



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

TESIS DE GRADO

TEMA:

**“REPOTENCIACION DE LA FRESADORA UNIVERSAL MODELO
X6125A DEL CENTRO DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI COMO HERRAMIENTA
EDUCATIVA Y ELABORACIÓN DEL MANUAL DE SELECCIÓN Y
OPERACIÓN EN EL PERÍODO ACADÉMICO OCTUBRE 2011-
ABRIL 2012.”**

ENERGÍA, POTENCIA, ELECTROMECAÁNICA Y ELECTRÓNICA

Tesis presentada previo a la obtención del título de Ingeniero/a en
Electromecánica

Autores:

Guamangallo Tandalla Mayra Fernanda

Lugmaña Alvarez Franklin Eduardo

Director:

Ing. Milton Eduardo Herrera Tapia

Latacunga – Ecuador

Noviembre 2013





APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO


En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe técnico de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias de la ingeniería y aplicadas; por cuanto, los postulantes: **Guamangallo Tandalla Mayra Fernanda, Lugmaña Alvarez Franklin Eduardo** con el título de tesis: **“REPOTENCIACION DE LA FRESADORA UNIVERSAL MODELO X6125A DEL CENTRO DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI COMO HERRAMIENTA EDUCATIVA Y ELABORACIÓN DEL MANUAL DE SELECCIÓN Y OPERACIÓN EN EL PERÍODO ACADÉMICO OCTUBRE 2011-ABRIL 2012.”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa de Tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 25 de Noviembre del 2013

Para constancia firman:


.....
Ing. Segundo Cevallos
PRESIDENTE


.....
Dr. Galo Terán
MIEMBRO

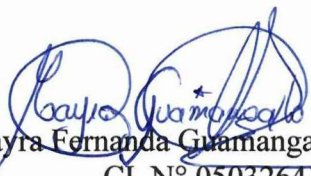

.....
Ing. Diana Marín
OPOSITOR

AUTORÍA

Yo, Mayra Fernanda Guamangallo Tandalla con CI. N° 0503264152 y Franklin Eduardo Lugmaña Alvarez con CI. N° 0502521396, declaramos que el trabajo descrito es de nuestra completa autoría, que hemos consultado las referencias bibliográficas y sitios web.

Que los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación, contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuestas son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Latacunga, 26 de Noviembre del 2013



Mayra Fernanda Guamangallo Tandalla
CI. N° 0503264152



Franklin Eduardo Lugmaña Alvarez
CI. N° 0502521396

AVAL DEL DIRECTOR

HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

De mi consideración:

Cumpliendo con lo estipulado en el Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Capítulo V, (Art. 9 literal f), me permito informar que la postulante Guamangallo Tandalla Mayra Fernanda y Lugmaña Alvarez Franklin Eduardo han desarrollado su Tesis de Grado de acuerdo al planteamiento formulado en el Anteproyecto de Tesis con el tema: “REPOTENCIACION DE LA FRESADORA UNIVERSAL MODELO X6125A DEL CENTRO DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI COMO HERRAMIENTA EDUCATIVA Y ELABORACIÓN DEL MANUAL DE SELECCIÓN Y OPERACIÓN EN EL PERÍODO ACADÉMICO OCTUBRE 2011-ABRIL 2012.”, cumpliendo sus objetivos respectivos.

En virtud de lo antes expuesto, considero que la presente Tesis de Grado se encuentra habilitada para presentarse al acto de defensa.

Latacunga, 26 de Noviembre del 2013

EL DIRECTOR



Ing. Milton Eduardo Herrera Tapia

C.C. # 0501503312

DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

Nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi, que por medio de sus docentes han cumplido con la valiosa misión de educar y brindar los conocimientos técnicos - humanísticos para formarnos como profesionales al servicio de la sociedad en beneficio del desarrollo técnico – científico del país.

Además el agradecimiento al Ing. Milton Herrera por habernos guiado desinteresadamente con su conocimiento en la elaboración del proyecto de tesis y compartir sus experiencias de vida profesional, brindando su apoyo moral.

Al Ing. Álvaro Mullo por la confianza depositada y su incondicional respaldo en el desarrollo de este proyecto, para que se haga realidad el alcance de esta meta.

DEDICATORIA

El presente proyecto constituye ser el inicio de las metas planteadas en mi vida, que con esfuerzo, tenacidad y sacrificio a lo largo de este tiempo he logrado llegar a una feliz culminación, por eso lo dedico a DIOS.

A mi querida madre Liliana, quien con sus consejos, ejemplo, amor y apoyo incondicional en los momentos difíciles de mi vida, supo guiarme para no decaer en el cumplimiento de mis objetivos.

A mi padre Fausto y hermanos que con su ayuda y entereza han brindado fortaleza en el transcurso de mi existencia.

Al Alma Mater que abrió sus puertas a la mujer, dejando atrás los prejuicios de género; simultáneamente el apoyo de mis compañeros de aula y docentes, quienes con respeto y paciencia supieron brindarme su respaldo en la trayectoria académica y personal.

FERNANDA

DEDICATORIA

Somos hojas en el viento; este proyecto de tesis va dedicado a Dios, a mis padres y a todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación.

A Dios porque me ha acompañado a cada paso que doy; a mis padres, quienes a lo largo de la vida han velado por mi bienestar siendo un apoyo en todo momento.

Tantas cosas por decir a cada uno de ellos que están cerca y un hasta pronto a los que partieron a un mejor lugar nos veremos pronto.

FRANKLIN

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGS.
PORTADA.....	i
AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL DIRECTOR.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN	xix
CAPITULO I	20
1. MARCO TEÓRICO.....	20
1.1 MÁQUINA-HERRAMIENTA	20
1.2 LA FRESADORA CÓMO MÁQUINA - HERRAMIENTA	23
1.3 MOVIMIENTOS DE LA FRESADORA.....	30
1.3 FRESADO CONVENCIONAL Y FRESADO INVERSO.....	35
1.4 CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS FRESAS.....	38

1.5	MECANIZADO DE LA FRESADORA.....	43
1.6	SELECCIÓN DE MÓDULOS.....	52
1.7	VELOCIDADES DE CORTE, AVANCE Y PROFUNDIDAD.....	53
1.8	FUERZAS DE CORTE, MOMENTO TENSOR Y POTENCIA.....	56
1.9	TIEMPO DE MECANIZADO.....	58
1.10	CONSTRUCCIÓN DE ENRANAJES DE DIENTES RECTOS Y HELICOIDALES.....	62
CAPÍTULO II.....		73
PRESENTACIÓN, TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA Y ENTREVISTA PREVIO A LA REPOTENCIACIÓN DE LA FRESADORA.....		73
2.2	CARACTERIZACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.....	74
2.3	SELECCIÓN DE LA POBLACIÓN Y MUESTRA.....	75
2.4	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	76
CAPÍTULO III.....		106
REPOTENCIACIÓN DE LA FRESADORA UNIVERSAL MODELO X6125A DEL CENTRO DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI COMO HERRAMIENTA EDUCATIVA Y ELABORACIÓN DEL MANUAL DE SELECCIÓN Y OPERACIÓN EN EL PERÍODO ACADÉMICO OCTUBRE 2011-ABRIL 2012”.....		106
3.1	INTRODUCCIÓN.....	107
3.2	JUSTIFICACIÓN.....	107
3.3	OBJETIVOS.....	109
3.4	GENERALIDADES DE LA FRESADORA UNIVERSAL MODELO X6125A.....	109
3.5	DIVISOR UNIVERSAL Y ALCANCE DE MECANIZADO.....	123

3.6	SELECCIÓN DE MÓDULOS DE FRESAS	129
3.7	SELECCIÓN DE VELOCIDADES DE MECANIZADO.....	131
3.8	PROCESOS DE MECANIZADO.....	132
3.9	TRABAJOS A EJECUTARSE CON LA FRESADORA MODELO X6125A.....	134
3.10	MANTENIMIENTO RUTINARIO.....	144
	CONCLUSIONES	151
	RECOMENDACIONES.....	153
	BIBLIOGRAFÍA	154
	LINKOGRAFÍA	156
	VOCABULARIO	158

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Presentación de datos de la encuesta de los estudiantes de Sexto Nivel	77
Tabla 2. Presentación de datos de la encuesta de los estudiantes de Séptimo Nivel	77
Tabla 3. Presentación de datos de la encuesta de los estudiantes de Octavo Nivel	78
Tabla 4. Análisis de la primera pregunta	79
Tabla 5. Análisis de la segunda pregunta	80
Tabla 6. Análisis de la tercera pregunta	81
Tabla 7. Análisis de la cuarta pregunta	82
Tabla 8. Análisis de la quinta pregunta	83
Tabla 9. Análisis de la sexta pregunta	84
Tabla 10. Análisis de la séptima pregunta	85
Tabla 11. Análisis de la octava pregunta	86
Tabla 12. Tabla general de estudiantes encuestados de Ingeniería Electromecánica	87
Tabla 13. Presentación de datos de la encuesta de los estudiantes de sexto nivel	88
Tabla 14. Presentación de datos de la encuesta de los estudiantes de séptimo nivel	88
Tabla 15. Análisis de la primera pregunta	89
Tabla 16. Análisis de la segunda pregunta	90
Tabla 17. Análisis de la tercera pregunta	91
Tabla 18. Análisis de la cuarta pregunta	92
Tabla 19. Análisis de la quinta pregunta	93
Tabla 20. Análisis de la sexta pregunta	94
Tabla 21. Análisis de la séptima pregunta	95
Tabla 22. Análisis de la octava pregunta	96
Tabla 23. Tabla general de estudiantes encuestados de Ingeniería Industrial	97
Tabla 24. Tabla general de los estudiantes de Ingeniería Electromecánica e Industrial	98
Tabla 25. Tabla de Sumas marginales	100
Tabla 26. Conos portafresas	122

Tabla 27. Discos con su número de agujeros.....125
Tabla 28. Lira de ruedas existentes en el Centro de Producción y Servicios127
Tabla 29.Cuadro de herramientas existentes en el Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi129
Tabla 30.Grados de consistencia de una grasa según ASTM D 217146

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Movimientos de la máquina-herramienta.....	21
Figura 2. Clasificación de las máquinas - herramientas	22
Figura 3. Componentes de la Fresadora.....	24
Figura 4. Partes de la Fresadora.....	25
Figura 5. Movimientos de la mesa.....	31
Figura 6. Movimientos básicos de fresado	34
Figura 7. Fresado convencional	35
Figura 8. Fresado inverso.....	36
Figura 9. Ángulos de la fresa	38
Figura 10. Planeado periférico.....	43
Figura 11. Fresado frontal.....	44
Figura 12. Planeado en escuadra.....	44
Figura 13. Ranurado recto	45
Figura 14. Ranurado de forma	45
Figura 15. Ranurado de chaveteros.....	46
Figura 16. Canteado	46
Figura 17. Vaciado.....	47
Figura 18. Copiado o Contornos.....	47
Figura 19. Cortes.....	48
Figura 20. Claflanes.....	48
Figura 21. Torno Fresado.....	49
Figura 22. Fresado De Roscas	49
Figura 23. Fresado de Engranajes.....	50
Figura 24. Mandrinado	50
Figura 25. Mortajado vertical	51
Figura 26. Mecanizado en rampa circular exterior (3 ejes).	51
Figura 27. Rueda con piñón.....	63
Figura 28. Engranaje en cremallera	63
Figura 29. Engranajes para ejes cruzados.....	63
Figura 30. Transmisión de movimiento de helicoidal a tornillo sin fin.....	64
Figura 31. Engranajes cónicos	65

Figura 32. Partes de un engranaje	67
Figura 33. Bandas de transmisión tipo “V” del husillo	111
Figura 34. Panel de encendido de la fresadora X615A.....	112
Figura 35. Selector de velocidades del husillo	113
Figura 36. Carnero o antebrazo.....	113
Figura 37. Velocidades del automático.....	114
Figura 38. Alimentación de los automáticos	115
Figura 39. Regleta de base giratoria	116
Figura 40. Volantes de desplazamiento vertical y transversal.....	117
Figura 41. Nonio de desplazamiento transversal.....	117
Figura 42. Nonio del tambor de desplazamiento longitudinal.....	118
Figura 43. Nonio del tambor de desplazamiento vertical	118
Figura 44. Ejes portafresas.....	120
Figura 45. Barra de tracción	120
Figura 46. Chaveta.....	121
Figura 47. Collares espaciadores	121
Figura 48. Conos portafresas en milímetros	122
Figura 49. Conos portafresas en pulgadas	123
Figura 50. Cabezal divisor de la fresadora	123
Figura 51. Plato divisor VERTEX machinery works	124
Figura 52. Colocación del tren de engranajes.....	127
Figura 53. Fresado frontal en forma de cicloide.....	135
Figura 54. Fresa de vástago para ranurado en forma de T.....	138
Figura 55. Ensamble del árbol portafresas.....	141
Figura 56. Taladrina refrigerando la fresa	145
Figura 57. Equipo de seguridad para trabajar en la fresadora	149

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. TIPOS DE FRESAS.....	161
ANEXO B. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	164
ANEXO C. TABLA DE DISTRIBUCIÓN CHI – CUADRADO	168
ANEXO D. CARACTERÍSTICAS DE LA FRESADORA UNIVERSAL MODELO X6125A.....	171
ANEXO E. TABLAS PARA CÁLCULOS DE MECANIZADO EN LA FRESADORA UNIVERSAL MODELO X6125A	174
ANEXO F. PRÁCTICAS	182
ANEXO G MODELO DE UNA HOJA DE PROCESOS.....	203
ANEXO H HOJA DE PROCESOS Y PLANOS DE PIEZAS MECANIZADAS DE LAS PRÁCTICAS.....	205
ANEXO I FORMATO PARA CONTROL DE OPERACIÓN.....	216
ANEXO J NORMAS INEN PARA DIBUJO	218
ANEXO K FOTOGRAFÍAS DE LA FRESADORA UNIVERSAL MODELO X6125A.....	226
ANEXO L ESQUEMA DE LA FRESADORA UNIVERSAL MODELO X6125A	231

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Representación gráfica de la primera pregunta.....	79
Gráfico 2. Representación gráfica de la segunda pregunta.....	80
Gráfico 3. Representación gráfica de la tercera pregunta	81
Gráfico 4. Representación gráfica de la cuarta pregunta	82
Gráfico 5. Representación gráfica de la quinta pregunta	83
Gráfico 6. Representación gráfica de la sexta pregunta.....	84
Gráfico 7. Representación gráfica de la séptima pregunta.....	85
Gráfico 8. Representación gráfica de la octava pregunta.....	86
Gráfico 9. Representación gráfica de la primera pregunta.....	89
Gráfico 10. Representación gráfica de la segunda pregunta.....	90
Gráfico 11. Representación gráfica de la tercera pregunta	91
Gráfico 12. Representación gráfica de la cuarta pregunta	92
Gráfico 13. Representación gráfica de la quinta pregunta	93
Gráfico 14. Representación gráfica de la sexta pregunta.....	94
Gráfico 15. Representación gráfica de la séptima pregunta.....	95
Gráfico 16. Representación gráfica de la octava pregunta.....	96

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se exponen los argumentos del desarrollo del tema:

El proyecto contiene la fundamentación teórica acerca de la clasificación, movimientos de la herramienta y máquina, tipos de procesos que pueden realizarse en la fresadora universal, funcionamiento de la máquina; incluso los respectivos cálculos para la elaboración de engranajes. También comprende las técnicas de investigación utilizados para la sustentación del proyecto, así como su tabulación, graficación e interpretación de resultados. Finalmente se detalla las generalidades de la fresadora universal modelo X6125A, su funcionamiento y características técnicas; descripción de los accesorios con los respectivos cálculos pertenecientes a la máquina; además de la selección montaje y desmontaje de las herramientas y/o módulos de fresas para la elaboración de los procesos de mecanizado, conjuntamente con el mantenimiento rutinario que debe darse. El proyecto concluye con los Anexos y tablas que facilitan los cálculos en los procedimientos de mecanizado, hojas de procesos de las prácticas.

Palabras claves: Repotenciación, fresadora, máquina - herramienta, engranajes.

ABSTRACT

In the present investigation project will present the arguments of the development of the theme:

The project contains the theoretical foundation about the classification, movements of the tool and machine, types of processes that can be made universal milling machine, operation machine, even the respective calculations for the manufacture of gears. Also include, the investigation techniques used for supporting the project, also the tabulation, graphing and results interpretation. Finally, this investigation details overview of the universal milling machine X6125A model, it's operation and technical characteristics, description of the respective calculations belonging to the machine, in addition to assembly and disassembly of the tools and / or the selection modules' miller for developing machining processes, along with routine maintenance to be given. The project concludes with annexes and tables for to facilitate the calculations machining procedures, process sheets practices.

Key words: Repowering, milling machine, machine –tool, gears.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica De Cotopaxi, yo Lic. Marcia Chiluisa Chiluisa con la C.C. 0502214307 CERTIFICO que he realizado la respectiva revisión del Abstract; con el tema: **“REPOTENCIACION DE LA FRESADORA UNIVERSAL MODELO X6125A DEL CENTRO DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI COMO HERRAMIENTA EDUCATIVA Y ELABORACIÓN DEL MANUAL DE SELECCIÓN Y OPERACIÓN EN EL PERÍODO ACADÉMICO OCTUBRE 2011 - ABRIL 2012”** cuyos autores son: Guamangallo Tandalla Mayra Fernanda, Lugmaña Alvarez Franklin Eduardo y director de tesis Ing. Milton Eduardo Herrera Tapia.

Latacunga, 21 Noviembre del 2013

Docente:

Lic: MARCÍA CHILUISA CHILUISA

CI 0502214307

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Cotopaxi, escasas son las instituciones técnicas que cuentan con laboratorios para la enseñanza – aprendizaje, no obstante aplicar los principios y postulados de la ciencia a procesos reales constituye ser el propósito ideal del profesional para su desempeño laboral.

Es de advertir que la producción sin bases científicas se torna monótona y sin proyección futura; mientras que la ciencia pura sin aplicación práctica constituye ser profesionalmente improductivo, por lo que se debe llegar a la fusión perfecta de la teoría con la práctica.

El desarrollo de la ciencia es prioridad en la educación superior; actualizarse constantemente acorde a la realidad en la que se desarrolla, conllevando a adquirir nuevos conocimientos teórico - prácticos para un mejor desarrollo profesional.

La elaboración del proyecto “Repotenciación de la fresadora universal modelo X6125A del Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi como herramienta educativa y elaboración del manual de selección y operación en el período académico octubre 2011 - abril 2012”, facilitará la práctica de los estudiantes, ya que los postulantes han realizado el análisis de la máquina, acorde a sus características y su capacidad de producción.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se realizó la investigación teórica correspondiente al tema de tesis, así como los conceptos básicos y ecuaciones correspondientes para la comprensión del proyecto a ejecutarse.

1.1 MÁQUINA-HERRAMIENTA

(PROBST, 2001) expone que: “ Máquina es un artilugio para aprovechar, dirigir y regular la acción de una fuerza, se aplica la definición de herramienta a aquellos instrumentos que pone en movimiento la mano del hombre” (Pág. 7)

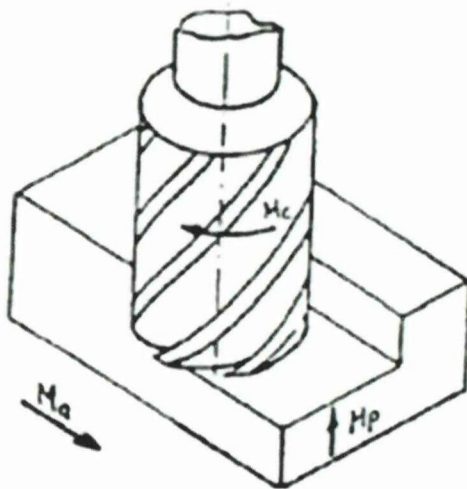
Luego de investigar diferentes definiciones acerca de máquina – herramienta, se concluye que: es toda máquina que por procedimientos mecánicos hace funcionar una herramienta, sustituyendo la mano del hombre; obteniéndose las dimensiones y formas deseadas, por medio de movimientos y posiciones relativos de la pieza y la herramienta.

Los movimientos de trabajo necesarios son:

- Movimiento de corte (M_c): Movimiento relativo entre la pieza y la herramienta.
- Movimiento de penetración (M_p): Movimiento que acerca la herramienta al material y regula su profundidad de penetración.
- Movimiento de avance (M_a): Movimiento mediante el cual se pone bajo la acción de la herramienta nuevo material a separar.

En la figura 1 se observa los movimientos de trabajo realizados por la máquina - herramienta, en este caso de una fresadora.

Figura 1. Movimientos de la máquina-herramienta



Fuente: Manual de máquinas herramientas, Stephan Heimm

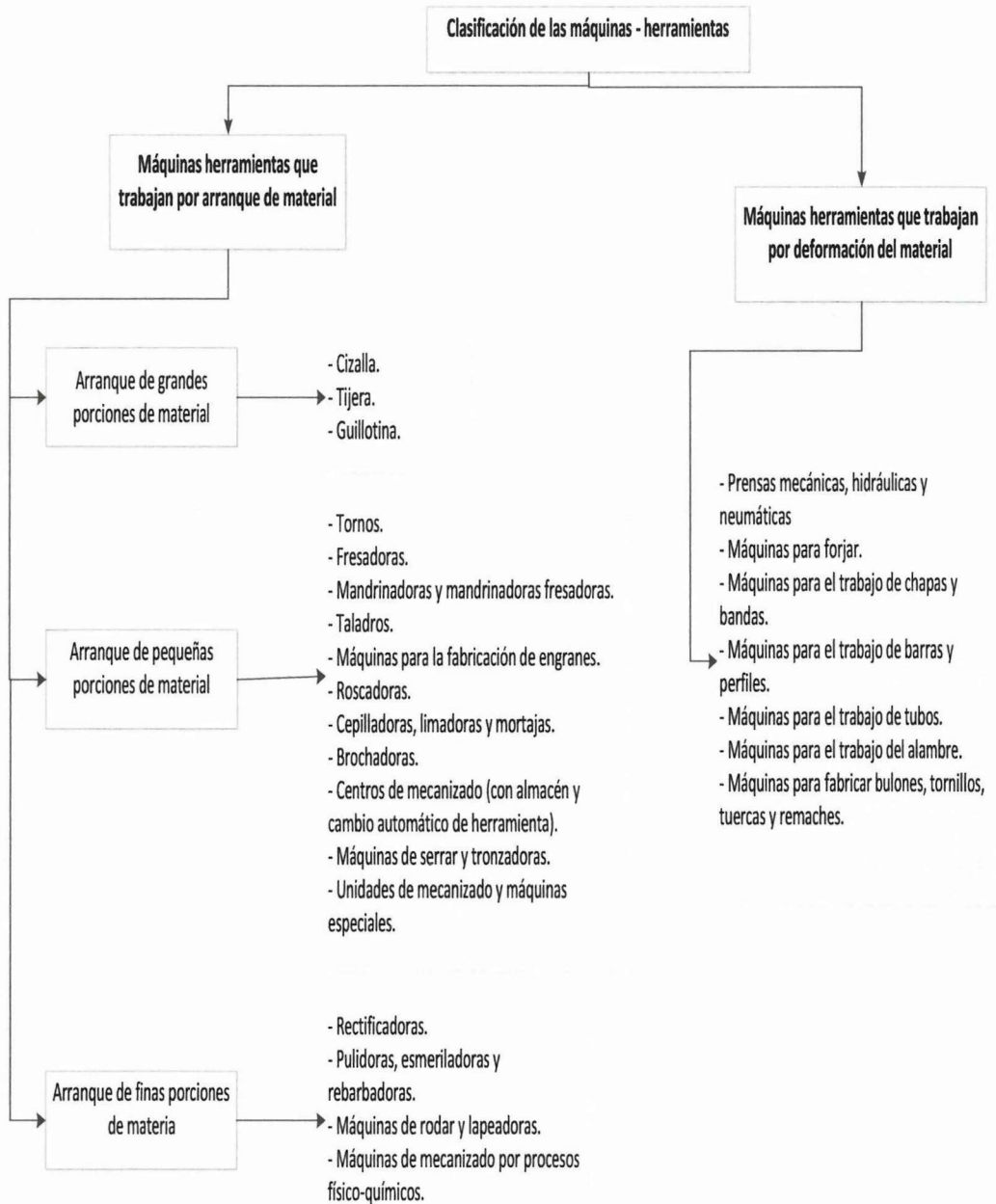
Las máquinas – herramientas se pueden controlar por:

- Operario (máquinas manuales).
- Neumática, hidráulica o eléctricamente (aceite, aire).
- Mecánicamente (por ej. Mediante levas).
- Computadora (Control numérico: CNC)

1.1.1 Clasificación de las máquinas-herramientas

Las máquinas herramientas se clasifican fundamentalmente en dos grupos, tal como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Clasificación de las máquinas - herramientas



Fuente: Manual del fresador módulo I, Probst, Hermann,

1.1.2 Características técnicas de las máquinas - herramientas

En la investigación realizada por la Junta de Andalucía, se deduce que: “Las características técnicas de una máquina - herramienta indican de una forma simple, los elementos de la máquina, capacidad y sus posibilidades de trabajo.” (Andalucía, 1992, págs. 7 -8)

Las características técnicas de una máquina - herramienta pueden clasificarse en:

- a) Características Generales: Se refieren a la clase de máquina; mando, naturaleza de los mecanismos principales, forma geométrica de los órganos másicos principales, etc.
- b) Características de Capacidad: Son las distancias existentes entre elementos que definen las dimensiones máximas de las piezas a montar.
- c) Características de Trabajo: Son las alternativas de potencias, velocidades, etc.

1.2 LA FRESADORA COMO MÁQUINA - HERRAMIENTA

La fresadora es una máquina – herramienta utilizada para realizar mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa.

En su libro Mecánica de Taller Metrología II, Torno y Fresadora, (LÓPEZ, 1987) manifiesta que: “El trabajo en esta máquina se caracteriza porque el contacto de la herramienta con la pieza es intermitente; es decir, las virutas arrancadas son cortas y el contacto de la cuchilla con el material es breve”. (Pág. 45).

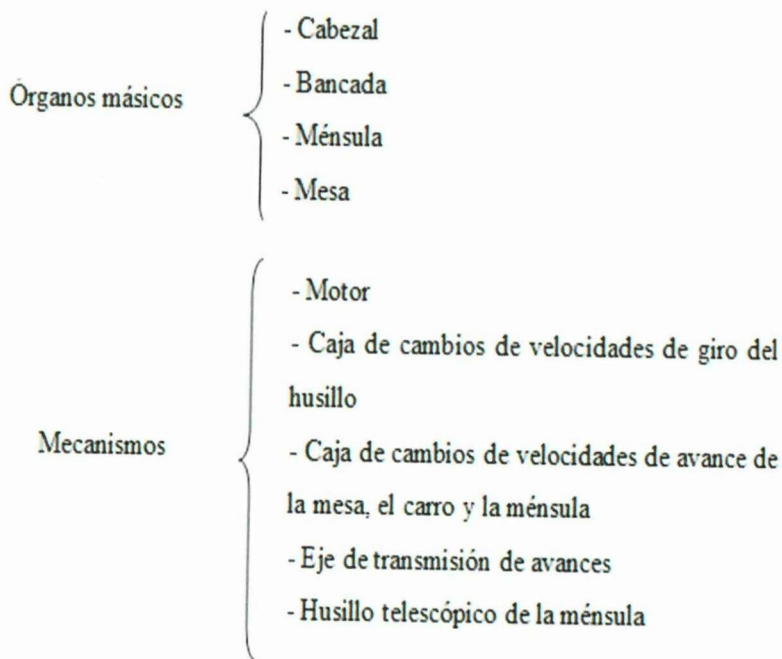
Ya que el corte es circular, por lo que el calentamiento es menor; por tanto se puede trabajar con mayores velocidades de corte.

El empleo de estas máquinas, con elementos móviles y cortantes (fresas), así como líquidos para la refrigeración y lubricación del corte, requiere unas condiciones de trabajo que preserven la seguridad y salud de los trabajadores y eviten daños a las máquinas, a las instalaciones y a los productos finales o semielaborados.

1.2.1 Partes de una fresadora

La fresadora como máquina - herramienta se compone principalmente de los órganos másicos y mecanismos (ver figura 3).

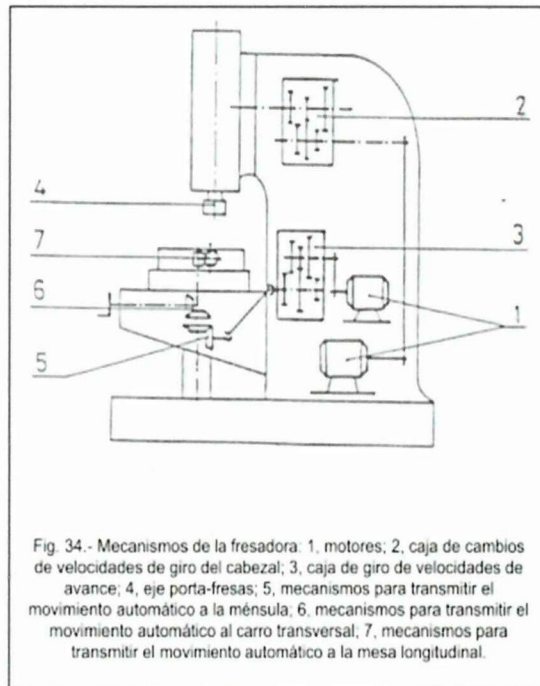
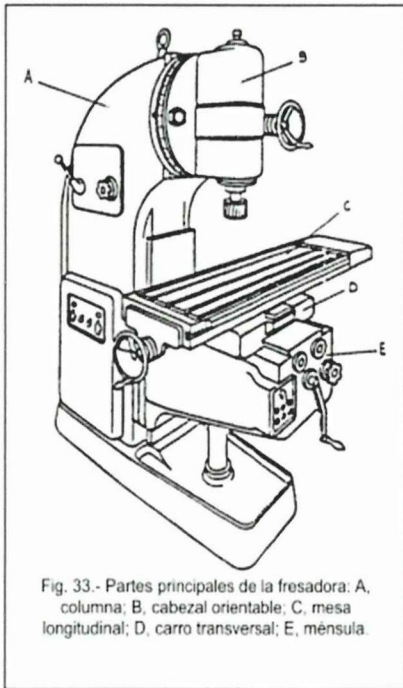
Figura 3. Componentes de la Fresadora



FUENTE: Grupo investigador

Siendo los órganos másicos la estructura externa y los mecanismos corresponden al conjunto de los elementos electromecánicos que permiten la transmisión del movimiento, tal como se muestra en la figura 4.

Figura 4. Partes de la Fresadora



Fuente: Manual de máquinas herramientas, Stephan Heimm

1.2.2 Principio de funcionamiento de la fresadora

Para entender de mejor manera el funcionamiento de la fresadora, se va detallar la cadena cinemática de una fresadora, la misma que contribuye a realizar los distintos movimientos de una fresadora; puede considerarse dividirla en los siguientes grupos de mecanismos:

- Transmisión del movimiento al eje principal.
- Transmisión del movimiento a la caja de cambio para avances.
- Caja de cambio para avances e inversión del movimiento de los mismos.
- Transmisión del movimiento a los mecanismos de la consola.
- Lubricación de la cadena cinemática.

1.2.2.1 Transmisión del movimiento al eje principal

El movimiento de transmisión desde el motor necesita un sistema de reducción y variación de velocidad que pueda basarse en un mecanismo de conos, poleas o de trenes de engranajes. En el sistema de monopolea, el arranque se hace por medio de una polea de correas trapeciales, que va desde el motor a una caja de cambios de velocidades por engranajes que hay en la parte superior del cuerpo de la fresadora.

(RIOJA, 2002) describe el proceso de la siguiente manera:

La polea recibe el movimiento del motor situado en la parte inferior del cuerpo de la fresadora, transmite el movimiento al primer bloque de engranajes que se deslizan por el árbol acanalado.

A continuación en la parte superior se encuentra un árbol intermedio el cual se encuentra sujeto a otro bloque de engranajes fijos los cuales son acoplables con el primer juego de engranajes, además de que a uno de sus extremos existen dos engranajes que pueden deslizarse sobre un trozo de árbol acanalado, los cuales son acoplables con un tercer bloque superior fijos en el eje.

Este eje se halla sobre cojinetes de bolas y hueco en su interior con la finalidad de que el tirante roscado en sus extremos ubicado en su interior gire en conjunto con él y ayude a bloquear mediante el árbol

portafresas contra el cono hueco del eje de un extremo.

(Págs. 10-11)

1.2.2.2 Transmisión del movimiento a la caja de cambio para avances.

La manera de realizar la toma de movimiento de la caja de avances son las siguientes:

- Tomando el movimiento del eje del motor por medio de engranajes o cadenas antes de la caja de cambio de velocidades, por lo cual los avances serán independientes de la velocidad de rotación del eje portafresas, se expresarán en milímetros por minuto.
- Tomado el movimiento por medio de engranajes, de cadenas o de correa del mismo eje principal de la fresadora, después de la caja de velocidades. En este caso los avances serán proporcionales a la velocidad de rotación del eje portafresas y se expresarán en milímetros por revolución de la fresa.
- Tomando el movimiento de otro motor independiente. En este caso los avances también se expresan en milímetros por minuto. Cuando se emplea este sistema la caja de cambio de avances no se encuentra en el cuerpo de la fresadora, sino en la consola.

1.2.2.3 Caja de cambios para avances y mecanismo de inversión.

La investigación de (RIOJA, 2002) sostiene que: “La caja de cambios para avances suele ser de tipo de engranajes desplazables, al igual que la caja de velocidades. En esta misma caja suele estar incluido el mecanismo de

inversión de avances. En otras ocasiones el mecanismo de inversión está incluido en los mecanismos del carro y se consigue por medio de una combinación de engranajes cónicos.” (pág. 12)

1.2.2.4 Transmisión del movimiento a los mecanismos de la consola.

Algunas fresadoras no tienen motor independiente, por lo cual hay que transmitir el movimiento desde la caja de cambios para avances hasta los mecanismos de la consola.

(RIOJA, 2002) Describe que:

Los mandos manuales de los diversos husillos se manejan girando directamente el husillo correspondiente (movimiento de la mesa y del carro transversal) o por medio de un juego de engranajes cónicos, para la vertical de la consola. Todo ellos se accionan por medio de un volante o de las manivelas correspondientes y llevan un tambor graduado (nonius).

Normalmente los volantes o manivelas correspondientes y los mandos manuales se suspenden cuando se dan avances automáticos y para evitar falsas maniobras accidentales. Cuando la fresadora está dotada de avances rápidos de acercamiento, es preciso que haya una desconexión

automática de los volantes de los mandos manuales para evitar accidentes.

Durante el trabajo los carros que no se necesitan se bloquean para aumentar la rigidez. Este bloqueo suele conseguirse por medio de regletas que se comprimen contra las guías. El movimiento de los tres carros se obtiene por medio de un sistema de husillo roscado y tuerca, y puede ser manual o automático por medio de un motor propio o a través de un motor especial. (Pág. 12)

1.2.2.5 Lubricación de la cadena cinemática.

Las cadenas cinemáticas que están en movimiento necesitan una adecuada y constante lubricación. Este tipo de lubricación puede ser de las siguientes formas:

- a) Lubricación Forzada.** Esta lubricación es automática, se obtiene por medio de una bomba que es accionada por el propio motor de la máquina, lubrica el cambio de velocidades de avance y los engranajes de mando del eje. La circulación del lubricante sigue un circuito definido.
- b) Lubricación semiautomática.** Sirve para lubricar el grupo de la consola y los diferentes carros; el lubricante va directo a los órganos indicados por un complejo sistema de tubos; el lubricante circula por unos tubos ayudado de una bomba.

- c) **Lubricación por barboteo.** Es utilizada para lubricar el cambio de velocidad de eje, los engranajes inferiores del cambio están parcialmente inmerso en un baño de aceite, al momento del giro el aceite es proyectado a todas partes de los órganos por el empuje del mismo mediante los engranajes inmersos.

1.3 MOVIMIENTOS DE LA FRESADORA

Los movimientos realizados por la fresadora podemos clasificarlos de la siguiente manera:

- Movimientos de la mesa
- Movimientos básicos de fresado.
- Movimientos de la herramienta.
- Movimiento relativo entre pieza y herramienta

1.2.3 Movimientos de la mesa

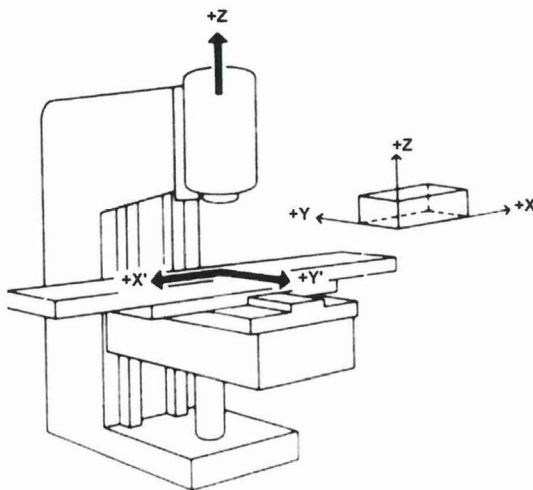
La mesa de trabajo se puede desplazar de forma manual o automática. Para ello cuenta con una caja de avances expresados de mm/minuto, donde es posible seleccionar el avance de trabajo adecuado a las condiciones tecnológicas del mecanizado.

- a) **Movimiento longitudinal.** Según el eje X, que corresponde habitualmente al movimiento de trabajo. Para facilitar la sujeción de las piezas, la mesa está dotada de unas ranuras en forma de T que permitir la fijación de mordazas u otros elementos de sujeción de las piezas y además puede inclinarse para el tallado de ángulos. Esta mesa puede avanzar de forma automática de acuerdo con las condiciones de corte que permita el mecanizado.

- b) **Movimiento transversal.** Según el eje Y, corresponde al desplazamiento transversal de la mesa de trabajo. Se utiliza básicamente para colocar la herramienta de fresar en la posición correcta.
- c) **Movimiento vertical:** Según el eje Z, que corresponde al desplazamiento vertical de la mesa de trabajo. Con el desplazamiento de este eje se establece la profundidad de corte del fresado.

En la figura 5 se muestra los avances de la fresadora.

Figura 5. Movimientos de la mesa



Fuente: El trabajo en la fresadora, Instituto de máquina herramienta

1.2.4 *Movimientos básicos de fresado*

Los movimientos que realiza la máquina son:

- Fresado frontal.
- Fresado tangencial en oposición.
- Fresado tangencial en concordancia.

1.2.4.1 Fresado frontal

(MILLÁN Simón, 2006) Llega a la conclusión que: “En el fresado frontal el eje de la herramienta es perpendicular a la superficie de trabajo y el espesor de la viruta arrancada es constante”.(Pág. 67)

La superficie mecanizada tiene mejor acabado, pues en ella no guarda trazo alguno de la forma de la fresa, sino únicamente la raya dejada por los dientes que son arcos de cicloides. El eje de la fresa se lleva ligeramente inclinado hacia delante para evitar el rozamiento de los dientes cuando no cortan, por lo que la superficie gruesa producida es ligeramente cóncava.

