



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

## DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN

CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN &  
AVIÓNICA

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN &  
AVIÓNICA

TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA CNC 3020 T dj PARA  
ELABORACIÓN DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO PARA EL  
LABORATORIO VIRTUAL DE AUTOMATIZACIÓN DE LA UNIDAD DE  
GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”

AUTOR: LINDERSON WLADIMIR PANCHI MOLINA

DIRECTORA: ING. MARÍA FERNANDA MOGRO

LATACUNGA

2017



**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN  
CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN &  
AVIÓNICA**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA CNC 3020 T dj PARA ELABORACIÓN DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO PARA EL LABORATORIO VIRTUAL DE AUTOMATIZACIÓN DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”** realizado por el señor **LINDERSON WLADIMIR PANCHI MOLINA**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **LINDERSON WLADIMIR PANCHI MOLINA** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 16 enero del 2017

.....  
**ING. MARIA FERNANDA MOGRO**  
**DIRECTORA**



**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN  
CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN &  
AVIÓNICA**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **LINDERSON WLADIMIR PANCHI MOLINA**, con cédula de identidad N° 0503336927 declaro que este trabajo de titulación **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA CNC 3020 T dj PARA ELABORACIÓN DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO PARA EL LABORATORIO VIRTUAL DE AUTOMATIZACIÓN DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de trabajo de grado en mención.

Latacunga, 16 enero del 2017

.....  
PANCHI MOLINA LINDERSON WLADIMIR

C.I: 0503336927



**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN  
CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN &  
AVIÓNICA**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **LINDERSON WLADIMIR PANCHI MOLINA**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “**IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA CNC 3020 T dj PARA ELABORACIÓN DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO PARA EL LABORATORIO VIRTUAL DE AUTOMATIZACIÓN DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad

Latacunga, 16 enero del 2017

.....  
PANCHI MOLINA LINDERSON WLADIMIR

C.I: 0503336927

## DEDICATORIA

Dedico todo mi esfuerzo y perseverancia plasmada en este trabajo a Dios por haberme brindado la sabiduría suficiente y llegar a mi objetivo.

A mis padres, quienes con su apoyo, cariño, confianza, carácter firme y dedicación absoluta hicieron de mí una persona responsable, aportando cada día amor, respeto confianza, esfuerzo y sacrificio, para que pueda alcanzar el sueño de graduarme.

A todos los docentes de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE en la Unidad de Gestión de Tecnologías quienes supieron compartir sus conocimientos con el único afán de hacer de mi persona una gran profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Carrera de Electrónica mención en Instrumentación y Aviónica, por todas las oportunidades con la posibilidad de caminar y perfeccionarme en mi campo profesional con invaluables conocimientos científicos, académicos, para un futuro porvenir para así convertirme en un ente competitivo y de aporte positivo para la sociedad.

A mis maestros y profesores de la Unidad de Gestión de Tecnologías por confiar en mí y los años compartidos de conocimientos y paciencia por su carisma en la enseñanza de sus clases, y apoyarme en los momentos difíciles como un ejemplo de profesionalismo con suficiente humildad a lo largo de mi vida.

A mi tutor de tesis Ing. María Fernanda Mogro por su ayuda, paciencia, y guía como gran profesional por su trato personal hacia mí, su esfuerzo e interés en todo momento de forma desinteresada, por brindarme su sabiduría en el transcurso de la investigación.

## ÍNDICE DE GENERAL

	Pág.
<b>CONTENIDO</b>	
<b>PORTADA</b> .....	<b>i</b>
<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	<b>ii</b>
<b>AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD</b> .....	<b>iii</b>
<b>AUTORIZACIÓN</b> .....	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE GENERAL</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xi</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xxiv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xxv</b>

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes .....	26
1.2 Planteamiento del problema .....	26
1.2 Justificación .....	27
1.4 Objetivos .....	28
1.4.1 Objetivo General .....	28
1.4.2 Objetivos Específicos.....	28
1.5 Alcance .....	28

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1 Definición de la CNC.....	29
-------------------------------	----

