subprocesos, elementos de corte, maquinaria y dispositivos de fijación tanto de piezas como de herramientas tal como lo ilustra la figura 60.

Figura 59. Menú Principal de la Página Web.



La sección de evaluación es una revisión a manera de test de la comprensión que el usuario haya tenido de los bloques precedentes. Esta evalúa de manera independiente cada grupo de tópicos ordenados en cuatro partes: introducción, torneado, fresado y taladrado. (Figura 61)

Cada una de esas partes posee un número determinado de preguntas e incluye un sistema de calificación automática al final de cada test conectando con el servidor en el cual se encuentran los formularios con el código (evaluación.asp) encargado de llevar a cabo la tarea de evaluación.

Así mismo la página está provista de un mapa del sitio, al que se puede acceder desde el menú principal, el cual permite en primer lugar la visualización de la página Web en su totalidad, con todas sus divisiones y subdivisiones, y en segundo lugar el acceso fácil y rápido a cada una de ellas. Ver figura 62.

Figura 60. Descripción Específica de los dispositivos de Fijación.

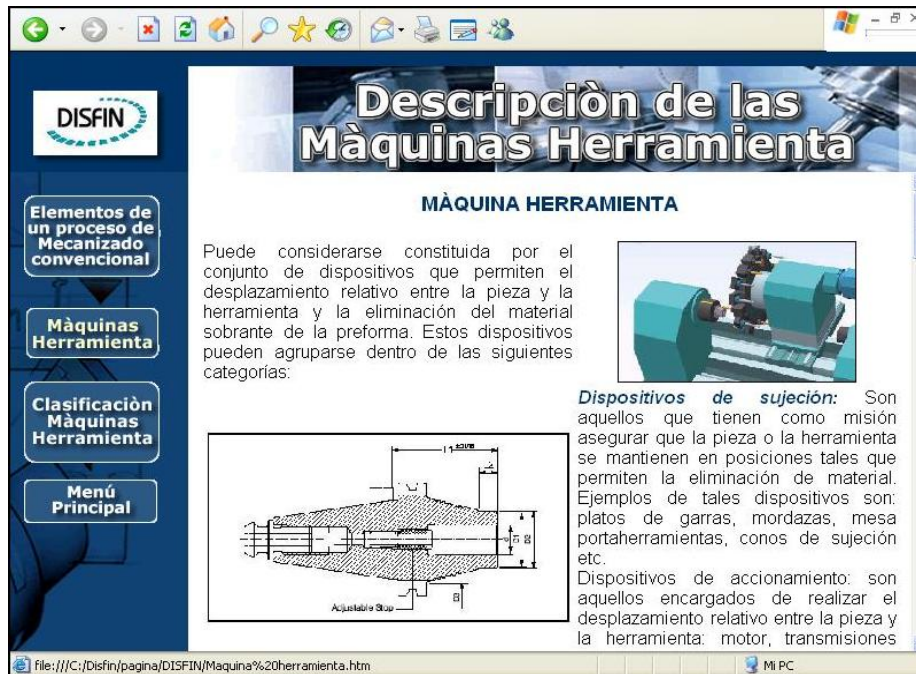


Figura 61. Página de Evaluación.