1.2.4.2 Fresado tangencial en oposición

Llamado también fresado normal, en este caso el eje de la fresa es paralelo a la superficie trabajada y gira en sentido contrario al avance de la pieza; el espesor de la viruta crece al girar la fresa y avanzar la pieza, por lo que el esfuerzo de corte va creciendo también progresivamente; tiene inconvenientes como:

- Al emplear avances muy pequeños no existe más que un diente cortando a la vez y como la resultante de los esfuerzos de corte al final de la carrera están dirigidos hacia arriba, tiende a levantar la pieza de la mesa originando flexiones y vibraciones.
- El rozamiento de la fresa sobre la pieza al iniciar el corte es muy grande, desgastando los dientes y calentándolos.
- La potencia consumida en el fresado es superior a la del fresado en concordancia.

- Las superficies obtenidas no son perfectamente planas sino ligeramente onduladas.

1.2.4.3 Fresado tangencial en concordancia

(PROBST, 2001) en su libro Manual del Fresador manifiesta que: “La fresa también de eje horizontal gira en el mismo sentido que el de avance de la pieza, en este caso los dientes de la fresa inician el corte de la viruta en su máximo espesor por lo que necesita mayor esfuerzo de corte que en el normal”.(Pág. 18)

Tiene las siguientes ventajas:

- La componente vertical de la fuerza de corte se dirige hacia abajo y por tanto si la máquina es lo suficientemente rígida quedan eliminada las vibraciones.
- Los dientes de la fresa no sufren el rozamiento inicial con la pieza, que tenían en el fresado normal.
- Se pueden emplear avances mayores con mayor rendimiento. La potencia consumida, por la ausencia de rozamientos es inferior a la del fresado normal.
- El acabado obtenido es mejor, pues generalmente no presenta ondulaciones.

1.2.5 Movimientos de la herramienta

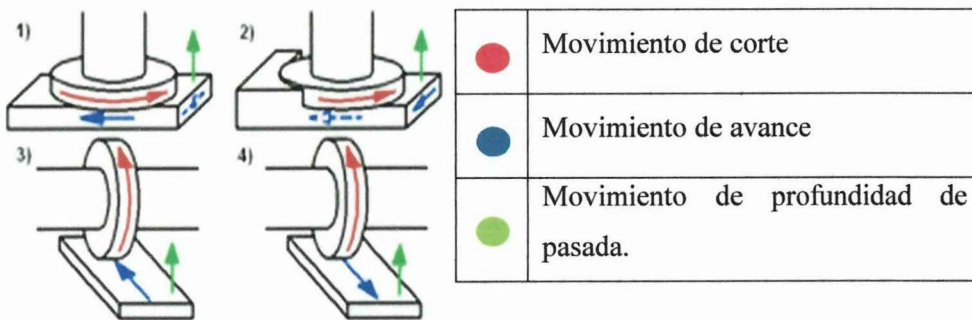
El principal movimiento de la herramienta es el giro sobre su eje. En algunas fresadoras también es posible variar la inclinación de la herramienta o incluso prolongar su posición a lo largo de su eje de giro.

1.2.6 Movimiento relativo entre pieza y herramienta

El movimiento relativo entre la pieza y la herramienta puede clasificarse en tres tipos básicos como se indica en la figura 6:

- El movimiento de corte es el que realiza la punta de la herramienta alrededor del eje del portaherramientas.
- El movimiento de avance es el movimiento de aproximación de la herramienta desde la zona cortada a la zona sin cortar.
- El movimiento de profundización de perforación, o de profundidad de pasada es un tipo de movimiento de avance que se realiza para aumentar la profundidad del corte.

Figura 6. Movimientos básicos de fresado



Fuente: Manual del fresador, Norma Añños

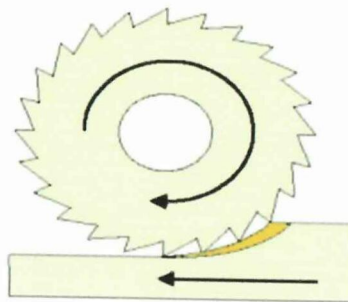
1.3 FRESADO CONVENCIONAL Y FRESADO INVERSO

La acción de corte se puede realizar de dos formas; por fresado convencional o por fresado inverso.

1.3.1 Fresado convencional

(Guamangallo, Lugmaña, 2013), deducen que en el fresado convencional o en concordancia el máximo grosor de la viruta se encuentra al final del corte. El sentido del avance es el opuesto al sentido de la rotación de la herramienta, tal como se muestra en la figura 7.

Figura 7. Fresado convencional



Fuente: Fresado, DORMER

1.3.1.1 Aspectos positivos

- La cantidad de material cortado por diente, no va en función de las características de la superficie de la pieza de trabajo.
- La superficie de trabajo no afecta a la vida de la herramienta.
- El proceso de corte es suave, siempre que los labios de la fresa estén afilados.
- Mejor calidad en la superficie mecanizada.

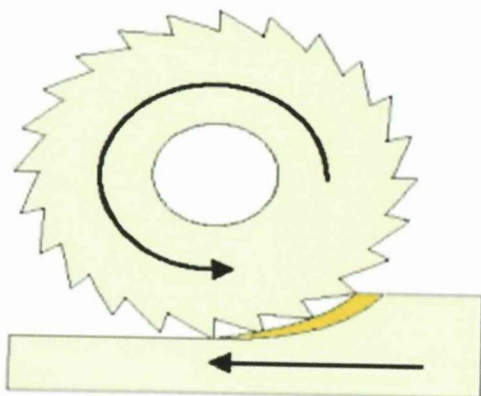
1.3.1.2 Aspectos negativos

- Los dientes de la fresa tienen tendencia a realizar pequeñas vibraciones.
- La pieza de trabajo tiene tendencia a levantarse.
- Rápido desgaste de la herramienta comparado con el fresado inverso.
- Las virutas caen enfrente de la fresa esta disposición dificulta la operación.
- Requiere más potencia debido al incremento de fricción causado por la viruta.
- Acabado superficial estropeado por el aumento de viruta arrastrada por diente.

1.3.2 Fresado inverso

En el fresado inverso el máximo grosor de la viruta se encuentra al inicio del corte. El avance y la velocidad de rotación de la herramienta tienen el mismo sentido, en la figura 8 se indica el sentido de la fresa.

Figura 8. Fresado inverso



Fuente: Fresado, DORMER

1.3.2.1 Aspectos positivos

- Disminución de la componente de las fuerzas de corte en la sujeción de la pieza de trabajo, particularmente en las partes delgadas.
- Fácil disposición de la viruta, la viruta cae detrás de la fresa.
- Menos desgaste, incremento de la vida de la herramienta en un 50%.
- Mejora del acabado superficial, menos viruta arrastrada por diente.
- Se requiere menos potencia, pueden usarse fresas con un gran ángulo.
- El fresado inverso ejerce menos fuerzas en la pieza de trabajo- elementos más simples y menos costosos.

1.3.2.2 Aspectos negativos

- Debido al alto resultado de las fuerzas de impacto cuando el diente establece contacto con la pieza de trabajo, esta operación debe tener una configuración rígida y la violenta reacción debe ser eliminada con el avance del mecanismo.
- El fresado inverso no es apropiado para piezas de trabajo que tienen un escalado, ni en metales con una alta generación de temperatura en el trabajo, como fundiciones y metales forjados.
- El escalonado de la pieza de trabajo, hace que la operación sea dura y abrasiva, causando un desgaste y daño excesivo en los dientes de la fresa, disminuyendo la vida útil de la herramienta.

1.4 CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS FRESAS

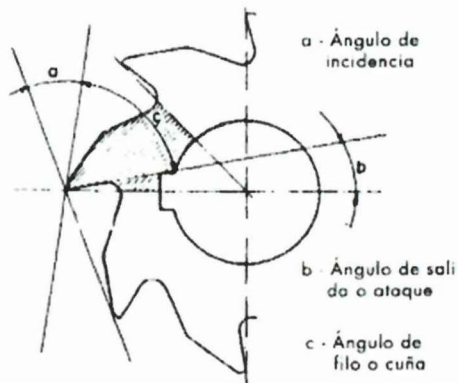
1.4.1 La Fresa

Las fresas son herramientas de filos múltiples que giran alrededor de un eje al efectuar el movimiento de corte.

Están constituidas por un cuerpo de revolución, en la periferia del cual se hallan los dientes tallados en el propio material; cada diente se puede considerar una herramienta de corte.

El cuerpo puede ser cilíndrico, cónico, esférico o combinaciones de ellas, en la figura 9 se observa los diferentes ángulos que posee una fresa.

Figura 9.Ángulos de la fresa



Fuente: Manual del fresador Probst Hermann

Para su sujeción y conducción durante el corte las fresas tienen una espiga que puede ser cónica o cilíndrica. Las espigas tienen dimensiones proporcionales al esfuerzo máximo que la fresa realiza durante el corte y las cónicas son normalizadas.

1.4.2 Aleaciones de fresas

Se construyen en aleaciones de acero, llamadas rápidas y también en acero al carbón.

Tienen carburos metálicos como ingredientes básicos y se fabrican con técnicas de metalurgia de polvos. Estos tienen una serie de ventajas como la durabilidad y el poder de trabajar a altas revoluciones, sus desventajas son encontrar la calidad durabilidad y dinero para poder conseguir estos insertos.

1.4.2.1 Aleaciones y nomenclatura

- a) **Aceros Rápidos (HS')**. Se denomina acero rápido a la aleación hierro-carbono con un contenido de carbono de entre 0.7 y 0.9 % a la cual se le agrega un elevado porcentaje de tungsteno (13 a 19%), cromo (3.5 a 4.5 %), y de vanadio (0.8 a 3.2 %). Las herramientas construidas con estos aceros pueden trabajar con velocidades de corte de 60 m/min. a 100 m/min. sin perder el filo de corte.

- b) **Aceros Extra-Rápidos (HSS)**. Estos aceros están caracterizados por una notable resistencia al desgaste del filo de corte aún a temperaturas superiores a los 600° C por lo que las herramientas fabricadas con este material pueden emplearse cuando las velocidades de corte requeridas son mayores a las empleadas para trabajar con herramientas de acero rápido.

- c) **Carburos Metálicos o Metales Duros (HM)**. También conocidos como METAL DURO (Hard Metal - HM). Una característica importante es que el carburo metálico, es una aleación muy dura y frágil.

Los metales duros, se pueden clasificar desde su composición química así:

- Monocarburos: Carburo de wolframio (WC) o carburo de tungsteno.
- Bicarbuos: Carburo de wolframio más carburo de titanio (WC +TiC) con liga de Co.

Tricarburos: Carburo de wolframio más carburo de titanio más carburo de titanio más carburos de tántalo (WC +TiC + TaC); con liga de Co.

d) Stelitas. Con base en el acero rápido, se experimentó con mayores contenidos de Co y Cr y no admitir tratamiento térmico. Alcanza temperaturas límites de 800° C. y posee una dureza de 65-70 HRC.

e) Nitruro Cúbico de Boro (CBN). Es después del diamante el más duro, posee una elevada dureza en caliente hasta 2000° C, es un material de corte relativamente frágil; es más tenaz que las cerámicas, si las piezas son blandas se genera un excesivo desgaste de la herramienta.

f) Cermets – Metal Duro. Cerámica y metal (partículas de cerámica en un aglomerante metálico). Son metales duros de origen en el titanio, en vez de carburo de tungsteno.

g) Cerámicas. Las herramientas de cerámica son duras, con elevada dureza en caliente, no reaccionan con los materiales de las piezas de trabajo; pueden mecanizar a elevadas velocidades de corte. Existen dos tipos básicos de herramientas de cerámica:

- Basadas en el óxido de aluminio (Al₂O₃).
- Basadas en el nitruro de silicio (Si₃N₄).

h) Diamante Policristalino (PCD). Su gran dureza se manifiesta en su elevada resistencia al desgaste por abrasión, se utiliza en la fabricación de muelas abrasivas. Las pequeñas plaquitas de PCD, son soldadas a placas de metal duro con el fin de obtener fuerza y resistencia a los choques, la vida útil puede llegar a ser 100 veces mayor que la del metal duro.

1.4.3 Características de las fresas.

1.4.3.1 Fresas cilíndricas y fresas Frontales:

- a) Las fresas cilíndricas tienen filos únicamente en su periferia. Se utilizan para desbastar y afinar superficies planas por medio de la maquina fresadora horizontal.
- b) Las fresas cilíndricas acopladas, con dientes helicoidales de sentidos opuestos, tienen la ventaja de que el empuje axial queda en ellas parcialmente compensado.
- c) Las fresas frontales cilíndricas tienen dientes en la periferia y también en una de las caras frontales. Estas fresas trabajan en superficies planas y rebajos en ángulo recto.
- d) Las fresas en forma de disco se utilizan para fresar entalladuras estrechas.
- e) La sierra circular se utiliza para cortar piezas y para hacer en ellas ranuras estrechas como, por ejemplo, en las cabezas de los tornillos.
- f) Las fresas para ranurar con dientes rectos sirven para fresar ranuras planas; con objeto de evitar el roce lateral, estas fresas van ahuecadas con la muela por ambos lados.
- g) Las fresas de disco de dientes triangulares son apropiadas para chaveteros más profundos.
- h) Las fresas de dientes cruzados van provistas de filos dirigidos alternativamente a la derecha y a la izquierda.

i) Las fresas de discos acoplados pueden, después de haber sido afiladas, volver a su primitiva anchura mediante interposición de las convenientes arandelas.

1.4.3.2 Fresa de disco en posición de trabajo

a) Fresa con vástago, son fresas frontales cilíndricas de pequeño diámetro, el vástago o mango sirve para sujeción.

b) Las fresas de vástago con corte a la derecha y hélice a la derecha o las de corte a la izquierda con hélice a la izquierda, pueden salirse del husillo como consecuencia del empuje axial. Para evitar esto, el mango de fresa está provisto de lengüeta de arrastre, se usan generalmente para cortes ligeros.

c) Las fresas de vástago para ranuras se prestan para la ejecución de ranuras en T.

d) Las fresas para agujeros rasgados tienen dos filos y se utilizan para el fresado de chaveteros y de agujeros rasgados.

14.33 Fresas de forma

a) Las fresas angulares son necesarias para la ejecución de guías prismáticas.

b) La fresa frontal angular se utiliza para el mecanizado de guías en ángulo.

c) Las fresas de un solo filo se utilizan para pequeños trabajos de fresado de forma.

Los distintos tipos de fresas se muestran en el Anexo A.

1.5 MECANIZADO DE LA FRESADORA

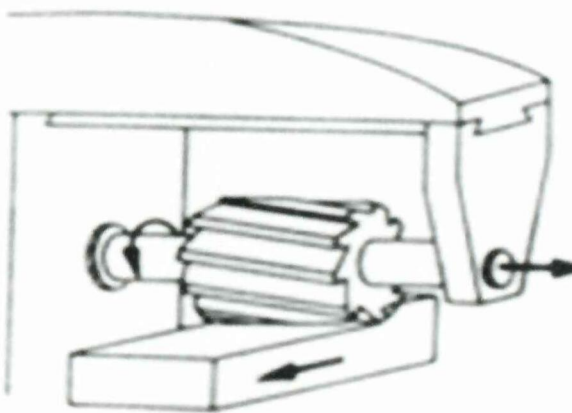
1.5.1 Planeado frontal

Es la operación por la cual se genera superficies planas de una pieza mecánica con una fresa, este proceso se puede realizar con una fresa de desbaste periférica o frontal.

- a) **Planeado con fresa periférica.** Según (HEINRICH, 1992) “El eje de la fresa se halla dispuesta paralelamente a la superficie de trabajo de la pieza”.(Pág. 141)

La fresa es de forma cilíndrica y arranca la viruta con los filos de su periferie, tal como se indica en la figura 10; la viruta tiene la forma de coma.

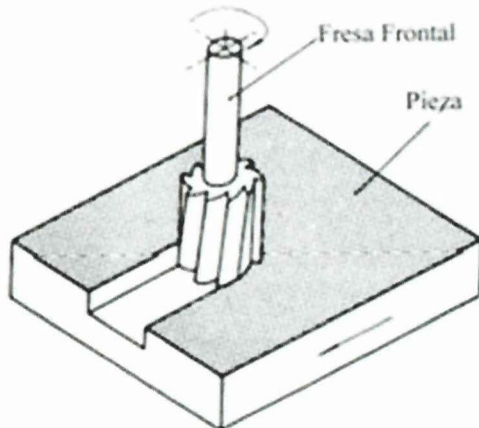
Figura 10. Planeado periférico



Fuente: Mecanizado por Arranque de Viruta, Federico Micheletti

b) **Planeado con Fresado frontal.** Se realiza con fresas helicoidales cilíndricas que atacan frontalmente la operación de fresado. En la figura 11 se señala el proceso de desbaste en una placa.

Figura 11. Fresado frontal

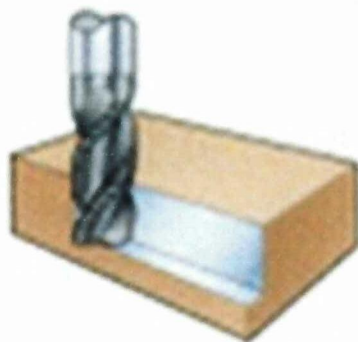


Fuente: Mecanizado por Arranque de Viruta, Federico Micheletti

1.5.2 *Planeado en escuadra*

Es una variante del planeado, consiste en dejar escalones perpendiculares en la pieza mecanizada. Se utilizan plaquitas cuadradas o rómbicas, se usa una fresa para planear con ángulo de posición de 90° , ver figura 12.

Figura 12.Planeado en escuadra

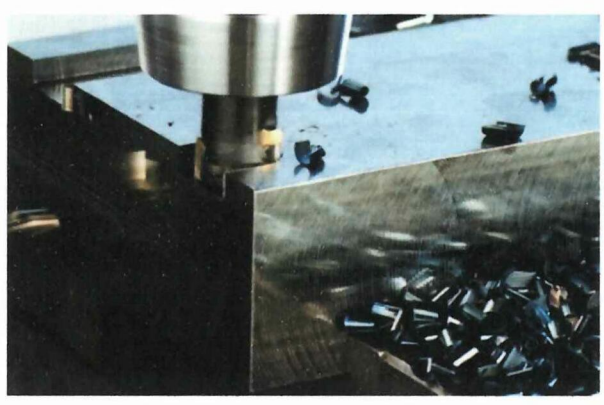


Fuente: www.sandvik.coromant.com

1.5.3 Ranurado recto

Se utilizan fresas cilíndricas con la anchura de la ranura, se montan varias fresas en el eje portafresas para aumentar la productividad de mecanizado, llamado tren de fresas o fresas compuestas. Las fresas se caracterizan por tener tres aristas de corte: la frontal y dos laterales; la figura 13 indica su desempeño.

Figura 13.Ranurado recto

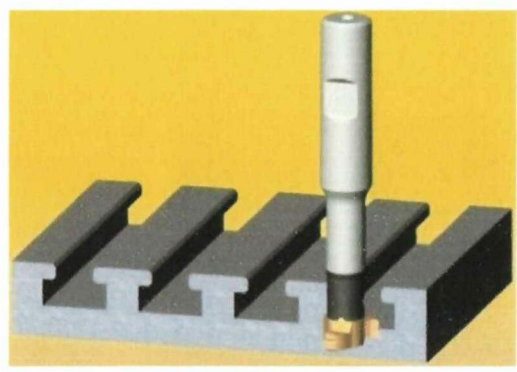


Fuente: www.sandvik.coromant.com

1.5.4 Ranurado de forma

Se utilizan fresas según la forma de la ranura, que puede ser en forma de T, de cola de milano, entre otras. La figura 14 muestra un ranurado en forma de T.

Figura 14.Ranurado de forma

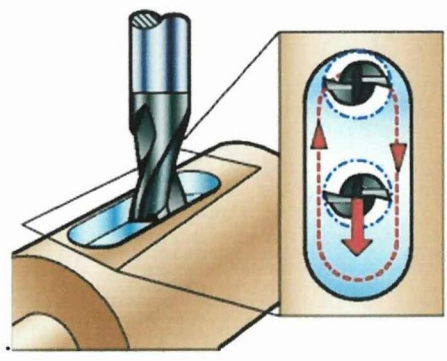


Fuente: www.sandvik.coromant.com

1.5.5 Ranurado de chaveteros.

Se utilizan fresas cilíndricas con mango, conocidas como bailarinas, se puede avanzar el corte en dirección perpendicular a su eje como paralela a este. La figura 15 señala el mecanizado de un chavetero.

Figura 15.Ranurado de chaveteros

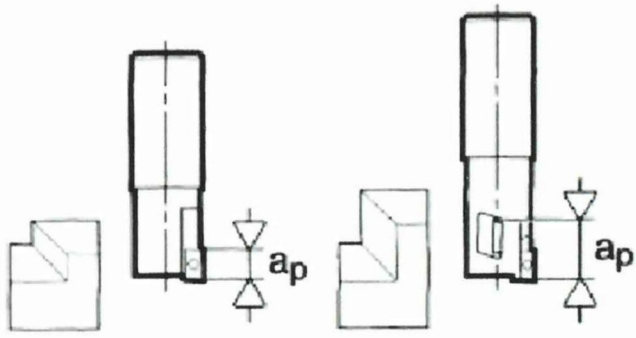


Fuente: www.sandvik.coromant.com

1.5.6 Canteado

Se refiere a labrar los bordes de la pieza para que no queden aristas en la misma, tal como se muestra en la figura 16.

Figura 16.Canteado

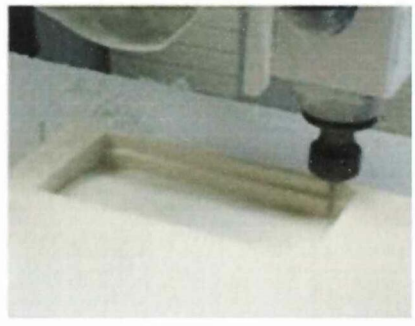


Fuente: Procesos de mecanizado, Ingeniería de sistemas y automática

1.5.7 Alojamiento o vaciados

Es recomendable realizar un taladrado previo y mediante fresas adecuadas abordar el mecanizado de la cavidad teniendo en cuenta que los radios de la cavidad deben ser al menos un 15% superior al radio de la fresa. Ver figura 17.

Figura 17.Vaciado

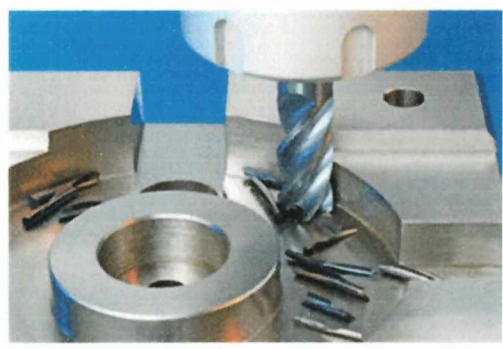


Fuente: www.foro.metalaficion.com

1.5.8 Copiados o contornos

Para el fresado en copiado se utilizan fresas con plaquitas de perfil redondo para realizar operaciones de mecanizado en orografías y perfiles de caras cambiantes. Existen dos tipos de fresas de copiar: las de perfil de media bola y las de canto redondo o tóricas, en la figura 18 se indica el mecanizado de copiado.

Figura 18.Copiado o Contornos

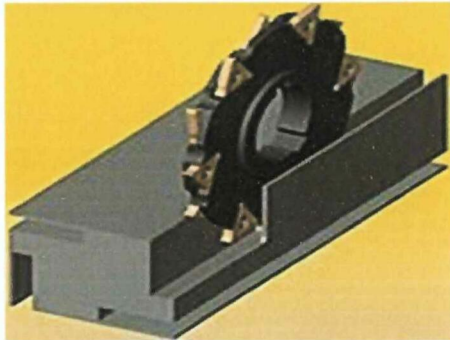


Fuente: www.directindustry.es

1.5.9 Cortes

Para el corte de piezas se utilizan fresas cilíndricas de corte, tal como se muestra en la figura 19. Las fresas de corte pueden ser de acero rápido o de metal duro, se caracterizan por su diámetro grande y un dentado muy fino.

Figura 19.Cortes



Fuente: www.directindustry.es

1.5.10 Chaflanes.

Llamados también cortes en forma de V, en ocasiones se utiliza herramientas de planear o ranurar mediante giro del husillo, también se pueden emplear limas (trabajo por abrasión). En la figura 20 se muestra el mecanizado del chaflán.

Figura 20.Claflanes

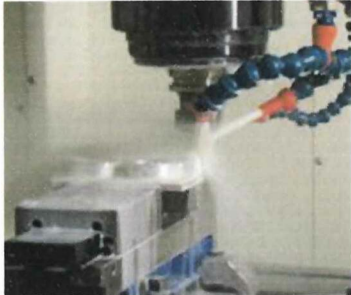


Fuente: www.foro.metalaficion.com

1.5.11 Torno -fresado

El proceso combina la rotación de la pieza y de la herramienta de fresar siendo posible conseguir una superficie de revolución. Ver figura 21. Tiene aplicaciones como: formas excéntricas (leva, árbol de levas, cigüeñales), piezas con elementos que sobresalen, piezas que no pueden girar a gran velocidad.

Figura 21.Torno Fresado



Fuente: www.foro.metalaficion.com

1.5.12 Fresado de roscas

Se requiere una fresadora capaz de realizar interpolación helicoidal simultánea en dos grados de libertad: la rotación de la pieza respecto al eje de la hélice de la rosca y la traslación de la pieza en la dirección de dicho eje, ver la figura 22.

Figura 22. Fresado De Roscas



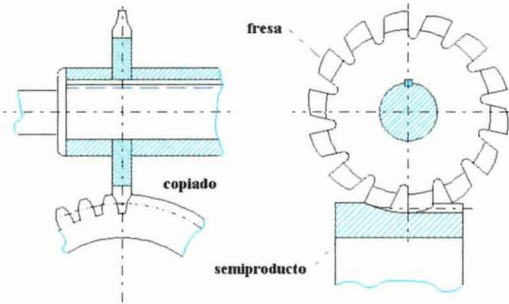
Fuente: www.directindustry.es



1.5.13 Fresado de engranajes

Este fresado se realiza en fresadoras universales mediante el plato divisor con el uso de fresas especiales del módulo de diente adecuado, tal como se muestra en la figura 23.

Figura 23. Fresado de Engranajes

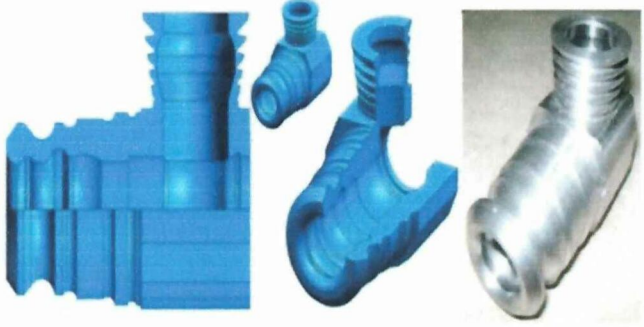


Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos6/ensi/ensi.shtml>

1.5.14 Taladrado, escariado y mandrinado

Estas operaciones se realizan habitualmente en las fresadoras de control numérico, el mecanizado que se realiza en agujeros de piezas ya realizados para obtener mayor precisión dimensional, mayor precisión geométrica o una menor rugosidad superficial; en la figura 24 se muestra el mandrinado .

Figura 24.Mandrinado



Fuente: www.sandvik.coromant.com

1.5.15 Mortajado

Es mecanizar chaveteros, se utilizan brochadoras o un accesorio especial que se acopla al cabezal de las fresadoras universales transformando el movimiento de rotación en vertical alternativo. En la figura 25 se indica el mortajado vertical.

Figura 25. Mortajado vertical

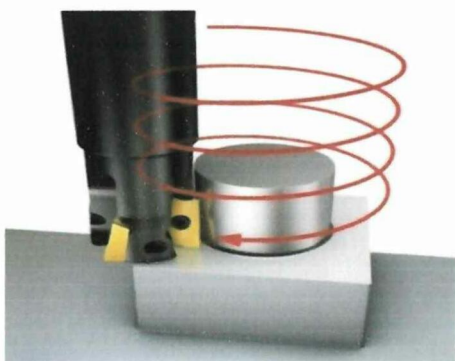


Fuente: Tecnología de los oficios metalúrgicos, A. Leyensetter

1.5.16 Fresado en rampa

Es un tipo de fresado habitual en el mecanizado de moldes que se realiza con fresadoras copiadoras o con fresadoras de control numérico, tal como se muestra en la figura 26.

Figura 26. Mecanizado en rampa circular exterior (3 ejes).



Fuente: www.sandvik.coromant.com

1.6 SELECCIÓN DE MÓDULOS

1.6.1 Selección de fresas frontales y parámetros de fresado

1.6.1.1 Antes de un trabajo de fresado, deben tomarse varias decisiones para determinar:

- La fresa frontal más apropiada para la aplicación.
- El valor de avance y la velocidad de corte, que proporcionan balance entre la rápida eliminación de metal y una larga vida de la herramienta.

1.6.1.2 Determinación de la fresa frontal más apropiada:

- a) Identificación del tipo de fresado frontal que se debe realizar.
- b) Considerar las condiciones y la antigüedad de la máquina herramienta.
- c) Seleccionar las dimensiones de la fresa frontal apropiadas para minimizar la flexión y la tensión de trabajo, tener en cuenta: la máxima rigidez, el diámetro de la fresa lo más grande posible y evitar que la herramienta sobresalga excesivamente del portaherramientas.
- d) Escoger el número de labios.
 - Más labios, menos espacio para la viruta, más rigidez, permiten un avance rápido.
 - Menos labios, más espacio para la viruta, menos rigidez, fácil control de la viruta.
- e) Determinación de los valores de avance y velocidad de corte correctos, que se pueden obtener conociendo los siguientes factores:
 - Tipo de material a mecanizar.

- Material de construcción de la fresa frontal.
- Potencia disponible en el husillo de la máquina.
- Tipo de acabado.

1.7 VELOCIDADES DE CORTE, AVANCE Y PROFUNDIDAD

En los movimientos de la herramienta se debe tener en cuenta, la velocidad de corte, el sentido del avance y la profundidad.

1.7.1 Velocidad de corte

Se define como velocidad de corte la velocidad lineal de la periferia de la fresa que se utilice en el fresado, tiene que ser elegida antes de iniciar el mecanizado.

La velocidad de corte depende, principalmente:

- Del material de la pieza a trabajar.
- Del material del filo de la herramienta.
- Del refrigerante.
- Del tipo de operación a realizar.
- De la profundidad de la pasada y del avance.

La velocidad de corte obtenemos con la siguiente ecuación:

$$V_c = \frac{n\pi D}{1000}$$

Ecuación 1

Dónde:

V= Velocidad de corte en m/min

n= Número de revoluciones por minuto de la herramienta rev/min

D= Diámetro de la fresa en mm

Si el resultado calculado por la fórmula no se ajusta a las revoluciones disponibles de la fresadora, se elige en principio el próximo más bajo.

1.7.1.1 Efectos de la velocidad de corte

Es el factor principal que determina la duración de la herramienta afecta al consumo de potencia.

- a) La velocidad de corte excesiva puede dar lugar a:
 - Desgaste muy rápido del filo de corte de la herramienta.
 - Deformación plástica del filo de corte con pérdida de tolerancia del mecanizado.
 - Calidad del mecanizado deficiente

- b) La velocidad de corte demasiado baja puede dar lugar a:
 - Incremento de tiempo de entrega de los trabajos.
 - Formación de filo de aportación en la herramienta.
 - Efecto negativo sobre la evacuación de viruta.
 - Baja productividad.
 - Coste elevado del mecanizado.

1.7.2 Velocidad de Avance

El avance se obtiene moviendo la pieza contra la fresa. El avance depende principalmente:

- Del estado superficial que se desee obtener
- De la potencia de la máquina
- De su relación con la profundidad de pasada.

Generalmente se emplean dos sistemas:

a) Distancia recorrida por la pieza durante un giro completo de la herramienta.

$$Av = a_z * Z$$

Ecuación 2

Dónde:

Av = Avance en milímetros por vuelta de la pieza. (mm/vuelta)

a_z = Avance en milímetros por diente de la fresa. (mm)

Z = Número de dientes de la fresa

b) Velocidad lineal de avance de la pieza va indicado en milímetros/minutos:

$$A_m = a_z * Z * n$$

Ecuación 3

Entonces,

$$A_m = Av * n$$

Ecuación 4

Dónde:

A_m = Avance en milímetros por minuto (mm/min)

n = Número de revoluciones por minuto (rev/min)

1.7.3 Profundidad de corte o pasada

La profundidad de pasada es la longitud que penetra la herramienta para quitar la capa de material, en cada pasada. De este movimiento no se estudia su velocidad.

La profundidad de pasada depende, principalmente:

- De la cantidad de material a quitar.
- Del grado de precisión dimensional.

- De la potencia de la máquina.
- De su relación con el avance.

1.8 FUERZAS DE CORTE, MOMENTO TENSOR Y POTENCIA

1.8.1 Fuerza de corte

Al producirse el corte es necesario el desprendimiento de viruta y como consecuencia de éste la rotura de parte del material; este opone una resistencia a la rotura que es necesario vencer para poder realizar el trabajo. Se puede calcular la fuerza que realiza la máquina al arrancar la viruta con la siguiente fórmula:

$$F_c = K_c \frac{2 \cdot V_m \cdot b \cdot \pi \cdot \sqrt{a(D-a)}}{1000 \cdot V_c \cdot Z} \qquad \text{Ecuación 5}$$

Dónde:

- F_c = Fuerza de corte
- K_c = Fuerza específica de corte
- V_m = avance corte en m/min
- b = La anchura de la viruta
- a = Altura del desbastado
- D = Diámetro de la fresa
- V_c = Velocidad de corte
- Z = Número de dientes

1.8.2 Momento tensor

Para determinar el momento tensor se utiliza la siguiente ecuación:

$$M_t = F_c * R$$

Ecuación 6

Entonces:

$$M_t = F_c \frac{D}{2}$$

Ecuación 7

Dónde:

M_t = Momento torsor

F_c = Fuerza de corte

R = Radio de la fresa

D = Diámetro de la fresa

1.8.3 Potencia de corte

Se la denomina con la sigla P_c , cuya ecuación es la siguiente:

$$P_c = \frac{A_p * a_e * V_m * K_c}{60 * 10^6 * n}$$

Ecuación 8

Dónde:

P_c = Potencia de corte (Kw)

A_p = Profundidad de pasada (mm)

a_e = ancho de corte (mm)

V_m = Avance por minuto (mm/min)

K_c = Fuerza de corte específica (MPa)

n = Coeficiente de máquina

1.9 TIEMPO DE MECANIZADO

El tiempo en minutos para mecanizar una superficie presenta la siguiente fórmula:

$$t = \frac{L+2l}{A_v * n} * N_p \quad \text{Ecuación 9}$$

Dónde:

t= Tiempo (minutos)

L= Longitud de la pieza a mecanizar(mm)

l= Longitud de entrada y salida de herramienta (suele ser 1/2 del diámetro de la fresa) (mm)

A_v= Avance por revolución (mm/vuelta)

n= Número de revoluciones por minuto de la herramienta (rpm)

N_p= Número de pasadas

Cuando en la pieza a mecanizar conocemos la velocidad de corte y el avance por diente de la fresa podemos aplicar la fórmula siguiente:

$$t = \frac{\pi * D * (L+2l)}{1000 * V_c * Z * A_z} \quad \text{Ecuación 10}$$

Dónde:

D= Diámetro de la fresa mm

V_c= Velocidad de corte en rpm

Z = Número de dientes de la fresa

A_z=Avance por diente

A este tiempo principal de mecanizado, o tiempo activo que es el tiempo insumido en recorrer la trayectoria de trabajo a la velocidad de avance, se le deben sumar

los tiempos de preparación, aproximación, control y puesta a punto de las máquinas, herramientas y piezas; estos son los tiempos muertos.

$$T_T = T_a + T_m \qquad \text{Ecuación 11}$$

Dónde:

- T_T = Tiempo total
- T_a = Tiempo activo
- T_m = Tiempo muerto

Hora productiva. Depende de la eficiencia de cada taller, máquina y operario, es un porcentaje de la hora reloj.

$$PR = \frac{60(\text{min}) * E}{t_p} \qquad \text{Ecuación 12}$$

Dónde:

- PR=Production rate o piezas por hora (min)
- E= Eficiencia de 80 al 85%
- t_p = Tiempo unitario por pieza. (min)

De aquí surge:

$$t_p = t_c + t_s + t_d \qquad \text{Ecuación 13}$$

Dónde:

- t_p = Tiempo por pieza
- t_c = Tiempo del ciclo de operación

t_s = Tiempo de preparación de la máquina

t_d = Tiempo de afilado

De donde surge:

$$t_c = t_m + t_i + t_h$$

Ecuación 14

Dónde:

t_c = Tiempo del ciclo

t_m = Tiempo de mecanizado activo

t_i = Tiempo perdido del ciclo automático

t_h = Tiempo de manipuleo

Para lo que:

$$t_m = \frac{L+A+O}{V_a}$$

Ecuación 15

Dónde:

L= Longitud de corte

A= Aproximación de la herramienta a la V_a

O= Sobrecarrera

V_a = Velocidad de avance

Se tiene que:

$$t_i = t_1 + t_2$$

Ecuación 16

Dónde:

t_i = Tiempo automático (se relaciona en las máquinas automáticas con control CNC)

t_1 = Tiempo de aproximación rápido

t_2 = Tiempo de retroceso rápido

Entonces:

$$t_h = t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{00} \quad \text{Ecuación 17}$$

Dónde:

t_h = Tiempo de manipuleo

t_3 = Colocar la pieza en el dispositivo

t_4 = Fijar la pieza

t_5 = Giro del dispositivo (si cabe)

t_6 = Arranque del ciclo

t_7 = Extracción de la pieza

t_8 = Colocación junto a piezas terminadas

t_9 = Limpieza de virutas del dispositivo

t_{10} = Control de piezas

t_{00} = Operaciones particulares

Siendo:

$$t_s = \frac{T_s}{N_s}$$

Ecuación 18

Dónde:

T_s = Tiempo para cambio de la herramienta

N_s = Número de piezas entre afilados

1.10 CONSTRUCCIÓN DE ENGRANAJES DE DIENTES RECTOS Y HELICOIDALES

1.10.1 Engranajes

“Un engranaje es un mecanismo formado por dos ruedas dentadas, construidas de tal manera que los dientes de una de ellas, se introducen perfectamente en las ranuras (vanos) de la otra, transmitiendo el movimiento”, así lo manifiesta (Andalucía, 1992, pág. 15).