2.2 Características de la CNC.....	29
2.3 Origen del control numérico .....	30
2.4. Evolución del control numérico computarizado .....	30
2.5 Constitución de la CNC.....	31
2.6 Control de movimiento .....	32
2.6.1 Accesorios programables.....	33
2.6.2 Programa CNC .....	33
2.6.3 Controlador CNC .....	35
2.6.4 Programa CAM .....	35
2.6.5 Sistema DNC .....	35
2.6.6 Generación sobre la programación de CNC .....	36
2.7 Software de diseño de placas CopperCAM .....	36
2.8 Proteus 8.....	38
2.9 Programa controlador match 3.....	40
2.10 Circuitos eléctricos.....	41
2.10.1 Clasificación.....	41
2.10.2 Partes del circuito eléctrico .....	41
2.11 Componentes del circuito eléctrico .....	42
2.11.1 Generador o acumulador .....	42
2.11.2 Hilo conductor .....	43
2.11.3 Receptores.....	43
2.11.4 Elementos de maniobra .....	44
2.12 Tipos de circuitos eléctricos .....	44

### **CAPÍTULO III**

#### **DESARROLLO DEL PROYECTO**

3.1 Guía para fabricar placas de circuito impreso.....	47
--	----

3.2 Guía para fabricar shields para arduino .....	80
3.3 Guía para elaborar plantillas.....	113
3.4 Formato para prácticas .....	146

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1 Conclusiones .....	147
4.2 Recomendaciones .....	148

<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>	<b>149</b>
-----------------------------------	------------

<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>150</b>
---	------------

<b>ANEXOS.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
--------------------	--------------------------------------

**ÍNDICE DE TABLAS**

	<b>Pág.</b>
Tabla No. 1 Generación sobre la programación de CnC .....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura No. 1 Diagrama de bloques de una maquina CNC .....	32
Figura No. 2 Programa Maquia CNC .....	34
Figura No. 3 Códigos G y M para torno CNC.....	34
Figura No. 4 Circuito electrónico.....	37
Figura No. 5 El modulo ISIS.....	39
Figura No. 6 Modulo Ares .....	39
Figura No. 7 Elaboración de pistas y pines de los terminales.....	40
Figura No. 8 Plantilla del programa match 3 .....	40
Figura No. 9 Circuito electrónico en paralelo .....	42
Figura No. 10 Generadores .....	43
Figura No. 11 Conductores o cables.....	43
Figura No. 12 Receptores de voltaje.....	43
Figura No. 13 Interruptores .....	44
Figura No. 14 Circuito electrónico en serie .....	45
Figura No. 15 Circuito electrónico en paralelo .....	45
Figura No. 16 Circuito electrónico mixto .....	46
Figura No. 17 Ejecución del Programa Proteus 8 Professional .....	48
Figura No. 18 Abrir el programa ISIS .....	48
Figura No. 19 Realizar el circuito en el programa ISIS .....	49
Figura No. 20 Guardar el proyecto que se realizo .....	49
Figura No. 21 Seleccionamos el programa ARES para la elaboración de la placa PCB .....	50
Figura No. 22 Servirá para trazar el borde de la PCB.....	50
Figura No. 23 Board Edge servirá para fijar el contorno de las PCB cuando realice el corte la CNC .....	50
Figura No. 24 Dimensionar el tamaño que se utilizara para la fabricación del circuito electrónico .....	50
Figura No. 25 Muestra el listado de los elementos utilizados para la elaboración del circuito electrónico .....	51
Figura No. 26 Ubicación de los elementos en el programa ares según el diseño correspondiente.....	51