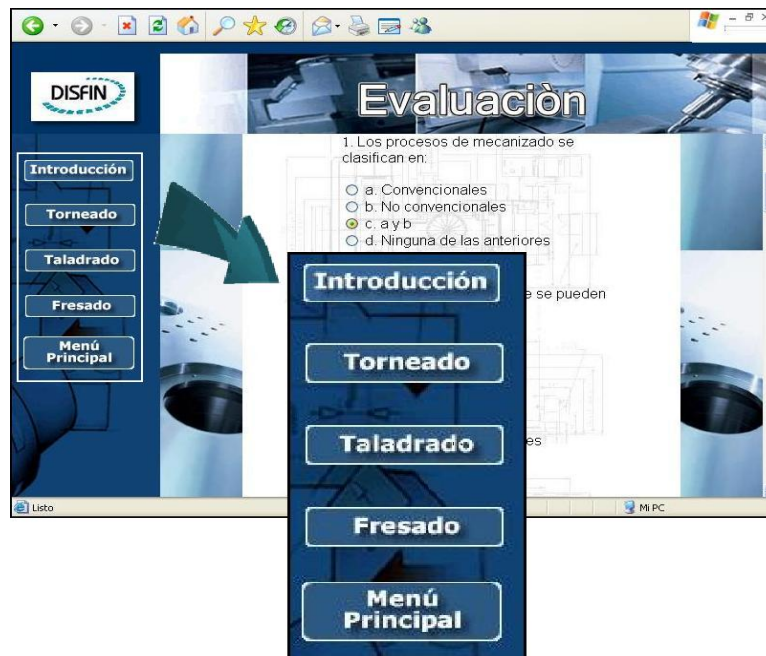
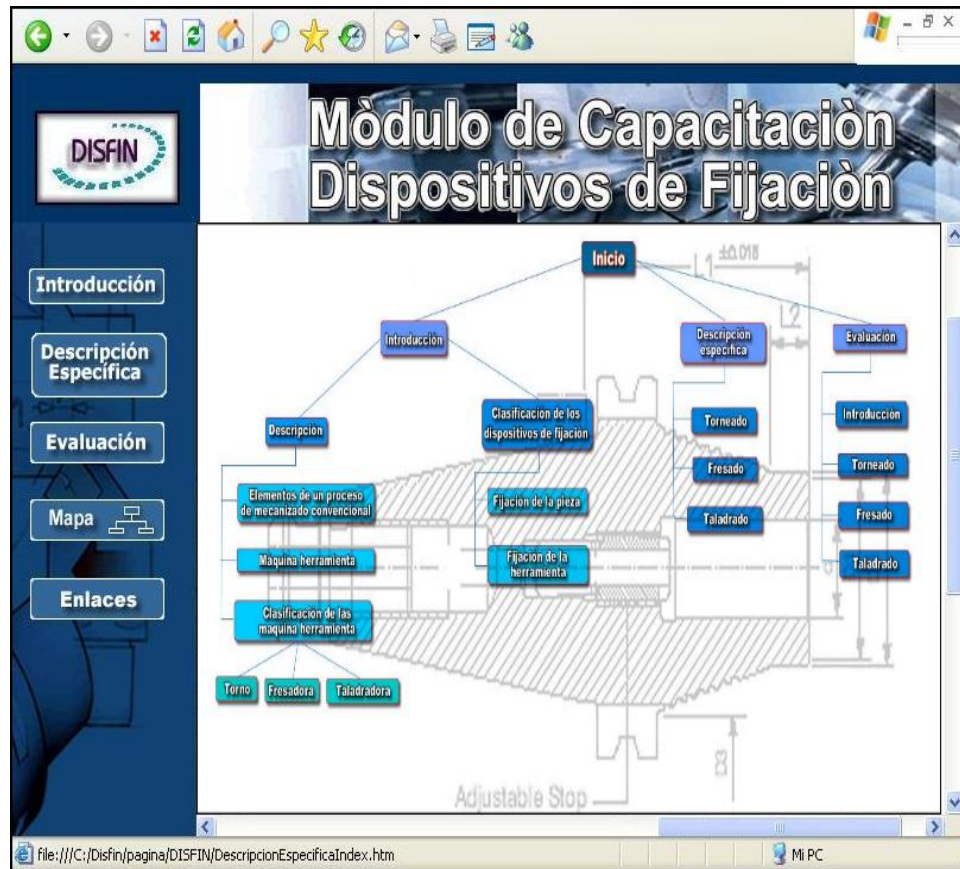


Figura 62. Mapa del Sitio.



Por último, la página cuenta con una serie de enlaces con las más reconocidas casas fabricantes de dispositivos de fijación de piezas y herramientas, maquinaria y elementos relacionados con los procesos de mecanizado más comunes.

Haciendo clic en el botón enlaces en el menú principal, se despliegan automáticamente una serie de nombres relacionados con los sitios web de los fabricantes más importantes a nivel mundial. Compañías como Sandvik, Seco, Ritten, Kennametal entre otras, pueden ser visitadas de modo virtual por el usuario al acceder a sus respectivas páginas web desde el módulo de capacitación. (Figura 63)

Figura 63. Menú Desplegable de Enlaces.



6.4.2 Módulo de Clasificación. Continuando con el proceso de preparación para una correcta selección del dispositivo de fijación; el módulo de clasificación presenta una visión mas detallada de los portaherramienta y portapieza, así como de sistemas y tipos de sujeción, entrando al mismo tiempo a ilustrar de manera gráfica y concisa un parámetro de vital importancia para la selección: la codificación. Basándose en recomendaciones de fabricantes y especialmente en estándares como el código ISO, este módulo en formato PDF expone la identificación de cada dispositivo para cada proceso y subproceso, así como ciertos parámetros adicionales y consideraciones inherentes al corte en sí. Para acceder a este módulo solo es necesario hacer clic en el menú principal de selección ilustrado en la figura 58. Una vez hecho esto el archivo abre automáticamente y aparece la página principal del módulo tal como lo muestra la figura 64. El archivo de

clasificación cuenta con unos marcadores que facilitan la distribución y el acceso a cada uno de los ítems expuestos en el mismo. Como se observa en la figura 64, se presentan en el menú desplegable de la izquierda denominada como “marcadores” los tipos de sujeción de pieza y herramienta, así como la codificación de los dispositivos para cada proceso y subproceso, de manera que resulte sencillo el acceso a cada uno de ellos. El módulo esta dispuesto en su contenido, para ser recorrido a manera de tour interactivo, de manera que el usuario puede ir escogiendo el tema o sistema de codificación al que quiera llegar, sin necesidad de pasar por los demás ítems como lo ilustra la figura 65. Así mismo en el módulo de clasificación se incluye un análisis muy completo de las fuerzas asociadas al corte, donde están incluidos varios de los métodos destinados a la interpretación de tal fenómeno. Ubicado en la parte final del documento, tal análisis comprende una explicación general, partiendo de los métodos anteriormente mencionados hasta llegar a formularios sencillos y completos, para observar así su influencia y posterior aplicación práctica en los sistemas de codificación.

Figura 64. Página Principal del Módulo de Clasificación.

