

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

**DESARROLLO DE LAS INTERFACES DE INTEGRACIÓN CAD
CAM A TRAVÉS DEL SISTEMA DE MANUFACTURA VIRTUAL;
MEDIANTE EL APRENDIZAJE ASISTIDO POR COMPUTADORA
PARA LA PROGRAMACIÓN Y MANEJO DE DIFERENTES
CONTROLADORES DE MÁQUINAS CNC.**

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MÁSTER (MSc.)

DISEÑO, PRODUCCIÓN Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

ING. JOSÉ ALBERTO OREJUELA TIAGUARO

pepejoseo@yahoo.com

DIRECTOR: PH.D. MSC. ING. ÁLVARO AGUINAGA BARRAGÁN

Alvaro.aguinaga@epn.edu.ec.

Quito, Agosto 2013

DECLARACIÓN

Yo, Ing. José Alberto Orejuela Tiaguaro, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Ing. José Alberto Orejuela Tiaguaro

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Ing. José Alberto Orejuela Tiaguaro, bajo mi supervisión.

Dr. Msc. Ing. Álvaro Aguinaga B.
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Al finalizar este trabajo de grado, doy gracias a Dios a mi familia que durante todo el tiempo que he realizado mis estudios, siempre me brindaron su apoyo incondicional, comprensión y fortaleza.

Agradecer a mis tíos y primos que me acogieron en su hogar, para cursar mis estudios de postgrado, no los defraude.

Quiero brindar un agradecimiento muy especial a mi director de tesis Dr. Msc. Ing. Álvaro Aguinaga B. por ser la persona que con su apoyo, paciencia, comprensión, además de su asesoría, se logró el objetivo establecido desde un principio que se planteó la idea y ahora en la realización.

Gracias a ellos y a todos los que de una u otra forma me apoyaron y ayudaron a culminar una de las etapas de formación académica satisfactoriamente.

Ing. José Alberto Orejuela Tiaguaro

DEDICATORIA

Dedico este logro a mi familia, mis padres y muy en especial a mi madre Marthita Beatriz, que ha sido mi fortaleza, mis hermanos Silvia, Gabriela, Mónica, Pedro, Ivonne, Santiago, Marcelo, que han sido mi apoyo incondicional, hasta en los momentos críticos de mi vida a mis sobrinos. Y muy especial a mi esposa y a mi hijo Gabrielito los quiero mucho.

En este momento pienso en ustedes,

Gracias por creer en mí.

Ing. José Alberto Orejuela Tiaguaro

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN	ii
CERTIFICACIÓN	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
CAPÍTULO II.....	xii
CAPÍTULO III.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
CAPÍTULO I.....	xiii
CAPITULO II.....	xiii
CAPITULO III.....	xiv
CAPITULO VI.....	xv
RESUMEN	xvi
PRESENTACIÓN	xvii
CAPÍTULO I	1
GENERALIDADES	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.1.1. MANUFACTURA VIRTUAL PUEDE SER ENTENDIDA	1
1.1.2. MANUFACTURA VIRTUAL PUEDE SER DESCRITA	1
1.1.3. MANUFACTURA VIRTUAL PUEDE SER SIMULADA ,.....	1
1.1.4. MANUFACTURA VIRTUAL CENTRADA EN EL DISEÑO:	2
1.1.5. MANUFACTURA VIRTUAL CENTRADA EN LA PRODUCCIÓN	2
1.1.6. MANUFACTURA VIRTUAL CENTRADA EN EL CONTROL:	2
1.2. LA NOCIÓN FUNDAMENTAL	4
1.2.1. LAS ÁREAS FUNCIONALES DEL CICLO DE VIDA DE UN PRODUCTO	4
1.3. EXPLICACIÓN DEL PARADIGMA	5
1.4. PROTOTIPOS VIRTUALES	6
1.4.1. VENTAJAS	6
1.4.1.1. Herramienta	7
1.4.1.2. Capacidades	7

1.4.1.3. Utilidades.....	7
1.5. EL DESARROLLO VIRTUAL DE UN PRODUCTO.....	8
1.6. REALIDAD VIRTUAL.....	9
1.6.1. UN ENTORNO EN TRES DIMENSIONES	10
1.6.2. UN SISTEMA INTERACTIVO COMPUTARIZADO,.....	10
1.7. ANTECEDENTES MÁS IMPORTANTES.....	11
1.7.1. APLICACIONES.....	12
1.7.2. APLICACIONES EN LA INDUSTRIA, DISEÑO Y FABRICACIÓN.....	13
1.8. FACTORES HUMANOS.....	16
1.9. FASE DE DISEÑO DEL PRODUCTO.....	16
1.10. REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA.....	18
1.10.1. LA REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA	18
1.10.2. LA REALIDAD VIRTUAL NO INMERSIVA,.....	18
1.11. USO DE LA REALIDAD VIRTUAL COMO MEDIO DE APOYO EN LOS PROCESOS EDUCATIVOS.....	18
1.12. LA REALIDAD VIRTUAL Y LA ENSEÑANZA EN INGENIERÍA	20
CAPÍTULO 2.....	22
ENLACE DE LOS SISTEMAS CAD – CAM – CNC.....	22
2.1. INTRODUCCIÓN.....	22
2.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MECANIZADO	22
2.2. SISTEMAS CAD – CAM.....	23
2.2.1. DESARROLLO DEL CAD - CAM	23
2.3. COMPONENTES DEL CAD - CAM.....	24
2.4. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS CAM.....	25
2.5. SOFTWARE CAD - CAM	26
2.5.1. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS CAD - CAM.....	26
2.6. POST PROCESADORES.....	29
2.7. PROGRAMACIÓN EN CÓDIGOS “G” O CÓDIGOS ISO/EIA.....	30
2.7.1. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN DE CONTROL NUMÉRICO.....	31
2.7.2. ESTRUCTURA DE UN PROGRAMA CNC.....	31
2.7.3. ELEMENTOS BASICOS DE UN CNC.....	33
2.8. MÁQUINAS SEGÚN EL NÚMERO DE EJES	33
2.8.1. IDENTIFICACIÓN DE EJES.....	34

2.12.23. M03. GIRO DEL HUSILLO EN DIRECCIÓN DE LAS MANECILLAS DEL RELOJ.	47
2.12.24. M04. GIRO DEL HUSILLO EN DIRECCIÓN CONTRARIA AL GIRO DE LAS MANECILLAS DEL RELOJ.	47
2.12.25. M05. PARO DE HUSILLO.....	48
2.12.26. M06. CAMBIO DE HERRAMIENTA.	48
2.12.27. M08. ENCENDER REFRIGERANTE.	48
2.12.28. M09. APAGAR REFRIGERANTE.....	49
2.13. SISTEMA DE MANUFACTURA VIRTUAL CNC.....	49
2.13.1. SWANSOFT CNC SIMULATOR.	49
2.14. EL CONTROLADOR.....	51
2.15 INTERFACES.....	51
2.16. TIPOS DE CONTROL CNC	52
2.16.1. ESTÁNDARES DE CONTROLADORES.	53
2.17. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE SOLUCIONES	54
2.17.1. ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOFTWARE CAD/CAM/CNC.	54
2.17.2. MÉTODO ORDINAL CORREGIDO DE CRITERIOS PONDERAROS.....	55
2.18. ALTERNATIVAS, SOFTWARE DE DISEÑO CAD - CAM.	56
2.18.1 CRITERIOS DE VALORACIÓN.	56
2.18.2. CUADROS DE PONDERACIÓN.....	57
2.18.3. RESULTADOS.	60
2.19. ALTERNATIVAS, SOFTWARE PARA EL MANEJO DE CONTROLADORES CNC VIRTUALES.	61
2.19.1. CRITERIOS DE VALORACIÓN.	61
2.19.2. CUADROS DE PONDERACIÓN.....	62
2.19.3. RESULTADOS	65
CAPÍTULO III.....	66
DESARROLLO DEL HMI E IMPLEMENTACIÓN DE LA ALTERNATIVA, MEDIANTE UN TUTORIAL DE LAS DISTINTAS OPERACIONES DE FUNCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TORNEADO Y CENTRO DE MECANIZADO.	66
3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL	66
3.2. DESARROLLO DEL PROGRAMA HMI.....	66
3.2.1. DISEÑO DEL HMI	66

3.3. TUTORIAL DEL SOFTWARE SSCNC, DE LAS DISTINTAS OPERACIONES DE FUNCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TORNEADO Y CENTRO DE MECANIZADO.....	74
CAPITULO IV	75
APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE MANUFACTURA VIRTUAL, MEDIANTE EL USO DE LAS INTERFACES DESARROLLADAS EN LOS PROGRAMAS CAD - CAM.....	75
4.1. INTRODUCCIÓN.....	75
4.2. APLICACIÓN DE HMI DESARROLLADO.....	75
4.3. APLICACIÓN PARA CENTRO DE MECANIZADO.....	77
4.4. PASOS PARA LA INTERFAZ DEL CÓDIGO ISO, REALIZADOS EN EL PROGRAMA DE DISEÑO MASTER CAM PARA UN CENTRO DE MECANIZADO.....	86
4.5. CODIGO ISO PARA REALIZAR LA INTERFAZ EN LA MAQUINA VIRTUAL SSCNC REALIZADO EN MASTER - CAM PARA CENTRO DE MECANIZADO.....	87
4.5.1. CONTROLADOR FANUC OI – MC.....	87
4.5.2. SIMULACIÓN DEL MECANIZADO EN LA MÁQUINA VIRTUAL CON EL SOFTWARE SSCNC.....	88
4.6. PASOS PARA LA INTERFAZ DEL CÓDIGO ISO, REALIZADOS EN EL PROGRAMA DE DISEÑO BOB CAD - CAM PARA CENTRO DE MECANIZADO.....	89
4.7. CODIGO ISO PARA REALIZAR LA INTERFAZ EN LA MAQUINA VIRTUAL SSCNC REALIZADO EN BOB CAD CAM.....	90
4.7.1. CONTROLADOR FANUC OI-MC.....	90
4.8. APLICACIÓN DE CENTRO DE TORNEADO.....	93
4.9. PASOS PARA LA INTERFAZ DEL CÓDIGO ISO, REALIZADOS EN EL PROGRAMA DE DISEÑO MASTER CAM PARA EL CENTRO DE TORNEADO.....	100
4.10. CODIGO ISO PARA REALIZAR LA INTERFAZ EN LA MAQUINA VIRTUAL SSCNC REALIZADO EN MASTER CAM.....	101
4.10.1. CONTROLADOR FANUC OI – T.....	101
4.11. PASOS PARA LA INTERFAZ DEL CÓDIGO ISO, REALIZADOS EN EL PROGRAMA DE DISEÑO BOB CAD CAM PARA EL CENTRO DE TORNEADO.....	105
4.12. CODIGO ISO PARA REALIZAR LA INTERFAZ EN LA MAQUINA VIRTUAL SSCNC REALIZADO EN BOB CAD CAM.....	106
4.12.1. CONTROLADOR FANUC OI -T.....	106
4.13. APLICACIÓN DE CENTRO DE TORNEADO PARA EL CONTROLADOR GSK 980TD.....	112
4.14. CODIGO ISO PARA REALIZAR LA INTERFAZ EN LA MAQUINA VIRTUAL SSCNC REALIZADO EN BOB CAD CAM POST PROCESADA PARA EL CONTROLADOR GSK 980TD.....	119
CAPÍTULO V.....	124
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	124
RECOMENDACIONES.....	125
BIBLIOGRAFIA.....	126

ANEXOS	129
ANEXO A. EVOLUCIÓN DE LA REALIDAD VIRTUAL	130
ANEXO B. ALGUNAS INSTITUCIONES CON MAQUINAS CNC EN EL ECUADOR.....	133
ANEXO C. MAQUINAS HERRAMIENTAS SEGÚN SU FUNCIÓN	134
ANEXO D. LETRAS DE FUNCIONES PROGRAMADAS.....	135
ANEXO E. CÓDIGOS DE CONTROL NUMERICO PARA LA FRESADORA:	136
ANEXO F. CODIGOS DE CONTROL NUMERICO PARA EL TORNO:	142
ANEXO G. VELOCIDADES DE CORTE RECOMENDADAS	147
ANEXO H. TIPOS DE CONTROLADORES.....	149
ANEXO I. DESCRIPCIÓN GENERAL	154
ANEXO J. GUIA DEL SOFTWARE SSCNC PARA CENTRO DE TORNEADO	155
ANEXO K. GUIA DEL SOFTWARE SSCNC PARA CENTRO DE MECANIZADO.....	165
ANEXO L. MONITOR DUAL Y PANEL TACTIL.	175
ANEXO M. GUIA DE APLICACIÓN MASTER - CAM CENTRO DE MECANIZADO.....	176
ANEXO N. GUIA DE APLICACIÓN MASTER - CAM CENTRO DE TORNEADO.....	185
ANEXO O. GUIA DE APLICACIÓN BOB CAD - CAM CENTRO DE MECANIZADO.....	196
ANEXO P. GUIA DE APLICACIÓN BOBCADCAM CENTRO DE TORNEADO	203
ANEXO Q. GUIA DE APLICACIÓN BOB CAD - CAM CENTRO DE TORNEADO PARA EL CONTROLADOR GSK 980TD.	213
ANEXO R. CENTROS DE ENTRENAMIENTO CNC.	222

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II

Tabla 2. 1. Herramientas CAD para el proceso de diseño	24
Tabla 2. 2. Herramientas CAM para el proceso de fabricación	24
Tabla 2. 3. Software Comerciales.....	26
Tabla 2. 4. Normas CNC.	30
Tabla 2. 5. Códigos modales y no modales.	32
Tabla 2. 6. Fases de programación.	36
Tabla 2. 7. Software de diseño CAD – CAM.....	56
Tabla 2. 8. Evaluación de criterios.....	57
Tabla 2. 9. Evaluación del criterio Modelado Geométrico.	58
Tabla 2. 10. Evaluación del criterio Post procesadores.	58
Tabla 2. 11. Evaluación del criterio Facilidad de manejo.	59
Tabla 2. 12. Evaluación del criterio Pedagógico.	59
Tabla 2. 13. Evaluación del criterio Código ISO.....	60
Tabla 2. 14. Tabla de conclusiones.	60
Tabla 2. 15. Software CNC.....	61
Tabla 2. 16. Evaluación de criterios.....	62
Tabla 2. 17. Evaluación del criterio herramientas CAD-CAM-CNC.	63
Tabla 2. 18. Evaluación del criterio Pedagógico.	63
Tabla 2. 19. Evaluación del criterio aplicación de la ingeniería.	64
Tabla 2. 20. Evaluación del criterio Facilidad de manejo.	64
Tabla 2. 21. Evaluación del criterio Manufactura Virtual.	65
Tabla 2. 22. Tabla de Conclusiones.	65

CAPÍTULO III

Tabla 3. 1. Declaración de función CERRAR.....	67
Tabla 3. 2. Declaración de función CAD-CAM.	67
Tabla 3. 3. Declaración de Función del API ShellExecute.	68
Tabla 3. 4. Declaración de función Botón EJERCICIOS	69
Tabla 3. 5. Declaración de función Bob CAD - CAM.....	69
Tabla 3. 6. Declaración de función Master CAM.	69
Tabla 3. 7. Declaración de función MV-CNC.	70
Tabla 3. 8. Declaración de Función del API Shell Execute.	71
Tabla 3. 9. Declaración de función INTERFAZ.	71
Tabla 3. 10. Declaración de función MV-CNC	71
Tabla 3. 11. Declaración de función Botón IR A PRESENTACIÓN.....	72
Tabla 3. 12. Declaración de función CAD - CAM.	73
Tabla 3. 13. Declaración de función Botón CERRAR PROGRAMAS.	73
Tabla 3. 14. Declaración de función Botón SALIR.	74

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. 1. Manufactura virtual y su relación con el proceso de desarrollo.....	3
Figura 1. 2. Noción fundamental de la manufactura virtual.....	5
Figura 1. 3. Prototipos virtuales de una batidora y un enchufe.	7
Figura 1. 4. Gráfica comparativa de costos.	9
Figura 1. 5. Dispositivo para Realidad Virtual.....	12
Figura 1. 6. (a) Aeronáutica, (b) Industria Automotriz, (c) Medicina.	13
Figura 1. 7. Simulación CAD y CAM.....	14
Figura 1. 8. Software Diseño y Simulación.....	14
Figura 1. 9. Simulación CAE.....	15
Figura 1. 10. Sistemas CAD, CAM, CAE.....	15
Figura 1. 11. Proceso de diseño y realidad virtual.....	17
Figura 1. 12. Ambiente Virtual de control y familiarización con los movimientos de un brazo robótico.....	20
Figura 1. 13. Ambiente virtual de una Máquina CNC.	21

CAPITULO II

Figura 2. 1. Proceso de manufactura.	22
Figura 2. 2. Red proceso – subprocesos de un centro de mecanizado CNC.....	22
Figura 2. 3. Ilustración del proceso para realizar el mecanizado CNC.....	23
Figura 2. 4. Componentes del CAD/CAM.....	25
Figura 2. 5. Clasificación de los sistemas CAM.....	25
Figura 2. 6. Funciones del CAD.	27
Figura 2. 7. Capturas de Pantalla de Software CAD.....	27
Figura 2. 8. Ejemplos de Software CAD.	27
Figura 2. 9. Funciones del CAM.	27
Figura 2. 10. Capturas de Pantalla de Software CAM.	28
Figura 2. 11. Ejemplos de Software CAM.....	28
Figura 2. 12. Esquema de un sistema CAD - CAM.....	28
Figura 2. 13. CAD-CAM-CNC.....	29
Figura 2. 14. Sistema General de Utilización de los Post Procesadores en las máquinas.	30
Figura 2. 15. Estructura CNC.....	32
Figura 2. 16. Parámetro para generar el código G de operaciones CNC.....	32
Figura 2. 17. Control y elementos de una MHCN.....	33
Figura 2. 18. Máquinas de cinco (x, y, z, b, c) y seis (x, y, z, b, c, w).....	34
Figura 2. 19. Regla de la mano derecha.	34
Figura 2. 20. Identificación de ejes para la fresadora.....	35
Figura 2. 21. Identificación de ejes para el torno.....	35
Figura 2. 22. Condiciones de corte.....	37
Figura 2. 23. G00. Posicionamiento rápido.....	38
Figura 2. 24. G01. Interpolación lineal.....	38
Figura 2. 25. G02, G03. Sentido de giro.....	39
Figura 2. 26. G02. Interpolación circular horaria.....	39

Figura 2. 27. G03. Interpolación circular Anti horaria.....	40
Figura 2. 28. G17, G18, G19. Plano de mecanizado.....	41
Figura 2. 29. G04. Pausa.....	41
Figura 2. 30. G20. Programación en pulgadas.....	42
Figura 2. 31. G21. Programación en milímetros.....	42
Figura 2. 32. G28. Retorno automático a la posición cero.....	42
Figura 2. 33. G29. Retorno automático de la posición cero.....	43
Figura 2. 34. G40. Cancelación de compensación.....	43
Figura 2. 35. G41. Compensación del cortador a la izquierda.....	43
Figura 2. 36. G42. Compensación del cortador a la derecha.....	44
Figura 2. 37. G80. Cancelación de ciclos.....	44
Figura 2. 38. G81. Ciclo de taladrado.....	45
Figura 2. 39. G82. Ciclo de taladrado con pausa.....	45
Figura 2. 40. G83. Ciclo de taladrado profundo.....	45
Figura 2. 41. G90. Coordenadas absolutas.....	46
Figura 2. 42. G91. Coordenadas incrementales.....	46
Figura 2. 43. M30. Resetea el programa.....	47
Figura 2. 44. M03. Giro horario.....	47
Figura 2. 45. M04. Giro anti horario.....	47
Figura 2. 46. M05. Paro de husillo.....	48
Figura 2. 47. M06. Cambio de la herramienta.....	48
Figura 2. 48. M08. Enciende refrigerante.....	48
Figura 2. 49. M09. Apagar refrigerante.....	49
Figura 2. 50. Centro de Tormado. (a) Máquina Real, (b) Máquina Virtual, (c) Controlador y panel CNC Virtual.....	50
Figura 2. 51. Centro de Mecanizado. (a) Máquina Real, (b) Máquina Virtual, (c) Controlador y panel CNC Virtual.....	50
Figura 2. 52. (a) Mecanizado Real y (b) Mecanizado Virtual.....	50
Figura 2. 53. Interfaz virtual de paneles CNC y maquinas 3D.....	51
Figura 2. 54. Controlador.....	51
Figura 2. 55. Equipos electrónicos de un sistema CNC.....	52
Figura 2. 56. Tipos de controladores CNC.....	53
Figura 2. 57. ISO 6983.....	53
Figura 2. 58. Descripción de un Control CNC.....	54

CAPITULO III

Figura 3. 1. Pantalla HMI.....	67
Figura 3. 2. Botón CERRAR.....	67
Figura 3. 3. Botón CAD – CAM.....	67
Figura 3. 4. Diseño CAD-CAM.....	68
Figura 3. 5. Botón EJERCICIOS.....	68
Figura 3. 6. Botón Bod CAD - CAM.....	69
Figura 3. 7. Botón MASTER - CAM.....	69
Figura 3. 8. Botón MV-CNC.....	70
Figura 3. 9. Manufactura Virtual CNC.....	70
Figura 3. 10. Botón INTERFAZ.....	71

Figura 3. 11. Botón MV-CNC.	71
Figura 3. 12. Botón IR A PRESENTACIÓN.	72
Figura 3. 13. Pantalla HMI.	72
Figura 3. 14. Botón CAD - CAM.	72
Figura 3. 15. CAD – CAM.	72
Figura 3. 16. Botón CERRAR PROGRAMAS.	73
Figura 3. 17. Botón SALIR.	73

CAPITULO VI

Figura 4. 1. Pantalla HMI.	76
Figura 4. 2. Pantalla Diseño CAD/CAM.	76
Figura 4. 3. Pantalla Manufactura Virtual CNC.	77
Figura 4. 4. Panel de control FANUC OI-MC.	78
Figura 4. 5. Botón paro de emergencia.	78
Figura 4. 6. Botón de encendido.	78
Figura 4. 7. Pantalla de programación encendida.	79
Figura 4. 8. Coordenadas.	79
Figura 4. 9. Medidas de la pieza.	79
Figura 4. 10. Reemplazar pieza.	80
Figura 4. 11. Herramienta de trabajo.	80
Figura 4. 12. Montaje de la herramienta.	81
Figura 4. 13. Posicionamiento de la herramienta.	82
Figura 4. 14. Posicionamiento de la herramienta a la pieza.	83
Figura 4. 15. Coordenadas mecánicas.	83
Figura 4. 16. Cero pieza.	85
Figura 4. 17. Simulación de mecanizado con la maquina.	88
Figura 4. 18. Termino de mecanizado simulado.	89
Figura 4. 19. Simulación de mecanizado con la maquina.	92
Figura 4. 20. Termino de mecanizado.	92
Figura 4. 21. Panel de control FANUC OI –T.	93
Figura 4. 22. Botón paro de emergencia y llave de seguridad.	93
Figura 4. 23. Pantalla de programación encendida.	94
Figura 4. 24. Coordenadas.	94
Figura 4. 25. Pieza a mecanizar.	95
Figura 4. 26. Herramientas.	95
Figura 4. 27. Montar herramienta en el ATC.	95
Figura 4. 28. Posicionamiento de la herramienta.	97
Figura 4. 29. Obtención cero pieza.	97
Figura 4. 30. Coordenadas mecánicas.	98
Figura 4. 31. Cero pieza.	99
Figura 4. 32. Identificación del número de programa.	100
Figura 4. 33. Programa montado al controlador.	104
Figura 4. 34. Simulado de mecanizado virtual CNC.	104
Figura 4. 35. Identificación del programa.	105
Figura 4. 36. Programa montado al controlador.	111
Figura 4. 37. Simulado de mecanizado.	112

RESUMEN

Hoy en día es posible manufacturar en el computador, además, se puede hacer en varios niveles de complejidad y con diferentes tipos de inmersión utilizando la realidad virtual. Siendo posible de esta manera trabajar y controlar una máquina virtual CNC como si se hiciera en su homóloga real.

El presente proyecto está encaminado a facilitar una guía de aplicaciones que sistematice la enseñanza y el aprendizaje de maquinado de elementos mecánicos, mediante la interfaz de códigos ISO desarrollados en los programas de diseño CAD – CAM, a los controladores del software SSCNC de manufactura virtual.

También se considera el desarrollo de un HMI (Interfaz Hombre Máquina), el cual realiza la acción de llamar a los correspondientes programas de diseño y mecanizado, CAD – CAM – CNC, este sistema controla todo el proyecto de investigación. Ver Anexo I. Descripción General

Para el desarrollo de las guías de aplicación se propone cuatro prácticas, las dos primeras desarrolladas en el software de diseño Master-CAM, que consta de una práctica de centro de mecanizado y otra de centro de torneado, las dos últimas desarrolladas en el software de diseño BobCAD-CAM, consta de una práctica de centro de mecanizado y otra de centro de torneado. Ver Anexos J, K, L, M, Guías de Aplicación.

Para realizar la aplicación del sistema de manufactura virtual, mediante el software SSCNC, se utiliza las interfaces (códigos ISO), efectuadas en las guías de aplicación, luego de seguir los procedimientos realizados en el capítulo IV, se realiza la interfaz al controlador virtual.

Mediante el uso de paneles táctiles y monitores duales se logra representar una sensación de simulación realística (Realidad Aumentada), con el cual el usuario podrá aplicar los conocimientos adquiridos sin ningún riesgo para las personas y maquinaria. Ver Anexo L. Monitores Duales y Paneles Táctiles.

PRESENTACIÓN

El objetivo de este proyecto de investigación, es aplicar las interfaces desarrollados en los software de diseño CAD - CAM, a través del sistema de manufactura virtual, mediante el aprendizaje asistido por computadora, para el manejo de máquinas CNC y de sus paneles de control, con esto ofrecer a la comunidad la oportunidad de recrear eventos que de ser realizados en la realidad, tomarían más tiempo de preparación y muy posiblemente estarían por fuera de la capacidad económica de los estudiantes y docentes. Los tópicos revisados se han seleccionado de tal forma que las personas aprendan a realizar la interfaz del código ISO al controlador, en este caso se utilizará el controlador más utilizado a nivel mundial, **FANUC OI - MC** para el Centro de Mecanizado y **FANUC OI - T** para el Centro de Torneado, se realizará una aplicación para el centro de torneado del controlador **GSK 980TD**. del laboratorio CNC de la Facultad de Mecánica.

En el capítulo I. Se resume la bibliografía existente sobre manufactura virtual, sus diferentes definiciones, el enfoque al proceso de desarrollo de las áreas funcionales y del ciclo de vida de un producto, las nociones fundamentales de la manufactura virtual, la realidad virtual y su entorno interactivo computarizado, el enfoque de la realidad virtual aplicado al campo tecnológico, aplicaciones en la industria, diseño y fabricación, el uso de la realidad virtual como medio de apoyo en los procesos educativos y en la Ingeniería,

En el capítulo II. Se describe el desarrollo de los sistemas CAD - CAM y su enlace en los procesos de mecanizado, los diferentes software de diseño y sus distintas aplicaciones en los sistemas CNC, se detalla los post procesadores y las normas que los rigen, se describe los tipos de controladores existentes, se analiza el mejor software a utilizar para la aplicación de la investigación mediante el método ordinal corregido de criterios ponderados para seleccionar la mejor alternativa.

En el capítulo III. Se diseña y programa un HMI amigable, que sirve como interfaz para llamar a los programas de diseño y manufactura virtual, desarrollar la

alternativa mediante un tutorial de las distintas operaciones de funcionamiento del software SSCNC, para centro de torneado y centro de mecanizado.

En el capítulo VI. Se presenta el resultado del proyecto materializado en el documento guía de prácticas con ejercicios de aplicación en los programas de diseño BOBCAD CAM Y MASTER CAM para centro de torneado y centro de mecanizado, especificados en los Anexos del presente proyecto, obteniendo los códigos ISO, que servirán como interfaz para la aplicación en el software de manufactura virtual CNC y manejo de los controladores de máquinas CNC.

Mediante el uso de paneles táctiles y monitores duales se logra una sensación de simulación realística (Realidad Aumentada) , con el cual el usuario podrá aplicar los conocimientos adquiridos sin ningún riesgo para las personas y maquinaria.

Finalmente, en el capítulo V. Se presentan las conclusiones y recomendaciones que se derivan del proyecto.

En el apartado de Anexos se incluye, la guía de aplicaciones de los software de diseño CAD - CAM.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

El término manufactura virtual (MV) es reciente y ha sido un poco difícil su aceptación en comparación con el prototipado virtual, aunque ha contado con el apoyo de diversos investigadores que han publicado distintos trabajos donde se muestran resultados satisfactorios y donde se han aproximado a una definición:

- 1.1.1. **MANUFACTURA VIRTUAL PUEDE SER ENTENDIDA**, como un sistema, en el cual modelos de objetos de manufactura, procesos, actividades y principios se desarrollan en un entorno basado en computador para incrementar uno o más atributos del proceso de manufactura.¹
- 1.1.2. **MANUFACTURA VIRTUAL PUEDE SER DESCRITA**, como un modelo simulado de la configuración actual de manufactura, que puede o no existir. Esta mantiene toda la información relacionada con el proceso, al proceso de control y gestión, además de los datos específicos del producto. Es posible tener parte de la planta de manufactura real y otra parte virtual.²
- 1.1.3. **MANUFACTURA VIRTUAL PUEDE SER SIMULADA**, con el uso de modelos computacionales y simulaciones de procesos de manufactura para asistir en el diseño y producción de productos manufacturados.³

Las definiciones anteriores coinciden en que los entornos virtuales para MV son contruidos para el proceso de manufactura completo, con el objetivo de facilitar un análisis rápido del desempeño, además de permitir la predicción de los resultados cuando un cambio en el proceso de fabricación es realizado antes de su implementación en el mundo real; lo anterior permite reducir el tiempo y costo de desarrollo e implementación de nuevos procesos y dispositivos, además de prever eficiencia y modelos precisos con los que se hará el diagnóstico y control de un proceso productivo.

¹ Shukla, C., Vázquez, M. y Chen, F.: "Virtual manufacturing: an overview" En: 19th international conference on computers and industrial engineering, Vol. 31, No. 1, pp. 79 – 82, 1996.

² Marinov, V.: "A generic virtual machining process". En: The third world congress on intelligent manufacturing process and systems, Cambridge, MA, June 28 – 30, 2000.

³ Lin, E., Minis, I., Nau, D. y Regli, W.: Contribution to Virtual Manufacturing Background Research. University of Maryland.

Las ventajas en la utilización de este tipo de entornos pueden reflejarse en la velocidad y la facilidad con la cual el entorno virtual puede ser reconfigurado con respecto a su homólogo real; además de que la producción no necesita ser perdida en el proceso, siendo posible ejecutar simultáneamente múltiples procesos para comparar optimizaciones y entregar criterios de decisión sobre la más satisfactoria combinación.

Esta es una herramienta útil si se piensa en aquellos procesos automatizados en donde se pueden manipular de alguna manera las entradas del sistema y observar cómo se reflejan estos cambios a la salida; este tipo de aplicación asiste a un ingeniero en la toma de decisiones, y obtiene la configuración óptima del sistema, que arroja la máxima productividad y eficiencia.

Una vez que un modelo o programa completo se ha desarrollado, un proceso real puede ser diseñado y construido alrededor del proceso virtual. Esto permitirá al entorno virtual de manufactura evaluar factores físicos y reales, de manera que una vez simulados y analizados, los resultados puedan ser involucrados en el entorno real, transfiriendo de esta manera flexibilidad y la enorme abstracción del entorno virtual al mundo físico.

El intentar cubrir todas las actividades y funciones del ciclo de vida de un producto dentro de un entorno virtual para manufactura es algo complejo, debido a esto, Lin, E⁴ propone tres paradigmas para la manufactura virtual:

1.1.4. MANUFACTURA VIRTUAL CENTRADA EN EL DISEÑO: Provee a los diseñadores de las herramientas para diseñar productos que reúnan criterios de diseño.

- Predecir la fabricación, identificar problemas potenciales, mejorar el diseño.

1.1.5. MANUFACTURA VIRTUAL CENTRADA EN LA PRODUCCIÓN: Provee el medio para desarrollar y analizar alternativas de producción y planes de proceso.

- Generar, evaluar los planes
- Información sobre costos, horarios

1.1.6. MANUFACTURA VIRTUAL CENTRADA EN EL CONTROL: Permite la evaluación del diseño de productos, planes de producción y estrategia de control, además de un medio para mejorar de forma iterativa todo lo anterior a través de la simulación del proceso de control.

⁴ Lin, E., Minis, I., Nau, D. y Regli, W.: Contribution to Virtual Manufacturing Background Research. University of Maryland.

- Simular actividades de la planta
- Optimizar procesos, mejorar los sistemas de fabricación

La Figura 1.1 identifica los tipos de manufactura virtual y su relación con el proceso de desarrollo de un producto.

Del concepto de manufactura virtual se desprende uno nuevo denominado compañía virtual, y que Lin E.⁴, en el informe de contribución a la manufactura virtual define como una red multidisciplinaria rápidamente configurada por pequeñas firmas de procesos específicos, con el objetivo de encontrar una ventana de oportunidad para diseñar y producir un producto determinado.

Este concepto es interesante y agrega gran valor cuando cada una de las empresas que conforman el **cluster denominado compañía virtual**, han implementado en su interior alguno de los tipos de manufactura virtual, sumado a la incursión de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs), agregará valor competitivo al potenciar la forma de como los equipos de desarrollo comparten información, espacios, puntos de vista y llevan a cabo actividades tanto técnicas como de gestión de manera concurrente.

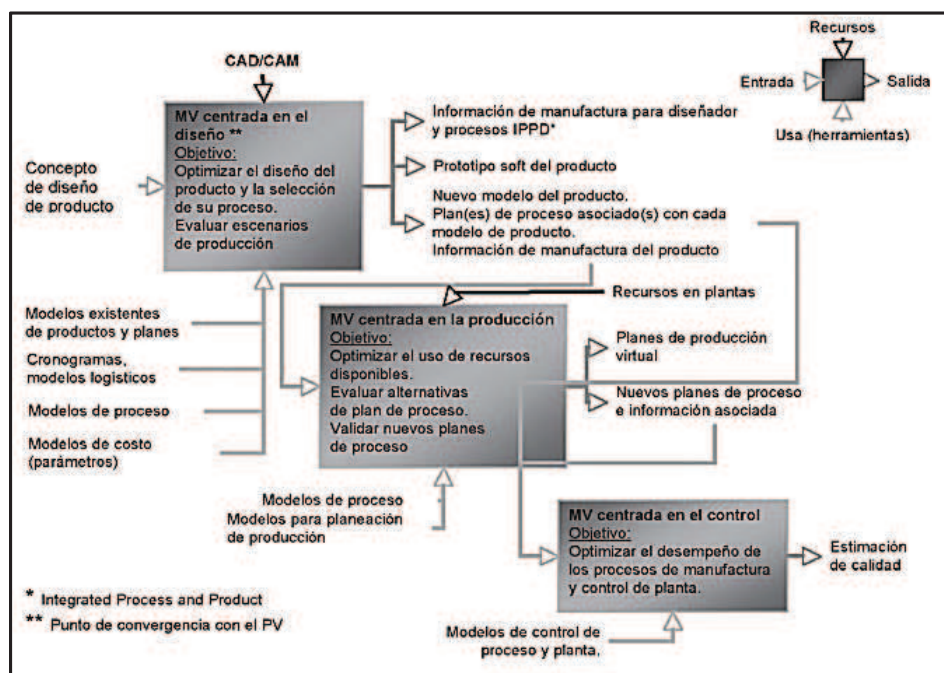


Figura 1. 1. Manufactura virtual y su relación con el proceso de desarrollo⁵

⁵ Gráfico tomado del trabajo Contribution to Virtual Manufacturing Background Research. University of Maryland.

Un alto porcentaje de los costos de un producto están involucrados con las etapas de diseño. Desde el punto de vista del ciclo de vida de un producto, la manufactura virtual provee a los ingenieros de diseño, proceso y producción, la posibilidad de validar sus diseños, la planeación de los procesos asociados y la planeación de las operaciones con respecto a la viabilidad técnica y costos. Esto es completado de forma temprana en la fase de diseño antes de realizar la producción real.

1.2. LA NOCIÓN FUNDAMENTAL

Manufactura virtual es un ambiente simulado por computador para el desarrollo de productos, en donde es posible **“hacerlos virtualmente”** antes de **“hacerlos en el mundo real”**. Simulaciones sobre partes del ciclo de vida proveerán precisión de datos que imposibiliten el desarrollo de un diseño difícil o imposible para fabricar.

1.2.1. LAS ÁREAS FUNCIONALES DEL CICLO DE VIDA DE UN PRODUCTO

Manufactura virtual incluyen una interfaz hombre – máquina (visualización),

- Desarrollo de proceso,
- Prototipado,
- Producción y
- Control en planta o taller.

Como se observa en estas áreas, tanto la realidad virtual como el prototipado virtual son relevantes para la manufactura virtual. La realidad virtual puede dar soporte al desarrollo enriquecido de interfaces gráficas de usuario para manufactura virtual, y de esta manera mejorar la integración del usuario dentro del sistema computacional.

1.3. EXPLICACIÓN DEL PARADIGMA.

En la industria moderna se tiene, por un lado, las ventajas y facilidades que permite el computador, esto es, teniendo un número de oportunidades generar una información, la cual, después de ser iterada hasta madurar, sirve para planear, cambiar, controlar o manejar un proceso específico; A esto se lo llama “Hacerlo en el computador”.

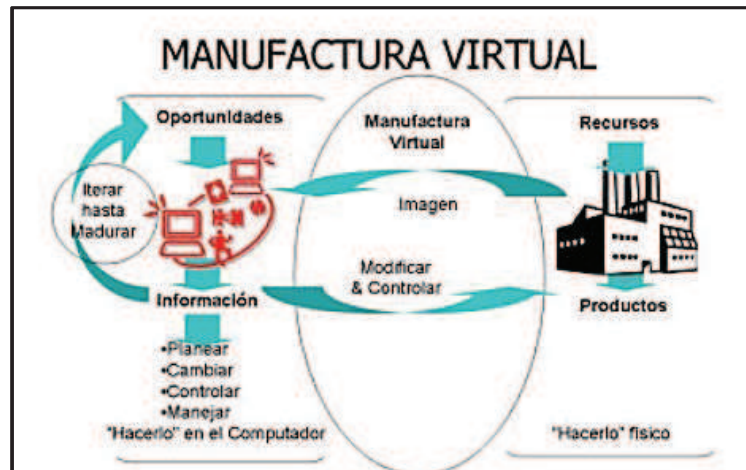


Figura 1. 2. Noción fundamental de la manufactura virtual⁶

Un ejemplo claro de esto es cuando se usa un software CAD – CAM, para realizar el modelo de una pieza; lo primero que se enfrenta es la idea que se tiene y de lo que se desea realizar, no sirve de nada sentarse al frente del computador sin saber qué es lo que se desea hacer.

La idea se transfiere al software CAD - CAM, el cual como primer resultado dará una imagen tridimensional del elemento que se obtiene en la imaginación. Luego esta pieza madura a través de la experiencia del diseñador, el cual modifica su idea con la ayuda del software, hasta que está madura a un punto de satisfacción. Paso seguido, el usuario puede generar la rutina de mecanizado que debe realizar la máquina para materializar su pieza, agregando toda una serie de parámetros de manufactura.

A continuación, se obtiene la materialización de los elementos en la industria; en la cual, se tiene los recursos disponibles en el medio y se genera el producto deseado. A esto se lo llama “Hacerlo físico”.

⁶ Shukla, C., Vázquez, M. y Chen, F.: “Virtual manufacturing: an overview” En: 19th international conference on computers and industrial engineering, Vol. 31, No. 1, pp. 79 – 82, 1996.

El paradigma de la Manufactura Virtual permite la combinación de las ventajas de ambos ambientes. El diseñador tiene la facilidad de probar el mecanizado de la pieza en el mismo espacio donde la diseña. Así, se puede realizar en el computador el diseño y mecanizado virtual de la pieza que está generando, con las fases intermedias como posicionamiento y reglaje.

1.4. PROTOTIPOS VIRTUALES

Los prototipos virtuales⁷ son programas de apoyo al diseño e ingeniería de productos en las que se puede modelar los sistemas mecánicos, simulando y visualizando sus movimientos en 3D, bajo condiciones reales de comportamiento.

De esta forma, se puede ir perfeccionando y optimizando el diseño del producto a través de estudios de diseño iterativos, antes de iniciar a construir el primer prototipo físico.

El propósito que se persigue con estas herramientas de apoyo al diseño e ingeniería de producto, es definir electrónicamente el producto, de tal modo que su evaluación y subsiguientes modificaciones sean realizadas sobre un prototipo virtual del producto.

Estos prototipos virtuales del producto, pueden ser modificados y sometidos a diferentes análisis por computadora, realizando sobre ellos los ajustes necesarios a un costo mucho más reducido, que si se tratase de prototipos físicos y con la ventaja añadida de una importante reducción en el tiempo total para realizar las tareas del diseño.

1.4.1. VENTAJAS

Entre las innumerables ventajas del prototipado virtual se destacan:

- Reducción tanto del tiempo como del papel necesario para realizar el diseño e ingeniería de producto, así como de los recursos invertidos en los prototipos físicos y materiales necesarios para la validación del diseño y su puesta en fabricación.

⁷ CARDONA QUIROZ, Jesús David. Desarrollo de entornos virtuales mediante RUP. Trabajo de grado (Master en Ingeniería de Software). Universidad Pontificia de Salamanca.

- Se consiguen prototipos de alta fidelidad con respecto al producto final, lo que permite la realización de evaluaciones cuantitativas.
- Conexión directa con sistemas de CAD - CAE.
- Reducción de costos.
- Entrega rápida de los nuevos diseños.

1.4.1.1. Herramienta

- Diseño sólido 3D.

1.4.1.2. Capacidades

- Representación de superficies complejas.
- Representación de condiciones de montaje.
- Acabados superficiales.
- Sistemas de iluminación.

1.4.1.3. Utilidades

- Concepto, estilo y aspecto.
- Volúmenes, masa y propiedades de inercia.
- Condiciones de montaje, ergonomía, etc.

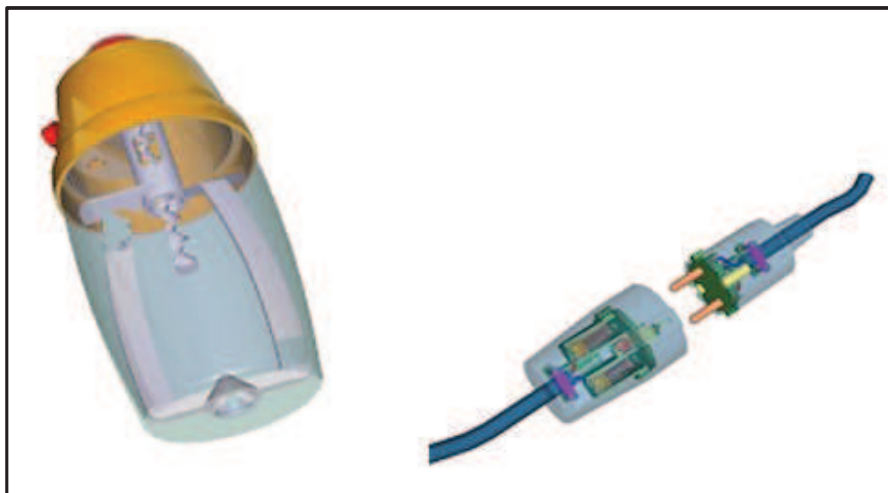


Figura 1. 3. Prototipos virtuales de una batidora y un enchufe.

1.5. EL DESARROLLO VIRTUAL DE UN PRODUCTO

Modelar el producto y su entorno para detectar problemas, generar alternativas y escoger la mejor

- Crear el producto directamente sobre un prototipo virtual
- Desarrollar el prototipo en sucesivos estados de diseño, sometiendo cada uno a un plan de ensayos virtuales.
- Terminado el desarrollo virtual construir un prototipo real y evaluarlo mediante ensayos reales, perfectamente instrumentados gracias a la información extraída de las simulaciones.

No hay que olvidar que para alcanzar los objetivos, el desarrollo virtual de productos, deberá utilizarse, teniendo en cuenta una serie de principios, como la introducción de cambios culturales, los organizacionales y los tecnológicos en las compañías⁸.

Las ventajas más relevantes que el desarrollo virtual de productos genera son:

- Acorta los tiempos de desarrollo de los productos.
- Menores cambios de ingeniería.
- Eleva la productividad.
- Aumenta la flexibilidad.
- Mejor utilización de los recursos.
- Productos de alta calidad.
- Reducción en los costos de desarrollo de los productos.
- Mejoras en calidad.

El hecho de que el desarrollo virtual de productos se esté convirtiendo en una práctica cada vez más común en la industria, hace que sea necesario disponer de sistemas de gestión de datos del producto que permitan a los diseñadores e ingenieros acceder a la información relativa a diseño y fabricación de modo integrado. La automatización y almacenamiento de los datos de producto en formato electrónico es un paso fundamental hacia la gestión integral de la información, así como en la compartición y puesta a disposición de esa información a los usuarios.

⁸ Marinov, V.: "A generic virtual machining process". En: The third world congress on intelligent manufacturing process and systems, Cambridge, MA, June 28 – 30, 2000.

Las tecnologías de apoyo a la función de diseño e ingeniería son un conjunto de herramientas (hardware y software) y procedimientos (metodología), desarrollados para recoger y canalizar las intenciones y necesidades de los diseñadores e ingenieros, de modo que permitan abordar el Diseño de un Producto de una forma eficiente y eficaz, relacionando correctamente todos los aspectos y personas que intervienen en dicho diseño y estableciendo así el primer eslabón del Desarrollo virtual de productos.

En la figura siguiente, se pueden observar las diferencias que experimentan los costos de los cambios realizados al producto en función del enfoque utilizado en su proceso de diseño, destacando el hecho de que el importe de las inversiones en las etapas iniciales de diseño e ingeniería para construir prototipos virtuales y realizar análisis por computadora de dichos prototipos virtuales, es menor que el costo de realizar modificaciones al producto en fases de desarrollo más avanzadas, siendo esta diferencia muy importante si los cambios sobre el producto se han de efectuar una vez iniciada su fabricación.

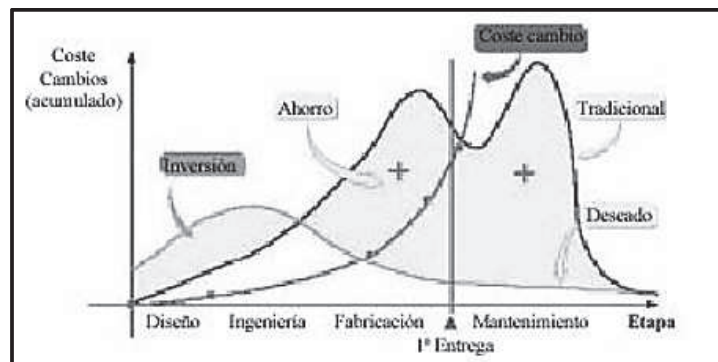


Figura 1. 4. Gráfica comparativa de costos.

1.6. REALIDAD VIRTUAL

A finales de los 80's, los gráficos por computadora ingresaron en una nueva época. No era solo las soluciones tridimensionales (3D), comenzaron a reemplazar los enfoques bidimensionales y de dibujo de líneas (2D), sino que también existía la necesidad de un espacio de trabajo totalmente interactivo generado a través de la tecnología⁹.

⁹ Jon Peddie, edit. Mc Graw Hill, USA, 1992, pág. 185, 235.

A partir de principios de los años 90's, estas soluciones se han visto enriquecidas con sensaciones del mundo real a través de estímulos visuales, auditivos y de otro tipo que afectan al usuario de manera interactiva. Esto es en esencia se llamara Realidad Virtual.

La Realidad virtual, ¿un nuevo descubrimiento? En verdad la idea lleva rondando hace unos 25 años, pero es ahora cuando la expresión está aflorando en todas partes, en revistas de moda, cadenas de televisión por cable, en la manufactura e incluso como otra amenaza posible de la industria japonesa. Abundan los rumores sobre especuladores que invierten millones en el uso de Realidad Virtual como medio de entretenimiento, mientras las universidades buscan desesperadamente **subvenciones** para sus investigaciones.

El diccionario define a la palabra virtual como "que existe o resulta en esencia o efecto pero no como forma, nombre o hecho real", y a la palabra realidad como a "la cualidad o estado de ser real o verdadero". Es fácil imaginar el campo de acción que tendrán con esta definición los filósofos e investigadores de hoy en día.

En cualquier caso, tecnológicamente hablando, la Realidad Virtual, ha sido definida de varias maneras específicas, por ejemplo, como una combinación de la potencia de una computadora sofisticada de alta velocidad, con imágenes, sonidos y otros efectos. Otras definiciones son:

- 1.6.1. **UN ENTORNO EN TRES DIMENSIONES**, sintetizado por computadora en el que varios participantes acoplados de forma adecuada pueden atraer y manipular elementos físicos simulados en el entorno y, de alguna manera, relacionarse con las presentaciones de otras personas pasadas, presentes o ficticias o con criaturas inventadas.
- 1.6.2. **UN SISTEMA INTERACTIVO COMPUTARIZADO**, tan rápido e intuitivo que la computadora desaparece de la mente del usuario, dejando como real el entorno generado por computadora, por lo que puede ser un mundo de animación en el que se puede adentrar.

Sin embargo, a pesar de que todas estas definiciones son válidas, no muestran totalmente toda la potencia, todo el jugo que se puede extraer de esta, no tan nueva tecnología o forma de trabajar, por lo que la definición más sencilla y la más general es:

“La Realidad Virtuales aquella forma de trabajo donde el hombre puede interactuar totalmente con la computadora, generando ésta, espacios virtuales donde el humano puede desempeñar sus labores y donde el humano se comunica con la computadora a través de efectores o dispositivos de interacción”.

Cabe recordar que la Realidad Virtual¹⁰ explota todas las técnicas de reproducción de imágenes y las extiende, usándolas dentro del entorno en el que el usuario puede **examinar, manipular e interactuar** con los objetos expuestos. Ahora se cree que después de haber diferenciado lo que es real de lo virtual se puede dar una definición bastante específica de lo que es realidad virtual que a continuación se enuncia.

"La realidad virtual es la manipulación de los sentidos humanos (siendo actualmente el tacto, la visión y la audición) por medio de entornos tridimensionales sintetizados por computadora en el que uno o varios participantes acoplados de manera adecuada al sistema de computación interactúan de manera rápida e intuitiva que la computadora desaparece de la mente del usuario dejando como real el entorno generado por la computadora".

1.7. ANTECEDENTES MÁS IMPORTANTES.

En cuanto al origen de la realidad virtual, la mayoría de la gente tiene la falsa idea de que la realidad virtual es un nuevo concepto, ya que fue introducido en el año de 1965 por Iván Sutherland a través de la publicación de un artículo de su propiedad titulado "The ultimate display" (**VER ANEXO A. EVOLUCIÓN DE LA REALIDAD VIRTUAL.**), en el cual se describía el concepto de realidad virtual. El trabajo inicial del Doctor Sutherland fue básico para investigaciones subsecuentes en este terreno.¹¹

“La pantalla es una ventana a través de la cual se puede ver un mundo virtual. El desafío es hacer que el mundo parezca real, actúe real, suene real, se sienta real”¹²

¹⁰ Realidad Virtual "Aplicaciones Prácticas en los Negocios y la Industria". Dimitris N. Chorafas & Heinrich Steinmann, edit. Prentice Hall, México, 1996, pág. 20-296

¹¹ ARCELIA EDITH UGARTE JAIME. "Aplicaciones De La Realidad Virtual". [Citado mayo 15 2003]. Disponible en Internet en: <http://dgep.posgrado.unam.mx/ppcpys/ciberland/articulo/articulo-aplicaciones-realidad-virtual.htm>

¹² Sutherland IE (1965), The Ultimate Display, Proceedings IFIP Congress 1965.

1.7.1. APLICACIONES.

En esta etapa ya se empieza a superar la fase en la que la realidad virtual tiene una vertiente principalmente orientada hacia los juegos; si bien es cierto el ocio es uno de sus puntos fuertes, esta tecnología puede dar mucho más.

La realidad virtual es una nueva tecnología que posee enormes expectativas. Consiste en simulaciones tridimensionales interactivas que producen ambientes y situaciones reales y pueden ser aplicadas en muchos campos y diversos proyectos de interés.

Algo muy importante es que los mundos simulados no necesariamente tienen que adaptarse a las leyes físicas naturales; es por esta característica que la realidad virtual se presta para ser aplicada a cualquier campo de la actividad humana. Si bien es cierto, habrá algunas aplicaciones mucho más apropiadas que otras, en sus orígenes, se tenían aplicaciones de realidad virtual de tipo de simulaciones militares y juegos, en la actualidad han trascendido a muchos campos.



Figura 1. 5. Dispositivo para Realidad Virtual.

1.7.1.1. Enfoque de la Realidad Virtual.

Es importante mencionar que el **enfoque de la realidad virtual**, aplicado al campo educativo es de gran expectativa ya que se crea el concepto de universidad virtual, en el cual diferentes grupos acceden a esta tecnología, para entrenar o enseñar. Principalmente se utilizan estos en las universidades en las aplicaciones a la medicina, automotriz, aeronáutica, militares entre otras.