Cuando dos ruedas dentadas de distinto tamaño engranan entre sí, la de mayor tamaño recibe el nombre de rueda, y la menor, piñón.

1.10.2 Principales tipos de engranajes

1.10.2.1 Engranajes Rectos

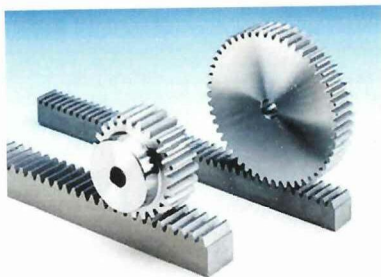
Son engranajes cilíndricos de diente recto, transmiten el movimiento entre ejes paralelos, es decir, el movimiento se transmite entre un engranaje exterior (ver figura 27) y una cremallera (ver figura 28).

Figura 27. Rueda con piñón



Fuente: www.mecanismosdetransmisionpl.web

Figura 28. Engranaje en cremallera



Fuente: www.mecanismosdetransmisionpl.web

1.10.2.2 Engranajes Helicoidales

Son engranajes cilíndricos con dientes en hélice. Se emplean para transmitir el movimiento entre ejes paralelos y entre ejes que se cruzan, tal como se muestra en la figura 29.

Figura 29. Engranajes para ejes cruzados



Fuente: www.Technologie/Transmissionsmécaniques/Engrenages.web

1.10.2.3 Engranajes de Visinfin (o tornillo sin fin)

Son aquellos que se emplean para transmitir el movimiento entre ejes que se cruzan en ángulo recto, y además cuando la relación de velocidades es muy grande. En la figura 30 se muestra el acople de un engranaje con un tornillo sin fin.

Figura 30. Transmisión de movimiento de helicoidal a tornillo sin fin



Fuente: www.mecanismosdetransmisionpl.web

1.10.2.4 Engranajes Cónicos

Se emplean para transmitir el movimiento, entre ejes que se cortan. Los dientes de éstos engranajes pueden ser: rectos, inclinados y en espiral. En la figura 31 se muestra un engranaje cónico con dientes rectos.

Figura 31.Engranajes cónicos



Fuente: www.Technologie/Transmissionsmécaniques/Engrenages.web

1.10.3 Cálculos de engranajes

1.10.3.1 Cálculo de engranajes de dientes rectos

Nomenclatura a ser utilizada para el mecanizado de engranajes es la siguiente:

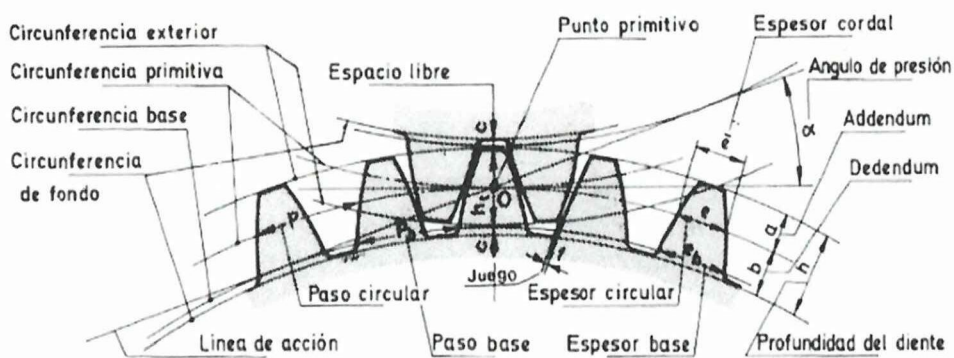
- **Distancia entre centros (C).** Distancia existente entre el centro del piñón y el de la rueda
- **Diámetro primitivo (D_p).** Es el diámetro intermedio entre el diámetro exterior e interior del diente.
- **Espacio libre de fondo (c).** Espacio libre entre el piñón y la rueda.
- **Diámetro exterior (d_e).** Distancia que existe del punto centro de la rueda hasta el fondo del diente.
- **Diámetro interior (d_i).** Distancia existente desde el punto centro de la rueda hasta el fondo del diente.
- **Paso circular (P).** Es la distancia cortada sobre la superficie primitiva entre dos ejes consecutivos, por consiguiente el paso corresponde al espesor del diente más el arco del hueco siguiente.

- **Módulo (m).** Es la relación entre la medida de diámetro primitivo de la rueda expresado en milímetros y su número de dientes, es adimensional.
- **Addendum (a).** Cabeza del diente
- **Dedendum (b).** Pie del diente
- **Profundidad del diente (h).** Es la distancia o dimensión entre la circunferencia de la cabeza y la circunferencia del pie de diente.
- **Espesor de diente (e).** Es la distancia de los puntos intermedios de los flancos del diente.
- **Juego entre dientes (j).** Al engranar el diente de una rueda con el piñón deberá existir un juego para que pueda engranar y así a dar el movimiento de rotación circular.
- **Longitud del diente (B).** Es el ancho de la rueda.
- **Paso circular del diente (p).** Distancia cortada sobre la superficie primitiva entre dos ejes consecutivos.
- **Número de dientes (Z).** Es la cantidad de dientes o ranuras que se van a efectuar en la pieza.
- **Paso de la hélice (P_h).** Es la distancia que existe entre dos puntos homólogos de dos crestas consecutivas pertenecientes a una misma guía de filete, medida sobre la generatriz del tornillo.
- **Módulo circunferencial (M_c).** Corresponde al paso axial del tornillo.
- **Paso del husillo (P_m).** Distancia medida entre cresta y cresta del tornillo sin fon de la bancada.
- **Ángulo de presión (α).** Ángulo de contacto entre el piñón y la rueda. En los engranes de diente recto este ángulo es 0°.

- **Paso de hélice (P_h)**. Distancia que existe entre dos puntos homólogos de dos crestas consecutivas perteneciente a una misma guía de filete.
- **Módulo aparente (M_a)**. Paso axial o circunferencial de la rueda.
- **Número de vueltas (Nk)**. Número de vueltas que debe darse en el divisor universal según el número de dientes.
- **Constante (k)**. Constante del divisor universal a utilizar.

En la figura 32 se muestra la constitución de un engranaje recto.

Figura 32.Partes de un engranaje



Fuente: Máquinas Prontuario, Larburu N.

Ecuaciones para los cálculos de dicho mecanizado:

- Distancia entre centros

$$C = \frac{(d_1 + d_2)}{2} \quad \text{Ecuación 19}$$

$$C = m * \left(\frac{Z_1 + Z_2}{2} \right) \quad \text{Ecuación 20}$$

· Diámetro primitivo

$$D_p = m * Z$$

Ecuación 21

- Módulo

$$m = \frac{d_1}{Z_1}$$

Ecuación 22

$$m = \frac{d_2}{Z_2}$$

Ecuación 23

- Addendum (cabeza del diente)

$$a = 1 * m$$

Ecuación 24

en diente corto:

$$a = 0.75 * m$$

Ecuación 25

- Dedendum (pie del diente)

$$b = 1.25 * m$$

Ecuación 26

en diente corto:

$$b = 1 * m$$

Ecuación 27

- Espacio libre del fondo

$$c = 0.25 * m$$

Ecuación 28

- Profundidad del diente

$$h = \frac{13}{6} * m$$

Ecuación 29

en diente corto:

$$h = 1.75 * m$$

Ecuación 30

- Paso circular de diente

$$P = \pi * m$$

Ecuación 31

$$P = \frac{\pi * d}{z}$$

Ecuación 32

- Espesor del diente

$$e = \frac{\pi * m}{2}$$

Ecuación 33

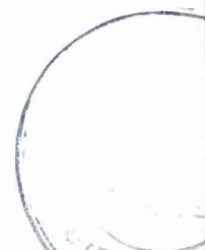
$$e = \frac{p}{2}$$

Ecuación 34

- Número de dientes

$$Z = \frac{d}{m}$$

Ecuación 35



- Diámetro exterior

$$d_e = m * (Z + 2) \quad \text{Ecuación 36}$$

$$d_e = d + 2 * m \quad \text{Ecuación 37}$$

- Diámetro interior

$$d_i = d_e - \left(\frac{7}{3} * m\right) \quad \text{Ecuación 38}$$

$$d_i = d_e - 2.3 * m \quad \text{Ecuación 39}$$

- Número de vueltas

$$NV = \frac{k}{Z} \quad \text{Ecuación 40}$$

Para facilitar el cálculo de la cabeza y pie del diente, espacio libre, profundidad del diente; existen tablas tal como se muestra en el Anexo E, los cuales están de acuerdo al diente, es decir sea este corto o normal.

Las ecuaciones para el desarrollo de los cálculos en engranajes de dientes helicoidales y cónicos difieren de los engranajes rectos en su ángulo ya que por su inclinación se trabaja con el ángulo α . Además que aparecen dos constantes, las mismas que son: ángulo de la hélice, paso de la hélice y paso axial

- Módulo aparente

$$M_a = \frac{m}{\cos\alpha}$$

Ecuación 41

- Diámetro primitivo

$$D_p = M_a * Z$$

Ecuación 42

- Diámetro exterior

$$D_e = D_p + 2 * m$$

Ecuación 43

- Diámetro interior

$$D_i = D_p - 2,3 * m$$

Ecuación 44

- Altura del diente

$$h = 2,16 * m$$

Ecuación 45

- Paso de la hélice

$$P_h = \frac{D_p * \pi}{\text{tg } \alpha}$$

Ecuación 46

- Relación de transmisión

$$R_t = \frac{P_h}{P_m * k}$$

Ecuación 47

CAPÍTULO II

PRESENTACIÓN, TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA Y ENTREVISTA PREVIO A LA REPOTENCIACIÓN DE LA FRESADORA

En el presente capítulo se analizó los resultados obtenidos de la encuesta y entrevista realizada a los estudiantes de las carreras de ingeniería Electromecánica e Industrial, además del personal docente y autoridades de la Universidad Técnica de Cotopaxi, acerca de la problemática.

2.2 CARACTERIZACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

La Universidad Técnica de Cotopaxi, es una Institución de Educación Superior pública, laica y gratuita; fue creada el 24 de enero de 1995, para satisfacer la demanda de formación académica y por ende la superación profesional de la juventud cotopaxense.

Esta actualmente cuenta con estudiantes de diferentes provincias del Ecuador, además de una extensión en el cantón La Maná, llegando a consolidarse como una institución sin fines de lucro orientada a la formación universitaria integral de profesionales.

La Universidad Técnica de Cotopaxi cuenta con tres Unidades Académicas siendo estas: Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Ciencias Administrativas y Humanísticas; en las cuales se están formando profesionales al servicio del pueblo en sus distintas carreras.

La institución mediante sus convenios internacionales ha obtenido reconocimientos a la excelencia académica, permitiendo a estudiantes de las diferentes carreras conocer otros países y poner a prueba sus conocimientos satisfactoriamente.

La Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas cuenta con la carrera de Ingeniería Electromecánica, la misma que forma profesionales de excelente nivel técnico – humanista, con capacidades para satisfacer la demanda de desarrollo productivo en la industria pública como privada; mediante los conocimientos en el área eléctrica, electrónica y mecánica.

El Laboratorio de Electromecánica ubicado en el edificio matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi, cuenta tanto con máquinas, como con herramientas

elementales para la realización de prácticas de los estudiantes, que mediante la guía de los docentes se afianza la actividad cognoscitiva.

Actualmente sus autoridades son: MSc. Ing. Hernán Yánez (Rector), MSc. Hugo Armas (Director Académico CIYA), MSc. Lic. Rocío Peralvo (Director Académico CCHH), MSc. Dr. Enrique Estupiñán (Director Académico CAREN), quienes se encuentran realizando la ardua tarea de coordinación para ajustar las instalaciones acorde a las necesidades de los estudiantes.

Su participación con el arte, la cultura, el deporte y su relación con la colectividad, ha permitido confirmar su propósito de *“La vinculación de la Universidad con el pueblo”*

2.3 SELECCIÓN DE LA POBLACIÓN Y MUESTRA

Con la finalidad de delimitar la población que fue investigada en la Universidad Técnica de Cotopaxi durante el período académico octubre 2011- abril 2012 en la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Se direccionó hacia los últimos ciclos de la carrera de ingeniería Electromecánica e Industrial; siendo estos, los alumnos que cursaron los sextos, séptimos y octavos niveles de sus respectivas carreras. Además de las principales autoridades de la universidad para sustentar la hipótesis planteada.

2.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Las técnicas que fueron utilizadas por el grupo investigador para la indagación, son la encuesta y la entrevista.

La encuesta fue dirigida a los estudiantes que se preparan en sexto, séptimo y octavo nivel de Ingeniería Electromecánica e Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi; con la información recolectada se pudo confirmar la necesidad de repotenciar la fresadora modelo X6125A del Centro de Producción y Servicios.

El modelo de la encuesta aplicada se encuentra en el Anexo B1, la misma que consta de ocho preguntas de tipo cerrada; ya que se necesita conocer aspectos puntuales.

Mientras que la entrevista se encuentra presidida por el Director de la Unidad Académica Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, la coordinadora de la carrera de Ingeniería Electromecánica, el Jefe de Talleres, Mantenimiento y Producción, además de un docente de la carrera, con la finalidad de que su criterio contribuya en la sustentación de la hipótesis.

El modelo de la entrevista se halla en el Anexo B2, en ella constan las preguntas que se realizaron.

2.4.1 Encuesta aplicada a los estudiantes de Ingeniería Electromecánica

En la tabla 1 se muestra los resultados que se obtuvieron de los 24 estudiantes de sexto ciclo de la carrera de Ingeniería Electromecánica, mediante la encuesta respectiva.

Tabla 1. Presentación de datos de la encuesta de los estudiantes de Sexto Nivel

PREGUNTA	OPCIÓN		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO
Pregunta 1	2	22	8	92
Pregunta 2	3	21	13	88
Pregunta 3	0	24	0	100
Pregunta 4	20	4	83	17
Pregunta 5	2	22	8	92
Pregunta 6	20	4	83	17
Pregunta 7	22	2	92	8
Pregunta 8	22	2	92	8

FUENTE: 6to Ing. Electromecánica U.T.C

ELABORADO POR: Los postulantes

En la tabla 2 se identifica los datos obtenidos de la encuesta realizada a los 30 estudiantes de séptimo ciclo de la carrera de Ingeniería Electromecánica.

Tabla 2. Presentación de datos de la encuesta de los estudiantes de Séptimo Nivel

PREGUNTA	OPCIÓN		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO
Pregunta 1	4	26	13	87
Pregunta 2	6	24	20	80
Pregunta 3	0	30	0	100
Pregunta 4	27	3	90	10
Pregunta 5	1	29	3	97
Pregunta 6	25	5	83	17
Pregunta 7	28	2	93	7
Pregunta 8	29	1	97	3

FUENTE: 7mo Ing. Electromecánica U.T.C

ELABORADO POR: Los postulantes

En la tabla 3 se presentan los resultados de la encuesta, realizada a los 39 estudiantes de octavo ciclo de la carrera de Ingeniería Electromecánica. Representados en el cuadro con el porcentajes respectivo según la respuesta emitida.

Tabla 3. Presentación de datos de la encuesta de los estudiantes de Octavo Nivel

PREGUNTA	OPCIÓN		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO
Pregunta 1	7	32	18	82
Pregunta 2	20	19	51	49
Pregunta 3	2	37	5	95
Pregunta 4	35	4	90	10
Pregunta 5	0	39	0	100
Pregunta 6	32	7	82	18
Pregunta 7	38	1	97	3
Pregunta 8	36	3	92	8

FUENTE: 8vo Ing. Electromecánica U.T.C

ELABORADO POR: Los postulantes

2.4.1.1 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a los estudiantes de Ingeniería Electromecánica.

Para en análisis e interpretación de la encuesta se desglosa cada pregunta, hacia los estudiantes de sexto, séptimo y octavo nivel, quienes serán los principales beneficiarios e interesados en el presente tema de investigación.

Pregunta 1.

¿Ha utilizado la fresadora del Centro de Producción y Servicios de la Universidad?

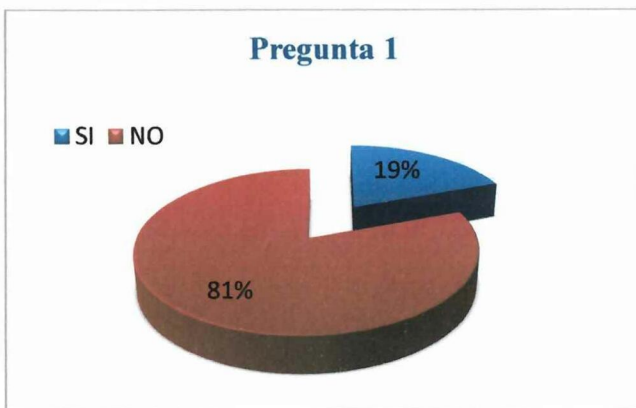
Tabla 4. Análisis de la primera pregunta

PREGUNTA	SEXTO		SÉPTIMO		OCTAVO		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Pregunta 1	6	18	5	25	7	32	19	81

Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.

Elaborado por: Los postulantes

Gráfico 1. Representación gráfica de la primera pregunta



Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.

Elaborado por: Los postulantes

Análisis:

Los resultados obtenidos demuestran que un porcentaje del 19%, han operado la fresadora del Centro de producción y Servicios de la Universidad, confirmando la necesidad de repotenciar dicha máquina, para que los estudiantes puedan dilucidar y explotar de mejor manera sus capacidades cognoscitivas.

Pregunta 2.

¿Conoce los accesorios actuales que posee la fresadora del Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi?

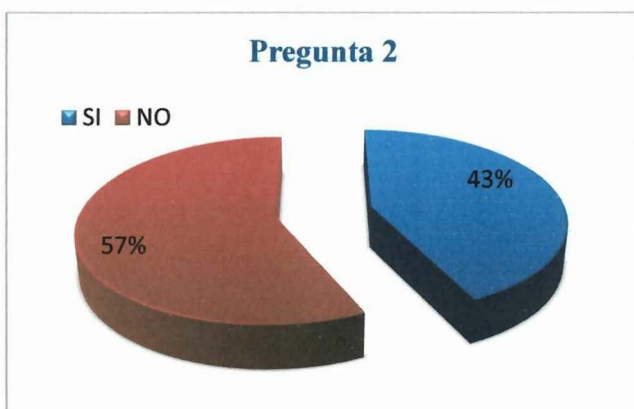
Tabla 5. Análisis de la segunda pregunta

PREGUNTA	SEXTO		SÉPTIMO		OCTAVO		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Pregunta 2	5	19	15	15	20	19	43	57

Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.

Elaborado por: Los postulantes

Gráfico 2. Representación gráfica de la segunda pregunta



Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.

Elaborado por: Los postulantes

Análisis:

Los datos obtenidos muestran que el 57% no conocen las herramientas que posee la fresadora, lo cual significa que los estudiantes consideran que, es necesario repotenciar la máquina para adquirir interés en el funcionamiento y aplicación que se le puede dar a la fresadora, ya que por la falta de conocimiento se pierde el interés por adquirir más conocimientos.

Pregunta 3.

¿Considera que la máquina mencionada anteriormente se encuentra lista para ser usada?

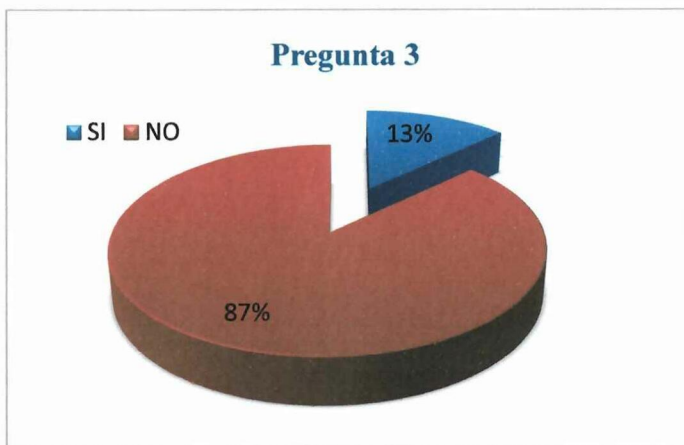
Tabla 6. Análisis de la tercera pregunta

PREGUNTA	SEXTO		SÉPTIMO		OCTAVO		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Pregunta 3	2	22	8	22	2	37	13	87

Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.

Elaborado por: Los postulantes

Gráfico 3. Representación gráfica de la tercera pregunta



Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.

Elaborado por: Los postulantes

Análisis:

La mayoría de los encuestados, es decir el 87%, registran que la fresadora del Centro de Producción de Servicios no se encuentra preparada para elaborar elementos mecánicos en ella, siendo necesario obtener las herramientas adecuadas para realizar estos trabajos.

Pregunta 4.

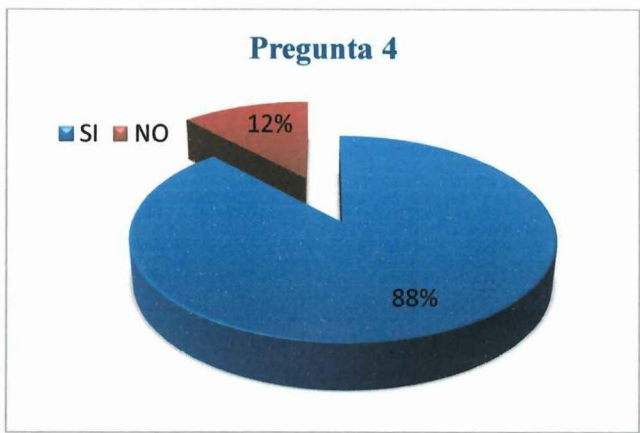
¿Piensa que la repotenciación de la fresadora puede ayudar a mejorar sus habilidades prácticas?

Tabla 7. Análisis de la cuarta pregunta

PREGUNTA	SEXTO		SÉPTIMO		OCTAVO		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Pregunta 4	20	4	27	3	35	4	88	12

Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

Gráfico 4. Representación gráfica de la cuarta pregunta



Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

Análisis:

El 88% de los encuestados manifestaron, que mediante la ejecución del proyecto se puede lograr un desarrollo respecto a las habilidades prácticas, ya que los estudiantes de la carrera podrán interactuar directamente con la máquina y manipularla.

Pregunta 5.

¿Piensa que el espacio físico actual de la fresadora es el adecuado para la realización de trabajos a considerable escala?

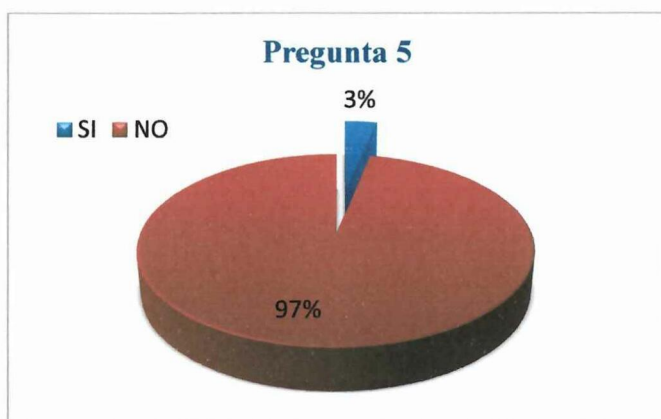
Tabla 8. Análisis de la quinta pregunta

PREGUNTA	SEXTO		SÉPTIMO		OCTAVO		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Pregunta 5	2	22	1	29	0	39	3	97

Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.

Elaborado por: Los postulantes

Gráfico 5. Representación gráfica de la quinta pregunta



Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.

Elaborado por: Los postulantes

Análisis:

Los encuestados prácticamente en su totalidad consideran que pueden realizarse trabajos a menor escala, para de esta manera empezar a utilizar la máquina en labores académicas como la elaboración de piezas para proyectos prácticos, descartando efectuar trabajos de mayor tamaño.

Pregunta 6.

¿Piensa que la realización de un manual de selección y operación, mejorará la comprensión acerca del funcionamiento de la fresadora?

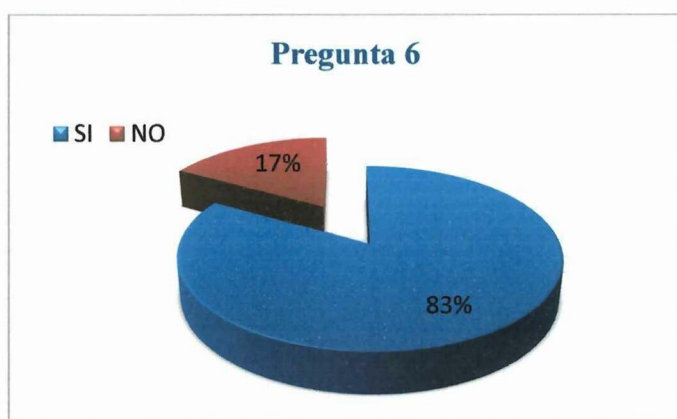
Tabla 9. Análisis de la sexta pregunta

PREGUNTA	SEXTO		SÉPTIMO		OCTAVO		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Pregunta 6	20	4	25	5	32	7	83	17

Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.

Elaborado por: Los postulantes

Gráfico 6. Representación gráfica de la sexta pregunta



Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.

Elaborado por: Los postulantes

Análisis:

El 83% de los indagados revelan que se hace necesario implementar un manual, para de esa manera elevar la comprensión acerca del funcionamiento y mantenimiento de la fresadora que posee la Universidad.

Pregunta 7.

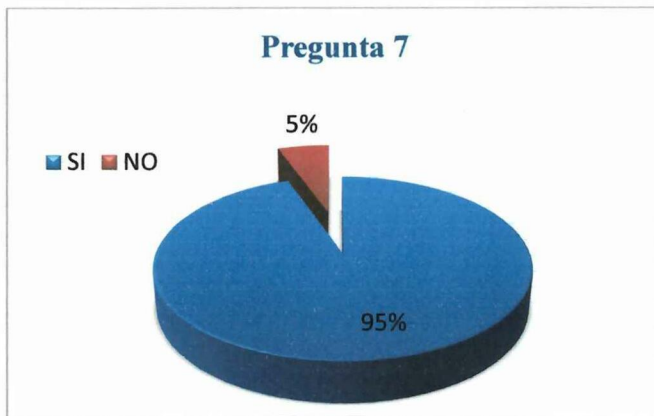
¿Con la elaboración del manual de selección y operación se podrá prevenir y corregir las averías más comunes de la maquina?

Tabla 10. Análisis de la séptima pregunta

PREGUNTA	SEXTO		SÉPTIMO		OCTAVO		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Pregunta 7	22	2	28	2	38	1	95	5

Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

Gráfico 7. Representación gráfica de la séptima pregunta



Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

Análisis:

La mayoría de los investigados expresan que el manual, ayudará a determinar las averías que sean repetitivas en la máquina, dando un mejor uso y mantenimiento a la misma para su buen desempeño.

Pregunta 8.

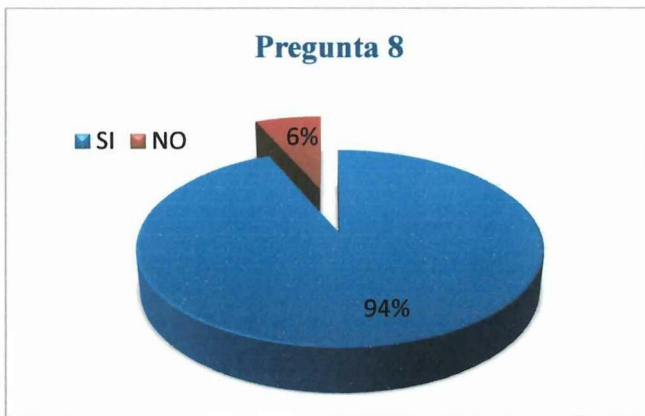
¿Piensa que al realizar el mantenimiento predictivo a la fresadora se extenderá la vida útil de la misma?

Tabla 11. Análisis de la octava pregunta

PREGUNTA	SEXTO		SÉPTIMO		OCTAVO		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Pregunta 8	22	2	29	1	36	3	94	6

Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

Gráfico 8. Representación gráfica de la octava pregunta



Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

Análisis:

El 94% de los encuestados manifiestan que es prudente realizar el manual de mantenimiento para preservar en las mejores condiciones a la fresadora y por ende extender su vida útil.

Para la mejor interpretación de datos se establece una tabla general con el objetivo de determinar el conocimiento y factibilidad de realizar el proyecto.

El total de los encuestados es de 93 estudiantes que se encuentran en sexto, séptimo y octavo nivel de la carrera de Ingeniería Electromecánica.

Tabla 12. Tabla general de estudiantes encuestados de Ingeniería Electromecánica

PREGUNTA	OPCIÓN		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO
Pregunta 1	18	75	19	81
Pregunta 2	40	53	43	57
Pregunta 3	12	81	13	87
Pregunta 4	82	11	88	12
Pregunta 5	3	90	3	97
Pregunta 6	77	16	83	17
Pregunta 7	88	5	95	5
Pregunta 8	87	6	94	6

Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

2.4.2 Encuesta aplicada a los estudiantes de Ingeniería Industrial

Se establece el orden de encuestas hacia los estudiantes, de tal manera que se muestre en cuadros los resultados de cada nivel; siendo estos, sexto, séptimo y octavo nivel. Para tener una idea general de los resultados obtenidos.

En la tabla 13 se muestra los resultados obtenidos de la encuesta realizada a los 16 estudiantes de sexto ciclo de la carrera de Ingeniería Industrial.

Tabla 13. Presentación de datos de la encuesta de los estudiantes de sexto nivel

PREGUNTA	OPCIÓN		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO
Pregunta 1	2	14	13	88
Pregunta 2	7	9	44	56
Pregunta 3	2	14	13	88
Pregunta 4	10	6	63	38
Pregunta 5	0	16	0	100
Pregunta 6	14	2	88	13
Pregunta 7	15	1	94	6
Pregunta 8	15	1	94	6

Fuente: Estudiantes de 6to Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

En la tabla 14 se presenta los datos tabulados de la respectiva encuesta realizada a los 8 estudiantes de séptimo ciclo de la carrera de Ingeniería Industrial, mostrando mediante el cuadro los resultados de esta técnica aplicada.

Tabla 14. Presentación de datos de la encuesta de los estudiantes de séptimo nivel

PREGUNTA	OPCIÓN		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO
Pregunta 1	1	7	13	88
Pregunta 2	4	4	50	50
Pregunta 3	1	7	13	88
Pregunta 4	5	3	63	38
Pregunta 5	0	8	0	100
Pregunta 6	8	0	100	0
Pregunta 7	7	1	88	13
Pregunta 8	7	1	88	13

Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

2.4.2.1 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a los estudiantes de Ingeniería Industrial.

De similar manera a la encuesta realizada hacia los estudiantes de Ingeniería electromecánica, se ha dividido en los diferentes niveles académicos, sexto, séptimo y octavo. Describiendo cada pregunta como se muestra a continuación.

Pregunta 1.

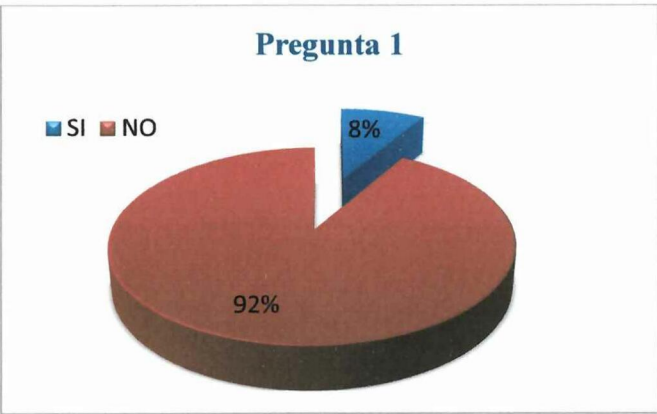
¿Ha utilizado la fresadora del Centro de Producción y Servicios de la Universidad?

Tabla 15. Análisis de la primera pregunta

PREGUNTA	SEXTO		SÉPTIMO		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Pregunta 1	1	15	1	7	8	92

Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

Gráfico 9. Representación gráfica de la primera pregunta



Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

Análisis:

En el gráfico se muestra que apenas el 8% de los encuestados han utilizado la fresadora de la Universidad, lo cual representa a 2 estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, siendo este, un número mínimo que quizá por curiosidad manipuló la máquina.

Pregunta 2.

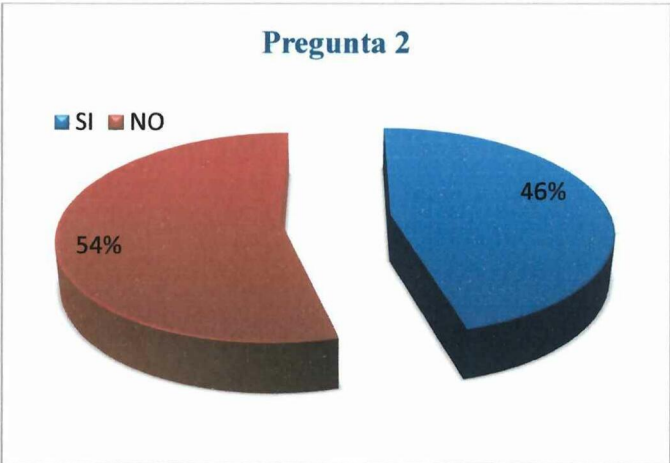
¿Conoce los accesorios actuales que posee la fresadora del Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi?

Tabla 16. Análisis de la segunda pregunta

PREGUNTA	SEXTO		SÉPTIMO		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Pregunta 2	7	9	4	4	46	54

Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

Gráfico 10. Representación gráfica de la segunda pregunta



Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

Análisis:

Las cifras de la encuesta demuestran una mínima diferencia entre las dos posiciones acerca del conocimiento de los accesorios de la máquina; lo cual implica que los estudiantes si poseen conocimientos intrínsecos acerca del trabajo que realiza la fresadora.

Pregunta 3.

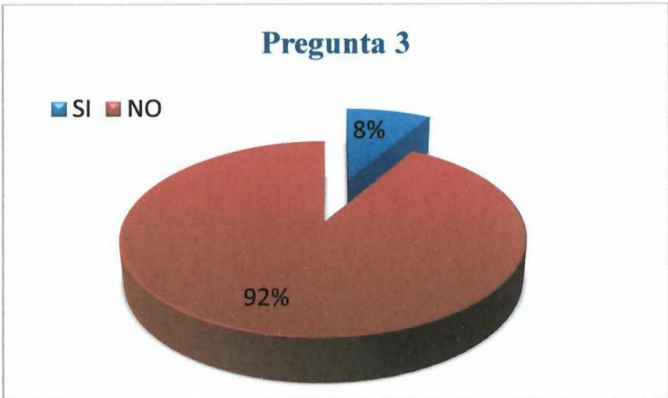
¿Considera que la máquina mencionada anteriormente se encuentra lista para ser usada?

Tabla 17. Análisis de la tercera pregunta

PREGUNTA	SEXTO		SÉPTIMO		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Pregunta 3	1	15	1	7	8	92

Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

Gráfico 11. Representación gráfica de la tercera pregunta



Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

UNIVERSIDAD DE LA GUAYANA

Análisis:

Los resultados confirman que la máquina no se encuentra lista para ser usada, permitiendo dar la pauta a los investigadores, para que el proyecto sea ejecutado de manera inmediata en la universidad.

Pregunta 4.

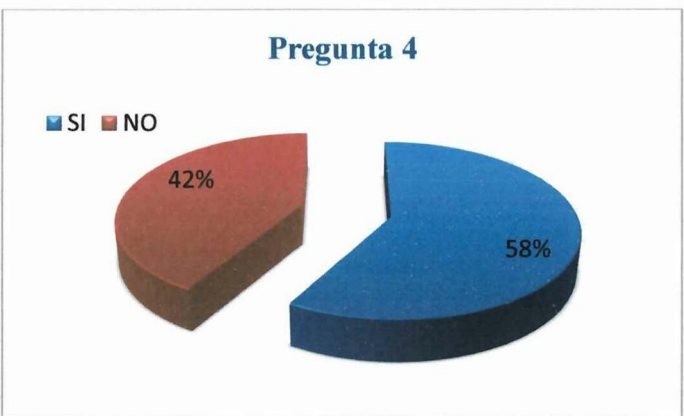
¿Piensa que la repotenciación de la fresadora puede ayudar a mejorar sus habilidades prácticas?

Tabla 18. Análisis de la cuarta pregunta

PREGUNTA	SEXTO		SÉPTIMO		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Pregunta 4	10	6	4	4	58	42

Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

Gráfico 12. Representación gráfica de la cuarta pregunta



Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

Análisis:

El 58% de los indagados afirman que la repotenciación de la fresadora puede contribuir a mejorar sus habilidades prácticas, mientras que 42% consideran que no incrementará sus habilidades, siendo comprensible ya que la carrera de ingeniería Electromecánica utiliza más las máquinas del Centro de Producción y Servicios.

Pregunta 5.

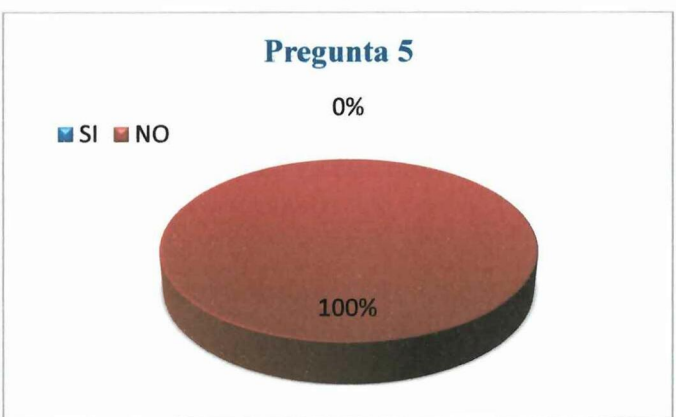
¿Piensa que el espacio físico actual de la fresadora es el adecuado para la realización de trabajos a considerable escala?

Tabla 19.Análisis de la quinta pregunta

PREGUNTA	SEXTO		SÉPTIMO		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Pregunta 5	0	16	0	8	0	100

Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

Gráfico 13.Representación gráfica de la quinta pregunta



Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

Análisis:

Los datos obtenidos demuestran que existe un total acuerdo, es decir el 100% de los estudiantes de Ingeniería Industrial consideran que la máquina no se encuentra en el espacio físico adecuado para realizar trabajos.

Pregunta 6.

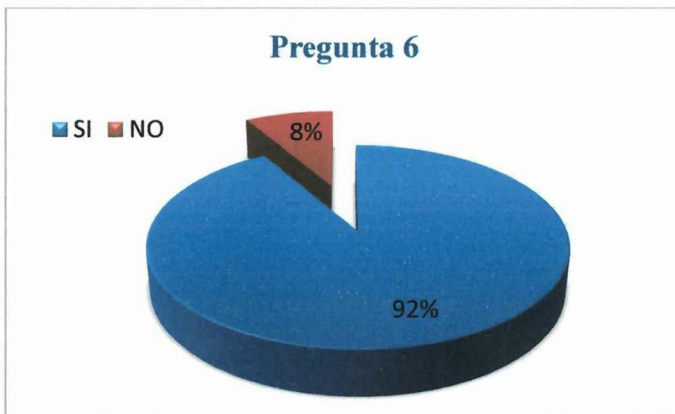
¿Piensa que la realización de un manual de selección y operación, mejorará la comprensión acerca del funcionamiento de la fresadora?