Figura No. 27 El programa ARES se encarga de realizar las diferentes pistas del circuito electrónico .....	52
Figura No. 28 Guardar el proyecto con otro nombre o con el mismo nombre que guardo en ARCHIVOS ISIS .....	52
Figura No. 29 Permite generar el código para el software COPPER CAM..	53
Figura No. 30 Las opciones seleccionadas permiten trabajar en el software COPPER CAM.....	53
Figura No. 31 Guardar el proyecto con el nombre utilizado en los archivos ISIS y archivos ARES .....	54
Figura No. 32 Software para diseñar la PCB pines y pistas.....	54
Figura No. 33 Abrir el circuito guardado en PCB ARES.....	54
Figura No. 34 Seleccionar el nombre proyecto y abrir .....	54
Figura No. 35 Habilidad del borde de nuestro circuito electrónico .....	55
Figura No. 36 Elabora todos los terminales de nuestro circuito .....	55
Figura No. 37 Herramientas para elaborar los terminales del circuito electrónico.....	55
Figura No. 38 Permite seleccionar los diferentes terminales existentes del circuito electrónico .....	55
Figura No. 39 Cambia de forma a nuestros terminales del circuito electrónico .....	56
Figura No. 40 Dimensiona el terminal del circuito electrónico.....	56
Figura No. 41 Define el orificio del terminal del circuito electrónico .....	56
Figura No. 42 Terminales terminados del circuito electrónico.....	56
Figura No. 43 Selecciona las pistas que une los terminales de los elementos del circuito electrónico .....	57
Figura No. 44 Permite dimensionar las pistas de nuestro circuito .....	57
Figura No. 45 Selecciona las diferentes pistas del circuito electrónico.....	57
Figura No. 46 Permite dimensionar el ancho de las diferentes pistas del circuito electrónico .....	57
Figura No. 47 Pistas terminadas del circuito electrónico .....	58
Figura No. 48 Plasma el contorno de las pistas .....	58
Figura No. 49 Muestra el número en que el ENGRAVING TOOL pasara diseñando cada pista .....	58

Figura No. 50 Las líneas amarillentas son por donde va a engravar las pistas .....	59
Figura No. 51 Este permite elaborar placas totalmente solo en pistas .....	59
Figura No. 52 Selecciona la zona en donde engravara todo el cobre.....	59
Figura No. 53 En la parte azul engravar el cobre.....	60
Figura No. 54 Permite ver cómo quedara el circuito electrónico.....	60
Figura No. 55 Parte final del engrava miento del circuito electrónico .....	60
Figura No. 56 Permite definir el corte del borde de la placa de baquelita ....	60
Figura No. 57 El valor en el cual no se cortara la placa de baquelita .....	61
Figura No. 58 Seleccionar con un clic el borde en el cual la placa no será cortada.....	61
Figura No. 59 Permite salir del borde una vez terminado de seleccionar por donde no se cortara .....	61
Figura No. 60 Selecciona el orden de las herramientas que se utilizara para elaborar la PCB.....	62
Figura No. 61 Para realizar circuitos electrónicos solo necesitamos las tres herramientas.....	62
Figura No. 62 Sirve para engravar las pistas del circuito electronico.....	62
Figura No. 63 Sirve para realizar las perforaciones para los terminales del circuito electrónico .....	63
Figura No. 64 Sirve para cortar el borde trazado en el circuito electrónico..	63
Figura No. 65 El orden en que la maquina trabajara al momento de realizar las PCB.....	63
Figura No. 66 Genera el código G para la elaboración de las PCB .....	63
Figura No. 67 Guardar el archivo con el mismo nombre que se guardó en los archivos ISIS y ARES .....	64
Figura No. 68 Conectar el puerto paralelo .....	64
Figura No. 69 Conexión de la CNC con el computador .....	65
Figura No. 70 Verificar las entradas y salidas de la CNC .....	65
Figura No. 71 Mach 3 software que permite trabajar con la CNC.....	65
Figura No. 72 Carga el archivo del código G guardado .....	66
Figura No. 73 Buscar el archivo guardado y abrir.....	66
Figura No. 74 Se desplegara en la pantalla principal el código G.....	66
Figura No. 75 POWER interruptor para encender la maquina CNC .....	67