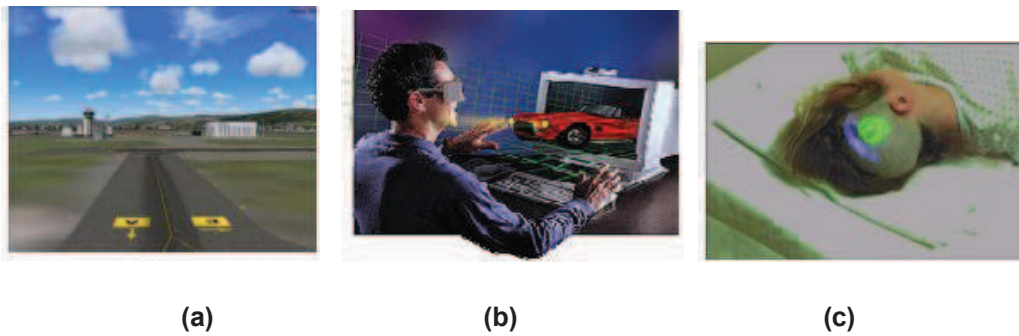


Figura 1. 6. (a) Aeronáutica, (b) Industria Automotriz, (c) Medicina.

Como se conoce, existe cierto número de implementaciones de realidad virtual. Los resultados obtenidos hasta el momento sugieren que muchas aplicaciones podrán beneficiarse de las nuevas tecnologías de realidad virtual, incluyendo el diseño de equipo e instalación, la Medicina, las Ciencias e Ingeniería, la Industria, la Educación, como se verá a continuación.

Desgraciadamente la experiencia virtual nunca será experiencia real, incluso con toda la tecnología del mundo, una persona que no puede caminar todavía no puede hacerlo. En cualquier caso, una experiencia virtual cuidadosamente diseñada puede aproximar en la mente de una persona la participación, proporcionar un sentido de control sobre el entorno, aunque sea virtual y facilitar, en gran medida los procesos de aprendizaje y entrenamiento.

1.7.2. APLICACIONES EN LA INDUSTRIA, DISEÑO Y FABRICACIÓN.

Los sistemas CAD (diseño asistido por computadora) son conectados a los sistemas CAM (fabricación asistida por computadora), que son dirigidos por los sistemas de modelos CAPP (planificación de procesos asistida por computadora). Las técnicas de Realidad Virtual de visualización serán adoptadas en cualquier etapa del proceso de fabricación en la que se haya demostrado la utilidad del procesamiento sofisticado de imágenes.

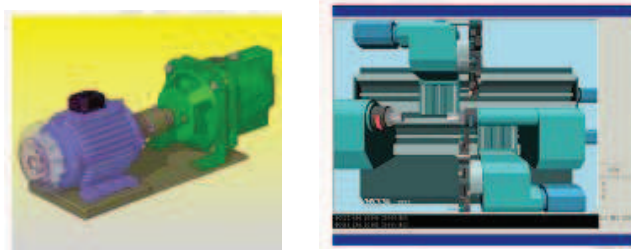


Figura 1. 7. Simulación CAD y CAM.

Se vive en un mundo de diseño, el diseño es el primer paso en el proceso de la construcción de un producto, es el plano de una casa, el esquemático de un juguete electrónico y el diseño en tercera dimensión del motor de un jet. El diseño asistido por computadora es una área donde la computadora ha contribuido en la productividad. Los productos como el Autodesk y el AutoCAD permiten a los diseñadores rápidamente crear y editar diseños complejos en computadoras personales para toda clase de productos. Ya muchas compañías tienen equipos de diseñadores trabajando en conjunto sobre redes de computadora intercambiando archivos, trabajando en proyectos comunes y colaborando juntos. La combinación de estos sistemas con una interface de realidad virtual es la próxima etapa del diseño asistido por computadora.



Figura 1. 8. Software Diseño y Simulación

El proyecto de desarrollo de productos utiliza métodos y técnicas de diseño, la mayoría de ellas asistidas por computadora, las cuales soportan y aceleran el lanzamiento del producto¹³. Las técnicas más habituales y conocidas son las que corresponden al modelado geométrico tridimensional de los sistemas de diseño asistido por computadora, CAD y el análisis de ingeniería, por ejemplo; el análisis cinemática y dinámico, el análisis de esfuerzos y los cuales se encuentra dentro de la denominación de ingeniería asistida por computadora, CAE, por sus siglas en inglés.

¹³ Cruz M., García V., Hernández G. "Análisis de Flujo en el Diseño de Componentes de Plástico en Electrodomésticos"



Figura 1. 9. Simulación CAE

Con este tipo de herramientas se pueden visualizar y analizar los prototipos virtuales del producto, dentro de las limitaciones propias de los dispositivos de salida asociados a este tipo de sistemas, tales como visualización bidimensional del objeto tanto en la pantalla como en la impresión en papel.

1.7.2.1. Técnicas de realidad virtual.

Es por esto que el uso de las técnicas de Realidad Virtual de visualización del producto proporciona una serie más amplia de opciones para el diseño y el análisis de ingeniería¹⁴. Esto, hoy en día es una realidad para la industria nacional, ya que, empresas que desarrollan y comercializan electrodomésticos, hacen uso de la realidad virtual para el diseño de apariencia de sus productos.

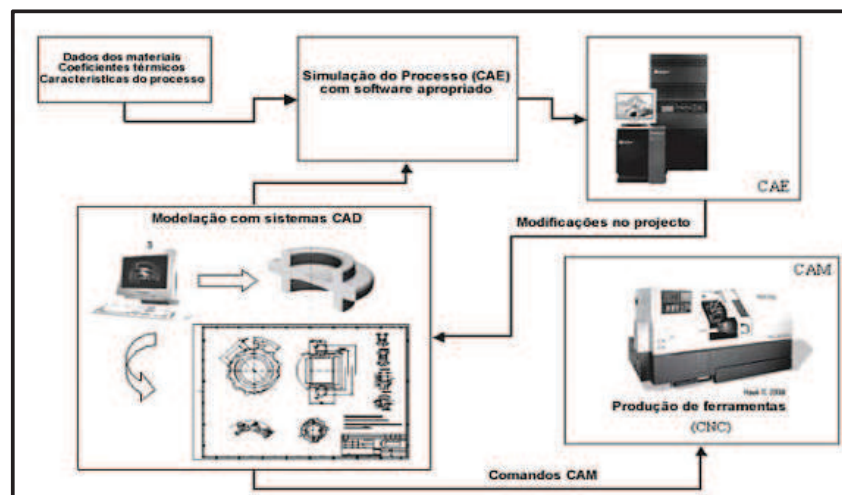


Figura 1. 10. Sistemas CAD, CAM, CAE.

¹⁴ L. Casey Larijani, "Realidad Virtual", McGraw-Hill, 1994. Pág. 161.

1.8. FACTORES HUMANOS.

La Realidad Virtual cambiara el trabajo de diseño y su forma de realizarlos mediante el posicionamiento dentro del diseño mismo y eliminando la necesidad de los modelos. El Instituto de Investigación Alias de Canadá está explorando el cómo el **diseño virtual** puede acortar el proceso de diseño, reducir errores y eliminar pasos redundantes, tales como creaciones repetitivas de productos de modelos, originalmente diseñados para cumplir con las necesidades de los animadores de computadora, los productos de software de las compañías usadas por los diseñadores en las compañías tales como la General Motors, BMW, Honda, Sony y otras.

El primer paso es mejorar el proceso de diseño de automóviles, mediante la incorporación de Realidad Virtual de alta resolución. Utilizando este sistema los diseñadores pueden compenetrarse en el diseño propuesto y experimentar más completamente el diseño, a diferencias de una imagen de dos dimensiones, los diseñadores que utilizan el software de CAD's están siempre buscando trabajar más rápido con diseños más complejos e integrar sus modelos en una representación confiable en vez de tener que trabajar en diferentes partes.

1.9. FASE DE DISEÑO DEL PRODUCTO.

Por diseño se entiende al proceso que transforma los requisitos en las características especificadas de un producto.

El diseño contempla: geometría, condiciones de operación, funcionalidad, materiales, problemas técnicos de manufactura y costos. Se puede realizar una taxonomía del diseño en función del nivel de originalidad del diseño, presentándose tres casos: diseño innovador, adaptativo y evolutivo.

En el primer caso, el problema a resolver se aborda mediante un nuevo principio de solución y requiere un esfuerzo especial a lo largo de todas las etapas del diseño ya que la experiencia acumulada en anteriores diseños no se podrá trasladar.

En el diseño adaptativo, el problema se acomete manteniendo los principios de solución conocidos y establecidos para otros productos. Finalmente.

En el diseño evolutivo las especificaciones del problema varían ligeramente y se puede resolver mediante la modificación de un diseño anterior. Por lo tanto, en el diseño innovador es donde se cuenta con menos información y por lo cual se requiere de más recursos con el fin de lograr el lanzamiento exitoso de un producto nuevo. Para los tres casos, la definición del problema involucra la voz del cliente, incluyendo las características físicas y funcionales, costos, calidad y desarrollo operativo; la síntesis y el análisis están altamente relacionados y se llevan a cabo en forma iterativa en el proceso de diseño.

La figura 1.11, muestra la relación entre el proceso clásico de diseño y los módulos de un ambiente de diseño e ingeniería asistidos por computadora ¹⁵ y se agrega el soporte que proporciona la realidad virtual inmersiva para llevar a cabo las revisiones de la fase de diseño.

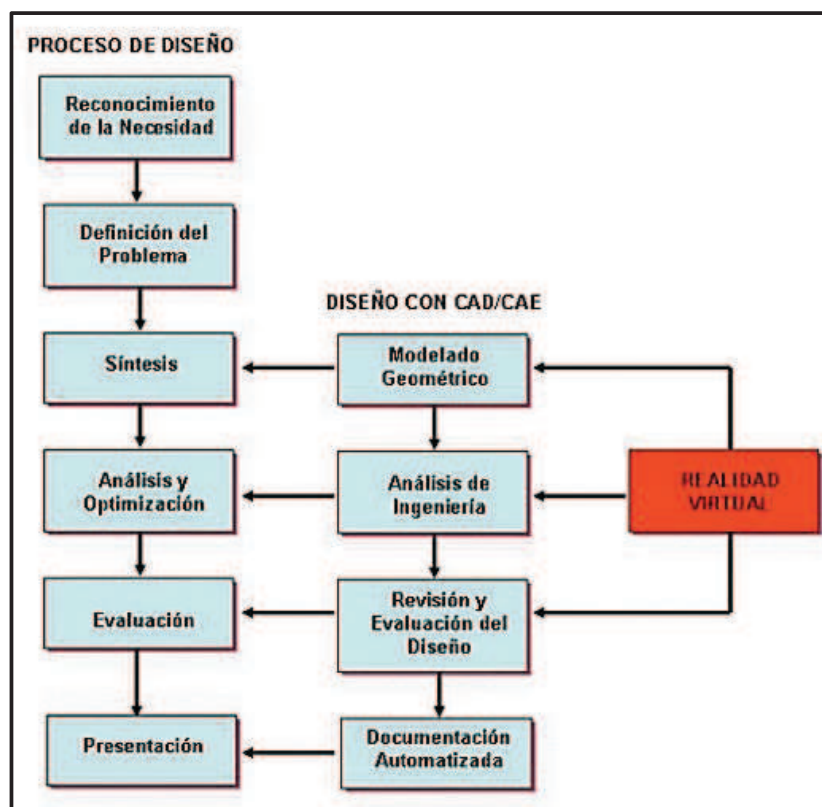


Figura 1. 11. Proceso de diseño y realidad virtual.

¹⁵ Álvarez M. Gabriel, "Modelado Geométrico por Computadora", DEPI, UNAM, 1990

1.10. REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA

Se puede definir la realidad virtual como la representación de objetos del mundo real a través de medios electrónicos. Existen dos tipos de realidad virtual:

1.10.1. **LA REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA**¹⁶, es aquella que se da en un ambiente 3D con el cual los usuarios pueden interactuar a través de cascos, guantes y otras accesorios para el cuerpo.

1.10.2. **LA REALIDAD VIRTUAL NO INMERSIVA**, en la que el usuario interactúa con el mundo virtual de manera más sencilla, con la utilización de teclado y el ratón.

Técnicamente hablando, la realidad virtual inmersiva es una interfaz humano-máquina avanzada que permite experimentar de manera multi sensorial, una simulación computarizada de manera interactiva y en tiempo real. Consta de equipamientos, instalaciones, software, hardware y aplicaciones diseñadas para tal fin.

En el proceso cognitivo asistido por esta herramienta, resaltan dos factores principales: el aspecto sensorial en la percepción del mundo virtual (la inmersión) y las formas de interacción del usuario con él.¹⁷

Son aplicaciones de realidad virtual inmersiva aquellas que son experimentadas con varios de los sentidos, en especial la visión, la audición y el tacto. La calidad del sonido tridimensional contribuye mucho a la sensación de inmersión.

1.11. USO DE LA REALIDAD VIRTUAL COMO MEDIO DE APOYO EN LOS PROCESOS EDUCATIVOS

La tecnología de la Realidad Virtual (RV) ha sido ampliamente señalada como un desarrollo tecnológico importante que puede apoyar al proceso de enseñanza - aprendizaje de varias formas. Algunas de sus excepcionales capacidades son la posibilidad de permitir a los estudiantes la visualización de conceptos abstractos, observar eventos a escalas atómicas o planetarias, o visitar ambientes e

¹⁶ CARDONA QUIROZ, Jesús David. Desarrollo de entornos virtuales mediante RUP. Trabajo de grado (Master en Ingeniería de Software). Universidad Pontificia de Salamanca.

¹⁷ Lucet L. Geneviève, Espinosa J. Daniel, "IXTLI, un espacio para el aprendizaje y descubrimiento asistidos por la realidad virtual", Mensaje Bioquímico, Vol. XXVIII. Depto. Bioquímica, Fac. Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México. Cd. Universitaria, México, DF, México, 2004.

interactuar con eventos que la distancia, el tiempo o los factores de seguridad los hacen completamente inalcanzables en condiciones reales.

Las actividades educativas que pueden ser soportadas por estas capacidades de la RV, conducen a la opinión actual de que los estudiantes podrán:

- Alcanzar un mejor dominio,
- Retención y
- Generalización de los nuevos conocimientos

En la medida en que se involucren activamente en la construcción de ese conocimiento en situaciones de aprendizaje activo (es decir, aprender haciendo) y alcanzar un aprendizaje más significativo.

Cuando la percepción de los sentidos es amplificadas se pueden sobrepasar algunas de las limitaciones del cuerpo humano como son:

- Se puede ver más rápido o más claro,
- escuchar sonidos con frecuencias que se encuentran fuera del intervalo audible.
- tocar objetos de dimensiones microscópicas o astronómicas, que se pueden encontrar a miles o millones de kilómetros de distancia.

Desde este punto de vista, la RV puede mejorar la experiencia acerca del mundo real.

“Esta es una tarea que compromete no sólo al conocimiento científico-tecnológico y a las destrezas técnicas, sino también, y por encima de todo, a la racionalidad del ser humano en toda su extensión: su pensamiento crítico, su juicio ético y su sensibilidad existencial. Es por esta razón que es indispensable que la innovación tecnológica se acompañe de innovación pedagógica para lo cual es necesario incorporar los cambios estrictamente técnicos en el marco de proyectos diseñados y fundamentados desde el campo de conocimientos de la educación y con el concurso de los actores de los procesos, especialmente los cuerpos docentes.”¹⁸

¹⁸ RAMON BENITEZ GARCIA. “la educación virtual. Desafío para la construcción de culturas e identidades”. Ensayo. Febrero 2004.

1.12. LA REALIDAD VIRTUAL Y LA ENSEÑANZA EN INGENIERÍA

La aplicación de la Realidad Virtual en el ámbito de la enseñanza en ingeniería, se enmarca dentro del concepto conocido como Enseñanza Asistida por Computador (CBL, Computer Based Learning), cuyo objetivo es flexibilizar la instrucción práctica o entrenamiento de los estudiantes a fin de que éstos sean libres de aprender en forma individual y en el momento que sea.



Figura 1. 12. Ambiente Virtual de control y familiarización con los movimientos de un brazo robótico.

Entre las ventajas más importantes de impartir este tipo de enseñanza se encuentran:

- El aprendizaje es individualizado.
- El CBL proporciona una retroalimentación instantánea en el desempeño de las actividades de aprendizaje.
- Se estimula el aprendizaje activo en vez del aprendizaje pasivo.
- Todos los estudiantes continúan aprendiendo hasta que logran cierta competencia.
- El CBL permite una variedad de estrategias de enseñanza/aprendizaje, alguna de las cuales son difíciles de establecer y/o administrar en una situación en grupo.
- Se minimizan los problemas de transferir el aprendizaje.

- El aprendizaje es auto controlado en su ritmo de avance, de manera que el capacitando tiene cierto control sobre el grado de aburrimiento o de tensión que se sufren.
- Los docentes se involucran menos en presentaciones, y tienen más tiempo para el trabajo de desarrollo de cursos y para dar una atención personalizada a los estudiantes.



Figura 1. 13. Ambiente virtual de una Máquina CNC. ¹⁹

Hoy en día es posible manufacturar en el computador, además, se puede hacer en varios niveles de complejidad y con diferentes tipos de inmersión utilizando la realidad virtual. Este proyecto pretende desarrollar una herramienta virtual como ayuda para el aprendizaje del proceso de mecanizado en un torno CNC, utilizando un software de simulación 3D, la base para lograr simular el proceso de mecanizado se encuentra en los modelos analíticos, matemáticos, físicos y de programación para realidad virtual que se representan en el proceso que realiza la máquina CNC, siendo posible de esta manera trabajar en la máquina virtual como si se hiciera en su homóloga real, por ejemplo, simular la trayectoria de mecanizado, cambios de herramienta, velocidad, colisiones etc., en esta primera etapa se desarrolló la posibilidad que el simulador obedezca órdenes para realizar trayectorias de mecanizado de cilindros en un torno CNC, los autores bajo esta misma metodología pretenden desarrollar a futuro modelos que puedan llegar a simular el proceso básico de vida de las herramientas, fuerzas de corte, exactitud dimensional del proceso de corte de metal, costo, eficiencia o alguna otra medida de desempeño.

¹⁹ Peng ShengHsu, "Study on Kinematic Movements for Multi-axis Machine Tool by Virtual Reality", Master Thesis, Department of Mechanical Engineering, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan, R.O.C., 2001

CAPÍTULO 2

ENLACE DE LOS SISTEMAS CAD – CAM – CNC

2.1. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad, el Ecuador se ha convertido en un país industrializado donde la tecnología nos brinda una cierta cantidad de programas de diseño y manufactura (CAD – CAM – CNC), que permiten al usuario, pudiendo ser este un estudiante, un trabajador o una empresa una fácil y rápida simulación acerca del proceso de fabricación que va a requerir para realizar su producto. **(VER ANEXO B. EMPRESAS E INSTITUCIONES QUE UTILIZAN MAQUINAS CNC.)**

2.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MECANIZADO

El **proceso de mecanizado** tiene como objetivo transformar la materia prima de entrada en un producto de valor agregado de salida. Como indica la Figura 2.1.

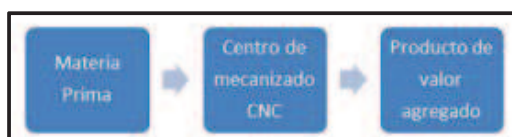


Figura 2. 1. Proceso de manufactura.

En el **proceso de transformación** de la materia prima realizado por el centro de mecanizado CNC, se encuentran sub-procesos que se encargan de ejecutar tareas específicas para en conjunto cumplir el objetivo principal “Realizar el mecanizado”, la Figura 2.2 ilustra la red del proceso.



Figura 2. 2. Red proceso – subprocesos de un centro de mecanizado CNC.

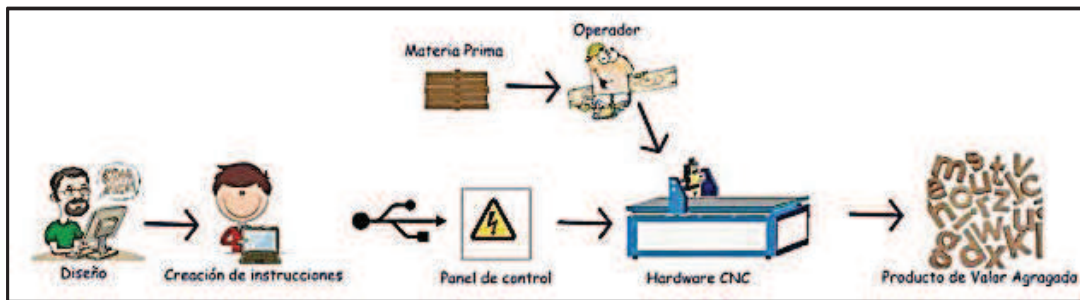


Figura 2. 3. Ilustración del proceso para realizar el mecanizado CNC.

2.2. SISTEMAS CAD – CAM

Esta sección describe el Diseño Asistido por Computador (CAD, Computer Aided Design) y la Manufactura Asistida por Computador (CAM, Computer Aided Manufacturing), indicando la correlación entre ellos y su aplicación²⁰.

2.2.1. DESARROLLO DEL CAD - CAM

Los sistemas CAD se desarrollaron primero y sirvieron de base para los sistemas CAM, a continuación se presenta un resumen cronológico²¹.

- En 1957. Douglas T. Rosse del MIT desarrollo el sistema APT (Automatic Programmed Tooling) “Herramienta Automática Programada”, sirviendo de fundamento para la programación de la geometría y parámetros de maquinado.
- En la década de los 60’s se crea el CAD en MIT por Ivan Sutherland.
- En la década de los 70’s la NASA integra la tecnología CAM a la CAD.
- En los años 80 e inicios de los 90 se dieron grandes avances en la aplicación de los sistemas CAD/CAM, principalmente por el desarrollo informático.

2.2.1.1. En la actualidad. Los sistemas CAD - CAM son diseñados para automatizar funciones manuales, semiautomáticas, peligrosas o donde el grado de precisión es muy alto.

²⁰ Sistemas CAD/CAM, Simón Millán, 2007.

²¹ J. LASHERAS, “Tecnología mecánica y metrotecnica”. Donostiarra S.A, España. 1996.

La implementación de sistemas CAD - CAM se ve limitada por el factor económico, depende de cuánto de tecnología se necesitará en el mecanizado. Por ejemplo si el mecanizado se realiza de una solo figura geométrica con muy pocos cambios se implementa un CAD simple, cuando se tiene varios modelos de maquinado que van cambiando en el tiempo entonces se requiere de un CAD - CAM avanzado.

FASE DE DISEÑO	HERRAMIENTAS CAD REQUERIDAS
Conceptualización del diseño Modelación del diseño y Simulación	Herramientas de modelado geométrico Las anteriores más herramientas de animación, ensamblaje y aplicaciones de modelado a medida
Análisis del diseño	Aplicaciones de análisis generales (FEM), aplicaciones a medida
Optimización del diseño	Aplicaciones a medida, optimización estructural
Evaluación del diseño	Herramientas de acotación, tolerancias, listas de materiales
Informes y documentación	Herramientas de dibujo de planos y detalles Imágenes, documentación.

Tabla 2. 1. Herramientas CAD para el proceso de diseño

FASE DE FABRICACION	HERRAMIENTAS CAM REQUERIDAS
Planificación de procesos	Herramientas, análisis de costos, Especificaciones de materiales y herramientas
Mecanizado de piezas	Programación de Control Numérico
Inspección	Aplicaciones de Inspección
Ensamblaje	Simulación y programación de robots (Sin usos importantes en Construcción Naval)

Tabla 2. 2. Herramientas CAM para el proceso de fabricación

2.3. COMPONENTES DEL CAD - CAM

El fundamento de los sistemas de diseño y fabricación asistidos por ordenador son muy amplios, abarcando múltiples y diversas disciplinas, entre las que cabe destacar las siguientes:



Figura 2. 4. Componentes del CAD/CAM

Otra alternativa de estudiar los componentes del CAD/CAM se basa en cómo se implementan. Según este criterio el CAD estaría formado por el hardware más el software de diseño y el CAM estaría formado por el hardware más el software de fabricación y además el mecanismo de comunicación necesario para establecer la comunicación con las máquinas y robots.

2.4. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS CAM

Los sistemas CAM, se clasifican según, por el tipo de máquinas herramienta al cual es aplicado, por los tipos de dimensiones o grados de libertad y por la forma en que se realiza el proceso de maquinado.

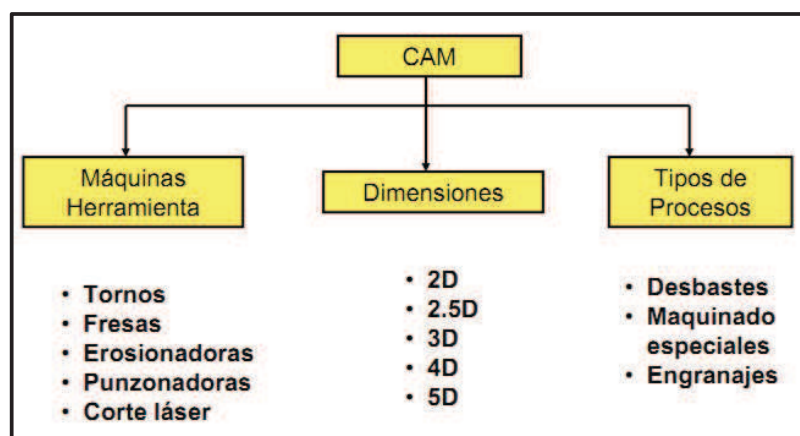


Figura 2. 5. Clasificación de los sistemas CAM.

2.5. SOFTWARE CAD - CAM

Existe varios software CAD – CAM en el mercado, para diferentes tareas y presupuestos, con características propias que los distinguen de los demás, como por ejemplo los grados de libertad que pueden manejar, el tipo de control, el número de herramientas adicionales que puede programar, la posibilidad de visualización y simulación, características que inciden en el costo, el cual puede variar desde unos cuantos cientos de dólares a los miles de dólares.

Algunos software comerciales CAD - CAM son:

Unigraphics	Vericut
BobCAD/CAM	MasterCAM
EdgeCAM	Solidworks
WorkNc	Camlink
XCAM	SurfCAM
GMS	Hypermill
Camworks	MazaCAM

Tabla 2. 3. Software Comerciales.

2.5.1. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS CAD - CAM

La función principal del CAD, es la de diagramar, dibujar en forma de vectores el proyecto a mecanizar. Las herramientas que poseen van desde el modelado geométrico hasta aplicaciones desarrolladas específicamente para el análisis u optimización de un producto o prototipo²².

²² R. MEJÍA, "Tecnología Aplicada a Los Procesos de Manufactura", Universidad Autónoma de México, Editorial FCA, México, 2000.

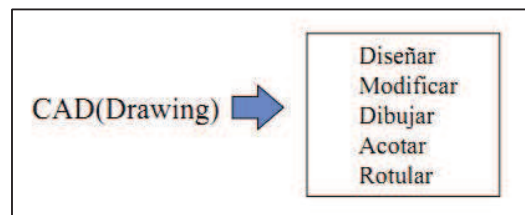


Figura 2. 6. Funciones del CAD.



Figura 2. 7. Capturas de Pantalla de Software CAD.



Figura 2. 8. Ejemplos de Software CAD.

El programa de mecanizado se lo obtiene por medio de los sistemas CAM, los cuales toma información del diseño gráfico "CAD" y genera instrucciones de los movimientos que debe seguir la herramienta o spindle para fabricar la pieza deseada.

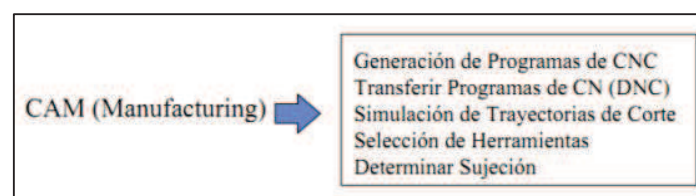


Figura 2. 9. Funciones del CAM.

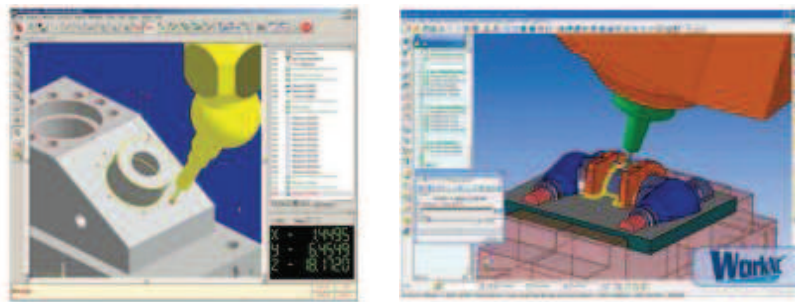


Figura 2. 10. Capturas de Pantalla de Software CAM.



Figura 2. 11. Ejemplos de Software CAM.

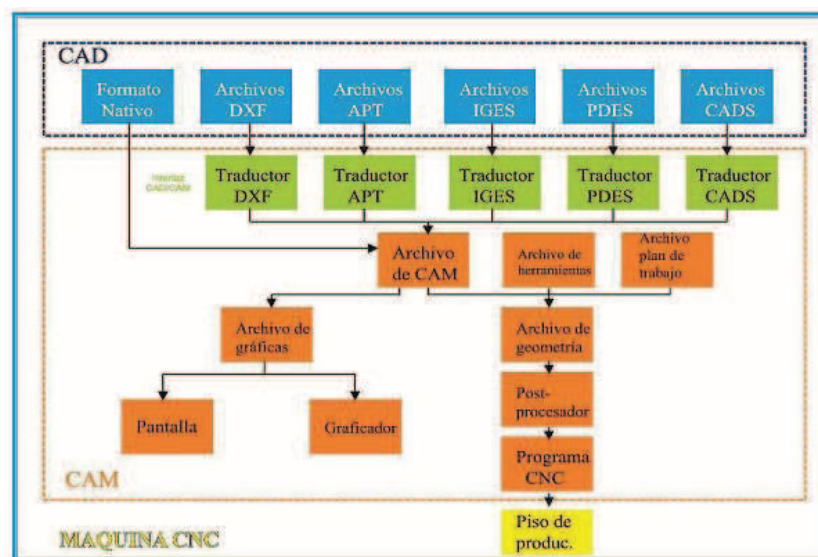


Figura 2. 12. Esquema de un sistema CAD - CAM.

CAD – CAM - CNC. Es un proceso asistido por computador para transformar una idea en una pieza terminada.



Figura 2. 13. CAD-CAM-CNC

2.6. POST PROCESADORES

Un sistema CAD – CAM, es la interfaz entre el diseñador y el programa a mecanizar, realiza funciones como: cálculos trigonométricos, elaborar código de instrucciones de desplazamiento de todos los ejes para alcanzar la trayectoria deseada, definir velocidades de corte, taladrado y movimiento tanto de los ejes como spindle, también de acuerdo a las características del software genera instrucciones para el accionamiento del cambio de herramienta, cambio de piezas, refrigerante, aspirado, sensores.

Sin embargo la interfaz entre el software y la máquina CNC no la realiza el software CAD / CAM, por lo que se requiere de un programa adicional diseñado para cada tipo de máquina que transforme las instrucciones, en un código mediante la Norma 6983, que pueda entender y ejecutar, el cual es conocido como post procesador que es propio de cada controladora CNC que se comercializa o diseña.

Los controladores son diseñados bajo normas reconocidas internacionalmente, las principales son:

ISO 6983	Normas de simulación y mecanizado ISO.
EIA RS274	Generación de programa de maquinado.
ISO - R841	Define la nomenclatura de los ejes de movimiento, su objetivo es simplificar la programación y facilitar la construcción y operación de máquinas CNC.

EIA 267-C	Sistema de coordenadas de maquina
DIN 66025	Desarrollo de programas de control numérico
RS274NGC	Interprete CNC, Dependiendo del software de control de la maquina CNC.

Tabla 2. 4. Normas CNC.

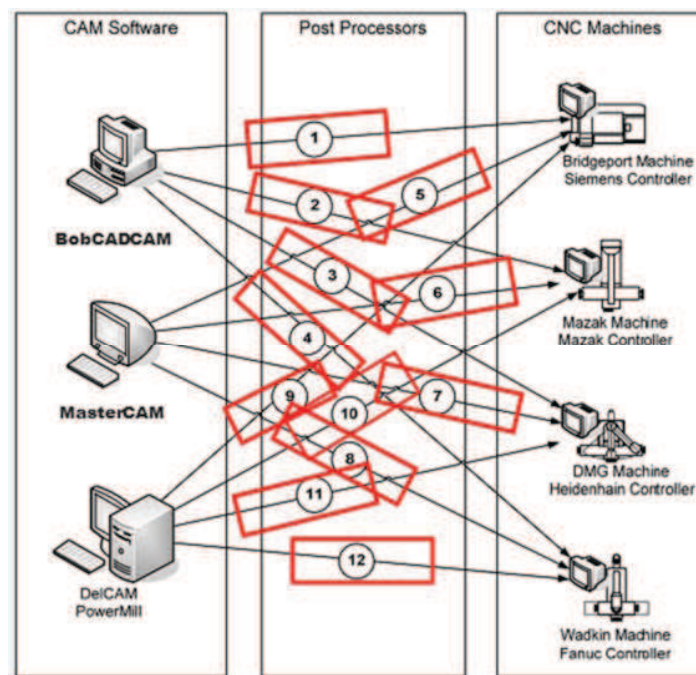


Figura 2. 14. Sistema General de Utilización de los Post Procesadores en las máquinas.

2.7. PROGRAMACIÓN EN CÓDIGOS “G” O CÓDIGOS ISO/EIA.

El código ISO comúnmente conocido como el lenguaje G, se compone de letras que siempre van en mayúsculas y se conoce como direcciones.

Las letras se combinan con números y a ese conjunto se le llama instrucción, varias instrucciones en la misma línea se llaman bloques; la máquina ejecuta las ordenes por bloques.

Entre las operaciones de maquinado que se pueden realizar en una máquina CNC se encuentra las de torneado, fresado, corte, y soldadura (**VER ANEXO C. MAQUINAS HERRAMIENTAS SEGÚN SU FUNCIÓN**), Sobre la base de esta combinación es posible generar la mayoría de piezas en la industria.

2.7.1. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN DE CONTROL NUMÉRICO

Para generar un programa CNC es necesario identificar el código de letras utilizado para este fin. (**VER ANEXO D. LETRAS DE FUNCIONES PROGRAMADAS**), se puede ver las letras que caracterizan las funciones programables, se trata de un extracto de la norma DIN que sigue siendo válida para la mayoría de los controladores de máquinas-herramientas de control numérico²³.

2.7.2. ESTRUCTURA DE UN PROGRAMA CNC.

Todos los programas deben tener un nombre o un número identificador. Algunos controles numéricos solo aceptan números. Los programas CNC están compuestos por bloques sucesivos.

Cada uno de éstos es una instrucción para el control. Los bloques pueden estar numerados ó no.

De no estarlos el control los ejecutará en el orden en que los vaya encontrando.

La numeración de los bloques pueden, no ser de uno en uno. Puede ser de cinco en cinco, de diez en diez, etc. Esto es conveniente para introducir luego bloques intermedios sin alterar toda la numeración. La numeración debe ser siempre creciente. Si existiera un bloque cuyo número sea menor al anterior, el control detiene la ejecución del programa.

²³ Godinez, Claudia, "CONTROL NUMÉRICO CN", Robótica industrial, tecnología, programación y aplicaciones. Mikell Groover, McGraw-Hill. México, , 1994.



Figura 2. 15. Estructura CNC

Los códigos “G” están divididos en dos tipos principales, de acuerdo a su ejecución, tal y como se muestra en la Tabla 2.3.

Código “G” no modal	El código actúa solamente en el bloque en el cual aparece
Código “G” modal	El código actúa hasta que otro código del mismo grupo lo modifique.

Tabla 2. 5. Códigos modales y no modales.



Figura 2. 16. Parámetro para generar el código G de operaciones CNC.

2.7.3. ELEMENTOS BASICOS DE UN CNC

2.7.3.1. Máquina-Herramienta. Con características especiales, dados sus fines de aplicación y sus dispositivos de accionamiento eléctricos o hidráulicos.

2.7.3.2. CNC. Control numérico con estructura similar a un ordenador con capacidad de ser programado por software.

2.7.3.3. Interface. Que recoge las órdenes emitidas por el control y las acondiciona con el fin de activar y regular los accionamientos y dispositivos auxiliares (control de refrigerante, cambio de herramienta, etc.).

2.7.3.4. Panel de control. Que posee un teclado para la edición de programas y entrada manual de instrucciones, así como accionamiento manual de dispositivos. También dispone de una pantalla para visualizar programas, funciones que están actuando en ese momento y la posición de la herramienta.

2.7.3.5. Programa-pieza. El programa contiene toda la información necesaria para el mecanizado, la unidad de control interpreta esta información y controla la ejecución de la misma en la máquina herramienta.

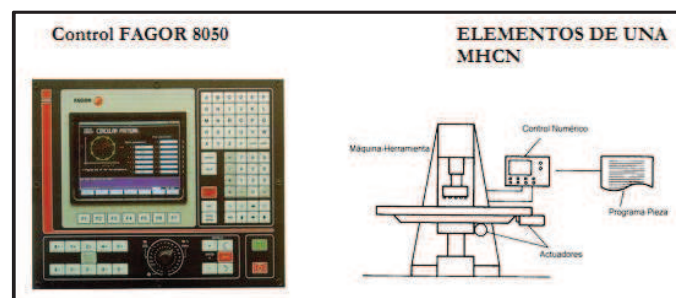


Figura 2. 17. Control y elementos de una MHCN

2.8. MÁQUINAS SEGÚN EL NÚMERO DE EJES

Según sea la complejidad del mecanizado, se tendrá máquinas de dos (x, y), tres (x, y, z) cuatro (x, y, z, a), cinco (x, y, z, a, b), seis o más ejes

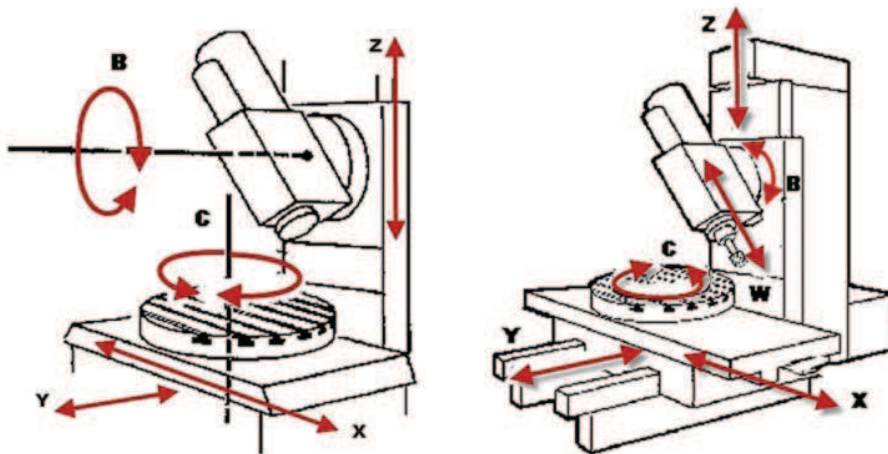


Figura 2. 18. Máquinas de cinco (x, y, z, b, c) y seis (x, y, z, b, c, w)

2.8.1. IDENTIFICACIÓN DE EJES.

El torno y centro de maquinado de control numérico, tiene similitudes en su operación y en códigos que se manejan dentro del programa de Control Numérico que se les suministre. Uno de los **controladores típicos es el FANUC**, y es uno los más comunes en el mercado. Las instrucciones del programa del control numérico que mueven la herramienta, tienen una relación directa con el tipo de movimiento y el eje o ejes en los cuales se lleva a cabo.

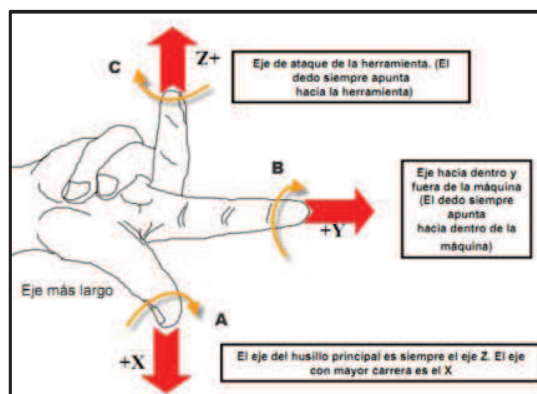


Figura 2. 19. Regla de la mano derecha.

A cada uno de ellos se le asigna una letra y se identifica como un eje, así se tienen los ejes X, Y y Z. La figura 2.3 muestra la identificación de ejes en la fresadora y la figura 2.4 los ejes en el torno y guardan las siguientes características:

2.8.1.1. El eje Z para un centro de mecanizado, siempre es paralelo al principal movimiento de giro de la máquina. El sentido positivo del eje Z incrementa la distancia entre la pieza y la herramienta.

2.8.1.2. El eje X para un centro de mecanizado, siempre será paralelo a la principal superficie de trabajo de la máquina y perpendicular al eje Z. En las máquinas en que las piezas y herramientas no son giratorias, el eje X es paralelo a la dirección principal de corte y su sentido positivo corresponde con el sentido de corte; por ejemplo, el cepillo.

2.8.1.3. El eje Y para un centro de mecanizado, siempre será perpendicular a los ejes X y Z.

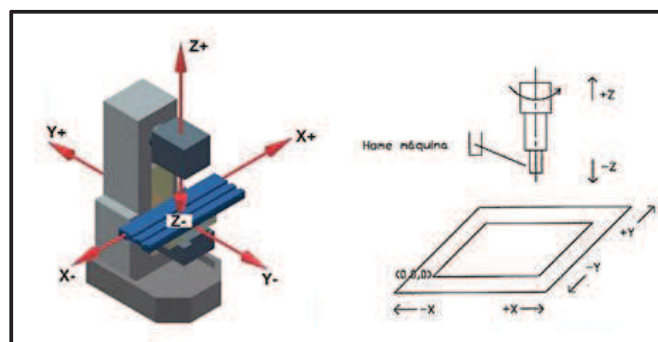


Figura 2. 20. Identificación de ejes para la fresadora

2.8.1.4. El eje x para un centro de torneado, identifica, el radio o diámetro de la pieza a mecanizar.

2.8.1.5. El eje z para un centro de torneado, siempre es la longitud de desplazamiento de la herramienta, hacia la pieza a mecanizar.

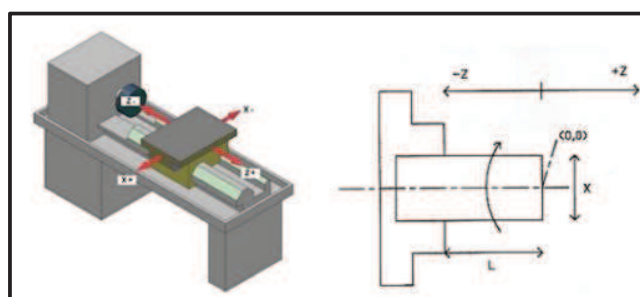


Figura 2. 21. Identificación de ejes para el torno

2.9. FASES DE UN PROGRAMA

Inicio	Contiene todas las instrucciones que preparan a la máquina para su operación:	
	% : 1001 N5 G90 G20 N10 T0202 N15 M03 S1200	Bandera de inicio Número de programa 0-9999 Unidades absolutas, programación en pulgadas. Paro para cambio de herramienta, Usar #2 Prender husillo a 1200 rpm CW
Remoción de material	Contiene las velocidades y movimientos de corte, circulares, lineales, movimientos rápidos, ciclos de corte, etc.	
	N20 G00 X1 Y1 N25 Z0.125 N30 G01 Z-0.125 F 5 N35 G00 Z1 N40 X0 Y0	Mov. rápido a (X1,Y1) Mov. rápido a Z0.125 Avance a Z-0.125 a 5ipm Mov. rápido a Z1 Mov. rápido a X0,Y0
Apagar el Sistema	Contiene todos los códigos G's y M's que desactivan todas las opciones que fueron activadas en la fase de inicio. Funciones como el refrigerante y la velocidad del husillo deberán ser desactivadas antes de remover la pieza de la máquina.	
	N45 M05 N50 M30	Apagar el husillo Fin del programa
Comandos Modales	Algunos comandos G's permanecen activos una vez que se ejecutan hasta que se sobrescribe en ellos un código G diferente.	

Tabla 2. 6. Fases de programación.

2.10. CÓDIGOS PARA CNC

2.10.1. FUNCIONES PREPARATORIAS (G)

Las funciones preparatorias, también conocidas como G - Codes o Códigos G, son las más importantes en la programación CNC, ya que controlan el modo en que la máquina va a realizar un trazado, o el modo en que va a desplazarse sobre la superficie de la pieza que está trabajando.

Los posibles valores que acompañan a este comando, van de 00 a 99, y cada uno tiene una función determinada. (VER ANEXOS E, E1, E2. CODIGOS DE CONTROL NUMERICO PARA CENTRO DE MECANIZADO)

2.10.2. FUNCIONES MISCELÁNEAS O FUNCIONES DE LA MÁQUINA (M)

Estos código, son utilizados para todo aquello que antes no se había tenido en cuenta, algunos códigos controlan el flujo del programa, otros sin embargo, tienen funciones muy especiales, por ejemplo, el encendido de la máquina, el calibrado cuando ésta se enciende, el sentido de giro del mandril, el inicio o la repetición de un bloque de códigos, el control del rociador para el enfriamiento de la herramienta y la pieza que se está trabajando, etc. (VER ANEXOS F, F1, F2. CODIGOS DE CONTROL NUMERICO PARA CENTRO DE TORNO.)

2.10.3. PARÁMETROS DE MAQUINADO.

(VER ANEXO G. VELOCIDADES DE CORTE RECOMENDADAS)

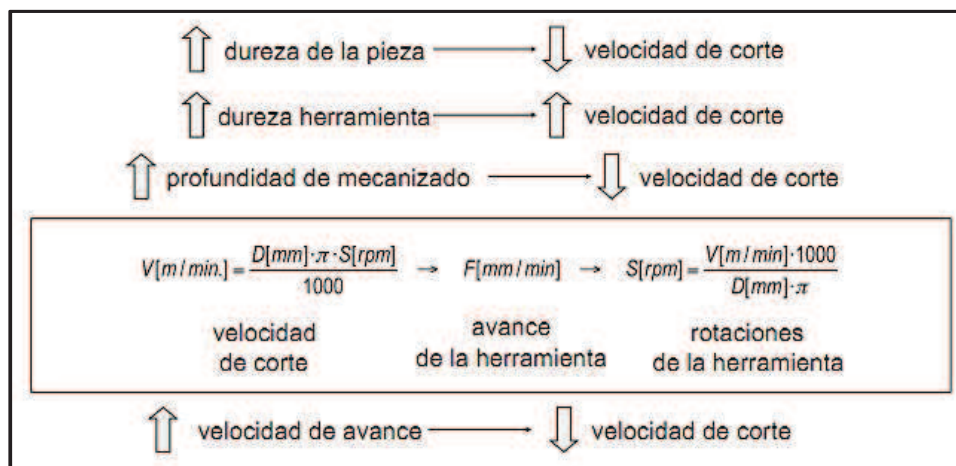


Figura 2. 22. Condiciones de corte

2.11. APLICACIÓN DE LOS CODIGOS DE MAQUINADO.

2.11.1. G00 POSICIONAMIENTO RÁPIDO

Es un movimiento rápido, en este caso no existe contacto entre la herramienta y la pieza de trabajo, es decir se desplaza sin realizar corte alguno. A la velocidad máxima de la máquina.

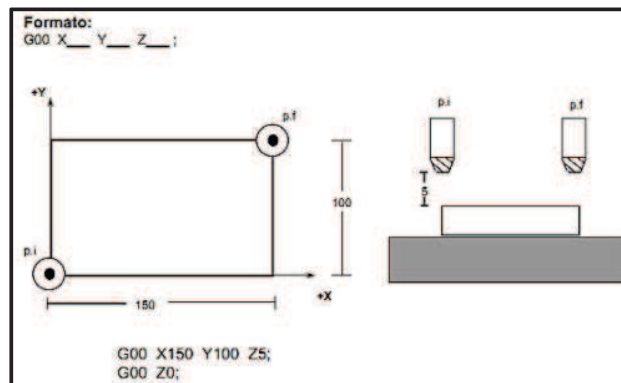


Figura 2. 23. G00. Posicionamiento rápido.

2.11.2. G01 INTERPOLACIÓN LINEAL

Es un movimiento lineal pero cortando el material, en línea vertical, horizontal e inclinada, mediante un avance programado en el registro F.

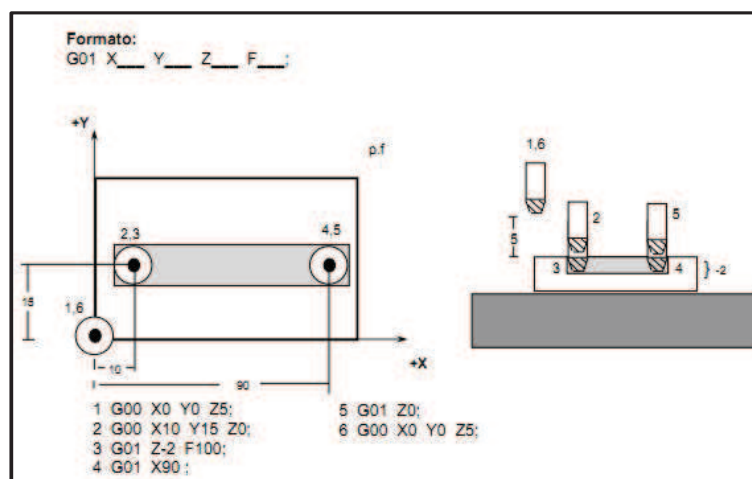


Figura 2. 24. G01. Interpolación lineal.

2.11.3. SENTIDO DE GIRO.

El sentido de giro del arco debe indicarse de la forma que se muestra en la siguiente figura.

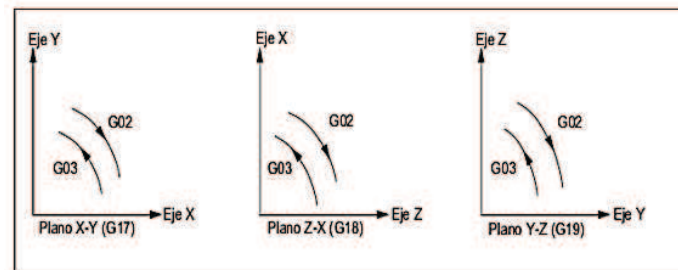


Figura 2. 25. G02, G03. Sentido de giro.

2.11.4. G02. INTERPOLACIÓN CIRCULAR HORARIA.

Avance circular del cortador en el sentido de las manecillas del reloj, a velocidad programada como se muestra en la figura.

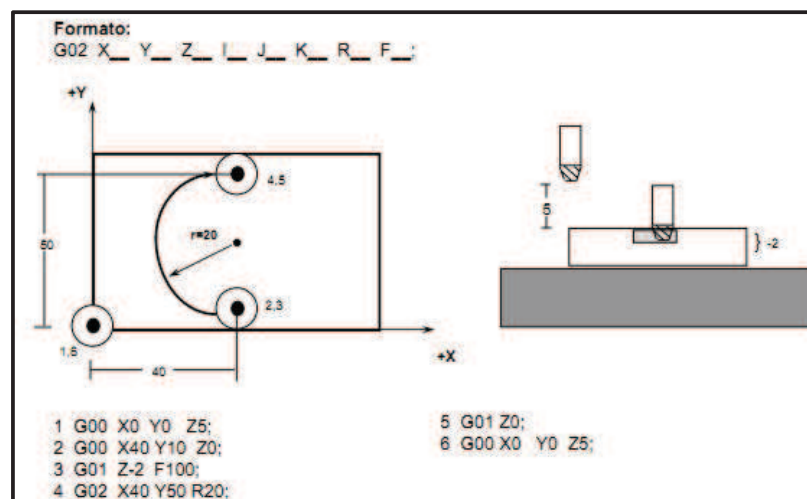


Figura 2. 26. G02. Interpolación circular horaria.

2.11.5. G03. INTERPOLACIÓN CIRCULAR ANTI HORARIA.

Avance circular del cortador en sentido opuesto a las manecillas del reloj a una velocidad programada como se muestra en la figura.

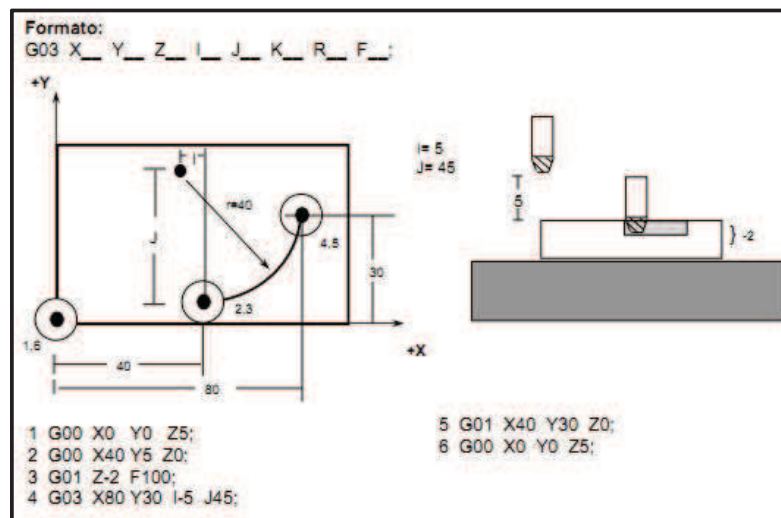


Figura 2. 27. G03. Interpolación circular Anti horaria.