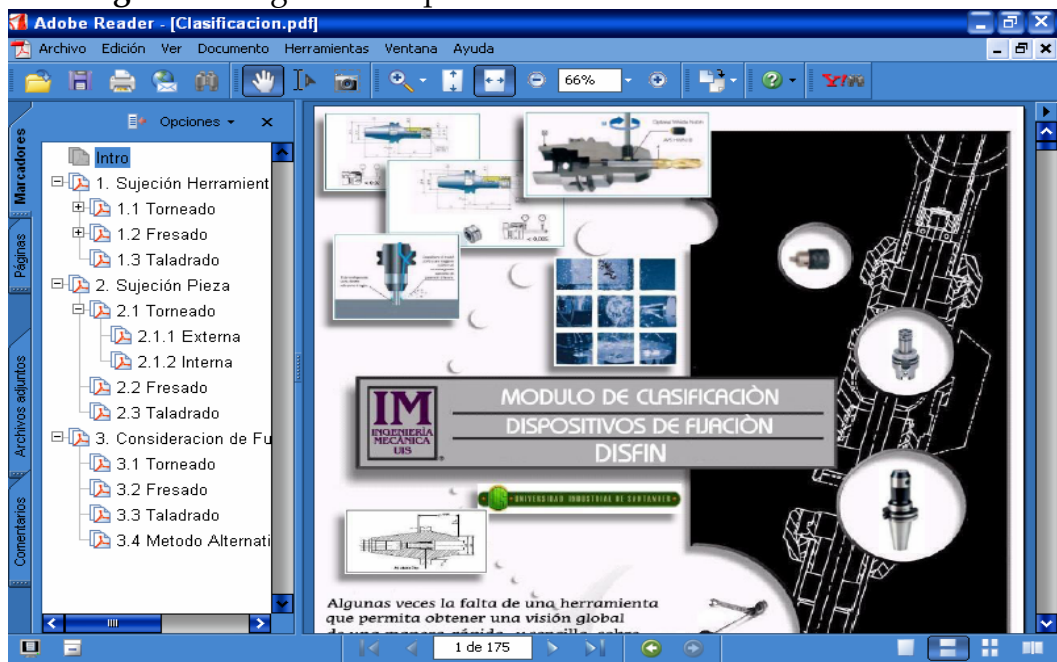
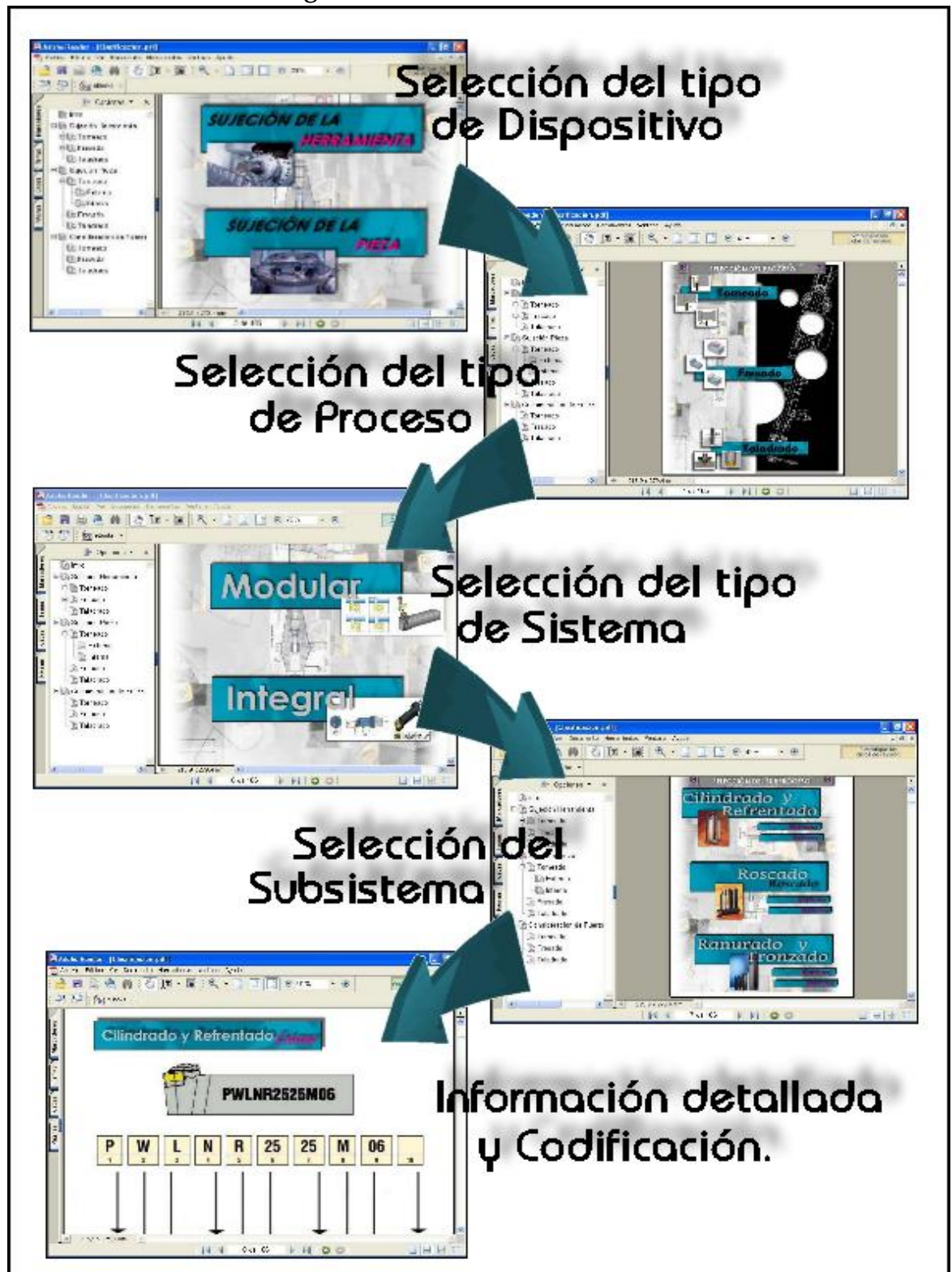


Figura 65. Ruta de Selección.