Tabla 20.Análisis de la sexta pregunta

PREGUNTA	SÉPTIMO		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO
Pregunta 6	8	0	92	8

Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

Gráfico 14.Representación gráfica de la sexta pregunta



Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

Análisis:

La mayor parte de los investigados ratifican que el manual puede ser un refuerzo para mejorar los conocimientos acerca del funcionamiento de la fresadora, ya que en él constará la operación y selección respectiva de los accesorios para la elaboración de piezas mecánicas.

Pregunta 7.

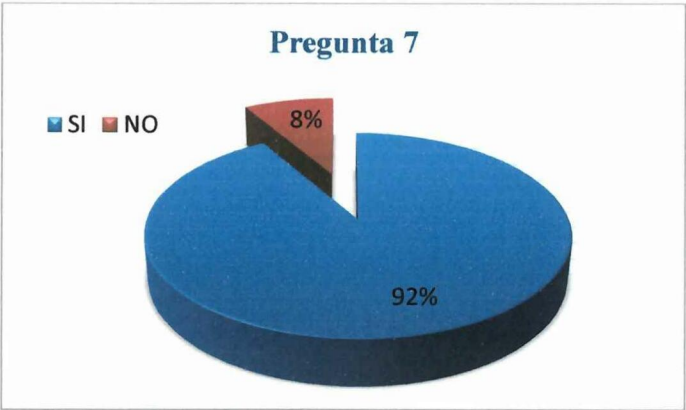
¿Con la elaboración del manual de selección y operación se podrá prevenir y corregir las averías más comunes de la maquina?

Tabla 21.Análisis de la séptima pregunta

PREGUNTA	SEXTO		SÉPTIMO		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Pregunta 7	15	1	7	1	92	8

Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

Gráfico 15.Representación gráfica de la séptima pregunta



Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

ESTADÍSTICA DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Análisis:

El 92% de los encuestados manifiestan que mediante el manual de selección y operación de la fresadora se puede advertir los desperfectos que puede tener la máquina, ya sea por el uso o por deterioro que experimenta toda maquinaria.

Pregunta 8.

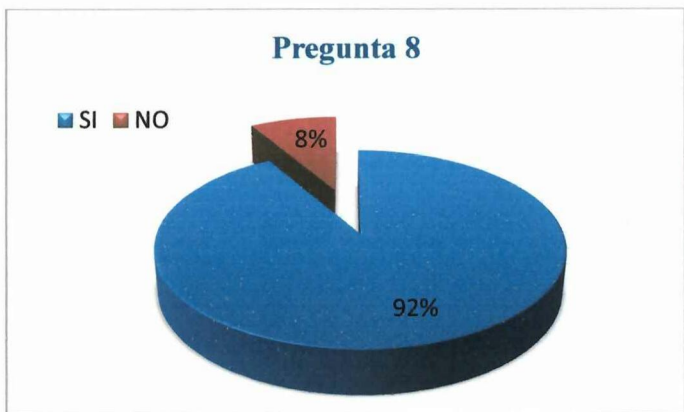
¿Piensa que al realizar el mantenimiento predictivo a la fresadora, se extenderá la vida útil de la misma?

Tabla 22. Análisis de la octava pregunta

PREGUNTA	SEXTO		SÉPTIMO		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Pregunta 8	15	1	7	1	92	8

Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

Gráfico 16. Representación gráfica de la octava pregunta



Fuente: Estudiantes de 6to, 7mo y 8vo de Ing. Electromecánica.
Elaborado por: Los postulantes

Análisis:

La mayoría de los indagados mantienen que es importante efectuar el mantenimiento correspondiente a la máquina, para de esa manera prolongar su vida de trabajo. Ya que con el mantenimiento predictivo se puede anticipar a las averías más comunes.

Para la mejor interpretación de datos se establece una tabla general con el objetivo de determinar el conocimiento y factibilidad de realizar el proyecto. El total de los encuestados es de 24 estudiantes que se encuentran en sexto y séptimo nivel de Ingeniería Industrial.

Tabla 23. Tabla general de estudiantes encuestados de Ingeniería Industrial

PREGUNTA	OPCIÓN		PORCENTAJE (%)	
	SI	NO	SI	NO
Pregunta 1	3	21	13	88
Pregunta 2	11	13	46	54
Pregunta 3	3	21	13	88
Pregunta 4	15	9	63	38
Pregunta 5	0	24	0	100
Pregunta 6	22	2	92	8
Pregunta 7	22	2	92	8
Pregunta 8	22	2	92	8

Fuente: Estudiantes de sexto y séptimo nivel de Ingeniería Industrial.

Elaborado por: Grupo Investigador

2.4.3 Verificación de la hipótesis

Para la comprobación de la hipótesis, se va a emplear la prueba del chi - cuadrado, la misma que, mediante la comparación de una hipótesis nula se va a comprobar la factibilidad de la misma.

Se ha unificado los resultados de la encuesta realizada, tanto a los estudiantes de Ingeniería Electromecánica, como a los de Ingeniería Industrial, tal como se muestra en la tabla 24.

Tabla 24.Tabla general de los estudiantes de Ingeniería Electromecánica e Industrial

PREGUNTA	OPCIÓN	
	SI	NO
Pregunta 1	4	28
Pregunta 2	15	17
Pregunta 3	4	28
Pregunta 4	20	12
Pregunta 5	0	32
Pregunta 6	30	2
Pregunta 7	29	3
Pregunta 8	29	3

Fuente: Estudiantes de sexto y séptimo nivel de Ingeniería Electromecánica e Industrial.
Elaborado por: Grupo Investigador

Se establece las siguientes hipótesis a ser comprobadas:

Hipótesis 1: “La repotenciación de la fresadora universal modelo X6125A del Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi, permitirá convertirla en herramienta educativa para el aprendizaje teórico –

técnico de los estudiantes y elaborar el manual de selección y operación en el período académico Octubre 2011 - Abril 2012.”

Hipótesis 0: “La repotenciación de la fresadora universal modelo X6125A del Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi, **NO** permitirá convertirla en herramienta educativa para el aprendizaje teórico – Técnico de los estudiantes y elaborar el manual de selección y operación en el período académico Octubre 2011 - Abril 2012.”

El nivel de error es tipo I, por lo cual el nivel de significancia es de $\alpha = 0,2$. Los grados de libertad se obtienen de la siguiente manera:

***Grados de libertad* = (# filas – 1)(# columnas – 1) Ecuación 48**

$$\text{Grados de libertad} = (8 - 1)(2 - 1)$$

$$\text{Grados de libertad} = 7$$

Aplicar la distribución χ^2 , mediante la siguiente ecuación:

$$\chi^2 = \sum \left(\frac{O-E}{E} \right)^2 \qquad \text{Ecuación 49}$$

- Dónde:
- X² = Distribución
 - O= Observado
 - E= Esperado

La tabla 25 ayuda en la aplicación del chi – cuadrado.



Tabla 25.Tabla de Sumas marginales

PREGUNTA	OPCIÓN		
	SI	NO	
Pregunta 1	4	28	32
Pregunta 2	15	17	32
Pregunta 3	4	28	32
Pregunta 4	20	12	32
Pregunta 5	0	32	32
Pregunta 6	30	2	32
Pregunta 7	29	3	32
Pregunta 8	29	3	32
	131	125	256

Fuente: Estudiantes de sexto y séptimo nivel de Ingeniería Electromecánica e Industrial.

Elaborado por: Grupo Investigador

Mediante los marginales calcular los esperados de la siguiente manera:

$$E_1 = \frac{32 \times 131}{256} = 16,38$$

$$E_2 = \frac{32 \times 125}{256} = 15,63$$

$$E_3 = E_5 = E_7 = 16,38$$

$$E_4 = E_6 = E_8 = 15,63$$

$$x^2 = \sum \left(\frac{O - E}{E} \right)^2$$

$$\begin{aligned}
x^2 = & \frac{(4 - 16,38)^2}{16,38} + \frac{(28 - 15,63)^2}{15,63} + \frac{(15 - 16,38)^2}{16,38} \\
& + \frac{(17 - 15,63)^2}{15,63} + \frac{(4 - 16,38)^2}{16,38} + \frac{(28 - 15,63)^2}{15,63} \\
& + \frac{(20 - 16,38)^2}{16,38} + \frac{(12 - 15,63)^2}{15,63} + \frac{(0 - 16,38)^2}{16,38} \\
& + \frac{(32 - 15,63)^2}{15,63} + \frac{(30 - 16,38)^2}{16,38} + \frac{(2 - 15,63)^2}{15,63} \\
& + \frac{(29 - 16,38)^2}{16,38} + \frac{(3 - 15,63)^2}{15,63} + \frac{(29 - 16,38)^2}{16,38} \\
& + \frac{(3 - 15,63)^2}{15,63}
\end{aligned}$$

$$x^2 = 135,99 = \mathbf{11,66}$$

Mediante la tabla del Anexo C, tomamos la intersección entre los grados de libertad y el nivel de significancia para una cola, siendo para este caso de **9,8032** como valor teórico, este valor determina el punto de separación entre el nivel de rechazo y aceptación. Ya que el valor calculado es mayor que el teórico, significa que la hipótesis nula se rechaza. Dando como resultado que el proyecto de investigación es viable.

2.4.4 Análisis e interpretación de la entrevista realizada a las autoridades y docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

La entrevista se ha realizado al Director de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas MsC. Hugo Armas, además de la Coordinadora de la Carrera de Ingeniería Electromecánica Ing. Paulina Freire, el Jefe del Laboratorio de Electromecánica (E), Tlgo. Eduardo Hinojosa y al Ing. Cevallos docente de la Universidad; con la finalidad de conocer su opinión acerca de la propuesta y mediante ésta, fortalecer la viabilidad del proyecto a realizarse. (Ver Anexo B2)

Pregunta 1.

¿Qué beneficios piensa que aportará a la Universidad la repotenciación de la fresadora universal?

“Evidentemente son varios los beneficios que aportará la repotenciación de la fresadora del laboratorio de electromecánica, pues los estudiantes pueden elaborar piezas mecánicas y complementar sus prácticas con los conocimientos impartidos por los docentes”. MsC. Hugo Armas.

“Va a permitir trabajar de mejor manera en los laboratorios, aprovechando el potencial de la máquina y optimizando incluso la energía eléctrica.” Ing. Paulina Freire.

“Beneficiará en el aspecto académico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica, pues es una máquina que trabaja por medio de desprendimiento de viruta y puede trabajar en distintos tipos de materiales como bronce, aluminio, acero, plástico, madera según las necesidades de las piezas a elaborarse.” Tlgo. Eduardo Hinojosa”.

“Los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica, pueden aprovechar de mejor manera actuar directamente con la máquina, ya que se puede realizar trabajos como engranajes, tornillo sin fin, entre otros.”. Ing. Segundo Cevallos.

Análisis:

Los entrevistados manifiestan que resulta beneficiosa la repotenciación de la fresadora, ya que los estudiantes pueden aprovechar el potencial de la máquina y optimizar recursos, pues esta posee la característica de trabajar con distintos tipos de materiales por medio de arranque de viruta, además de mecanizar piezas como engranajes (rectos, helicoidales y cónicos), planeados, ranurados, vaciados, entre otros.

Pregunta 2.

¿Cómo cree que el estudiante puede aprovechar, el hecho de interactuar directamente con esta máquina?

“El relacionarse con la fresadora va a ayudar a los estudiantes a mejorar la relación con las máquinas, para de esta manera mejorar sus habilidades y complementar la teoría con la práctica”. MsC. Hugo Armas.

“El interactuar con la máquina es importante ya que los estudiantes no necesitan solo los conocimientos teóricos sino también trasladarse a los laboratorios y realizar prácticas con herramientas que muy probablemente van a ser manipuladas en el campo laboral.” Ing. Paulina Freire.

“Los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica, aprovecharían el interactuar con la máquina, ya que van a adquirir destrezas, habilidades y conocimiento del correcto funcionamiento de la misma.” Tlgo. Eduardo Hinojosa.

“Los señores estudiantes van a realizar prácticas en el laboratorio para de esta manera comprender el manejo de la máquina, usar las herramientas adecuadas según el trabajo que se vaya a elaborar”. Ing. Segundo Cevallos.

Análisis:

Se determina que, el interactuar con la máquina fortalecería los conocimientos teóricos-prácticos de los estudiantes adquiridos en el transcurso de la carrera académica; mejoraría la relación hombre-máquina que mediante su manipulación incrementaría las habilidades y destrezas respecto a posibles fallas mecánicas o eléctricas, rompiendo el paradigma del temor a la manipulación de equipos en busca de alternativas para la solución de inconvenientes técnico-mecánicos, que se presentan frecuentemente en el campo profesional.

Pregunta 3.

¿Según su criterio de qué manera beneficiará la elaboración del manual de selección y operación de la fresadora modelo X6125A de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para mejorar el aprovechamiento de la misma?

“No cabe duda que la elaboración de un manual de operación constituye ser un apoyo para que los estudiantes y para quienes vayan a utilizar la máquina, sin olvidar que mediante el mantenimiento establecido en el mismo documento permitirá la preservación de la fresadora”. MsC. Hugo Armas.

“Toda máquina necesita un manual de operación ya que nos permite conocer los procedimientos para la manipulación de la máquina, en el que tanto el estudiante, el trabajador o el obrero se guiará a través del manual para la operación y mantenimiento de la máquina.” Ing. Paulina Freire.

“Ayudará para el correcto uso de la fresadora universal, contribuyendo al aprendizaje teórico-práctico, además de contar con las normas de seguridad y conocer el funcionamiento de la máquina” Tlgo. Eduardo Hinojosa.

“El manual de operación y mantenimiento es la guía que se establece para el uso adecuado de cualquier máquina prolongando su vida útil, por lo que es importante tener un instructivo que especifique las características de la máquina y su forma correcta de manipulación”. Ing. Segundo Cevallos.

Análisis:

Los entrevistados coinciden que la elaboración del manual de selección y operación de la fresadora modelo X6125A, se constituirá en una guía para la realización de los correctos procedimientos de trabajo y optimización de recursos en la elaboración de elementos mecánicos. Además se prolongará la vida útil de la

máquina, mediante el adecuado mantenimiento y uso de la misma; siguiendo parámetros técnicos, de seguridad y mantenimiento establecidos en el manual.

CAPÍTULO III

REPOTENCIACIÓN DE LA FRESADORA UNIVERSAL MODELO X6125A DEL CENTRO DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI COMO HERRAMIENTA EDUCATIVA Y ELABORACIÓN DEL MANUAL DE SELECCIÓN Y OPERACIÓN EN EL PERÍODO ACADÉMICO OCTUBRE 2011-ABRIL 2012”

En este capítulo, se desarrolló la propuesta de investigación, tomando en cuenta para la misma varios aspectos como: las condiciones de trabajo, hojas de procesos, procedimientos a utilizar para la selección de herramientas y el mantenimiento de la fresadora del Centro de Producción y Servicios de la Universidad.

3.1 INTRODUCCIÓN

En la provincia de Cotopaxi, escasas son las instituciones técnicas que cuentan con laboratorios para la enseñanza-aprendizaje, no obstante aplicar los principios y postulados de la ciencia a procesos reales constituye ser el propósito ideal del profesional para su desempeño laboral.

Es de advertir que la producción sin bases científicas se torna monótona y sin proyección futura; mientras que la ciencia pura sin aplicación práctica constituye ser profesionalmente improductivo, por lo que se debe llegar a la fusión perfecta de la teoría con la práctica.

El desarrollo de la ciencia es prioridad en la educación superior; actualizarse constantemente acorde a la realidad en la que se desarrolla conllevando, a adquirir nuevos conocimientos teórico-prácticos, para un mejor desarrollo profesional.

La elaboración del proyecto **“Repotenciación de la fresadora universal modelo X6125A del Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi como herramienta educativa y elaboración del manual de selección y operación en el período académico octubre 2011-abril 2012”**, facilitará la práctica de los estudiantes, ya que los postulantes han realizado el análisis de la máquina, acorde a sus características y su capacidad de producción.

3.2 JUSTIFICACIÓN

La Universidad Técnica de Cotopaxi es una institución eminentemente técnica que se encuentra brindando formación académica a futuros profesionales desde el año 1995 sin discriminación de conocimiento o razón económica, por este argumento se cree necesario retribuir al establecimiento lo asimilado, mediante la

aportación de conocimientos y elaboración del proyecto, como una manera de fortalecer las prácticas de los estudiantes de la carrera.

La universidad se halla ubicada en una zona productiva, ya que en este sector se elabora bloques, adicionalmente se realiza el mantenimiento de flotas de carga y equipo caminero; por lo que es necesario incrementar las prácticas en la institución educativa y de esta manera ir mejorando la relación con el entorno social de la universidad.

La ejecución del proyecto permitió obtener mayores conocimientos acerca de los procesos de manufactura de elementos mecánicos a ser realizados en dicha maquinaria; a la vez que se mejoró la relación hombre-máquina, ya que convenientemente equipada la fresadora ayuda tanto a estudiantes como docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi a construir elementos mecánicos que sean requeridos para la elaboración de proyectos técnicos.

Las prácticas permitieron la recepción de conocimientos técnicos hacia los alumnos, confirmando la factibilidad del proyecto **“Repotenciación de la fresadora universal modelo X6125A del Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi como herramienta educativa y elaboración del manual de selección y operación en el período académico octubre 2011-abril 2012”**.

Para lo cual existió la disposición del laboratorio de electromecánica en el que se encuentra ubicada la máquina, las autoridades de la Universidad Técnica de Cotopaxi, han depositado su confianza en la realización del proyecto con su respectivo análisis.

La contribución técnica de los docentes de la institución, ha constituido ser un profundo apoyo en la ejecución de la propuesta, su guía metodológica ha favorecido en el buen desempeño y conclusión del proyecto.

3.3 OBJETIVOS

3.3.1 Objetivo General

- Realizar el análisis físico - técnico de las potencialidades de la fresadora universal modelo X6125A, para la determinación de las carencias herramientas, mediante un proceso de selección de los elementos mecánicos de mayor conveniencia de producción, de acuerdo con la capacidad de la máquina.

3.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el dimensionamiento y capacidad de la fresadora universal modelo X6125A, mediante el levantamiento de planos de la máquina y prácticas de mecanizado.
- Analizar las características de los diferentes elementos que se pueden realizar con la fresadora universal modelo X6125A, para establecer la producción de los mismos.
- Repotenciación de la fresadora universal modelo X6125A del Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi como herramienta educativa y elaboración del manual de selección y operación en el período académico octubre 2011 - abril 2012

3.4 GENERALIDADES DE LA FRESADORA UNIVERSAL MODELO X6125A

La fresadora universal modelo X6125A, es utilizada para realizar operaciones de fresado en pequeñas y grandes producciones. La máquina puede ser destinada en

la elaboración de cortes horizontales, verticales, planeados inclinados, elaboración de ranuras rectas, manufactura de engranajes rectos, cilíndricos y helicoidales. Debido a la precisión, rigidez, versatilidad, fácil manejo y mantenimiento simple de la máquina, su eficiencia y productividad es superior y garantizada.

La mesa de trabajo posee un gran desplazamiento para facilitar el manejo de piezas de considerable longitud. Las principales especificaciones de la fresadora modelo X6125A se encuentran en el Anexo D.

3.4.1 Sistema de transmisión de la máquina

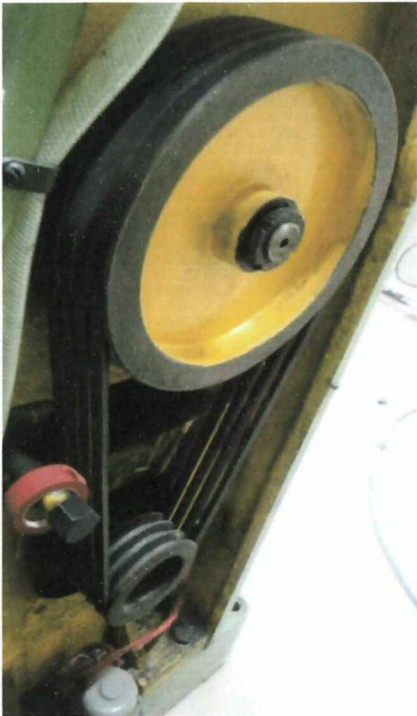
3.4.1.1 Sistema del Husillo

La potencia para accionar la fresa se halla concentrada en el husillo de la fresadora: esto tiene lugar acoplando la fresa directamente al husillo o empleando un dispositivo portafresa, como el árbol o eje. El husillo es de nariz roscada con una entrada cónica en la que se inserta el eje.

El eje principal es manejado por un motor de 4Kw, a través de bandas tipo V diámetro mayor 208.8 mm y diámetro menor 120 mm (ver figura 33), además de un tren de engranajes. Este tiene 12 velocidades de rotación con un rango de 35-1600 rev/min.

Un embrague electromagnético es usado para frenar el eje principal, cuando éste se encuentra deteniéndose o cuando la herramienta cortante se encuentra montada en la misma.

Figura 33. Bandas de transmisión tipo “V” del husillo



Fuente: Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

3.4.1.2 Sistema de alimentación

El sistema de alimentación es manejado por un motor de 0.75Kw. La caja de engranajes para el cambio es de 4 velocidades cada una en tres direcciones del movimiento de alimentación.

El manual (Operation Instruction Book of the Universal Milling model X6125A) describe: “En la dirección longitudinal y horizontal la velocidades de alimentación son de 12 a 720mm/min, en dirección vertical es de 4 a 240mm/min. Las velocidades de movimiento rápido son 2100mm/min, en la dirección longitudinal y horizontal; mientras que la vertical es de 700mm/min. El intercambio entre la alimentación y los movimientos rápidos son efectuados por un embrague eléctrico.”

3.4.2 Estructura y Operación

3.4.2.1 Control de encendido del eje principal

El eje principal se enciende o detiene presionando el botón de encendido del panel de control localizado en el lado izquierdo de la columna, parándose frente de la bancada. Ver figura 34.

Figura 34.Panel de encendido de la fresadora X615A



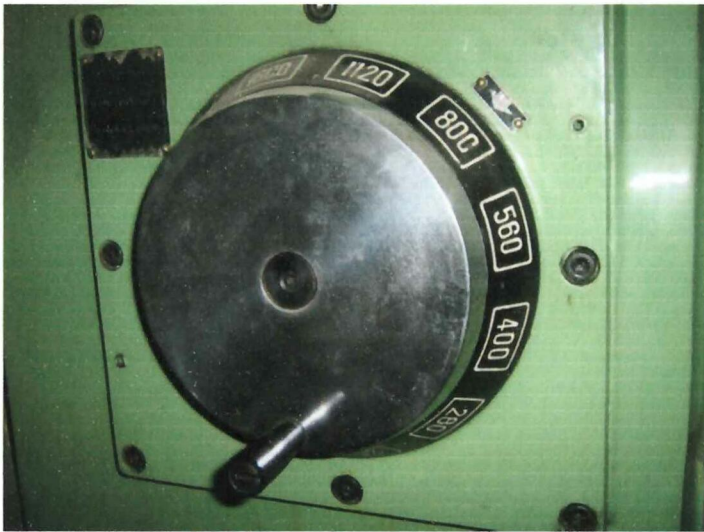
Fuente: Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

La rotación del eje es seleccionada mediante giros del selector de velocidad en cualquiera de las direcciones ya sean en sentido de las manecillas del reloj o en contra de las mismas, cada uno a su vez, cambia a un paso de velocidad, tal como se muestra en la figura 35.

En el cambio de velocidad el eje debe guardar reposo; si ningún problema es encontrado en la malla de los engranajes de desplazamiento, un impulso acciona el botón localizado en el lado inferior del selector de velocidad, el mismo que debe ser presionado. Las velocidades que proporciona la máquina son las siguientes:

VELOCIDADES DEL HUSILLO (rev/min)											
35	50	70	100	140	200	280	400	560	800	1120	1600

Figura 35. Selector de velocidades del husillo



Fuente: Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

3.4.2.2 El antebrazo (Carnero)

El antebrazo se desplaza hacia adelante o hacia atrás girando la cabeza hexagonal situado en el lado superior izquierdo de la columna, ver figura 36. Cuando el antebrazo se desplaza a la posición requerida, esta es inmovilizada por cuatro tuercas de sujeción.

Figura 36.Carnero o antebrazo



Fuente: Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

3.4.2.3 Cambiar la velocidad de los automáticos

El selector de la velocidad de alimentación está localizado al frente de la ménsula, disponen de dos palancas de control a la posición neutral y luego se gira el selector de velocidad de alimentación 360° en la dirección de las manecillas del reloj, a continuación, el botón de impulso se iluminará para mostrar que la selección de la velocidad de alimentación se lleva a cabo.

En caso de que el botón no se ilumine puede ser que existe la colisión de engranajes, presione el botón de impulso para engranar las marchas; este trabaja solo cuando el botón del arranque del eje es presionado. El selector de velocidades se puede apreciar en la figura 37.

Figura 37. Velocidades del automático



Fuente: Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Las velocidades del automático de la fresadora universal modelo X6125A son las siguientes:

VELOCIDADES DEL AUTOMÁTICO (mm/min)													
12	17	24	32	44	66	82	110	150	205	280	380	520	720

3.4.2.4 Alimentación mecánica de la máquina

Cualquiera de las mesas, la bancada o la rodilla pueden ser desplazadas manual o mecánicamente, al ser movidas cualquiera de ellas, el tornillo de bloqueo debe ser considerado primero (Ver figura 38). Todos los movimientos mecánicos y manuales de alimentación son enclavados para salvaguardar al operador.

Para poner las piezas mencionadas en rápido movimiento preseleccionar la dirección del movimiento con las palancas de control y pulse rápidamente el botón de desplazamiento. El movimiento para la alimentación de energía puede proceder sólo cuando el cabezal está en marcha, pero el desplazamiento rápido puede proceder sin importar que el cabezal esté en marcha o en reposo.

Figura 38. Alimentación de los automáticos

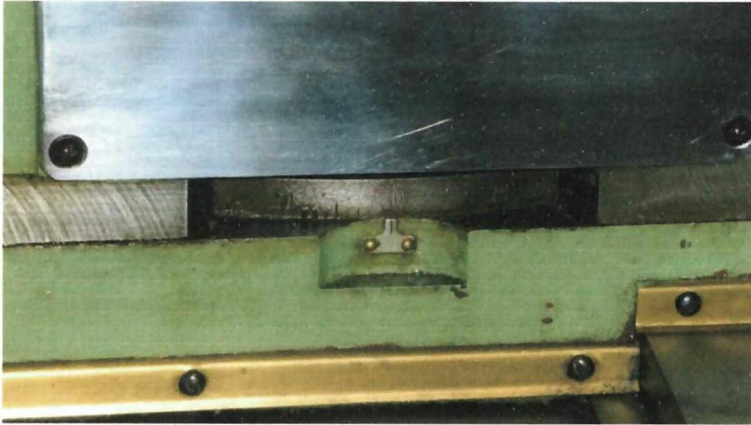


Fuente: Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

3.4.2.5 La base giratoria

La base giratoria puede ser girada en ambas direcciones extendiéndose hasta 45° y se mantienen en posición por cuatro placas de sujeción, en la figura 39 se muestra la regleta de la base giratoria.

Figura 39. Regleta de base giratoria



Fuente: Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Estas placas deben ser sostenidas horizontalmente para asegurar una efectiva fuerza de anclaje al ser apretados. Pueden ser ajustados al girar el tornillo de fijación del perno de fulcro de la placa y el ajuste de la altura del perno que sobresalga, cuando el ajuste es logrado, apretar el tornillo de fijación nuevamente.

3.4.2.6 Volantes de desplazamiento de la bancada

En la ménsula se encuentran los nonios de desplazamiento vertical y transversal, mientras que al lado izquierdo de la bancada se halla el volante de movimiento longitudinal, tal como se muestra en la figura 40.

Figura 40. Volantes de desplazamiento vertical y transversal



Fuente: Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Cada uno de los volantes, posee su propia numeración, la misma que señala el espacio del nonio, el cual es de 0.05 mm, ver la figura 41.

Figura 41. Nonio de desplazamiento transversal

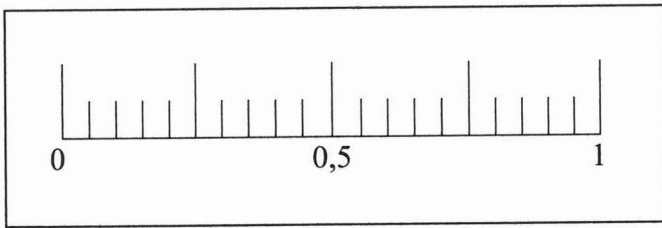


Fuente: Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Al avanzar de 0 a 0.5 en el nonio con 10 divisiones, se multiplica por su equivalencia de 0.05 mm dando como resultado 0,5 mm de desplazamiento.

El nonio posee 12 numeraciones, por lo que, al girar una vuelta completa estamos dando un avance de 6 mm, esto sucede tanto en el desplazamiento transversal como en el longitudinal; la regleta se encuentra graficada en la figura 42.

Figura 42. Nonio del tambor de desplazamiento longitudinal



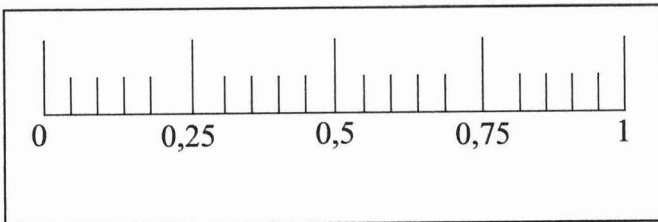
FUENTE: Grupo investigador

VALORES DEL NONIO TRANSVERSAL Y LOGITUDINAL (mm)

0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----

Para el desplazamiento vertical, el nonio posee 8 numeraciones, por lo que al avanzar de 0 a 0.25 con 5 divisiones, da como resultado 0,25 mm lo que significa que al dar una vuelta completa se tiene un avance de 2 mm, la regleta se halla graficada en la figura 43.

Figura 43. Nonio del tambor de desplazamiento vertical



FUENTE: Grupo investigador

VALORES DEL NONIO VERTICAL (mm)

0	0,25	0,50	0,75	1	1,25	1,50	1,75
---	------	------	------	---	------	------	------

3.4.3 Equipamiento eléctrico de la máquina

Fuente de poder 220V, 60Hz (otros sistemas pueden ser suministrados según lo necesario)

Control de circuito	24V AC
Iluminación de lámparas	24V AC
Lámpara de señal	6V AC
Embrague electromagnético	24V DC

3.4.4 Cargas permisible

El máximo torque permitido del eje principal es 328N.m. El motor de accionamiento puede llegar a su potencia nominal cuando la velocidad el cabezal principal es superior a 100 rpm. En el mayor rango de velocidad el motor puede estar sobrecargado en un grado de 25% por un pequeño período.

Máxima fuerza de tracción de la mesa: 12348 N

Máximo peso de sobrecarga sobre la mesa: 250 Kg

3.4.5 Accesorios de montaje

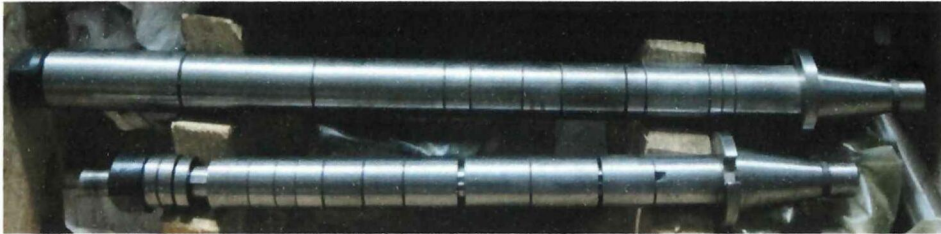
3.4.5.1 Árbol portafresa

El árbol de la fresadora es el medio utilizado para fijar la fresa, posee un vástago cónico con el cono pronunciado, tal como se observa en la figura 44; mediante la espiga guía se encaja en el cojinete del soporte del árbol; el objetivo del cojinete es proporcionar el mayor apoyo terminal al árbol debido a su longitud. Posee un cuñero en el vástago utilizado para colocar



los collares espaciadores, la fresa y la cuña; al final de la espiga se encuentra la rosca para la tuerca de ajuste.

Figura 44. Ejes portafresas



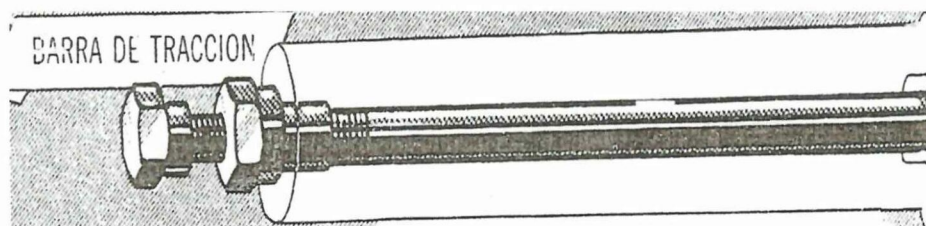
Fuente: Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

3.4.5.2 Varilla de tracción

La varilla es lo suficientemente larga para atravesar el husillo de la fresadora y está provista de un extremo roscado para atornillarse en el extremo roscado del árbol. Ver figura 45. En el extremo de la varilla se encuentra un tirador y una tuerca.

El árbol es asegurado en posición atornillándolo a un lado roscado de la varilla y apretando la tuerca.

Figura 45. Barra de tracción



Fuente: Manuales Delmar, “La fresadora, serie taller mecánico”

3.4.5.3 La cuña o chaveta

Además de mover y sujetar apropiadamente la fresa, el árbol tiene que proporcionar medios para evitar que la fresa resbale o gire sobre el árbol,

por lo que existe una ranura rectangular a lo largo de su vástago llamado cuñero, en este encaja una pieza cuadrada de acero llamada cuña o chaveta la cual se indica en la figura 46; la fresa también posee una ranura para su ajuste.

Figura 46. Chaveta



Fuente: <http://www.catalogometalurgico.com/empresas/view/441>

3.4.5.4 Collares espaciadores

Se utilizan los collares espaciadores para facilitar la colocación y mantener en posición la fresa, en la figura 47 se observa los espaciadores de la máquina. Se emplean para colocar en el árbol una sola fresa o para espaciar adecuadamente la distancia entre dos o más módulos.

Figura 47. Collares espaciadores



Fuente: Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

3.4.5.5 Conos portafresa

Son boquillas en forma de conos para incrustar las fresas de vástago, para armar su conjunto se debe tomar en cuenta el mandril, el asiento cónico y

la tuerca, las cuales se muestran en la figura 48. Para desajustar la tuerca se usa la llave de uña. En el Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi existen dos juegos de conos, los cuales se expresan en la Tabla 26.

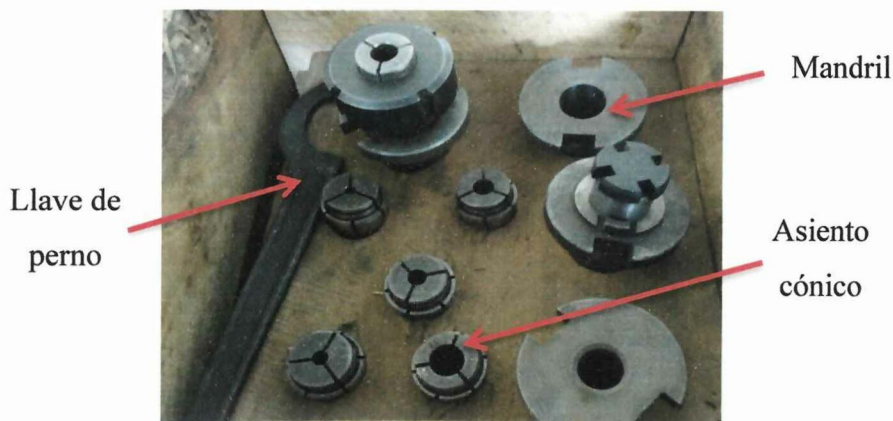
Tabla 26. Conos portafresas

Milímetros (mm)	Pulgadas (in)
5	5/16
6	5/8
8	3/8
10	3/4
12	1/4
14	1/2

Fuente: Centro de Producción y Servicios de la UTC

Elaborado por: Grupo investigador

Figura 48. Conos portafresas en milímetros



Fuente: Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

En la figura 49 se puede observar los conos portafresas en pulgadas, ya que en el mercado existen fresas de los dos sistemas milimétricos y pulgadas.

Figura 49. Conos portafresas en pulgadas



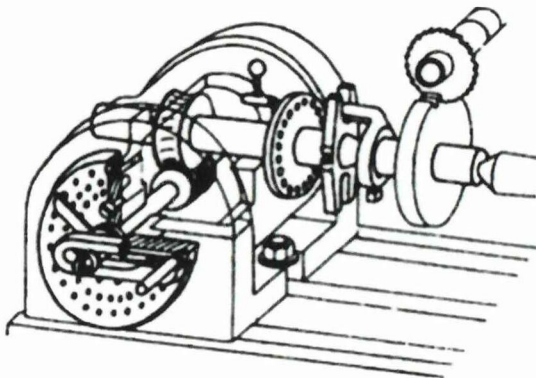
Fuente: Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

3.5 DIVISOR UNIVERSAL Y ALCANCE DE MECANIZADO

El cabezal universal divisor es un accesorio de la fresadora, diseñado para ser usado en la mesa de trabajo de la máquina. Tiene como objetivo efectuar la división de la trayectoria circular del trabajo y sujetar el material que se trabaja.

Es un accesorio muy preciso y versátil, necesario para la fabricación de piezas en las que existen determinadas divisiones (ruedas dentadas rectas, helicoidales, cónicas, tornillos sin fin), en la figura 50 se muestra la composición del cabezal divisor.

Figura 50. Cabezal divisor de la fresadora



Fuente: Procesos de mecanizado fresado, Ingeniería de Sistemas y Automática

La estructura fundamental es de dos partes:

a) **Base.** La base es una caja de hierro fundido que se fija en la mesa de la fresadora, presenta una cornisa circular que permite al cabezal girar en el plano vertical. Tiene escala graduada para fijar los grados y controlar la inclinación del cuerpo orientable. Su objetivo es servir de cuna al cuerpo orientable.