2.11.5.1. Interpolación circular horario (G02) y circular anti horario (G03)

G02 X__Y__Z__R__F__

G03 X__Y__Z__R__F__

G02 X__Y__Z__I__J__K__F__

G03 X__Y__Z__I__J__K__F__

2.11.6. PLANO DE MECANIZADO

– Selecciona el plano principal de mecanizado

2.11.6.1. G17. Plano XY. (por defecto);

2.11.6.2. G18. Plano XZ.

2.11.6.3. G19. Plano YZ.

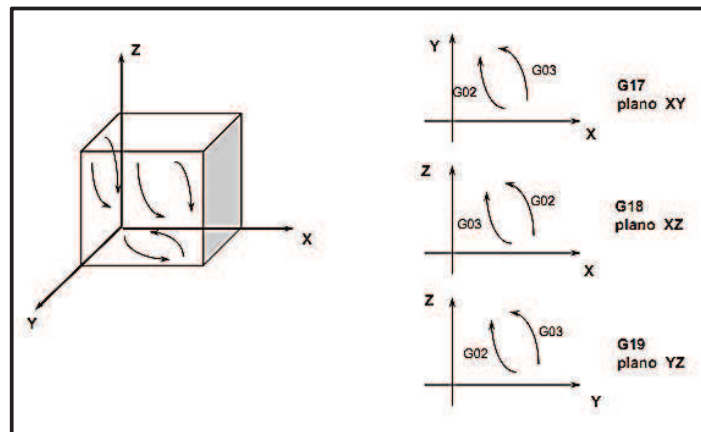


Figura 2. 28. G17, G18, G19. Plano de mecanizado.

Paro temporizado G04, paro programado M00, paro opcional M01

2.11.7. G04. PAUSA (SUSPENDER AVANCE)

La herramienta permanece estática en una posición particular por un periodo de tiempo. La letra P o la X designa el tiempo de pausa en segundos.

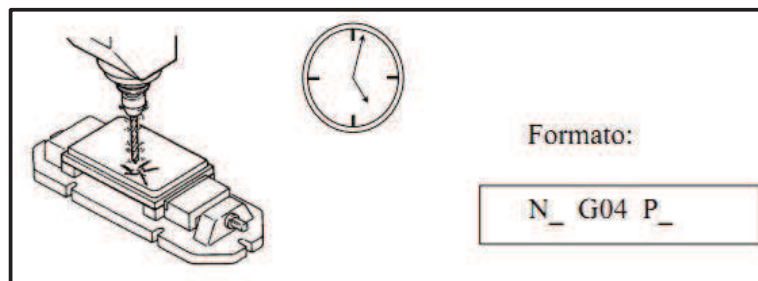


Figura 2. 29. G04. Pausa.

Unidades de medida, Fijan las unidades de medida en que se especifican las cotas

2.11.8. G20. PROGRAMACIÓN EN PULGADAS.

Sistemas de dimensiones y avances en pulgadas.

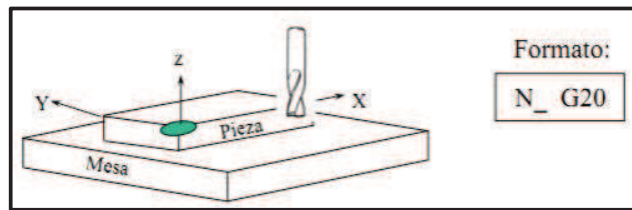


Figura 2. 30. G20. Programación en pulgadas.

2.11.9. G21. PROGRAMACIÓN EN MILÍMETROS.

Sistemas de dimensiones y avances en mm.

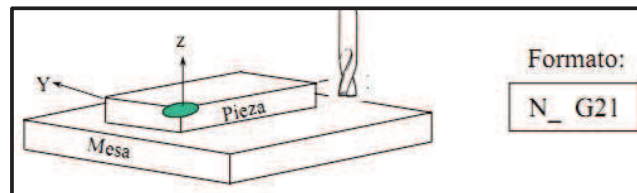


Figura 2. 31. G21. Programación en milímetros.

2.11.10. G28. RETORNO AUTOMÁTICO A LA POSICIÓN CERO.

Traslada automáticamente la herramienta a la posición de retorno cero predefinida, pasando por un punto intermedio X Y Z. Se utiliza principalmente para el cambio de herramienta.

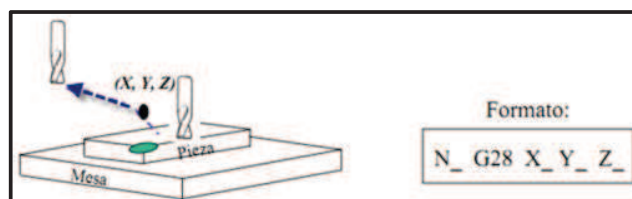


Figura 2. 32. G28. Retorno automático a la posición cero.

2.12.11. G29. RETORNO AUTOMÁTICO DE LA POSICIÓN CERO.

Traslada automáticamente la herramienta de la posición de retorno cero predefinida, pasando por un punto intermedio X Y Z definido por el código G28 hasta llegar al punto X Y Z definido en el código G29.

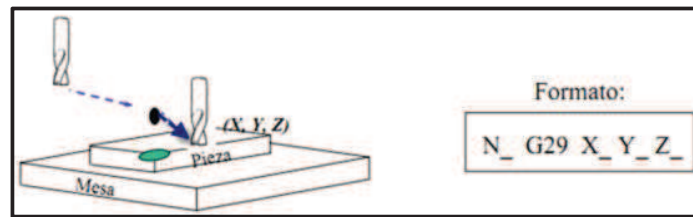


Figura 2. 33. G29. Retorno automático de la posición cero.

2.12.12. G40. CANCELACIÓN DE COMPENSACIÓN DE DIÁMETRO DE CORTADOR.

Cancela cualquier compensación que haya sido aplicada durante el programa y actúa como una seguridad para cancelar cualquier ciclo de compensación aplicado por programas previos.

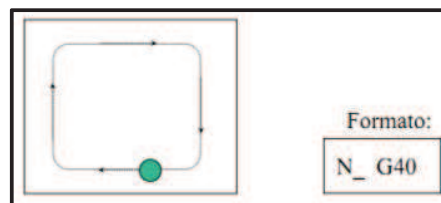


Figura 2. 34. G40. Cancelación de compensación.

2.12.13. G41. COMPENSACIÓN DEL CORTADOR A LA IZQUIERDA.

Compensa al cortador una distancia especificada hacia el lado izquierdo de la trayectoria programada.

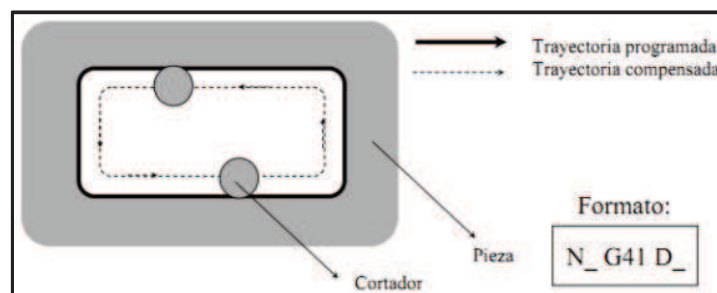


Figura 2. 35. G41. Compensación del cortador a la izquierda.

2.12.14. G42. COMPENSACIÓN DEL CORTADOR A LA DERECHA.

Compensa al cortador una distancia especificada hacia el lado derecho de la trayectoria programada.

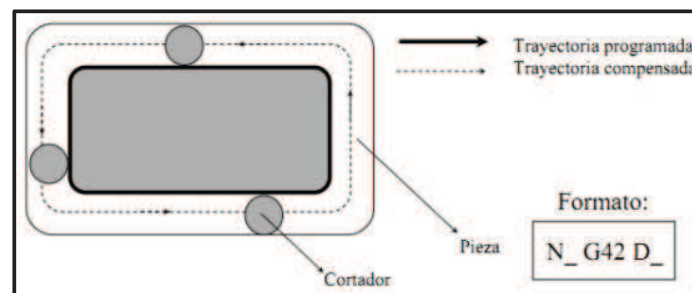


Figura 2. 36. G42. Compensación del cortador a la derecha.

2.12.15. G80. CANCELACIÓN DE CICLOS.

Cancela cualquier ciclo de taladrado que se haya programado anteriormente.

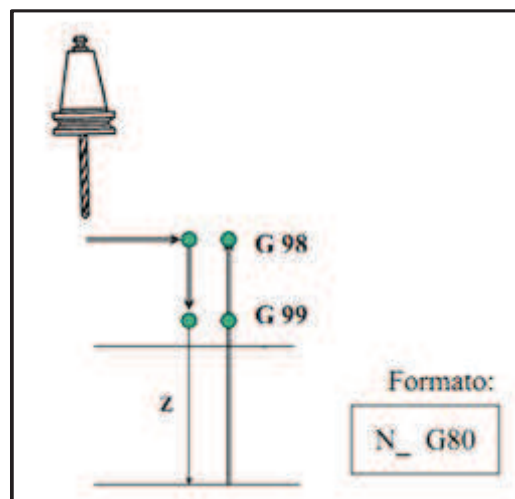


Figura 2. 37. G80. Cancelación de ciclos.

2.12.16. G81. CICLO DE TALADRADO.

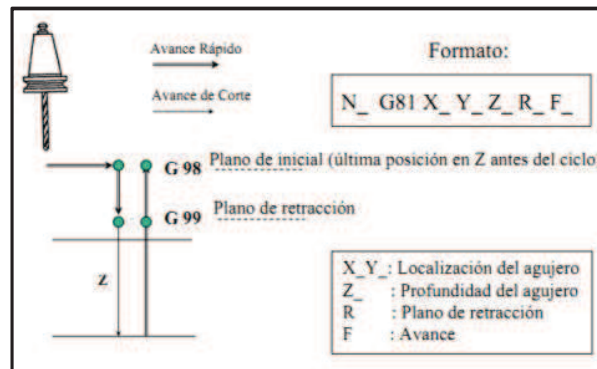


Figura 2. 38. G81. Ciclo de taladrado.

2.12.17. G82. CICLO DE TALADRADO CON PAUSA.

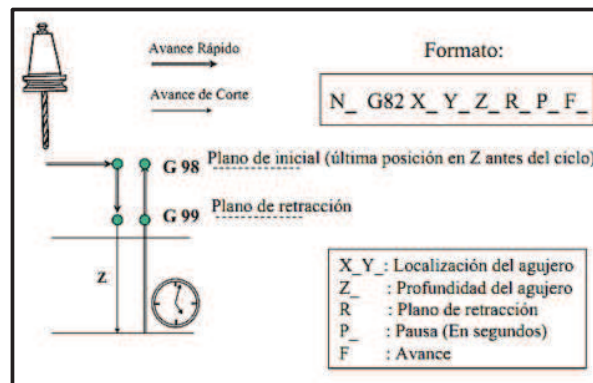


Figura 2. 39. G82. Ciclo de taladrado con pausa.

2.12.18. G83. CICLO DE TALADRADO PROFUNDO.

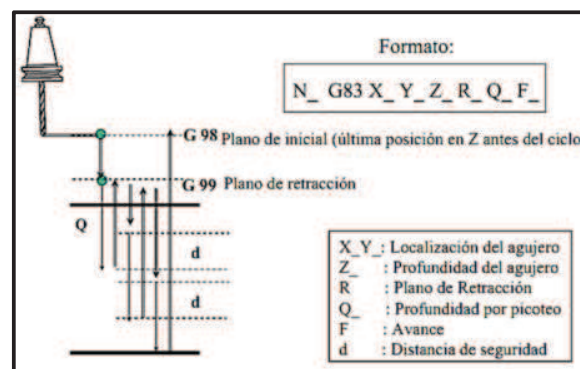


Figura 2. 40. G83. Ciclo de taladrado profundo

2.12.19. G90. COORDENADAS ABSOLUTAS.

Utiliza como punto de referencia, el punto cero de la pieza-

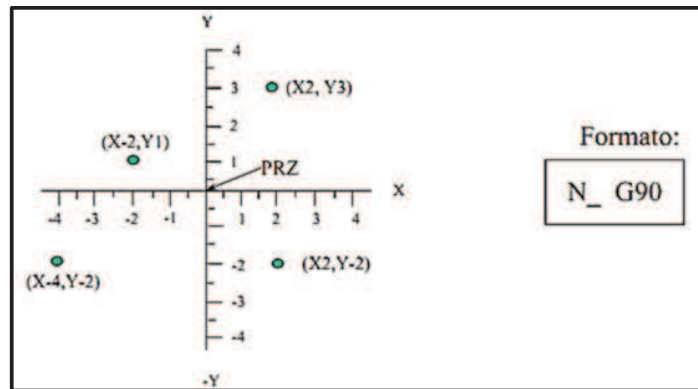


Figura 2. 41. G90. Coordenadas absolutas.

2.12.20. G91. COORDENADAS INCREMENTALES.

Utiliza la posición actual como punto de referencia para el siguiente movimiento.

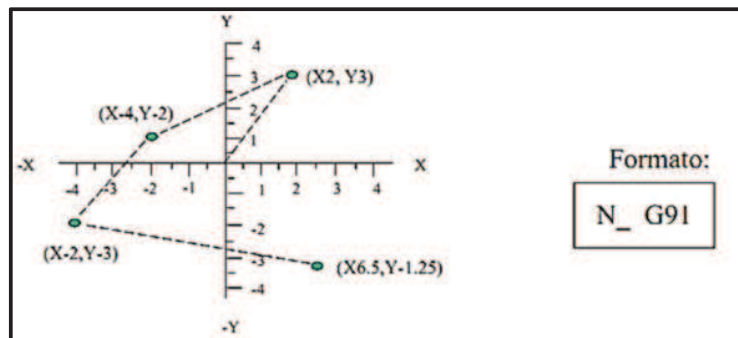


Figura 2. 42. G91. Coordenadas incrementales.

2.12.21. M02. RESETEA AL CONTROL NUMÉRICO.

Concluye la ejecución del programa. (Corta Energía).

2.12.22. M30. TERMINA Y RESETEA EL PROGRAMA DE CNC.

M02 / M30 = Fin de programa.

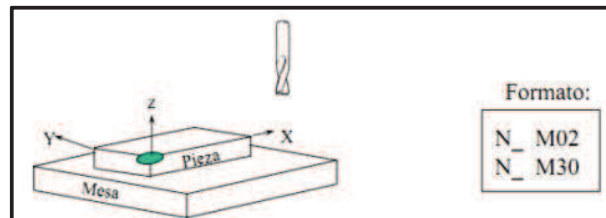


Figura 2. 43. M30. Resetea el programa.

2.12.23. M03. GIRO DEL HUSILLO EN DIRECCIÓN DE LAS MANECILLAS DEL RELOJ.

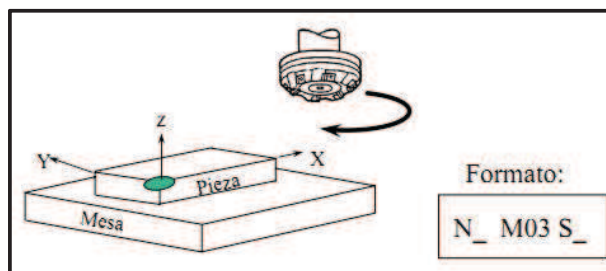


Figura 2. 44. M03. Giro horario.

2.12.24. M04. GIRO DEL HUSILLO EN DIRECCIÓN CONTRARIA AL GIRO DE LAS MANECILLAS DEL RELOJ.

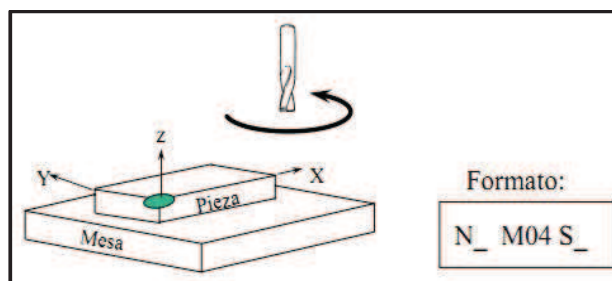


Figura 2. 45. M04. Giro anti horario.

2.12.25. M05. PARO DE HUSILLO.

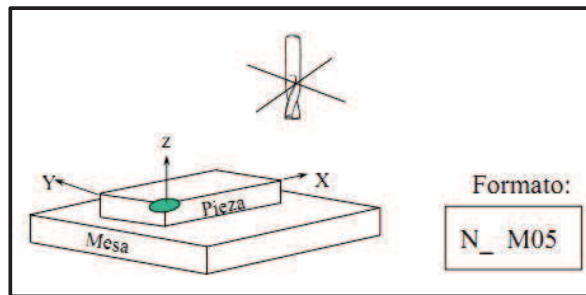


Figura 2. 46. M05. Paro de husillo.

2.12.26. M06. CAMBIO DE HERRAMIENTA.

Ubicada en la posición XX del almacén del magazine de herramientas.

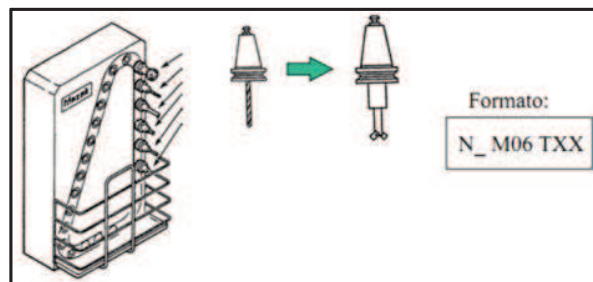


Figura 2. 47. M06. Cambio de la herramienta

2.12.27. M08. ENCENDER REFRIGERANTE.

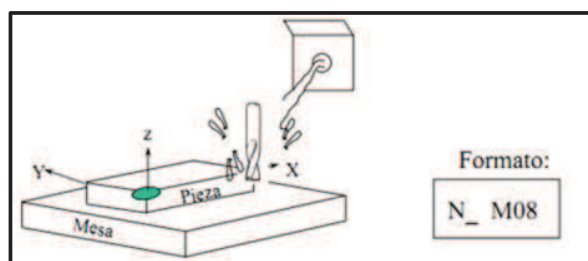


Figura 2. 48. M08. Enciende refrigerante.

2.12.28. M09. APAGAR REFRIGERANTE.

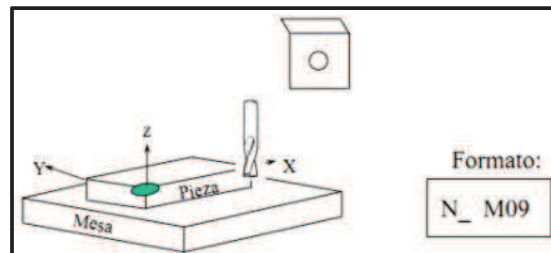


Figura 2. 49. M09. Apagar refrigerante.

2.13. SISTEMA DE MANUFACTURA VIRTUAL CNC

2.13.1. SWANSOFT CNC SIMULATOR.²⁴

Desarrollado por Nanjing Swansoft Technology Company, Swansoft CNC Simulator en su última versión (6.9), ofrece un entorno de simulación y verificación de programas ISO en base a la máquina-herramienta utilizada, con una clara orientación al aprendizaje asistido por computadora, mediante un entorno virtual²⁵ en el que el usuario puede **examinar, manipular e interactuar** con los objetos expuestos.

Para ello, según la máquina-herramienta o centro de mecanizado seleccionado, Swansoft CNC Simulator ofrece una representación tridimensional (3D) de la máquina, los paneles de control y los dispositivos de salida así como el resultado progresivo del mecanizado sobre la pieza. Actualmente, Swansoft CNC Simulator dispone de 52 controles de CNC de torneado y fresado, 120 paneles de operación de diferentes fabricantes, permite la simulación en máquinas-herramienta de FANUC, SINUERIK, MITSUBISHI, FAGOR, HAAS, PA, Romi, GSK, HNC, KND, DASEN, WA, MAZAK, GREAT, SANYING, RENHE, SKY y JNC. (**VER ANEXO H. TIPOS DE CONTROLADORES y VER ANEXO Q. CENTROS DE ENTRENAMIENTO CNC.**)

Además, ofrece la posibilidad de la creación de programas en Código G en su propio editor, con operaciones de resaltado y detección y corrección de errores de código.

²⁴ www.swansoft.com

²⁵ CARDONA QUIROZ, Jesús David. Desarrollo de entornos virtuales mediante RUP. Trabajo de grado (Master en Ingeniería de Software). Universidad Pontificia de Salamanca.

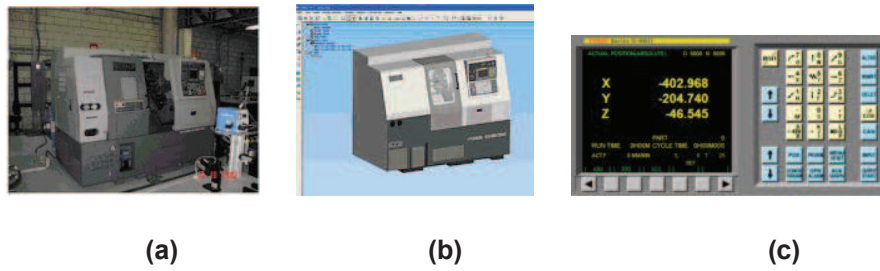


Figura 2. 50. Centro de Torno. (a) Máquina Real, (b) Máquina Virtual, (c) Controlador y panel CNC Virtual.

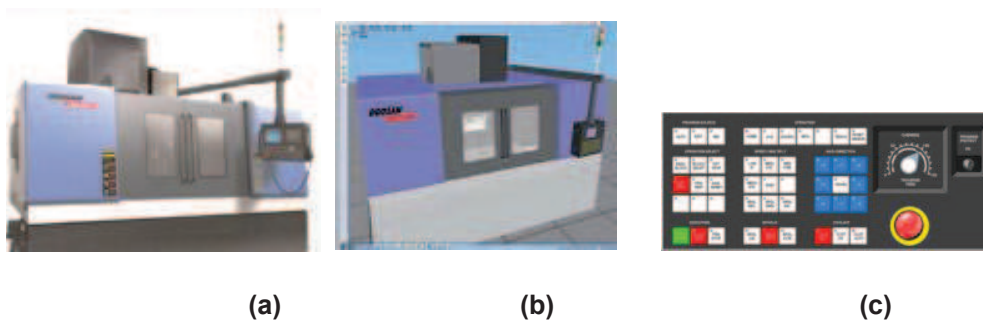


Figura 2. 51. Centro de Mecanizado. (a) Máquina Real, (b) Máquina Virtual, (c) Controlador y panel CNC Virtual.

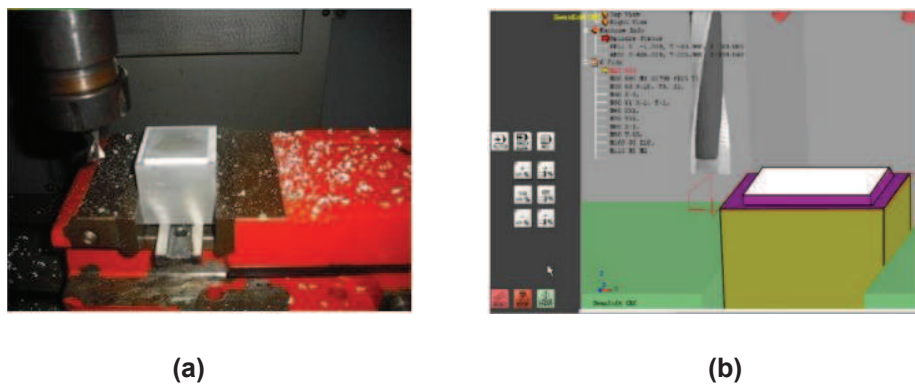


Figura 2. 52. (a) Mecanizado Real y (b) Mecanizado Virtual

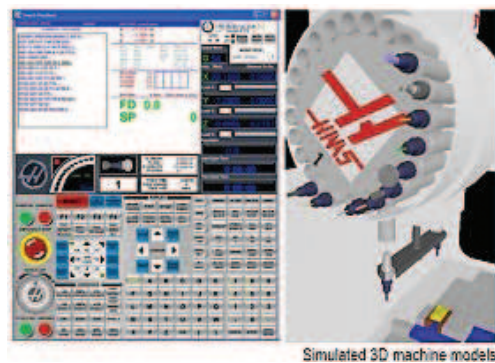


Figura 2. 53. Interfaz virtual de paneles CNC y máquinas 3D. ²⁶

2.14. EL CONTROLADOR.

El controlador se encarga de decodificar la información enviada por el programador y transformar en pulsos eléctricos, el mismo que activará los motores en velocidad y posición exactas. De la misma forma el controlador deberá inspeccionar, la velocidad y el desplazamiento del motor de acuerdo a la posición real del mismo, esto lo hace mediante encoders o controladores.

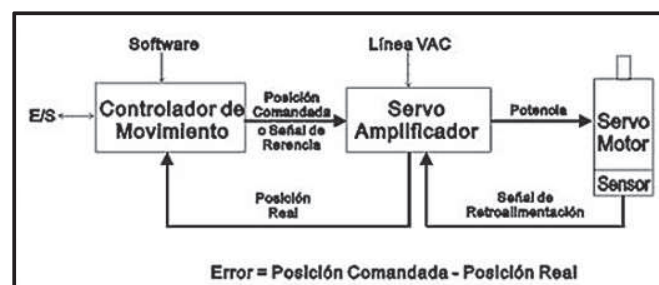


Figura 2. 54. Controlador.

2.15 INTERFACES

La interfaz entre el programador y la máquina o el proceso es la transmisión de los datos codificados a través del puerto (serial, paralelo o USB) desde el computador hacia el controlador de la máquina.

²⁶ LearnHaasCNC. (2010). Virtual Training Environment CNC Machining. From <http://www.LearnHaasCNC.com>

El sistema electrónico está conformado por el computador con los sistemas CAM/CAD/CNC, el proceso de transmisión de datos codificados los transmite vía USB y recibe señales a la controladora, está a su vez envía los pulsos de control a los drivers que accionan los motores paso a paso. Además de procesar información del control de proceso, seguridad y del spindle.

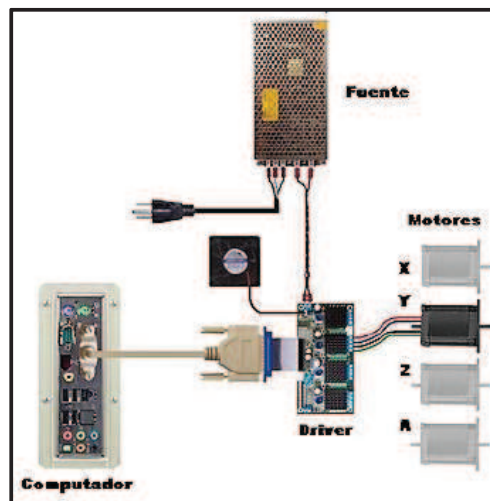


Figura 2. 55. Equipos electrónicos de un sistema CNC²⁷

2.16. TIPOS DE CONTROL CNC

En la actualidad se presentan una serie de Controladores CNC, los cuales son representados por distintas firmas que lideran y fabrican, bajo especificaciones técnicas sus propios controladores, entre las principales se pueden citar las siguientes: **(VER ANEXO H. TIPOS DE CONTROLADORES.)**

- FANUC,
- SIMUMERIK,
- MITSUBISHI,
- GSK,
- HNC,
- KND,
- WA,
- SKY,
- HAAS,
- GREAT,
- MAZAK,
- RENHE,
- FAGOR,
- DASEN,
- Entre otros.

²⁷ Erkorkmaz K., Altintas Y., Yeung C.-H., 2006, "Virtual Computer Numerical Control System," Annals of CIRP, Vol. 55, pp. 399-402.



Figura 2. 56. Tipos de controladores CNC.

2.16.1. ESTÁNDARES DE CONTROLADORES.

Existen diferencias entre los controladores que se encuentran en el mercado, inclusive de un mismo fabricante debido a la variedad de modelos existentes.

Para entender el CNC, es necesario conocer las diferencias y similitudes que presentan los diferentes controladores así como los estándares que utilizan para su programación.

Normalmente se siguen dos estándares mundiales:

- ISO 6983 (International Standardization Organization)
- EIA RS274 (Electronic Industries Association)

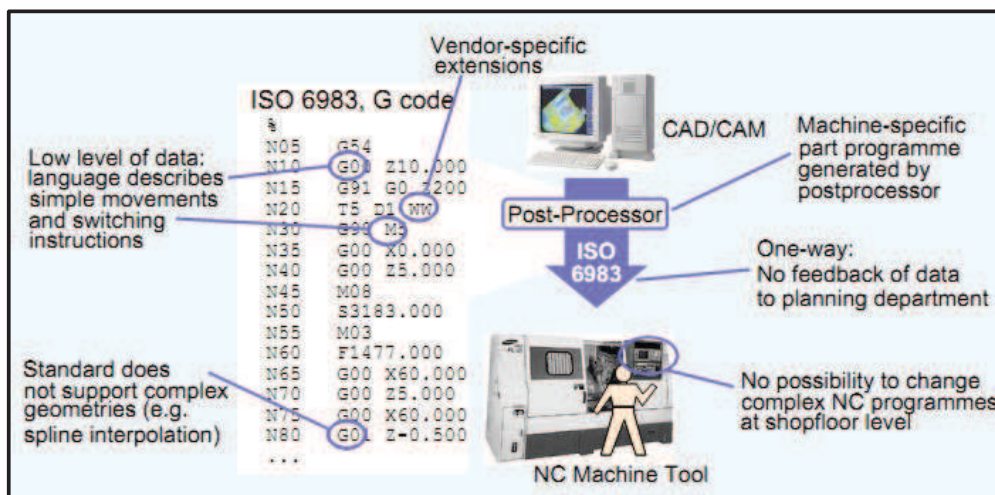


Figura 2. 57. ISO 6983.

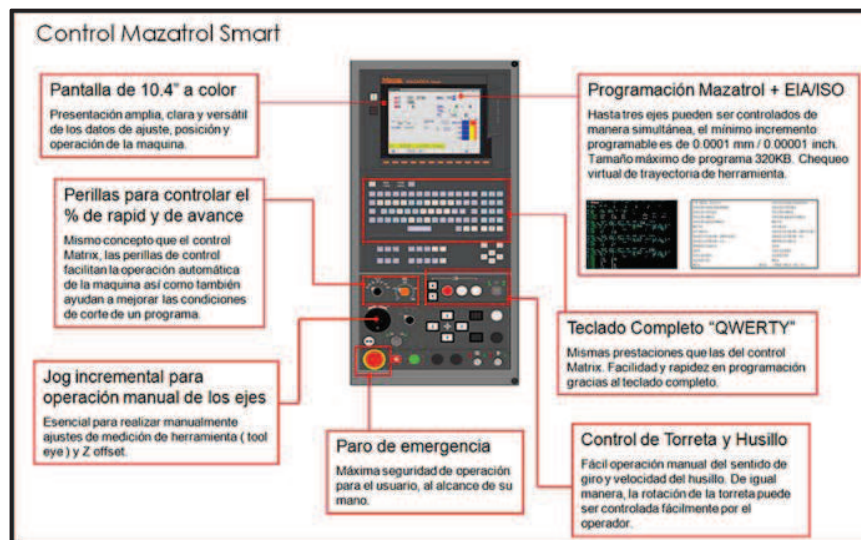


Figura 2. 58. Descripción de un Control CNC.

2.17. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE SOLUCIONES

En las diferentes etapas del proceso de diseño, después de cada despliegue de alternativas, corresponde hacer una evaluación de las mismas, que sirva de base para la posterior toma de decisiones. Estas evaluaciones en general no se centran sobre un determinado elemento, sino que se deben ponderar distintos aspectos del sistema en base a criterios que a menudo implican juicios de valor.

Para tomar una decisión siempre deben estar presentes los dos elementos siguientes:

- a) **Alternativas:** Como mínimo debe de disponerse de dos alternativas (lo más adecuado es entre 3 y 6) cuyas características deben ser diferentes.
- b) **Criterios:** Hay que establecer los criterios en base a los cuales las alternativas deberán ser evaluadas, así como también la ponderación relativa entre ellas.

2.17.1. ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOFTWARE CAD/CAM/CNC.

Esta sección tiene como fin el analizar los paquetes computacionales más empleados en la actualidad por las industrias para los procesos de modelado, manufactura y

simulación y seleccionar el software que tenga las mejores herramientas en los sistemas CAD/CAM/CNC, y sea más compatible con el usuario.

Para realizar la selección del software se emplea el método ordinal corregido de criterios ponderados.

Dado que en todas las soluciones de ingeniería intervienen múltiples aspectos que hay que considerar de forma global, en todos los métodos de evaluación aparece el problema de la ponderación de criterios. Existen numerosos métodos de evaluación que pueden agruparse en:

- 1. MÉTODOS ORDINALES.**
- 2. MÉTODOS CARDINALES.**
- 3. MÉTODO ORDINAL CORREGIDO DE CRITERIOS PONDERADOS.**

Para la realización de este trabajo de investigación se escogió el tercer método.

2.17.2. MÉTODO ORDINAL CORREGIDO DE CRITERIOS PONDERADOS

Cuando se realizan proyectos la mayor parte de las veces, se presentan varias alternativas, y es necesario seleccionar una de ellas entre diversas soluciones (especialmente en la etapa de diseño conceptual) basta conocer el orden de preferencia de su evaluación global. Para realizar esta selección de una manera correcta es recomendable emplear el método ordinal corregido de criterios ponderados que, sin la necesidad de evaluar los parámetros de cada propiedad y sin tener que estimar numéricamente el peso de cada criterio, permite obtener resultados globales suficientemente significativos.

El presente método se basa en unas tablas donde cada criterio (o solución, para un determinado criterio) se confronta con los restantes criterios (o soluciones) y se asignan los valores siguientes:

- **1** Si el criterio (o solución) de las filas es superior (o mejor; $>$) que el de las columnas.
- **0,5** Si el criterio (o solución) de las filas es equivalente ($=$) al de las columnas.
- **0** Si el criterio (o solución) de las filas es inferior (o peor; $<$) que el de las columnas.

Luego, para cada criterio (o solución), se suman los valores asignados en relación a los restantes criterios (o soluciones) al que se le añade una unidad (para evitar que el criterio o solución menos favorable tenga una valoración nula); después, en otra columna se calculan los valores ponderados para cada criterio (o solución).

Finalmente, la evaluación total para cada solución resulta de la suma de productos de los pesos específicos de cada solución por el peso específico del respectivo criterio.

2.18. ALTERNATIVAS, SOFTWARE DE DISEÑO CAD - CAM.

Se considera los siguientes paquetes computacionales para el respectivo análisis y selección del mejor software de diseño CAD – CAM, en este caso seleccionaremos dos software.

ALTERNATIVAS	SOFTWARE
A	Master CAM
B	BobCAD-CAM
C	NX
D	EdgeCAM

Tabla 2. 7. Software de diseño CAD – CAM.

2.18.1 CRITERIOS DE VALORACIÓN.

En este caso se identificara el software computacional más conveniente para el diseño y la disposición de los post procesadores que ayudarán a tener más capacidad de aplicación al manejo de controladores CNC, se procederá, analizando los siguientes criterios de evaluación:

- a) **Facilidad de manejo**, gran utilidad de entrenamiento, que ayude a la consolidación de resultados.
- b) **Pedagógico**, beneficiar como un módulo de aprendizaje didáctico asistido por computadora, para la educación y la industria.
- c) **Modelado geométrico**, como el software maneja la visualización gráfica.
- d) **Post procesadores**, facilitar la obtención de los post procesadores para su aplicación sin ningún costo.

- e) **Código ISO**, generar los códigos para realizar la interfaz a los controladores virtuales.

A partir de los datos descritos en cada alternativa se procede con la selección a través de los siguientes pasos:

2.18.2. CUADROS DE PONDERACIÓN.

Consiste en hacer un estudio de las ventajas y desventajas, de forma individual con respecto a los criterios de decisión, y una con respecto a la otra, asignándoles un valor ponderado.

2.18.2.1. Evaluación del peso específico de cada criterio.

Considerando las diferentes aplicaciones y enfoques que cada alternativa tiene se realiza la ponderación de estos criterios relacionándolos con lo que se obtiene cuál de estos criterios tiene mayor impacto en la selección de la alternativa.

Pedagógico > Facilidad de manejo > Postprocesadores = Código ISO > Modelado geométrico							
CRITERIO	Modelado Geométrico	Postprocesadores	Facilidad de manejo	Pedagogico	Código ISO	$\Sigma+1$	PONDERACIÓN
Modelado Geométrico		0	1	1	0	3	0,2
Postprocesadores	0		0,5	1	0	2,5	0,2
Facilidad de manejo	1	0,5		1	0,5	4	0,3
Pedagogico	1	1	1		1	5	0,4
Código ISO	0	1	0	0,5		2,5	0,2
					SUMA	17	1

Tabla 2. 8. Evaluación de criterios.

La tabla, indica que lo pedagógico, tiene un impacto relevante en la selección de la alternativa así como, la facilidad de manejo y la aplicación de los post procesadores los mismos que generan os códigos ISO según la geometría de diseño.

2.18.2.2. Evaluación del peso específico del criterio Modelado Geométrico.

La comparación del criterio Modelado Geométrico. Se presenta en la siguiente tabla, en la que se obtiene la valoración de la alternativa que mayor influencia tiene este criterio.

B = C > A = D						
Modelado Geométrico	A	B	C	D	$\Sigma+1$	PONDERACIÓN
A		1	0,5	0,5	3	0,25
B	1		1	0,5	3,5	0,29
C	0,5	1		0,5	3	0,25
D	0,5	0,5	0,5		2,5	0,21
SUMA					12	1

Tabla 2. 9. Evaluación del criterio Modelado Geométrico.

2.18.2.3. Evaluación del peso específico del criterio Post procesadores.

Se analiza que alternativa que maneja los post procesadores, adecuadamente, para su aplicación sin ninguna restricción o costo alguna, para su aplicación.

A = B = C > D						
Postprocesadores	A	B	C	D	$\Sigma+1$	PONDERACIÓN
A		1	0,5	0,5	3	0,25
B	1		0,5	0,5	3	0,25
C	0,5	0,5		0,5	2,5	0,21
D	0,5	0,5	0,5		2,5	0,21
SUMA					11	1

Tabla 2. 10. Evaluación del criterio Post procesadores.

2.18.2.4. Evaluación del peso específico del criterio Facilidad de manejo.

Que proporcione de ayuda a la consolidación del aprendizaje asistido por computadora para el manejo de todas sus herramientas.

A = B = C > D						
Facilidad de manejo	A	B	C	D	$\Sigma+1$	PONDERACIÓN
A		1	0,5	0,5	2,5	0,21
B	1		0,5	0,5	3	0,25
C	0,5	0,5		0,5	2,5	0,21
D	0,5	0,5	0,5		2,5	0,21
				SUMA	10,5	1

Tabla 2. 11. Evaluación del criterio Facilidad de manejo.

2.18.2.5. Evaluación del peso específico del criterio Pedagógico.

Ya que el proyecto beneficia como un módulo de aprendizaje didáctico asistido por computadora, para la educación y la industria

A = B = C > D						
Pedagogico	A	B	C	D	$\Sigma+1$	PONDERACIÓN
A		1	0,5	0,5	3	0,25
B	1		0,5	0,5	3	0,25
C	0,5	0,5		0,5	2,5	0,21
D	0,5	0,5	0,5		2,5	0,21
				SUMA	11	1

Tabla 2. 12. Evaluación del criterio Pedagógico.

2.18.2.6. Evaluación del peso específico del criterio Código ISO.

Es necesario que los software de diseño generen los códigos ISO, que sirven para realizar la interfaz a los controladores.

A = B = C > D						
Código ISO	A	B	C	D	$\Sigma+1$	PONDERACIÓN
A		1	1	0,5	3,5	0,29
B	1		1	0,5	3,5	0,29
C	1	1		0,5	3,5	0,29
D	0,5	0,5	0,5		2,5	0,21
				SUMA	13	1

Tabla 2. 13. Evaluación del criterio Código ISO.

2.18.3. RESULTADOS.

2.18.3.1. Tabla de conclusiones.

Con los datos anteriores se procede al cálculo de la tabla de conclusiones:

CRITERIO	Modelado Geometrico	Postprocesadores	Facilidad de manejo	Pedagogico	Código ISO
A	$0,25 * 0,2$	$0,25 * 0,2$	$0,21 * 0,3$	$0,25 * 0,4$	$0,29 * 0,2$
B	$0,29 * 0,2$	$0,25 * 0,2$	$0,25 * 0,3$	$0,25 * 0,4$	$0,29 * 0,2$
C	$0,25 * 0,2$	$0,21 * 0,2$	$0,21 * 0,3$	$0,21 * 0,4$	$0,29 * 0,2$
D	$0,21 * 0,2$	$0,21 * 0,2$	$0,21 * 0,3$	$0,21 * 0,4$	$0,21 * 0,2$

CRITERIO	Modelado Geometrico	Postprocesadores	Facilidad de manejo	Pedagogico	Código ISO	Σ	PRIORIDAD
A	0,06	0,05	0,06	0,09	0,06	0,32	2
B	0,07	0,05	0,07	0,09	0,06	0,34	1
C	0,06	0,04	0,06	0,07	0,06	0,30	3
D	0,05	0,04	0,06	0,07	0,04	0,27	4

Tabla 2. 14. Tabla de conclusiones.

Obtenemos como mejores alternativas las siguientes prioridades, B y A, que son los software:

- Bob CAD CAM y
- Master CAM

Serán los software de diseño que se emplearan, para realizar las guías de aplicación para centros de mecanizado y centros de torneado, para controladores: **FANUC OI – MC, FANUC OI – T y GSK 980TD** (solo centro de torneado).

2.19. ALTERNATIVAS, SOFTWARE PARA EL MANEJO DE CONTROLADORES CNC VIRTUALES.

Actualmente se presentan en la industria varios software que permiten realizar trabajos de modelado, manufactura y simulación, estos software son uno más completo o amigable con el usuario, que el otro.

De esta manera se han considerado los siguientes paquetes computacionales para el respectivo análisis y selección del mejor software para realizar los trabajos de manufactura y manejo de controladores virtuales CNC.

ALTERNATIVAS	SOFTWARE
A	CNC Simulator
B	MACH 3
C	SSCNC

Tabla 2. 15. Software CNC.

2.19.1. CRITERIOS DE VALORACIÓN.

En este caso se identificara cual software computacional es conveniente para la manufactura y manejo de controladores virtuales en la industria y en la educación, se procederá, analizando los siguientes criterios de evaluación:

- a) **Herramientas CAD-CAM-CNC**, que contemple aplicaciones necesarias, para diseñar elementos mecánicos.
- b) **Pedagógico**, ya que el proyecto beneficia como un módulo de aprendizaje didáctico asistido por computadora, para la educación y la industria.
- c) **Aplicaciones de Ingeniería**, debido a que el estudiante puede, investigar desarrollar e introducir conocimientos a los elementos que se desarrollan.
- d) **Facilidad de manejo**, de gran utilidad de entrenamiento, que ayude a la consolidación de resultados.
- e) **Manufactura virtual**, debido a que el estudiante tenga la potestad de simular, manejar máquinas, controladores y paneles CNC, optimizando el producto, antes de su fabricación.

A partir de los datos descritos en cada alternativa se procede con la selección a través de los siguientes pasos:

2.19.2. CUADROS DE PONDERACIÓN.

Consiste en hacer un estudio detallado de cada una de las posibles soluciones que se generaron para el problema, es decir mirar sus ventajas y desventajas, de forma individual con respecto a los criterios de decisión, y una con respecto a la otra, asignándoles un valor ponderado.

2.19.2.1. Evaluación del peso específico de cada criterio.

Considerando las diferentes aplicaciones y enfoques que cada alternativa tiene se realiza la ponderación de estos criterios relacionándolos con lo que se obtiene cuál de estos criterios tiene mayor impacto en la selección de la alternativa. (Ver Tabla 3.1.)

Herramientas CAD-CAM-CNC = Manufactura Virtual > Pedagógico > Aplicación de Ingeniería = Facilidad de manejo							
CRITERIO	Herramientas CAD-CAM-CNC	Pedagógico	Aplicación de Ingeniería	Facilidad de manejo	Manufactura Virtual	$\Sigma+1$	PONDERACIÓN
Herramientas CAD-CAM-CNC		1	1	1	1	5	0,3
Pedagógico	0,5		0,5	1	0,5	3,5	0,2
Aplicación de Ingeniería	1	0		0	1	3	0,2
Facilidad de manejo	1	1	0		0	3	0,2
Manufactura Virtual	1	1	1	1		5	0,3
					SUMA	19,5	1

Tabla 2. 16. Evaluación de criterios.

El cuadro indica que las herramientas CAD – CAM - CNC, tiene un impacto relevante en la selección de la alternativa, así como, la Manufactura virtual, lo Pedagógico, la Aplicación de Ingeniería lo cual permitan un fácil manejo al momento de realizar una práctica.

2.19.2.2. Evaluación del peso específico del criterio Herramientas CAD – CAM - CNC.

La comparación del criterio **Herramientas CAD – CAM - CNC**. Se presenta en la siguiente tabla, en la que se obtiene la valoración de la alternativa que mayor influencia tiene este criterio.

B = C > A					
Herramientas CAD-CAM-CNC	A	B	C	$\Sigma+1$	PONDERACIÓN
A		0,5	0,5	2	0,29
B	0,5		1	2,5	0,36
C	0,5	1		2,5	0,36
SUMA				7	1

Tabla 2. 17. Evaluación del criterio herramientas CAD-CAM-CNC.

2.19.2.3. Evaluación del peso específico del criterio Pedagógico

Ya que el proyecto beneficia como un módulo de aprendizaje didáctico asistido por computadora, para la educación y la industria.

C > B > A					
PEDAGÓGICO	A	B	C	$\Sigma+1$	PONDERACIÓN
A		0,5	0,5	2	0,27
B	0,5		1	2,5	0,33
C	1	1		3	0,40
SUMA				7,5	1

Tabla 2. 18. Evaluación del criterio Pedagógico.

2.19.2.4. Evaluación del peso específico del criterio de aplicación de la ingeniería.

Debido a que el estudiante puede, introducir conocimientos a los elementos que se desarrollan.

C > B = A					
APLICACIÓN DE INGENIERIA	A	B	C	$\Sigma+1$	PONDERACIÓN
A		0,5	1	2,5	0,31
B	0,5		1	2,5	0,31
C	1	1		3	0,38
SUMA				8	1,00

Tabla 2. 19. Evaluación del criterio aplicación de la ingeniería.

2.19.2.5. Evaluación del peso específico del criterio Facilidad de manejo.

Que proporcione de ayuda a la consolidación, con respecto al manejo máquinas, paneles y controladores CNC.

C > B > A					
FACILIDAD DE MANEJO	A	B	C	$\Sigma+1$	PONDERACIÓN
A		0,5	0,5	2	0,27
B	0,5		1	2,5	0,33
C	1	1		3	0,40
SUMA				7,5	1

Tabla 2. 20. Evaluación del criterio Facilidad de manejo.

2.19.2.6. Evaluación del peso específico del criterio Manufactura virtual

Debido a que el estudiante tenga la potestad de simular y optimizar el producto, antes de su fabricación.

C > B = A					
MANUFACTURA VIRTUAL	A	B	C	$\Sigma+1$	PONDERACIÓN
A		0	0	1	0,25
B	0		0	1	0,25
C	0,5	0,5		2	0,50
SUMA				4	1

Tabla 2. 21. Evaluación del criterio Manufactura Virtual.

2.19.3. RESULTADOS

2.19.3.1. Tabla de conclusiones

Con los datos anteriores se procede al cálculo de la tabla de conclusiones:

CRITERIO	Herramientas CAD-CAM-CNC	PEDAGÓGICO	APLICACIÓN DE INGENIERIA	FACILIDAD DE MANEJO	MANUFACTURA VIRTUAL
A	0,29 * 0,3	0,27 * 0,2	0,31 * 0,2	0,27 * 0,2	0,25 * 0,3
B	0,36 * 0,3	0,33 * 0,2	0,31 * 0,2	0,33 * 0,2	0,25 * 0,3
C	0,36 * 0,3	0,40 * 0,2	0,38 * 0,2	0,40 * 0,2	0,5 * 0,3

CRITERIO	Herramientas CAD-CAM-CNC	PEDAGÓGICO	APLICACIÓN DE INGENIERIA	FACILIDAD DE MANEJO	MANUFACTURA VIRTUAL	Σ	PRIORIDAD
A	0,09	0,05	0,06	0,05	0,08	0,33	3
B	0,11	0,07	0,06	0,07	0,08	0,38	2
C	0,11	0,08	0,08	0,08	0,15	0,49	1

Tabla 2. 22. Tabla de Conclusiones.

La **mejor alternativa es la C**, que corresponde al software SSCNC de manufactura virtual, será el paquete computacional que se empleara para desarrollar el proyecto de investigación.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL HMI E IMPLEMENTACIÓN DE LA ALTERNATIVA, MEDIANTE UN TUTORIAL DE LAS DISTINTAS OPERACIONES DE FUNCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TORNEADO Y CENTRO DE MECANIZADO.

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL.

En este capítulo se pretende desarrollar un **HMI**, amigable a cualquier usuario, sirve como interfaz que permite llamar a los programas CAD – CAM y MV – CNC, el mismo que contiene pantallas de visualización con los diferentes software, contenidos y ejercicios aplicativos, el mismo que permitirá una mayor visión del manejo de controladores y máquinas CNC, que se detallará en el capítulo IV. **(VER ANEXO I. DESCRPCIÓN GENERAL)**

3.2. DESARROLLO DEL PROGRAMA HMI.

3.2.1. DISEÑO DEL HMI.

La interfaz hombre máquina para el proceso de manufactura virtual consta de 3 pantallas:

1. INICIO – PRESENTACIÓN.
2. DISEÑO CAD - CAM.
3. MANUFACTURA VIRTUAL CNC.

Para la elaboración de este programa se utilizó la herramienta de desarrollo Visual Basic 6.0 de Microsoft ya que maneja fácilmente el entorno visual.

3.2.1.1. Inicio – Presentación.

La etapa de presentación, informa acerca del proyecto de titulación, nombre del autor, director de tesis y fecha de realización. Esta primera etapa, por tanto, da la posibilidad mediante el inicio de un formulario y la aplicación de dos botones realizar lo siguiente,



Figura 3. 1. Pantalla HMI.

el primero de terminar la ejecución del HMI (CERRAR LA PRESENTACIÓN) y el segundo de iniciar, seguir al proceso de diseño, mediante ejemplos ya realizados, este icono enlaza a la pantalla siguiente (CAD-CAM).

3.2.1.1.1. Botón CERRAR, este botón de acción cierra todas las pantallas abiertas como CAD-CAM Y MVCNC.



Figura 3. 2. Botón CERRAR.

```
Private Sub Command1_Click()
Unload INTERFACES
End Sub
```

Tabla 3. 1. Declaración de función CERRAR.

3.2.1.1.2. Botón CAD – CAM, al momento de pulsar el botón, se abre la pantalla de diseño, donde se iniciará el proyecto.

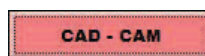


Figura 3. 3. Botón CAD – CAM.

```
Private Sub Command2_Click()
INTERFACES.Hide
CADCAM.Show
End Sub
```

Tabla 3. 2. Declaración de función CAD-CAM.

3.2.1.2. Pantalla Diseño CAD – CAM.

Ya que Visual Basic es un lenguaje de programación orientado a ejecutar acciones (LLAMAR PROGRAMAS), se desarrollará en un formulario, el mismo que tendrá cuatro botones de acción.

- Botón EJERCICIOS.
- Botón BOBCAD CAM.
- Botón MASTER CAM.
- Botón MV – CNC.



Figura 3. 4. Diseño CAD - CAM.

Para el correcto desempeño del programa se debe declarar al comienzo del formulario proyecto, la función del API ShellExecute, esta función sirve para llamar a los programas que se va utilizar en el desarrollo de este proyecto, además debe ser configurada como “privada” ya que se va a declarar en el propio formulario.

```
Private Declare Function ShellExecute Lib "shell32.dll" Alias _
"ShellExecuteA" (ByVal hwnd As Long, ByVal lpOperation As String, _
ByVal lpFile As String, ByVal lpParameters As String, _
ByVal lpDirectory As String, ByVal nShowCmd As Long) As Long
```

Tabla 3. 3. Declaración de Función del API ShellExecute.²⁸

3.2.1.2.1. Botón EJERCICIOS RESUELTOS, se llamará a la carpeta donde están los tutoriales de aplicaciones, con ejercicios aplicativos, tanto para centro de mecanizado como para el centro de torneado, para los software de diseño CAD - CAM.

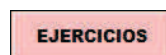


Figura 3. 5. Botón EJERCICIOS.