6.4.3 Módulo de Selección. Esta última sección ofrece al usuario la posibilidad de identificar en forma más concreta el tipo de dispositivo de sujeción que requiere, ya sea portaherramienta o portapiezas, en los procesos de torneado, fresado y taladrado, obteniendo información mas detallada y precisa tanto de las especificaciones como de las características generales, dimensiones y planos de montaje según sea el caso. Este módulo presenta inicialmente dos interfaces; una para el usuario que es la encargada de interactuar con él, y de manera amigable solicitar los parámetros necesarios para la correcta selección del dispositivo de sujeción; la otra interfaz esta diseñada para el administrador del sistema, que es el encargado tanto de actualizar los registros, como de eliminarlos, modificarlos o crear copias de seguridad.

Para ingresar a este módulo simplemente se hace clic en el tercer icono “Módulo de Selección” en el cuadro de dialogo inicial de Disfin, ilustrado anteriormente en la figura 58. Una vez hecho esto el programa vincula automáticamente a la ventana que se muestra en la figura 66, la cual presenta al usuario la posibilidad de acceder a cada interfaz.

Figura 66. Selección de la Interfaz.



➤ **Interfaz Usuario.** Esta interfaz es en pocas palabras la culminación del proceso de clasificación y selección de los dispositivos de fijación, debido a que en él se condensa y al mismo tiempo se conceptualiza la información y el método de selección del dispositivo de sujeción adecuado para cada proceso y subproceso. Es así como el sistema, mediante una serie de opciones presentadas al usuario, va reduciendo gradualmente las posibilidades en términos de registros hasta encontrar el dispositivo de sujeción que más se ajusta a las especificaciones y parámetros ingresados. La plataforma usuario inicia con la identificación del tipo de dispositivo requerido, portaherramienta o portapieza, cuyo cuadro de diálogo se ilustra en la figura 67.

Figura 67. Selección del tipo de dispositivo.



Una vez seleccionado el tipo de dispositivo, el siguiente paso es la elección del proceso ya sea torneado fresado o taladrado. Esta opción se muestra en el cuadro de diálogo ilustrado en la figura 68.

Una vez escogido el tipo de operación para la cual se requiere el dispositivo, el sistema inicia una ruta de identificación específica para cada proceso; es decir, si por ejemplo se ha escogido un torneado, existen rutas para cada subproceso ya sea cilindrado, roscado o tronzado, en las cuales Disfin va solicitando la información necesaria para completar la búsqueda, dicha información obedece a normas y estándares inherentes a cada subproceso.

Figura 68. Selección del Proceso.



En las figuras 69, 70 y 71 se puede observar de una manera general la forma en que Disfin captura la información dependiendo del proceso y subproceso que el

usuario haya elegido anteriormente. Dicha información permite que el programa vaya reduciendo el número de registros en los cuales se encuentra el dispositivo que se está buscando.

Esta ventana permite seleccionar el tipo de subproceso para cada proceso, en este caso torneado, presentando las opciones existentes en un menú desplegable.

Figura 69. Selección del subproceso.



Posteriormente se elige el tipo de sistema a utilizar, ya sea modular o integral, dependiendo de las necesidades, el tipo de operación y la compatibilidad de la máquina herramienta que el usuario requiera. Esta selección se ilustra en la figura 70.

Figura 70. Tipo Sistema de Sujeción.



Así mismo se elige, en este caso, el tipo de torneado a realizar; ya sea un torneado interno o externo, dependiendo de las solicitudes del maquinado en sí. Las opciones se presentan también en un menú desplegable en la misma ventana, tal como lo ilustra la figura 71.

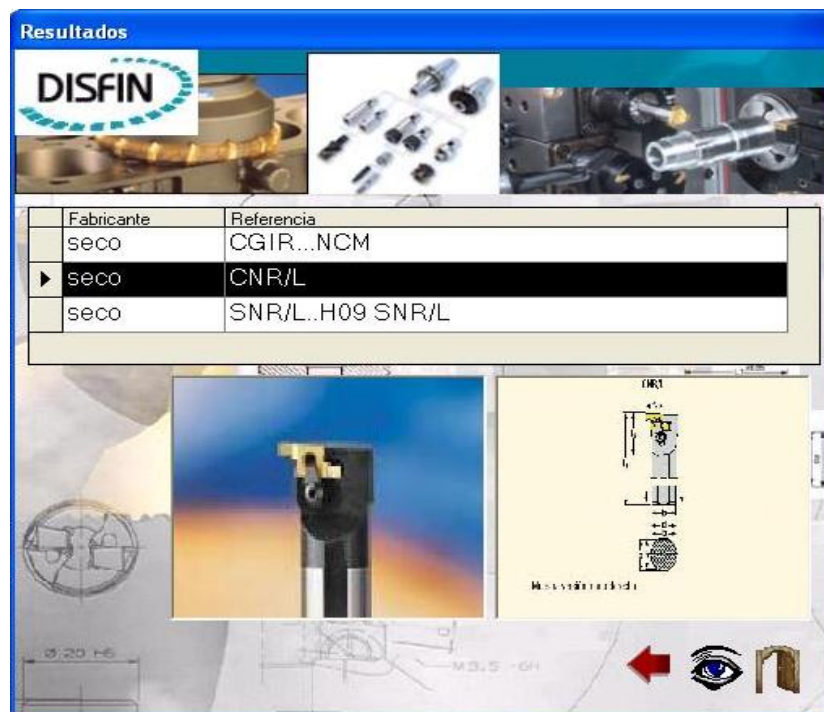
Figura 71. Selección del Tipo de Torneado.