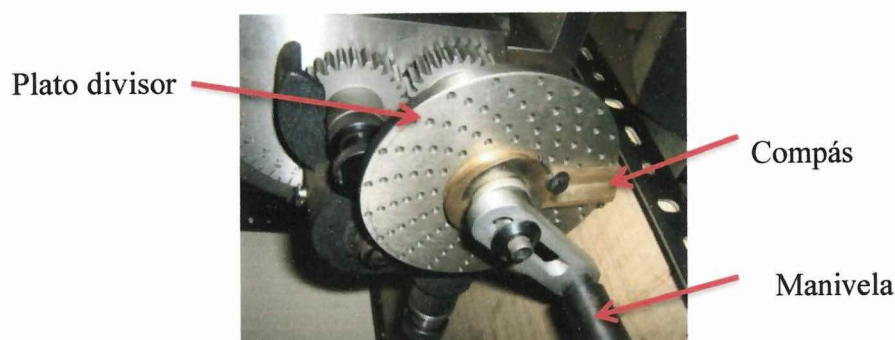
b) **Cuerpo orientable.** Es una carcasa con dos extremos salientes cilíndricos, los cuales se apoyan en la base del divisor y permiten orientar e inclinar el eje del husillo a cualquier ángulo respecto de la mesa.

Dentro de sí contiene el conjunto de órganos, que es la parte más importante del divisor, y que permite dar a la pieza los movimientos para hacer el número de divisiones deseadas.

3.5.1 Disco divisor

El trabajo con el divisor consiste en sujetar la pieza a fresar haciendo girar la manivela y con ella el eje del tornillo sin fin, que engrana con la rueda helicoidal dispuesta coaxialmente con la pieza; la rotación está definida por el número de giros y fracción de giros que debe recorrer la manivela. (Ver figura 51).

Figura 51. Plato divisor VERTEX machinery works



Fuente: Centro de Producción y Servicios de la UTC

El divisor va dotado de tres discos divisores, el número de agujeros hallados en la circunferencia va de acuerdo al tipo de disco que se coloque, tal como se muestra en la tabla 27.

Tabla 27. Discos con su número de agujeros

Disco	Agujeros
1	15, 16, 17, 18, 19, 20
2	21, 23, 27, 29, 31, 33
3	37, 39, 41, 43, 47, 49

Fuente: Manual de Mecánica Industrial, RIOJA, Gonzalo

El cálculo se realiza de la siguiente manera: si **Z** es el número de divisiones que se necesita o dientes, ya que a cada giro completo de la manivela la pieza gira 1/40 de vuelta, para obtener **n** divisiones la manivela girará 40/Z vueltas y al ser **n** un submúltiplo de 40, la manivela girará un número entero de vueltas.

$$NV = \frac{k}{Z}$$

Ecuación 50

Dónde:

NV= Número de vueltas de la manivela del divisor

k= Relación del aparato divisor (40/1)

Z= número de dientes o divisiones a construir.

3.5.1.1 Fracción propia.

Se dice que es propia, si en la ecuación $\frac{k}{Z}$; $Z > k$ (Z es mayor que 40).

3.5.1.2 Fracción impropia

Se dice que es impropia, si en la ecuación $\frac{k}{Z}$; $Z < k$ (Z es menor que 40). Esta es descompuesta en la suma de un número entero que indica el número de giros completos más una fracción propia, que indica el fragmento de giro que se debe añadir a cada división.

(RIOJA, 2002) manifiesta que: “Es conveniente saber que la manivela debe girar siempre en el sentido de las agujas del reloj para anular el juego existente entre el tornillo sin fin y la rueda helicoidal”.(Pág. 33)

3.5.2 Tren o lira de engranajes

El tren de engranajes es un mecanismo que permite transmitir el movimiento rotatorio y de torsión; los dientes engranan unos con otros, en trabajos específicos es preciso usar esta lira de engranajes para transmitir la potencia.

Son utilizados por lo general para la construcción de ruedas helicoidales y tornillos sin fin; esta lira de engranajes se obtiene mediante cálculos o el uso de tablas.

$$R_t = \frac{Ph}{p_m \times k}$$

Ecuación 51

Dónde:

R_t = Relación de transmisión

Ph = Paso de hélice

k = Relación del aparato divisor (40)

p_m = Paso del husillo (5, 6, 8 mm varía depende de cada máquina)

Las ruedas de engranajes existentes en el Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi se demuestran en la tabla 28.

Tabla 28. Lira de ruedas existentes en el Centro de Producción y Servicios

RUEDAS DE RECAMBIO											
24	24	28	32	40	44	48	56	64	72	86	100

Fuente: Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Las ruedas de engranajes para la elaboración de engranajes helicoidales pueden ser montadas como se muestra en la figura 52:

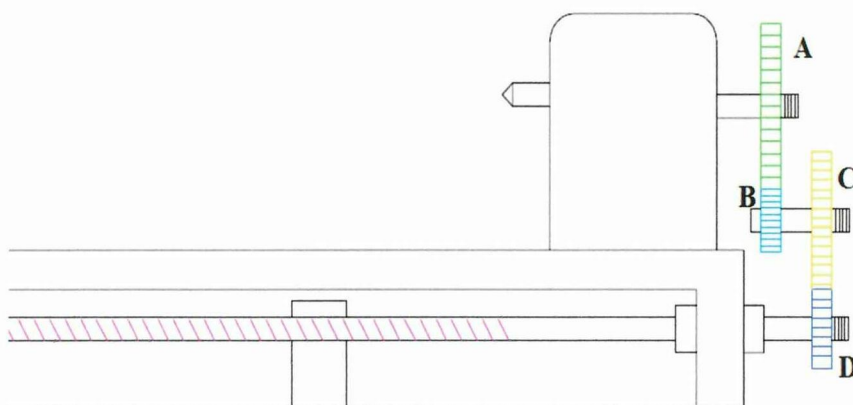
A = Rueda montada sobre el árbol del divisor.

B y C = Van montadas coaxialmente en el soporte portaruedas.

D = Va colocada sobre el husillo de la mesa.

Z_i = Puede ir cualquier rueda que complemente el espacio dejado (no altera el valor de la relación de transmisión).

Figura 52. Colocación del tren de engranajes



Fuente: RIOJA, Gonzalo y otros "Manual de Mecánica Industrial, máquinas y control numérico IV tomo"

REGLA NEMOTÉCNICA PARA ELABORAR ENGRANAJES HELICODALES

- Paso hélice a la derecha, el número de engranes situados sobre el porta ruedas debe ser par.

- Paso hélice a la izquierda, el número de engranes situados sobre el porta ruedas debe ser impar.

**3.6 ANÁLISIS DE NECESIDADES DE LA FRESADORA UNIVERSAL
MODELO X6125A**

De acuerdo a los procesos de mecanizado que se pueden realizar en la fresadora universal se han determinado las necesidades de herramientas y accesorios necesarios para el mejor aprovechamiento de este equipo. En la tabla adjunta se puede apreciar de mejor manera lo expresado anteriormente.

Tabla 29. Cuadro de herramientas existentes en el Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

			ACCESORIOS DE TRABAJO	CANT	EXISTENTE	
					SI	NO
PROCESOS DE MECANIZADO	Planeado	Frontal	Fresa frontal mango cilíndrico HSS ϕ 10	1		X
			Cono portafresas N° 10	1	X	
			Entenalla	1	X	
			Cabezal vertical	1	X	
	Ranurado	Ranurado de forma	Fresas frontal de mango cilíndrico HSS, 4 labios. ϕ 6 para chaveteros	1		X
			Fresas frontal de mango cilíndrico HSS, ϕ 10	1		X
			Cono portafresas N° 6	1	X	
			Fresas de mango cilíndrico HSS, tipo cola de milano ϕ 20	1		X
			Cono portafresas N° 10	1	X	
			Fresas de mango cilíndrico HSS, ranurado en T módulo N° 16	1		X
			Entenalla	1	X	
	Engranajes	Engranajes rectos, helicoidales, cónicos	Cabezal horizontal	1	X	
			Divisor universal K= 40	1	X	
			Disco divisor	3	X	
			Mandril divisor de cuatro garras autocentrante	1		X
			Contrapunto	1	X	
			Fresas disco HSS módulo N° 1,75	1		X
			Fresas disco HSS módulo N° 2,25	1		X
			Fresas disco HSS módulo N° 2,75	1		X
			Eje portafresas	1	X	
			Collares separadores		X	
Chaveta	2	X				

PROCESOS DE MECANIZADO	Engranajes	Tomillo sin fin	ACCESORIOS DE TRABAJO	CANT	EXISTENTE	
					SI	NO
					Ruedas de recambio N° 24, 24, 28, 32, 40, 44, 48, 56, 64, 72, 86, 100	12
Lira para tren de engranajes	1	X				
Cabezal horizontal	1	X				
Divisor universal K= 40	1	X				
Disco divisor	3	X				
Mandril divisor de cuatro garras autocentrante	1		X			
Contrapunto	1	X				
Fresas disco HSS módulo N° 1,75	1		X			
Fresas disco HSS módulo N° 2,25	1		X			
Fresas disco HSS módulo N° 2,75	1		X			
Eje portafresas	1	X				
Collares separadores		X				
Chaveta	2	X				
HERRAMIENTAS MANUALES	Llave de boca y corona N° 20	2		X		
	Llave de boca y corona N° 22	2		X		
	Llave de boca y corona N° 24	2		X		
	Llave de perno o uña	1	X			
	Martillo de goma	1		X		
	Llaves Allen N° 5	1	X			
	Llaves Allen N° 8	1	X			
	Llave de pico	1	X			
	Desarmador plano	1		X		
ACCESORIOS	Pernos de sujeción para divisor universal, contrapunto y entenalla 3/8" X 2"	10		X		
	Arandelas planas	10		X		
	Calibrador pie de rey	1	X			
	Goniómetro	1		X		
	Reloj comparador	1		X		

Fuente: Grupo investigador

Los módulos de las fresas a utilizarse en el Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi son los más comerciales, además la capacidad de la fresadora universal modelo X6125A de acuerdo al análisis realizado, es una máquina didáctica para la elaboración proyectos tanto de docentes como de estudiantes, ya que estos son elaborados a escala, siendo los mencionados módulos de fresas los ideales para este tipo de trabajos.

Determinado los accesorios y herramientas necesarias para el manejo óptimo de la fresadora, se ha decidido implementar mencionados elementos en el Centro de Producción y Servicios de la Universidad.

Mediante la implementación de los distintos accesorios y herramientas se va a colaborar con el desarrollo de la universidad, ya que existirán mejores profesionales, los mismos que a su vez tendrán mejores conocimientos relacionados a los procesos de producción de elementos mecánicos.

Por lo tanto los estudiantes serán los beneficiarios directos, pues podrán manifestar sus habilidades de diseño y construcción de elementos para sus prácticas, mediante la supervisión de los docentes.

3.7 SELECCIÓN DE VELOCIDADES DE MECANIZADO

La selección de la velocidad de corte es un factor necesario, ya que sus valores afectan la eficiencia de la operación de fresado.

Debido a que los diferentes metales varían en dureza, estructura y maquinabilidad, debe usarse velocidades acorde a dichas características, además predominan ciertos factores para maquinar un elemento, tales como:

- El tipo de material de trabajo.
- El material de la fresa.

- El diámetro de la fresa.
- El acabado superficial que se requiera.
- La rigidez de la máquina y el montaje de la pieza.

Las velocidades de corte de fresado para los materiales más comunes y tipo de fresas se encuentran en el Anexo E.

3.8 PROCESOS DE MECANIZADO

(MILLÁN Simón, 2006) manifiesta que: “Es el estudio de cómo se debe mecanizar o fabricar una pieza, estableciéndose la prioridad de las operaciones mecánicas de fabricación, así como la elección de las herramientas adecuadas al trabajo en cuestión, preparándolas y haciendo la previsión de las mismas" (Pág. 345).

También se calculan los tiempos de trabajo, las características y condiciones de funcionalidad de las máquinas empleadas en cada una de las fases de trabajo con el fin de guiar al operario y calcular los costes de fabricación.

3.8.1 Procedimiento general para realizar trabajos con la máquina

Para empezar a realizar un trabajo en la fresadora tener en cuenta ciertas condiciones, tales como:

- a) Dibujar la pieza que se va a elaborar en la máquina o realizar un croquis.
- b) Realizar un plan de procedimientos (proceso de mecanizado) completo que abarque de inicio al final los procesos necesarios para la elaboración de la pieza; debe constar los lugares en los que van a darse los acabados y desbastados.

- c) Preparar el material que va a ser maquinado en la fresadora, ya sea este aluminio, acero, entre otros.
- d) Alistar las herramientas que van a ser usadas para el maquinado así como la selección de los módulos de fresas adecuadas para el trabajo.
- e) Calcular mediante tablas o ecuaciones la velocidad de corte y las revoluciones por minuto a emplearse dependiendo la operación y características del material.
- f) Preparar los instrumentos de medición los mismos que deben ser colocados sobre un tablero cerca de la máquina para facilitar su alcance y verificación de dimensiones.
- g) Comprobar si todas las palancas de accionamiento se encuentran en su posición correcta.
- h) Comenzar el trabajo según el plan de procedimiento establecido previamente.

3.8.2 Hoja de proceso de mecanizado

Constituye ser una hoja informativa en donde se recogen todas las características de fabricación, operación y secuencias de trabajo con un orden lógico.

Debe contener la información más amplia para ejecutar la mecanización de la pieza desde que se acoge el material en bruto hasta que se termine la misma; en toda hoja de proceso debe constar:

- a) El plano de la pieza. Es el croquis de la pieza a maquinar con sus vistas, tolerancias y detalles para su mecanizado.
- b) Número de fase. Es el número de operación que se realiza para mecanizar la pieza; las fases de trabajo deberán ser correlativas.

- c) Operaciones a realizar. Se especificará en qué consiste la operación que en ese momento se efectúa en la pieza.
- d) Máquinas. Se cita la máquina que se debe emplear en esta fase y operación que hay que realizar.
- e) Herramientas. Se especifica la herramienta que se debe emplear en la operación indicando el diámetro, calidad y características técnicas de la herramienta.
- f) Velocidad de corte (V_c), avance de la herramienta (A), pasada de la herramienta (p), revoluciones de trabajo (rpm). Son las condiciones de corte de la herramienta que se va a emplear, las cuales deben ser calculadas previamente teniendo en cuenta el material a trabajar, la máquina a utilizar, diámetros de herramientas y piezas.
- g) Tiempo de mecanizado (t). Es el tiempo que se tarda en realizar el mecanizado.
- h) Material. Se indica el tipo de material a trabajar.

Cuando los montajes son complejos se suelen presentar varias hojas, con el proceso de cada uno de los componentes que forman el conjunto; en ocasiones se realiza acoplamiento por paquetes de piezas y luego se ensamblan todos los paquetes para formar la máquina.

3.9 TRABAJOS A EJECUTARSE CON LA FRESADORA MODELO X6125A

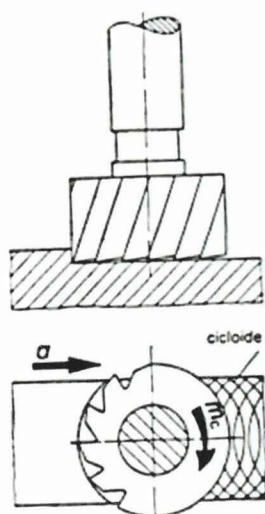
Debido a las características que posee la fresadora universal modelo X6125A del Centro de Producción de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se recomienda elaborar los siguientes trabajos:

3.9.1 Planeado

El objetivo de este procedimiento es obtener una superficie plana por medio de los dientes frontales de una fresa que al girar alrededor de un eje perpendicular al plano geométrico ideal, cada diente describe una cicloide, debido a dos movimientos; uno circular (m_c) aplicado a la fresa y otro rectilíneo (a), aplicado a la pieza o herramienta (ver Figura. 53).

La fresa corta no solamente con los dientes de su periferia, sino también con los frontales.

Figura 53. Fresado frontal en forma de cicloide



Fuente: Mecanizado y mantenimiento de máquinas, CEDE

PROCEDIMIENTO DE PLANEADO CON LA FRESA FRONTAL

- a) Colocar el cabezal para fresado vertical en la máquina el cual se muestra en el Anexo F1, ajustar los pernos frontales con la llave de corona N° 20 y aquellos localizados en la bisagra lateral con el hexagonal (Allen) N° 8, procurando apretar fuertemente para que no exista esfuerzos en los pernos, se deformen y conlleven a su ruptura.

- b) Situar el cono morse en el husillo de acuerdo al diámetro de vástago de la fresa a utilizarse, procurando ajustarla apropiadamente.
- c) Fijar la entenalla o prensa y ajustar los pernos de 3“, situando dos arandelas planas estándar para un mejor ajuste.
- d) Sujetar la pieza a ser planeada con la entenalla por medio del tornillo de aproximación de la misma; escuadrar la pieza en bruto, con la condición de que se encuentre a una distancia considerable para que la fresa no roce las mordazas de la entenalla.
- e) Aproximar la fresa hacia el elemento a ser planeado, con la máquina detenida usando los volantes de la mesa o nonios manualmente (sin encender la máquina); realizar los reglajes de posicionamiento y pasada. Apretar los blocajes de los carros que han de permanecer inmóviles.
- f) Ajustarlas velocidades de corte y avance respectivas para trabajar en la máquina, las cuales deben ser deducidas previamente, según el diámetro y el material del que está hecha la fresa, además del material que va a maquinarse.

Advertencia: El husillo debe estar inmóvil cuando se cambia las velocidades y avances. Aceitar la máquina en los lugares necesarios.

- g) Apagada la máquina medir la distancia existente entre la pieza a ser fresada y la herramienta de corte usando un calibrador pie de rey, con el propósito de encerrar la máquina y dar la altura previamente calculada para el desbaste del elemento, usar de los nonios de los volantes para dar la elevación requerida del fresado.
- h) Colocar la máquina en marcha girando el selector de funcionamiento (en el color verde) y retirando el botón de pare (rojo) tanto de los carros de desplazamiento como del panel de encendido. De ser necesario encender el sistema de refrigeración, girando la palanca de la llave de media vuelta que acciona la taladrina colocado en la parte izquierda del cuerpo de la máquina.

- i) Si se desea; conecte el sistema de avance automático y dar la pasada. Dejar salir la fresa, en caso de dar varias pasadas. Desbloquear el carro correspondiente, dar la nueva profundidad de pasada contralando por medio de anillo graduado o nonio y bloquear nuevamente el carro.
- j) Comprobar las dimensiones del elemento utilizando el calibrador pie de rey y de ser necesario repetir otra pasada hasta lograr las magnitudes del plano trazado.

3.9.2 Fresado de Ranuras

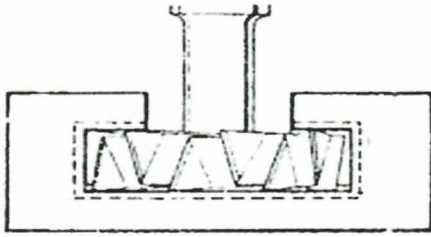
Las fresas de ranurar son sensibles a los efectos de las fuerzas de corte. La desviación y vibración pueden ser factores de limitación, especialmente con alta velocidad de mecanizado.

El inconveniente de estas fresas es que poseen una dimensión fija, si se quieren hacer ranuras mayores se deberá realizar dos o más pasadas con una fresa de menor tamaño.

3.9.2.1 Ranurado de fresas de vástago

La fresa posee un vástago o mango tal como se muestra en la figura 54, por lo que se debe utilizar el cabezal de fresado vertical, para realizar este tipo de ranurados.

Figura 54. Fresa de vástago para ranurado en forma de T



FUENTE: Manual del fresador módulo I, PROBST Hermann

Tener en cuenta dos aspectos:

a) Entrada y salida libre. Cuando la profundidad de pasada es muy grande no olvidar el momento flector producido ya que son directamente proporcionales. Proceder a elaborar un desbaste escalonado que puede hacerse con una fresa de menor diámetro y longitud, luego repasar con otra de diámetro adecuado, o con la misma fresa, repasar los dos costados.

b) Entrada y salidas cerradas. Si la ranura no se puede iniciar con toda la profundidad por no tener entrada, existen dos formas para proceder:

Realizar una entrada con la broca de poca punta; con la fresa del mismo diámetro de la broca repasar el agujero hasta la profundidad de la ranura, dar una pasada de desbaste a toda la ranura y finalmente, repasar las dos caras de las mismas.



Para pequeñas profundidades y anchuras, si el cabezal de la máquina y el portapinzas son

PROCEDIMIENTO DE PLANEADO CON FRESA DE VÁSTAGO

- a) Colocar el cabezal para fresado vertical, según las instrucciones y sugerencias descritas anteriormente.
- b) Fijar el cono morse en el husillo de acuerdo al diámetro del mango de la fresa a trabajar, montar firmemente la herramienta en el husillo, sujetar la pieza a ser ranurada y escuadrarla procurando situarla a una distancia considerable para que la fresa no roce las mordazas de la entenalla.
- c) Ajustar las velocidades de corte y avance respectivas para trabajar en la máquina. Colocar la máquina en marcha, de ser necesario encender el sistema de refrigeración.
- d) Realizar la pasada primera en el elemento, ajustar la profundidad de corte adelantando el carro con el número de milésimas necesario y fijar el volante en su lugar.
- e) Comprobar la profundidad y ancho de la ranura utilizando el calibrador pie de rey, de ser necesario repetir otra pasada hasta lograr las magnitudes del plano trazado.

3.9.3 *Fresado de engranajes*

Los engranajes constituyen uno de los mejores medios para transmitir movimiento desde el eje de una fuente de energía hasta otro eje situado a cierta distancia y que ha de realizar un trabajo sin pérdidas de energía.

3.9.3.1 Fresado de engranaje rectos

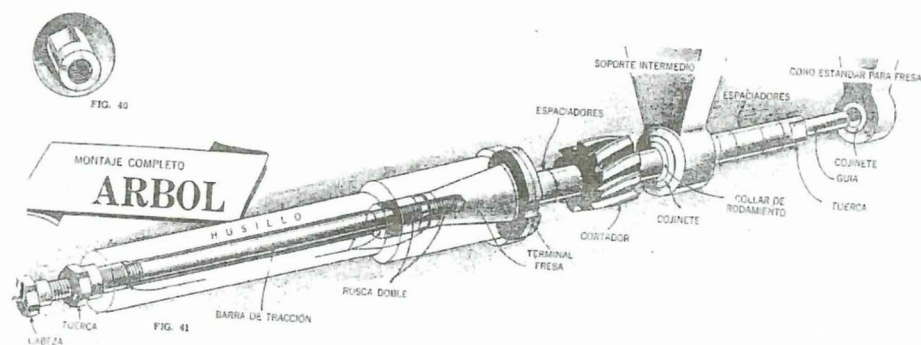
La fabricación de este tipo de engranajes es más sencilla por lo tanto su coste es menor. Se utilizan en transmisiones de ejes paralelos formando así lo que se conoce con el nombre de trenes de engranajes.

PROCEDIMIENTO PARA ENGRANAJES RECTOS

- a) Comprobar que la rosca de la barra de tracción estén libres de virutas con el objetivo que éstas no caigan en la parte cónica del husillo, toda partícula extraña que pudiera quedar estancada entre el cono del árbol y el husillo de la máquina, desalinearía el árbol y provocaría que la fresa girase excéntrica.
- b) Seleccionar el adecuado árbol portafresas y colocarlo en la boquilla del husillo de la fresadora. Hacer girar el árbol para que los tacones motrices del frente del husillo estén alineados con las ranuras del collar del eje.
- c) Sostener el árbol en la entrada del husillo y hacer girar al mismo tiempo la barra de tracción para que encaje en las roscas del extremo del eje. Girar únicamente con la mano la barra de tracción hasta donde se pueda; introducir el árbol apretando la tuerca de la barra de tracción con llave de boca N° 20.
- d) Situar los anillos separadores en el eje para que ayuden a la ubicación de la fresa, fijarla entre los collares la cual debe hallarse a una distancia prudente para el centrado con la entenalla; a continuación colocar la chaveta entre la fresa y los anillos, finalmente ubicar la tuerca del árbol portafresa. La fresa debe colocarse lo más cerca posible de los apoyos, además prestar atención que está gire en la dirección correcta para la acción de corte de los dientes. En la figura 3.23 se muestra el armado del árbol portafresas.

NOTA: Cada módulo posee en la cara lateral una inscripción que muestra el rango permitido en la elaboración de engranajes según el número de dientes y ángulo deseado.

Figura 55. Ensamble del árbol portafresas



Fuente: MANUALES DELMAR, serie taller mecánico “La fresadora”

- e) Montar en la máquina el cabezal para el fresado horizontal mostrado en el Anexo F1, ajustar la tuerca del árbol portafresas con la llave de boca N° 20, además del perno que une el soporte del cabezal con el eje portafresas, usando la llave de boca N° 20. Lubricar el riel del cabezal para un mejor desplazamiento anterior y posterior.
- f) Asegurar el mandril de 4 garras autocentrante ($\varnothing 200\text{mm}$) en la parte delantera del cabezal divisor, usar los pernos de sujeción.
- g) Fijar el cabezal divisor universal VERTEX y contrapunto en la mesa de la fresadora usando los pernos de 1 1/2 pulg con la ayuda de la llave de boca 22.
- h) Preparar el material en el torno (cilindrar, refentar, desbastar) para elaborar el engranaje, el mismo que debe poseer un vástago (8-10 cm de largo) que favorezca un mejor agarre para sujetarlo con el mandril del cabezal divisor, por medio de la broca de centro realizar una perforación en el material que sea de guía para alinear éste con el contrapunto.

- i) Alinear los filos de la fresa modular usando el tornillo de acercamiento y elevación del contrapunto hacia el destaje del mismo, de ser necesario usar los carros de desplazamiento vertical, horizontal y transversal.
- j) En el mandril colocar el vástago de la pieza a ser maquinada y alinear la perforación realizada con la broca de centro hacia el contrapunto. Asegurar los boclajes del mandril, usando su respectiva llave.
- k) Comprobar la constante de división (40/1, 60/1, 80/1); señalando con un lápiz la rueda en la que está enganchado el mandril y empezar a girar la manivela rotaciones completas hasta que la rueda del mandril llegue a la marca de lápiz; dependiendo cuántas vueltas se haya completado es la relación de división. Para este caso es de 40/1.
- l) Determinar los avances y velocidades de corte según el material cortante y aquel a ser fresado según tablas y cálculos previamente realizados. Hallar el número de vueltas necesarias que se debe dar con la manivela del divisor para la construcción del engranaje. Realizado los cálculos del disco de ser necesario cambiarlo de acuerdo al número de dientes del engranaje.
- m) Encender la máquina para ejecutar una prueba práctica de división y acercando ligeramente el elemento a maquinar hacia la fresa rotativa únicamente hasta que sea rozada por el cortante, simular que se está realizando la primera división, girar nuevamente la manivela el número de vueltas calculada para señalar el siguiente diente, progresivamente efectuar las mismas instrucciones hasta asegurarse que la última división se alinee perfectamente en el primer diente.
- n) Elevar la mesa la dimensión hallada en milímetros para la altura del diente (con unas décimas menos para prolongar la vida útil del módulo), bloquear los carros vertical y transversal. Construir la primera división sin olvidar encender el refrigerante, continuar con los siguientes dientes de la misma manera.

- o) Al terminar la vuelta completa en la elaboración del engranaje realizar el control y verificación de las dimensiones, no olvidar limpiar con cuidado la pieza ya que el desprendimiento de viruta puede causar daños.

3.9.3.2 Fresado de engranajes helicoidales

El tallado es similar al engranaje de diente recto con la particularidad que, para elaborar los dientes es necesario colocar un tren de engranajes en la lira del aparato divisor, que engrane con el husillo de la mesa de la máquina y de esta manera el movimiento rotacional avance en conjunto con la mesa.

PROCEDIMIENTO PARA ENGRANAJES HELICOIDALES

- a) Colocar el árbol para fresado horizontal, seleccionar la fresa adecuada del juego de 8 módulos.
- b) Asegurar el mandril y el cabezal del divisor universal en la mesa de la fresadora tal como se indicó anteriormente.
- c) Preparar el material en el torno (cilindrar, refentar, desbastar), alinear los filos de la fresa modular con la pieza a ser maquinada.
- d) Determinar los avances, velocidades de corte, el número de vueltas, ángulo, paso de hélice, altura de corte y demás valores.
- e) Girar la bancada de manera que el ángulo sea igual al requerido, desajustar los pernos de anclaje ubicados en a los costados de la mesa de trabajo.

f) Ensamblar el tren de engranajes en la lira del cabezal divisor, dichas ruedas son calculadas previamente.

Una vez realizadas las anteriores operaciones se pone en funcionamiento la máquina y se efectúa el corte de la primera ranura, terminada la operación se retorna al inicio y se procede a realizar la segunda ranura, hasta que se obtengan todos los dientes solicitados, utilizar refrigerante para realizar el trabajo.

g) Efectuar el control y verificación de las dimensiones, en cada uno de los pasos que se desarrollan debe tenerse en cuenta los diferentes aspectos de seguridad industrial.

3.10 MANTENIMIENTO RUTINARIO

El mantenimiento rutinario consiste en realizar inspecciones periódicas que contribuyen a revelar las condiciones operativas de la máquina, permitiendo aumentar la confiabilidad del trabajo a elaborarse en ella.

La máquina operará en las mejores condiciones de seguridad, por conocer su estado y condiciones de funcionamiento; otro beneficio de realizar el mantenimiento es que se prolongará la vida útil de la fresadora, pues con una programación de actividades el costo de reparaciones será menor.

3.10.1 Empleo de líquidos refrigerantes durante el fresado

Los líquidos lubricantes - refrigeradores se emplean para disminuir el calor del elemento cortante y la zona a ser maquinado, con la finalidad de:

- Elevar la resistencia de la herramienta.
- Mejorar la calidad de la superficie que se trata.

- Proteger contra la corrosión la herramienta cortante y la pieza bruta que se trabaja.

Dichos líquidos no deben deteriorar los recubrimientos de la laca y pintura de la máquina herramienta, en la figura 56 se muestra como refrigera la taladrina a la fresa.

Para la fresadora universal modelo X6125A se recomienda usar la emulsión de aceite para taladrar, conocida como taladrina, esta es una mezcla de agua con aproximadamente 1% a 12% de aceite para taladrar, se caracteriza por su capacidad refrigerante y de inflamación muy difícil, prolonga la vida de las herramientas y reduce la energía de fricción. Además refrigera para evitar un sobrecalentamiento de piezas y herramientas, evacua limaduras, evita óxidos, elimina gérmenes y bacterias.

Figura 56. Taladrina refrigerando la fresa



Fuente: <http://www.ambientum.com/revistanueva/2005-02/taladrinas.htm>

Con el transcurso del tiempo, las propiedades de la taladrina van desapareciendo (stress mecánico), apareciendo una serie de contaminantes, que reducen aún más sus propiedades y rendimiento.

Para la preparación de la taladrina se emplea agua no demasiada fría, es uno de los medios de lubricación más usados en los talleres, por sus cualidades químicas y por ser uno de los más económicos en el mercado.

3.10.2 Lubricación de la máquina

Todo lugar que tenga contacto por movimiento va a poseer problemas de deterioro; ya que la fresadora universal modelo X6125A contiene varios elementos con contacto directo el desgaste por fricción es un gran problema, este tipo de inconvenientes se neutraliza lubricando las puntos de rozamiento.

El NLGI (National Lubricating Grease Institute), establece una clasificación de grasas en función de su consistencia. Esta clasificación va desde el 000 (grasas más fluidas) hasta el 6 (grasas de mayor consistencia), tal como se muestra en la tabla 30.

Tabla 30. Grados de consistencia de una grasa según ASTM D 217

Grado NLGI	Penetración a 25 °C (mm)	Aplicaciones
000 (líquida)	445 – 475	Engranajes
00 (líquida)	400 – 430	Engranajes
0 (semi-fluida)	355 – 385	Cojinetes. Sistemas centralizados
1 (semi-fluida)	310 – 340	Cojinetes. Sistemas centralizados
2 (blanda)	265 – 295	Cojinetes
3 (regular)	220 – 250	Cojinetes
4 (semidura)	175 – 205	Cojinetes lisos. Grasa en briquetas
5 (dura)	130 – 160	Cojinetes. Grasa en briquetas
6 (extra-dura)	85 – 115	Cojinetes. Grasa en briquetas

Fuente: http://www.wearcheckiberica.es/boletinMensual/PDFs/Principios_basicos_GRASAS.pdf

La grasa recomendada para dicha máquina es la de grado NLGI 2 de litio N° 2, ya que poseen una serie de características como su alta resistencia al agua y una alta resistencia a la temperatura (hasta 150 °C). Admiten, además la adición del 1% de jabón cálcico para potenciar más aún dicha insolubilidad.

Los baños de aceite, las bombas y filtros deben ser limpiados periódicamente. En la primera vez deben ser limpiadas después de un período de operación de tres meses y luego de medio año (Operation Instruction Book of the Universal Milling model X6125A, pág. 6).

Todos los engranajes de deben ser inspeccionados cuidadosamente y mantener el nivel no inferior de la línea del centro del medidor de aceite.

El cojinete delantero del eje es lubricado con base grasa de litio N° 2, en una cantidad de 1/3 a 1/2 del espacio de los cojinetes; este debería ser revisado y llenado una vez al año.

No olvidar la viscosidad, ya que está es la característica más importante de la lubricación de cualquier máquina. La viscosidad es la medida de la resistencia de un líquido a fluir. La viscosidad varía inversamente proporcional con la temperatura:

- Si la viscosidad del aceite es muy baja para la aplicación, el desgaste es mayor por falta de colchón hidrodinámico.
- Si la viscosidad del aceite es muy alta para la aplicación, el consumo de energía es mayor, el desgaste puede ser mayor por falta de circulación y el aceite se calentará por fricción.

La viscosidad del aceite de la máquina es $25 \times 10^{-6} \sim 35 \times 10^{-6} \text{ m}^2\text{s}$ o $3.5^\circ \sim 4.5^\circ$. Engler de 50°C es aplicado a la reserva del aceite y niples (Operation Instruction Book of the Universal Milling model X6125A, pág. 6).

Para que exista un control de operación de la máquina es necesario tener un formato de seguimiento, ya que este será de ayuda para conocer el número de horas de uso y trabajos realizados en la fresadora universal del Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Para dicho propósito se ha elaborado una matriz, el cual se puede ver en el Anexo I.

Se recomienda seguir las siguientes indicaciones para una mejor preservación de la máquina:

DIARIO

- Limpieza de máquina
- Inspección visual (ruidos, vibraciones anormales, conexiones eléctricas, fugas de aceite o líquido refrigerante).
- Verificación del estado de las herramientas.
- Comprobación de niveles de aceite y refrigerante.

MENSUAL

- Comprobación de buen funcionamiento.
- Inspección visual de elementos eléctricos (conductores dañados, elementos en mal estado)
- Limpieza del control eléctrico

ANUAL

- Revisión completa del grupo hidráulico.
- Cambio de aceite.
- Limpieza del depósito de aceite y refrigerante.
- Revisión completa del cableado.
- Medición de aislamiento de motores por medio del megger.
- Limpieza completa del tablero de control eléctrico.

- Reapriete de tornillos.
- Reparación de todas las averías y problemas hallados.

3.10.3 Seguridad en la fresadora

La fresadora como toda máquina exige cuidado en su operación, ya que puede ocasionar lesiones si no se sigue ciertas condiciones de seguridad al trabajar en ella. Lo recomendable es usar overol para el manejo de la máquina, el mismo que por condiciones de seguridad debe ser ajustado en las muñecas para que no se sujete la tela a la herramienta de máquina, así como se muestra en la figura 57.

Figura 57. Equipo de seguridad para trabajar en la fresadora



Fuente: GUAMANGALLO Fernanda, "Equipo de seguridad para trabajar en la fresadora",
Latacunga 2013

3.10.3.1 Seguridad Personal

- Sujetarse el cabello en caso de ser necesario.
- No accionar una máquina fresadora hasta haber recibido las instrucciones de la persona a cargo.
- No apoyarse ni colocar las manos sobre la mesa en movimiento, detenerla primero.
- Mantener los dedos y manos lejos de las herramientas cortantes en movimiento.
- Usar overol que apriete los puños.
- Usar siempre gafas para proteger los ojos.
- Retirar los cortadores, usando un paño para evitar cortadoras.

3.10.3.2 Seguridad para el Equipo

- Los interruptores y demás mandos de puesta en marcha de la fresadora, se han de asegurar para que no sean accionados involuntariamente.
- Limpiar la máquina, quitar las virutas con un cepillo y limpiar la mesa con un paño. Las virutas deben ser retiradas con regularidad, sin esperar al final de la jornada.
- Limpiar el extremo del husillo antes de instalar el árbol adaptador o cortador.
- Nunca quitar las virutas utilizando aire comprimido, esto puede ocasionar que las virutas se introduzcan en las partes móviles.
- Mantener la máquina siempre lubricada.

- Asegurarse que la mordaza, plato divisor o cualquier dispositivo de sujeción de piezas, se encuentre fuertemente sujetado.
- Todas las operaciones de comprobación, medición o ajuste, deben realizarse con la fresadora parada.
- Nunca dejar herramientas sobre la mesa, esta debe estar limpia y en perfectas condiciones.
- Mantener el piso libre de virutas, derrame de cualquier fluido.

CONCLUSIONES

- ✓ Al desarrollar la presente investigación se conoció de mejor manera los procesos de mecanizado que pueden realizarse con la fresadora universal modelo X6125A, además de constatar directamente los inconvenientes que se presentaban en el Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi por la falta de los implementos adquiridos.
- ✓ Los cálculos de los elementos y procesos de mecanizado difieren de los prácticos, pues los datos teóricos mediante las ecuaciones, son considerados en condiciones ideales; mientras que el trabajo práctico tiende a variar ya que implica destreza del operador y estado de la máquina – herramienta.
- ✓ La implementación realizada por los tesisistas de las herramientas y accesorios, además de la puesta a punto de la máquina - herramienta sirven para optimizar el uso de la fresadora universal modelo X6125A del Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- ✓ La repotenciación de la fresadora contribuye a incrementar el perfeccionamiento técnico – teórico de los diferentes procesos de trabajo, ayudando a docentes y estudiantes a aprovechar de mejor manera las características que tiene esta máquina - herramienta.
- ✓ La elaboración del manual de selección y operación de la fresadora, es una guía para el mantenimiento y adecuado manejo de la máquina, para evitar el acelerado desgaste de la máquina y futuro deterioro
- ✓ Las hojas de procesos sirven para realizar un correcto ensamble de los distintos accesorios y herramientas pertenecientes a este equipo, ya que por medio de su utilización adecuada se va a prevenir accidentes laborales.