²⁸ Som, Guillermo, "EJECUTAR UN ACCESO DIRECTO DESDE VB6 CON SHELLEXECUTE", 2007, http://www.elguille.info/vb/API/ejecutar_acceso_directo.aspx

```
Private Sub Command1_Click()
Call ShellExecute(Me.hwnd, "Open", "C:\Users\hp\Desktop\EJERCICIOS RESUELTOS", "", "", 1)
End Sub
```

Tabla 3. 4. Declaración de función Botón EJERCICIOS

3.2.1.2.2. Botón BobCAD CAM, Si el botón etiquetado “BobCAD-CAM” es presionado, se llama a la función Shell Execute para ejecutar el software de diseño BobCAD CAM. Con la ayuda de las guías de aplicación seguir todos los pasos, hasta llegar a obtener la interfaz (códigos G y M), que se utilizará en el software de Manufactura CNC



Figura 3. 6. Botón Bod CAD - CAM

```
Private Sub Command2_Click()
Call ShellExecute(Me.hwnd, "Open", "C:\Archivos de programa\BobCAD-CAM\BobCAD-CAM
V21\Bobcad21.exe", "", "", 1)
End Sub
```

Tabla 3. 5. Declaración de función Bob CAD CAM

3.2.1.2.3. Botón Master CAM, Si el botón etiquetado “Master CAM” es presionado, se llama a la función ShellExecute para ejecutar al software de Diseño Master CAM. Con la ayuda de las guías de aplicación seguir todos los pasos, hasta llegar a obtener la interfaz (códigos G y M).

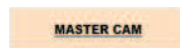


Figura 3. 7. Botón MASTER CAM.

```
Private Sub Command3_Click()
Call ShellExecute(Me.hwnd, "Open", "C:\mcam\mastercam.exe", "", "", 1)
End Sub
```

Tabla 3. 6. Declaración de función Master CAM.

Si el botón etiquetado “MV - CNC” es presionado, se llama a la pantalla siguiente de Manufactura Virtual CNC.



Figura 3. 8. Botón MV-CNC.

```
Private Sub Command4_Click()
    CADCAM.Hide
    MVCNC.Show
End Sub
```

Tabla 3. 7. Declaración de función MV-CNC.

3.2.1.3. Pantalla Manufactura Virtual CNC.

La pantalla de manufactura virtual CNC contiene seis botones de acción:

- Botón INTERFAZ.
- Botón MV – CNC.
- Botón IR A PRESENTACIÓN.
- Botón CAD-CAM.
- Botón CERRAR PROGRAMAS.
- Botón SALIR.



Figura 3. 9. Manufactura Virtual CNC.

Declarar al comienzo del formulario, la función del API Shell Execute,

```
Private Declare Function ShellExecute Lib "shell32.dll" Alias _
    "ShellExecuteA" (ByVal hwnd As Long, ByVal lpOperation As String, _ ByVal
lpFile As String, ByVal lpParameters As String, _
    ByVal lpDirectory As String, ByVal nShowCmd As Long) As Long
```

Tabla 3. 8. Declaración de Función del API Shell Execute.

3.2.1.3.1. Botón INTERFAZ, se llama a la carpeta donde están los tutoriales de aplicaciones, con ejercicios aplicativos, tanto para centro de mecanizado como para el centro de torneado, para el software de Manufactura virtual CNC.



Figura 3. 10. Botón INTERFAZ.

```
Private Sub Command1_Click()
    Call ShellExecute(Me.hwnd, "Open", "C:\Users\hpl\Desktop\DESARROLLO
    TESISMECANIZAR.txt", "", "", 1)
End Sub
```

Tabla 3. 9. Declaración de función INTERFAZ. ²⁹

3.2.1.3.2. Botón MV-CNC, se pulsa y se llama a la función ShellExecute para ejecutar al programa de Manufactura Virtual SSCNC, que es el software simulación, para el mecanizado y manejo de controladores CNC.

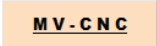


Figura 3. 11. Botón MV-CNC.

```
Private Sub Command2_Click()
    Call ShellExecute(Me.hwnd, "Open", "C:\Nanjing Swansoft\SSCNC\CNCLogin.exe", "", "", 1)
End Sub
```

Tabla 3. 10. Declaración de función MV-CNC

²⁹ <http://www.forosdelweb.com/f69/abrir-directorio-documentos-359119/>

3.2.1.3.3. Botón Ir A Presentación, Si el botón etiquetado “IR A PRESENTACIÓN” es presionado, cerrará los formularios de CAD-CAM, MV-CNC y regresará a la **presentación inicial HMI.**



Figura 3. 12. Botón IR A PRESENTACIÓN.



Figura 3. 13. Pantalla HMI.

```
Private Sub Command3_Click()
INTERFACES.Show
Unload MVCNC
Unload CADCAM
End Sub
```

Tabla 3. 11. Declaración de función Botón IR A PRESENTACIÓN.

3.2.1.3.4. Botón CAD - CAM, Si se presiona el botón etiquetado como “CAD - CAM”, cerrará el formulario MV-CNC y regresará al formulario CAD - CAM, para iniciar un nuevo diseño.

CAD - CAM

Figura 3. 14. Botón CAD - CAM.



Figura 3. 15. CAD – CAM.

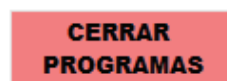
```

Private Sub Command4_Click()
    CADCAM. Show
    Unload MVCNC
End Sub

```

Tabla 3. 12. Declaración de función CAD - CAM.

3.2.1.3.5. Botón Cerrar Programas, Si se presiona el botón etiquetado como “CERRAR PROGRAMAS”, se utiliza el comando Shell (Taskkill), para cerrar todos los programas ejecutados, en este caso BOBCAD CAM y SSCNC.



Un botón rectangular con un fondo rojo y el texto "CERRAR PROGRAMAS" en letras blancas, negritas y centradas.

Figura 3. 16. Botón CERRAR PROGRAMAS.

```

Private Sub Command5_Click()
    Shell ("cmd.exe /c Taskkill /f /IM BobCAD24.exe")
    Shell ("cmd.exe /c Taskkill /f /IM MasterCam.exe")
    Shell ("cmd.exe /c Taskkill /f /IM CNCLogin.exe")
End Sub

```

Tabla 3. 13. Declaración de función Botón CERRAR PROGRAMAS.³⁰

3.2.1.3.6. Botón SALIR, Si se presiona el botón etiquetado como “SALIR”, se cierra todas las acciones ejecutadas, como las pantallas de PRESENTACIÓN, CAD - CAM Y MV - CNC, con esto se culminará con las prácticas de Manufactura virtual CNC.



Un botón rectangular con un fondo rojo y el texto "SALIR" en letras blancas, negritas y centradas.

Figura 3. 17. Botón SALIR.

³⁰ Simple Machines LLC, “¿COMO CERRAR PROGRAMAS .EXE DESDE VISUAL BASIC 6.0?”, 2006, <http://foro.portalhacker.net/index.php/topic,51934.0.html>

```
Private Sub Command6_Click()  
Unload MVCNC  
Unload CADCAM  
Unload INTERFACES  
End Sub
```

Tabla 3. 14. Declaración de función Botón SALIR.

3.3. TUTORIAL DEL SOFTWARE SSCNC, DE LAS DISTINTAS OPERACIONES DE FUNCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TORNEADO Y CENTRO DE MECANIZADO.

VER ANEXO J. GUIA DEL SOFTWARE SSCNC PARA CENTRO DE TORNEADO.

VER ANEXO K. GUIA DEL SOFTWARE SSCNC PARA CENTRO DE MECANIZADO.

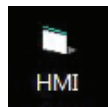
CAPITULO IV

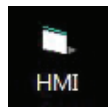
APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE MANUFACTURA VIRTUAL, MEDIANTE EL USO DE LAS INTERFACES DESARROLLADAS EN LOS PROGRAMAS CAD - CAM.

4.1. INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se pretende explicar el uso del software SSCNC de manufactura virtual y la aplicación del HMI, desarrollado en el capítulo III, el cual se basa primordialmente en la selección de los programas de diseño a utilizar para luego mediante ejercicios aplicativos permitir una clara orientación, al aprendizaje asistido por computadora, mediante un entorno virtual ³¹, en el que el usuario puede **examinar, manipular e interactuar**, mediante el interfaz de los códigos ISO diseñados en los programas CAD – CAM (BOBCADCAM - MASTERCAM), a los controladores. Mediante el uso de paneles táctiles y monitores duales se logra una sensación de simulación realística (Realidad Aumentada), con el cual el usuario podrá aplicar los conocimientos adquiridos sin ningún riesgo para las personas y maquinaria. **VER ANEXO L. MONITORES DUALES Y PANELES TÁCTILES.**

4.2. APLICACIÓN DE HMI DESARROLLADO.



Ingresar al icono dar doble clic  y se abrirá la pantalla de presentación, con las distintas identificaciones realizadas en el capítulo III.

³¹ CARDONA QUIROZ, Jesús David. Desarrollo de entornos virtuales mediante RUP. Trabajo de grado (Master en Ingeniería de Software). Universidad Pontificia de Salamanca.

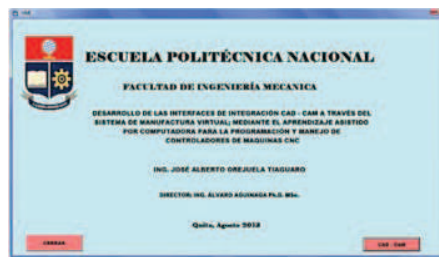


Figura 4. 1. Pantalla HMI.

Se pulsa el botón de acción **CAD - CAM** y se dirigirá a la pantalla de diseño en el cual se tendrá la carpeta de ejercicios desarrollados, los cuales serán aplicativos en los software CAD - CAM en este caso **BOBCAD CAM y MASTER CAM**, una vez desarrollados los ejercicios, se obtendrán los códigos ISO, el mismo que servirán como interfaz para el ingreso de datos, en este caso para **CONTROLADORES FANUC**, para centros de mecanizado, centros de torneado y para el **CONTROLADOR GSK 980TD** para centro de torneado del laboratorio de CNC de la Facultad de Mecánica.

- VER ANEXO M. GUIA DE APLICACIÓN MASTER - CAM CENTRO DE MECANIZADO.
- VER ANEXO N. GUIA DE APLICACIÓN MASTER - CAM CENTRO DE TORNEADO.
- VER ANEXO O. GUIA DE APLICACIÓN BOB CAD - CAM CENTRO DE MECANIZADO.
- VER ANEXO P. GUIA DE APLICACIÓN BOB CAD - CAM CENTRO DE TORNEADO.
- VER ANEXO Q. GUIA DE APLICACIÓN BOB CAD – CAM CENTRO DE TORNEADO PARA EL CONTROLADOR GSK 980 TD.

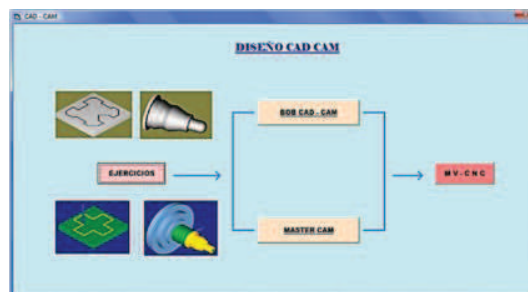


Figura 4. 2. Pantalla Diseño CADCAM

Una vez obtenido los códigos ISO, realizados en las guías de aplicación tanto para **CENTRO DE MECANIZADO** como para **CENTRO DE TORNEADO**, se pulsa el icono

MV - CNC

, se abrirá la pantalla de Manufactura virtual CNC, en el cual se realizará la interfaz de del código ISO al controlador CNC Virtual.



Figura 4. 3. Pantalla Manufactura Virtual CNC.

MV - CNC

Se pulsa el icono y se abrirá el software SSCNC

4.3. APLICACIÓN PARA CENTRO DE MECANIZADO.



Ingresa al icono del programa , se abre una ventana en la que se elige el idioma y el control en el que se va a realizar la práctica. (VER ANEXOS J, K. IDENTIFICACIÓN DEL SOFTWARE SSCNC PARA CENTRO DE MECANIZADO Y CENTRO DE TORNEADO), seleccionar la maquina **FANUC OI - MC**

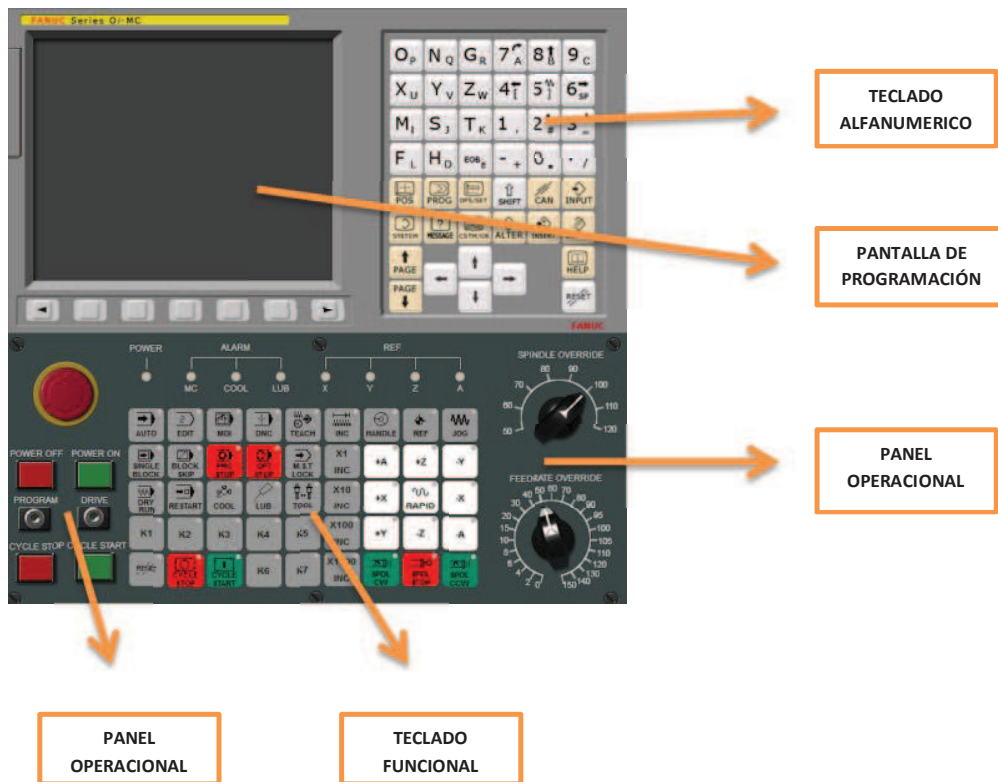


Figura 4. 4. Panel de control FANUC OI-MC.

Libere el paro de emergencia, se pulsa el botón



Figura 4. 5. Botón paro de emergencia.

Encienda el sistema, se presiona el botón verde, para iniciar la operación con el centro de mecanizado

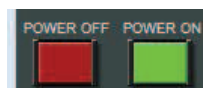


Figura 4. 6. Botón de encendido.

Una vez pulsado el botón de encendido, la pantalla de programación se inicia, en el punto donde se encuentra la maquina en X, Y, Z.



Figura 4. 7. Pantalla de programación encendida.

Referencia de la máquina (cero máquina u origen de fabricante)

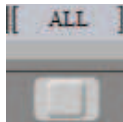
1. Se orienta el eje Z, por seguridad



2. Presionar en el teclado funcional **REF**, MODE – HOME, se pulsa Z, X, Y. los ejes se posicionan en el cero maquina



3. Verificar la orientación, se presiona **POS** en el teclado alfa numérico



4. Se presiona **ALL** en la pantalla
5. Aquí se observa el cero máquina y el desplazamiento de las coordenadas absolutas y relativas.

(RELATIVE)		(ABSOLUTE)	
X	400.000	X	400.000
Y	200.000	Y	200.000
Z	205.194	Z	205.194
(MACHINE)		(DISTANCE TO GO)	
X	0.000	X	0.000
Y	0.000	Y	0.000
Z	0.000	Z	0.000
RUN TIME 00:00M		PART COUNT 1	
ACT F 00:MM:SS		CYCLE TIME 00:00:00	
		S 0 T 25	

Figura 4. 8. Coordenadas.

6. Montar la pieza en el centro de mecanizado, según las medidas que se necesite para la operación.

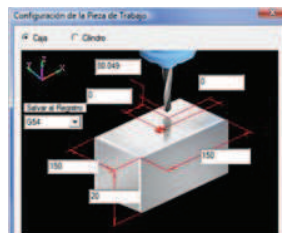


Figura 4. 9. Medidas de la pieza.

7. Seleccionar las bridas de sujeción y marcar en **reemplazar la pieza de trabajo**

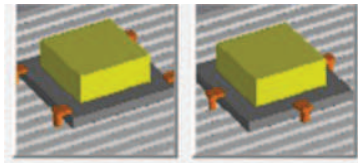


Figura 4. 10. Reemplazar pieza.

8. Seleccionar la herramienta de trabajo con un diámetro de 4 mm.

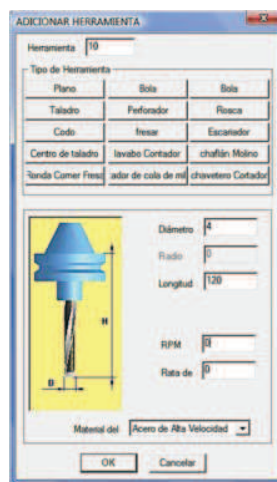







Figura 4. 11. Herramienta de trabajo.

9. Montaje de la herramienta al ATC.

- Se selecciona el modo  MDI
- Se pulsa el botón PROG  del teclado alfanumérico y se digita **M06T1**; y se observará en la pantalla, Donde M06 = al cambio automatico de la herramienta, se utiliza junto el codigo T = a la herramienta.
- Se pulsa el boton  EOB
- Luego se activa las llaves de seguridad  para insertar el comentario.
- Se presiona  INSERT

- Finalmente se pulsa CYCLE STAR , y la herramienta se monta en el husillo principal.

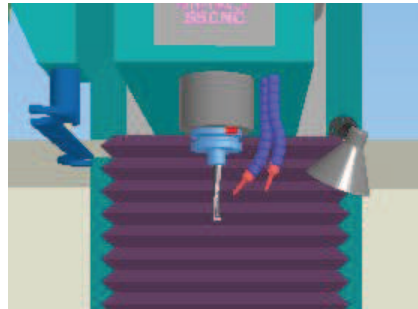


Figura 4. 12. Montaje de la herramienta.

10. Calcular el número de revoluciones al que debe girar el husillo principal para que mecanice aluminio con una fresa Fontal cilíndrica de 4mm. de diámetro de material HSS carburo de tungsteno.

Datos

Aluminio – Metal ligero
 L - A = 150 x 150
 $V_c = 200$ m/min (tablas)
 $S' = F = 250$ mm/min (tablas)
 $d = 4$ mm
 $S = N =$ rpm

Velocidad de giro

$$N = \frac{1000 \cdot 200 \text{ m/min}}{\pi \cdot 4 \text{ mm}} = 15915 \text{ rpm}$$



$$N = S = 15915 \text{ rpm}$$


Avance - Zona de aproximación

$F = S' \times 3$
 $F = 250$ mm/min x 3
 $F = 750$ mm/min.

$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot N}{1000} \quad N = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d}$$

11. En el modo MDI programar para que la máquina **encienda el husillo** en sentido horario a las revoluciones programadas.

- Se pulsa , luego se pulsa , se digitaliza M03 S7957, Donde M03 = Enciende el husillo en sentido horario y S = revoluciones por minuto.

- Se pulsa el boton 

- Se Presiona 
- Finalmente se pulsa **CYCLE STAR** 

12. Hallar el cero pieza, se tiene dos opciones.

- **La primera**, Desplazar los ejes en X, Y, Z. para hallar el cero pieza, mediante el software de posicionarnos rápido.

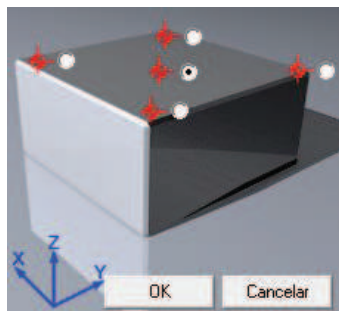




Figura 4. 13. Posicionamiento de la herramienta.

- **La segunda**, mediante los movimientos de la máquina, con el MODE – MPG, desplazar los ejes de la máquina uno a uno con el generador de

pulsos manual, se pulsa  y mover los ejes  en X, Y , Z, hasta llegar al punto de cero pieza.

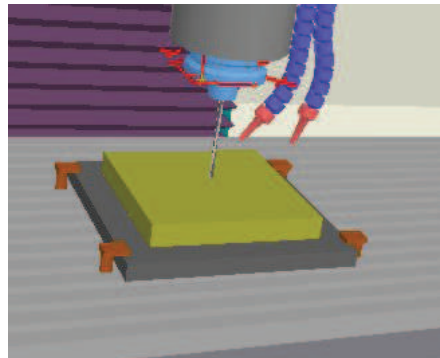


Figura 4. 14. Posicionamiento de la herramienta a la pieza

13. Se almacena el cero pieza en G54, G55, G56, G57, G58, o G59.

Dónde:

G54= Grabar cero pieza en la tabla 1.


G55= Grabar cero pieza en la tabla 2.

G56= Grabar cero pieza en la tabla 3.

G57= Grabar cero pieza en la tabla 4.

G58= Grabar cero pieza en la tabla 5.

G59= Grabar cero pieza en la tabla 6.

14. Se Pulsa  del teclado alfanumérico de programación.


15. Se Pulsa  en la pantalla de programación.

16. Se anota los valores de las **coordenadas mecánicas**.

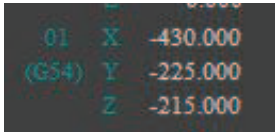
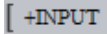
(RELATIVE)		(ABSOLUTE)	
X	30.000	X	30.000
Y	25.000	Y	25.000
Z	5.000	Z	25.000
(MACHINE)		(DISTANCE TO GO)	
X	-400.000	X	0.000
Y	-200.000	Y	0.000
Z	-190.000	Z	0.000
RUN TIME 0H00M		PART COUNT 1	
ACT F 6000MM/MIN S		CYCLE TIME 0H00M00S	
		0 T 1	

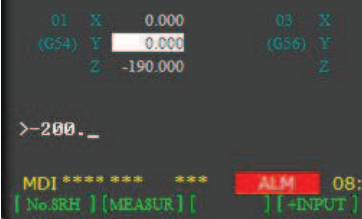
Figura 4. 15. Coordenadas mecánicas.





17. Se pulsa  del teclado alfanumérico.


18. Se pulsa  de la pantalla de programación.

19. Se reemplaza los valores de las coordenadas mecánicas en X, Y, Z en los valores de G54, para obtener el cero pieza.

Reemplazar estos valores  en las **coordenadas mecánicas** obtenidas en el literal 16, presionando  para adherir los valores en el G54

en los ejes de coordenadas X, Z 

20. Se presiona  clic en  escribir **G54**, se pulsa  clic en  se










pulsa **CYCLE START**  para que las coordenadas absolutas cambien a cero en X, Y, Z, con esto se obtiene el cero pieza.

- Se da clic en  clic en  y se obtendrá en la pantalla de programación, el cero pieza.



Figura 4. 16. Cero pieza.





21. Comprobar el cero pieza

- Orientar la maquina a HOME se pulsa  X, Y, Z
- Se pulsa 
- Se pulsa 
- Digitar G54 
- Se pulsa 
- Se pulsa 
- Programar los ejes X, Y para que retornen al cero pieza
- **Digitar G90 G54 X0Y0** 
- Se pulsa 
- Se pulsa 
- **Digitar G0 Z50**  (zona de seguridad)
- Se pulsa 
- Reducir el avance rápido al 25% en RAPID en el panel de control
- Se pulsa 

4.4. PASOS PARA LA INTERFAZ DEL CÓDIGO ISO, REALIZADOS EN EL PROGRAMA DE DISEÑO MASTER CAM PARA UN CENTRO DE MECANIZADO.

22. Montar código ISO a la máquina, para la simulación del mecanizado virtual.

Una vez comprobado el cero máquina, el cero pieza, las dimensiones de la pieza a mecanizar, el tipo de agarre y con las herramientas necesarias en el ATC, se pretende realizar la simulación del mecanizado virtual, mediante la interfaz del código ISO al controlador **FANUC OI-MC**. Esto se realiza mediante el código ISO generado del software Master CAM X3.


- Orientar la maquina a HOME  se pulsa Z.
- Se pulsa EDIT 
- Se pulsa  en el teclado alfanumérico
- Se pulsa  en la pantalla de programación
- Se escribe el número de programa a utilizar, en este caso =O0097

```

PROGRAM                O0000  N00000
PROGRAM (NUM.)        MEMORY (CHAR.)
USED                   26          174839
FREE                   118         349481
O0001 O0002 O0003 O0004 O0005 O0010
O0011 O0012 O0013 O0014 O0015 O0016
O0017 O0018 O0034 O0092 O0093 O0094
O0095 O0096 O0098 O0099 O2000 O9000
O9001 O9012

>O0097_
EDIT*****          ***          21:06:40
[BG-EDIT][O&RH][&RH1][&RH+][REWIND]

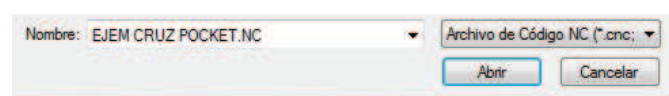
```

- Se pulsa  se crea el programa que se digito.
- Buscar el ejemplo que se realizó y abrir el archivo Código ISO, en los siguientes formatos .cn, .cnc, .txt

4.5. CODIGO ISO PARA REALIZAR LA INTERFAZ EN LA MAQUINA VIRTUAL SSCNC REALIZADO EN MASTER - CAM PARA CENTRO DE MECANIZADO

4.5.1. CONTROLADOR FANUC OI – MC

```
%  
O0017 (EJEM CRUZ POCKET)  
(MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024)  
( T1 | 4. FLAT ENDMILL | H1 )  
N10 G21  
N20 G0 G17 G40 G49 G80 G90  
( CONTORNO CON UNA FLAT ENDMILL DE DIAMETRO 4MM EN EL ATC N 1 CON  
PROFUNDIDAD DE 1MM )  
N30 M8  
N40 T1 M6  
N50 G0 G90 G54 X-22. Y-22. S16000 M3  
N60 G43 H1 Z5.  
N70 G1 Z-1. F600.  
N80 Y-60. F240.  
N90 G3 X-20. Y-62. R2.  
N100 G1 X20.  
N110 G3 X22. Y-60. R2.  
N120 G1 Y-22.  
N130 X60.  
N140 G3 X62. Y-20. R2.  
N150 G1 Y20.  
N160 G3 X60. Y22. R2.  
N170 G1 X22.  
N180 Y60.  
N190 G3 X20. Y62. R2.  
N200 G1 X-20.  
N210 G3 X-22. Y60. R2.  
N220 G1 Y22.  
N230 X-60.  
N240 G3 X-62. Y20. R2.  
N250 G1 Y-20.  
N260 G3 X-60. Y-22. R2.  
N270 G1 X-22.  
N280 G0 Z5.  
N290 M9  
N300 M5  
N310 G91 G28 Z0.  
N320 G28 X0. Y0.  
N330 M30  
%
```




- Se pulsa **Abrir** y se monta el archivo en la pantalla de programación con el nombre **O0097 (EJEMCRUZPOCKET)**

```

PROGRAM O0097 N00000
O0097 (EJEMCRUZPOCKET) ;
<DATE=DD-MM-YY-09-07-13TIME=HH:MM-19:
;
<MCKFILE=C:\USERS\HP\DESKTOP\DESARROL
;
>_
EDIT***** *** 21:13:49
[DG-EDT][O-SRH][SRH+][SRH+][REWDND]

```

- Se pulsa MEM  en el teclado funcional y

- Se pulsa  iniciará la operación de mecanizado virtual.

4.5.2. SIMULACIÓN DEL MECANIZADO EN LA MÁQUINA VIRTUAL CON EL SOFTWARE SSCNC

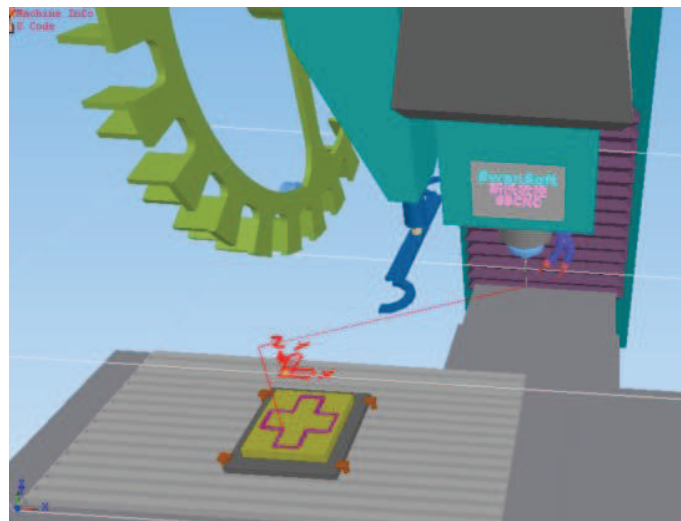


Figura 4. 17. Simulación de mecanizado con la maquina

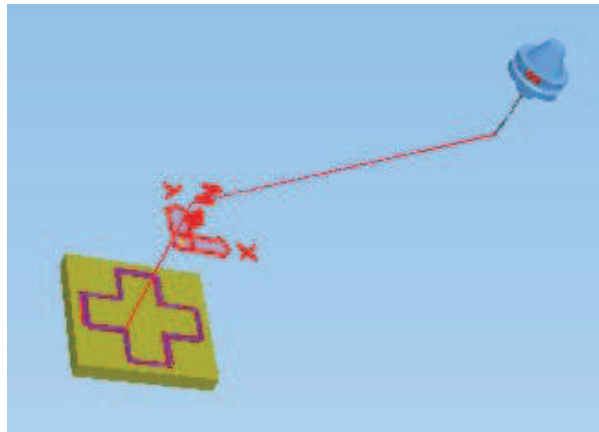



Figura 4. 18. Termino de mecanizado simulado.


4.6. PASOS PARA LA INTERFAZ DEL CÓDIGO ISO, REALIZADOS EN EL PROGRAMA DE DISEÑO BOB CAD - CAM PARA CENTRO DE MECANIZADO


Para iniciar con el mecanizado del ejercicio propuesto, repetir los pasos anteriores hasta el literal 21 (comprobar el cero pieza)

22. Montar código ISO a la máquina, para la simulación del mecanizado virtual

Una vez comprobado el cero máquina, el cero pieza, las dimensiones de la pieza a mecanizar, el tipo de agarre y con las herramientas necesarias en el ATC, se pretende realizar la simulación del mecanizado virtual, mediante la interfaz del código ISO al controlador **FANUC OI-MC**. Esto se realiza mediante el código ISO generado del software BOB CAD CAM V24.

- Orientar la maquina a HOME  se pulsa Z


- Se pulsa EDIT 

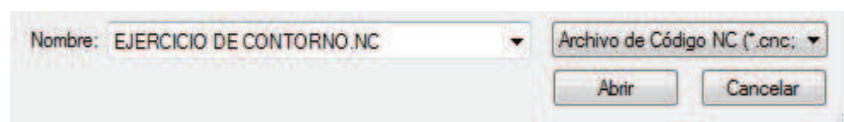
- Se pulsa  en el teclado alfanumérico

- Se pulsa  en la pantalla de programación

- Se escribe el número de programa a utilizar, en este caso =O0095



- Se pulsa  se crea el programa que se digito.
- Buscar el ejemplo que se realizó y abrir el archivo Código ISO, en los siguientes formatos .cn, .cnc, .txt



4.7. CODIGO ISO PARA REALIZAR LA INTERFAZ EN LA MAQUINA VIRTUAL SSCNC REALIZADO EN BOB CAD CAM

4.7.1. CONTROLADOR FANUC 0I-MC

```
%
O0095
(PROGRAM NAME - EJERCICIO DE CONTORNO.NC)
(POST - FANUC 0IMC - METRIC)
N01 G90 G80 G40 G21 G17
N02 G00 G91 G28 Z0.
N03 G91 G28 X0. Y0.
```

(Trabajo 1 Contorno)
(FUNCION PERFIL)

```
N04 T01 M06 (CAMBIO DE HERRAMIENTA)
N05 G90 G54 X-20. Y-40. S4000 M03 (VELOCIDAD DE GIRO)
N06 G43 H01 Z2.54 M08 (POSICIONAMIENTO DE LA HERRAMIENTA)
N07 G01 Z-1. F800 (AVANCE DE PENETRACION)
N08 X20. F1600 (AVANCE DE DESBASTE)
```



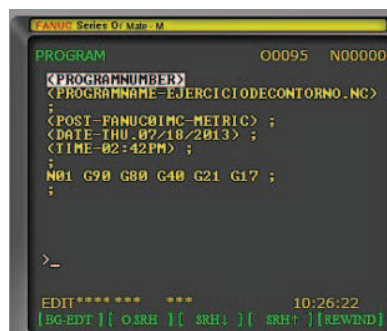
```

N09 Y-60.
N10 X50.
N11 X60. Y-50.
N12 Y-20.
N13 X50.
N14 Y20.
N15 X60.
N16 Y40.
N17 X40. Y60.
N18 X20.
N19 Y40.
N20 X0. Y20.
N21 X-20. Y40.
N22 Y60.
N23 X-40.
N24 X-60. Y40.
N25 Y20.
N26 X-50.
N27 Y-20.
N28 X-60.
N29 Y-50.
N30 X-50. Y-60.
N31 X-20.
N32 Y-40.
N33 G00 Z2.54 (REGRESO AL POSICIONAMIENTO DE LA HERRAMIENTA)
N34 M09
N35 M05
N36 G91 G28 Z0.
N37 G91 G28 X0. Y0.
N38 M02

(END OF FILE)
(END OF PROGRAM)

N39 M30
%
```

- Se pulsa en **Abrir** y se monta el archivo en la pantalla de programación con el nombre **O0095 (EJERCICIO DE CONTORNO)**



- Se pulsa MEM  en el teclado funcional y
- Se pulsa 

23. Simulación del mecanizado en la máquina virtual con el software SSCNC



Figura 4. 19. Simulación de mecanizado con la maquina

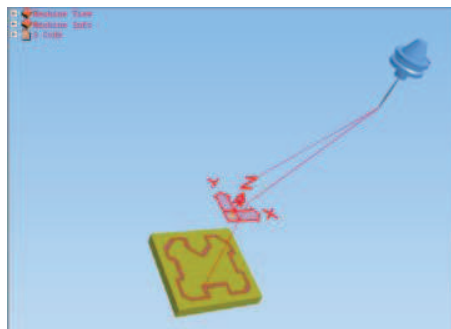



Figura 4. 20. Termino de mecanizado

4.8. APLICACIÓN DE CENTRO DE TORNEADO.

Ingrese al icono del programa  , se abre una ventana en la que se elige el idioma y el control en el que se va a realizar la práctica. **VER ANEXO. SIMULACIÓN CENTRO DE TORNEADO.**

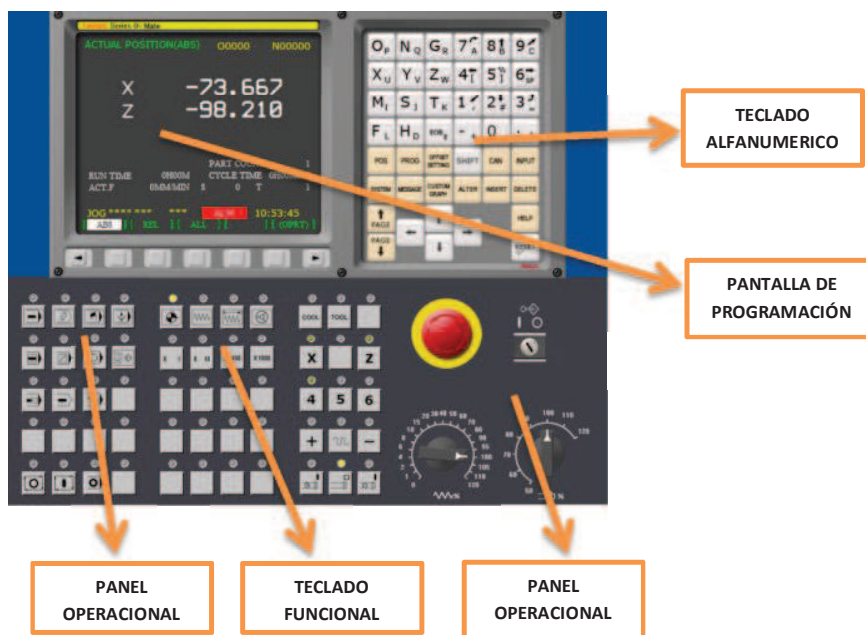


Figura 4. 21. Panel de control FANUC OI –T.

Libere el **paro de emergencia**, se pulsa el botón y se activa la **llave de seguridad**



Figura 4. 22. Botón paro de emergencia y llave de seguridad.


Una vez pulsado el botón de encendido, la pantalla de programación se inicia, en el punto donde se encuentra la máquina en X, Y, Z.



Figura 4. 23. Pantalla de programación encendida.

Referencia de la máquina (cero máquina u origen de fabricante)

1. Se orienta el eje Z, por seguridad, tener en cuenta que el contra punto no se encuentre sujetado.

2. Presionar en el teclado funcional , MODE – HOME, se pulsa Z, X. Los ejes se posesiona en el cero maquina

3. Se verifica la orientación, se presiona  en el teclado alfa numérico

4. Se presiona  en la pantalla

5. Aquí se observa el cero máquina y el desplazamiento de las coordenadas absolutas y relativas.

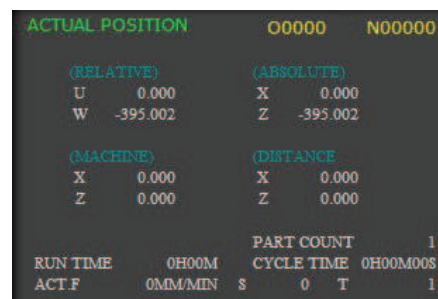


Figura 4. 24. Coordenadas.

6. Montar la pieza en el centro de torneado, según las medidas que se necesite para la operación y el tipo de agarre.

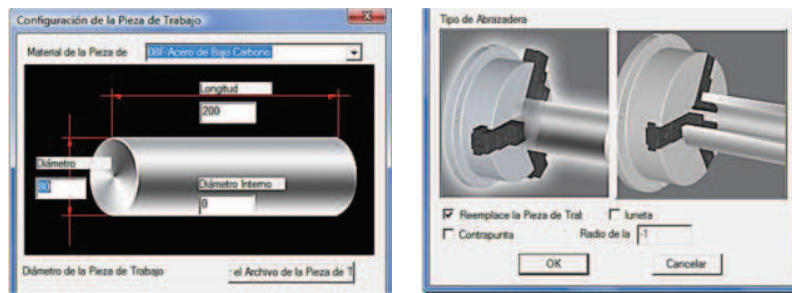


Figura 4. 25. Pieza a mecanizar.

7. Seleccionar la herramienta de trabajo, seleccionar un inserto con un Angulo de 35°

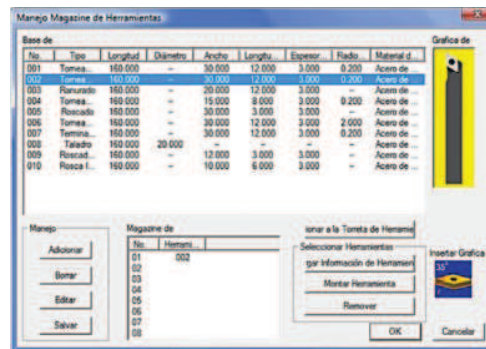


Figura 4. 26. Herramientas

8. En la torreta de herramientas se puede observar la herramienta montada en el ATC N°

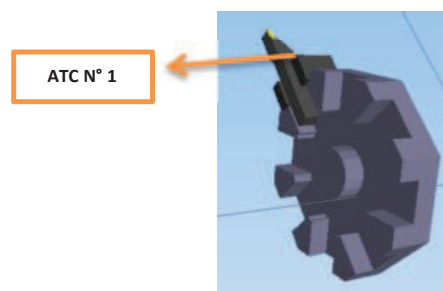


Figura 4. 27. Montar herramienta en el ATC

9. Calcular el número de revoluciones al que debe girar el husillo principal para que mecanice aluminio con una fresa Fontal cilíndrica de 4mm. de diámetro de material HSS carburo de tungsteno.

Datos
 Acero = 1018
 $V_c = 345 \text{ m/min (tablas)}$
 $S' = F = 220 \text{ mm/min (tablas)}$
 $d = 50 \text{ mm}$
 $S = N = \text{rpm}$
 $L = 120 \text{ mm.}$

Velocidad de giro

$$N = \frac{1000 \cdot 345 \text{ m/min}}{\pi \cdot 50 \text{ mm}} = 2196 \text{ rpm}$$

$N = S = 2196 \text{ rpm}$



Avance




$$F \left(\frac{\text{mm}}{\text{min}} \right) = N (\text{rpm}) \times F \left(\frac{\text{mm}}{\text{rev}} \right)$$

$F = 0.4 \left(\frac{\text{mm}}{\text{rev}} \right) \text{ (tablas)}$
 $F = 2196 \text{ rpm} \times 0.4 \left(\frac{\text{mm}}{\text{rev}} \right)$
 $F = 878 \left(\frac{\text{mm}}{\text{min}} \right)$

$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot N}{1000} \quad N = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d}$$

10. En el modo **MDI** programar para que la máquina **encienda el husillo** en sentido horario a las revoluciones programadas.

- Se pulsa , luego se pulsa , digitalizar **M03 S2200**,
 Donde **M03** = Enciende el husillo en sentido horario y **S** = revoluciones por minuto.

- Se pulsa el boton 
- Se presiona 
- Finalmente se pulsa **CYCLE STAR** 



11. Para hallar el cero pieza, se tiene dos opciones.

- La primera**, Desplazar los ejes en X, Y, Z. para hallar el cero pieza, mediante el software de posicionarnos rápido.



Figura 4. 28. Posicionamiento de la herramienta.

- **La segunda**, mediante los movimientos de la máquina, con el MODE – MPG, desplazar los ejes de la máquina uno a uno con el generador de

pulsos manual, se pulsa  y mover los ejes  en X, Z, hasta llegar al punto de cero pieza o también se puede refrentar y cilindrar (en este punto se debería medir el diámetro externo para dar el valor de X) con esto se obtendrá el cero pieza.

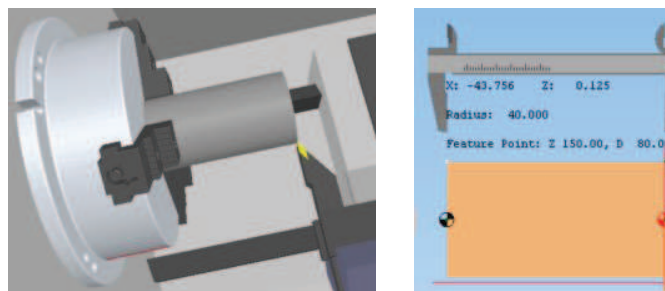


Figura 4. 29. Obtención cero pieza.

12. Almacenar el cero pieza en G54, G55, G56, G57, G58, o G59.

Dónde:

G54= Grabar cero pieza en la tabla 1.

G55= Grabar cero pieza en la tabla 2.


G56= Grabar cero pieza en la tabla 3.

G57= Grabar cero pieza en la tabla 4.

G58= Grabar cero pieza en la tabla 5.

G59= Grabar cero pieza en la tabla 6.

13. Se pulsa  del teclado alfanumérico de programación.

14. Se pulsa  en la pantalla de programación.

15. Se anota los valores de las **coordenadas mecánicas**.

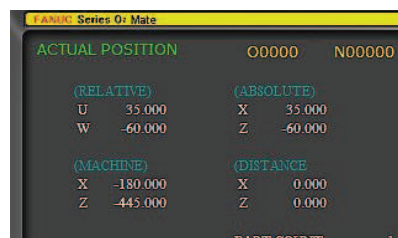

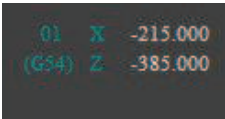
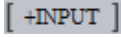


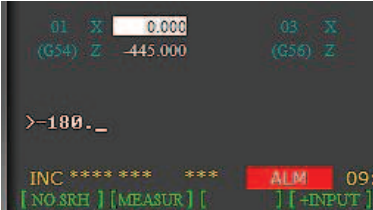
Figura 4. 30. Coordenadas mecánicas.

16. Se pulsa  del teclado alfanumérico.

17. Se pulsa  de la pantalla de programación

18. Se reemplaza los valores de las coordenadas mecánicas en X, Z en los valores de G54, para obtener el cero pieza.

Reemplazar estos valores  en las **coordenadas mecánicas** obtenidas en el literal 15, presionando  para adherir los valores en el G54

en los ejes de coordenadas X, Z 

19. Se presiona  clic en  se escribe **G54**, se pulsa  se pulsa  se pulsa **CYCLE START**  para que las **coordenadas absolutas** cambien a cero en X, Z, con esto se obtendrá el cero pieza.












- Se pulsa  clic en  y se obtiene en la pantalla de programación, el cero pieza.



Figura 4. 31. Cero pieza.

20. Comprobar el cero pieza





- Orientar la máquina a HOME se pulsa  X, Z
- Se pulsa 
- Se pulsa 
- Se digitaza G54 
- Se pulsa 
- Se pulsa 
- Programar los ejes X, Y para que retornen al cero pieza
- **Digital G90 G54 X0Z0** 

- Se pulsa 
- Se pulsa 

4.9. PASOS PARA LA INTERFAZ DEL CÓDIGO ISO, REALIZADOS EN EL PROGRAMA DE DISEÑO MASTER CAM PARA EL CENTRO DE TORNEADO

21. Montar código ISO a la máquina, para la simulación del mecanizado virtual

Una vez comprobado el cero máquina, el cero pieza, las dimensiones de la pieza a mecanizar, el tipo de agarre y con las herramientas necesarias en el ATC, se pretende realizar la simulación del mecanizado virtual, mediante la interfaz del código ISO al controlador **FANUC OI - T**. Esto se realiza mediante el código ISO generado del software Master CAM X3.

- Orientar la maquina a HOME  se pulsa X, Z.
- Se pulsa EDIT 
- Se pulsa  en el teclado alfanumérico.
-  en la pantalla de programación.
- Se escribe el número de programa a utilizar, en este caso =O0014.

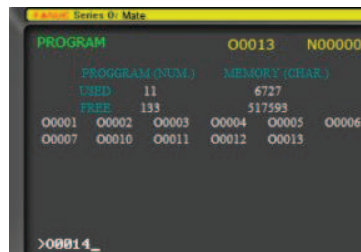



Figura 4. 32. Identificación del número de programa.

- Se pulsa  se crea el programa que se digito
- Buscar el ejemplo que se realizó y abrir el archivo Código ISO, en los siguientes formatos .cn, .cnc, .txt

4.10. CODIGO ISO PARA REALIZAR LA INTERFAZ EN LA MAQUINA VIRTUAL SSCNC REALIZADO EN MASTER CAM

4.10.1. CONTROLADOR FANUC OI – T

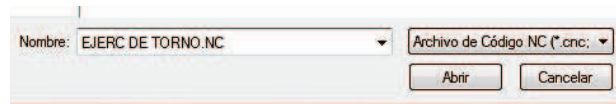
```

%
O0100
(PROGRAM NAME - EJERC DE TORNO)
G21
(TOOL - 1 OFFSET - 1)
(OD FINISH RIGHT - 35 DEG. INSERT - VNMG 16 04 08)
( EJEMPLO DE TORNO CON UNA HERRAMIENTA R0.8 EN EL ATC 1 )
G0 T0101
G97 S2200 M03
G0 G54 X48.971 Z2.5
G98 G1 Z.5 F880.
Z-71.032
G3 X51. Z-74.46 R6.3
G1 Z-100.8
X53.828 Z-99.386
G0 Z2.5
X46.943
G1 Z.5
Z-69.829
G3 X49.371 Z-71.362 R6.3
G1 X52.2 Z-69.948
G0 Z2.5
X44.914
G1 Z.5
Z-69.068
G3 X47.343 Z-70.022 R6.3
G1 X50.171 Z-68.608
G0 Z2.5
X42.886
G1 Z.5
Z-68.267
G2 X44.7 Z-69.004 R3.7
G3 X45.314 Z-69.194 R6.3
G1 X48.143 Z-67.779
G0 Z2.5
X40.857
G1 Z.5
Z-45.375
X40.867 Z-45.389

```

G3 X41. Z-45.8 R1.3
G1 Z-65.8
G2 X43.286 Z-68.474 R3.7
G1 X46.114 Z-67.06
G0 Z2.5
X38.829
G1 Z.5
Z-42.332
X40.867 Z-45.389
G3 X41. Z-45.8 R1.3
G1 Z-65.8
G2 X41.257 Z-66.767 R3.7
G1 X44.086 Z-65.353
G0 Z2.5
X36.8
G1 Z.5
Z-39.289
X39.229 Z-42.932
X42.057 Z-41.518
G0 Z2.5
X34.771
G1 Z.5
Z-36.246
X37.2 Z-39.889
X40.028 Z-38.475
G0 Z2.5
X32.743
G1 Z.5
Z-33.203
X35.171 Z-36.846
X38. Z-35.432
G0 Z2.5
X30.714
G1 Z.5
Z-31.217
G3 X32.628 Z-33.032 R6.3
G1 X33.143 Z-33.803
X35.971 Z-32.389
G0 Z2.5
X28.686
G1 Z.5
Z-30.161
G3 X31.114 Z-31.496 R6.3
G1 X33.943 Z-30.082
G0 Z2.5
X26.657
G1 Z.5
Z-29.479
G3 X29.086 Z-30.333 R6.3
G1 X31.914 Z-28.919
G0 Z2.5
X24.629
G1 Z.5
Z-28.983
G2 X25.542 Z-29.213 R3.7

G3 X27.057 Z-29.592 R6.3
G1 X29.886 Z-28.178
G0 Z2.5
X22.6
G1 Z.5
Z-28.098
G2 X25.029 Z-29.093 R3.7
G1 X27.857 Z-27.679
G0 Z2.5
X20.571
G1 Z.5
Z-4.171
G3 X21. Z-5.8 R6.3
G1 Z-25.8
G2 X23. Z-28.33 R3.7
G1 X25.828 Z-26.916
G0 Z2.5
X18.543
G1 Z.5
Z-2.062
G3 X20.971 Z-5.376 R6.3
G1 X23.8 Z-3.962
G0 Z2.5
X16.514
G1 Z.5
Z-.98
G3 X18.943 Z-2.35 R6.3
G1 X21.771 Z-.936
G0 Z2.5
X14.486
G1 Z.5
Z-.284
G3 X16.914 Z-1.156 R6.3
G1 X19.743 Z.258
(ACABADO DE LA GEOMETRIA CON LA HERRAMIENTA R0.8 EN EL ATC 1)
G0 Z2.
X0.
G1 Z0.
X8.4
G3 X20. Z-5.8 R5.8
G1 Z-25.8
G2 X25.156 Z-29.674 R4.2
G3 X31.68 Z-33.19 R5.8
G1 X39.918 Z-45.547
G3 X40. Z-45.8 R.8
G1 Z-65.8
G2 X44.2 Z-69.438 R4.2
G3 X50. Z-74.46 R5.8
G1 Z-100.
X52.828 Z-98.586
G28 U0. W0. M05
T0100
M30
%



- Se pulsa en **Abrir** y se monta el archivo en la pantalla de programación con el nombre **O0014 (EJERC DE TORNO)**

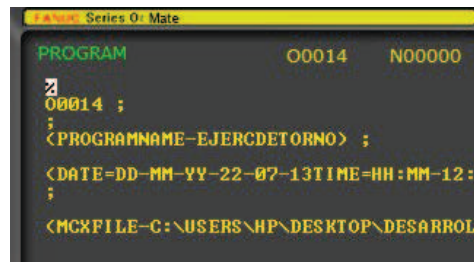



Figura 4. 33. Programa montado al controlador.

- Se pulsa MEM  en el teclado funcional y

- Finalmente se pulsa 

22. Simulación del mecanizado en la máquina virtual con el software SSCNC

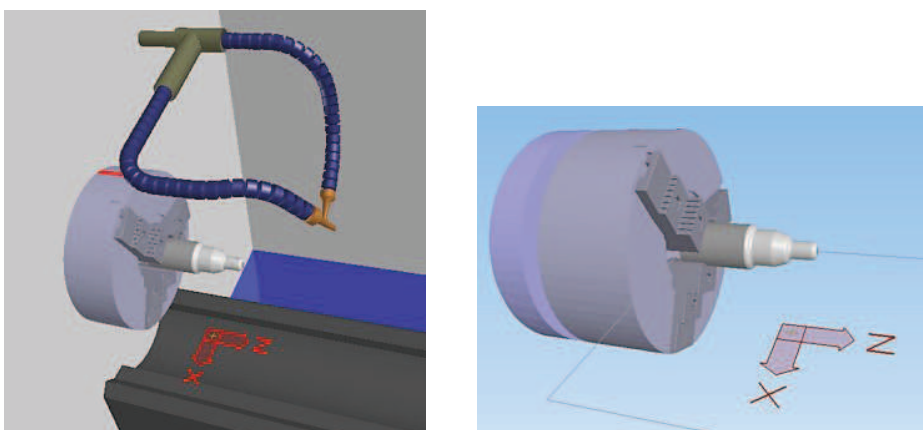






Figura 4. 34. Simulado de mecanizado virtual CNC

4.11. PASOS PARA LA INTERFAZ DEL CÓDIGO ISO, REALIZADOS EN EL PROGRAMA DE DISEÑO BOB CAD CAM PARA EL CENTRO DE TORNEADO.

Para iniciar con el mecanizado del ejercicio propuesto, repetir los pasos anteriores hasta el literal 21 (comprobar el cero pieza)

23. Montar código ISO a la máquina, para la simulación del mecanizado virtual

Una vez comprobado el cero máquina, el cero pieza, las dimensiones de la pieza a mecanizar, el tipo de agarre y con las herramientas necesarias en el ATC, se pretende realizar la simulación del mecanizado virtual, mediante la interfaz del código ISO al controlador **FANUC OI - MC**. Esto se realiza mediante el código ISO generado del software BOB CAD CAM V24.