Una vez seleccionado el tipo de torneado, el programa se dispone a presentar una variedad de dispositivos compatibles con las necesidades del usuario. Así, Disfin muestra en un cuadro de diálogo los resultados de la búsqueda, incluyendo características, especificaciones, medidas, fotografías del dispositivo, planos de dimensiones y de montaje en ciertos casos donde lo precisa. Esta ventana se ilustra en la figura 72.

Disfin también ofrece una manera opcional de ubicar un tipo de dispositivo más específico chequeando la casilla situada en la parte izquierda del cuadro de diálogo ilustrado en la figura 71, e introduciendo la referencia de la plaquita que se va a utilizar. Esto ayuda a reducir considerablemente el número de registros disponibles que son compatibles con las especificaciones proporcionadas por el usuario. Dado el caso de que no tenga tal información, es posible continuar sin ningún problema haciendo clic en la flecha adelante.

Figura 72. Resultados de la Búsqueda.



Cabe resaltar que no es necesario que el usuario digite la referencia completa de la plaquita, solo se requieren los primeros 5 dígitos del código ISO para plaquitas ilustrado en el módulo de clasificación. Sin embargo entre más específico y completo sea el código, menor será el número de registros que el sistema arrojará, haciendo más eficaz y rápida la búsqueda. Para obtener una vista mas detallada es posible hacer doble clic sobre la foto o el plano y automáticamente se tendrá una imagen ampliada. Así mismo Disfin ofrece la posibilidad de imprimir todos los datos y especificaciones del dispositivo seleccionado en reportes, los cuales se detallarán más adelante.

➤ **Interfaz Administrador.** Esta interfaz, con un entorno muy amigable ilustrada en la figura 74, esta diseñada basándose en requerimientos de seguridad y manejo de datos segura, sencilla y confiable. Al ingresar al administrador se solicita un usuario en un menú desplegable con su respectiva contraseña.

Figura 73. Ingreso interfaz administrador.

The figure displays two sequential screenshots of the 'DISFIN SEGURIDAD' login interface. The top screenshot shows the 'Usuario' dropdown menu open, listing the following options: root, disfin, Richard Mera, Alexander, Daniel Ardila, mecanica, and ingemec. The 'Aceptar' button is visible below the dropdown. The bottom screenshot shows the 'Usuario' field filled with 'root' and the 'Contraseña' field masked with '*****'. The 'Aceptar' and 'Salir' buttons are visible at the bottom of the interface.

Figura 74. Entorno DISFIN Administrador.



Iniciando por un requerimiento de contraseña y nombre de usuario para ingresar al sistema administrador (Figura 73), Disfin posee un sistema de seguridad en cascada dependiendo del nivel de riesgo para la base de datos, también cuenta con la opción de crear múltiples sesiones de usuario, es decir varios usuarios con sus respectivas contraseñas las cuales pueden ser creadas por el administrador como se observa en figura 75. Si el administrador requiere hacer simples inclusiones de registros o modificaciones a los mismos, el programa presenta unos cuadros de diálogo de advertencia a cada paso del proceso de actualización o modificación. Sin embargo si lo que desea el administrador es eliminar registros o bases de datos completas el sistema requiere otra contraseña adicional para llevar a cabo tal operación. Así se previenen posibles accidentes o ataques al sistema, protegiendo de esta manera los registros almacenados en la base de datos de Disfin. Además

del sistema de contraseñas Disfin administrador brinda la posibilidad de hacer copias de seguridad de todos los registros existentes, para así volver a configuraciones anteriores en caso de alguna falla o modificación no deseada. Ver figura 76.

Figura 75. Ventana de creación de usuarios.

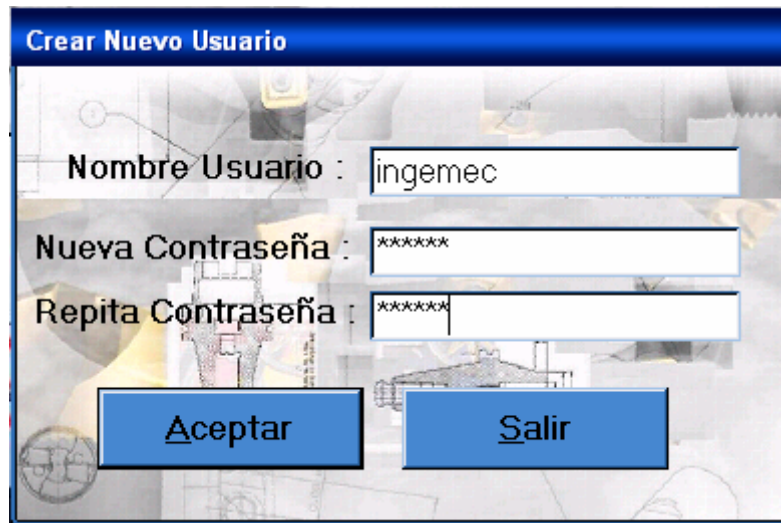


Figura 76. Menú Principal del administrador-Crear Back up.