RECOMENDACIONES

- ✓ Tener presente las normas de seguridad ya que son indispensables tanto para la máquina debido a la prolongación de su vida útil, así como la del operario para evitar lesiones en su cuerpo.
- ✓ Guiarse en las características de la fresadora universal modelo X6125A del Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para el desarrollo de los respectivos cálculos, ya que cada máquina difiere en sus particularidades.
- ✓ Es importante considerar el material a ser mecanizado, hacer uso de las tablas como una guía en el desarrollo de las ecuaciones.
- ✓ Tener cuidado en el montaje y desmontaje de las piezas de la fresadora, ya que por su estructura y peso pueden provocar daño al operador.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía citada

- ✓ **HEINRICH G**, Alrededor de las Máquinas Herramientas, 2ª Edición, Edit. Reverté SA, España, 1992. Pág. 141
- ✓ **LÓPEZ Manuel**, Mecánica de Taller Metrología II, Torno y Fresadora, edición 1987, editorial: THEMA-Buenos Aires, 60-Barcelona. Pág. 45.
- ✓ **MILLÁN Simón**, Procedimientos de mecanizado, Edit. Paraninfo SA, España, 2006. Pág. 67.
- ✓ **PROBST, Hermann**, Manual del fresador, módulo I, 2º edición, Lima-Perú, editado COSUDE-CAPLAB, enero 2001. Págs 7, 18
- ✓ **RIOJA, Gonzalo y otros**, Manual de Mecánica Industrial, máquinas y control numérico IV tomo, editado Cultural S.A., España 2002.Págs. 10, 11, 12.
- ✓ Junta de Andalucía, [en línea]
http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~04700107/departamentos/electricidad/electromecanica/pagina_tmmm/documentos/M%25C3%25A1quina-Herramienta.pdf. Págs. 7-8, 15

Bibliografía consultada

- ✓ **HEINRICH G**, Alrededor de las Máquinas Herramientas, 2ª Edición, Edit. Reverté SA, España, 1992
- ✓ **JIMÉNEZ Germánico**, Módulo de fresadora, Latacunga 2004
- ✓ **LÓPEZ Manuel**, Mecánica de Taller Metrología II, Torno y Fresadora, edición 1987, editorial: THEMA-Buenos Aires, 60-Barcelona.

- ✓ **MANUALES DELMAR**, serie taller mecánico La fresadora, Centro regional de ayuda técnica Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) México – DELMAR PUBLISHERS, INC.
- ✓ **MILLÁN Simón**, Procedimientos de mecanizado, Edit. Paraninfo SA, España, 2006.
- ✓ **PROBST, Hermann**, Manual del fresador, módulo I, 2º edición, Lima-Perú, editado COSUDE-CAPLAB, enero 2001
- ✓ **RIOJA, Gonzalo y otros**, Manual de Mecánica Industrial, máquinas y control numérico IV tomo, editado Cultural S.A., España 2002.
- ✓ Ingeniería de Sistemas y Automática, Procesos de mecanizado
- ✓ Metrología II, torno y fresadora, Mecánica de taller, editorial THEMA-Buenos Aires, Barcelona, edición 1987
- ✓ **INEN** Instituto Ecuatoriano de Normalización, Código de dibujo técnico – mecánico, Ecuador, 1989.

LINKOGRAFÍA

- ✓ Clasehn.net, “Unidad 61 Velocidad de corte, avance y profundidad de corte”, [en línea] http://clasehn.net/marcos/mh2/mh2doc/U61_Fres_Veloc_corte_avance_3.19MB.pdf
- ✓ Equipo de Profesores de CEDE, “Mecanizado y mantenimiento de máquinas tema 40”, [en línea]. Cartagena. https://www.serina.es/empresas/cede_muestra/301/TEMA%20MUESTRA.pdf
- ✓ ESTÍBALEZ, Adolfo, “Grasas Lubricantes”, 2004, disponible en: http://www.wearcheckiberica.es/boletinMensual/PDFs/Principios_basicos_GRASAS.pdf
- ✓ Junta de Andalucía, [en línea] http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~04700107/departamentos/electricidad/electromecanica/pagina_tmmm/documentos/M%25C3%25A1quina-Herramienta.pdf
- ✓ Máquinas herramientas, [en línea] <http://juliocorrea.files.wordpress.com/2007/09/maquinas-herramientas.pdf>
- ✓ MARTÍNEZ, Marco, “Puesta a punto de las fresadoras”, disponible en: http://clasehn.net/marcos/mh2/mh2doc/U62_Fres_Puesta_punto_%202.73MB.pdf
- ✓ http://www.mitsubishicarbide.com/EU/es/product/pdf/c_n_other/c004s-p_datos_tecnicos.pdf
- ✓ PERFUMO, Lucas. “Tecnología Mecánica”, 2007 [en línea] http://materias.fi.uba.ar/6715/Material_archivos/Material%20Optativo/Potencia%20&%20tiempo.pdf

✓ MATHEU, Humberto Abelardo. Elaboración de un software para el dimensionamiento y el cálculo de parámetros para la construcción de mecanismos dentados. Latacunga. 2000. Presentada en la Escuela Politécnica del Ejército sede Latacunga para la obtención de grado de Ingeniero Electromecánico. Disponible en <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4014/1/T-ESPEL-0042.pdf>

✓ Widman.biz, Bolivia. Disponible en <http://www.widman.biz/Seleccion/viscosidad.html>

✓ Distribución chi – cuadrado. Disponible en http://sameens.dia.uned.es/Trabajos13/Trab_Publicos/Trab_5/Viton_Asenjo_5/files/tablaschi.pdf

VOCABULARIO

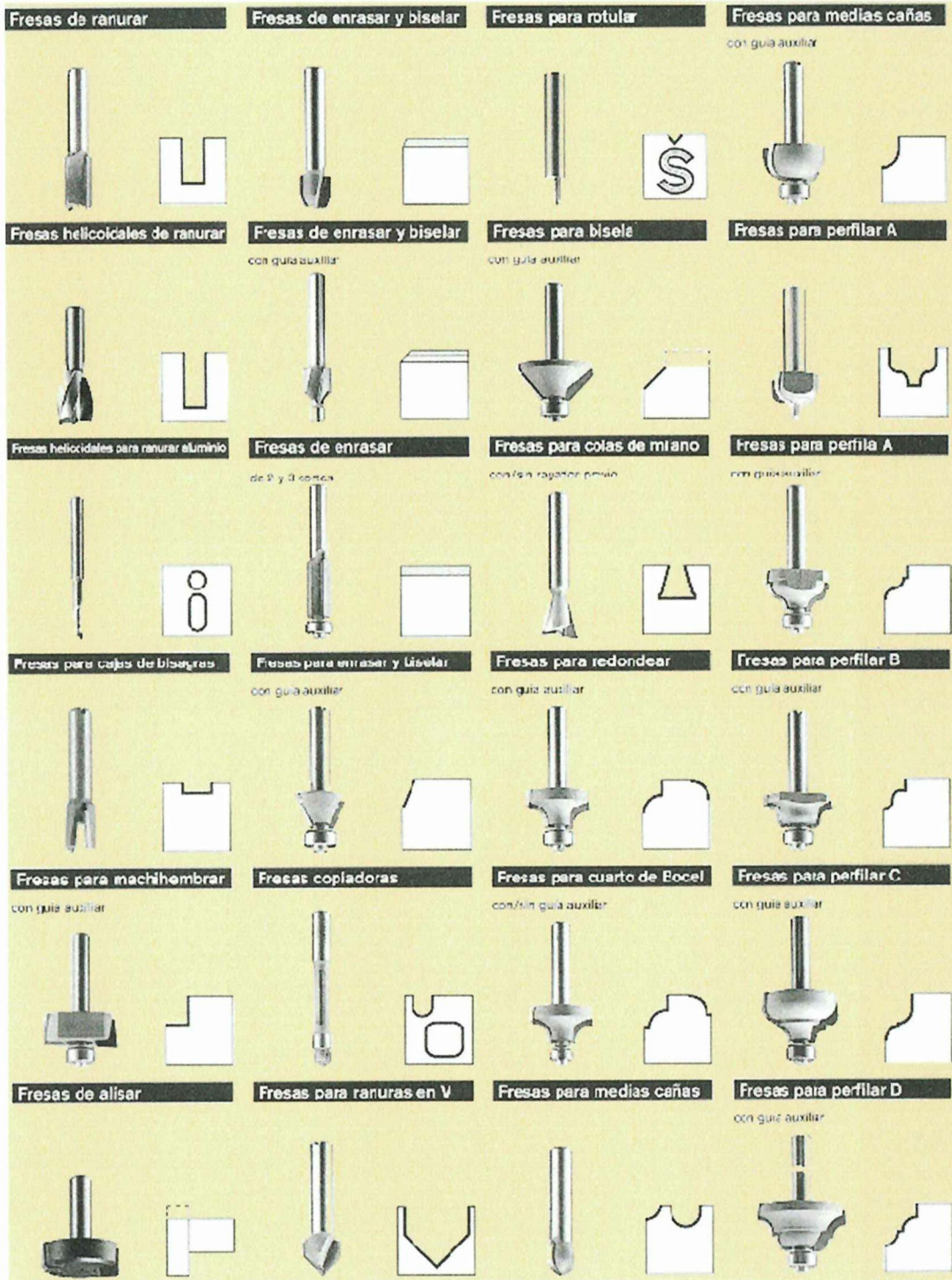
- ✓ **Abrasión.** Desgaste por fricción
- ✓ **Argot.** Lenguaje específico utilizado por un grupo de personas que comparten unas características comunes por su categoría social, profesión, procedencia, o aficiones.
- ✓ **Borboteo:** Ruido que hace el agua u otro líquido al brotar o hervir con fuerza
- ✓ **Brochadora.** Máquina herramienta diseñada y construida para poder mecanizar ranuras. Para ello hace uso de brochas, herramientas de corte multifilo.
- ✓ **Cardán.** Componente mecánico que permite unir dos ejes no colineales.
- ✓ **CEDE:** Centro Documentación de Estudios y Oposiciones.
<http://www.cede.es>
- ✓ **Cojinete:** Es la pieza o conjunto de ellas sobre las que se soporta y gira el árbol transmisor de momento giratorio de una máquina.
- ✓ **Eje telescópico.** Elemento guía que está formado por una serie de piezas y tubos alargados que se extienden y recogen al encajar unos en otros
- ✓ **Embonar:** Empalmar o ensamblar dos cosas.
- ✓ **Engler:** Medida del tiempo que tardan 200 cm³ de aceite en caer a través de un orificio calibrado y se divide por el tiempo que tardan en caer por el mismo orificio 200 cm³ de agua a una determinada temperatura.
- ✓ **Escariado.** Proceso de arranque de viruta o una operación de mecanizado que se realiza para conseguir un buen acabado superficial con ciertas tolerancias dimensionales, o bien simplemente para agrandar agujeros que han sido previamente taladrados con una broca a un diámetro un poco inferior.

- ✓ **Flancos.** Cada una de las dos partes laterales de un cuerpo considerado de frente.
- ✓ **Lapeadora.** Herramienta mecánica empleada para efectuar una operación de acabado superficial de gran precisión.
- ✓ **Momento flector:** Momento de fuerza resultante de una distribución de tensiones sobre una sección transversal de un prisma mecánico flexionado o una placa que es perpendicular al eje longitudinal a lo largo del que se produce la flexión.
- ✓ **Maquinabilidad:** Propiedad de los materiales que permite comparar la facilidad con que pueden ser mecanizados por arranque de viruta.
- ✓ **Mandrinado.** Operación de mecanizado que se realiza en agujeros de piezas ya realizados para obtener mayor precisión dimensional, mayor precisión geométrica o una menor rugosidad superficial, pudiéndose utilizar para agujeros cilíndricos como cónicos, así como para realizar roscas de interiores.
- ✓ **Niples:** Trozo muy corto de cañería con rosca macho en al menos uno de sus extremos el otro puede tener rosca macho o hembra- y que sirve para unir cañerías más extensas
- ✓ **Nonio:** Segunda escala auxiliar que tienen algunos instrumentos de medición, que permite apreciar una medición con mayor precisión al complementar las divisiones de la regla o escala principal del instrumento de medida.
- ✓ **Tórico:** Junta de forma toroidal, habitualmente de goma, cuya función es la de asegurar la estanqueidad de fluidos.

ANEXOS

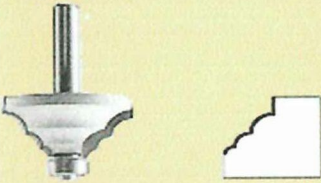
ANEXO A.

TIPOS DE FRESAS



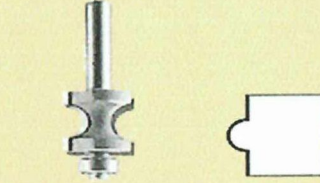
Fresas multiperfilar

con guía auxiliar

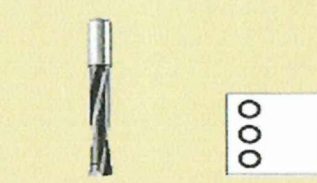


Fresas de medidas cañas

con guía auxiliar



Fresas para orificios para tacos

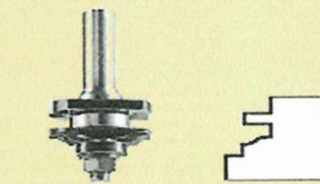


Fresas para perfilar



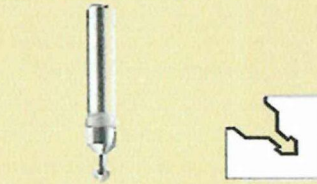
Fresas para contraperfilar

con guía auxiliar

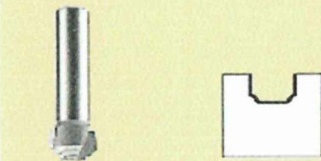


Fresas para juntas de anclaje

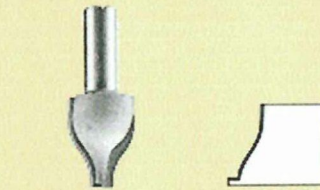
con / sin acanaladura



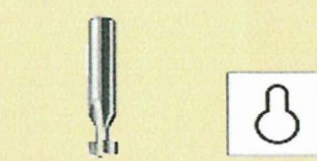
Fresas para perfilar



Fresas verticales para redondear



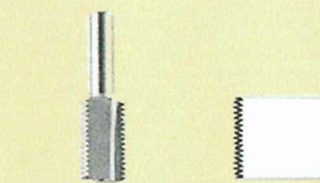
Fresas para ojos de cerradura



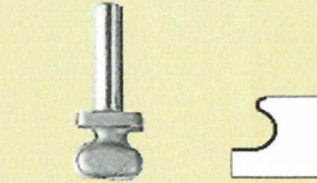
Fresas para perfilar



Fresas para encolar



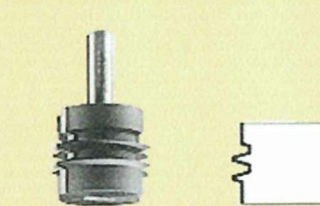
Fresas para cavidades de agarre



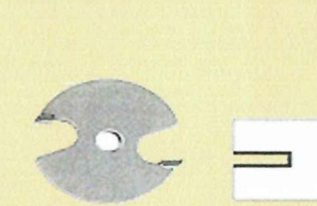
Fresa para multiperfilar



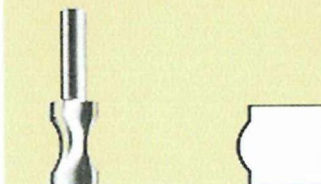
Fresa para encolar perfiles



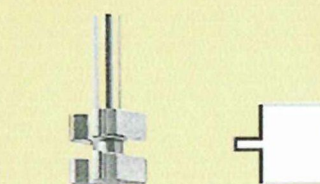
Fresas de disco para ranurar



Fresas para barras planas

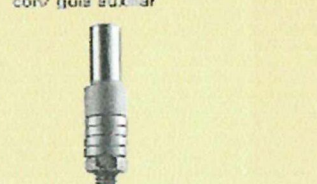


Fresas de muelle



Mandril de admisión

con / guía auxiliar



ANEXO B.

TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

ANEXO B1	MODELO DE LA ENCUESTA REALIZADA A ESTUDIANTES DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA E INDUSTRIAL	1 - 2
-----------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------

SECTOR: Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Carrera de Electromecánica e Industrial.

FECHA:

TEMA: “Repotenciación de la fresadora universal modelo X6125A del Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi, como herramienta educativa y elaboración del manual de selección y operación.”

INSTRUCCIONES: Lea detenidamente cada una de las preguntas y marque la respuesta que crea acertada con un círculo.

Por favor sírvase responder cada una de las interrogantes propuestas con la sinceridad del caso, ya que de sus respuestas dependen la viabilidad de la investigación.

PREGUNTAS

- 1 ¿Ha utilizado la fresadora del Centro de Producción y Servicios de la Universidad?

SI NO

2. ¿Conoce los accesorios actuales que posee la fresadora del Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi?

SI NO

Cuáles?

3. ¿Considera que la máquina mencionada anteriormente se encuentra lista para ser usada?

SI NO

ANEXO B1

**MODELO DE LA ENCUESTA
REALIZADA A ESTUDIANTES DE
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
E INDUSTRIAL**

2 - 2

4. ¿Piensa que la repotenciación de la fresadora puede ayudar a mejorar sus habilidades prácticas?

SI NO

5. ¿Según su criterio, cree que la fresadora modelo X6125A tiene la capacidad de producir elementos a gran escala?

SI NO

6. ¿Piensa que la realización de un manual de selección y operación, mejorará la comprensión acerca del funcionamiento de la fresadora?

SI NO

7. ¿Con la elaboración del manual de selección y operación se podrá prevenir y corregir las averías más comunes de la maquina?

SI NO

8. ¿Piensa que al realizar el mantenimiento predictivo a la fresadora se extenderá la vida útil de la misma?

SI NO

Fuente: Grupo investigador

ANEXO B2	MODELO DE LA ENTREVISTA REALIZADA	1 - 1
-----------------	----------------------------------------------	--------------

SECTOR: Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Carrera de Electromecánica e Industrial

FECHA:

ENTREVISTADO (S):

ENTREVISTADOR:

TEMA: “Repotenciación de la fresadora universal modelo X6125A del Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi, como herramienta educativa y elaboración del manual de selección y operación”.

PREGUNTAS	INTERPRETACIÓN Y/O VALORACIÓN
<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué beneficios piensa que aportará, a la Universidad la repotenciación de la fresadora universal? 2. ¿Cómo cree que el estudiante puede aprovechar, el hecho de interactuar directamente con esta máquina? 3. ¿Según su criterio de qué manera beneficiará la elaboración del manual de selección y operación de la fresadora modelo X6125A de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para mejorar el aprovechamiento de la misma? 	

Fuente: Grupo investigador

ANEXO C.

TABLA DE DISTRIBUCIÓN CHI - CUADRADO

TABLA 3-Distribución Chi Cuadrado χ^2

P = Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el chi cuadrado tabulado, v = Grados de Libertad

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424	1,3233	1,0742	0,8735	0,7083	0,5707	0,4549
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189	2,7726	2,4079	2,0996	1,8326	1,5970	1,3963
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	4,6416	4,1083	3,6649	3,2831	2,9462	2,6430	2,3660
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449	5,9886	5,3853	4,8784	4,4377	4,0446	3,6871	3,3567
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152	7,2893	6,6257	6,0644	5,5731	5,1319	4,7278	4,3515
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446	9,4461	8,5591	7,8408	7,2311	6,6948	6,2108	5,7652	5,3481
7	24,3213	22,0402	20,2777	18,4753	16,0128	14,0671	12,0170	10,7479	9,8032	9,0371	8,3834	7,8061	7,2832	6,8000	6,3458
8	26,1239	23,7742	21,9549	20,0902	17,5245	15,5073	13,3616	12,0271	11,0401	10,2189	9,5245	8,9094	8,3505	7,8325	7,3441
9	27,8767	25,4625	23,5893	21,6660	19,0228	16,9190	14,6837	13,2880	12,2421	11,3887	10,6564	10,0060	9,4136	8,8632	8,3428
10	29,5879	27,1119	25,1881	23,2093	20,4832	18,3070	15,9872	14,5339	13,4420	12,5489	11,7807	11,0971	10,4732	9,8922	9,3418
11	31,2635	28,7291	26,7569	24,7150	21,9200	19,6752	17,2750	15,7671	14,6314	13,7007	12,8967	12,1836	11,5298	10,9199	10,3410
12	32,9092	30,3182	28,2997	26,2170	23,3267	21,0761	18,5493	16,9993	15,8120	14,8454	14,0111	13,2661	12,5838	11,9463	11,3403
13	34,5274	31,8830	29,8193	27,6882	24,7356	22,3620	19,8119	18,2020	16,9848	15,9839	15,1187	14,3451	13,6356	12,9717	12,3398
14	36,1239	33,4262	31,3194	29,1412	26,1189	23,6848	21,0641	19,4062	18,1508	17,1169	16,2221	15,4209	14,6853	13,9961	13,3393
15	37,6978	34,9494	32,8015	30,5780	27,4884	24,9958	22,3071	20,6030	19,3107	18,2451	17,3217	16,4940	15,7332	15,0197	14,3389
16	39,2518	36,4555	34,2671	31,9999	28,8453	26,2962	23,5418	21,7931	20,4651	19,3689	18,4179	17,5646	16,7795	16,0425	15,3385
17	40,7911	37,9462	35,7184	33,4087	30,1910	27,5871	24,7690	22,9770	21,6146	20,4887	19,5110	18,6330	17,8244	17,0646	16,3382
18	42,3119	39,4220	37,1564	34,8052	31,5264	28,8693	25,9894	24,1555	22,7595	21,6049	20,6014	19,6993	18,8679	18,0860	17,3379
19	43,8194	40,8847	38,5821	36,1908	32,8523	30,1435	27,2036	25,3289	23,9004	22,7178	21,6891	20,7638	19,9102	19,1069	18,3376
20	45,3142	42,3358	39,9969	37,5663	34,1696	31,4104	28,4120	26,4976	25,0375	23,8277	22,7745	21,8265	20,9514	20,1272	19,3374
21	46,7963	43,7749	41,4009	38,9322	35,4789	32,6706	29,6151	27,6620	26,1711	24,9348	23,8578	22,8876	21,9915	21,1470	20,3372
22	48,2676	45,2041	42,7957	40,2894	36,7807	33,9245	30,8133	28,8224	27,3015	26,0393	24,9390	23,9473	23,0307	22,1663	21,3370
23	49,7276	46,6231	44,1814	41,6383	38,0756	35,1735	32,0069	29,9792	28,4288	27,1413	26,0184	25,0055	24,0689	23,1852	22,3369
24	51,1790	48,0336	45,5584	42,9798	39,3641	36,4150	33,1962	31,1325	29,5533	28,2412	27,0960	26,0625	25,1064	24,2037	23,3367
25	52,6187	49,4351	46,9280	44,3140	40,6465	37,6575	34,3816	32,2825	30,6752	29,3388	28,1719	27,1183	26,1430	25,2218	24,3366
26	54,0511	50,8291	48,2898	45,6416	41,9231	38,8851	35,5632	33,4295	31,7946	30,4346	29,2463	28,1730	27,1789	26,2395	25,3365
27	55,4751	52,2152	49,6450	46,9628	43,1945	40,1133	36,7412	34,5736	32,9117	31,5284	30,3193	29,2266	28,2141	27,2569	26,3363
28	56,8918	53,5939	50,9936	48,2782	44,4608	41,3372	37,9159	35,7150	34,0266	32,6205	31,3909	30,2791	29,2486	28,2740	27,3362
29	58,3006	54,9662	52,3355	49,5878	45,7223	42,5569	39,0875	36,8538	35,1394	33,7109	32,4612	31,3308	30,2825	29,2908	28,3361

Fuente:

TABLA 3-Distribución Chi Cuadrado χ^2 . (Continuación)

v/p	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995	0,9975	0,999
30	28,3858	27,4416	26,4881	25,5078	24,4776	23,3641	22,1103	20,5992	18,4927	16,7908	14,9335	13,7867	12,7646	11,5876
31	29,3694	28,4087	27,4381	26,4397	25,3901	24,2551	22,9762	21,4336	19,2806	17,5387	15,6555	14,4577	13,4073	12,1961
32	30,3533	29,3763	28,3889	27,3728	26,3041	25,1478	23,8442	22,2706	20,0719	18,2908	16,3622	15,1340	14,0555	12,8104
33	31,3375	30,3444	29,3405	28,3069	27,2194	26,0422	24,7143	23,1102	20,8665	19,0467	17,0735	15,8152	14,7092	13,4312
34	32,3219	31,3130	30,2928	29,2421	28,1361	26,9383	25,5864	23,9522	21,6643	19,8062	17,7891	16,5013	15,3679	14,0568
35	33,3065	32,2821	31,2458	30,1782	29,0540	27,8359	26,4604	24,7966	22,4650	20,5694	18,5089	17,1917	16,0315	14,6881
36	34,2913	33,2517	32,1995	31,1152	29,9730	28,7350	27,3363	25,6433	23,2686	21,3359	19,2326	17,8868	16,7000	15,3243
37	35,2764	34,2216	33,1539	32,0532	30,8933	29,6355	28,2138	26,4921	24,0749	22,1056	19,9603	18,5859	17,3730	15,9652
38	36,2617	35,1920	34,1089	32,9919	31,8146	30,5373	29,0931	27,3430	24,8839	22,8785	20,6914	19,2888	18,0501	16,6109
39	37,2472	36,1628	35,0645	33,9315	32,7369	31,4405	29,9739	28,1958	25,6954	23,6543	21,4261	19,9958	18,7318	17,2612
40	38,2328	37,1340	36,0207	34,8719	33,6603	32,3449	30,8563	29,0505	26,5093	24,4331	22,1642	20,7066	19,4171	17,9166
45	43,1638	41,9950	40,8095	39,5847	38,2910	36,8844	35,2895	33,3504	30,6123	28,3662	25,9012	24,3110	22,8994	21,2509
50	48,0986	46,8638	45,6100	44,3133	42,9471	41,4492	39,7539	37,6886	34,7642	32,3574	29,7067	27,9908	26,4636	24,6736
55	53,0367	51,7391	50,4204	49,0854	47,6105	46,0356	44,2448	42,0596	38,9581	36,3981	33,5705	31,7349	30,0974	28,1731
60	57,9775	56,6200	55,2394	53,8091	52,2938	50,6406	48,7587	46,4589	43,1880	40,4817	37,4848	35,5344	33,7909	31,7381
70	67,8664	66,3961	64,8990	63,3460	61,6983	59,8978	57,8443	55,5289	51,7393	48,7575	45,4417	43,2753	41,3323	39,0358
80	77,7631	76,1879	74,5825	72,9153	71,1445	69,2070	66,9938	64,2778	60,3915	57,1532	53,5400	51,1719	49,0430	46,5197
90	87,6661	85,9925	84,2854	82,5111	80,6247	78,5584	76,1954	73,2911	69,1760	65,6466	61,7540	59,1963	56,8918	54,1559
100	97,5744	95,8078	94,0046	92,1290	90,1332	87,9453	85,4406	82,3581	77,9294	74,2219	70,0650	67,3275	64,8571	61,9182
120	117,4041	115,4646	113,4825	111,4186	109,2197	106,8056	104,0374	100,6236	95,7046	91,5726	86,9233	83,9517	81,0726	77,7555
140	137,2476	135,1491	133,0028	130,7657	128,3800	125,7580	122,7476	119,0293	113,6594	109,1368	104,0343	100,6547	97,5908	93,9253
160	157,1019	154,8555	152,5564	150,1583	147,5988	144,7834	141,5475	137,5457	131,7560	126,8700	121,3457	117,6791	114,3496	110,3592
180	176,9652	174,5799	172,1373	169,5879	166,8653	163,8682	160,4306	156,1526	149,9687	144,7413	138,8205	134,8843	131,3050	127,0114
200	196,8359	194,3193	191,7409	189,0486	186,1717	183,0028	179,3550	174,8353	168,2785	162,7280	156,4321	152,2408	148,4262	143,8420
250	246,5387	243,7202	240,8297	237,8085	234,5768	231,0128	226,9048	221,8059	214,3915	208,0978	200,9387	196,1604	191,8020	186,5537
300	296,2700	293,1786	290,0062	286,6878	283,1353	279,2143	274,6901	269,0679	260,8781	253,9122	245,9727	240,6631	235,8126	229,9620
500	495,3734	491,3709	487,2569	482,9462	478,3231	473,2099	467,2962	459,9261	449,1467	439,9360	429,3874	422,3034	415,8081	407,9458
600	594,9938	590,6057	586,0930	581,3623	576,2859	570,6681	564,1661	556,0560	544,1801	534,0185	522,3654	514,5285	507,3385	498,6219

Fuente:

ANEXO D.

CARACTERÍSTICAS DE LA FRESADORA UNIVERSAL MODELO X6125A

ANEXO D1	ESPECIFICACIONES DE LA FRESADORA UNIVERSAL MODELO X6125A	1 - 2
-----------------	-------------------------------------------------------------------------	--------------

PARTES	CARACTERÍSTICAS	DIMENSIONES	UNIT.
MESA DE TRABAJO	Superficie de la mesa de trabajo	300 x 1150	mm
	Máxima longitud de desplazamiento	680	mm
	Máximo desplazamiento horizontal	235	mm
	Máximo desplazamiento vertical	400	mm
	Máximo ángulo de giro	45°	grados
	Número de ranuras en T	3	
	Ancho de ranuras en T	18	mm
	Distancia entre ranuras en T	70	mm
EJE PRINCIPAL	Nariz de eje	N° 40 7:24 Taper	
	Número de velocidades	12	
	Rango de velocidades	35 - 1600	rev/min
	Diámetro de husillos	22 , 27	mm
DISTANCIA ENTRE LAS PRINCIPALES PARTES	Eje central a la mesa de trabajo	Mín. 20 Máx. 420	mm
	Columna a la línea central de la mesa	Mín. 175 Máx. 410	mm
	Eje central al antebrazo	135	mm

Fuente: Operation instruction book of the universal milling model X6125A

ANEXO D1	ESPECIFICACIONES DE LA FRESADORA UNIVERSAL MODELO X6125A	2 - 2
-----------------	-------------------------------------------------------------------------	--------------

PARTES	CARACTERÍSTICAS	DIMENSIONES	UNIT.
TABLA DE ALIMENTACIÓN DE AUTOMÁTICOS	Número de alimentaciones	14	
	Rango de alimentaciones longitudinal y horizontal	12 - 720	mm/min
	Rango de alimentación vertical	4 - 240	mm/min
	Velocidades de marcha rápida longitudinal y horizontal	2100	mm/min
	Velocidades de marcha rápida vertical	700	mm/min
ENERGÍA, DIMENSIONES Y PESO	Motor de accionamiento principal	4	kw
		1728	rev/min
	Motor de alimentación	0,75	kw
		1668	rev/min
	Bomba del refrigerante	0,04	kw
		3480	rev/min
	Dimensiones totales (L x W x H)	1695 x 1535 x 1630	mm
Peso Neto	2150	Kg	

Fuente: Operation instruction book of the universal milling model X6125A



ANEXO E.

*TABLAS PARA CÁLCULOS DE MECANIZADO EN LA FRESADORA
UNIVERSAL MODELO X6125A*

ANEXO E1

DIMENSIONES DE LOS DIENTES DE
MÓDULO NORMALES

1-1

Módulo	Dimensiones en milímetros							Diametral Pitch
	a	b	c	P	h	e	p _b	
0,3	0,30	0,37	0,7	0,942	0,67	0,471	0,886	84,66
0,5	0,50	0,62	0,12	1,571	1,12	0,785	1,476	50,80
0,8	0,80	1,00	0,2	2,513	1,80	1,256	2,362	31,75
1	1,00	1,25	0,25	3,142	2,25	1,571	2,952	25,40
1,5	1,50	1,87	0,37	4,712	3,37	2,356	4,428	16,93
2	2,00	2,50	0,50	6,28	4,50	3,14	5,90	12,70
2,5	2,50	3,12	0,62	7,85	5,62	3,93	7,38	10,16
3	3,00	3,75	0,75	9,43	6,76	4,71	8,86	8,46
4	4,00	5,00	1,00	12,57	9,00	6,28	11,81	6,35
5	5,00	6,75	1,25	15,71	11,25	7,85	14,76	5,08
6	6,00	7,50	1,50	18,850	13,50	9,43	17,71	4,23
7	7,00	8,75	1,75	21,990	15,75	11,00	20,67	3,62
8	8,00	10,00	2,00	25,130	18,00	12,57	23,62	3,17
9	9,00	11,25	2,25	28,270	20,25	14,14	25,59	2,82
10	10,00	12,50	2,50	31,420	22,50	15,71	29,52	2,54
11	11,00	13,75	2,75	34,560	24,75	17,28	32,47	2,31
12	12,00	15,00	3,00	37,699	27,00	18,849	35,426	2,11
13	13,00	16,25	3,25	40,841	29,25	20,420	38,378	1,95
14	14,00	17,50	3,50	43,982	31,50	21,991	41,330	1,81
15	15,00	18,75	3,75	47,124	33,75	23,562	44,282	1,81
16	16,00	20,00	4,00	50,265	36,00	25,132	47,234	1,58
18	18,00	22,50	4,50	56,549	40,50	28,274	53,138	1,41
20	20,00	25,00	5,00	62,832	45,00	31,416	59,043	1,27
22	22,00	27,50	5,50	69,115	49,50	34,557	64,947	1,15
24	24,00	30,00	6,00	75,398	54,00	37,699	70,851	1,05
27	27,00	33,75	6,75	84,823	60,75	42,411	79,708	0,94
30	30,00	37,50	7,50	94,248	67,50	47,124	89,564	0,84
33	33,00	41,25	8,25	103,673	74,25	51,836	97,420	0,71
36	36,00	45,00	9,00	113,097	81,00	56,548	106,277	0,70
39	39,00	48,75	9,75	122,522	87,75	61,261	115,133	0,65
42	42,00	52,50	10,50	131,947	94,50	66,973	123,990	0,60
45	45,00	56,25	11,25	141,372	101,25	70,686	132,846	0,56
50	50,00	62,50	12,50	157,080	112,50	78,540	147,607	0,51

a=Addendum c= Espacio libre

h= Profundidad de diente

p_b= Paso base

b=Dedendum p= Paso circular

e= Espesor cordal del diente

Fuente: LARBURU N, "Máquinas Prontuario", 6ª Edición, Edit. Paraninfo,

España, 2004.

ANEXO E2

**DIMENSIONES DE LOS DIENTES
CORTOS DE MÓDULO**

1-1

Módulo	Dimensiones en milímetros							Diametral
	a	b	c	P	h	e	p _b	Pitch
0,3	0,22	0,30	0,08	0,942	0,471	0,52	0,886	84,66
0,5	0,37	0,50	0,13	1,571	0,785	0,87	1,476	50,80
0,8	0,60	0,80	0,20	2,513	1,256	1,40	2,362	31,75
1	0,75	1,00	0,25	3,142	1,571	1,75	2,952	25,40
1,5	1,12	1,50	0,30	4,712	2,356	2,62	4,428	16,93
2	1,50	2,00	0,50	6,283	3,141	3,50	5,904	12,70
2,5	1,87	2,50	0,63	7,854	3,927	4,37	7,380	10,16
3	2,25	3,00	0,75	9,425	4,712	5,25	8,856	8,46
4	3,00	4,00	1,00	12,566	6,283	7,00	11,809	6,35
5	3,75	5,00	1,25	15,708	7,854	8,75	14,761	5,08
6	4,50	6,00	1,50	18,850	9,425	10,50	17,713	4,23
7	5,25	7,00	1,75	21,991	10,995	12,25	20,665	3,62
8	6,00	8,00	2,00	25,133	12,566	14,00	23,617	3,17
9	6,75	9,00	2,25	28,274	14,137	15,75	26,569	2,82
10	7,50	10,00	2,50	31,416	15,708	17,50	29,521	2,54
11	8,25	11,00	2,75	34,558	17,279	19,25	32,473	2,31
12	9,00	12,00	3,00	37,699	18,849	21,00	35,426	2,11
13	9,25	13,00	3,25	40,841	20,42	22,75	38,378	2,11
14	10,50	14,00	3,50	43,982	21,991	24,50	41,330	1,81
15	11,25	15,00	3,75	47,124	23,562	26,25	44,282	1,69
16	12,00	16,00	4,00	50,265	25,132	28,00	47,234	1,58
18	13,50	18,00	4,50	56,549	28,274	31,50	53,138	1,41
20	15,00	20,00	5,00	62,832	31,416	35,00	59,043	1,27
22	16,50	20,00	5,50	69,115	34,557	38,50	64,947	1,15
24	18,00	24,00	6,00	75,398	37,699	42,00	70,851	1,05
27	20,25	27,00	6,75	84,823	42,411	47,25	79,708	0,94
30	22,50	30,00	7,50	94,248	47,124	52,50	88,564	0,84
33	24,75	33,00	8,25	103,673	51,836	57,75	97,420	0,77
36	27,00	36,00	9,00	113,097	56,548	63,00	106,277	0,70
39	29,25	39,00	9,75	122,522	61,261	68,25	115,133	0,65
42	31,50	42,00	10,50	131,947	65,973	73,50	123,990	0,60
45	33,75	45,00	11,25	141,372	70,686	78,75	132,846	0,56
50	37,50	50,00	12,50	157,080	78,54	87,50	147,607	0,51

a=Addendum= Espacio libre

h= Profundidad de diente

p_b= Paso base

b=Dedendum= Paso circular

e= Espesor cordal del diente

Fuente: LARBURU N, "Máquinas Prontuario", 6ª Edición, Edit. Paraninfo,

España, 2004.