- Orientar la maquina a HOME  se pulsa X, Z
- Se pulsa EDIT 
- Se pulsa  en el teclado alfanumérico
- Se pulsa  en la pantalla de programación
- Se escribe el número de programa a utilizar, en este caso =O0020

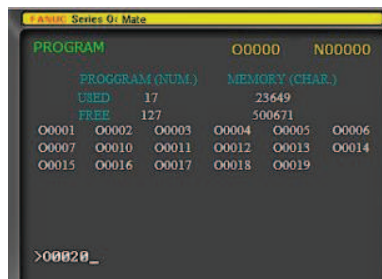

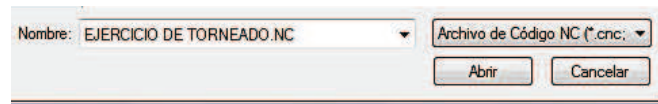


Figura 4. 35. Identificación del programa.

- Se pulsa  se crea el programa que se digito.
- Buscar el ejemplo que se realizó y abrir el archivo Código ISO, en los siguientes formatos .cn, .cnc, .txt



4.12. CODIGO ISO PARA REALIZAR LA INTERFAZ EN LA MAQUINA VIRTUAL SSCNC REALIZADO EN BOB CAD CAM

4.12.1. CONTROLADOR FANUC OI -T

```

O0001
(Trabajo2CICLODEDESBASTE)
G21 G40 G98
T0101
G50S500
G97S350M03
M08
G00 X80 Z50
G00X65.08Z1.254
G00X58.
G42G01Z-85.F127.
G01Z-84.
G00Z1.254
G00X56.
G01Z-85.
G01Z-84.
G00Z1.254
G00X54.
G01Z-85.
G01Z-84.
G00Z1.254
G00X52.
G01Z-85.
G01Z-84.
G00Z1.254
G00X50.
G01Z-75.041
G01X50.33Z-75.981
G03X50.383Z-76.164I-1.582K-.321
G01X50.505Z-77.214
G01X50.508Z-85.

```


G01Z-84.
G00Z1.254
G00X48.
G01Z-72.432
G01X48.324Z-72.756
G03X48.761Z-73.244I-5.591K-2.795
G01X49.318Z-73.893
G01X49.476Z-74.146
G01X49.986Z-75.002
G01X50.Z-75.041
G01Z-74.041
G00Z1.254
G00X46.
G01Z-70.432
G01X48.Z-72.432
G01Z-71.432
G00Z1.254
G00X44.
G01Z-53.108
G01X44.224Z-53.599
G03X44.41Z-54.129I-3.387K-.866
G01X44.511Z-54.503
G03X44.578Z-54.876I-2.306K-.398
G01X44.64Z-55.566
G01Z-69.072
G01X46.Z-70.432
G01Z-69.432
G00Z1.254
G00X42.
G01Z-50.277
G01X43.422Z-52.177
G01X43.946Z-52.989
G01X44.Z-53.108
G01Z-52.108
G00Z1.254
G00X40.
G01Z-47.61
G01X42.Z-50.277
G01Z-49.277
G00Z1.254
G00X38.
G01Z-44.943
G01X40.Z-47.61
G01Z-46.61
G00Z1.254
G00X36.
G01Z-42.277
G01X38.Z-44.943
G01Z-43.943
G00Z1.254
G00X34.
G01Z-39.61
G01X36.Z-42.277
G01Z-41.277
G00Z1.254

G00X32.
G01Z-36.943
G01X34.Z-39.61
G01Z-38.61
G00Z1.254
G00X30.
G01Z-27.991
G01X30.087Z-28.103
G03X30.409Z-28.832I-22.572K-5.352
G01X30.48Z-29.311
G03X30.508Z-29.687I-5.087K-.379
G01X30.512Z-33.32
G01X30.56Z-33.855
G02X30.647Z-34.344I2.912K.012
G01X30.771Z-34.803
G02X30.939Z-35.221I3.33K.451
G01X31.15Z-35.683
G01X31.474Z-36.197
G02X32.Z-36.943I11.041K3.477
G01Z-35.943
G00Z1.254
G00X28.
G01Z-26.283
G01X28.599Z-26.662
G03X28.906Z-26.863I-2.552K-2.104
G01X29.412Z-27.305
G03X29.638Z-27.526I-1.049K-.674
G01X30.Z-27.991
G01Z-26.991
G00Z1.254
G00X26.
G01Z-25.465
G01X26.854Z-25.76
G03X27.164Z-25.891I-.596K-.862
G01X28.Z-26.283
G01Z-25.283
G00Z1.254
G00X24.
G01Z-25.002
G01X24.369Z-25.061
G01X24.595Z-25.101
G01X25.831Z-25.407
G01X26.Z-25.465
G01Z-24.465
G00Z1.254
G00X22.
G01Z-24.588
G01X22.222Z-24.67
G01X22.362Z-24.715
G01X22.917Z-24.821
G02X24.Z-25.002I2.326K6.057
G01Z-24.002
G00Z1.254
G00X20.
G01Z-7.32

G01X20.056Z-7.424
G01X20.096Z-7.516
G01X20.326Z-8.242
G03X20.414Z-8.599I-2.513K-.491
G01X20.508Z-9.5
G01Z-23.175
G01X20.613Z-23.566
G02X20.673Z-23.685I.294K.01
G01X20.924Z-23.98
G01X21.019Z-24.08
G01X21.518Z-24.396
G02X21.652Z-24.46I.181K.122
G01X22.Z-24.588
G01Z-23.588
G00Z1.254
G00X18.
G01Z-4.727
G01X18.562Z-5.278
G03X18.853Z-5.574I-4.942K-2.615
G01X19.38Z-6.261
G03X19.615Z-6.6I-2.357K-1.003
G01X20.Z-7.32
G01Z-6.32
G00Z1.254
G00X16.
G01Z-3.284
G01X16.704Z-3.719
G03X16.991Z-3.928I-1.805K-1.392
G01X17.894Z-4.623
G01X18.Z-4.727
G01Z-3.727
G00Z1.254
G00X14.
G01Z-2.23
G01X14.053Z-2.251
G01X15.353Z-2.901
G03X15.592Z-3.032I-.686K-.747
G01X16.Z-3.284
G01Z-2.284
G00Z1.254
G00X12.
G01Z-1.457
G01X12.42Z-1.594
G01X14.Z-2.23
G01Z-1.23
G00Z1.254
G00X10.
G01Z-.861
G01X10.679Z-1.034
G03X12.Z-1.457I-17.156K-27.473
G01Z-.457
G00Z1.254
G00X8.
G01Z-.41
G01X8.841Z-.571

G03X10.Z-.861I-8.273K-17.289
G01Z.139
G00Z1.254
G00X6.
G01Z-.086
G01X6.95Z-.213
G03X7.207Z-.258I-.24K-.896
G01X8.Z-.41
G01Z.59
G00Z1.254
G00X4.
G01Z.124
G01X4.951Z.049
G03X6.Z-.086I-2.942K-12.539
G01Z.914
G00Z1.254
G00X2.
G01Z.228
G01X2.935Z.203
G03X4.Z.124I-1.641K-12.92
G01Z1.124
G00Z1.254
G00X0.
G01Z.254
G03X2.Z.228I.225K-10.505
G01Z1.228
G00X49.72
G00Z-54.566
G01X44.64
G01Z-55.566
G03X44.588Z-56.246I-24.065K.577
G01X44.532Z-56.555
G03X44.449Z-56.906I-3.256K.207
G01X44.328Z-57.296
G01X44.073Z-57.896
G01X42.64Z-60.767
G01Z-66.858
G01X42.717Z-66.986
G01X42.789Z-67.088
G01X43.398Z-67.797
G02X43.709Z-68.141I4.499K1.828
G01X44.64Z-69.072
G01Z-68.072
G00Z-60.767
G00X42.64
G01X42.261Z-61.525
G01X41.999Z-62.108
G02X41.81Z-62.687I11.335K-2.151
G02X41.722Z-63.104I6.66K-.915
G02X41.656Z-63.714I7.19K-.689
G01X41.645Z-63.896
G01X41.758Z-64.867
G02X41.817Z-65.101I1.354K.053
G01X42.119Z-65.96
G02X42.212Z-66.141I.165K.205

```

G01X42.64Z-66.858
G01Z-65.858
G00X65.08
G00Z127.
G00X100.
G40
M09
(#Herramienta280GRA1/64AcabadodeTorno)

```

```



G50S500
G97S500M03
M08
G00X65.08Z1.
G00X0.
G42G01Z0.F.381
G01X1.
G03X20.Z-9.5I0.K-9.5
G01Z-23.175
G02X23.077Z-25.121I2.K0.
G03X30.Z-29.5I-1.038K-4.379
G01Z-33.277
G02X31.21Z-36.613I9.5K0.
G01X42.923Z-52.23
G03X43.565Z-57.87I-8.895K-3.336
G01X41.705Z-61.591
G02X43.143Z-68.143I9.216K-2.304
G01X47.994Z-72.994
G03X50.Z-77.243I-8.497K-4.249
G01Z-85.
G01Z-84.
G00Z127.
G00X254.
G40
M09
M05
M30

```

- Se pulsa **Abrir** y se monta el archivo en la pantalla de programación con el nombre **O0020 (CICLO DE DESBASTE)**



Figura 4. 36. Programa montado al controlador.

- Se pulsa MEM  en el teclado funcional y
- Finalmente se pulsa  iniciará el proceso de mecanizado virtual.

23. Simulación del mecanizado en la máquina virtual con el software SSCNC

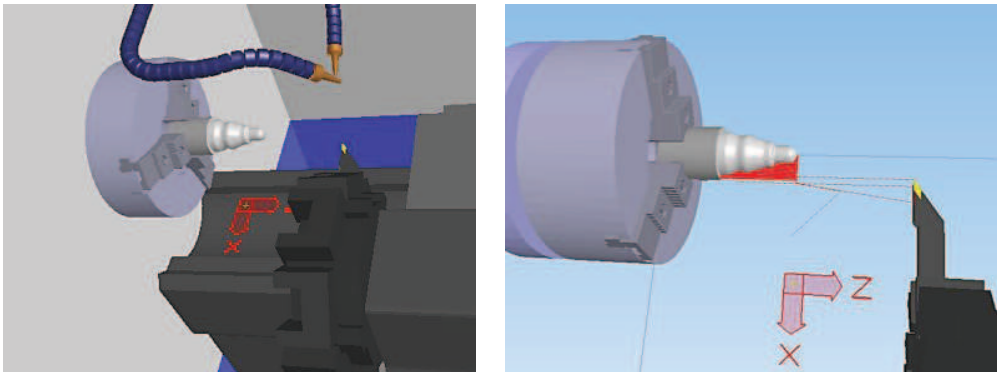




Figura 4. 37. Simulado de mecanizado.

4.13. APLICACIÓN DE CENTRO DE TORNEADO PARA EL CONTROLADOR GSK 980TD.

Ingrese al icono del programa  , se abre una ventana en la que se elige el idioma y el control en el que se va a realizar la práctica, en este caso GSKTD. **VER ANEXO. SIMULACION CENTRO DE TORNEADO GSK 980TD.**

Pulsar el botón  para encender la pantalla

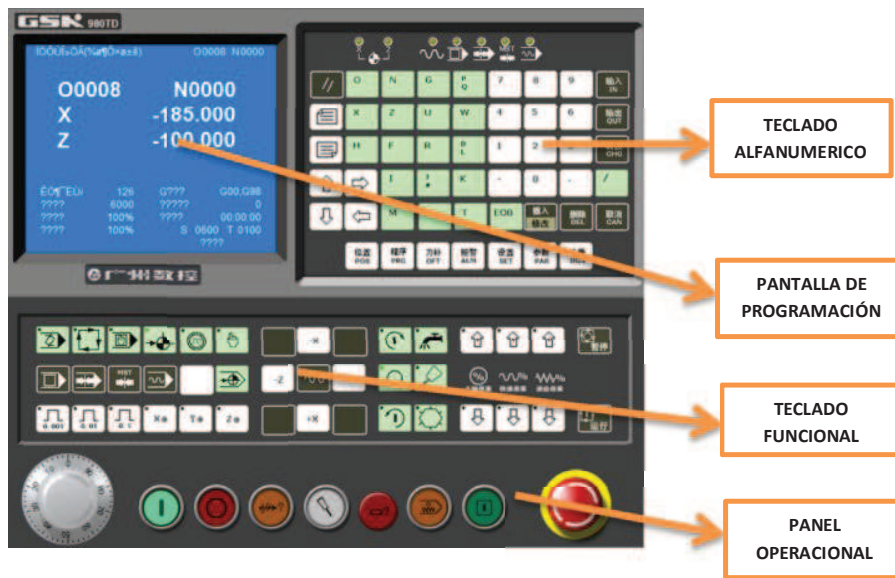


Figura 4. 38. Controlador GSK 980 TD.



Una vez pulsado el botón de encendido, la pantalla de programación se inicia, en el punto donde se encuentra la maquina en X, Y, Z.




Figura 4. 39. Pantalla de programación encendida.


Referencia de la maquina (cero máquina u origen de fabricante)

1. Orientamos el eje Z, por seguridad, tener en cuenta que el contra punto no se encuentre sujetado.

2. Presionar en el teclado funcional  , MODE – HOME, pulsamos Z, X. Los ejes se posiciona en el cero máquina, se puede observar en el teclado alfa numérico  las luces encendidas indicando el cero máquina.

3. Verificamos la orientación, presionamos  en el teclado alfa numérico



4. Presionar  Aquí se observa el cero máquina y el desplazamiento de las coordenadas absolutas y relativas.

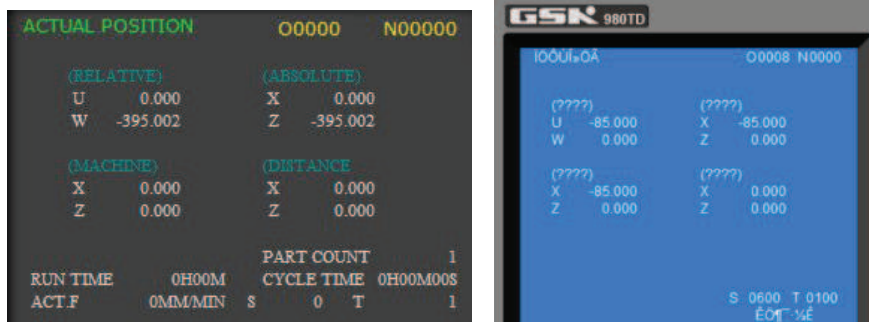


Figura 4. 40. Coordenadas.

5. Montar la pieza en el centro de torneado, según las medidas que se necesite para la operación y el tipo de agarre. (Probeta de fatiga.)

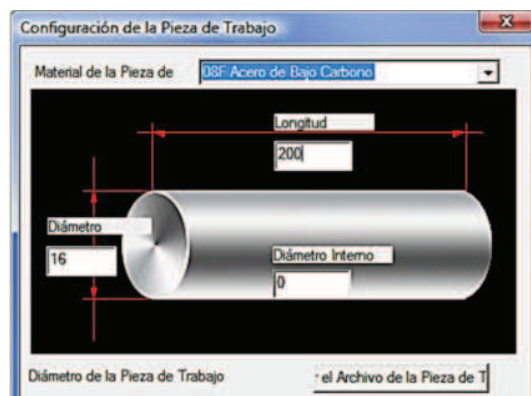


Figura 4. 41. Pieza a mecanizar.

6. Seleccionar la herramienta de trabajo y el tipo de inserto a utilizar, en este caso utilizar dos herramientas, una de desbaste y acabado y otra para ranurado.

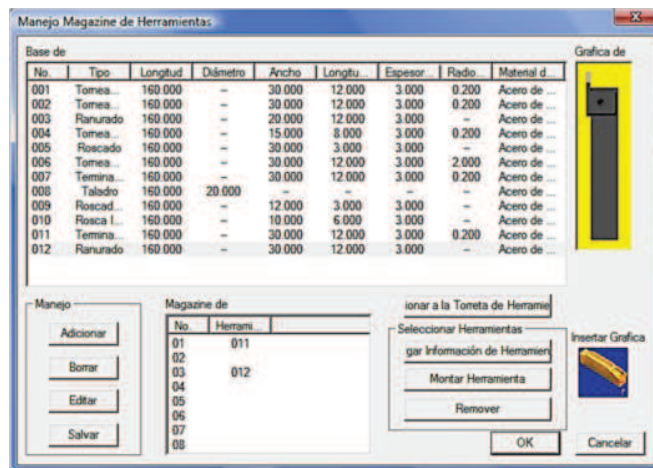


Figura 4. 42. Herramientas.

7. En la torreta de herramientas se puede observar la herramienta montada en el ATC

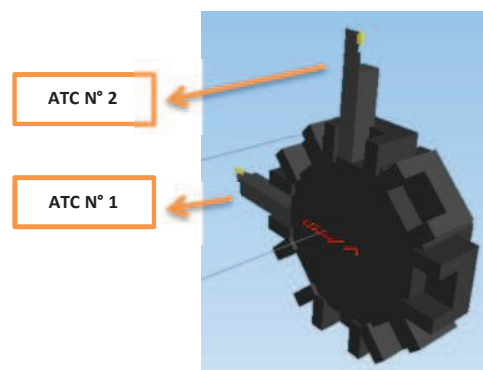











Figura 4. 43. Montar herramientas en el ATC.

8. En el modo **EDIT** programar para que la maquina **encienda el husillo** en sentido horario a las revoluciones programadas.

- Pulsar  luego pulsar  , digitalizamos **M03 S2200**, Donde **M03** = Enciende el husillo en sentido horario y **S** = revoluciones por minuto.
- Pulsar  para ingresar los valores a la pantalla de programación.
- Pulsar  para iniciar el ciclo de programación.
- Finalmente pulsamos **CYCLE STAR** 

- Para **parar** el husillo presionar  digitar **M05** pulsar  para ingresar los valores a la pantalla de programación pulsar 
- Finalmente pulsar **CYCLE STAR**  se detiene el husillo.

9. Hallar el cero pieza, tenemos dos opciones.


- **La primera**, Desplazar los ejes en X, Z, para hallar el cero pieza, mediante el software de posicionarnos rápido.



Figura 4. 44. Posicionamiento rápido.

- **La segunda**, mediante los movimientos de la máquina, con el MODE – MPG, desplazar los ejes de la maquina uno a uno con el generador de



pulsos manual, pulsar  y movemos los ejes en X, Z, hasta llegar al punto de cero pieza o también se puede refrentar y cilindrar (en este punto deberíamos medir el diámetro externo para dar el valor de X) con esto obtendríamos el cero pieza.

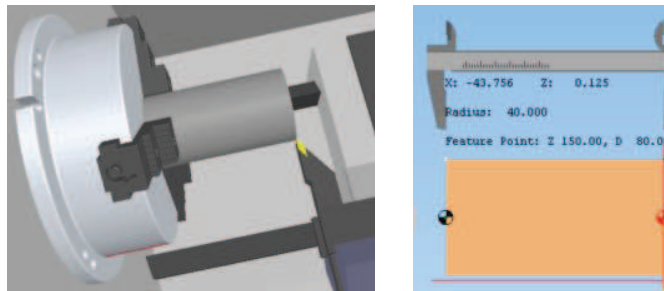





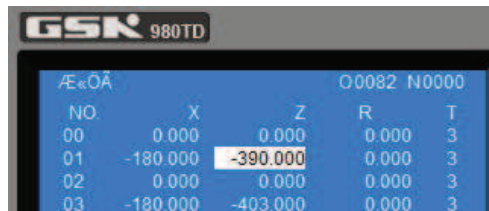


Figura 4. 45. Obtención cero pieza.

10. Almacenar el cero pieza de cada herramienta


- **Pasos para la herramienta ATC 1**

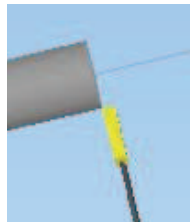
- Pulsar  pulsar  se puede ver en la pantalla de programación el número de herramientas y los ejes de cada una en X y Z.
- Pulsar  digitar **X 0** (cero) pulsar  para ingresar los valores a la pantalla de programación, digitar **Z 0** (cero) pulsar  los valores ingresan a la pantalla de programación.




NO.	X	Z	R	T
00	0.000	0.000	0.000	3
01	-180.000	-390.000	0.000	3
02	0.000	0.000	0.000	3
03	-180.000	-403.000	0.000	3

Figura 4. 46. Offset de las herramientas.

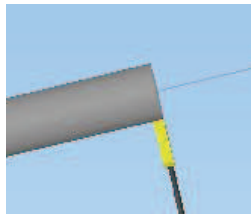
- Pulsar  **HOME** para mover los ejes en **X** y **Z**, para el cambio de herramienta.
- **Pasos para la herramienta ATC 2**
- Para ubicar el cero pieza de la herramienta para **Ranurar**, tener en cuenta el espesor del inserto. Ya que cuando generamos el posicionamiento rápido del software, únicamente se ubica en el filo de la pieza e inserto.






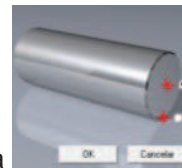
- **Para el eje Z**, posicionar la herramienta, pulsar MPG  y mover en el eje






Z - mediante el tambor de desplazamiento hasta restar el espesor del inserto.



- Pulsar  pulsar  Ubicarse en la herramienta ATC 3, digitar **Z 0** (cero) pulsar  los valores ingresan a la pantalla.







- **Para el eje X** posicionar en el centro de la pieza   digitar **X 0** (cero) pulsar  los valores ingresan a la pantalla.

- Retirar la herramienta, pulsar  y mover los eje en Z y X

11. Montar código ISO a la máquina, para la simulación del mecanizado virtual

Una vez comprobado el cero máquina, el cero pieza, las dimensiones de la pieza a mecanizar, el tipo de agarre y con las herramientas necesarias en el ATC, se pretende realizar la simulación del mecanizado virtual, mediante la interfaz del código ISO al controlador **GSK 980TD**. Lo realizamos mediante el código ISO generado en el software Bob CAD CAM y post procesado por el investigador.

- Orientar la maquina a HOME  pulsamos X, Z
- Pulsar EDIT  y pulsar 
- Digitar **O0089** pulsar  será el número de programa que vamos a utilizar para el ingreso de códigos ISO.

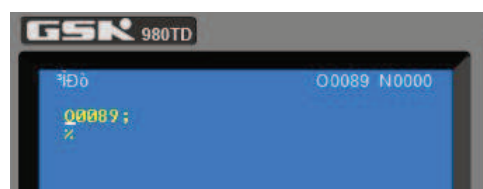



Figura 4. 47. Identificación del número de programa.

- En la barra izquierda pulsar abrir archivo 
- Buscar el ejemplo que realizamos y abrimos el archivo Código ISO, en los siguientes formatos .cn, .cnc, .txt
- El programa se carga en la pantalla de programación.

4.14. CODIGO ISO PARA REALIZAR LA INTERFAZ EN LA MAQUINA VIRTUAL SSCNC REALIZADO EN BOB CAD CAM POST PROCESADA PARA EL CONTROLADOR GSK 980TD.

PRACTICA PROBETA DE FATIGA.

O0001

(Trabajo 1 CICLO DE DESBASTE)

T0101

G50 S120

G97 S120 M03

M08

G00 X100.

G00 Z100.

G00 X50 Z50

G00 X23.08 Z0.

G00 X17.

G01 Z-123. F127.

G00 X18.

G00 Z0.

G00 X16.

G01 Z-123.

G00 X17.

G00 Z0.

G00 X15.

G01 Z-123.

G00 X16.

G00 Z0.

G00 X14.

G01 Z-123.

G00 X15.

G00 Z0.

G00 X13.008

G01 Z-123.

G00 X18.088

G00 Z-25.257

G01 X13.008

G01 X13.001 Z-25.465

G01 X12.008 Z-30.644

G01 Z-89.961

G01 X12.737 Z-93.636

G01 X12.899 Z-94.484
 G01 X12.998 Z-95.107
 G01 X13.008 Z-95.294
 G00 Z-30.644
 G00 X12.008
 G01 X11.008 Z-35.859
 G01 Z-84.924
 G01 X12.008 Z-89.961
 G00 Z-35.859
 G00 X11.008
 G01 X10.008 Z-41.07
 G01 Z-79.38
 G01 X10.633 Z-83.015
 G01 X11.008 Z-84.924
 G00 Z-41.07
 G00 X10.008
 G02 X9.821 Z-42.083 I74.044 K-7.333
 G01 X9.008 Z-47.608
 G01 Z-72.756
 G01 X9.265 Z-74.851
 G02 X9.401 Z-75.849 I27.195 K1.359
 G01 X10.008 Z-79.38
 G00 Z-47.608
 G00 X9.008
 G02 X8.879 Z-48.549 I30.129 K-2.533
 G01 X8.392 Z-53.363
 G01 X8.218 Z-56.74
 G02 X8.129 Z-58.769 I273.136 K-7.007
 G01 X8.176 Z-63.171
 G02 X8.206 Z-64.081 I25.222 K-.045
 G01 X8.518 Z-68.599
 G01 X8.585 Z-69.302
 G01 X9.008 Z-72.756
 G00 X100.
 G00 Z100.
 M09

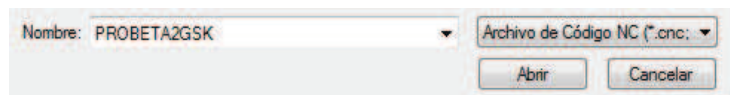
(Trabajo 2 CICLO DE ACABADO)
 (# Herramienta1 80 GRA 1/64 Desbaste de Torno)
 G50 S120
 G97 S120 M03
 M08
 G00 X21.08 Z0.
 G00 X12.5
 G01 X12.5 Z-25.416 F127.
 G03 X12.043 Z-28.037 I-113.317 K8.551
 G03 X11.117 Z-32.603 I-862.395 K85.194
 G02 X9.85 Z-39.026 I587.846 K-61.217
 G02 X8.652 Z-46.359 I321.515 K-29.937
 G02 X7.775 Z-54.954 I225.16 K-15.8
 G02 X7.681 Z-63.844 I166.699 K-5.324
 G02 X8.203 Z-70.624 I198.51 K4.245
 G02 X9.433 Z-79.228 I273.115 K15.189
 G02 X10.886 Z-86.851 I481.597 K42.05
 G03 X12.018 Z-92.431 I-1541.22 K-159.206

G03 X12.488 Z-95.106 I-113.49 K-11.308
G01 X12.5 Z-95.299
G01 Z-123.
G00 X100.
G00 Z100.
M09
(# Herramienta3 0.125 TURNING Frontal)
T0303
G50 S120
G97 S120 M03
M08
G00 X21.08 Z-122.499
G00 X12.521
G01 X12.52 F127.
G00 X12.521
G00 Z-122.5
G01 X12.021
G00 X12.521
G01 X11.568
G00 X12.068
G01 X11.116
G00 X11.616
G01 X10.664
G00 X11.164
G01 X10.212
G00 X10.712
G01 X9.76
G00 X10.26
G01 X9.308
G00 X9.808
G01 X8.856
G00 X9.356
G01 X8.404
G00 X8.904
G01 X7.952
G00 X8.452
G01 X7.5
G00 X12.521
G00 Z-122.999
G01 X12.021
G00 X12.521
G01 X11.568
G00 X12.068
G01 X11.116
G00 X11.616
G01 X10.664
G00 X11.164
G01 X10.212
G00 X10.712
G01 X9.76
G00 X10.26
G01 X9.308
G00 X9.808
G01 X8.856
G00 X9.356

```

G01 X8.404
G00 X8.904
G01 X7.952
G00 X8.452
G01 X7.5
G00 X100.
G00 Z100.
M09
M05
M30

```



- Pulsamos en **Abrir** y se monta el archivo en nuestra pantalla de programación con el nombre **O0089**.



Figura 4. 48. Programa montado al controlador.

- Pulsar MEM  en el teclado funcional y
- Pulsar cycle star 

12. Simulación del mecanizado en la máquina virtual con el software SSCNC

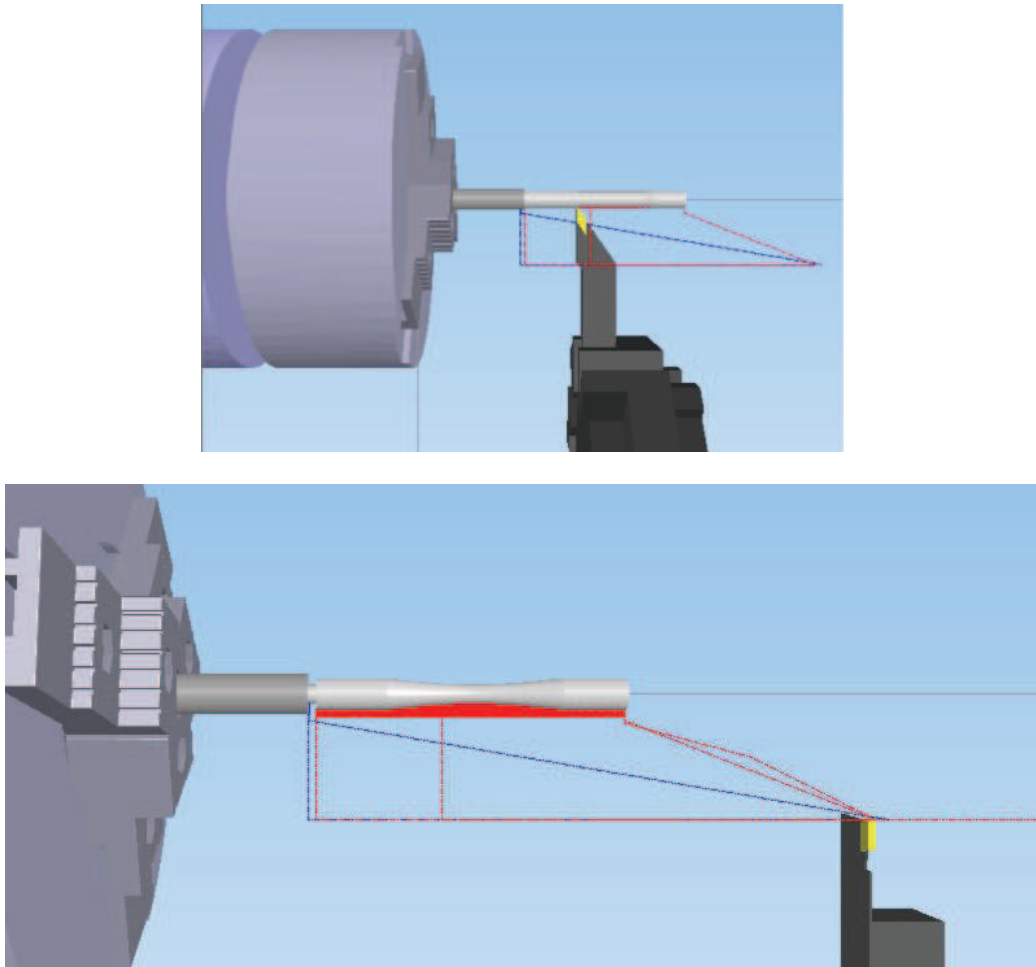


Figura 4. 49. Simulado de mecanizado virtual CNC.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La aplicación de la Realidad Virtual en el ámbito de la enseñanza en ingeniería, se enmarca dentro del concepto conocido como Enseñanza Asistida por Computador (CBL, Computer - Based Learning), cuyo objetivo es flexibilizar la instrucción práctica o entrenamiento de los estudiantes, a fin de que éstos sean libres de aprender en forma individual y en el momento que sea, es decir, aprender haciendo.

Hoy en día existe una motivación por parte de investigadores en todo el mundo para desarrollar nuevas herramientas que logren integrar en su totalidad el concepto de manufacturar en la computadora como si fuera en una máquina real. Y que en la realización de la investigación, se lo ha realizado.

El desarrollo del HMI, da la posibilidad de eliminar tiempos innecesarios, al buscar a los programas de diseño, con una facilidad de manejo de su entorno.

Mediante las guías de aplicación, se detalla cada uno de los pasos, del cómo interpretar el manejo y utilización de los programas de diseño para Bob CAD/CAM y Master CAM, de prácticas con sus respectivos planos, tanto para centro de mecanizado como para centros de torneado.

Se pretende que el software de manufactura virtual sea aplicado a nivel de ingeniería y postgrado, como un nuevo Proceso de Manufactura, hoy en día conocido como una educación virtual, es decir manejar virtualmente lo que en una máquina real no se puede, por los altos costos de adquisición y por la falta de centros de capacitación en el Ecuador,

Al momento de realizar la interfaz del código ISO, al controlador de la máquina CNC, se deberá controlar, el encabezado del código ISO, ya que debe cumplir con lo principal que es, **G17 G21 G40 G49 G54 G80 G90 G94, M06 T_, M08, M03 S_, G01 Z _F_,** y al final, **M09, M05_, G91, G28X_Y_Z_, M30,** para centro de mecanizado y para centro de torneado **G21, G40,G98, M08, M03 S_** y al final, **G00 X_ Y_, M09, M05, M30,** ya que en el proyecto se utilizó el control **CNC FANUC OIT, y FANUC OIMC,** si no coinciden se debe post procesar (cambiar a nuestro requerimiento).

Se realizó una guía de aplicación para el **controlador GSK 980TD**, del laboratorio de CNC de la Facultad de Mecánica, para el centro de torneado, teniendo la siguiente observación la programación en **FANUC** a nivel mundial es uno de los pilares fundamentales para el desarrollo de controladores CNC, siendo haci que **GSK 980TD**, manejo los mismos criterios, únicamente se debe post procesar o quitar, el encabezado **G18 G21 G40**, lo demás sigue igual, tener en cuenta el desplazamiento de los ejes al momento de enviar al **HOME** (cero maquina).

Para la realización de la investigación, se utilizó dos software de diseño CAD – CAM y un software de simulación CNC, llegando a obtener los objetivos buscados, el diseño, códigos ISO, la interfaz a los controladores y el manejo de los controladores de las máquinas CNC Virtuales.

Para la aplicación en la educación learning, es necesario adquirir el mejor software CAD – CAM, que nos facilite la aplicación sin ninguna restricción o costo (post procesadores), como lo aplica BOB CAD CAM, que ha sido un pilar fundamental en el desarrollo de mi investigación.

Mediante el uso de paneles táctiles y monitores duales se logra una sensación de simulación realística (Realidad Aumentada), con el cual el usuario podrá aplicar los conocimientos adquiridos sin ningún riesgo para las personas y maquinaria.

RECOMENDACIONES

Se recomienda, tener conocimiento de programas CAD y luego pasar a los programas CAD - CAM, revisar todas sus funciones de aplicación y operación, tener en cuenta las velocidades de corte, avances, selección de herramientas, profundidad de mecanizado, ciclos de entradas y compensaciones, un desconocimiento de estos puntos podría ocasionar colisiones en una maquina real muy graves.

Es recomendable, conocer las funciones (G y M), de los controladores CNC a utilizar, pues cada fabricante y cada modelo utilizan distintas operaciones, leer los manuales de funcionamiento y programación.

Es necesario realizar cero máquina antes de iniciar el maquinado de cualquier elemento, esto garantiza que el controlador tenga un sistema de referencia para maquinar las diferentes prácticas que estén presentes o se realicen.

Es necesario al momento de montar cada herramienta en el ATC (torreta), identificar el cero pieza para cada uno, tener en cuenta que la herramienta de ranurar, no utiliza la misma referencia que la herramienta de desbaste y acabado, se debe aumentar el espesor del inserto para ingresarlo en el offset del controlador CNC.

Se recomienda analizar y desarrollar post procesadores, ya que los programas de diseño no generan todos los códigos ISO, para cada máquina CNC, en la mayoría de casos los costos son muy elevados al adquirir post procesadores para máquinas CNC específicas.

Es recomendable que la Escuela Politécnica Nacional de importancia a este tipo de tecnologías, ya que la industria ecuatoriana requiere ser competitiva a nivel mundial y para esto es necesario conocer e implementar tecnología moderna que permita mejorar el manejo de máquinas CNC y mucho mas de sus controladores, pues cada fabricante diseña sus controles.

BIBLIOGRAFIA.

1. Shukla, C., Vázquez, M. y Chen, F.: "Virtual manufacturing: an overview" En: 19th international conference on computers and industrial engineering, Vol. 31, No. 1, pp. 79 – 82, 1996.
2. Marinov, V.: "A generic virtual machining process". En: The third world congress on intelligent manufacturing process and systems, Cambridge, MA, June 28 – 30, 2000.
3. Lin, E., Minis, I., Nau, D. y Regli, W.: Contribution to Virtual Manufacturing Background Research. University of Maryland [En línea], <<http://www.isr.umd.edu/Labs/CIM/vm/report/report.html>>
4. Lin, E., Minis, I., Nau, D. y Regli, W.: Contribution to Virtual Manufacturing Background Research. University of Maryland [En línea], <<http://www.isr.umd.edu/Labs/CIM/vm/report/report.html>>
5. Gráfico tomado del trabajo Contribution to Virtual Manufacturing Background Research. University of Maryland [En línea], <http://www.isr.umd.edu/Labs/CIM/vm/report/report.html>>.
6. http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/mecatronica/docs_curso/Anexos/Documento.pdf.

7. CARDONA QUIROZ, Jesús David. Desarrollo de entornos virtuales mediante RUP. Trabajo de grado (Master en Ingeniería de Software). Universidad Pontificia de Salamanca. Disponible en Internet: <http://www.iadis.net/dl/final_uploads/200508C045.pdf>
8. Josep Buisán Ferrer, Desarrollo virtual de Productos, agosto 2006 / http://www.simul21.com_versiónespañol/reducción de precios.
9. Jon Peddie, edit. Mc Graw Hill, USA, 1992, pág. 185, 235. Realidad Virtual "Aplicaciones Prácticas en los Negocios y la Industria". Dimitris N. Chorafas & Heinrich Steinmann, edit. Prentice Hall, México, 1996, pág. 20-296
10. ARCELIA EDITH UGARTE JAIME. "Aplicaciones De La Realidad Virtual". [Citado mayo 15 2003]. Disponible en Internet en: <http://dgep.posgrado.unam.mx/ppcpys/ciberland/articulo/articulo-aplicaciones-realidad-virtual.htm>. Sutherland IE (1965). The Ultimate Display, Proceedings IFIP Congress 1965.
11. Cruz M., García V., Hernández G. "Análisis de Flujo en el Diseño de Componentes de Plástico en Electrodomésticos"
12. L. Casey Larijani, "Realidad Virtual", McGraw-Hill, 1994. Pág. 161. Álvarez M. Gabriel, "Modelado Geométrico por Computadora", DEPMI, UNAM, 1990
13. CARDONA QUIROZ, Jesús David. Desarrollo de entornos virtuales mediante RUP. Trabajo de grado (Master en Ingeniería de Software). Universidad Pontificia de Salamanca. Disponible en Internet: <http://www.iadis.net/dl/final_uploads/200508C045.pdf>
14. Lucet L. Geneviève, Espinosa J. Daniel, "IXTLI, un espacio para el aprendizaje y descubrimiento asistidos por la realidad virtual", Mensaje Bioquímico, Vol. XXVIII. Depto. Bioquímica, Fac. Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México. Cd. Universitaria, México, DF, México, 2004.
15. RAMON BENITEZ GARCIA. "la educación virtual. Desafío para la construcción de culturas e identidades". Ensayo. Febrero 2004.
16. Sistemas CAD/CAM, Simón Millán, 2007, <http://es.wikipedia.org/wiki/CAD/CAM>
17. J. LASHERAS, "Tecnología mecánica y metrotecnica". Donostiarra S.A, España. 1996.
18. R. MEJÍA, "Tecnología Aplicada a Los Procesos de Manufactura", Universidad Autónoma de México, Editorial FCA, México, 2000.

19. Godinez, Claudia, "CONTROL NUMÉRICO CN", 2002, <http://html.rincondelvago.com/control-numerico-computarizado.html>
20. www.swansoft.com
21. LearnHaasCNC. (2010). Virtual Training Environment CNC Machining. From. <http://www.LearnHaasCNC.com>
22. Godinez, Claudia, "CONTROL NUMÉRICO CN", 2002, <http://html.rincondelvago.com/control-numerico-computarizado.htm>.
23. http://www.elguille.info/vb/API/ejecutar_acceso_directo.aspx
24. <http://www.forosdelweb.com/f69/abrir-directorio-documentos-359119/>
25. Simple Machines LLC, "¿COMO CERRAR PROGRAMAS .EXE DESDE VISUAL BASIC 6.0?", 2006, <http://foro.portalhacker.net/index.php/topic,51934.0.html>

ANEXOS.

ANEXO A. EVOLUCIÓN DE LA REALIDAD VIRTUAL

1965	<ul style="list-style-type: none"> • Surge el concepto de Realidad Virtual, cuando Ivan Sutherland (hoy miembro de Sun Microsystems Laboratories) publicó un artículo titulado "The Ultimate Display", en el cual describía el concepto básico de la Realidad Virtual. El trabajo inicial del doctor Sutherland fue básico para investigaciones subsecuentes en este terreno.
1966	<ul style="list-style-type: none"> • Sutherland creó el primer casco visor de Realidad Virtual al montar tubos de rayos catódicos en un armazón de alambre. Este instrumento fue llamado "Espada de Damocles", debido a que el estorboso aparato requería de un sistema de apoyo que pendía del techo. Sutherland también inventó casi toda la tecnología.
1968	<ul style="list-style-type: none"> • Ivan Sutherland y David Evans crean el primer generador de escenarios con imágenes tridimensionales, datos almacenados y aceleradores. En este año se funda también la sociedad Evans & Sutherland.
1971	<ul style="list-style-type: none"> • Redifon Ltd en el Reino Unido comienza a fabricar simuladores de vuelo con displays gráficos. • Henri Gouraud presenta su tesis de doctorado "Despliegue por computadora de Superficies Curvas".
1972	<ul style="list-style-type: none"> • General Electric, bajo comisión de la Armada norteamericana, desarrolla el primer simulador computarizado de vuelo. Los simuladores de vuelo serán un importante renglón de desarrollo para la Realidad Virtual.
1973	<ul style="list-style-type: none"> • Bui-Tuong Phong presenta su tesis de doctorado "Iluminación de imágenes generadas por computadora".
1976	<ul style="list-style-type: none"> • P. J. Kilpatrick publica su tesis de doctorado "El uso de la Cinemática en un Sistema Interactivo Gráfico".
1977	<ul style="list-style-type: none"> • Dan Sandin y Richard Sayre inventan un guante sensitivo a la flexión.

1979	<ul style="list-style-type: none"> • Eric Howlett (LEEP Systems, Inc.) Diseñan la Perspectiva Optica Mejorada de Extensión Larga (Large Expanse Enhanced Perspective Optics, LEEP).
	<ul style="list-style-type: none"> • A principios de los 80's la Realidad Virtual es reconocida como una tecnología viable, Jaron Lanier es uno de los primeros generadores de aparatos de interfaz sensorial, acuñó la expresión "Realidad Artificial", también colabora en el desarrollo de aparatos de interface Realidad Virtual, como guantes y visores.
1980	<ul style="list-style-type: none"> • Andy Lippman desarrolla un videodisco interactivo para conducir en las afueras de Aspen.
1981	<ul style="list-style-type: none"> • Tom Furness desarrolló la "Cabina Virtual". • G. J. Grimes, asignado a Bell Telephone Laboratories, patentó un guante para introducir datos.
1982	<ul style="list-style-type: none"> • Ocurre uno de los acontecimientos históricos en el desarrollo de los simuladores de vuelo, cuando Thomas Furness presentó el simulador más avanzado que existe, contenido en su totalidad en un casco parecido al del personaje Dark Vader y creado para la U.S. Army Air Force. • Thomas Zimmerman patentó un guante para introducir datos basado en sensores ópticos, de modo que la refracción interna puede ser correlacionada con la flexión y extensión de un dedo.
1983	<ul style="list-style-type: none"> • Mark Callahan construyo un HMD en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT).
1984	<ul style="list-style-type: none"> • William Gibson publica su novela de ciencia-ficción, Neuromancer en el que se utiliza por primera vez el término "Cyberespacio" refiriéndose a un mundo alternativo al de las computadoras; con lo que algunos aficionados empiezan a utilizarlo para referirse a la Realidad Virtual. • Mike Mc Greevy y Jim Humphries desarrollaron el sistema VIVED (Representación de un Ambiente Virtual, Virtual Visual Environment Display) para los futuros astronautas en la NASA.
1985	<ul style="list-style-type: none"> • Jaron Lanier funda la institución VPL Research. Los investigadores del laboratorio Ames de la NASA construyen el primer sistema práctico de visores estereoscopios. • Mike Mc Greevy y Jim Humphries construyen un HMD con un LCD monocromo del tamaño de una televisión de bolsillo.
1986	<ul style="list-style-type: none"> • En el centro de investigaciones de Schlumberger, en Palo Alto, California, Michael Deering (científico en computación) y Howard Davidson (físico) trabajaron en estrecha relación con Sun Microsystems para desarrollar el primer visor de color basado en una estación de trabajo, utilizando la tecnología de Sun. • Existen ya laboratorios como el de la NASA, Universidad de Tokio, Boeing, Sun Microsystems, Intel, IBM y Fujitsu dedicados al desarrollo de la tecnología Realidad Virtual.
1987	<ul style="list-style-type: none"> • La NASA utilizando algunos productos comerciales, perfecciona la primera realidad sintetizada por computadora mediante la combinación de imágenes estéreo, sonido

1988	<ul style="list-style-type: none"> • Michael Deering y Howard Davidson se incorporan a la planta de científicos de Sun. Una vez allí, el Dr. Deering diseñó características Realidad Virtual dentro del sistema de gráficos GT de la empresa, mientras que el Dr. Davidson trabajaba en la producción de visores de bajo costo.
1989	<ul style="list-style-type: none"> • VPL, y después Autodesk, hacen demostraciones de sus completos sistemas Realidad Virtual. El de VPL es muy caro (225,000 dólares), mientras que el de Autodesk no lo es tanto (25,000 dólares). • Jaron Lanier, CEO of VPL, creó el término "Realidad Virtual". • Robert Stone forma el Grupo de Factores Humanos y Realidad Virtual. • Eric Howlett construyó el Sistema I de HMD de vídeo LEEP. • VPL Research, Inc. Comenzó a vender los lentes con audífonos que usaban despliegues ópticos LCD y LEEP. • Autodesk, Inc. Hizo una demostración de su PC basada en un sistema CAD de Realidad Virtual, Cyberespacio, en SIGGRAPH '89. • Robert Stone y Jim Hennequin coinventaron el guante Teletact I. • Las Tecnologías de Reflexión producen el visor personal.
1990	<ul style="list-style-type: none"> • Surge la primera compañía comercial de software de Realidad Virtual, Sense 8, fundada por Pat Gelband. Ofrece las primeras herramientas de software para Realidad Virtual, portables a los sistemas SUN. • ARRL ordena el primer sistema de realidad virtual de División. • J. R. Hennequin y R. Stone, asignados por ARRL, patentaron un guante de retroalimentación tangible.
1991	<ul style="list-style-type: none"> • Industrias W venden su primer sistema virtual. • Richard Holmes, asignado por Industrias W, patenta un guante de retroalimentación tangible.
1992	<ul style="list-style-type: none"> • SUN hace la primera demostración de su Portal Visual, el ambiente REALIDAD VIRTUAL de mayor resolución hasta el momento. Al Gore, vicepresidente de Estados Unidos y promotor de la Realidad Virtual, dictó seminarios sobre la importancia de esta tecnología para la competitividad norteamericana. • T. G. Zimmerman, asignado por VPL Research, patentó un guante usando sensores ópticos. • División hace una demostración de un sistema de Realidad Virtual multiusuario. • Thomas De Fanti et al. Hizo una demostración del sistema CAVE en SIGGRAPH.
1993	<ul style="list-style-type: none"> • SGI anunció un motor de Realidad Virtual.
1994	<ul style="list-style-type: none"> • La Sociedad de Realidad Virtual fue fundada. • IBM y Virtuality anunciaron el sistema V-Space. • Virtuality anunció su sistema serie 2000. • División hizo una demostración de un sistema integrado de Realidad Virtual multiplataformas en IITSEC, Orlando.

ANEXO B. ALGUNAS INSTITUCIONES CON MAQUINAS CNC EN EL ECUADOR

EPN		
CANTIDAD	MAQUINA	TIPO DE CONTROLADOR
1	Torno CNC	GSK 980TD
1	Centro de mecanizado vertical	Centroid

ESPE		
CANTIDAD	MAQUINA	TIPO DE CONTROLADOR
1	Centro de mecanizado vertical	Fanuc
1	Torno CNC	Centroid

FV AREA ANDINA		
CANTIDAD	MAQUINA	TIPO DE CONTROLADOR
4	Tornos MAZAK	Mazatrol
2	Tornos Multi husillo	Siemens
2	Centro de Mecanizado Vertical	Mazatrol
1	Centro de Mecanizado Vertical	Fanuc
1	Rectificadora Cilindrica	Fanuc

MECANICA DON BOSCO		
CANTIDAD	MAQUINA	TIPO DE CONTROLADOR
1	Fresadora V30	Fanuc
1	Fresadora V20	Fanuc
1	fresadora FIST M30	Fanuc
1	Torno COTEKESTER	Fanuc
1	Torno LEADWELL V10	Fanuc
1	Torno COMBI 4	Fanuc

METALTRONIC		
CANTIDAD	MAQUINA	TIPO DE CONTROLADOR
2	Centro de Mecanizado HASS	HASS
1	Torno HASS	HASS
1	Cortadora Laser	FANUC

TECNIMATRIC		
CANTIDAD	MAQUINA	TIPO DE CONTROLADOR
1	Centro de Mecanizado	FANUC

ANEXO C. MAQUINAS HERRAMIENTAS SEGÚN SU FUNCIÓN

Máquina	Función	Imagen
Tornos	Corte de viruta por revolución de la pieza	
Fresadoras	Arranque de viruta por aproximación de pieza rotativa de varios filos (fresa).	
Taladradoras	Producción de agujeros cilíndricos por aproximación de pieza rotativa helicoidal (broca).	
Rosadoras	Producción de roscas por laminado o arranque de viruta.	
Muelas	Pulido, abrillantado, afilado y mejora en el acabado por aproximación de material abrasivo rotativo.	
Mortajadoras	Limado por arranque de viruta en base a movimientos rectilíneos alternativos.	
Cepilladoras	Alisado de superficies (principalmente madera) por fricción con cuchillas.	
Rectificadoras	Desgaste por abrasión de piezas metálicas.	
Prensas	Troquelación y moldeado de piezas metálicas por presión.	
Cizallas	Corte vertical por presión de la cuchilla sobre el material.	
Cortadoras	Corte de material (principalmente metal) por aumento de la temperatura localizada en un punto o por chorro de agua a presión.	
Mandrinadoras	Creación de agujeros por aumento de diámetro en base al corte de la pieza rotatoria.	
Puntedoras	Soldadura por puntos de metales.	