Así mismo en este menú desplegable también se presentan las opciones para cambiar la contraseña y para activar las herramientas destinadas a eliminar registros de fabricantes, portaherramientas y portapiezas.

- **Barra de tareas.** La barra de tareas del administrador comprende tres secciones de tres botones cada una como se observa en la figura 77.

Figura 77. Barra de tareas del Administrador.



La primera sección es aquella en donde se realizan las inclusiones; en la segunda se hacen las respectivas modificaciones y en la tercera es donde se eliminan los registros de cada uno de ellos (marcas, portaherramientas y portapiezas, en su respectivo orden de izquierda a derecha en cada sección). Es así como para cada opción en cada sección se abre una nueva ventana con las casillas necesarias para la recopilación de la información, la modificación o eliminación de la misma. Si por ejemplo se desea incluir un nuevo portaherramienta, basta con hacer clic en el segundo botón de la primera sección, de inmediato se abre una nueva ventana con las opciones necesarias para tal operación. Esta situación se muestra en la figura 78.

De igual manera ocurre con los demás botones de cada sección con sus respectivas posibilidades. A continuación se ilustran las dos ventanas restantes de la primera sección: incluir marca y portapieza. (Figuras 79 y 80)

Figura 78. Incluir Portaherramientas.

Incluir PortaHerramienta

Fabricante :

Proceso :

Subproceso :

Referencia :

Tipo :

Tipo de Operacion :

Tipos de Plaquita:

Nro Parametros:

Incluir grafico de Montaje

Parametros Montaje:

Incluir Salir

Doble Click para insertar la foto

Doble Click para insertar la foto de las dimensiones

Figura 79. Incluir Marca.

Incluir nueva Marca

Nombre :

E-Mail :

Sitio Web :

Incluir Salir

Figura 80. Incluir Portapiezas.

Incluir Portapieza

Fabricante :

Proceso :

Subproceso :

Referencia :

Tipo de Sujecion:

Nro de Gráficos: 1

Nro Parametros: 6

Especificaciones :