MATERIAL A MAQUINAR	FRESA DE MANGO		FRESA DE CHAVETERA		FRESA CILÍNDRICA FRONTAL		FRESA DE DISCO		FRESA ANGULAR	
	Vc	az	Vc	az	Vc	az	Vc	az	Vc	az
	(m/min)	(mm/diente)	(m/min)	(mm/diente)	(m/min)	(mm/diente)	(m/min)	(mm/diente)	(m/min)	(mm/diente)
Aceros con resistencia de 340-500 N/mm ²	16-20	0,06-0,04	18-26	0,06	18-25	0,1-0,08	16-20	0,08-0,05	16-22	0,04-0,02
Aceros con resistencia de 500-700N/mm ²	12-18	0,06-0,04	14-20	0,05	12-18	0,1-0,05	10-16	0,06-0,04	10-16	0,03-0,02
Fundición	12-18	0,08-0,05	14-20	0,05	13,2	0,2-0,1	12-18	0,1-0,05	12-18	0,05-0,03
Aleaciones de aluminio	70-180	0,3-0,2	80-200	0,2-0,15	90-350	0,4-0,3	120-220	0,2-0,1	150-250	0,1-0,05
Aleaciones de cobre-zinc	30-60	0,20,15	40-70	0,15-0,1	35-50	0,3-0,2	25-40	0,1-0,08	35-50	0,1-0,05
Material sintético	50-70	0,07	55-70	0,07	55-70	0,15	55-70	0,1	55-70	0,1

Fuente: Manual del fresador, Probst, Hermann

MATERIAL	RESISTENCIA A LA FRACCIÓN (Mpa) Y DUREZA	FUERZA DE CORTE ESPECÍFICA Kc (Mpa)					
		0.1 mm/diente	0.2mm/diente	0.3mm/diente	0.4mm/diente	0.6mm/diente	
Acero dulce	520	2200	1950	1820	1700	1580	
Acero medio	620	1980	1800	1730	1600	1570	
Acero duro	720	2520	2200	2040	1850	1740	
Acero para herramientas	670	1980	1800	1730	1700	1600	
Acero para herramientas	770	2030	1800	1750	1700	1580	
Acero al cromo-manganeso	770	2300	2000	1880	1750	1660	
Acero al cromo-manganeso	630	2750	2300	2060	1800	1780	
Acero al cromo-molibdeno	730	2540	2250	2140	2000	1800	
Acero al cromo-molibdeno	600	2180	2000	1860	1800	1670	
Acero al cromo-níquelmolibdeno	940	2000	1800	1680	1600	1500	
Acero al cromo-níquelmolibdeno	352HB	2100	1900	1760	1700	1530	
Fundición	520	2800	2500	2320	2200	2040	
Fundición dura	46 HRC	3000	2700	2500	2400	2200	
Fundición Meehanita	360	2180	2000	1750	1600	1470	
Fundición gris	200HB	1750	1400	1240	1050	970	
Latón	500	1150	950	800	700	630	
Aleación ligera (Al-Mg)	160	580	480	400	350	320	
Aleación ligera (Al-Si)	200	700	600	490	450	390	

Fuente: www.mitsubishicarbide.com

TABLA DE MATERIALES

GRUPO	SUBGRUPO	MATERIALES	DUREZA	TRACCIÓN
1. ACERO	1.1	Aceros Construcción - Aceros Cementación	<250	<850
		Aceros al Carbono No Aleados - Aceros Bonificados		
	1.2	Aceros Aleados	<300	<1000
	1.3	Aceros Aleados Tratados - Aceros Bonificados	300-400	850-1300
	1.4	HARDOX	400-500	1330-1600
2. INOX STAINLESS	2.1	INOX Austenístico	<250	<850
	2.2	INOX Ferríticos - Martensíticos	<320	<1100
3. FUNDICION	3.1	Fundición Gris Grafito Esferoidal - Fundición Maleable	<200	<700
	3.2	Fundición Gris Grafito Esferoidal - Fundición Maleable	>200<300	>700<1000
4. TITANIO		Aleaciones Titanio		
5. COBRE BRONCE LATON	5.1	Cobre - Bronce - Latón Viruta Corta	<200	<700
	5.2	Cobre - Bronce - Latón Viruta Larga	<200	<700
6. ALUMINIO MAGNESIO	6.1	Al - Mg No Aleado	<100	<350
	6.2	Aleaciones Al Si < 10%	<180	<600
	6.3	Aleaciones Al Si > 10%	<180	<600
7. MATERIALES SINTETICOS	7.1	Termoplástico		
	7.2	Duroplástico		

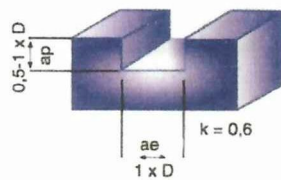
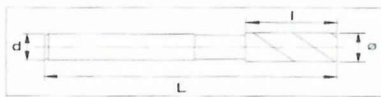
Fuente: SUMIN Suministros Industriales CIA LTDA, "Catálogo 2012"



FRESA FRONTALES MANGO CILINDRICO HSS. ACABADO 2Z

4421

400-800 N/mm	800-1100 N/mm	< 1400 N/mm	INOX Stainless	Fundición Cast Iron	Bronze Lin / Brass	Cu	Al	Plastic
HSS	DIN 327 N	ISO 1641/1						



Material	Vc	Avances mm/ rev. (mm/min.) Feed										
Grupo	Sub.	HSS	Ø 4	Ø 6	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 32	Ø 40
1	1.1	20-28	0,020	0,030	0,035	0,050	0,060	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100

*vf= (mm/min.) = r.p.m. x Z x fz x K (K = Coeficiente Corrección/Correction Coefficient)
Vc = m/min.

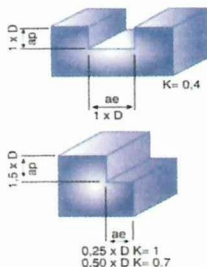
r.p.m. = Vc x 1.000
7 x Ø



FRESAS FRONTALES MANO CILINDRICO NZ DESBASTE HSSE 8% CO

4440

HSSE 8%Co	TIALN	DIN 844 NR	ISO 1641		4-6 Z			30°		Tol. D (k 12) d (h6)	
-----------	-------	------------	----------	--	-------	--	--	-----	--	----------------------	--



Material	Vc	Avances mm/ rev. (mm/min.) Feed											
Grupo	Sub.	MD	TIALN	Ø 4	Ø 6	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 32	Ø 40
1	1.1	25-35	35-46	0,020	0,030	0,035	0,050	0,060	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
3	3.1	20-30	25-45	0,020	0,030	0,035	0,050	0,060	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
	3.2	15-20	20-25	0,014	0,030	0,035	0,050	0,060	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
5	5.1	60-100	60-140	0,020	0,030	0,035	0,050	0,060	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
	5.2	60-100	60-140	0,020	0,030	0,025	0,050	0,060	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100

*vf= (mm/min.) = r.p.m. x Z x fz x K (K = Coeficiente Corrección/Correction Coefficient)
Vc = m/min.

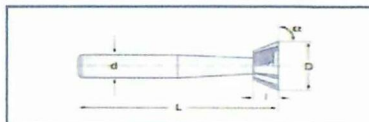
No válida Trabajo Axial
Not Valid for Axial Work



FRESAS ESPECIALES MANGO CILINDRICO HSSE 8%

4330

HSSE 8%Co (TiAlN)	DIN 1833 A N	ISO 3859		Tol. D (js 16) d (h8)	Angular
-------------------------	--------------------	-------------	--	-----------------------------	---------



Grupo 1 Sub-gr. 3.1/3.2	Grupo 6 Sub-gr. 3.1/3.2
Grupo 5 Sub-gr. 5.1/5.2	Grupo 6 Sub-gr. 6.1/6.2

Material	Vc - Cs (m/min.)	
	HSSE 5% Co	TiAlN
1.1 Aceros <850 N/mm Steels	20-30	28-40
1.2 Aceros <1000 N/mm Steels	15-20	20-25
3.1 Fundición 700 N/mm Cast Iron	15-20	20-25
3.2 Fund. 700-1000 N/mm Cast Iron	12-18	16-25
5.1 Cu-Bronce Vir. corta - Short chip	60-100	80-130
5.2 Cu-Bronce Vir. larga - Long chip	60-100	80-130
6.1 Al-Mg No aleado - Not alloy	160	190
6.2 Al-Mg <10% Si	200	240
6.3 Al-Mg >10% Si	50-80	60-90

Material	Avances fz/rev. (mm/min.) Feed												
	GRUPO / SUBGRUPO	Ø4	Ø6	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32	Ø40	Ø50	Ø63
1.1 Aceros <850 N/mm Steels		0,020	0,030	0,035	0,050	0,060	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
1.2 Aceros <1000 N/mm Steels		0,014	0,030	0,035	0,050	0,060	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
3.1 Fundición 700 N/mm Cast Iron		0,020	0,030	0,035	0,050	0,060	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
3.2 Fund. 700-1000 N/mm Cast Iron		0,014	0,030	0,035	0,050	0,060	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
5.1 Cu-Bronce Vir. corta - Short chip		0,020	0,030	0,035	0,050	0,060	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
5.2 Cu-Bronce Vir. larga - Long chip		0,020	0,030	0,035	0,050	0,060	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
6.1 Al-Mg No aleado - Not alloy		0,025	0,042	0,062	0,067	0,080	0,100	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130
6.2 Al-Mg <10% Si		0,025	0,042	0,062	0,067	0,080	0,100	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130
6.3 Al-Mg >10% Si		0,020	0,030	0,035	0,050	0,060	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100

ANEXO F.

PRÁCTICAS

PRÁCTICA 1

Se desea conseguir 20 divisiones en la pieza. La manivela debe completar el siguiente movimiento:

$$\frac{k}{Z} = \frac{40}{20} = 2$$

Es decir, dos vueltas exactas para cada división. Se debe considerar si la fracción $\frac{k}{Z}$ es propia o impropia.

PRÁCTICA 2

Fracción propia: Se necesita conseguir 76 divisiones de una pieza. Por lo tanto $Z > k$:

$$\frac{k}{Z} = \frac{40}{76}$$

Como no se dispone de un disco con 76 agujeros según la tabla 3.2, se reduce la fracción a fin de obtener un denominador correspondiente a uno de los números de agujeros de que se dispone:

$$\frac{40}{76} = \frac{10}{19}$$

Simplificando la fracción obtenemos $\frac{10}{19}$; se monta el disco de 19 agujeros y se gira la manivela bloqueando el obturador a intervalos de 10 agujeros por vuelta

PRÁCTICA 3

Fracción impropia: Se necesitan conseguir 35 divisiones $Z < 40$:

$$\frac{k}{Z} = \frac{40}{35} = 1 + \frac{5}{35}$$

La manivela efectuará un giro y adicional $\frac{5}{35}$ de vuelta. Como no disponemos de un disco con 35 agujeros de acuerdo a la tabla 3.2, reducimos la fracción al mínimo término y posteriormente se multiplica por un número de modo que el valor de la fracción no se altere, para obtener en el denominador un número de agujero disponible en el disco.

$$\frac{5}{35} = \frac{1}{7}$$

$$\frac{1}{7} \times \frac{3}{3} = \frac{3}{21}$$

Por lo tanto,

$$\frac{40}{35} = 1 + \frac{3}{21}$$

Que corresponde a un giro completo de manivela más el intervalo de 3 agujeros sobre la circunferencia de 21.

PRÁCTICA 4

Calcular el tren de engranajes para un paso de hélice (P_h) de 275 mm, sabiendo que el paso del husillo (p_m) es de 5 mm.

$$R_t = \frac{275 \text{ mm}}{5 \text{ mm} \times 40} = \frac{275}{200} = \frac{11}{8}$$

Una vez simplificado, descomponer la fracción y multiplicar por un mismo número tanto numerador como denominador hasta que la respuesta de un número de rueda existente en el taller.

$$R_t = \frac{11}{8} \text{ se descompone en } \frac{11}{8} \times \frac{1}{1}$$

Por lo tanto:

$$\frac{11}{8} \left(\frac{4}{4} \right) \times \frac{1}{1} \left(\frac{24}{24} \right) = \frac{44}{32} \times \frac{24}{24}$$

La selección de las ruedas a utilizarse van de acuerdo a la tabla 3.3, por lo tanto las ruedas a utilizarse son:

$$\frac{44}{32} \times \frac{24}{24} = \frac{A}{B} \times \frac{C}{D}$$

PRÁCTICA 5

Calcular el número de revoluciones a la cual debe girar la fresadora, si se trabaja con una fresa frontal de mango cilíndrico de 10 mm de diámetro acero rápido (HSS) y el material de la pieza a maquinar es aluminio.

$$V_c = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000}$$

Dónde:

V_c = velocidad de corte en m/min

n = número de revoluciones por minuto de la herramienta rev/min

D = diámetro de la fresa en mm

Sustituimos los valores designados, la velocidad de corte (V_c) la obtenemos de la tabla del Anexo E4, elegimos la de 80 m/min debido a que es mejor obtener una velocidad promedio, para que no sufra desgaste la herramienta; entonces la ecuación queda de la siguiente manera:

$$80(\text{m/min}) = \frac{n (3.1416)(10\text{mm})}{1000}$$

Despejando la incógnita “ n ”, quedará:

$$n = \frac{(80\text{m/min})(1000)}{(3.1416)(10\text{mm})}$$

Por lo tanto:

$$n = 2546,47 \text{ rpm}$$

PRÁCTICA 6

Calcular la velocidad de corte de una fresa que está girando a 850 rpm y su diámetro es de 25mm.

$$V_c = \frac{(850\text{rpm})(3.1416)(25\text{mm})}{1000}$$

$$V_c = 66.75\text{m/min}$$

PRÁCTICA 7

Hallar las revoluciones por minuto que debe avanzar la mesa para realizar un engrane con la fresa modular HSS <850 N/mm de diámetro 58 mm, 12 dientes, un y el material a ser maquinado es de aluminio.

El primer paso a seguir es calcular las revoluciones por minuto que se necesita mediante la velocidad de corte, según la tabla del Anexo E4, la V_c del aluminio es de 120 m/min, entonces:

$$120\text{m/min} = \frac{\pi(58\text{mm})n}{1000}$$

$$n = \frac{120\text{m/min}(1000)}{\pi(58\text{mm})}$$

$$n = 658.57 \text{ rev/min}$$

Esta es la velocidad calculada de giro del husillo de la fresadora, debido a que este valor no existe en la máquina se debe tomar el más cercano, es decir el de 560 rev/min.

Para hallar las revoluciones por minuto se utiliza la siguiente ecuación:

$$A_m = Av * n$$

Dónde:

A_m = Avance en milímetros por minuto (mm/min)

Av = Avance en milímetros por vuelta de la pieza. (mm/vuelta)

n = Número de revoluciones por minuto(rev/min)

El avance en milímetros por vuelta de la pieza (A_v) lo obtenemos por tablas considerando el material y proceso a realizarse, según la tabla del Anexo E4 el A_v es de 0.2 mm/rev.

Reemplazamos los valores obtenidos:

$$A_m = 0,2mm/rev * (560 rev/min)$$

$$A_m = 112 mm/min$$

Debido a que, en el selector de velocidades de los automáticos el valor calculado no existe en la máquina, se toma el avance de 150 mm/min.

PRÁCTICA 8

Se desea realizar el planeado de una pieza de acero con bajo porcentaje de carbono, cuyas dimensiones originales son largo 105 mm, ancho 63 mm y espesor 38mm. El elemento maquinado debe quedar con las siguientes medidas 100 x 59 x 35mm, usando una fresa cilíndrica frontal HSS 8% de Co, diámetro 10mm. Hallar su velocidad de corte, avance, fuerza, momento torsor y tiempo de mecanizado de la piza.

Primero calcular el número de revoluciones del husillo (rpm) para lo cual se usa la tabla del Anexo D4, siendo la V_c 18 m/min

$$18 \text{ m/min} = \frac{\pi(10\text{mm})n}{1000}$$

$$n = \frac{18\text{m/min}(1000)}{\pi(10\text{mm})}$$

$$n = 572,96 \text{ rev/min}$$

Por características de la fresadora universal modelo X6125A se toma el valor de 560 rev/min.

Según el Anexo D4, el avance (a_z) es de 0,1 mm/diente, de donde se aplica la ecuación:

$$Av = a_z * Z$$

Dónde:

A_v = Avance en milímetros por vuelta de la pieza. (mm/vuelta)

a_z = Avance en milímetros por diente de la fresa. (mm)

Z = Número de dientes de la fresa

Según el Anexo E4 el valor perteneciente es de 0,1 mm/diente.

$$A_v = \frac{0,1mm}{diente} * 4 \text{ diente}$$

$$A_v = 0,4 \text{ mm/vuelta}$$

Obtenido el avance en milímetros por vuelta de la pieza se reemplaza los valores obtenidos:

$$A_m = 0,4mm/rev * (560 \text{ rev/min})$$

$$A_m = 224 \text{ mm/min}$$

Debido a que, en el selector de velocidades de los automáticos el valor calculado no existe en la máquina, se toma el avance de 205 mm/min.

Para obtener la cantidad de viruta se emplea la ecuación:

$$V = a * b * A_m$$

Dónde:

V= Cantidad de viruta (cm^3/min)

a= Profundidad de corte o fresado (mm)

b= Anchura de fresado (m)

A_m = Velocidad de avance (mm/min)

La cantidad de viruta se debe calcular por cada cara, ya que en este caso se debe disminuir los tres lados a las dimensiones requeridas.

$$V_1 = (5\text{mm}) * (105\text{mm}) * (205\text{mm}/\text{min})$$

$$V_1 = 107625 \text{ mm}^3/\text{min}$$

$$V_1 = \mathbf{107,63 \text{ cm}^3/\text{min}}$$

$$V_2 = (4\text{mm}) * (63\text{mm}) * (205\text{mm}/\text{min})$$

$$V_2 = 51660 \text{ mm}^3/\text{min}$$

$$V_2 = \mathbf{51,66 \text{ cm}^3/\text{min}}$$

$$V_3 = (3\text{mm}) * (38\text{mm}) * (205 \text{ mm}/\text{min})$$

$$V_3 = 23370 \text{ mm}^3/\text{min}$$

$$V_3 = \mathbf{23,37 \text{ cm}^3/\text{min}}$$

La fuerza de corte que realiza la máquina al arrancar la viruta se calcula con la siguiente ecuación:

$$F_c = K_c \frac{2 * A_m * b * \pi * \sqrt{a(D-a)}}{1000 * V_c * Z}$$

Dónde:

F_c = Fuerza de corte (Mpa)

K_c = Fuerza específica de corte (Mpa)

V_m = avance corte (mm/min)

b = La anchura de la viruta (mm)

a = Altura del desbastado (mm)

D = Diámetro de la fresa (mm)

V_c = Velocidad de corte (m/min)

Z = Número de dientes

De igual manera que en el desprendimiento de viruta se hace un cálculo para cada cara mediante la tabla del Anexo E4, seleccionando la fila de acero dulce 0,1 mm/diente y el Anexo D5 se toma el valor de la constante $K=2200$ Mpa

$$F_{c_1} = 2200 \text{ (Mpa)} \frac{2 * (205 \text{ mm/min}) * (105 \text{ mm}) * \pi \sqrt{5 \text{ mm}(10 - 5 \text{ mm})}}{1000 * 18 \text{ rev/min} * 4}$$

$$F_{c_1} = 20662,52 \text{ Mpa}$$

$$F_{c_2} = 2200 \text{ (Mpa)} \frac{2 * (205 \text{ mm/min}) * (63 \text{ mm}) * \pi \sqrt{4 \text{ mm}(10 - 4 \text{ mm})}}{1000 * 18 \text{ rev/min} * 4}$$

$$F_{c_2} = 12147,03 \text{ Mpa}$$

$$F_{c_3} = 2200 \text{ (Mpa)} \frac{2 * (205 \text{ mm/min}) * (38 \text{ mm}) * \pi \sqrt{3 \text{ mm}(10 - 3 \text{ mm})}}{1000 * 18 \text{ rev/min} * 4}$$

$$F_{c_3} = 6853,57 \text{ Mpa}$$

El momento tensor obtiene:

$$Mt = Fc \frac{D}{2}$$

Dónde:

Mt= Momento torsor

Fc= Fuerza de corte (Mpa)

D=Diámetro de la fresa (mm)

Obtenemos de las tres caras:

$$Mt_1 = 20662,52 \text{ Mpa} \frac{10\text{mm}}{2} = 103312,6$$

$$Mt_2 = 12147,03 \text{ Mpa} \frac{10\text{mm}}{2} = 60735,15$$

$$Mt_3 = 6853,578 \text{ Mpa} \frac{10\text{mm}}{2} = 34267,89$$

Para hallar el tiempo de mecanizado en una pasada a la pieza se realiza el siguiente proceso:

$$t = \frac{L+2l}{A_v * n} * Np$$

Dónde:

t= Tiempo (minutos)

L= Longitud de la pieza a mecanizar (mm)

l= Longitud de entrada y salida de herramienta (suele ser 1/2 del diámetro de la fresa) (mm)

A_v= Avance por revolución (mm/vuelta)

n= Número de revoluciones por minuto de la herramienta (rpm)

Np= Número de pasadas

Debido a que se considera que la fresa va a desbastar con un diámetro de 5mm para el cálculo de pasadas se divide el ancho de la pieza para el diámetro de la fresa:

$$N_p = \frac{63mm}{5mm} = 12,6$$

Por lo que se realizará 13 pasadas en el mecanizado del elemento a mecanizar. Entonces:

$$t_1 = \frac{105 \text{ mm} + 2 * 5mm}{205 \text{ mm/min}} * 13 = 7,29 \text{ min}$$

Este tiempo corresponde a la superficie de 105mm x 63mm, con la finalidad de disminuir el espesor de 38mm a 35mm.

$$t_2 = \frac{63 \text{ mm} + 2 * 5mm}{205 \text{ mm/min}} * 1 = 0,36 \text{ min}$$

Dicho tiempo es el área de 63mm x 38mm, con la cual rebajo la longitud de 105mm a 100mm.

$$t_3 = \frac{38 \text{ mm} + 2 * 5mm}{205 \text{ mm/min}} * 1 = 0,23 \text{ min}$$

El cálculo corresponde a la superficie de 38mm x 105mm, con el objetivo de reducir la distancia de 63mm a 59mm

$$t = t_1 + t_2 + t_3 \text{ entonces } = 7,29 + 0,36 + 0,23 = 7,88 \text{ min}$$

PRÁCTICA 9

Se desea realizar el ranurado de una pieza de aluminio cuyo canal debe ser de 10 mm, con las siguientes dimensiones largo 310 mm, ancho 150 mm, espesor 80 mm y una profundidad de 5mm. Por medio de una fresa frontal mango cilíndrico de desbaste HSS 8% Co, diámetro 10 mm. Hallar la velocidad de corte a la que se debe trabajar, avance para el mecanizado de dicha pieza y la cantidad de viruta.

La velocidad de corte según la tabla del Anexo E4 es de 90 m/min y el avance a_z es de 0,4 mm/diente

$$90 \text{ m/min} = \frac{\pi(10\text{mm})n}{1000}$$

$$n = \frac{90\text{m/min}(1000)}{\pi(10\text{mm})}$$

$$n = 2864,78 \text{ rev/min}$$

Según las características de la fresadora universal modelo X6125A se debe tomar el valor de 1600 rev/min.

$$Av = \frac{0,4\text{mm}}{\text{diente}} * 4 \text{ diente}$$

$$Av = 1,6 \text{ mm/vuelta}$$

Entonces:

$$A_m = 1,6 \text{ mm/rev} * (1600 \text{ rev/min})$$

$$A_m = 2560 \text{ mm/min}$$

ANEXO F5

**PLANEADO CON FRESA DE
VÁSTAGO**

2 - 4

Según el selector de velocidades de los automáticos el valor a tomarse es de 720 mm/min para el desplazamiento longitudinal. En conclusión para este ranurado se van a utilizar los valores máximos de la fresadora.

$$V = (5mm) * (10mm) * (720 mm/min)$$

$$V = 36000 mm^3/min$$

$$V = 36 cm^3/min$$

El tiempo que va a tardarse en realizar la primera pasada es:

$$t_1 = \frac{310 mm + 2 * 5mm}{720mm/min} * 1 = 0,44 min$$

PRÁCTICA 10

Realizar el ranurado de una pieza de acero cuyo canal debe ser de 20 mm, en una pieza de 520 x 380 x 50 mm, a una profundidad de 6 mm, usando una fresa para ranurado cola de milano mango cilíndrico HSS 8% Co de diámetro 20 mm. Determinar la velocidad de corte a la que se debe trabajar, avance para el mecanizado de dicha pieza, el tiempo de mecanizado y el momento torsor.

El número de revoluciones del husillo (rpm) según la tabla del Anexo E4 es de 16 m/min y el avance a_z es de 0,06 mm/diente

$$16 \text{ m/min} = \frac{\pi(20\text{mm})n}{1000}$$

$$n = \frac{16\text{m/min}(1000)}{\pi(20\text{mm})}$$

$$n = 254,6 \text{ rev/min}$$

Seleccionamos el valor más cercano de la caja de velocidades de la máquina el cual es de 280 rev/min

$$Av = \frac{0,06\text{mm}}{\text{diente}} * 10 \text{ dientes}$$

$$Av = 0,6 \text{ mm/vuelta}$$

Entonces:

$$A_m = 0,6 \text{ mm/rev} * (280 \text{ rev/min})$$

$$A_m = 168 \text{ mm/min}$$

El valor a tomarse es de 150 mm/min para el desplazamiento longitudinal del automático.

$$V = (6\text{mm}) * (20\text{mm}) * (520 \text{ mm/min})$$

$$V = 62400 \text{ mm}^3/\text{min}$$

$$V = 62,4 \text{ cm}^3/\text{min}$$

El tiempo que va a tardarse en realizar la pasada se calcula de la siguiente manera:

$$t = \frac{352 \text{ mm} + 2 * 10 \text{ mm}}{150 \text{ mm/min}} * 1 = 2,48 \text{ min}$$

Para calcular el momento torsor, en primera instancia se debe hallar la fuerza de corte, según la tabla del Anexo E5 la constante $K=2200 \text{ Mpa}$

$$F_c = 2200 \text{ (Mpa)} \frac{2 * (150\text{mm/min}) * (520\text{mm}) * \pi \sqrt{10\text{mm}(20 - 10\text{mm})}}{1000 * 16 \text{ rev/min} * 10}$$

$$F_c = 67387,32 \text{ Mpa}$$

Por lo que el momento tensor es:

$$M_t = 67387,32 \text{ Mpa} \frac{20\text{mm}}{2}$$

$$M_t = 673873,2$$

PRACTICA 11

Construir un engranaje de diente recto con un ancho de diente de 50mm en un eje de aluminio diámetro 60 mm, el cual va a constar de 30 dientes con una fresa HSS de módulo 1,75 y diámetro 58mm. Determinar todos los parámetros para la elaboración del mismo.

$$D_p = m * Z \rightarrow D_p = 1,75 * 30 = 52,5 \text{ mm}$$

$$D_e = m * (Z + 2) \rightarrow D_e = 1,75 * (30 + 2) = 56 \text{ mm}$$

$$D_i = m * (Z - 2,3) \rightarrow D_i = 1,75 * (30 - 2,3) = 48,48 \text{ mm}$$

$$h = \frac{13}{6} * m \rightarrow h = \frac{13}{6} * 1,75 = 3,79 \text{ mm}$$

$$P = M * \pi \rightarrow P = 1,75 * \pi = 5,48 \text{ mm}$$

$$e = \frac{p}{2} \rightarrow e = \frac{5,48}{2} = 2,74 \text{ mm}$$

$$NV = \frac{k}{z} \rightarrow NV = \frac{40}{30} = 1 \frac{1}{3}$$

$$NV = 1 \frac{1}{3} \times \frac{5}{5} = 1 \frac{5}{15}$$

Por lo tanto se va a utilizar el disco de 1, es decir, para cada diente se debe dar una vuelta completa y 5 agujeros más en el disco elegido, para la construcción del engranaje. Para concluir se calcula la velocidad de corte y revoluciones por minuto a la que se debe trabajar.

En el Anexo E4 la velocidad de corte es 120 m/min y el avance a_z es de 0,1 mm/diente

$$120 \text{ m/min} = \frac{\pi(58 \text{ mm})n}{1000}$$

$$n = \frac{120 \text{ m/min}(1000)}{\pi(58 \text{ mm})}$$

$$n = 658.57 \text{ rev/min}$$

Según las características de la fresadora universal modelo X6125A se debe tomar el valor de 560rev/min.

$$Av = \frac{0,1 \text{ mm}}{\text{diente}} * 12 \text{ diente} \rightarrow Av = 1,2 \text{ mm/vuelta}$$

Entonces:

$$A_m = 1,2 \text{ mm/rev} * (560 \text{ rev/min}) \rightarrow A_m = 672 \text{ mm/min}$$

Para el automático se debe colocar el selector de velocidades en 520 mm/min. El tiempo que va a tardarse en realizar una pasada para el primer diente se calcula de la siguiente manera:

$$t = \frac{56 \text{ mm} + 2 * 29 \text{ mm}}{520 \text{ mm/min}} * 1 = 0,22 \text{ min}$$

Por lo que, el tiempo en que va a realizarse la pieza con los 30 dientes, sin tomar en cuenta el giro del divisor universal y el detener la máquina para la limpieza y manipulación de la misma:

$$t = 0,22 \text{ min} * 30 \text{ diente} = 6,6 \text{ min}$$

PRACTICA 12

Construir un engranaje de dientes helicoidales con un ancho de diente de 60 mm en un eje de Acero con resistencia de 340-500 N/mm², diámetro 60 mm, el cual va a constar de 22 dientes y un ángulo de 18°, mediante una fresa HSS de módulo 2.25 y diámetro 59mm. Determinar todos los parámetros para la elaboración del mismo.

$$M_a = \frac{m}{\cos \alpha} \rightarrow M_a = \frac{2.25}{\cos 18} \rightarrow M_a = 2,37 \text{ mm}$$

$$D_p = M_a * Z \rightarrow D_p = 2,37 \text{ mm} * 22 \text{ dientes} \rightarrow D_p = 52,14 \text{ mm}$$

$$D_e = D_p + 2 * m \rightarrow D_e = 52.14 \text{ mm} + 2 * 2.25 \text{ mm} \rightarrow D_e = 56,64 \text{ mm}$$

$$D_i = D_p - 2,3 * m \rightarrow D_i = 52,14 \text{ mm} - 2,3 * 2,25 \text{ mm} \rightarrow D_i = 46,97 \text{ mm}$$

$$h = 2,6 * m \rightarrow h = 2,6 * 2,25 \text{ mm} \rightarrow h = 5,85 \text{ mm}$$

$$P_h = \frac{D_p * \pi}{\text{tg} \alpha} \rightarrow P_h = \frac{52,14 \text{ mm} * \pi}{\text{tg} 18} \rightarrow P_h = 504.13 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{6} * m \rightarrow h = \frac{13}{6} * 2,25 \text{ mm} \rightarrow h = 4.88 \text{ mm}$$

$$NV = \frac{k}{Z} \rightarrow NV = \frac{40}{22} = 1 \frac{9}{11} \rightarrow NV = 1 \frac{9}{11} \times \frac{3}{3} = 1 \frac{27}{33}$$

Por lo tanto para la elaboración de dicho engranaje se debe dar una vuelta completa con la manivela del divisor universal y avanzar 27 espacios más en el disco 2 de 33 agujeros.

Según la tabla del Anexo E4 la velocidad de corte es 16 m/min y el avance a_z es de 0,08 mm/diente

$$16 \text{ m/min} = \frac{\pi(5,9\text{mm})n}{1000}$$

$$n = \frac{16\text{m/min}(1000)}{\pi(5,9\text{mm})}$$

$$n = 863,21 \text{ rev/min}$$

Según las características de la máquina se toma el valor de 800 rev/min.

$$Av = \frac{0,08\text{mm}}{\text{diente}} * 12 \text{ diente}$$

$$Av = 0,96 \text{ mm/vuelta}$$

Entonces:

$$A_m = 0,96 \text{ mm/rev} * (800 \text{ rev/min})$$

$$A_m = 768 \text{ mm/min}$$

Para el automático se debe colocar el selector de velocidades en 520 mm/min par mayor seguridad. El tiempo que va a tardarse en realizar una pasada para el primer diente es:

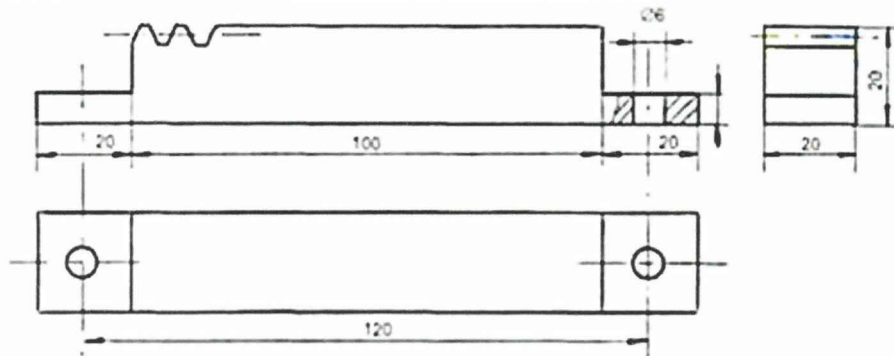
$$t = \frac{56,64 \text{ mm} + 2 * 29,5 \text{ mm}}{520 \text{ mm/min}} * 1 = 0,22 \text{ min}$$

Por lo que, el tiempo en que va a realizarse la pieza con los 22 dientes, sin tomar en cuenta el giro del divisor universal y el detener la máquina para la limpieza y manipulación de la misma:

$$t = 0,22 \text{ min} * 22 \text{ diente} = 4,84 \text{ min}$$

ANEXO G

MODELO DE UNA HOJA DE PROCESOS



Nº Fase	OPERACIÓN A REALIZAR	Máquina	Herramientas	Vc m/m	a m/v	P mm	Rpm	t min.
1	Cortar un trozo de material cuadrangular de 25 x 25 x 145	Sierra de cinta						
2	Planear una cara longitudinal	Fresadora	Plato de cuchillas de 80 mm	180	0,25	2	717	1,30
3	Planear una cara longitudinal a escuadra con la anterior	Fresadora	Plato de cuchillas de 80 mm	180	0,25	2	717	1,30
4	Mecanizar el resto de las caras a escuadra de 90° y a 20,2 mm	Fresadora	Plato de cuchillas de 80 mm	180	0,25	2	717	2,60
5	Mecanizar la longitud de la pieza a medida de 140	Fresadora	Fresa cilíndrica de 12 mm	16	0,15	1	325	0,35
6	Mecanizar los laterales a 6 mm de espesor y 20 de longitud	Fresadora	Fresa cilíndrica de 12 mm	16	0,15	1	325	0,35
7	Tallar los dientes de la cremallera	Fresadora	Fresa de módulo 2 Nº 8	16	0,20	2	325	20
8	Sacar la pieza de la máquina y limpiar rebabas	Banco de trabajo	Lima triangular de 6" fina					
9	Trazar los agujeros de fijación y granetear los centros	Mármol de trazado	Calibre, punta de trazar, granete					
10	Mecanizar los agujeros	Taladradora	Broca de acero rápido de 6 mm	25	0,10		1.326	0,40
11	Quitar rebabas	Banco de trabajo	Lima triangular de 6" fina					
12	Rectificar las caras longitudinales	Rectificadora	Muela de vaso de grano fino					
13	Quitar rebabas y limpiar la pieza	Banco de trabajo	Lima plana de 6" fina					5,00
14	Verificar medidas	Mármol	Calibre pie de rey					

Nº pie	DENOMINACIÓN		MARCA	MATERIAL	MEDIDAS
	NOMBRE	FECHA			
1	Cremallera		I	Acero suave	20 x 20 x 140
REALIZADO			CICLO FORMATIVO DE MECANIZADO		
COMPROBADO					
ESCALA	Prácticas de		UNIDAD TEMÁTICA Nº 5		
	FRESADORA		Procesos de mecanizado		
			EJERCICIO Nº 1		
			"Cremallera"		

ANEXO H

*HOJA DE PROCESOS Y PLANOS DE PIEZAS MECANIZADAS DE LAS
PRÁCTICAS*

1

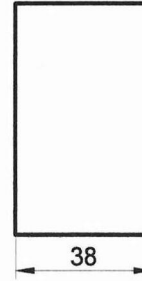
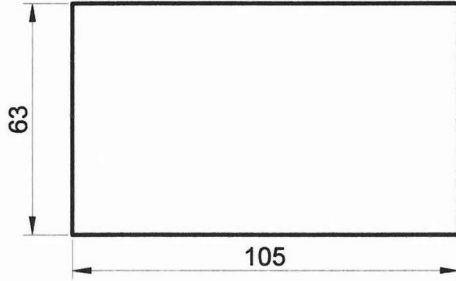
2

3

4

A

ELEMENTO DE ACERO



B

C

HOJA DE PROCESOS

PROCESO	OPERACIÓN A REALIZAR	MÁQUINA	HERRAMIENTAS	Vc (m/min)	Am (mm/min)	n (RPM)	TIEMPO DE MECANIZADO (min)
1	Colocar el elemento en la maquina		llave de boca, entenalla				5
2	Planear una cara longitudinal	Fresadora		18	17	560	7.29
3	Planear una cara transversal	Fresadora		18	17	560	0.4
4	Planear una cara longitudinal a 90° a la anterior	Fresadora		18	17	560	0.23
5	Desmontar el elemento terminado		Llave de boca, entenalla				3
6	Retirar las rebabas	Mesa de trabajo	Lima de grano fino				5
7	Verificar las medidas	Mesa de trabajo	Flexómetro, calibrador				3
8	Realizar el plano con las dimensiones requeridas	Software / hojas de formatos					10

E

TOLERANCIA:
± 0.01PESO:
2.14 KG

MATERIALES: ACERO

FECHA	NOMBRE
DIB. 05-07-2013	Guamangallo/Lugmaña
REV. 01-08-2013	Ing. Herrera Milton
APRB. 01-08-2013	Ing. Herrera Milton

PLANEADO EN LA FRESADORA

ESCALA:
1:2

U.T.C

LÁMINA N°: 01

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

SUSTITUCIÓN:



Edición	Modificación	Fecha	Nombre

1

2

3

4

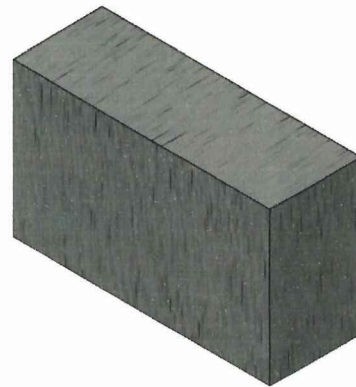
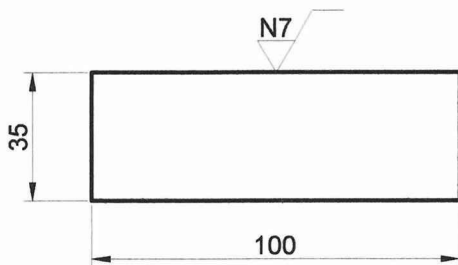
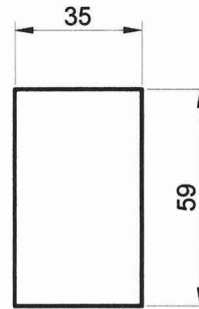
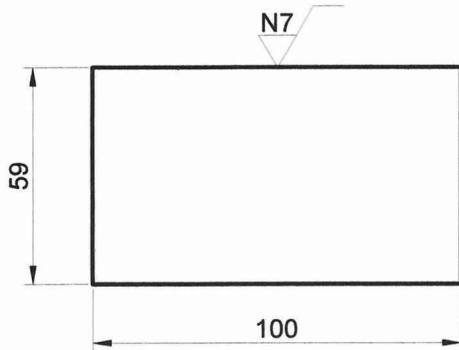
A

B

C

D

E



TOLERANCIA:
± 0.01

PESO:
2.14 KG

MATERIALES: ACERO

	FECHA	NOMBRE
DIB.	05-07-2013	Guamangallo/Lugmaña
REV.	01-08-2013	Ing. Herrera Milton
APRB.	01-08-2013	Ing. Herrera Milton

PLANEADO EN LA FRESADORA

ESCALA:
1:2

U.T.C

LÁMINA N° : 02

INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

SUSTITUCIÓN:

Edición	Modificación	Fecha	Nombre



1

2

3

4

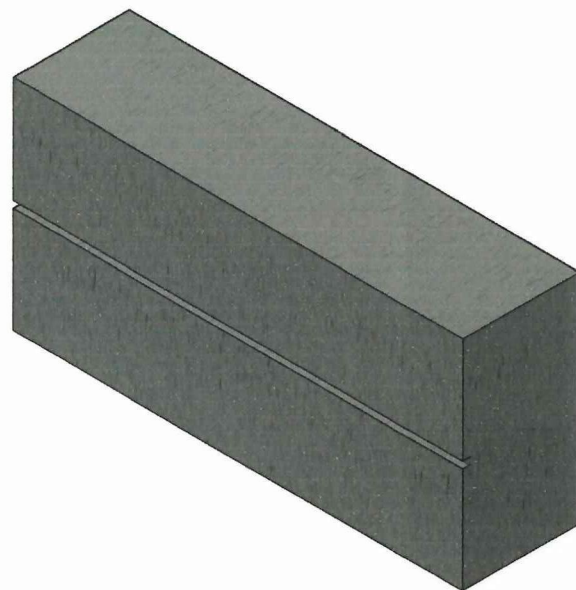
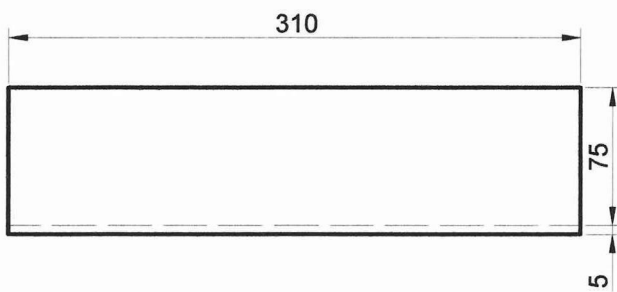
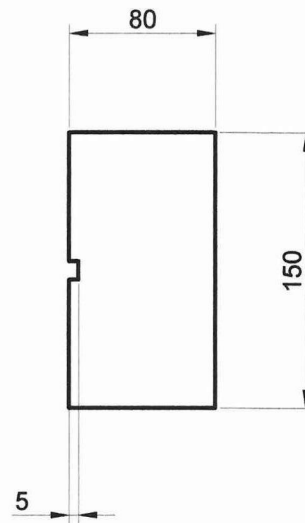
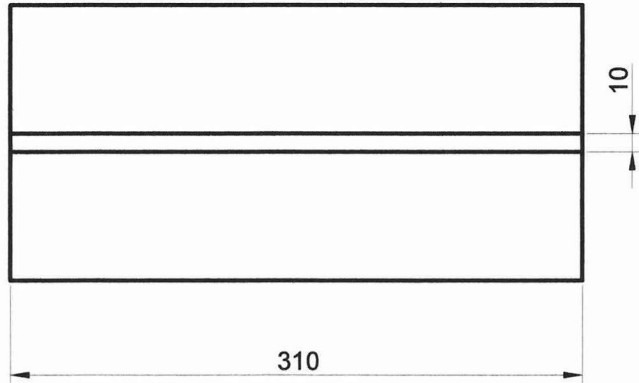
A

B

C

D

E



TOLERANCIA:
± 0.01

PESO:
10 KG

MATERIALES: ALUMINIO

	FECHA	NOMBRE
DIB.	05-07-2013	Guamangallo/Lugmaña
REV.	01-08-2013	Ing. Herrera Milton
APRB.	01-08-2013	Ing. Herrera Milton

RANURADO EN LA FRESADORA

ESCALA:
1:4

U.T.C
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

LÁMINA Nº : 02

SUSTITUCIÓN:

Edición	Modificación	Fecha	Nombre

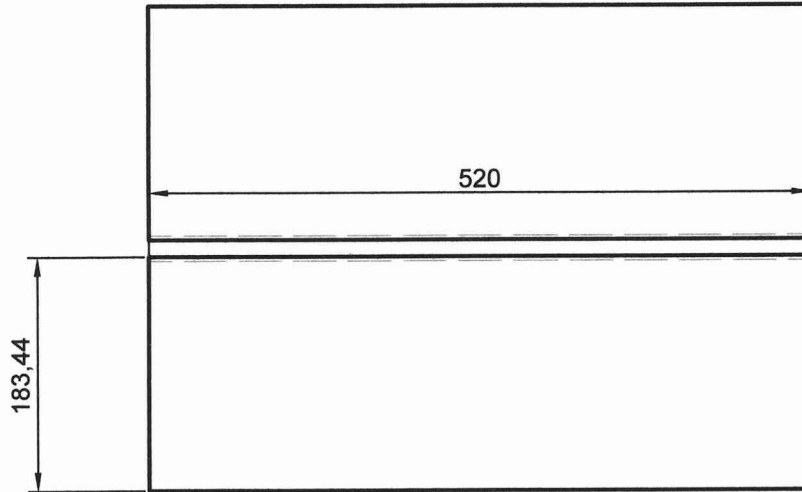


1

2

3

4



Pieza de acero
Fresa cola de milano \varnothing 20mm

HOJA DE PROCESOS

SECUENCIA	OPERACIÓN A REALIZAR	MÁQUINA	HERRAMIENTAS	Vc (m/min)	Am (mm/min)	n (RPM)	TIEMPO DE MECANIZADO (min)
1	Colocar el elemento en la maquina		llave de boca, entenalla				5
2	Ranurar	Fresadora	fresa cola de milano	16	150	280	2.48
3	Desmontar el elemento terminada		Llave de boca, entenalla				3
4	Retirar las rebabas	Mesa de trabajo	Lima de grano fino				5
5	Verificar las medidas	Mesa de trabajo	Flexómetro, calibrador				3
6	Realizar el plano con las dimensiones requeridas	Software / hojas de formatos					10

TOLERANCIA:
 ± 0.01

PESO:
77.35 KG

MATERIALES: ALUMINIO

FECHA	NOMBRE
DIB. 05-07-2013	Guamangallo/Lugmaña
REV. 01-08-2013	Ing. Herrera Milton
APRB. 01-08-2013	Ing. Herrera Milton

RANURADO EN LA FRESADORA

ESCALA:
1:10

U.T.C

LÁMINA N° : 01

Edición Modificación Fecha Nombre

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

SUSTITUCIÓN:



1

2

3

4

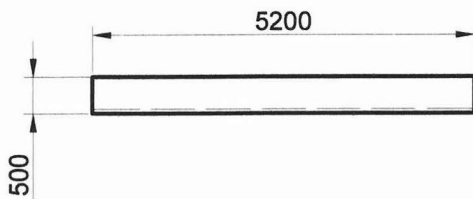
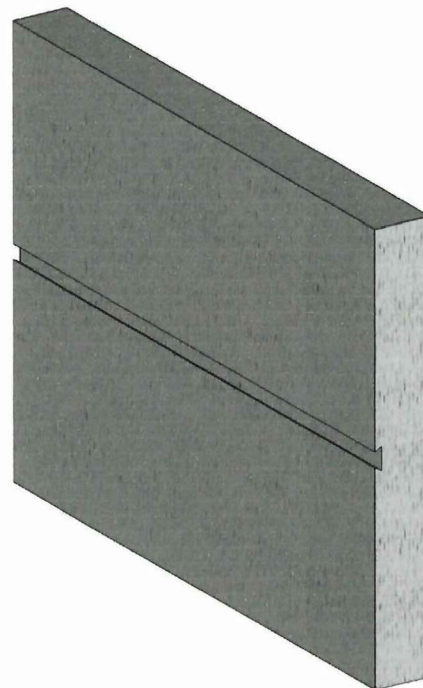
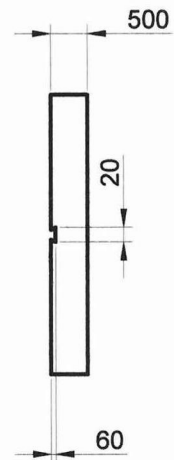
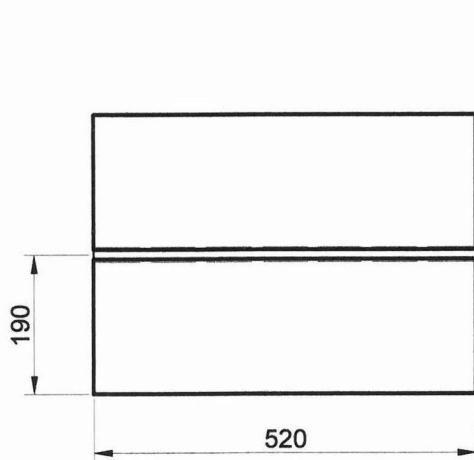
A

B

C

D

E



TOLERANCIA:
± 0.01

PESO:
77.35 KG

MATERIALES: ACERO

	FECHA	NOMBRE
DIB.	05-07-2013	Guamangallo/Lugmaña
REV.	01-08-2013	Ing. Herrera Milton
APRB.	01-08-2013	Ing. Herrera Milton

RANURADO EN LA FRESADORA

ESCALA:
1:10

U.T.C

LÁMINA Nº : 02

Edición	Modificación	Fecha	Nombre

INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

SUSTITUCIÓN:



1

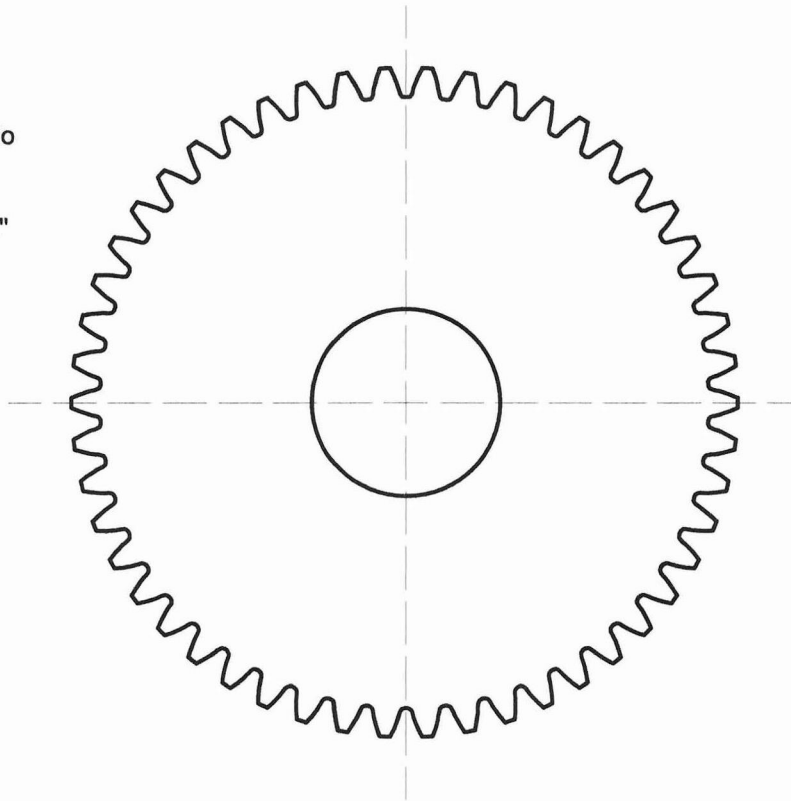
2

3

4

DATOS:

Elemento de aluminio
 $M = 1.75$
 $Z = 50$ Dientes
 Perforación de 1 1/2"



HOJA DE PROCESOS

SECUENCIA	OPERACIÓN A REALIZAR	MÁQUINA	HERRAMIENTAS	Vc m/min	Am mm/min	n RPM	TIEMPO DE MECANIZADO min.
1	Cilindrar el elemento a la medida requerida	Torno	Cuchilla				20
2	Colocar el elemento en la máquina	Divisor Universal	Llave de mandril llave de boca				10
3	Mecanizado de engranaje helicoidal	Fresadora	Fresa Modular	120	720	1120	3.3
4	Desmontar el elemento terminado		Llave de boca, llave de mandril				3
5	Retirar las rebabas	Mesa de trabajo	Lima de grano fino				5
6	Verificar las medidas	Mesa de trabajo	Flexómetro, calibrador				3
7	Realizar el plano con las dimensiones requeridas	Software / hojas de formatos					10

TOLERANCIA:
 ± 0.01

PESO:
 7,34 KG

MATERIALES: ALUMINIO

	FECHA	NOMBRE
DIB.	05-07-2013	Guamangallo/Lugmaña
REV.	01-08-2013	Ing. Herrera Milton
APRB.	01-08-2013	Ing. Herrera Milton

ENGRANAJE DE DIENTE RECTO EN LA FRESADORA

ESCALA:
 2:1

U.T.C

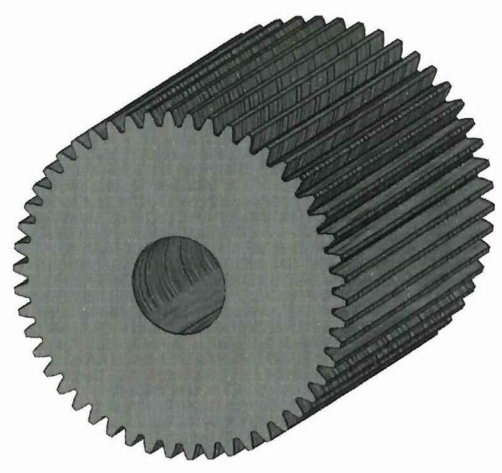
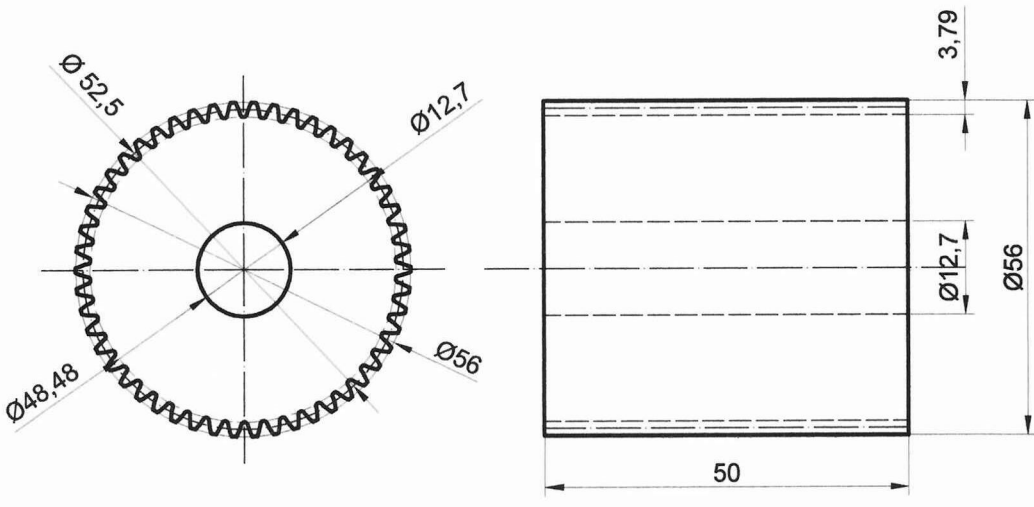
LÁMINA Nº: 01

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

SUSTITUCIÓN:



Edición	Modificación	Fecha	Nombre



				TOLERANCIA: ± 0.01	PESO: 7,34 KG	MATERIALES: ALUMINIO	
				FECHA	NOMBRE	ENGRANAJE DE DIENTE RECTO EN LA FRESADORA	
				DIB. 05-07-2013	Guamangallo/Lugmaña		
				REV. 01-08-2013	Ing. Herrera Milton		
				APRB. 01-08-2013	Ing. Herrera Milton	ESCALA: 1:1	
				U.T.C INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		LÁMINA N° : 02	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			SUSTITUCIÓN:	

1

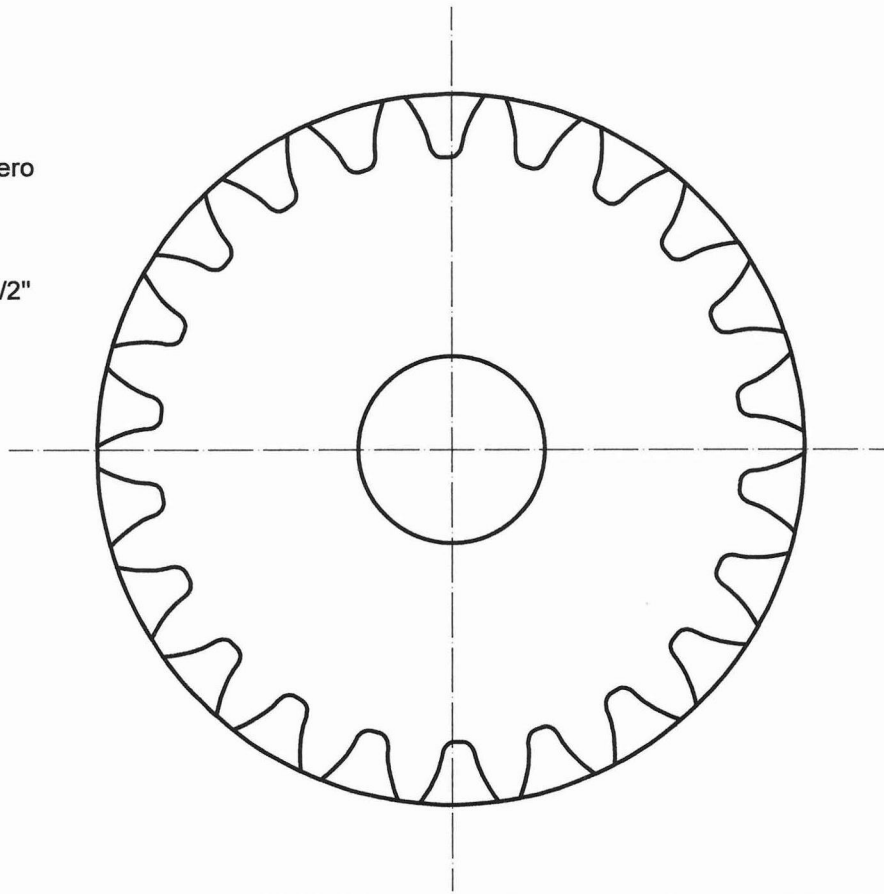
2

3

4

DATOS:

Elemento de acero
 $M = 2.25$
 $Z = 22$ Dientes
 Angulo = 18°
 Perforación de $1/2''$



HOJA DE PROCESOS

SECUENCIA	OPERACIÓN A REALIZAR	MÁQUINA	HERRAMIENTAS	Vc m/min	Am mm/min	n RPM	TIEMPO DE MECANIZADO min.
1	Cilindrar el elemento a la medida requerida	Torno	Cuchilla				20
2	Colocar el elemento en la máquina	Divisor universal	Llave de mandril, llave de boca				10
3	Planear una cara transversal	Fresadora	Fresa Modular 2	16	520	800	10.5
4	Desmontar el elemento terminado		Llave de boca, llave de mandril				3
5	Retirar las rebabas	Mesa de trabajo	Lima de grano fino				5
6	Verificar las medidas	Mesa de trabajo	Flexómetro, calibrador				3
7	Realizar el plano con las dimensiones requeridas	Software / hojas de formatos					10

TOLERANCIA:
 ± 0.01

PESO:
 6,76 KG

MATERIALES: ACERO

DIB.	FECHA	NOMBRE
	05-07-2013	Guamangallo/Lugmaña
REV.	01-08-2013	Ing. Herrera Milton
APRB.	01-08-2013	Ing. Herrera Milton

ENGRANAJE DE DIENTE HELICOIDAL EN LA FRESADORA

ESCALA:
 2:1

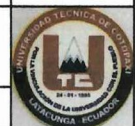
U.T.C

LÁMINA N° : 01

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

SUSTITUCIÓN:

Edición	Modificación	Fecha	Nombre



1

2

3

4

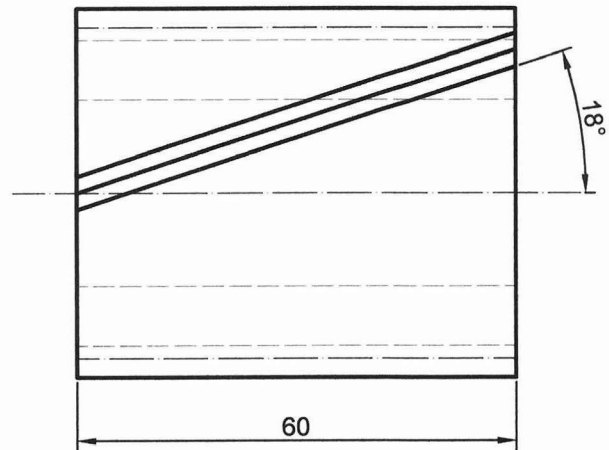
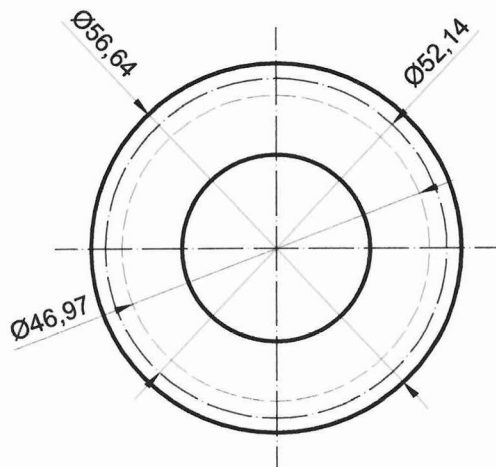
A

B

C

D

E



TOLERANCIA:
± 0.01

PESO:
6,76 KG

MATERIALES: ACERO

	FECHA	NOMBRE
DIB.	05-07-2013	Guamangallo/Lugmaña
REV.	01-08-2013	Ing. Herrera Milton
APRB.	01-08-2013	Ing. Herrera Milton

ENGRANAJE DE DIENTE HELICOIDAL EN LA
FRESADORA

ESCALA:
1:1

U.T.C
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

LÁMINA Nº: 02

SUSTITUCIÓN:

Edición	Modificación	Fecha	Nombre



ANEXO I

FORMATO PARA CONTROL DE OPERACIÓN

ANEXO J

NORMAS INEN PARA DIBUJO

5. REPRESENTACION Y ESPECIFICACION DE MATERIALES

5.1 Indicación de superficies.

5.1.1 Generalidades.

5.1.1.1 Esta sección trata de los símbolos e indicaciones que deben utilizarse en un dibujo para representar el estado final de una superficie.

5.1.1.2 Indicaciones de rugosidad superficial, método de producción o tolerancia de maquinado solamente deben darse cuando esto es necesario para asegurar el ajuste según un propósito específico y únicamente a las superficies que lo requieren.

5.1.1.3 Las indicaciones superficiales no son necesarias cuando los procesos de producción ordinarios, por sí solos, aseguran un acabado superficial aceptable.

5.1.2 Símbolos básicos.

5.1.2.1 El símbolo básico consiste en un ángulo de brazos de longitud desigual, inclinados aproximadamente 60° respecto a la línea que representa la superficie considerada (ver Fig. 293). Este símbolo solo no tiene ningún significado, excepto en los casos señalados en los numerales 5.1.4.6 y 5.1.4.8.

5.1.2.2 Si el maquinado implica remoción de material, se añadirá una barra horizontal al símbolo básico (ver Fi. 294).

5.1.2.3 Si no se permite la remoción de material, se añadirá un círculo al símbolo básico (ver Fig. 295). Este símbolo también puede ser usado en un dibujo relativo a un proceso de producción, para indicar que una superficie debe dejarse en el estado que resulta del proceso de manufactura precedente, aun cuando éste se haya obtenido por medio de remoción de material. En este caso, ninguna de las indicaciones de este numeral se aplican al símbolo.

5.1.2.4 Cuando sea necesario indicar características especiales de superficie, se añade una línea al brazo más largo de cualquiera de los símbolos anteriormente indicados (ver Fig. 296).

5.1.3 Indicaciones adicionales a los símbolos.

5.1.3.1 El valor o valores que definen la rugosidad superficial se añadirán a los símbolos básicos indicados antes (ver Figs. 297, 298 y 299).

5.1.3.2 Una rugosidad superficial especificada:

- según la figura 297, puede obtenerse por cualquier método de producción;
- según la figura 298, puede obtenerse por remoción de material mediante maquinado;
- según la figura 299, puede obtenerse sin remoción de material.

5.1.3.3 Cuando se especifica un solo valor de rugosidad superficial, éste representa el máximo valor permisible.

5.1.3.4 Si es necesario especificar límites máximo y mínimo de rugosidad superficial, se indican los dos valores (ver Fig. 300) con el límite máximo sobre el límite mínimo.

5.1.3.5 Los valores de rugosidad superficial pueden especificarse directamente mediante valores numéricos en micrones o por números de grado de rugosidad según la Tabla 10.

TABLA 10. Valores de rugosidad superficial.

Valor de rugosidad R_a μm	Número del grado de rugosidad
50	N 12
	N 11
	N 10
12.5	N 9
	N 8
	N 7
6.3	N 6
	N 5
	N 4
3.2	N 3
	N 2
	N 1
1.6	
0.8	
0.4	
0.2	
0.1	
0.05	
0.025	

5.1.3.6 La Tabla 11 indica las relaciones entre los diversos procesos de mecanizado y la rugosidad obtenida.

5.1.3.7 En ciertos casos, por razones funcionales, es necesario especificar requisitos especiales para el acabado superficial. Así por ejemplo, si se requiere que éste se obtenga por un método de producción particular, esto debe escribirse sobre la extensión del brazo más largo del símbolo (ver Fig. 301). Igualmente, pueden escribirse sobre la línea de extensión indicaciones relativas a tratamientos o recubrimientos.

Si es necesario definir una rugosidad superficial antes y después de un tratamiento, esto deberá explicarse mediante una nota explicativa (ver Fig. 302).

5.1.3.8 Si es necesario indicar la longitud de muestreo, ésta deberá inscribirse junto al símbolo básico en la posición mostrada en la figura 303.

TABLA 11. Relación entre el mecanizado y la rugosidad

Mecanizado	Rugosidad R_a (μm)											
	0,025	0,050	0,100	0,200	0,400	0,800	1,60	3,2	6,3	12,5	16	25
Retobado, esmalado, corte y chispa									■	■	■	■
Forjado, trefado, laminado				■	■	■	■	■				
Ladrado					■	■	■	■				
Capillado						■	■	■	■	■	■	■
Mecado				■	■	■	■					
Brochado					■	■	■					
Rectificado		■	■	■	■	■						
Brunido		■	■	■	■							
Superacabado (lapado)	■	■	■	■								
Pulido espejador	■	■	■									
Granallado				■	■	■	■					
Laminado en caliente									■	■	■	■
Colado en arena									■	■	■	■
Forjado							■	■				
Colado en coquilla							■	■				
Colado a presión					■	■	■					
Laminado, laminado y trefilado en frío			■	■	■	■						
Extruido			■	■	■	■						
Electroerosión						■	■	■	■			

Rugosidad más frecuente
 Rugosidad menos frecuente

Fuente: INEN "Código de dibujo técnico - mecánico", 1989

5.1.3.9 Si es necesario especificar la dirección de la textura (ver nota 5), ésta será indicada por el símbolo correspondiente de la Tabla 12 junto al símbolo básico, según la figura 304.

5.1.3.10 Si es necesario especificar el valor de la tolerancia de maquinado, ésta deberá indicarse a la izquierda del símbolo básico según la figura 305.

5.1.3.11 La posición de las especificaciones sobre el estado final de una superficie con relación al símbolo básico se muestra en la figura 306, en la cual:

- a = valor de la rugosidad R_a en micrones, o número de grado de rugosidad;
- b = método de producción, tratamiento o recubrimiento;
- c = longitud de muestreo;
- d = dirección de la textura;
- e = tolerancias de maquinado;
- f = otros valores de rugosidad, entre paréntesis.

5.1.4 Indicaciones en los dibujos.

5.1.4.1 Los símbolos e inscripciones deberán presentarse de tal modo que sean legibles desde abajo o desde la derecha, cuando se mantiene el dibujo en su posición de empleo (ver Fig. 307).

5.1.4.2 En caso que no sea practicable adoptar esta regla general, el símbolo puede ser dibujado en cualquier posición, siempre que no lleve indicaciones de características superficiales o de tolerancias de maquinado como las mencionadas en los numerales 5.1.3.7 a 5.1.3.10. No obstante, en tales casos, el valor de la rugosidad debe ser inscrito de conformidad con la regla general enunciada en 5.1.4.1 (ver Fig. 308).

5.1.4.3 En caso necesario, el símbolo básico puede ser conectado a la superficie por una línea de referencia terminada en punta de flecha. El símbolo o la flecha debe señalar desde fuera el material de la pieza, ya sea la línea que representa la superficie o una extensión de ésta (ver Fig. 307).


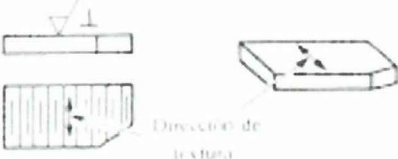
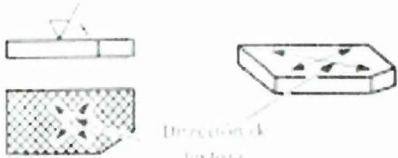


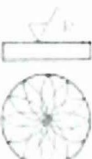
5.1.4.4 De acuerdo a los principios generales de acotación, el símbolo superficial debe utilizarse solo una vez para una superficie determinada y, en lo posible, en la vista con la dimensión que define el tamaño o posición de la superficie (ver Fig. 309).

5.1.4.5 Si se requiere la misma calidad superficial en todas las superficies de una pieza, ésta se especifica:

- por una nota cercana a una vista de la pieza (ver Fig. 310), cerca del cuadro de rotulación, o en el espacio para notas generales;
- junto al número de la pieza en el dibujo (ver Fig. 311).

NOTA 5. La dirección de la textura es la orientación del diseño predominante de la superficie, el cual está ordinariamente determinado por el método de producción empleado.

TABLA 12. Símbolos de direcciones comunes de textura (ver nota 6).

Símbolo	Interpretación
=	<p>Paralela al plano de proyección de la vista en la que se utiliza el símbolo.</p> 
⊥	<p>Perpendicular al plano de proyección de la vista en que se utiliza el símbolo.</p> 
X	<p>Formada por dos direcciones oblicuas con relación al plano de proyección de la vista en la que se utiliza el símbolo.</p> 
M	<p>Multidireccional</p> 
C	<p>Aproximadamente concéntrica con relación al centro de la superficie a la que se aplica el símbolo.</p> 
R	<p>Aproximadamente radial con relación al centro de la superficie a la que se aplica el símbolo.</p> 

NOTA 6. Los símbolos de textura se aplican a una dirección de textura y se aplican del lado y la zona de la pieza que se indica con una flecha. Los símbolos de una textura se aplican al dibujo.



FIGURA 293



FIGURA 294



FIGURA 295



FIGURA 296



FIGURA 297

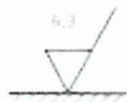


FIGURA 298



FIGURA 299



FIGURA 300

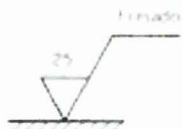


FIGURA 301

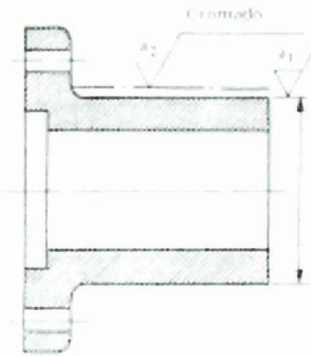


FIGURA 302

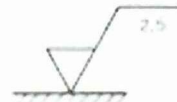


FIGURA 303

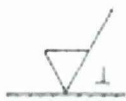


FIGURA 304

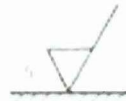


FIGURA 305

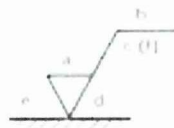


FIGURA 306

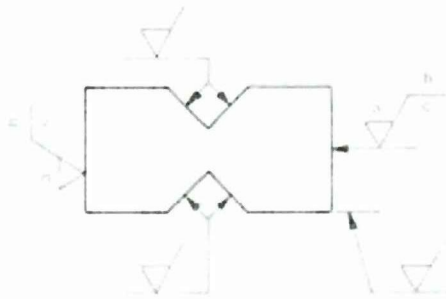


FIGURA 307



FIGURA 308

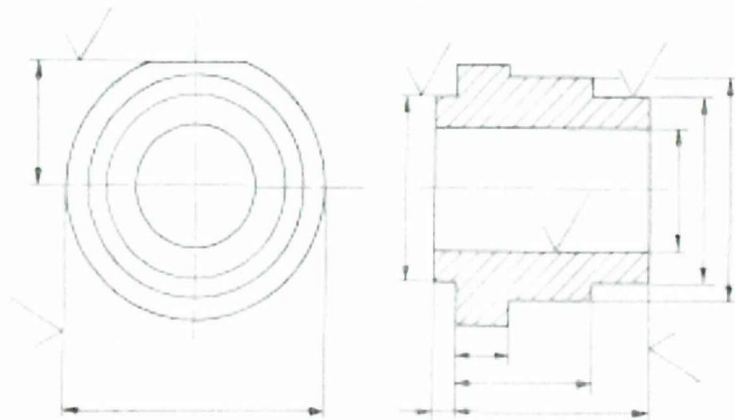


FIGURA 309



FIGURA 310

FIGURA 311

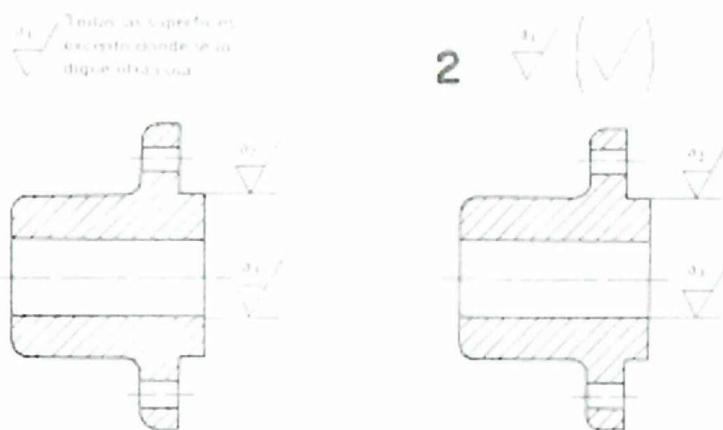


FIGURA 312

FIGURA 313

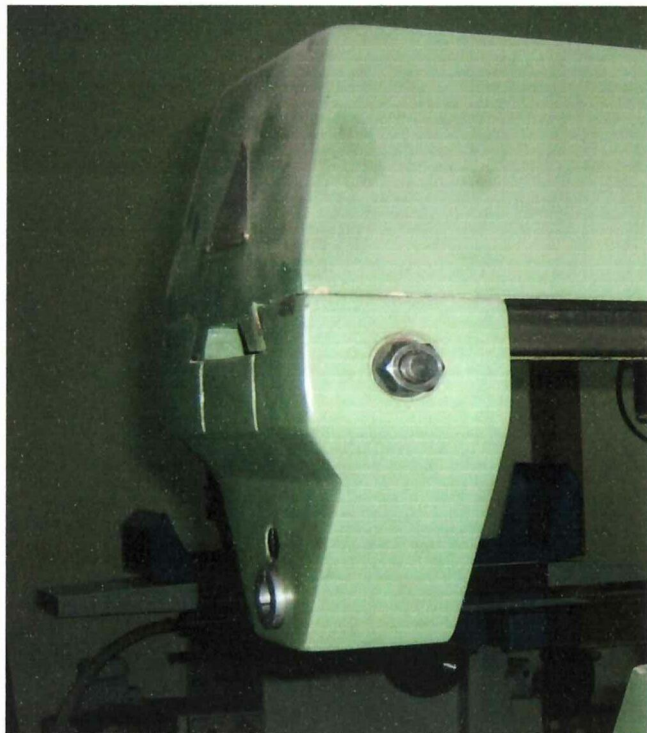
ANEXO K

FOTOGRAFÍAS DE LA FRESADORA UNIVERSAL MODELO X6125A

ANEXO K1

**CABEZALES DE LA FRESADORA
UNIVERSAL MODELO X6125A**

1 - 1



CABEZAL HORIZONTAL



CABEZAL VERTICAL

Fuente: Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

ANEXO K2

**VISTA ISOMÉTRICA DE LA
FRESADORA UNIVERSAL MODELO
X6125A**

1 - 1

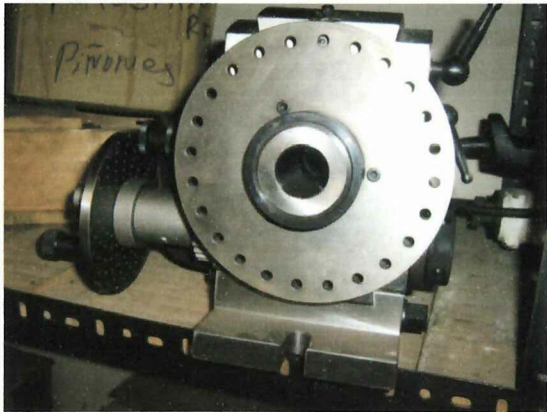
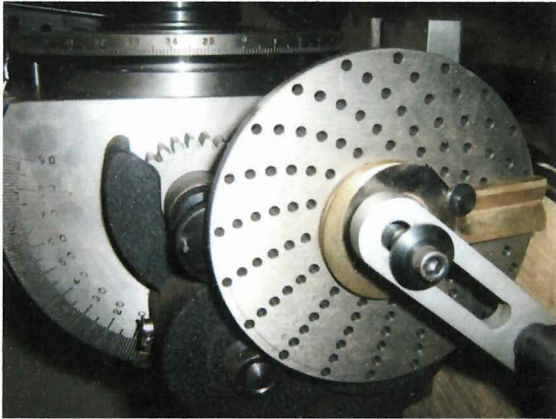


Fuente: Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

ANEXO K3

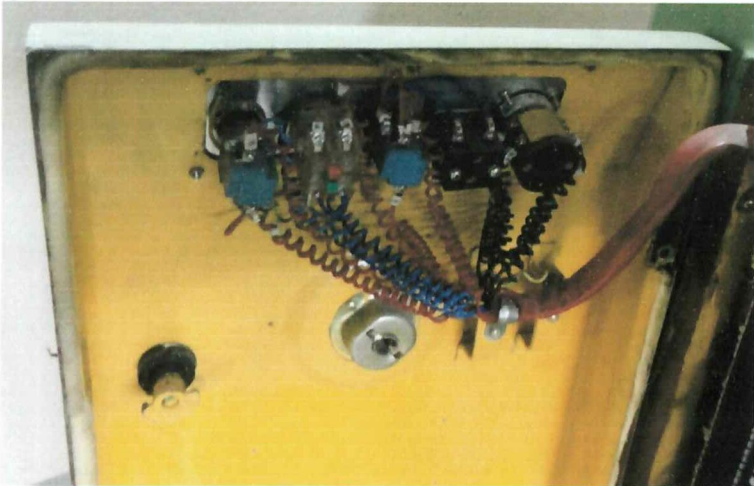
**DIVISOR UNIVERSAL Y MANDRIL
FRESADORA UNIVERSAL MODELO
X6125A**

1 - 1



Fuente: Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

ANEXO K4	CAJA ELÉCTRICA DE LA FRESADORA UNIVERSAL MODELO X6125A	1 - 1
-----------------	-----------------------------------------------------------------------	--------------



Fuente: Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

ANEXO L

ESQUEMA DE LA FRESADORA UNIVERSAL MODELO X6125A