ANEXO D. LETRAS DE FUNCIONES PROGRAMADAS

A	Rotación sobre el eje X
B	Rotación sobre el eje Y
C	Rotación sobre el eje Z
D	Memoria de offset de corrección de herramienta
E	Segunda velocidad de avance
F	Velocidad de avance
G	Función de desplazamiento
H	Sin asignar
I	Parámetro de interpolación paralelo al eje X
J	Parámetro de interpolación paralelo al eje Y
K	Parámetro de interpolación paralelo al eje Z
L	Sin asignar
M	Función suplementaria
N	Número de bloque
O	Sin asignar
P	Tercer movimiento paralelo al eje X
Q	Tercer movimiento paralelo al eje Y
R	Desplazamiento rápido en dirección del eje Z o tercer movimiento paralelo al eje Z
S	Velocidad de giro
T	Herramienta
U	Segundo movimiento paralelo al eje X
V	Segundo movimiento paralelo al eje Y
W	Segundo movimiento paralelo al eje Z
X	Movimiento en dirección del eje X
Y	Movimiento en dirección del eje Y
Z	Movimiento en dirección del eje Z

ANEXO E. CÓDIGOS DE CONTROL NUMERICO PARA LA FRESADORA:

E.1. LISTA DE CODIGOS G

Códigos G	Grupo	Función
G00	1	Avance rápido
G01	1	Interpolación lineal (avance de maquinado)
G02	1	Interpolación circular horaria
G03	1	Interpolación circular anti-horaria
G04	0	Espera para la puerta de la fresadora
G09	0	Parada exacta
G10	0	Colocar el cero del programa
G11	0	Cancelar modo cero del programa
G17	2	Seleccionar plano XY
G18	2	Seleccionar plano ZX
G19	2	Seleccionar plano YZ
G20	6	Entrada de datos en pulgadas
G21	6	Entrada de datos en milímetros
G22	9	
G23	9	
G27	0	Chequear el cero de máquina o la posición de referencia (home)
G28	0	Ir a la posición de referencia de la máquina (home)
G29	0	Regresar al punto de referencia
G30	0	Regresar al segundo punto de referencia
G31	0	Saltar una función

G33	1	Corte para rosca
G39	0	Interpolación circular en esquinas
G40	7	Cancelar compensación en el corte
G41	7	Compensación en el corte a la izquierda
G42	7	Compensación en el corte a la derecha
G43	8	Compensación en la longitud de la herramienta
G44	8	Compensación en la longitud de la herramienta
G49	8	Cancelar compensación en la longitud de la herramienta
G50	11	Cancelar la escala
G51	11	Escala
G54	14	Selección del sistema 1 de coordenadas de trabajo
G55	14	Selección del sistema 2 de coordenadas de trabajo
G56	14	Selección del sistema 3 de coordenadas de trabajo
G57	14	Selección del sistema 4 de coordenadas de trabajo
G58	14	Selección del sistema 5 de coordenadas de trabajo
G59	14	Selección del sistema 6 de coordenadas de trabajo
G60	0	Posición en una sola dirección
G61	15	Parar modo exacto
G62	15	Sistema de control en el modo automático en las esquinas
G63	15	Modo de roscado
G64	15	Modo de corte
G65	0	Llamado de marcos
G66	12	Esperar señal

G67	0	Esperar cancelación de la señal
G68	16	Coordinar rotación
G69	16	Cancelar coordinar rotación
G73	9	Avance rápido en el ciclo de perforado
G74	9	Ciclo de perforado con velocidades de corte
G76	0	Roscado
G80	9	Cancela el ciclo
G81	9	Ciclo de perforado sencillo
G82	9	Taladrado con tiempo de espera en el fondo
G83	9	Profundidad del agujero en el ciclo de perforado
G84	9	Ciclo de roscado
G85	9	Ciclo para ampliar agujeros
G86	9	Ciclo para ampliar agujeros
G87	9	Regresar al ciclo de ampliar agujeros
G88	9	Ciclo de ampliar agujeros
G89	9	Ciclo de ampliar agujeros
G90	3	Coordenadas absolutas
G91	3	Coordenadas incrementales
G92	0	Desplazamiento hasta el origen del sistema
G94	5	Velocidad de avance en mm / min
G95	5	Velocidad de avance en rev / min
G98	10	Regresar al nivel inicial
G99	10	Regresar al punto R

E.2. LISTA DE CODIGOS M PARA FRESADORA

Código M	Función
M00	Para el programa
M01	Parar opcionalmente
M02	Reset programa
M03	Encender Husillo horario
M04	Encender husillo anti-horario
M05	Apagar el husillo
M06	Cambio automático de herramienta
M07	Refrigeración "B" on
M08	Refrigeración "A" on
M09	Apagar refrigeración
M10	Abrir Prensa
M11	Cerrar prensa
M13	Husillo hacia delante y refrigerante encendido
M14	Husillo hacia atrás y refrigerante encendido
M15	Programa de entrada usando MIN P
M19	Orientación del husillo
M20	ATC Coger herramienta
M21	ATC Sacar herramienta
M22	ATC Bajar herramienta
M23	ATC Subir herramienta
M24	

M25	
M27	Reset el carrusel al bolsillo uno
M28	Reset el carrusel en la posición del bolsillo
M29	Seleccionar DNC modo
M30	Reset y Reactivar programa
M31	Incrementar conteo de partes
M37	Abrir la puerta en una parada
M38	Abrir puerta
M39	Cerrar puerta
M40	Extender atrapado de partes
M41	Retraer atrapado de partes
M43	
M44	
M45	
M48	Mirar porcentaje de avance al 100%
M49	Cancelar M48
M62	Salida auxiliar 1 encendida
M63	Salida auxiliar 2 encendida
M64	Salida auxiliar 1 apagada
M65	Salida auxiliar 2 apagada
M66	Esperar la salida auxiliar 1 encendida
M67	Esperar la salida auxiliar 2 encendida
M68	Lleva al robot a la posición Home

M69	
M70	Espejo en X encendido
M71	Espejo en Y encendido
M73	Espejo en IV encendido
M76	Esperar la salida auxiliar 1 apagada
M77	Esperar la salida auxiliar 2 apagada
M80	Espejo en X apagado
M81	Espejo en Y apagado
M83	Espejo en IV apagado
M98	Llamado de un subprograma
M99	Fin del subprograma

ANEXO F. CODIGOS DE CONTROL NUMERICO PARA EL TORNO:

F.1. LISTA DE CODIGOS G

Códigos G	Grupo	Función
G00	1	Avance rápido
G01	1	Interpolación lineal (avance de maquinado)
G02	1	Interpolación circular horaria
G03	1	Interpolación circular anti-horaria
G04	0	Espera para la puerta del torno
G10	0	Colocar el cero del programa
G20	6	Entrada de datos en pulgadas
G21	6	Entrada de datos en el sistema métrico
G22	9	
G23	9	
G27	0	Chequear el cero de maquina o la posición de referencia (home)
G28	0	Ir a la posición de referencia de la maquina (home)
G29	0	Regresar al punto de referencia
G30	0	Regresar al segundo punto de referencia
G31	0	Saltar una función
G32	1	Origen del corte
G34	1	Variable para construcción de roscas
G36	0	Compensación automática de la herramienta en X
G37	0	Compensación automática de la herramienta en Y

G40	7	Sin compensación de radio de herramienta
G41	7	Compensación de radio de herramienta x izquierda
G42	7	Compensación de radio de herramienta x derecha
G50	0	Define el sistema de referencia en X-Z
G65	0	Llamado de marcos
G66	12	Esperar señal
G67	12	Esperar cancelación de señal
G70	4	Retoma el principio y el final ciclo
G71	4	Remoción de material por medio de cilindrado en el eje z
G72	0	Acabado de la pieza dando profundidad en el eje x
G73	0	Torneado longitudinal por medio de desbaste (paralela al perfil)
G74	0	Círculo de perforado con profundidades de corte
G75	0	Ejecución de ranuras en el eje x
G76	0	Roscado
G90	1	Coordenadas absolutas
G92	1	Desplazamiento hasta el origen del sistema
G94	1	Velocidad de avance en mm / min
G96	2	Velocidad de corte constante mm / min
G97	2	Velocidad de giro constante rev / min
G98	11	Avance por minuto
G99	11	Avance por revolución (por vuelta)

F.2. LISTA DE CODIGOS M PARA TORNO.

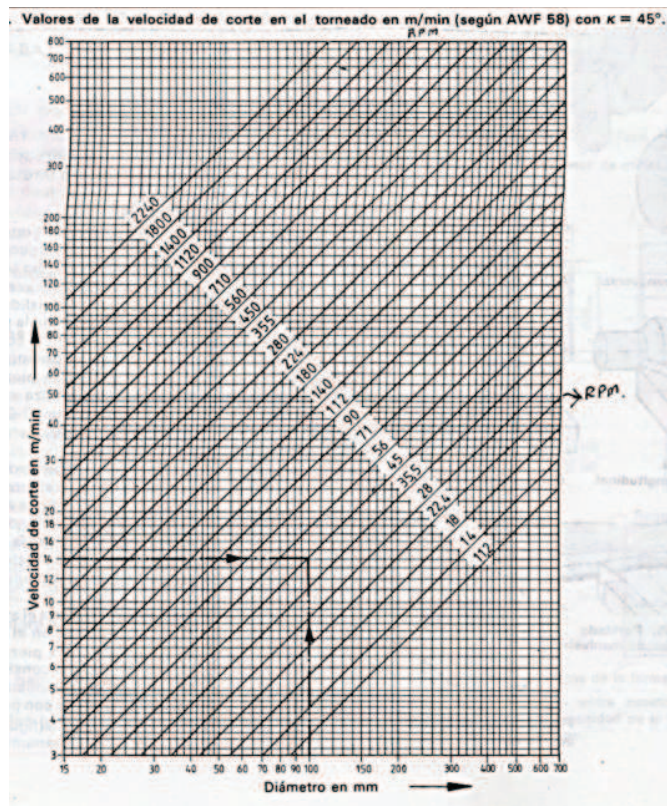
Códigos M	Función
M00	Para el programa
M01	Parar opcionalmente
M02	Reset programa
M03	Encender Husillo horario
M04	Encender husillo anti-horario
M05	Apagar el husillo
M06	Cambio automático de herramienta
M07	Refrigeración "B" <input type="checkbox"/>
M08	Refrigeración "A" <input type="checkbox"/>
M09	Apagar refrigeración
M10	Abrir la mordaza
M11	Cerrar la mordaza
M13	Husillo hacia delante y refrigerante encendido
M14	Husillo hacia atrás y refrigerante encendido
M15	Finaliza el programa
M16	Llamado de una herramienta especial
M19	Orientación del husillo
M20	Indicador A del husillo
M21	Indicador 2A del husillo
M22	Indicador 3A del husillo
M23	Indicador 4A del husillo

M25	
M26	
M29	Seleccionar DNC modo
M30	Reset y Reactivar programa
M31	Incrementar conteo de partes
M37	Abrir la puerta de una parada
M38	Abrir puerta
M39	Cerrar puerta
M40	
M41	
M43	
M44	
M45	
M48	Mirar porcentaje de avance al 100%
M49	Cancelar M48
M50	Esperar la señal de posición del eje
M51	Cancelar M50
M52	
M53	Cancelar M52
M54	
M56	Seleccionar mordaza interna
M57	Seleccionar mordaza externa
M62	Genera señal I

M63	Genera señal 2
M64	Apaga la señal 1
M65	Apaga la señal 2
M66	Espera la señal 1
M67	Espera la señal 2
M68	
M69	
M70	Espejo en X encendido
M76	Espera para que se apague la señal 1
M77	Espera para que se apague la señal 2
M80	Apaga espejo en X
M98	Llamado de un subprograma
M99	Fin del subprograma

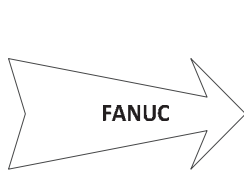
ANEXO G. VELOCIDADES DE CORTE RECOMENDADAS.

ACEROS DE IBCA	1018 (TRANSMISIÓN)			760 (1045)			DF2, 7210, MECAPLUS 470			705, 709, 718			XW5, XW41, 8407			304, 316-L			
CALIDADES COROMANT	4225			4225			4225			4225			4225			2025			
AVANCE f_r , mm/rev	0,1	0,4	0,8	0,1	0,4	0,8	0,1	0,4	0,8	0,1	0,4	0,8	0,1	0,4	0,8	0,2	0,4	0,6	
Velocidad de Corte (m/min)	510	345	245	455	305	215	460	305	215	215	205	145	110	300	205	150	240	175	130
DIÁMETRO (mm)	RPM	RPM	RPM	RPM	RPM	RPM	RPM	RPM	RPM	RPM	RPM	RPM	RPM	RPM	RPM	RPM	RPM	RPM	RPM
30	5411	3661	2600	4828	3236	2281	4881	3236	2281	2175	1538	1167	3183	2175	1592	2546	1857	1379	
40	4058	2745	1950	3621	2427	1711	3661	2427	1711	1631	1154	875	2387	1631	1194	1910	1393	1035	
50	3247	2196	1560	2897	1942	1369	2928	1942	1369	1305	923	700	1910	1305	955	1528	1114	828	
60	2706	1830	1300	2414	1618	1141	2440	1618	1141	1088	769	584	1592	1088	796	1273	928	690	
70	2319	1569	1114	2069	1387	978	2092	1387	978	932	659	500	1364	932	682	1091	796	591	
80	2029	1373	975	1810	1214	855	1830	1214	855	816	577	438	1194	816	597	955	696	517	
90	1804	1220	867	1609	1079	760	1627	1079	760	725	513	389	1061	725	531	849	619	460	
100	1623	1098	780	1448	971	684	1464	971	684	653	462	350	955	653	477	764	557	414	
110	1476	998	709	1317	883	622	1331	883	622	593	420	318	868	593	434	694	506	376	
120	1353	915	650	1207	809	570	1220	809	570	544	385	292	796	544	398	637	464	345	
130	1249	845	600	1114	747	526	1126	747	526	502	355	269	735	502	367	588	428	318	
140	1160	784	557	1035	693	489	1048	693	489	466	330	250	682	466	341	546	398	296	
150	1082	732	520	966	647	456	976	647	456	435	308	233	637	435	318	509	371	276	
160	1015	686	487	905	607	428	915	607	428	408	288	219	597	408	296	477	348	259	
170	955	646	459	852	571	403	861	571	403	384	271	206	562	384	281	449	328	243	
180	902	610	433	805	539	380	813	539	380	363	256	195	531	363	265	424	309	230	
190	854	578	410	762	511	360	771	511	360	343	243	184	503	343	251	402	293	218	
200	812	549	390	724	485	342	732	485	342	326	231	175	477	326	239	382	279	207	
220	738	499	354	658	441	311	666	441	311	297	210	159	434	297	217	347	253	188	
240	676	458	325	603	405	285	610	405	285	272	192	146	398	272	199	318	232	172	
260	624	422	300	557	373	263	563	373	263	251	178	135	367	251	184	294	214	159	
280	580	392	279	517	347	244	523	347	244	233	165	125	341	233	171	273	199	148	
300	541	366	260	483	324	228	488	324	228	218	154	117	318	218	159	255	186	138	
320	507	343	244	453	303	214	458	303	214	204	144	109	298	204	149	239	174	129	
340	477	323	229	426	286	201	431	286	201	192	136	103	281	192	140	225	164	122	
360	451	305	217	402	270	190	407	270	190	181	128	97	265	181	133	212	155	115	

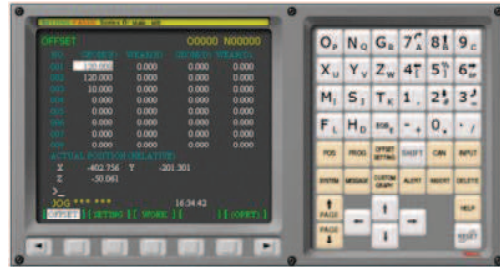


FRESADO: HERRAMIENTAS Y SUS CONDICIONES DE CORTE			
Nº	HERRAMIENTA	VELOCIDAD DE CORTE	AVANCE
T-01	Fresa de planear ø63 mm. Z=3, plaquitas de MD.	Vc = 90m/min (desbaste) Vc = 110m/min (acabado)	Av. = 0.10 mm/v.z. (desb.) Av. = 0.05 mm/v.z. (acab.)
T-02	Fresa cilíndrica ø12 mm Z=2, HSS.	Vc = 20 m/min. (desbaste) Vc = 25 m/min. (acabado)	Av. = 0.03 mm/v.z. (desb.) Av. = 0.01 mm/v.z. (acab.)
T-03	Broca central 15mm Vc=15mm	Vc = 15 m/min.	MANUAL
T-04	Broca hel. Ø 10	Vc = 20 m/min.	MANUAL
T-05	Broca hel. Ø 18	Vc = 20 m/min.	MANUAL
T-06	Hta de chaflanes Z=1	Vc = 90m/min (desbaste) Vc = 110m/min (acabado)	Av. = 0.10 mm/v.z. (desb.) Av. = 0.05 mm/v.z. (acab.)
T-07	Escariador Ø 18	Vc = 5 m/min	Av. = 0.038 mm/v.z.
T-08	Machos de roscar M5	MANUAL	MANUAL
T-09	Broca hel. Ø 6.15	Vc = 20 m/min.	MANUAL
T-10	Broca hel. Ø 5	Vc = 20 m/min.	MANUAL
T-11	Mandriño micrométrico cuchillas de HSS.	Vc = 15 m/min. (desbaste) Vc = 17 m/min. (acabado)	Av. = 0.07 mm/v.z. (desb.) Av. = 0.05 mm/v.z. (acab.)
T-12	Avellanador cónico	Vc = 15 m/min.	MANUAL
T-13	Avellanador cilíndrico Ø10.5	Vc = 15 m/min.	MANUAL
T-14	Machos de roscar M6	MANUAL	MANUAL
T-15	Escariador Ø 8	Vc = 5 m/min.	Av. = 0.038 mm/v.z.
T-16	Fresa de disco M=2	Rpm= mínima	Av. = mínima
T-17	Broca hel. Ø 5.5	Vc = 20 m/min.	MANUAL
T-18	Avellanador cilíndrico Ø9.5	Vc = 15 m/min.	MANUAL
T-19	Broca hel. Ø 4	Vc = 20 m/min.	MANUAL
T-20	Broca hel. Ø 6.5	Vc = 20 m/min.	MANUAL
T-21	Broca hel. Ø 17.5	Vc = 20 m/min.	MANUAL
T-22	Machos de roscar M6	MANUAL	MANUAL
T-23	Fresa cilíndrica ø6 mm Z=2, HSS	Vc = 20 m/min. (desbaste) Vc = 25 m/min. (acabado)	Av. = 0.03 mm/v.z. (desb.) Av. = 0.01 mm/v.z. (acab.)
T-24	Fresa cilíndrica ø8 mm Z=2, HSS	Vc = 20 m/min. (desbaste) Vc = 25 m/min. (acabado)	Av. = 0.03 mm/v.z. (desb.) Av. = 0.01 mm/v.z. (acab.)

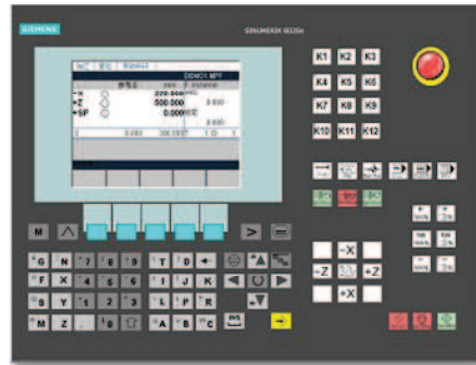
ANEXO H. TIPOS DE CONTROLADORES



- FANUC0M
- FANUC0T
- FANUC0MD
- FANUC0TD
- FANUC1&M
- FANUC1&T
- FANUC1&M
- FANUC2.1M
- FANUC2.1T



- SINUMERIK802SeM
- SINUMERIK802SeT
- SINUMERIK802S/C M
- SINUMERIK802S/C T
- SINUMERIK802DM
- SINUMERIK802DT
- SINUMERIK810D/840DM
- SINUMERIK810D/840DT
- SINUMERIK801
- SINUMERIK828D M
- SINUMERIK828D T

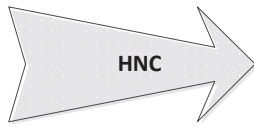


- GSK990M
- GSK980TD
- GSK980TDb
- GSK980TB
- GSK980TA
- GSK983M
- GSK928TC
- GSK928TA
- GSK928MA

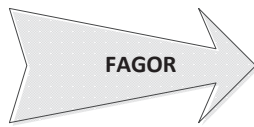


- KND1000M
- KND1000T
- KND100M
- KND100T
- KND10M
- KND1TB
- KND1TI

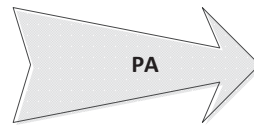




HNC21-M
HNC21-T
HNC-22M
HNC-22T
HNC210A-T



FAGOR 8055M
FAGOR 8055T

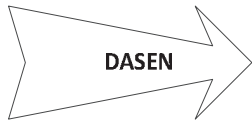


PA8000 M
PA8000 T

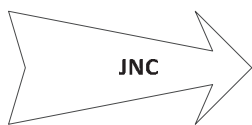


SANYING WA21DT
SANYINGWA31DM
SANYING WA31DT

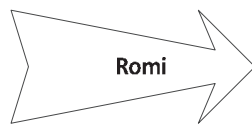
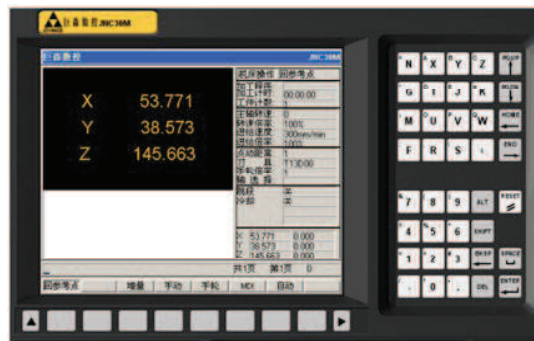




DASEN3M
DASEN3T



JNC30M
JNC30T

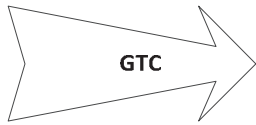


Romi Mach9M
Romi mach9T

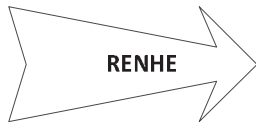


GREAT150i M
GREAT150i T

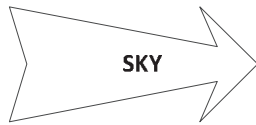




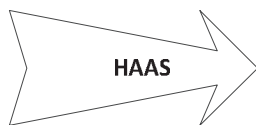
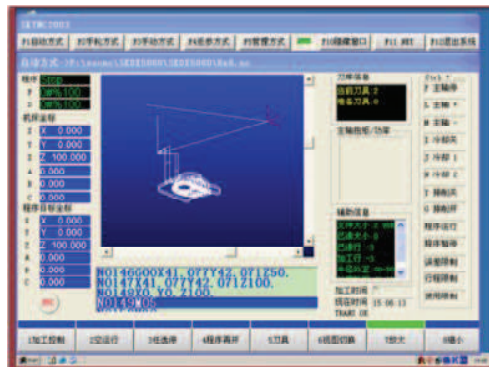
GTC2E
GTX3E



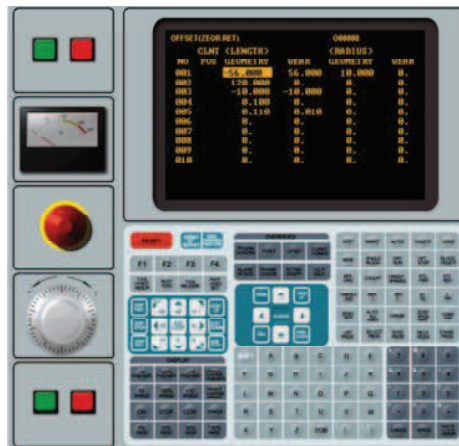
RENHE32T/5

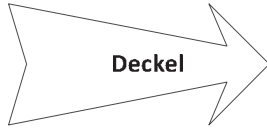


SKY2003N

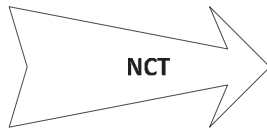


HAAS VF

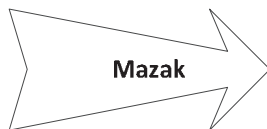




Deckel PF4



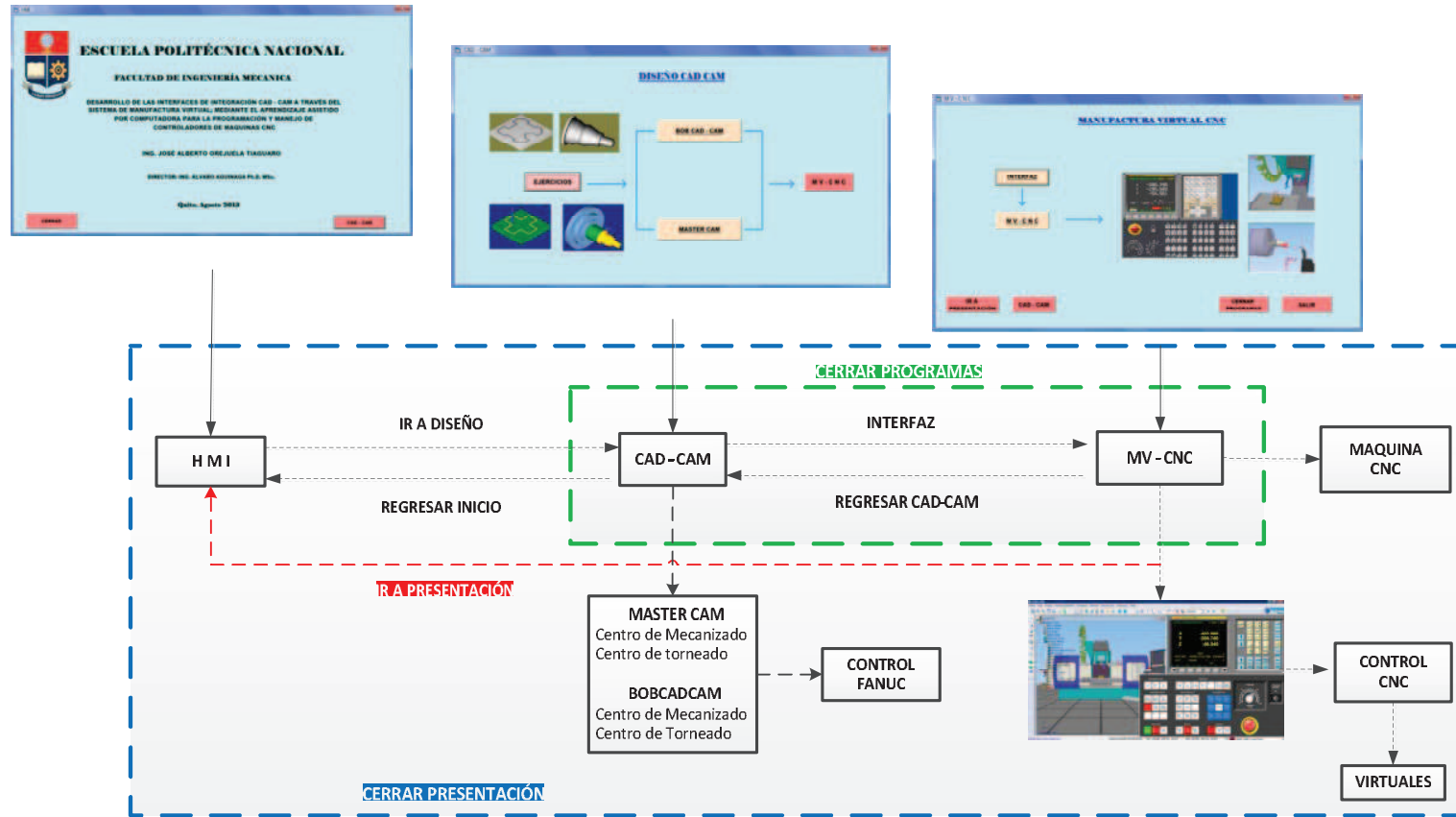
NCT104 M
NCT104 T



Mazak VCN 410A-II
Mazak QTN 100-II



ANEXO I. DESCRIPCIÓN GENERAL



ANEXO J. GUIA DEL SOFTWARE SSCNC PARA CENTRO DE TORNEADO

Iniciar a trabajar con SSCNC



Ingresa al icono del programa SSCNC, se abre una ventana en la que se elige el idioma y el control en el que se va a realizar la práctica.




En esta ventana se elige primero el idioma, en este caso, ha sido seleccionado. **Español**.

Para este ejemplo se utilizara el control **FANUC OIT**.

Después de seleccionar el control y el idioma, haga clic en **Ejecutar**


Para abrir el panel de control elegido, se tiene una maquina real, que trabaja normalmente.


Para establecer los iconos de la barra vertical izquierda, haga clic en el botón de


emergencia  Al hacer clic se establece la barra vertical. Esta barra tiene algunos iconos y edición de los controles de la máquina.






Iconos De La Barra Vertical.

El icono  Nuevo código NC: se puede crear un nuevo proyecto, puede ser utilizado por la forma .nc, archivo – nueva CN.

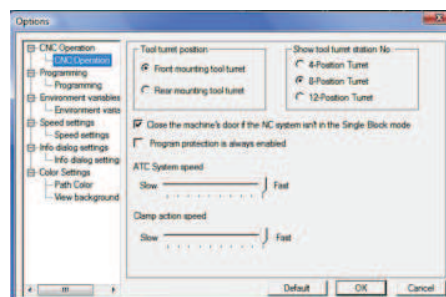
El icono  Abrir archivo: es utilizado para abrir un ejemplo realizado en el simulador

SSCNC, para conseguir abrir un programa es preciso estar en EDIT  Este icono, puede ser utilizado para editar directamente en el panel.

Los iconos  Guardar y  Guardar como: se utiliza para guardar el proyecto, las imágenes, la materia prima y los informes, se puede guardar solo CN, por separado o en su conjunto del proyecto. Estos iconos pueden ser utilizados también por la forma: Archivo-guardar y guardar como.


El icono  Ajuste de parámetros: En este icono es posible cambiar los parámetros de la maquina como se indica en la imagen siguiente.

Operación CNC.



En esta ventana de parámetros se puede observar la posición de la herramienta, se puede elegir trabajar con la herramienta al frente o detrás.

Es posible elegir el número de herramientas que deseo en la torre. Si el icono: (cierra la puerta de la máquina, si el sistema no está en modo NC, Single Block), interruptor

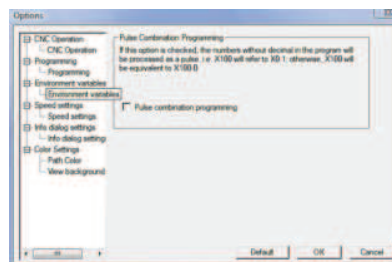
sencillo de paso:  Sólo una instrucción NC, se ejecuta cada vez que se pulse, mecanizado con la puerta abierta. Si el icono: (el programa de protección siempre

abierto), AUTO:  modo de mecanizado automático, con la puerta cerrada

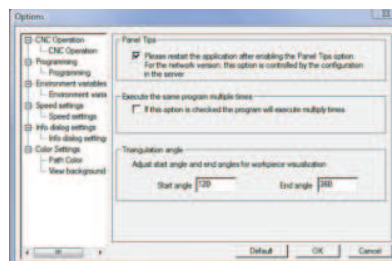
Velocidad del sistema ATC

- puede cambiar la velocidad de la acción de intercambiar herramientas de la torre.
- Se puede variar la velocidad de acción de la pinza, del ajuste del mandril.

Programación.

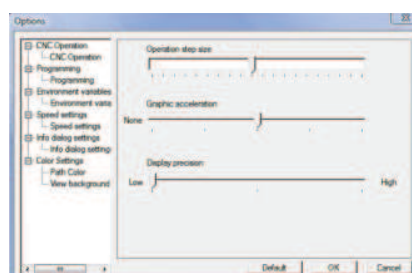


Variables de visualización.




Si el icono, (consejos de panel), se selecciona, el equipo que está conectado al servidor puede controlar otras máquinas conectadas en red. Si el icono (multiplicar el mismo programa), permite la re ejecución del mismo programa. Angulo de triangulación, se puede modificar el ángulo de inspección de la pieza.

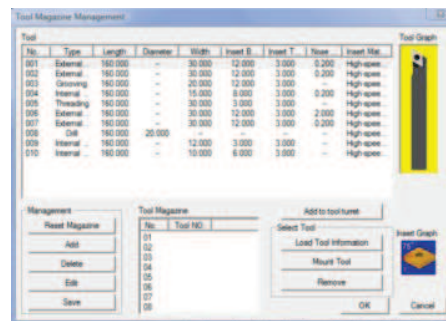
Configuración de velocidad.



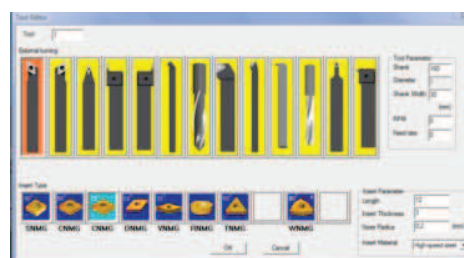
En esta ventana se puede controlar la velocidad de simulación, la aceleración gráfica y la precisión gráfica, con esto se tiene una simulación más realista. Con los otros iconos se puede identificar los colores como se desea ver en el espacio de trabajo.

El icono  gestión de herramientas, se orienta a la creación, edición y posicionamiento de herramientas. En esta ventana se puede seleccionar las herramienta que ya están creadas y almacenadas en la biblioteca de programas. En este caso dar doble clic en la herramienta 001, y se obtiene el grafico de la herramienta, se puede variar el inserto a utilizar.


Gestor de herramientas.




Editor de Herramientas.

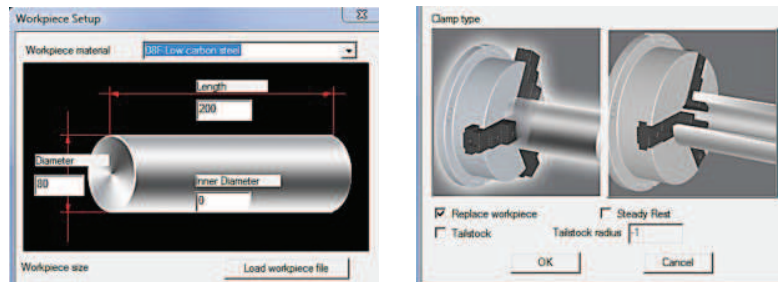


Se utiliza para crear nuevas herramientas, se puede elegir el modelo de apoyos e insertos, como se muestra en la gráfica, además se puede adherir los parámetros de la herramienta, como la longitud, la anchura, los RPM, y la velocidad de corte.

El icono , este icono cambia el modo de visualización de la maquina

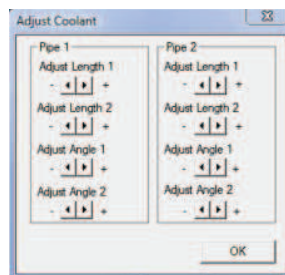
Parámetros De La Pieza

El icono , Ajusta los parámetros de la pieza.



Como se observa se puede editar la pieza de trabajo como, la longitud, el diámetro externo y el interno. Se puede variar las especificaciones del material como, Acero de bajo carbono, Acero inoxidable, etc. Se puede variar el Tipo de agarre de la pieza, puede ser externo o interno.

Ajuste de refrigeración.





Como se puede observar se puede variar la longitud y el Angulo de las tuberías de refrigeración.


Posicionamiento rápido



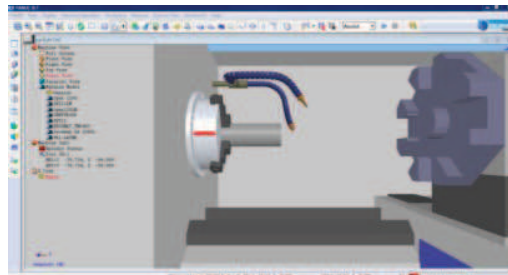
Sirve para colocar rápidamente la herramienta en dos posiciones: X0 interno o X0 externo

El icono  simulación rápida: se utiliza para separar el material rápidamente y la herramienta permanece inmóvil. El icono  sirve para cerrar la puerta de la máquina, eliminando así la alarma inicial.

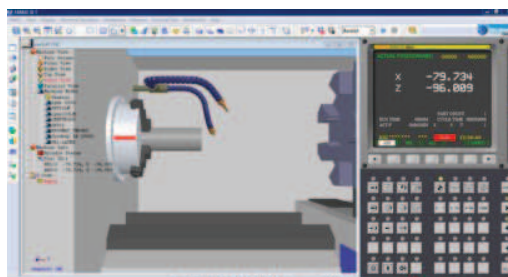
Iconos De La Barra Horizontal.

El icono  ventana Switch: sirve para encender tres posiciones de la pantalla

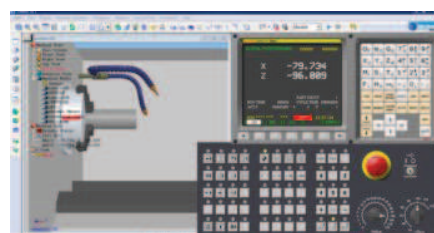
1. Se visualiza el área de trabajo de la pieza y herramienta





2. Se visualiza el área de trabajo de la pieza, herramienta y control en este caso FANUC OI - T





3. Se visualiza el área de trabajo de la pieza, herramienta, control en este caso FANUC OI-T y el panel de control




El icono  Zoom in y out: se utiliza para maximizar y minimizar la pantalla o el area de trabajo.

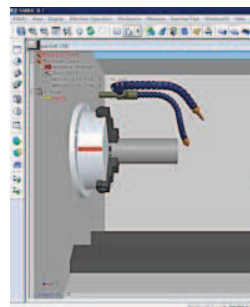
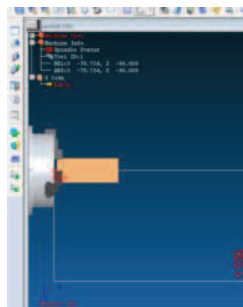
El icono  otro zoom: siempre se activa con la barra de desplazamiento, si no tener la barra de scroll se puede utilizar haciendo clic en el icono en la pantalla haciendo clic y moviendo el ratón

El icono  Panorámico: sirve para arrastrar la imagen en la pantalla de la máquina. Tras seleccionar el icono, haga clic y mantenga pulsado el botón izquierdo del ratón y mover él para mover la imagen.

El icono  Rotar: sirve para girar la imagen en la pantalla del aparato. Después de seleccionar este icono, haga clic y mantenga pulsado el botón izquierdo del ratón y muévelo para girar la imagen.




El icono  zoom dinámico. Sirve para hacer un zoom sobre un punto determinado. Después de seleccionar este icono, haga clic y mantenga pulsado el botón izquierdo del ratón y arrastre el ratón para abrir una ventana (cuadrado), donde se le dará el zoom, y suelte el botón, se le dará el zoom, dentro de esta ventana.


Visualización de la pieza en 2D y 3 D




El icono  posición de los planos


1.  La primera es la vista frontal, que muestra la vista ejes y y z.

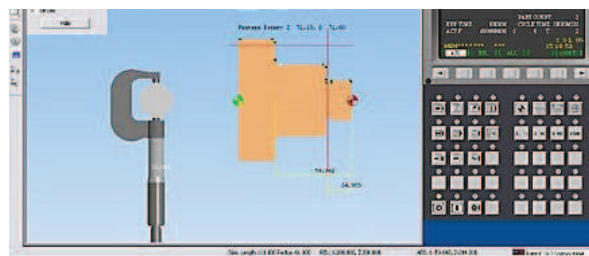
2.  el segundo punto de vista es la vista de la derecha muestra la Y ejes x
3.  En tercer lugar está la vista desde arriba, que muestra la vista de los ejes X y Z.
4.  el cuarto es de pantalla completa, que muestra la construcción a través de la pantalla. Para salir de este punto de vista simplemente haga clic en Esc.


El icono  Muestra máquinas: activa y desactiva la visualización de la máquina.

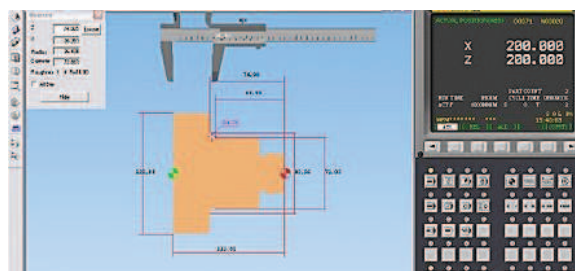
El icono  Medida: Tiene dos sub iconos: Medida y trayectoria de medición (Debug) medida Al hacer clic en abrir la siguiente ventana:


Con los siguientes iconos: 

1.  El primer icono es: Punto de características, que hace que las mediciones de la pieza sean por puntos. Simplemente acercarse a la intersección de las dos líneas rojas en un momento específico.




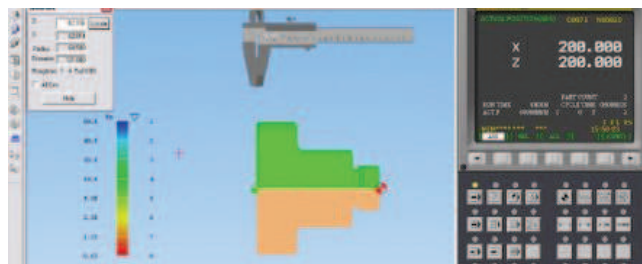
2.  El segundo icono es: Línea característica, que sirve para hacer la parte de medición a través de las filas seleccionadas.




3.  El tercer icono es: Medir la distancia, se mide la distancia . entre dos puntos
Al hacer clic en un punto y, a continuación, haga clic en otro, será crear una
escalera blanca entre estos dos puntos de informar a la distancia entre ellos.





4.  El cuarto icono es: Distribuir rugosidad, sirve para indicar la rugosidad de la
pieza de acuerdo con la carta de colores.












5.  Exit Medida icono, sale del modo de medición y volver a la simulación.

El icono  Sonido de la maquina: Se refiere al sonido real de una maquina en trabajo

El icono  Coordina Vista: activa y desactiva la visualización del plan de trabajo. El

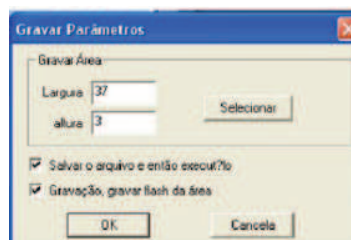
icono  Display viruta.: activa y desactiva el arranque de viruta pantalla durante la
simulación. El icono  refrigerante: permite y desactiva la visualización de los tubos de
refrigeración.

El icono  pieza base: activa y desactiva la visualización de la transparencia en
materia prima. El icono  pieza de trabajo: activa y desactiva la pieza de terminada. El

icono  Vista de sección: activa y desactiva la visualización de un corte en el pieza. El icono  Pieza transparente: activa y desactiva la visualización. El icono  torre de herramientas: activa y desactiva la torre de herramientas. El icono  número de herramientas: activa y desactiva el numero de herramientas. El icono  herramientas: activa y desactiva la visualización de herramientas en la torre. El icono  trazo: activa y desactiva la visualización de la trayectoria que la herramienta es que se va a mecanizar. El icono  Examen y ayuda: se lo realiza en red, con más usuarios.

1. Ejercicios (Versión en red)
2. Exámenes (Versión en red)
3. Cargar información de la pieza de trabajo (Versión en red)


El icono  Parámetros de grabado. Parámetros de grabado

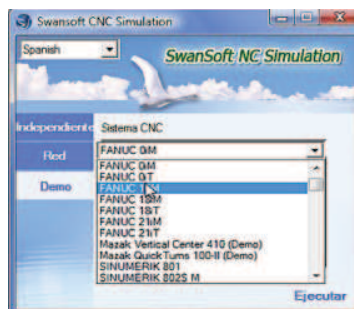


ANEXO K. GUIA DEL SOFTWARE SSCNC PARA CENTRO DE MECANIZADO

Iniciar a trabajar con SSCNC



Ingresa al icono del programa , se abre una ventana en la que se elige el idioma y el control en el que se va a realizar la práctica.




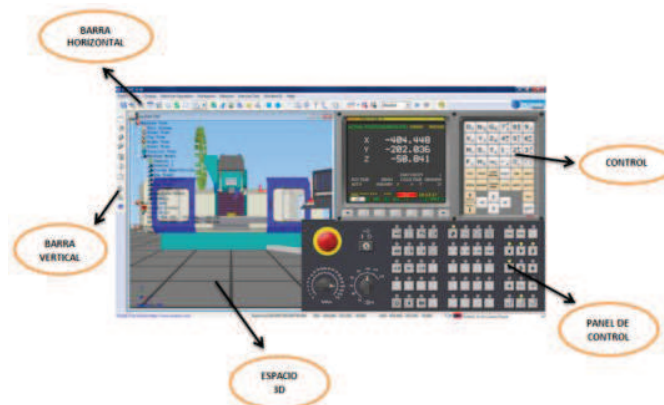
En esta ventana se elige primero el idioma, en este caso, ha sido seleccionado. **Español**. Para este ejemplo se utilizara el control **FANUC OI - M**.

Después de seleccionar el control y el idioma, haga clic en **Ejecutar**. Para abrir el panel de control elegido, se tiene una maquina real, que trabaja normalmente.



Para establecer los iconos de la barra vertical izquierda, haga clic en el botón de






emergencia  Al hacer clic se establece la barra vertical. Esta barra tiene algunos iconos y edición de los controles de la máquina.




Iconos De La Barra Vertical.

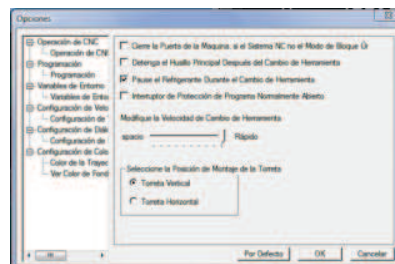
El icono  Nuevo código NC: se puede crear un nuevo proyecto, puede ser utilizado por la forma .nc, archivo – nueva CN. El icono  Abrir archivo: es utilizado para abrir un ejemplo realizado en el simulador SSCNC, para conseguir abrir un programa es preciso

estar en EDIT  Este icono, puede ser utilizado para editar directamente en el panel.


Los iconos  Guardar y  Guardar como: se utiliza para guardar el proyecto, las imágenes, la materia prima y los informes, se puede guardar solo CN, por separado o en su conjunto del proyecto. Estos iconos pueden ser utilizados también por la forma: Archivo-guardar y guardar como.


El icono  Ajuste de parámetros: En este icono es posible configurar los parámetros de la maquina como se indica en la imagen siguiente.


Operación CNC.



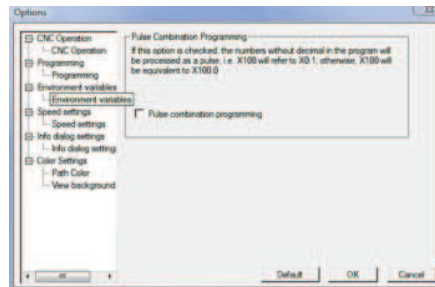
En esta ventana de parámetros se puede tener en cuenta lo siguiente: El icono: (cierra la puerta de la máquina, si el sistema no está en modo NC, Single Block), interruptor

sencillo de paso:  Sólo una instrucción NC, se ejecuta cada vez que se pulse, mecanizado con la puerta abierta. (el programa de protección siempre abierto), AUTO:

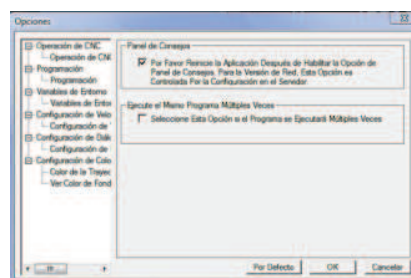
 modo de mecanizado automático, con la puerta cerrada. El icono, detenga el husillo principal de la maquina después del cambio de la herramienta, si esta opción esta activada, cuando sea el cambio de la herramienta el husillo se detendrá El icono, pausar el refrigerante durante el cambio de herramienta. Si esta opción esta activada, cuando se cambie de herramienta el refrigerante se apagará. El icono, interrupción del programa

siempre abierto, si esta opción esta activada,  puede abrir y crear programas. Se puede modificar la velocidad de cambio de la herramienta. Bajo – Rápido. Se puede variar la posición de la torreta. Puede ser horizontal o Vertical.

Programación.

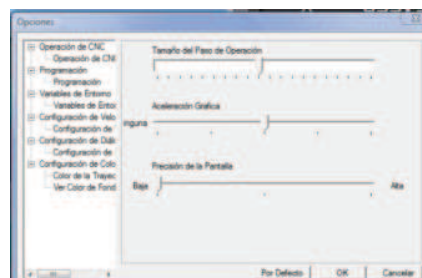



Variables de visualización.

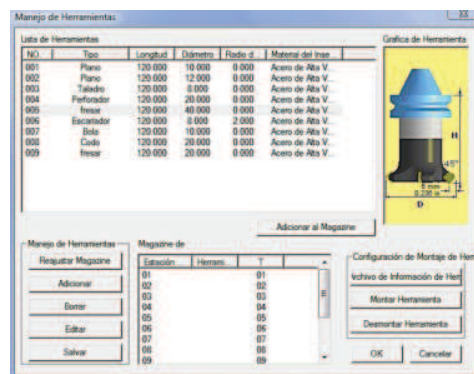


Si el icono (consejos de panel), se selecciona, el equipo que está conectado al servidor puede controlar otras máquinas conectadas en red. Si el icono (multiplicar el mismo programa), permite la re ejecución del mismo programa.

Configuración de velocidad.



En esta ventana se puede controlar la velocidad de simulación, la aceleración gráfica y la precisión gráfica, con esto se tiene una simulación más realista. Con los otros iconos se identifica los colores como se desea ver en el espacio de trabajo. El icono  gestión de herramientas, se orienta a la creación, edición y posicionamiento de herramientas. En esta ventana se puede seleccionar las herramientas que ya están creadas y almacenadas en la biblioteca de programas.




En este caso dar doble clic en la herramienta 005, y se obtiene el grafico de la herramienta.

Editor de Herramientas.




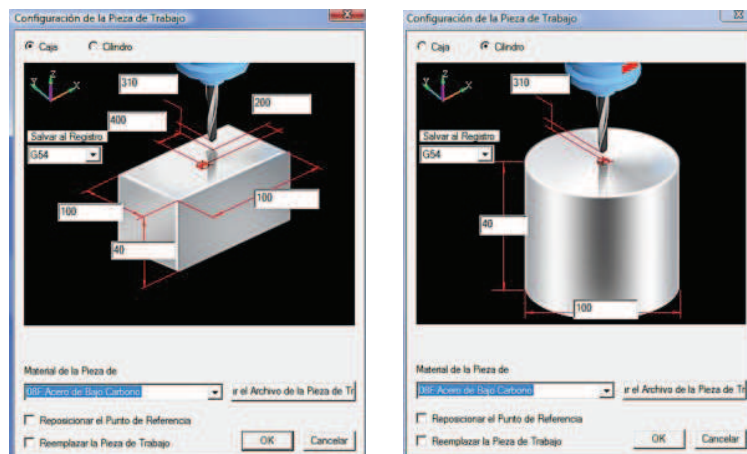
En este editor, se puede variar la posición y el tipo de la herramienta que se va a utilizar en el mecanizado, se puede variar los parámetros como son: El diámetro, la longitud, los RPM, el tipo de material de los insertos.

Volver a la pantalla principal.

El icono , este icono cambia el modo de visualización de la maquina

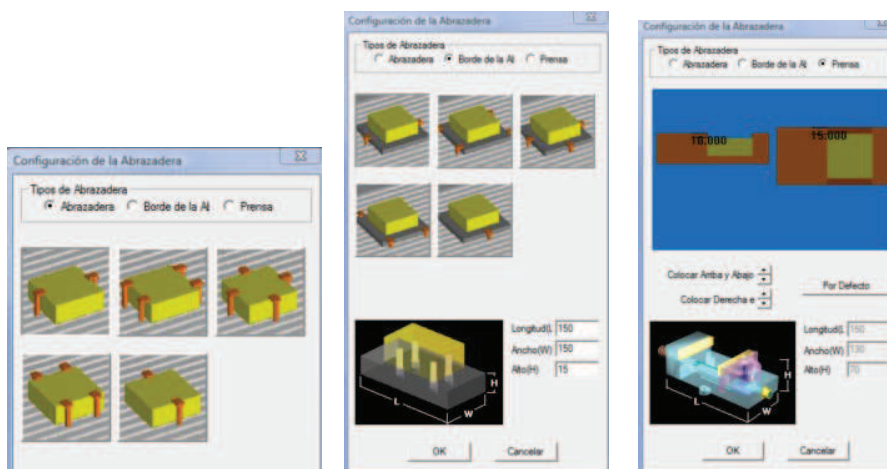
Parámetros De La Pieza

El icono , Configuración de la pieza de trabajo,



En esta ventana se puede variar la forma y medidas de la pieza, puede ser cuadrada o redonda, se puede escoger el material a mecanizar puede ser: Acero de bajo carbono, inoxidable, hierro fundido, etc. Se puede variar el punto referencial y reemplazar la pieza de trabajo.

Configuración de la abrazadera

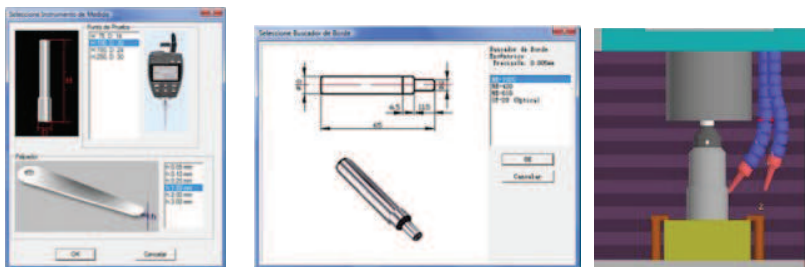


Localización de la pieza de trabajo



A través de esta ventana, puede mover la pieza a las esquinas de la mesa y poner el ángulo de posicionamiento de la misma.

Instrumentos de medida para la puesta a cero.



Las imágenes anteriores muestran tres instrumentos de medición utilizados a menudo para hacer la puesta a cero.



Ajuste de refrigeración.



Como se puede observar se puede variar la longitud y el Angulo de las tuberías de refrigeración.


Posicionamiento rápido.



Sirve para colocar rápidamente la herramienta en cinco posiciones en la cara de la pieza. El icono  simulación rápida: se utiliza para separar el material rápidamente y la herramienta permanece inmóvil. El icono  sirve para cerrar la puerta de la máquina, eliminando así la alarma inicial.

Iconos De La Barra Horizontal

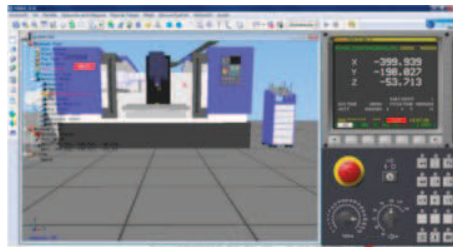


El icono  ventana Switch: sirve para encender tres posiciones de la pantalla.