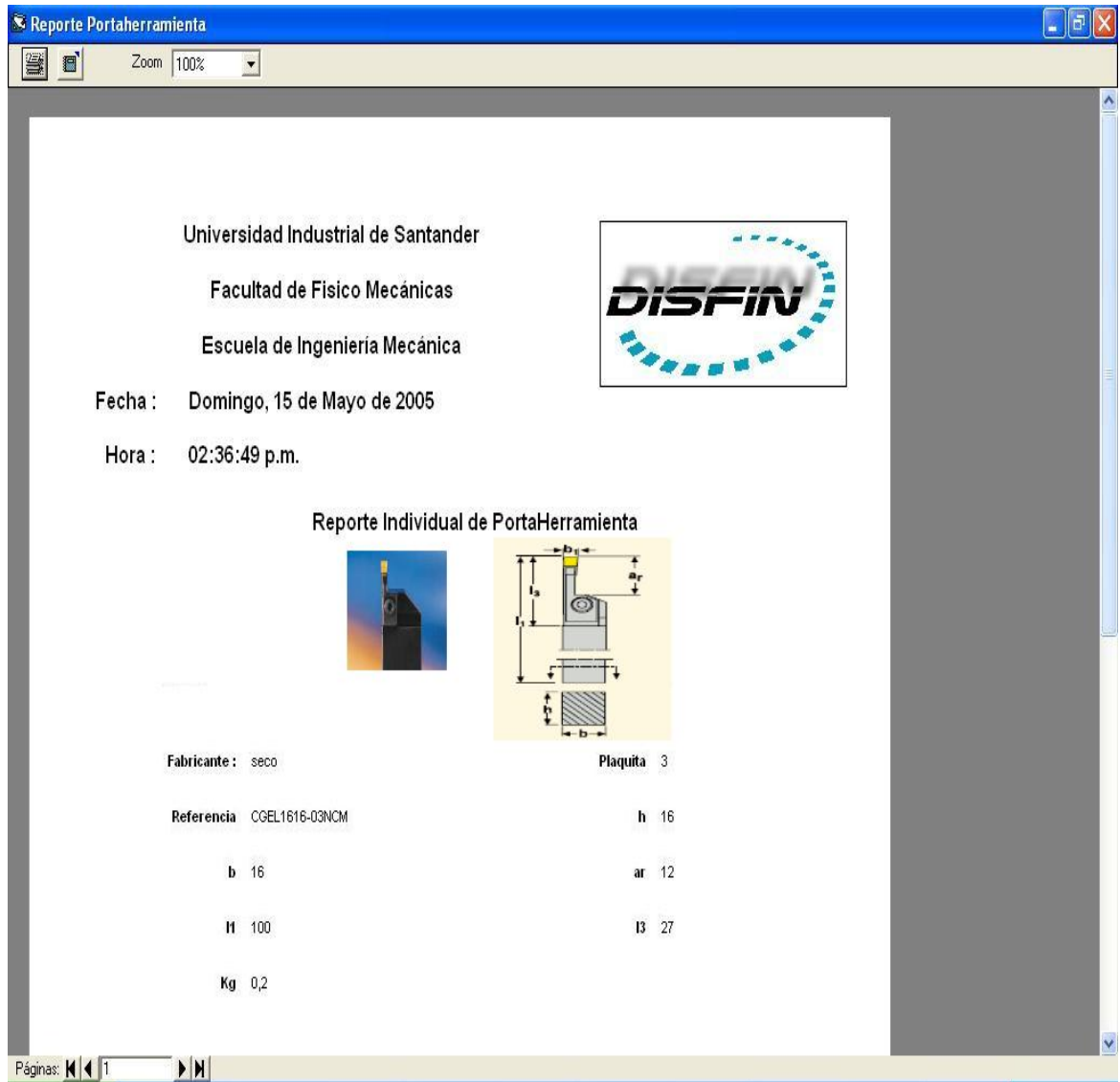
Doble click para insertar Gráfico

➤ **Reportes.** Por último Disfin posee una opción para la impresión de reportes tanto en la interfaz del administrador como en la del usuario. Ver figura 81. En dichos reportes se incluyen los resultados e información deseados en cada interfaz; por ejemplo en la interfaz usuario, una vez seleccionado el dispositivo se presenta en la ventana de resultados la opción de imprimir los mismos en una ficha tipo reporte donde se incluyen tanto las especificaciones y características como los planos de dimensiones y montaje. (Figura 81)

Figura 81. Generación de reportes.



Figura 82. Formato de reporte para la interfaz usuario.



Por otro lado, la interfaz administrador posee también su tipo de reporte pero en este caso esta orientada más a listas de herramientas y fabricantes en función de cada tipo de proceso y subproceso. Esta es una herramienta útil a la hora de hacer algún tipo de inventario o censo de cada uno de los diferentes tipos de registros de fabricantes, portaherramientas y portapiezas. (Figura 83)

Figura 83. Formato de reporte para la interfaz administrador.

The screenshot shows a report window with the following content:

Universidad Industrial de Santander
 Facultad de Fisico Mecánicas
 Escuela de Ingeniería Mecánica

Fecha : Domingo, 15 de Mayo de 2005
 Hora : 02:34:19 p.m.

Totalidad de Portapiezas

Fabricante	Proceso	Nombre	Tipo
kennametal	Torneado	Chuck Externo 1	Sujecion Externa
kennametal	Torneado	Chuck Externo 2	Sujecion Externa
kennametal	Torneado	Chuck Externo 3	Sujecion Externa
kennametal	Torneado	Chuck Externo 4	Sujecion Externa
kennametal	Torneado	Chuck Externo 5	Sujecion Externa
kennametal	Torneado	Centro Muerto 1	Centro Muerto
kennametal	Torneado	Centro Muerto 2	Centro Muerto
kennametal	Torneado	Centro Vivo 1	Centro Vivo
kennametal	Torneado	Centro Vivo 2	Centro Vivo
kennametal	Torneado	Centro Vivo 3	Centro Vivo
kennametal	Torneado	Chuck Interna 1	Sujecion Interna
kennametal	Torneado	Chuck Interno 2	Sujecion Interna
seco	Fresado	MESA DE SUJECION 1	Sobre la Mesa

At the bottom of the window, there is a page navigation bar showing 'Páginas: 1'.

7. CONCLUSIONES

El software de clasificación y selección de dispositivos de fijación DISFIN deja como conclusiones:

- Disfin maneja, organiza y clasifica de manera eficaz la información necesaria para capacitar al usuario en el tema de la selección del correcto dispositivo de sujeción de piezas y herramientas conveniente para cada proceso y subproceso tanto de torneado, fresado y taladrado.
- Se integró mediante una interfaz amigable los diferentes módulos concebidos para introducir y conducir al usuario a través de un proceso de clasificación y selección del correcto dispositivo de sujeción tanto de piezas como de herramientas.
- Se llevo a cabo el desarrollo del módulo de selección orientado a permitir futuras actualizaciones y modificaciones de la base de datos con la ayuda de la *interfaz administrador*.
- La industria metalmecánica ahora cuenta con una herramienta software desarrollada en Colombia que permite el registro y consulta de información sobre dispositivos portaherramientas y portapiezas, capacitación en maquinas herramientas y procesos.
- DISFIN optimiza los procesos de torneado, fresado y taladrado de una empresa metalmecánica, mejorando la productividad, calidad y costos de producción.

- Las pérdidas en tiempo y dinero, generadas por la búsqueda de elementos y dispositivos destinados a la sujeción tanto de la pieza como de la herramienta desaparece gracias a la versatilidad en la consulta de la información de DISFIN.
- Con el software desarrollado se contribuye en la generación de una excelente documentación para los procesos de torneado, fresado y taladrado, así como para cada uno de los subprocesos más comunes.

BIBLIOGRAFIA

ANAYA, Luis A. y MARTINEZ Fabio A. Determinación de la capacidad de producción de las herramientas en las empresas metalmecánicas. Bucaramanga. 2002, 221p. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander.

BLANPAIN, Eduardo. Teoría practica de las herramientas de corte. Barcelona: Gustavo Gili, 1962. 692 p.

BOEHS, Lourival. Projeto de Implantação de un Centro de Informação de Usinagem. En: X Congreso Brasileño de Ingeniería Mecánica. Campinas: 1989.

BOEHS, Lourival. CUPINI, N.L. Banco de Dados e Informações em Tecnologia de Usinagem. En: VI Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica. Santiago:1995.