1. Se visualiza el área de trabajo de la pieza y herramienta








2. Se visualiza el área de trabajo de la pieza, herramienta y control en este caso FANUC OI-M.







3. Se visualiza el área de trabajo de la pieza, herramienta, control en este caso FANUC OI-M. y el panel de control





El icono  Zoom in y out: se utiliza para maximizar y minimizar la pantalla o el area de trabajo. El icono  otro zoom: siempre se activa con la barra de desplazamiento, si no tener la barra de scroll se puede utilizar haciendo clic en el icono en la pantalla haciendo clic y moviendo el ratón. El icono  Panorámico: sirve para arrastrar la imagen en la pantalla de la máquina. Tras seleccionar el icono, haga clic y mantenga pulsado el botón izquierdo del ratón y mover él para mover la imagen. El icono  Rotar: sirve para girar la imagen en la pantalla del aparato. Después de seleccionar este icono, haga clic y mantenga pulsado el botón izquierdo del ratón y muévelo para girar la imagen. El icono  zoom dinámico. Sirve para hacer un zoom sobre un punto determinado. Después de seleccionar este icono, haga clic y mantenga pulsado el botón izquierdo del ratón y arrastre el ratón para abrir una ventana (cuadrado), donde se le dará el zoom, y suelte el botón, se le dará el zoom, dentro de esta ventana.





El icono  posición de los planos

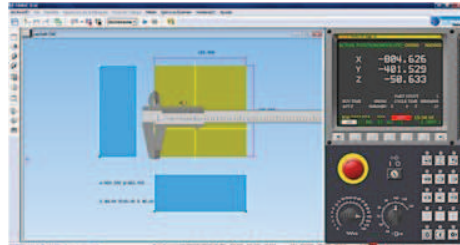
5.  La primera es la vista frontal, que muestra la vista ejes y y z.
6.  el segundo punto de vista es la vista de la derecha muestra la Y ejes x
7.  En tercer lugar está la vista desde arriba, que muestra la vista de los ejes X y Z.
8.  el cuarto es de pantalla completa, que muestra la construcción a través de la pantalla. Para salir de este punto de vista simplemente haga clic en Esc.


El icono  Muestra máquinas: activa y desactiva la visualización de la máquina.

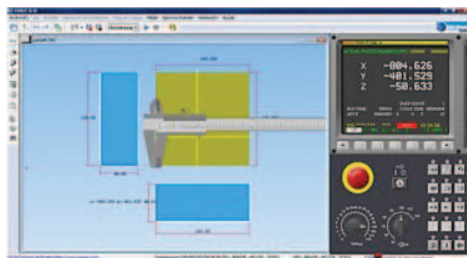
El icono  Medida: Tiene dos sub iconos: Medida y trayectoria de medición (Debug) medida Al hacer clic en abrir la siguiente ventana:


Con los siguientes iconos: 

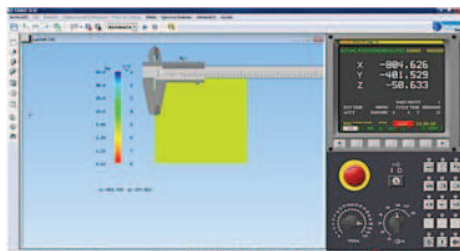
1.  El primer icono es: Punto de características, que hace que las mediciones puntos de la pieza. Simplemente acercarse a la intersección de las dos líneas rojas en un momento específico.













2.  El segundo icono es: Línea característica, que sirve para hacer la parte de medición a través de las filas seleccionadas. Al hacer clic en una línea que había sido blanco y las medidas que apareció.



3.  El cuarto icono es: Distribuir rugosidad, sirve para indicar la rugosidad de la pieza de acuerdo con la carta de colores.

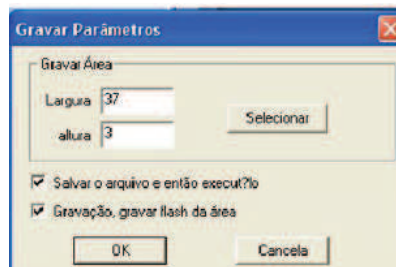


4.  Exit Medida icono, sale del modo de medición y volver a la simulación. El icono  Sonido de la maquina: Se refiere al sonido real de una maquina en trabajo. El icono  Coordina Vista: activa y desactiva la visualización del plan de

trabajo. El icono  Display virtual: activa y desactiva el arranque de virtual pantalla durante la simulación. El icono  refrigerante: permite y desactiva la visualización de los tubos de refrigeración. El icono  torre de herramientas: activa y desactiva la torre de herramientas. El icono  número de herramientas: activa y desactiva número de herramientas. El icono  herramientas: activa y desactiva la visualización de herramientas en la torre. El icono  trazo: activa y desactiva la visualización de la trayectoria que la herramienta es que se va a mecanizar. El icono  Examen y ayuda: se lo realiza en red, con más usuarios.

5. Ejercicios (Versión en red)
6. Exámenes (Versión en red)
7. Cargar información de la pieza de trabajo (Versión en red)

El icono  Parámetros de grabado.

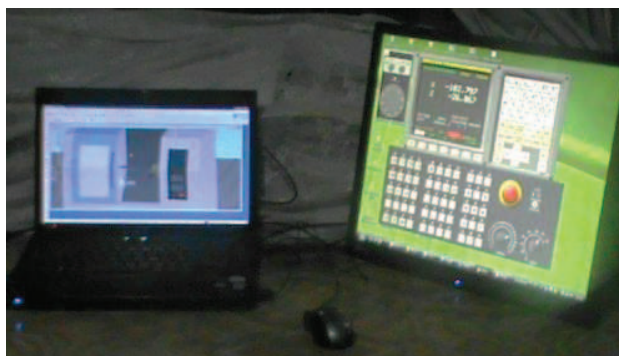
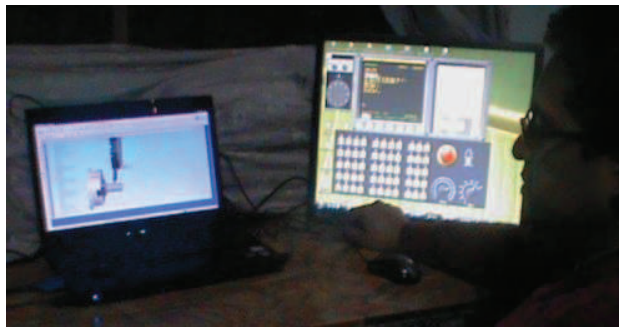
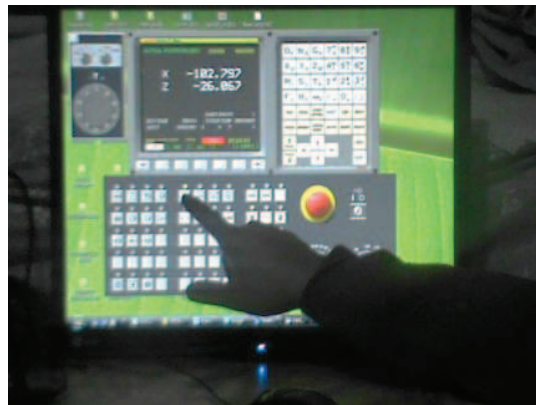


Parámetros de grabado

El icono  Iniciar grabación: Comienza la grabación del área deseada.

El icono  Detener grabación: Para y guarda la grabación hecha.

ANEXO L. MONITOR DUAL Y PANEL TACTIL.



ANEXO M. GUIA DE APLICACIÓN MASTER - CAM CENTRO DE MECANIZADO

Crear un programa completo para que la herramienta describa la trayectoria de una cruz siguiendo los puntos indicados en la figura, sobre aluminio con la herramienta ubicada en el ATC N°. 1 y una profundidad de pasada igual a 1 mm., calcular S y F.

Valores de orientación para velocidad de corte y avance												
	Fresa cilíndrica				Fresa cilíndrica frontal				Fresa de disco			
	b = 100 mm		b = 75 mm		b = 75 mm		b = 50 mm		b = 20 mm		b = 20 mm	
Anchura de pasada b	Desbastado		Afinado		Desbastado		Afinado		Desbastado		Afinado	
	v = 3 mm	v = 0,5 mm	v = 3 mm	v = 0,5 mm	v = 3 mm	v = 0,5 mm	v = 3 mm	v = 0,5 mm	v = 3 mm	v = 0,5 mm	v = 3 mm	v = 0,5 mm
Profund. corte a	v = 3 mm		v = 0,5 mm		v = 3 mm		v = 0,5 mm		v = 3 mm		v = 0,5 mm	
	Veloc. corte v	Avance	Veloc. corte v	Avance	Veloc. corte v	Avance	Veloc. corte v	Avance	Veloc. corte v	Avance	Veloc. corte v	Avance
	m/min	mm/min	m/min	mm/min	m/min	mm/min	m/min	mm/min	m/min	mm/min	m/min	mm/min
Al. sin alea hasta 640 N/mm ²	17	100	22	60	17	100	22	70	18	100	22	40
Al. aleado, mec. hasta 240 N/mm ²	14	80	18	50	14	90	18	55	14	80	18	30
Al. aleado bonificado hasta 590 N/mm ²	10	50	14	36	10	55	14	42	12	50	14	25
Fontición gris hasta 180 HB	12	120	18	60	12	140	18	70	14	120	18	40
Latón	35	70	35	50	36	190	55	150	36	150	55	75
Metal ligero	200	200	250	100	200	250	250	110	200	200	250	100

$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot N}{1000} \quad N = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d}$$

Datos

Aluminio – Metal ligero
L - A = 150 x 150
Vc = 200 m/min (tablas)
S' = F = 250 mm/min (tablas)
d = 4 mm
S = N = rpm

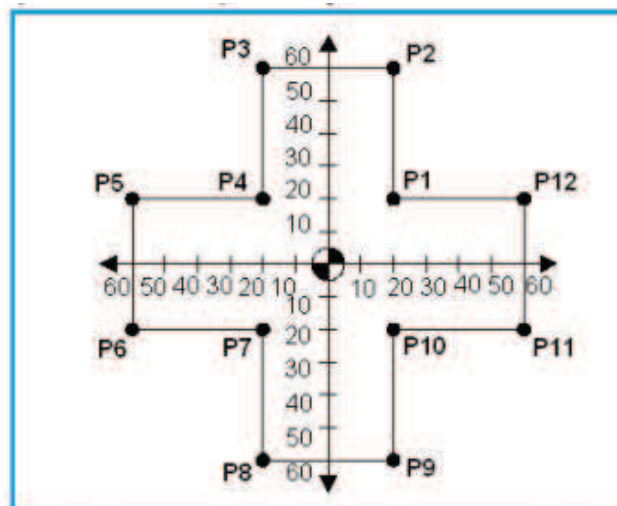
Velocidad de giro

$$N = \frac{1000 \cdot 200 \text{ m/min}}{\pi \cdot 4 \text{ mm}} = 15915 \text{ rpm}$$

$$N = S = 15915 \text{ rpm}$$

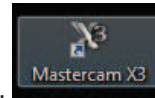
Avance - Zona de aproximación

F = S' x 3
F = 250 mm/min x 3
F = 750 mm/min.



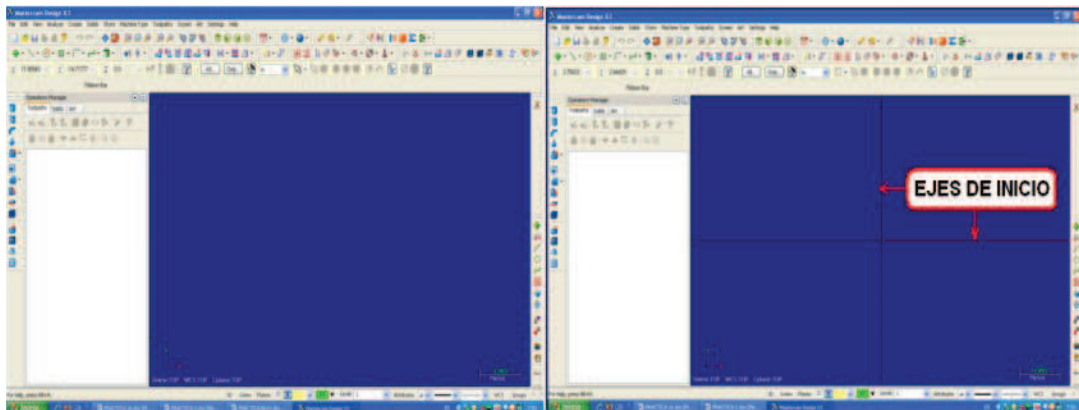
SOFTWARE MASTERCAM

Ingresar al software Mastercam X3.

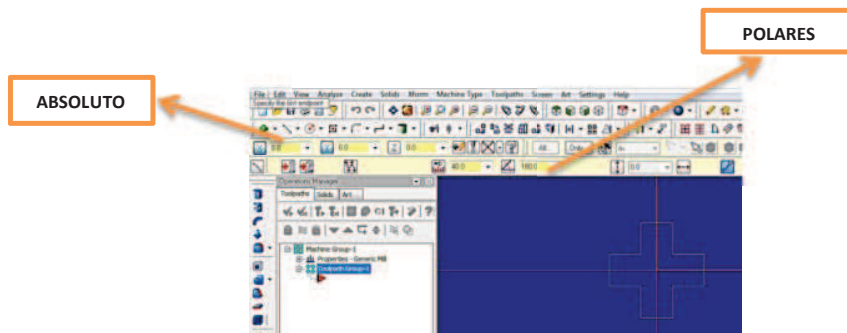


Dar doble clic en el icono de acceso directo en el escritorio.

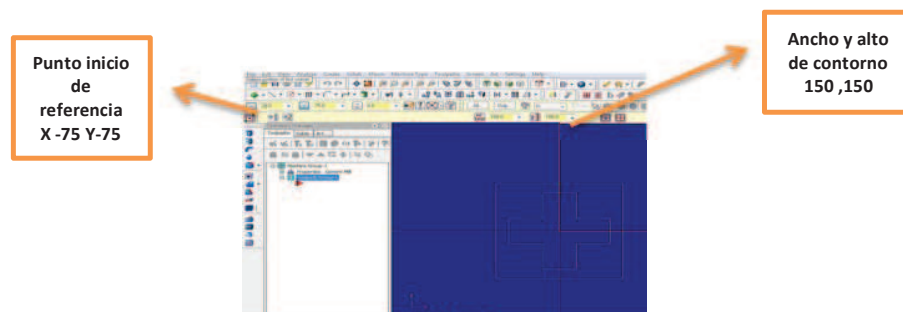
Con el entorno de Master CAM abierto, se presiona F9 para Inicio de cualquier trabajo a realizar, se puede visualizar los ejes de coordenadas en el área de trabajo.



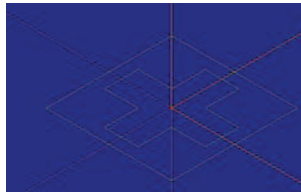
Mediante el icono líneas, se realiza la cruz, dándole valores pueden ser en absoluto o en coordenadas polares



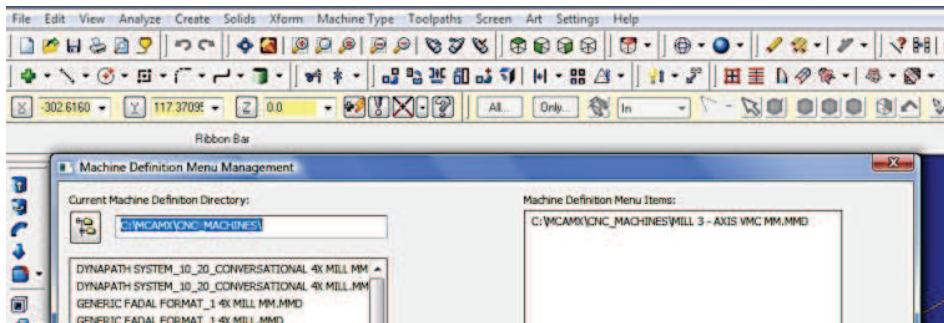
En el área de trabajo se realizara un rectángulo, que se identifica como el contorno eso identificara el material.



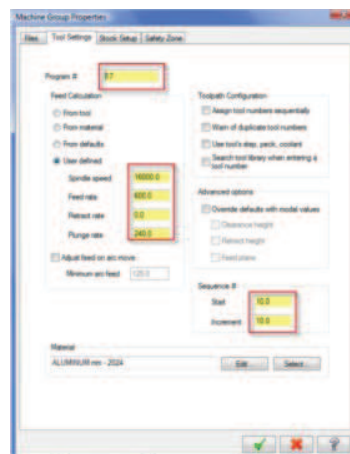
Dar un click en Isometric , para ver el dibujo en 3D



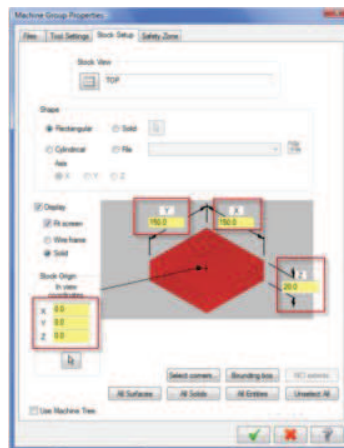
Se configura algunos parámetros, se selecciona el tipo de máquina que se va a utilizar



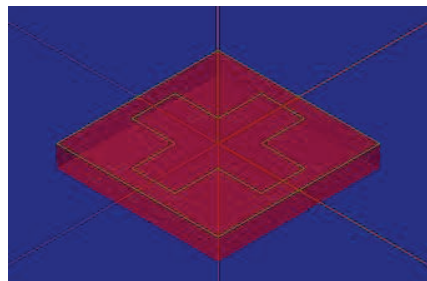
En la ventana de Propiedades de Grupo de máquinas (**Machine Group Properties**), clic en **Tool Settings**, se cambia el **número de programa (17)** y las **velocidades del husillo (16000)**, **avance de penetración (750)**, y **avance de desbaste o corte (250)** también cambiar la salida (**Start**) y el incremento (**Increment**) de 10 respectivamente, este valor es para la numeración de los bloques, y clic en Ok.



En la ventana de Propiedades de Grupo de máquinas (**Machine Group Properties**), clic en **Stock Setup**, se coloca las dimensiones de la pieza a mecanizar ancho, largo, espesor en este caso el espesor es de 20 mm y se verifica todas las coordenadas que estén en 0, y clic en **Ok**

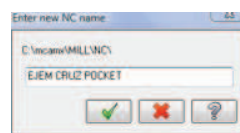


El diseño se transforma en solido

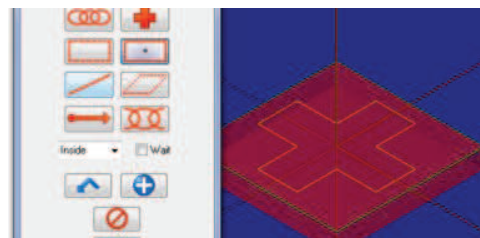


Se da clic en **Toolpaths** en la opción **Contour**

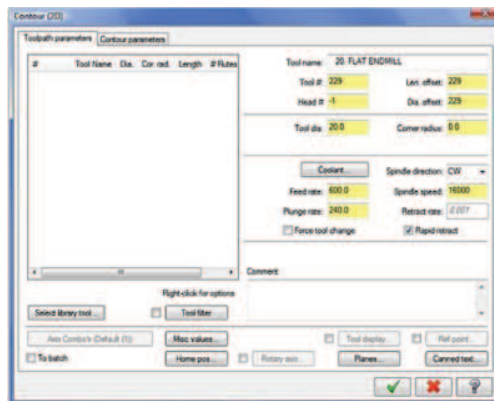
En la ventana **Enter new NC name** se cambia el nombre del programa y dar clic en **Ok**.



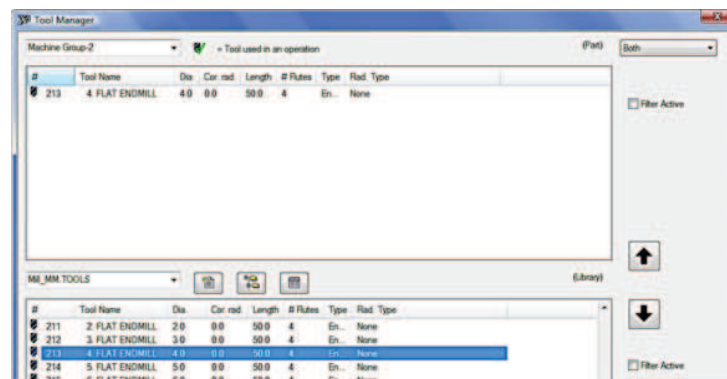
Aparecerá la ventana **Chaining** y seleccionar la opción cadena (**Chain**) y pide seleccionar el primer punto, luego pide seleccionar el punto de cierre de la cadena y clic en **Ok**.



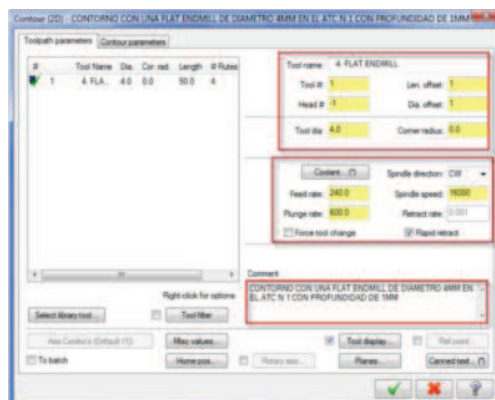
Aparece una ventana **Contour (2D)**, dar clic derecho en la pantalla **Toolpath parameters**, se desplaza un sub menú y dar clic en **Tool manager...**



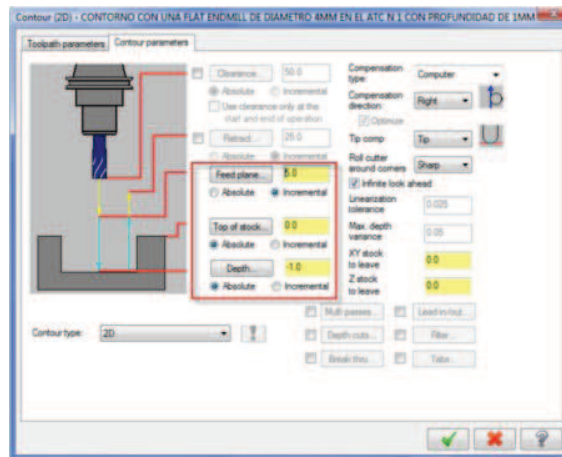
Aparecerá una ventana donde se elige la herramienta con la que se desea trabajar en este caso se elige la 213 FLAT ENDMILL, una vez elegida la herramienta se pone, Copy selected library tools to machine group, la que permite cargar la herramienta, clic en **Ok**.



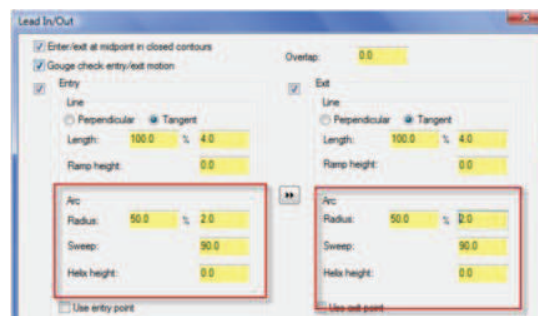
Se reaparece la ventana **Countour (2D)** y se modifica las opciones **Tool name:** Boquilla de corte, **Tool #:** 1, **Len offset:** 1, **Dia. Offset:** 1, **Feed rate:** 600, **Spindle speed:** 16000, así como también la opción **Tool display** debe estar activada, y finalmente se pone un comentario acorde a la necesidad.



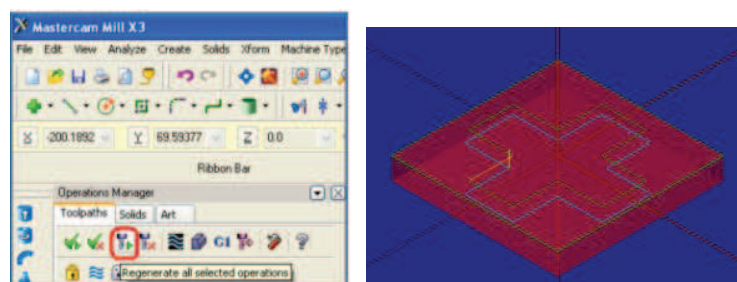
En la misma ventana se va a la opción **Contour parameters** y se edita las características de la herramienta, como son **Retract:** desactivado, **Feed plane:** 5, **Top of stock:** 0, **Depth:** -1, esta opción indica la profundidad a mecanizar, **Tip comp:** Tip.



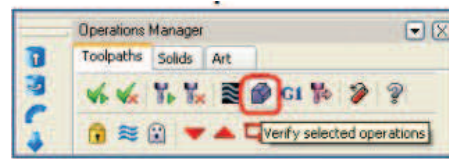
En esta opción se indica si la herramienta ingresa con un arco en forma tangencial, el inconveniente es que el contorno pierde su forma por lo tanto revisar este icono antes de activarlo.



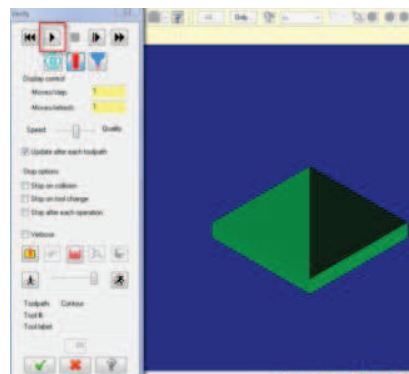
Se pone en vista **Isométrica** para simular, entonces se da clic en el icono de **Regenerate all selected operations**, y se visualiza el grafico.



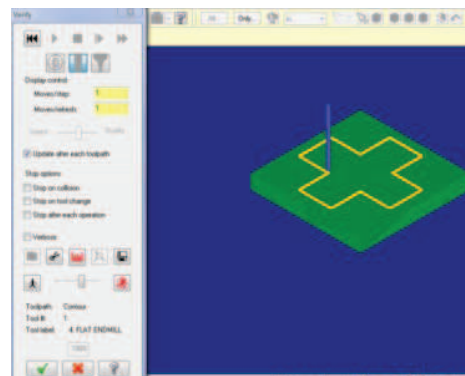
Se da clic en la opción **Verifict selected operation** la cual va a permitir simular el corte.



Aparecerá una ventana **Verify** la cual permite cambiar las opciones de la simulación **Machine**.



Se da clic en **Play** y empieza la simulación, y se verifica el corte del sólido.



Generar los códigos NC, se pulsa **G1**, saldrá el post procesador con referencia al controlador utilizado en este caso un FANUC OI-MC, se pulsa **OK** y saldrá en qué lugar se quiere guardar el proyecto.





Una vez guardado el proyecto se abrirá **MasteCAM editor**, el cual genera el código ISO, el mismo que sirve como interfaz para el simulador de mecanizado virtual, mediante el software SSCNC.

```

O0017 (EJEM CRUZ POCKET)
( DATE=00-00-00 - 10-07-23 TIME=00:00:00 )
( NCX FILE = C:\USERS\HP\DESKTOP\DESARROLLO TESIS\MASTERCAM\CENTRO DE MECANIZADO\EJEM CRUZ POCKET.NCX )
( NC FILE = C:\USERS\HP\DESKTOP\DESARROLLO TESIS\MASTERCAM\CENTRO DE MECANIZADO\EJEM CRUZ POCKET.NC )
( MATERIAL = ALUMINUM MM - 2024 )
( T1 | 4. FLAT ENDMILL | M1 )
N10 G21
N20 G0 G17 G40 G49 G80 G90
( CONTORNO CON UNA FLAT ENDMILL DE DIAMETRO 4MM EN EL ATC N 1 CON PROFUNDIDAD DE 1MM )
N30 M8
N40 T1 M6
N50 G0 G90 G54 X-22. Y-22. S16000 M3
N60 G43 H1 Z5.
N70 G1 Z-1. F600.
N80 Y-60. F240.
N90 G3 X-20. Y-62. R2.
N100 G1 X20.
N110 G3 X22. Y-60. R2.
N120 G1 Y-22.
N130 X60.
N140 G3 X62. Y-20. R2.
N150 G1 Y20.
N160 G3 X60. Y22. R2.
N170 G1 X22.
N180 Y60.
N190 G3 X20. Y62. R2.
N200 G1 X-20.
N210 G3 X-22. Y60. R2.
N220 G1 Y22.
N230 X-60.
N240 G3 X-62. Y20. R2.

```

CODIGO ISO PARA REALIZAR LA INTERFAZ EN LA MAQUINA VIRTUAL REALIZADO EN MASTERCAM

CONTROLADOR FANUC OI-MC

%

O0017 (EJEM CRUZ POCKET)

(MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024)

(T1 | 4. FLAT ENDMILL | H1)

N10 G21

N20 G0 G17 G40 G49 G80 G90

(CONTORNO CON UNA FLAT ENDMILL DE DIAMETRO 4MM EN EL ATC N 1 CON PROFUNDIDAD DE 1MM)

N30 M8

N40 T1 M6

N50 G0 G90 G54 X-22. Y-22. S16000 M3

N60 G43 H1 Z5.

N70 G1 Z-1. F600.

N80 Y-60. F240.

N90 G3 X-20. Y-62. R2.

N100 G1 X20.
N110 G3 X22. Y-60. R2.
N120 G1 Y-22.
N130 X60.
N140 G3 X62. Y-20. R2.
N150 G1 Y20.
N160 G3 X60. Y22. R2.
N170 G1 X22.
N180 Y60.
N190 G3 X20. Y62. R2.
N200 G1 X-20.
N210 G3 X-22. Y60. R2.
N220 G1 Y22.
N230 X-60.
N240 G3 X-62. Y20. R2.
N250 G1 Y-20.
N260 G3 X-60. Y-22. R2.
N270 G1 X-22.
N280 G0 Z5.
N290 M9
N300 M5
N310 G91 G28 Z0.
N320 G28 X0. Y0.
N330 M30
%

ANEXO N. GUIA DE APLICACIÓN MASTER - CAM CENTRO DE TORNEADO

Crear un programa completo para que la herramienta describa la trayectoria de torneado siguiendo los puntos indicados en la figura, con la herramienta ubicada en el ATC N°. 1

Datos

Acero = 1018
 $V_c = 345 \text{ m/min}$ (tablas)
 $S' = F = 220 \text{ mm/min}$ (tablas)
 $d = 50 \text{ mm}$
 $S = N = \text{rpm}$

Velocidad de giro

$$N = \frac{1000 \cdot 345 \text{ m/min}}{\pi \cdot 50 \text{ mm}} = 2196 \text{ rpm}$$

$$N = S = 2196 \text{ rpm}$$

Avance

$$F \left(\frac{\text{mm}}{\text{min}} \right) = N \text{ (rpm)} \times F \left(\frac{\text{mm}}{\text{rev}} \right)$$

$$F = 0.4 \left(\frac{\text{mm}}{\text{rev}} \right) \text{ (tablas)}$$

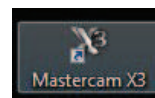
$$F = 2196 \text{ rpm} \times 0.4 \left(\frac{\text{mm}}{\text{rev}} \right)$$

$$F = 878 \left(\frac{\text{mm}}{\text{min}} \right)$$

$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot N}{1000} \quad N = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d}$$

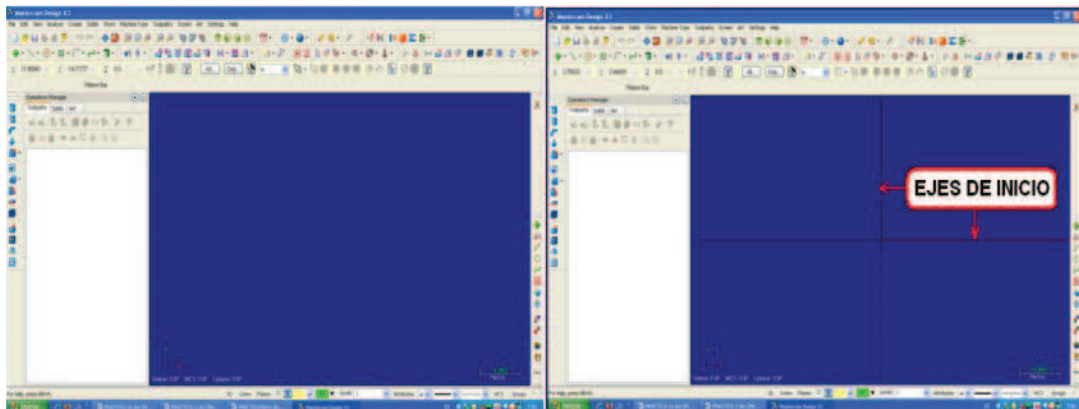
SOFTWARE MASTERCAM

Ingresar al software Master CAM X3.



Dar doble clic en el icono de acceso directo en el escritorio.

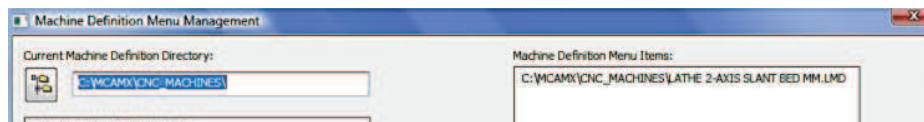
Con el entorno de Master CAM abierto, se presiona F9 para el Inicio de cualquier trabajo a realizar se puede visualizar los ejes de coordenadas en el área de trabajo.



Mediante el icono líneas, se realizara la cruz dándole valores pueden ser en absoluto o en coordenadas polares



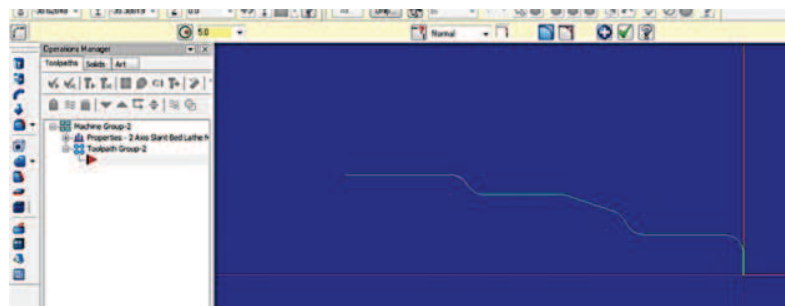
Se Configura algunos parámetros, se selecciona el tipo de máquina que se va a utilizar



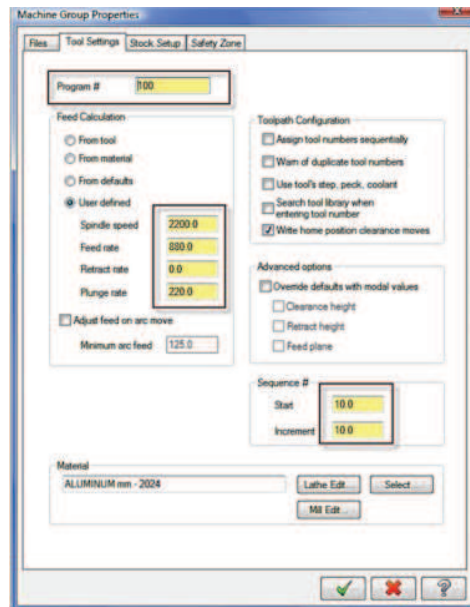
Se da clic en **Machine Type** y se pulsa en **Lathe**, se selecciona la máquina que se desea.



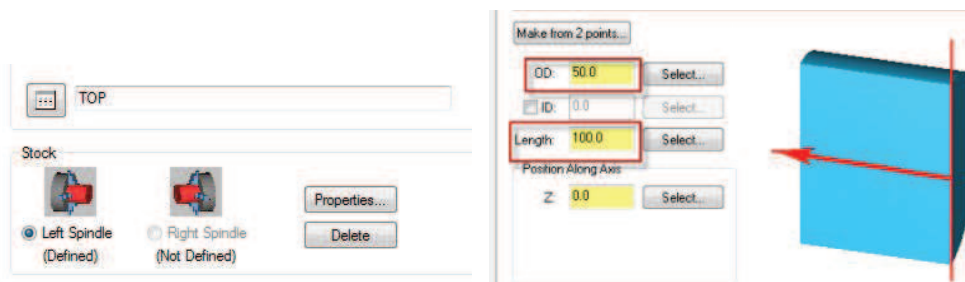
Mediante el icono **líneas** y el icono **fillet**, realizar el diseño del objeto a torner.



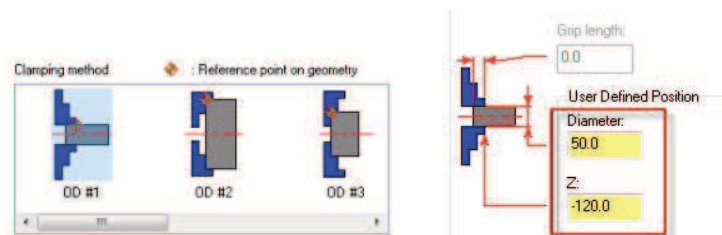
En la ventana de Propiedades de Grupo de máquinas (**Machine Group Properties**), clic en **Tool Settings**, se cambia el número de programa (17) y las **velocidades del husillo** (2000), **avance de penetración** (750), y **avance de desbaste o corte** (250) también cambiar la salida (**Start**) y el incremento (**Increment**) de 10 respectivamente, este valor es para la numeración de los bloques, y clic en Ok.



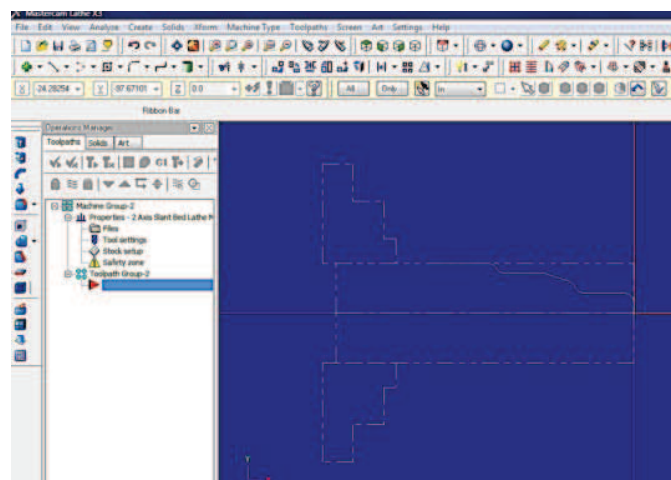
En la ventana de Propiedades de Grupo de máquinas (**Machine Group Properties**), clic en **Stock Setup**, se define las dimensiones de la pieza.



Definir en el **Chuck Jaws**, el tipo de mandril a utilizar con sus respectivas medidas, se define las **dimensiones de la pieza** en el mandril con la distancia de seguridad, en este caso lo dejar en 20mm. Más de la pieza a mecanizar, dar clic en **Ok**



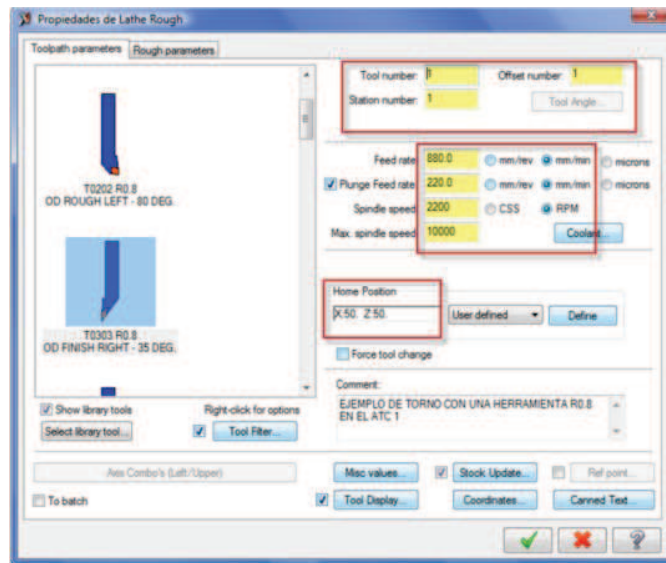
Al dar clic en aceptar aparece con líneas entre cortadas el mandril y el material base, haga ajustes necesarios para que estos estén adecuadamente alineados.



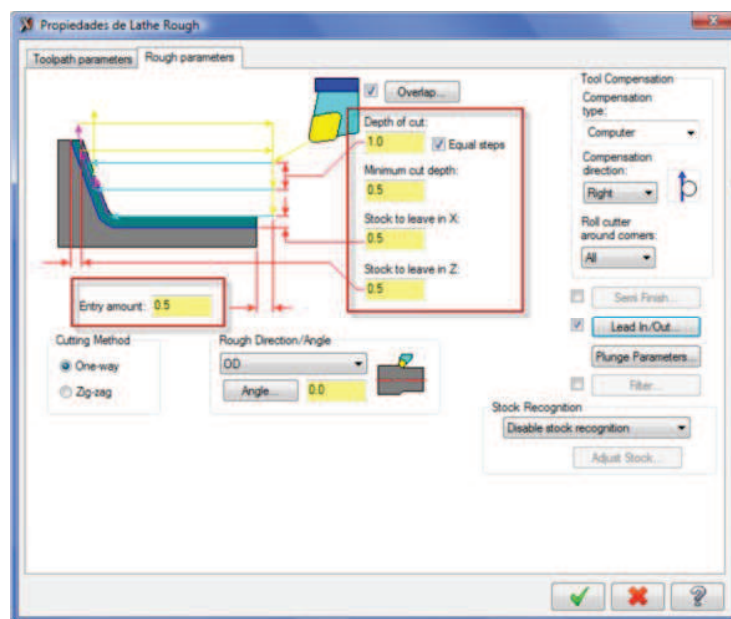
Proceder a guardar en este caso, EJERC TORNO. Dirigirse al icono **Toolpaths** y seleccionar **Rough** para realizar el desbaste, se selecciona **Chain** y se elige la geometría a mecanizar y se acepta.



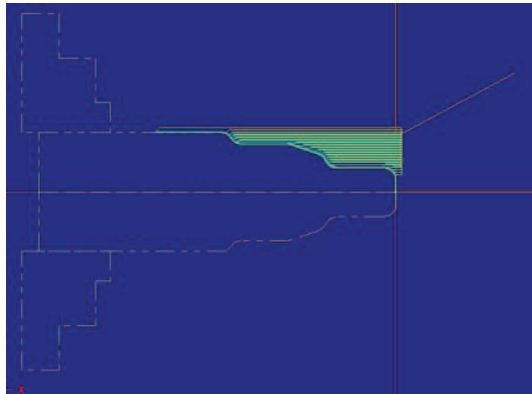
En esta ventana se selecciona el tipo de herramienta a utilizar, el número de ATC, las velocidades de mecanizado y la posición de seguridad de la herramienta antes de ingresar a mecanizar.



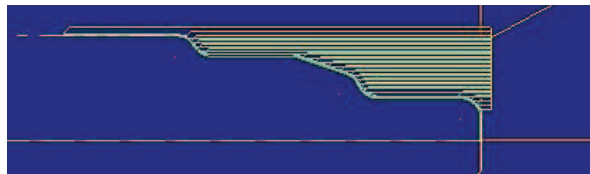
En la ventana se selecciona las tolerancias de desbaste una vez designadas dar clic en **Aceptar**



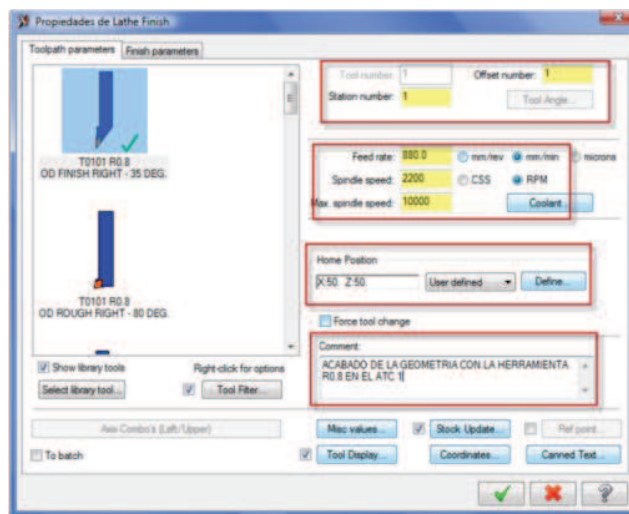
Una vez aceptado simula el tipo de mecanizado que va a realizar, ojo solamente es desbaste.



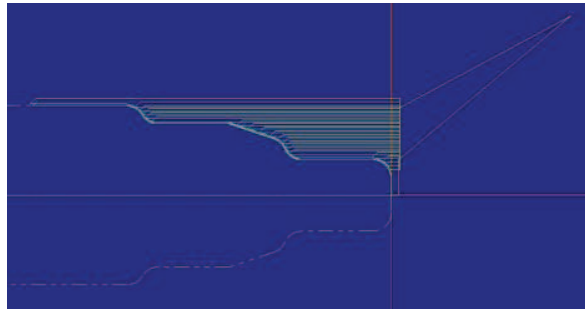
Ir al icono **Toolpaths** y se selecciona **Finish** para realizar el acabado, se selecciona **Chain**, se elige la geometría a mecanizar y aceptar.



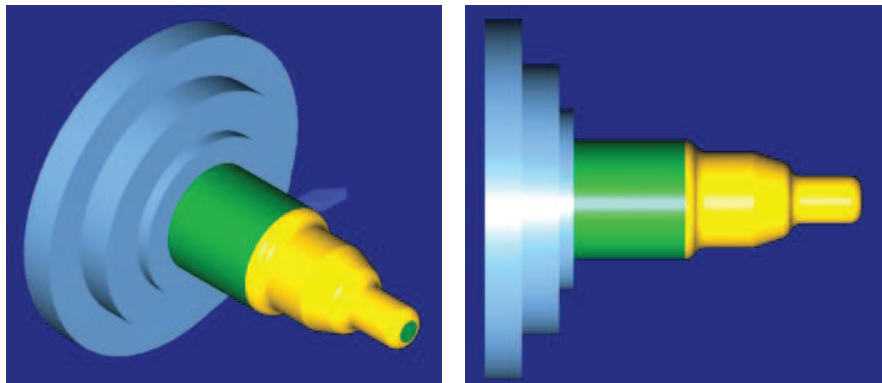
Una vez aceptado, se selecciona los parámetros de acabado, se debe seleccionar las unidades respectivas y dar **Aceptar**.



Una vez aceptado simula el tipo de mecanizado que va a realizar, ojo solamente para el acabado.



Se Procede a la simulación pulsando en verificar



Generar los códigos NC, se pulsa **G1**



Saldrá el post procesador con referencia al controlador utilizado en este caso un FANUC OI-MC, se pulsa **OK** y saldrá en qué lugar se quiere guardar el proyecto.



Una vez guardado el proyecto se abrirá **MasteCAM editor**, el cual genera el código ISO, el mismo que sirve como interfaz para el simulador de mecanizado virtual, mediante el software SSCNC.

```

Mastercam X Editor - [C:\USERS\HP\DESKTOP\DESARROLLO TESIS\MASTERCAM\CENTRO DE TORNEADO\EJERC DE TORNO.NC]
File Edit View NC Functions Bookmarks Project Compare Communications Tools Window Help
New... Open Recent Save Undo Redo Cut Copy Paste Find... Print... Refresh...
Mark All Tool Changes Next Tool Goto Previous Tool

%
O0100
(PROGRAM NAME - EJERC DE TORNO)
(DATE=00-00-00 - 22-07-13 TIME=00:00 - 12:44)
(SAVE FILE - C:\USERS\HP\DESKTOP\DESARROLLO TESIS\MASTERCAM\CENTRO DE TORNEADO\EJERC DE TORNO.NC)
(SO FILE - C:\USERS\HP\DESKTOP\DESARROLLO TESIS\MASTERCAM\CENTRO DE TORNEADO\EJERC DE TORNO.NC)
(MATERIAL - ALUMINUM 6061 - 2024)
G21
(FEED - 2 OFFSET - 1)
(G00 FEEDS RATE - 25 DED. INSERT - Y000 I6 04 05)
( EJEMPLO DE TORNO CON UNA HERRAMIENTA R0.8 EN EL ATC 1 )
G0 T0101
G97 S2200 M03
G0 G54 X48.971 Z2.5
G98 G1 Z.5 F880.
S-TL.000
G3 X51. Z-74.46 R6.3
G1 Z-100.8
X53.828 Z-99.386
G0 Z2.5
X46.943
G1 Z.5
Z-69.829
G3 X49.371 Z-71.362 R6.3
G1 X52.2 Z-69.948
G0 Z2.5
X44.914
G1 Z.5
Z-69.068
G3 X47.343 Z-70.022 R6.3
G1 X50.171 Z-68.608
G0 Z2.5
X42.886
G1 Z.5
Z-68.267

```

CODIGO ISO PARA REALIZAR LA INTERFAZ EN LA MAQUINA VIRTUAL REALIZADO EN MASTERCAM

CONTROLADOR FANUC OI -T

```

%
O0100
(PROGRAM NAME - EJERC DE TORNO)
TORNEADO\EJERC DE TORNO.NC)
G21
( EJEMPLO DE TORNO CON UNA HERRAMIENTA R0.8 EN EL ATC 1 )
G0 T0101
G97 S2200 M03
G0 G54 X48.971 Z2.5
G98 G1 Z.5 F880.
Z-71.032 F220
G3 X51. Z-74.46 R6.3
G1 Z-100.8
X53.828 Z-99.386
G0 Z2.5
X46.943
G1 Z.5
Z-69.829
G3 X49.371 Z-71.362 R6.3
G1 X52.2 Z-69.948
G0 Z2.5
X44.914
G1 Z.5
Z-69.068
G3 X47.343 Z-70.022 R6.3
G1 X50.171 Z-68.608
G0 Z2.5
X42.886
G1 Z.5
Z-68.267

```

G2 X44.7 Z-69.004 R3.7
G3 X45.314 Z-69.194 R6.3
G1 X48.143 Z-67.779
G0 Z2.5
X40.857
G1 Z.5
Z-45.375
X40.867 Z-45.389
G3 X41. Z-45.8 R1.3
G1 Z-65.8
G2 X43.286 Z-68.474 R3.7
G1 X46.114 Z-67.06
G0 Z2.5
X38.829
G1 Z.5
Z-42.332
X40.867 Z-45.389
G3 X41. Z-45.8 R1.3
G1 Z-65.8
G2 X41.257 Z-66.767 R3.7
G1 X44.086 Z-65.353
G0 Z2.5
X36.8
G1 Z.5
Z-39.289
X39.229 Z-42.932
X42.057 Z-41.518
G0 Z2.5
X34.771
G1 Z.5
Z-36.246
X37.2 Z-39.889
X40.028 Z-38.475
G0 Z2.5
X32.743
G1 Z.5
Z-33.203
X35.171 Z-36.846
X38. Z-35.432
G0 Z2.5
X30.714
G1 Z.5
Z-31.217
G3 X32.628 Z-33.032 R6.3
G1 X33.143 Z-33.803
X35.971 Z-32.389
G0 Z2.5
X28.686
G1 Z.5
Z-30.161
G3 X31.114 Z-31.496 R6.3

G1 X33.943 Z-30.082
G0 Z2.5
X26.657
G1 Z.5
Z-29.479
G3 X29.086 Z-30.333 R6.3
G1 X31.914 Z-28.919
G0 Z2.5
X24.629
G1 Z.5
Z-28.983
G2 X25.542 Z-29.213 R3.7
G3 X27.057 Z-29.592 R6.3
G1 X29.886 Z-28.178
G0 Z2.5
X22.6
G1 Z.5
Z-28.098
G2 X25.029 Z-29.093 R3.7
G1 X27.857 Z-27.679
G0 Z2.5
X20.571
G1 Z.5
Z-4.171
G3 X21. Z-5.8 R6.3
G1 Z-25.8
G2 X23. Z-28.33 R3.7
G1 X25.828 Z-26.916
G0 Z2.5
X18.543
G1 Z.5
Z-2.062
G3 X20.971 Z-5.376 R6.3
G1 X23.8 Z-3.962
G0 Z2.5
X16.514
G1 Z.5
Z-.98
G3 X18.943 Z-2.35 R6.3
G1 X21.771 Z-.936
G0 Z2.5
X14.486
G1 Z.5
Z-.284
G3 X16.914 Z-1.156 R6.3
G1 X19.743 Z.258
(ACABADO DE LA GEOMETRIA CON LA HERRAMIENTA R0.8 EN EL ATC 1)
G0 Z2.
X0.
G1 Z0.
X8.4

G3 X20. Z-5.8 R5.8
G1 Z-25.8
G2 X25.156 Z-29.674 R4.2
G3 X31.68 Z-33.19 R5.8
G1 X39.918 Z-45.547
G3 X40. Z-45.8 R.8
G1 Z-65.8
G2 X44.2 Z-69.438 R4.2
G3 X50. Z-74.46 R5.8
G1 Z-100.
X52.828 Z-98.586
G28 U0. W0. M05
T0100
M30
%

ANEXO O. GUIA DE APLICACIÓN BOB CAD - CAM CENTRO DE MECANIZADO

DISEÑO CAD – CAM

Crear un programa completo para que la herramienta describa la trayectoria, siguiendo los puntos indicados en la figura, sobre aluminio, con la herramienta ubicada en el ATC N°. 1 y una profundidad de pasada igual a 1 mm., calcular S y F.

Valores de orientación para velocidad de corte y avance												
Anchura Destacde b	Fresa cilíndrica				Fresa cilíndrica frontal				Fresa de disco			
	b = 100 mm		b = 75 mm		b = 75 mm		b = 75 mm		b = 75 mm		b = 75 mm	
Profund. corte a	Desbastado		Alisado		Desbastado		Alisado		Desbastado		Alisado	
	Veloc. corte v	Avance s	Veloc. corte v	Avance s	Veloc. corte v	Avance s	Veloc. corte v	Avance s	Veloc. corte v	Avance s	Veloc. corte v	Avance s
	m/min	mm/min	m/min	mm/min	m/min	mm/min	m/min	mm/min	m/min	mm/min	m/min	mm/min
Ac. en seco hasta 640 N/mm ²	17	100	22	60	17	100	22	70	18	100	22	40
Ac. alisado, seco, hasta 240 N/mm ²	14	80	18	50	14	90	18	55	14	80	18	30
Ac. alisado humedecido hasta 300 N/mm ² (condición gira hasta 100 HSE)	10	50	14	36	10	55	14	42	12	50	14	25
Latón	12	120	18	60	12	140	18	70	14	120	18	40
Acero	35	70	35	50	36	190	55	150	36	150	55	75
Metal ligero	200	200	250	100	200	250	250	110	200	200	250	100

$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot N}{1000} \quad N = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d}$$

Datos

Aluminio 180 - 250 m/min
 $V_c = 200$ m/min (tablas)
 $S' = F = 250$ mm/min (tablas)
 $d = 4$ mm
 $S = N = \text{rpm}$

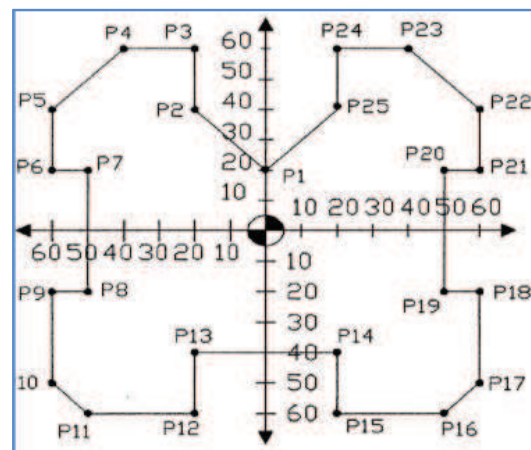
Velocidad de giro

$$N = \frac{1000 * 200 \text{ m/min}}{\pi * 4 \text{ mm}} = 15915 \text{ rpm}$$

$$N = S = 15915 \text{ rpm}$$

Avance de penetración

$F = S' \times 3$
 $F = 250$ mm/min $\times 3$
 $F = 750$ mm/min.



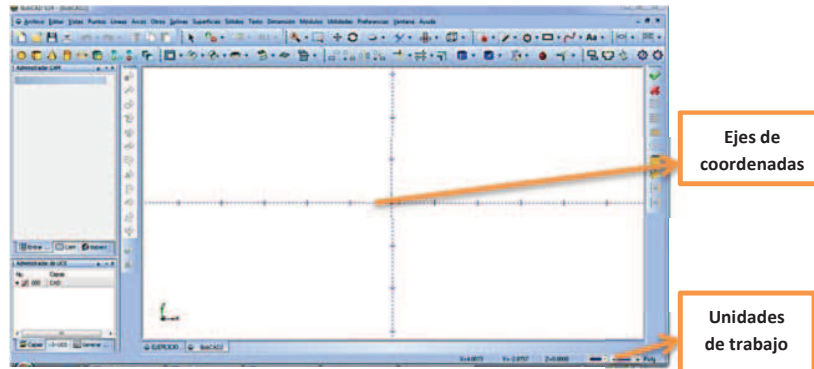
SOFTWARE BOBCADCAM V24

Ingresar al software Bobcadcam V24

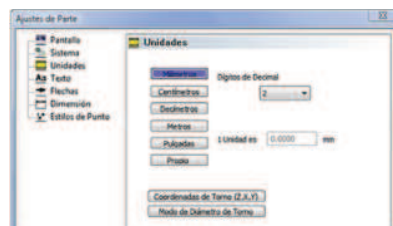


Dar doble clic en el icono de acceso directo en el escritorio.

Por defecto en el entorno de la pantalla, se puede observar los ejes de coordenadas



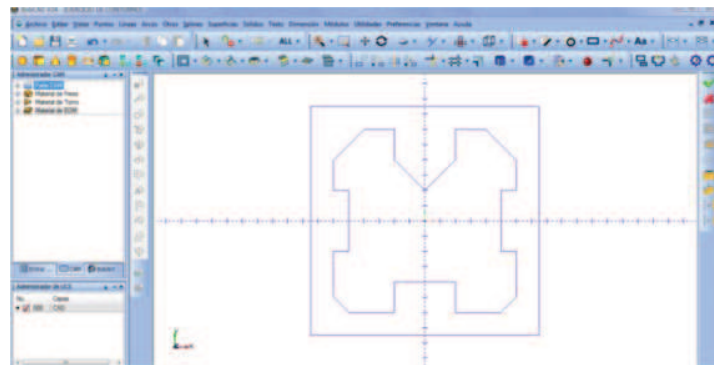
Fijarse en que unidades de medida se desea trabajar, en este caso se da clic en **Preferencias** buscar **ajuste de parte** ir a Unidades clic en **milímetros** digitar **2** décimas, se pulsa **aplicar** y **aceptar**



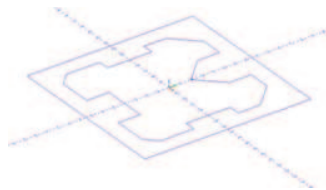
Mediante el icono líneas, realizar un clic en **línea en coordenadas**, se da valores, aquí se trabaja en coordenadas absolutas, desde un punto inicial hasta un punto final.



Una vez dado valores en coordenadas de líneas, se obtendrá el diseño y con el contorno que identifica la pieza a mecanizar, este ejercicio se realiza mediante contorno en el perfil del diseño.



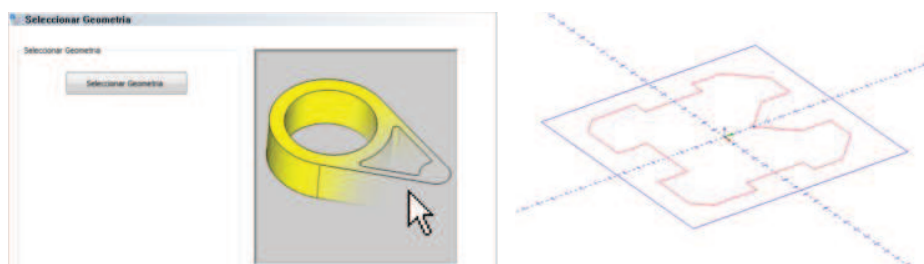
Dar clic en isométrico para apreciar el diseño en 3D, se puede observar el perfil y el diseño.



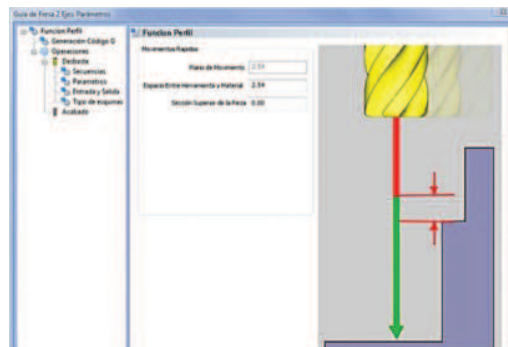
En el administrador CAM dar clic en **Material de Fresa** y se presiona **Fresa 2 Ejes**, se desplegara la pantalla para crear el tipo de función.



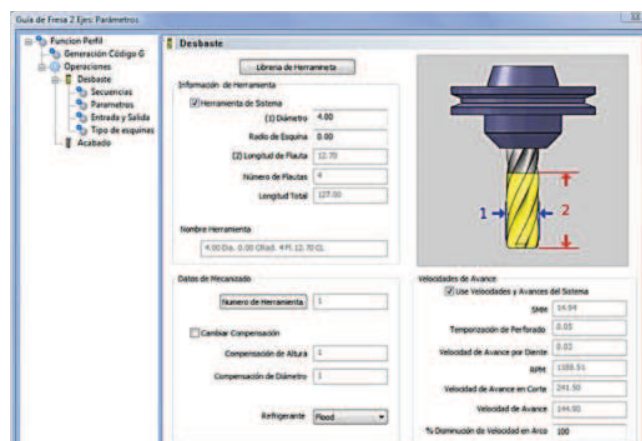
Se Habilita **perfil** y se presiona **siguiente**, se despliega una ventana que indica que se debe seleccionar la geometría a mecanizar en este caso el diseño que se realizado.



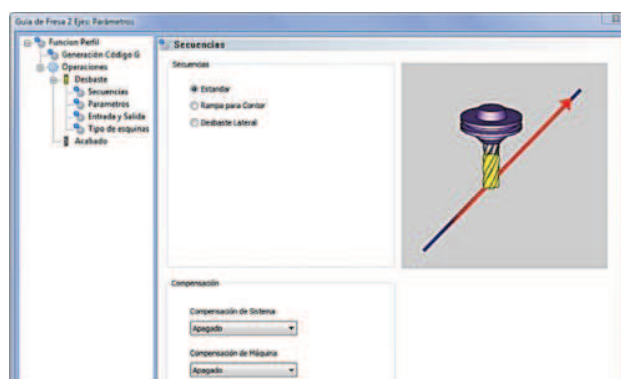
Se presiona **Ok** y el diseño se selecciona, se presiona **Siguiente** y saldrá una ventana identificando los Parámetros, en este caso Función de Perfil, se puede dejar por defecto el valor en **Espacio entre la Herramienta y Material**, presionar **Siguiente** y se dirige a la **ventana de Desbaste**



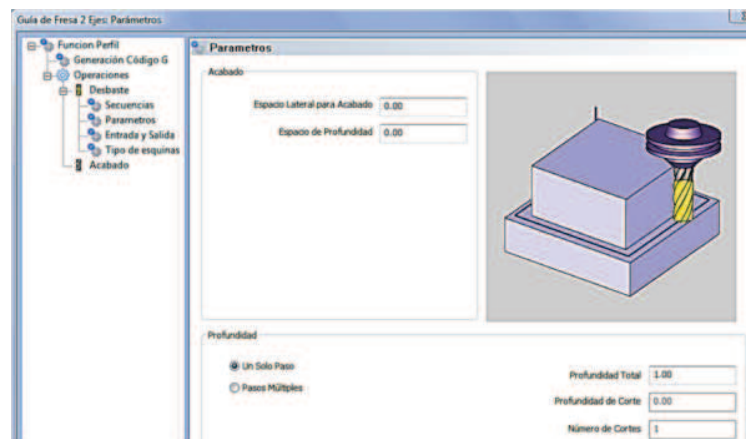
En esta ventana se puede observar la información de la herramienta, escoger el diámetro de **4mm** en el **ATC 1**, con el refrigerante **encendido** y con la velocidad de avance que el computador no da por defecto, presionar **Siguiente**.



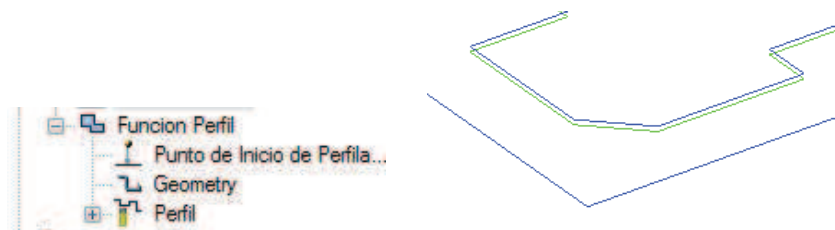
Esta ventana indica la compensación de la herramienta, que puede ser a la izquierda o derecha en este caso se deja apagado, para que la herramienta vaya por el perfil de la geometría, presionar **Siguiente**.



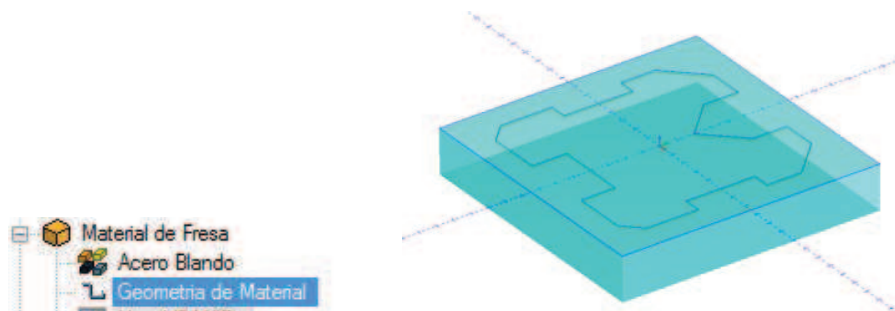
Se Tiene la ventana de parámetros, indica la profundidad total de **1mm** y la profundidad de corte que la herramienta va a desbastar en el contorno, también se puede dar en varias pasadas con la opción **múltiples pasadas** y se pulsa en **Acabado**.



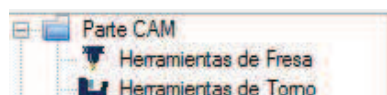
En el administrador CAM dar clic derecho en **Perfil** y se pulsa en **calcular trazo de herramienta**, se obtendrá la geometría donde va a recorrer la herramienta de color verde.



Luego se selecciona la **geometría del material**, dar clic derecho y se pulsa en **seleccionar**, se pulsa **Ok** y se obtendrá la geometría del material.



Dirigirnos a **Parte CAM** y dar clic derecho en **herramientas de fresa**, se selecciona **Controlador**



En el **Administrador de UCS**, se obtiene los Códigos ISO para el controlador, en este caso para un controlador **FANUC OI-MC**, el mismo que servirá como interfaz para realizar el mecanizado virtual con el software de Simulación SSCNC.

```

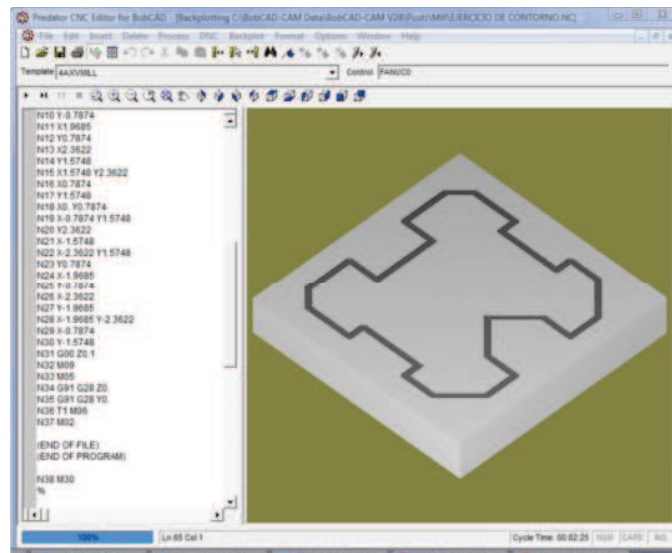
Administrador de UCS
[BEGIN PREDATOR NC HEAD
[MACH_FILE=3AXVMILL_MM.
[MTOOL T1 S1 D4. H127. DIAI
[SBOX X-75. Y-75. Z-25.4 L75
[END PREDATOR NC HEADEF

%
O100
[PROGRAM NUMBER]
[PROGRAM NAME - EJERCICI
[POST - FANUC 0IMC - METR
[DATE - THU. 07/18/2013]
[TIME - 02:19PM]

N01 G90 G80 G40 G21 G17

```

Dar clic derecho en la ventana del **Administrador de UCS** y se pulsa en **Editor CNC**, se abrirá la ventana del simulador **Predator CNC**, donde se podrá realizar la simulación de mecanizado.



CODIGO ISO PARA REALIZAR LA INTERFAZ EN LA MAQUINA VIRTUAL SSCNC REALIZADO EN BOBCADCAM

CONTROLADOR FANUC OI-MC

```

%
O100
(PROGRAM NAME - EJERCICIO DE CONTORNO.NC)
(POST - FANUC 0IMC - METRIC)
N01 G90 G80 G40 G21 G17
N02 G00 G91 G28 Z0.

```

N03 G91 G28 X0. Y0.
(Trabajo 1 Contorno)
(FUNCION PERFIL)

N04 T01 M06 (CAMBIO DE HERRAMIENTA)
N05 G90 G54 X-20. Y-40. S4000 M03 (VELOCIDAD DE GIRO)
N06 G43 H01 Z2.54 M08 (POSICIONAMIENTO DE LA HERRAMIENTA)
N07 G01 Z-1. F800 (AVANCE DE PENETRACION)
N08 X20. F1600 (AVANCE DE DESBASTE)
N09 Y-60.
N10 X50.
N11 X60. Y-50.
N12 Y-20.
N13 X50.
N14 Y20.
N15 X60.
N16 Y40.
N17 X40. Y60.
N18 X20.
N19 Y40.
N20 X0. Y20.
N21 X-20. Y40.
N22 Y60.
N23 X-40.
N24 X-60. Y40.
N25 Y20.
N26 X-50.
N27 Y-20.
N28 X-60.
N29 Y-50.
N30 X-50. Y-60.
N31 X-20.
N32 Y-40.
N33 G00 Z2.54 (REGRESO AL POSICIONAMIENTO DE LA HERRAMIENTA)
N34 M09
N35 M05
N36 G91 G28 Z0.
N37 G91 G28 X0. Y0.
N38 M02
N39 M30
%

ANEXO P. GUIA DE APLICACIÓN BOBCADCAM CENTRO DE TORNEADO

DISEÑO CAD – CAM

Crear un programa completo para que la herramienta describa la trayectoria, siguiendo los puntos indicados en la figura, sobre aluminio, con la herramienta ubicada en el ATC N°. 1 y una profundidad de pasada igual a 1 mm., calcular S y F.

Datos
 Acero = 1018
 $V_c = 345 \text{ m/min}$ (tablas)
 $S' = F = 220 \text{ mm/min}$ (tablas)
 $d = 50 \text{ mm}$
 $S = N = \text{rpm}$

Velocidad de giro

$$N = \frac{1000 \cdot 345 \text{ m/min}}{\pi \cdot 50 \text{ mm}} = 2196 \text{ rpm}$$

$N = S = 2196 \text{ rpm}$

Avance

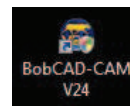
$$F \left(\frac{\text{mm}}{\text{min}} \right) = N \text{ (rpm)} \times F \left(\frac{\text{mm}}{\text{rev}} \right)$$

$F = 0.4 \left(\frac{\text{mm}}{\text{rev}} \right)$ (tablas)
 $F = 2196 \text{ rpm} \times 0.4 \left(\frac{\text{mm}}{\text{rev}} \right)$
 $F = 878 \left(\frac{\text{mm}}{\text{min}} \right)$

$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot N}{1000} \quad N = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d}$$

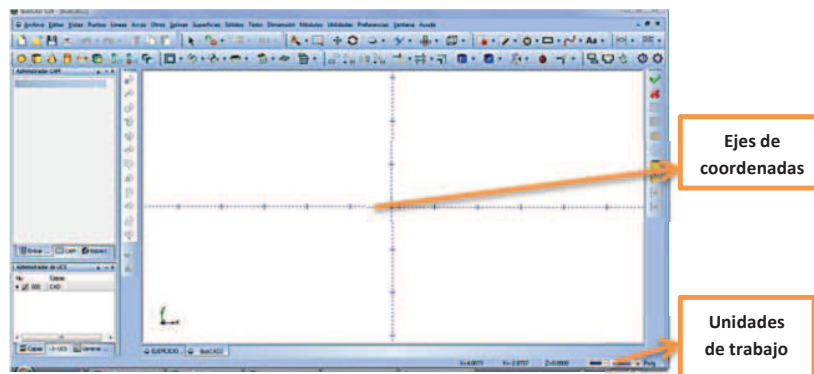
SOFTWARE BOBCADCAM V24

Ingresar al software Bobcadcam V24

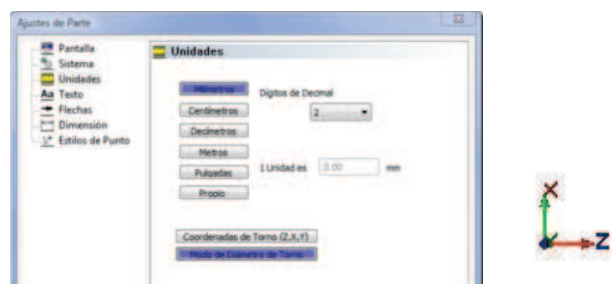


Dar doble clic en el icono de acceso directo en el escritorio.

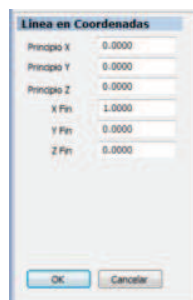
Por defecto en el entorno de la pantalla, se puede observar los ejes de coordenadas



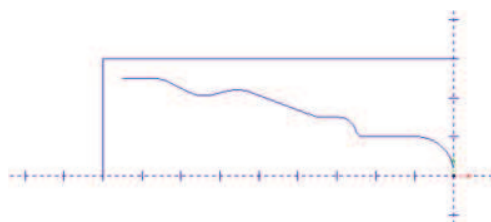
Fijarse en que unidades de medida se desea trabajar, en este caso dar clic en **Preferencias** buscar **ajuste de parte** ir a Unidades, clic en **milímetros**, ubicar en **2 décimas**, se pulsa en **Modo de diámetro de Torno** (cambia los ejes en función X, Z) se pulsa **aplicar** y **aceptar**



Mediante el icono líneas, dar clic en **línea en coordenadas**, dar valores, aquí se trabaja en coordenadas absolutas, desde un punto inicial hasta un punto final.



Una vez dado valores en coordenadas de líneas, se obtiene el diseño y con el contorno que identifica la pieza a mecanizar.



Dar clic en **Material de Torno** y escoger **Desbastar**, se pulsa **Editar**, se tendrá una ventana que identifica los parámetros de mecanizado.



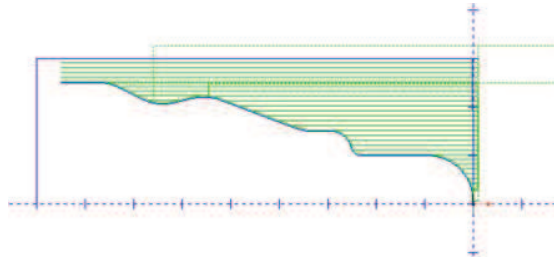
En la ventana de **Rough**, seleccionar el tipo de inserto a utilizar, y las velocidades del husillo y avances.



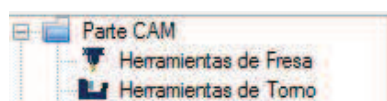
En la ventana de **Finish** dar valores de acabado.



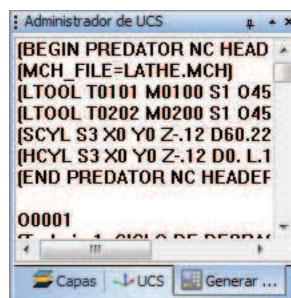
En el administrador CAM dar clic derecho en **Perfil** y se pulsa **calcular trazo de herramienta**, se obtendrá la geometría donde recorrerá la herramienta de color verde.



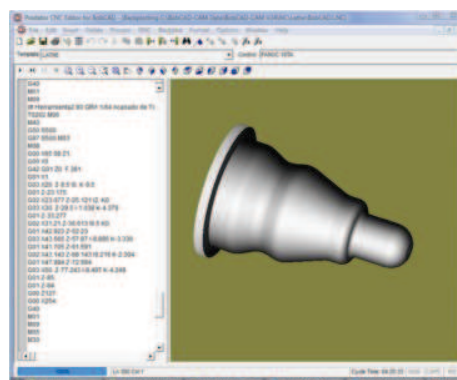
Ir a **Parte CAM** y dar clic derecho en **herramientas de Torno**, se selecciona **Controlador**



En el **Administrador de UCS**, se obtendrá los Códigos ISO para el controlador **FANUC OI -T**, el mismo que servirá como interfaz para realizar el mecanizado virtual con el software de Simulación SSCNC.



Dar clic derecho en la ventana del **Administrador de UCS**, se pulsa en **Editor CNC**, se abrirá la ventana del simulador **Predator CNC**, donde se podrá realizar la simulación de mecanizado.



**CODIGO ISO PARA REALIZAR LA INTERFAZ EN LA MAQUINA VIRTUAL SSCNC, REALIZADO EN
BOBCADCAM**

CONTROLADOR FANUC OI – T

O0001
(Trabajo 2 CICLO DE DESBASTE)
(# Herramienta1 80 GRA 1/64 Desbaste de Torno)
G21 G40 G90
T0101
G50 S500
G97 S350 M03
M08
G00 X80 Z50
G00 X65.08 Z1.254
G00 X58.
G42 G01 Z-85. F127.
G01 Z-84.
G00 Z1.254
G00 X56.
G01 Z-85.
G01 Z-84.
G00 Z1.254
G00 X54.
G01 Z-85.
G01 Z-84.
G00 Z1.254
G00 X52.
G01 Z-85.
G01 Z-84.
G00 Z1.254
G00 X50.
G01 Z-75.041
G01 X50.33 Z-75.981
G03 X50.383 Z-76.164 I-1.582 K-.321
G01 X50.505 Z-77.214
G01 X50.508 Z-85.
G01 Z-84.
G00 Z1.254
G00 X48.
G01 Z-72.432
G01 X48.324 Z-72.756
G03 X48.761 Z-73.244 I-5.591 K-2.795
G01 X49.318 Z-73.893
G01 X49.476 Z-74.146
G01 X49.986 Z-75.002
G01 X50. Z-75.041
G01 Z-74.041
G00 Z1.254

G00 X46.
G01 Z-70.432
G01 X48. Z-72.432
G01 Z-71.432
G00 Z1.254
G00 X44.
G01 Z-53.108
G01 X44.224 Z-53.599
G03 X44.41 Z-54.129 I-3.387 K-.866
G01 X44.511 Z-54.503
G03 X44.578 Z-54.876 I-2.306 K-.398
G01 X44.64 Z-55.566
G01 Z-69.072
G01 X46. Z-70.432
G01 Z-69.432
G00 Z1.254
G00 X42.
G01 Z-50.277
G01 X43.422 Z-52.177
G01 X43.946 Z-52.989
G01 X44. Z-53.108
G01 Z-52.108
G00 Z1.254
G00 X40.
G01 Z-47.61
G01 X42. Z-50.277
G01 Z-49.277
G00 Z1.254
G00 X38.
G01 Z-44.943
G01 X40. Z-47.61
G01 Z-46.61
G00 Z1.254
G00 X36.
G01 Z-42.277
G01 X38. Z-44.943
G01 Z-43.943
G00 Z1.254
G00 X34.
G01 Z-39.61
G01 X36. Z-42.277
G01 Z-41.277
G00 Z1.254
G00 X32.
G01 Z-36.943
G01 X34. Z-39.61
G01 Z-38.61
G00 Z1.254
G00 X30.
G01 Z-27.991
G01 X30.087 Z-28.103

G03 X30.409 Z-28.832 I-22.572 K-5.352
G01 X30.48 Z-29.311
G03 X30.508 Z-29.687 I-5.087 K-.379
G01 X30.512 Z-33.32
G01 X30.56 Z-33.855
G02 X30.647 Z-34.344 I2.912 K.012
G01 X30.771 Z-34.803
G02 X30.939 Z-35.221 I3.33 K.451
G01 X31.15 Z-35.683
G01 X31.474 Z-36.197
G02 X32. Z-36.943 I11.041 K3.477
G01 Z-35.943
G00 Z1.254
G00 X28.
G01 Z-26.283
G01 X28.599 Z-26.662
G03 X28.906 Z-26.863 I-2.552 K-2.104
G01 X29.412 Z-27.305
G03 X29.638 Z-27.526 I-1.049 K-.674
G01 X30. Z-27.991
G01 Z-26.991
G00 Z1.254
G00 X26.
G01 Z-25.465
G01 X26.854 Z-25.76
G03 X27.164 Z-25.891 I-.596 K-.862
G01 X28. Z-26.283
G01 Z-25.283
G00 Z1.254
G00 X24.
G01 Z-25.002
G01 X24.369 Z-25.061
G01 X24.595 Z-25.101
G01 X25.831 Z-25.407
G01 X26. Z-25.465
G01 Z-24.465
G00 Z1.254
G00 X22.
G01 Z-24.588
G01 X22.222 Z-24.67
G01 X22.362 Z-24.715
G01 X22.917 Z-24.821
G02 X24. Z-25.002 I2.326 K6.057
G01 Z-24.002
G00 Z1.254
G00 X20.
G01 Z-7.32
G01 X20.056 Z-7.424
G01 X20.096 Z-7.516
G01 X20.326 Z-8.242
G03 X20.414 Z-8.599 I-2.513 K-.491

G01 X20.508 Z-9.5
G01 Z-23.175
G01 X20.613 Z-23.566
G02 X20.673 Z-23.685 I.294 K.01
G01 X20.924 Z-23.98
G01 X21.019 Z-24.08
G01 X21.518 Z-24.396
G02 X21.652 Z-24.46 I.181 K.122
G01 X22. Z-24.588
G01 Z-23.588
G00 Z1.254
G00 X18.
G01 Z-4.727
G01 X18.562 Z-5.278
G03 X18.853 Z-5.574 I-4.942 K-2.615
G01 X19.38 Z-6.261
G03 X19.615 Z-6.6 I-2.357 K-1.003
G01 X20. Z-7.32
G01 Z-6.32
G00 Z1.254
G00 X16.
G01 Z-3.284
G01 X16.704 Z-3.719
G03 X16.991 Z-3.928 I-1.805 K-1.392
G01 X17.894 Z-4.623
G01 X18. Z-4.727
G01 Z-3.727
G00 Z1.254
G00 X14.
G01 Z-2.23
G01 X14.053 Z-2.251
G01 X15.353 Z-2.901
G03 X15.592 Z-3.032 I-.686 K-.747
G01 X16. Z-3.284
G01 Z-2.284
G00 Z1.254
G00 X12.
G01 Z-1.457
G01 X12.42 Z-1.594
G01 X14. Z-2.23
G01 Z-1.23
G00 Z1.254
G00 X10.
G01 Z-.861
G01 X10.679 Z-1.034
G03 X12. Z-1.457 I-17.156 K-27.473
G01 Z-.457
G00 Z1.254
G00 X8.
G01 Z-.41
G01 X8.841 Z-.571

G03 X10. Z-.861 I-8.273 K-17.289
G01 Z.139
G00 Z1.254
G00 X6.
G01 Z-.086
G01 X6.95 Z-.213
G03 X7.207 Z-.258 I-.24 K-.896
G01 X8. Z-.41
G01 Z.59
G00 Z1.254
G00 X4.
G01 Z.124
G01 X4.951 Z.049
G03 X6. Z-.086 I-2.942 K-12.539
G01 Z.914
G00 Z1.254
G00 X2.
G01 Z.228
G01 X2.935 Z.203
G03 X4. Z.124 I-1.641 K-12.92
G01 Z1.124
G00 Z1.254
G00 X0.
G01 Z.254
G03 X2. Z.228 I.225 K-10.505
G01 Z1.228
G00 X49.72
G00 Z-54.566
G01 X44.64
G01 Z-55.566
G03 X44.588 Z-56.246 I-24.065 K.577
G01 X44.532 Z-56.555
G03 X44.449 Z-56.906 I-3.256 K.207
G01 X44.328 Z-57.296
G01 X44.073 Z-57.896
G01 X42.64 Z-60.767
G01 Z-66.858
G01 X42.717 Z-66.986
G01 X42.789 Z-67.088
G01 X43.398 Z-67.797
G02 X43.709 Z-68.141 I4.499 K1.828
G01 X44.64 Z-69.072
G01 Z-68.072
G00 Z-60.767
G00 X42.64
G01 X42.261 Z-61.525
G01 X41.999 Z-62.108
G02 X41.81 Z-62.687 I11.335 K-2.151
G02 X41.722 Z-63.104 I6.66 K-.915
G02 X41.656 Z-63.714 I7.19 K-.689
G01 X41.645 Z-63.896

G01 X41.758 Z-64.867
G02 X41.817 Z-65.101 I1.354 K.053
G01 X42.119 Z-65.96
G02 X42.212 Z-66.14 I1.165 K.205
G01 X42.64 Z-66.858
G01 Z-65.858
G00 X65.08
G00 Z127.
G00 X100.
G40
M09
(# Herramienta2 80 GRA 1/64 Acabado de Torno)
G50 S500
G97 S500 M03
M08
G00 X65.08 Z1.
G00 X0.
G42 G01 Z0. F.381
G01 X1.
G03 X20. Z-9.5 I0. K-9.5
G01 Z-23.175
G02 X23.077 Z-25.121 I2. K0.
G03 X30. Z-29.5 I-1.038 K-4.379
G01 Z-33.277
G02 X31.21 Z-36.613 I9.5 K0.
G01 X42.923 Z-52.23
G03 X43.565 Z-57.87 I-8.895 K-3.336
G01 X41.705 Z-61.591
G02 X43.143 Z-68.143 I9.216 K-2.304
G01 X47.994 Z-72.994
G03 X50. Z-77.243 I-8.497 K-4.249
G01 Z-85.
G01 Z-84.
G00 Z127.
G00 X100.
G40
M09
M05
M30

ANEXO Q. GUIA DE APLICACIÓN BOB CAD - CAM CENTRO DE TORNEADO PARA EL CONTROLADOR GSK 980TD.

SOFTWARE BOBCADCAM – GSK 980TD.

PRACTICA PROBETA DE FATIGA.

Crear un programa completo para que la herramienta describa la trayectoria, siguiendo los puntos indicados en la figura, sobre aluminio, con la herramienta ubicada en el ATC N°. 1 y una profundidad de pasada igual a 1 mm., calcular S y F.

Datos

Acero = 1018
 $V_c = 345 \text{ m/min}$ (tablas)
 $S' = F = 220 \text{ mm/min}$ (tablas)
 $d = 50 \text{ mm}$
 $S = N = \text{rpm}$

Velocidad de giro

$$N = \frac{1000 * 345 \text{ m/min}}{\pi * 50 \text{ mm}} = 2196 \text{ rpm}$$

$$N = S = 2196 \text{ rpm}$$

Avance

$$F \left(\frac{\text{mm}}{\text{min}} \right) = N \text{ (rpm)} \times F \left(\frac{\text{mm}}{\text{rev}} \right)$$

$$F = 0.4 \left(\frac{\text{mm}}{\text{rev}} \right) \text{ (tablas)}$$

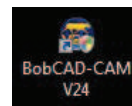
$$F = 2196 \text{ rpm} \times 0.4 \left(\frac{\text{mm}}{\text{rev}} \right)$$

$$F = 878 \left(\frac{\text{mm}}{\text{min}} \right)$$

$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot N}{1000} \quad N = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d}$$

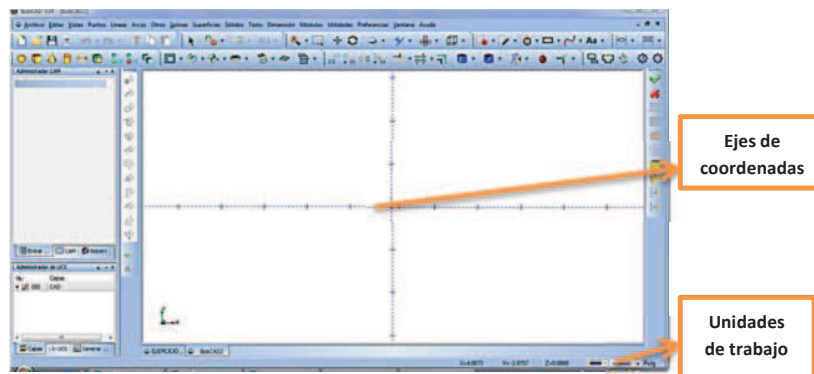
SOFTWARE BOBCADCAM V24

Ingresar al software Bobcadcam V24



Dar doble clic en el icono de acceso directo en el escritorio.

Por defecto en el entorno de la pantalla, podemos observar los ejes de coordenadas



Fijarse en que unidades de medida se desea trabajar, en este caso damos clic en **Preferencias** buscar **ajuste de parte** ir a Unidades clic en **milímetros** digitamos **2 decimas**, pulsar en **Modo de diámetro de Torno** (cambia los ejes en función X, Z) pulsamos **aplicar** y **aceptar**



Mediante el icono líneas, realizamos un clic en **línea en coordenadas**, dándole valores aquí se trabaja en coordenadas absolutas, desde un punto inicial hasta un punto final.



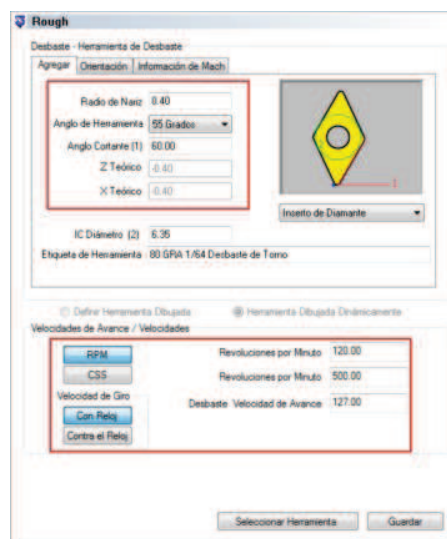
Una vez dado valores en coordenadas de líneas, obtendremos nuestro diseño y con el contorno que identifica nuestra pieza a mecanizar.



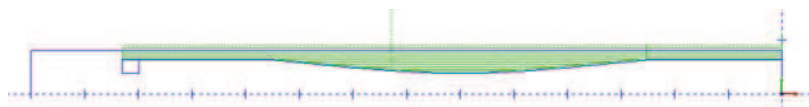
Damos un clic en **Material de Torno** y escogemos **Desbastar**, pulsamos en **Editar**, tendremos una ventana que nos identifica los parámetros de mecanizado. Antes de esto seleccionar la geometría del material y la pieza a mecanizar.



En la ventana de **Rough**, seleccionamos el tipo de inserto a utilizar, y las velocidades del husillo y avances.



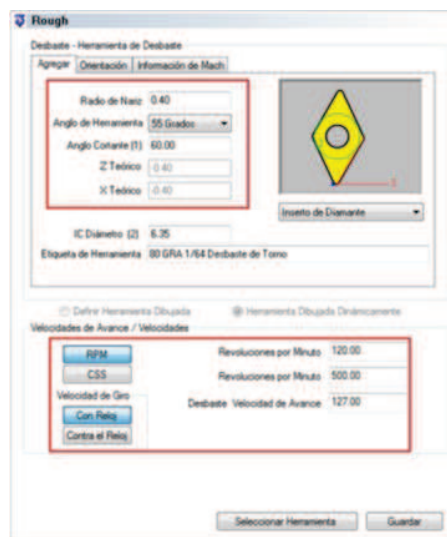
Al momento de aceptar, se calcula la trayectoria de mecanizado.



Dar clic en material de torno seleccionar **Acabado**, pulsamos en **editar**, tendremos la ventana que identifica los parámetros de mecanizado. Antes de proceder, seleccionar la geometría.



En la ventana de acabado, seleccionamos el tipo de inserto a utilizar, y las velocidades del husillo y avances.

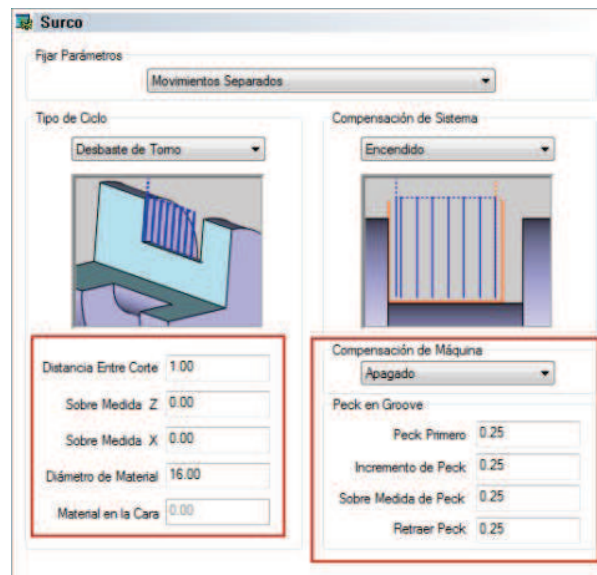


Esperar hasta que la trayectoria de la herramienta calcule su recorrido.

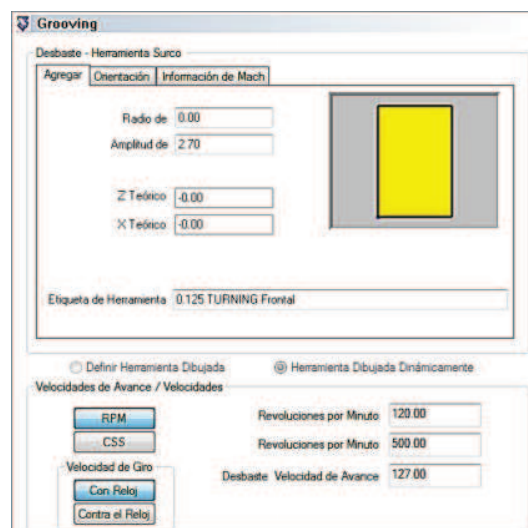
Dar clic en material de torno seleccionar Surco, pulsamos en editar, tendremos la ventana que identifica los parámetros de mecanizado. Antes de proceder, seleccionar la geometría.



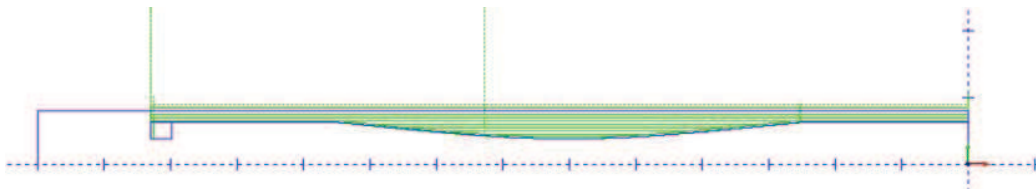
Seleccionar la sobre medida y la distancia entre corte, tener en cuenta las entradas de la herramienta, **Peck**



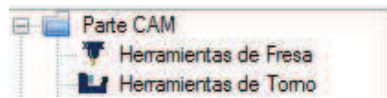
En el Surco seleccionar el tipo de inserto a utilizar, el radio la amplitud y los rpm de trabajo.



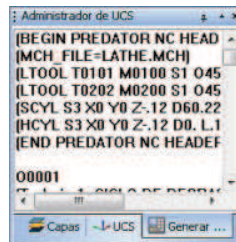
En el administrador CAM damos clic derecho en **Perfil** y pulsamos en **calcular trazo de herramienta**, obtendremos la geometría por donde va a recorrer la herramienta de color verde.



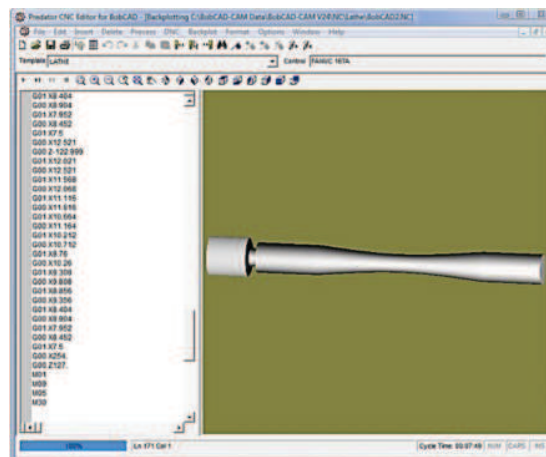
Nos dirigimos a **Parte CAM** y damos clic derecho en **herramientas de Torno**, seleccionamos **Controlador**



En el **Administrador de UCS**, obtendremos los Códigos ISO para nuestro controlador, en este caso para un controlador **FANUC OI -T**, los mismos que servirán como interfaz para realizar el mecanizado virtual con el software de Simulación SSCNC.



Damos clic derecho en la ventana del **Administrador de UCS** y pulsamos en **Editor CNC**, se abrirá la ventana del simulador **Predator CNC**, donde podremos realizar nuestra simulación de mecanizado.



CODIGO ISO PARA REALIZAR LA INTERFAZ EN NUESTRA MAQUINA VIRTUAL SSCNC REALIZADO EN BOBCADCAM

CONTROLADOR FANUC OI – T	CONTROLADOR GSK980TD
O0001 (Trabajo 1 CICLO DE DESBASTE) (# Herramienta1 80 GRA 1/64 Desbaste de Torno) G18G21G40 T0101 G50 S120 G97 S120 M03 M08	O0001 (Trabajo 1 CICLO DE DESBASTE) T0101 G50 S120 G97 S120 M03 M08 GOO X100. Z100. G00 X50 Z50 G00 X23.08 Z0.

G00 X100. Z100.	G00 X17.
G00 X50 Z50	G01 Z-123. F127.
G00 X23.08 Z0.	G00 X18.
G00 X17.	G00 Z0.
G01 Z-123. F127.	G00 X16.
G00 X18.	G01 Z-123.
G00 Z0.	G00 X17.
G00 X16.	G00 Z0.
G01 Z-123.	G00 X15.
G00 X17.	G01 Z-123.
G00 Z0.	G00 X16.
G00 X15.	G00 Z0.
G01 Z-123.	G00 X14.
G00 X16.	G01 Z-123.
G00 Z0.	G00 X15.
G00 X14.	G00 Z0.
G01 Z-123.	G00 X13.008
G00 X15.	G01 Z-123.
G00 Z0.	G00 X18.088
G00 X13.008	G00 Z-25.257
G01 Z-123.	G01 X13.008
G00 X18.088	G01 X13.001 Z-25.465
G00 Z-25.257	G01 X12.008 Z-30.644
G01 X13.008	G01 Z-89.961
G01 X13.001 Z-25.465	G01 X12.737 Z-93.636
G01 X12.008 Z-30.644	G01 X12.899 Z-94.484
G01 Z-89.961	G01 X12.998 Z-95.107
G01 X12.737 Z-93.636	G01 X13.008 Z-95.294
G01 X12.899 Z-94.484	G00 Z-30.644
G01 X12.998 Z-95.107	G00 X12.008
G01 X13.008 Z-95.294	G01 X11.008 Z-35.859
G00 Z-30.644	G01 Z-84.924
G00 X12.008	G01 X12.008 Z-89.961
G01 X11.008 Z-35.859	G00 Z-35.859
G01 Z-84.924	G00 X11.008
G01 X12.008 Z-89.961	G01 X10.008 Z-41.07
G00 Z-35.859	G01 Z-79.38
G00 X11.008	G01 X10.633 Z-83.015
G01 X10.008 Z-41.07	G01 X11.008 Z-84.924
G01 Z-79.38	G00 Z-41.07
G01 X10.633 Z-83.015	G00 X10.008
G01 X11.008 Z-84.924	G02 X9.821 Z-42.083 I74.044 K-7.333
G00 Z-41.07	G01 X9.008 Z-47.608
G00 X10.008	G01 Z-72.756
G02 X9.821 Z-42.083 I74.044 K-7.333	G01 X9.265 Z-74.851
G01 X9.008 Z-47.608	G02 X9.401 Z-75.849 I27.195 K1.359
G01 Z-72.756	G01 X10.008 Z-79.38
G01 X9.265 Z-74.851	G00 Z-47.608
G02 X9.401 Z-75.849 I27.195 K1.359	G00 X9.008
G01 X10.008 Z-79.38	G02 X8.879 Z-48.549 I30.129 K-2.533
G00 Z-47.608	G01 X8.392 Z-53.363

<p>G00 X9.008 G02 X8.879 Z-48.549 I30.129 K-2.533 G01 X8.392 Z-53.363 G01 X8.218 Z-56.74 G02 X8.129 Z-58.769 I273.136 K-7.007 G01 X8.176 Z-63.171 G02 X8.206 Z-64.081 I25.222 K-.045 G01 X8.518 Z-68.599 G01 X8.585 Z-69.302 G01 X9.008 Z-72.756 G00 X100. G00 Z100. M09</p> <p>(Trabajo 2 CICLO DE ACABADO) (# Herramienta1 80 GRA 1/64 Desbaste de Torno) G50 S120 G97 S120 M03 M08 G00 X21.08 Z0. G00 X12.5 G01 X12.5 Z-25.416 F127. G03 X12.043 Z-28.037 I-113.317 K8.551 G03 X11.117 Z-32.603 I-862.395 K85.194 G02 X9.85 Z-39.026 I587.846 K-61.217 G02 X8.652 Z-46.359 I321.515 K-29.937 G02 X7.775 Z-54.954 I225.16 K-15.8 G02 X7.681 Z-63.844 I166.699 K-5.324 G02 X8.203 Z-70.624 I198.51 K4.245 G02 X9.433 Z-79.228 I273.115 K15.189 G02 X10.886 Z-86.851 I481.597 K42.05 G03 X12.018 Z-92.431 I-1541.22 K-159.206 G03 X12.488 Z-95.106 I-113.49 K-11.308 G01 X12.5 Z-95.299 G01 Z-123. G00 X100. G00 Z100. M09 (# Herramienta3 0.125 TURNING Frontal) T0303 G50 S120 G97 S120 M03 M08 G00 X21.08 Z-122.499 G00 X12.521 G01 X12.52 F127. G00 X12.521 G00 Z-122.5 G01 X12.021 G00 X12.521 G01 X11.568 G00 X12.068 G01 X11.116</p>	<p>G01 X8.218 Z-56.74 G02 X8.129 Z-58.769 I273.136 K-7.007 G01 X8.176 Z-63.171 G02 X8.206 Z-64.081 I25.222 K-.045 G01 X8.518 Z-68.599 G01 X8.585 Z-69.302 G01 X9.008 Z-72.756 G00 X100. G00 Z100. M09</p> <p>(Trabajo 2 CICLO DE ACABADO) (# Herramienta1 80 GRA 1/64 Desbaste de Torno) G50 S120 G97 S120 M03 M08 G00 X21.08 Z0. G00 X12.5 G01 X12.5 Z-25.416 F127. G03 X12.043 Z-28.037 I-113.317 K8.551 G03 X11.117 Z-32.603 I-862.395 K85.194 G02 X9.85 Z-39.026 I587.846 K-61.217 G02 X8.652 Z-46.359 I321.515 K-29.937 G02 X7.775 Z-54.954 I225.16 K-15.8 G02 X7.681 Z-63.844 I166.699 K-5.324 G02 X8.203 Z-70.624 I198.51 K4.245 G02 X9.433 Z-79.228 I273.115 K15.189 G02 X10.886 Z-86.851 I481.597 K42.05 G03 X12.018 Z-92.431 I-1541.22 K-159.206 G03 X12.488 Z-95.106 I-113.49 K-11.308 G01 X12.5 Z-95.299 G01 Z-123. G00 X100. G00 Z100. M09 (# Herramienta3 0.125 TURNING Frontal) T0303 G50 S120 G97 S120 M03 M08 G00 X21.08 Z-122.499 G00 X12.521 G01 X12.52 F127. G00 X12.521 G00 Z-122.5 G01 X12.021 G00 X12.521 G01 X11.568 G00 X12.068 G01 X11.116</p>
--	--

G01 X11.568	G00 X11.616
G00 X12.068	G01 X10.664
G01 X11.116	G00 X11.164
G00 X11.616	G01 X10.212
G01 X10.664	G00 X10.712
G00 X11.164	G01 X9.76
G01 X10.212	G00 X10.26
G00 X10.712	G01 X9.308
G01 X9.76	G00 X9.808
G00 X10.26	G01 X8.856
G01 X9.308	G00 X9.356
G00 X9.808	G01 X8.404
G01 X8.856	G00 X8.904
G00 X9.356	G01 X7.952
G01 X8.404	G00 X8.452
G00 X8.904	G01 X7.5
G01 X7.952	G00 X12.521
G00 X8.452	G00 Z-122.999
G01 X7.5	G01 X12.021
G00 X12.521	G00 X12.521
G00 Z-122.999	G01 X11.568
G01 X12.021	G00 X12.068
G00 X12.521	G01 X11.116
G01 X11.568	G00 X11.616
G00 X12.068	G01 X10.664
G01 X11.116	G00 X11.164
G00 X11.616	G01 X10.212
G01 X10.664	G00 X10.712
G00 X11.164	G01 X9.76
G01 X10.212	G00 X10.26
G00 X10.712	G01 X9.308
G01 X9.76	G00 X9.808
G00 X10.26	G01 X8.856
G01 X9.308	G00 X9.356
G00 X9.808	G01 X8.404
G01 X8.856	G00 X8.904
G00 X9.356	G01 X7.952
G01 X8.404	G00 X8.452
G00 X8.904	G01 X7.5
G01 X7.952	G00 X100.
G00 X8.452	G00 Z100.
G01 X7.5	M09
G00 X100.	M05
G00 Z100.	M30
M09	
M05	
M30	

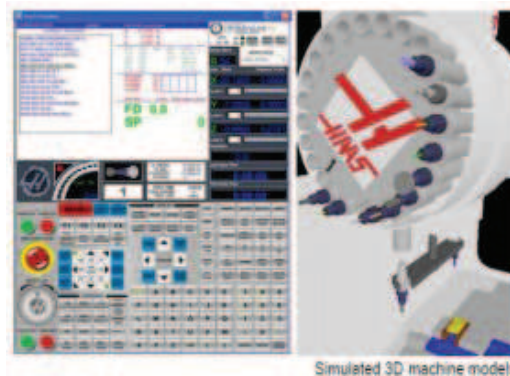
ANEXO R. CENTROS DE ENTRENAMIENTO CNC.

Emco Industrial training ³²



EMCO CNC Centro de entrenamiento, E-learning 2.0, para la enseñanza de operación en CNC.

HASS, Centro de enseñanza virtual para el manejo de máquinas CNC ³³



Interfaz virtual de paneles y máquinas CNC.

³² EMCO Maier Ges.m.b.H.(2010). Easy Learning, Easy Machining, from <http://www.emcoworld.com>.

³³ LearnHaasCNC. (2010). Virtual Training Environment CNC Machining. From <http://www.LearnHaasCNC.com>