BOOTHROYD, Geoffrey. Fundamentos del corte de metales de las maquinas herramientas. Mexico: Mc Graw Hill, 1978. 350 p.

BURGHARDT, Henry D. Manejo de las maquinas herramientas, Parte II. New York: Mc Graw Hill, 1965. 702 p.

CEBALLOS, Francisco J. Visual Basic 6.0, curso de programación. México: Alfaomega, 1999. 499 p.

CORDOBA, Nieto Ernesto. Dispositivos de Fijación para Herramientas CNC., Divulgación Tecnológica SENA. Bogota: 1991, 98 p.

COX, Joyce; DUDLEY, Nathan y AUNE, Liz. Curso rápido de Microsoft Access 2000. Bogota: Norma, 1999. 219 p.

DATE, C.J. Introducción a los Sistemas de Bases de Datos VOL 1. Madrid: Addison Wesley.,1993. 574 p.

DIAZ, Jorge G. y MARENTES, Julio C. Banco de datos de herramientas y materiales de mecanizado. Bucaramanga. 1999, 213 p. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander.

GONZALEZ, Andrés y PINTO, Iván. Banco de datos de máquinas herramientas y fabricantes. Bucaramanga. 1998 422 p. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander.

SCHELY, John A. Procesos de Manufactura. México: McGraw Hill, 2000. 1003 p.

NEELY, John E y KIBBE, Richard. Materiales y Procesos de Manufactura, México: Limusa, 1992. 481 p.

KROV, Oswald. Operaciones de maquinas herramientas. México: Mc Graw Hill, 1990

MICROSOFT CORPORATION. Microsoft Visual Basic 6.0; Manual del Programador, Madrid: McGraw Hill, 1998. 921 p.

MOLINA, Duran Anderson y QUINTERO, José Luis. Software Gerenciador de Herramientas para la Industria Metalmeccánica. Bucaramanga. 2003, 423 p. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander.

MONTILVA, Jonás. Desarrollo de sistemas de información. Mérida: Consejo de publicaciones de la Universidad de Los Andes en Mérida, 1992. 262 p.

PRESSMAN, Roger S. Ingeniería del Software: un enfoque práctico. 5a. ed. Madrid: McGraw Hill, 1998. 601 p.

KIBBE, Richard y NEELY, John. Manual de Maquinas Herramientas vol 2, México: Limusa, 1992. 488 p.

ROSS, Nelcy y REYES, Norberto. Sistema experto que apoya la selección de herramientas de corte en procesos de mecanizado. Bucaramanga. 2001. 174 p. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander.

SEEN, James A. Análisis y Diseño de Sistemas de Información. 2a ed. México: Mc Graw Hill. 1997.

Anexo A.

FORMULARIOS UTILIZADOS EN DISFIN

General	
Nombre Formulario	Descripción
DISFICA	Ingreso principal al módulo de capacitación y evaluación formato html y asp respectivamente
DISFICLA	Ingreso principal al módulo de clasificación en formato pdf
DISFISEL	Ingreso principal al módulo de selección el cual cuenta con dos módulos uno de selección y otro de administrador

Administrador	
Nombre Formulario	Descripción
EliminarHerr	Eliminar Portaherramientas
EliminarPieza	Eliminar Portapiezas
ModHerDim	Modificar los nombres de las dimensiones de una Portaherramienta
ModHerPlaquita	Modificar las dimensiones de un Portaherramienta
ModHerramienta	Modificar los datos de un Portaherramientas
ModMarca	Modificar los Fabricantes
ModPieza	Modificar los datos de un Portapieza
NueHerLambrich	Incluir nueva Portaherramienta de Lambrich
NueHerPaso	Incluir paso para Portaherramientas (Fresado)
NueHerramienta	Incluir nuevo Portaherramientas
NueMarca	Incluir nuevo Fabricante
NuePieDatos	Incluir Datos de un Nuevo PortaPieza (Torneado)
NuePieDatosCentros	Incluir Datos de un nuevo Centro (Torneado)
NuePieDatosGeneral	Incluir Datos de un Nuevo PortaPieza (Fresado, Taladrado)
NuePieza	Incluir Nueva Pieza
Principal	Formulario Principal
Seguridad	Formulario de la Clave
DRHerramientas	Reporte de Portaherramientas
DRPiezas	Reporte de Portapiezas

Selección	
Nombre Formulario	Descripción
ConFre	Consultas de Fresado Portaherramienta
ConFrePie	Consultas de Fresado Portapieza
ConPer	Consultas de Taladrado Portaherramienta
ConPerPie	Consultas de Taladrado Portapieza
Consultas	Selección de Subproceso para Portaherramienta
ConsultasPieza	Selección de Subproceso para Portapieza
ConTor	Consultas de Taladrado Portaherramienta
ConTorPieCentro	Consultas de un Centro (Torneado)
ConTorPie	Consultas de Taladrado Portapieza
ConTorPiePla	Consulta pedir tamaño de plaquita
Principal	Selección de Portapieza o Portaherramienta
ResIndividual	Resultados de los datos de un Portaherramienta
ResIndividualPie	Resultados de los datos de un Portapieza
Resultados	Resultados de portaherramientas
ResultadosPie	Resultados de portapieza
DRIndividual	Reporte del Portaherramienta seleccionado
DRIndividualPie	Reporte del portapieza seleccionado