Figura No. 76 Clic para que la maquina empiece a funcionar.....	67
Figura No. 77 Permite el movimiento del encoder en los tres ejes X, Y y Z.	67
Figura No. 78 Fijar el encoder según el tamaño de la placa de baquelita para empezar a trabajar.....	68
Figura No. 79 Para el Engrava miento de pistas del circuito electrónico se coloca una punta cónica de 20° .....	68
Figura No. 80 Con las herramientas se ajusta la punta cónica de 20° .....	68
Figura No. 81 Para fijar la punta cónica solo debe existir movimiento en el eje z .....	69
Figura No. 82 La punta cónica debe estar a 1mm de la placa de baquelita.	69
Figura No. 83 Una vez fijado ZERO Z y que todos los ejes estén en cero. Levantar un poco el eje Z.....	69
Figura No. 84 Para empezar a correr el programa, código G .....	69
Figura No. 85 Información para que la herramienta 1 sea cargada .....	70
Figura No. 86 Encender interruptor Spindle y generar velocidad media al encoder.....	70
Figura No. 87 Empieza a trabajar la maquina CNC para la elaboración de las PCB .....	70
Figura No. 88 Programa de engravado en funcionamiento .....	70
Figura No. 89 Insertar la herramienta 3 que es la broca de 0,8mm .....	71
Figura No. 90 Disminuir la velocidad y apagar el Spindle .....	71
Figura No. 91 No realizar ningún cambio en el eje X y en eje Y .....	71
Figura No. 92 Movimiento en el eje Z para poder desmontar herramienta 1 e instalar la herramienta 3.....	72
Figura No. 93 Con las herramientas asegurarla broca de 0,8mm.....	72
Figura No. 94 Fijar la punta a 0.5 mm de la placa de baquelita .....	72
Figura No. 95 Fijar ZERO Z cuando la punta de la broca este a 0,5mm y no modificar ZERO X y ZERO Y .....	73
Figura No. 96 Encender y generar velocidad media al encoder .....	73
Figura No. 97 Empieza a realizar las perforaciones .....	73
Figura No. 98 Programa de drilling en funcionamiento .....	73
Figura No. 99 Pide insertar la herramienta dos que es la cortadora .....	74
Figura No. 100 Disminuir la velocidad y apagar el Spindle .....	74
Figura No. 101 No realizar ningún cambio en el eje X y en eje Y .....	74

Figura No. 102 Movimiento en el eje Z para poder desmontar herramienta 3 e instalar la herramienta 2.....	75
Figura No. 103 Con la ayuda de las herramientas asegurar la cortadora....	75
Figura No. 104 Fijar la punta a -0.5 mm de la placa de baquelita.....	75
Figura No. 105 Fijar ZERO Z cuando la punta de la cortadora este a -0,5mm y no modificar ZERO X y ZERO Y, después levantamos un poco el eje Z..	76
Figura No. 106 Encender y generar velocidad media al encoder .....	76
Figura No. 107 Permite realizar el corte de la placa de baquelita.....	76
Figura No. 108 Programa de cortar en funcionamiento .....	76
Figura No. 109 El programa a terminado .....	77
Figura No. 110 Reducir la velocidad del encoder y apagar el spindle .....	77
Figura No. 111 Generar movimiento en EJE Z y retirar la herramienta 2 y mover todos sus ejes para que la placa elaborada quede libre .....	77
Figura No. 112 Placa terminada .....	78
Figura No. 113 Circuito electrónico terminado .....	78
Figura No. 114 Ejecución del Programa Proteus 8 Professional .....	81
Figura No. 115 Abrir el programa ISIS.....	81
Figura No. 116 Realizar el circuito en el programa ISIS .....	82
Figura No. 117 Guardar el proyecto que se realizo .....	82
Figura No. 118 Seleccionar el programa ARES para la elaboración de la placa PCB.....	83
Figura No. 119 Servirá para trazar el borde de la PCB.....	83
Figura No. 120 Board Edge servirá para fijar el contorno de las PCB cuando realice el corte la CNC .....	83
Figura No. 121 Dimensionar el tamaño que se utilizara para la fabricación del circuito electrónico .....	83
Figura No. 122 Muestra el listado de los elementos utilizados para la elaboración del circuito electrónico .....	84
Figura No. 123 Ubicación de los elementos en el programa ares según el diseño correspondiente.....	84
Figura No. 124 El programa ARES se encarga de realizar las diferentes pistas del circuito electrónico .....	85
Figura No. 125 Guardar el proyecto con otro nombre o con el mismo nombre que guardo en ARCHIVOS ISIS .....	85

Figura No. 126 Permite generar el código para el software COPPER CAM	86
Figura No. 127 Las opciones seleccionadas permiten trabajar en el software COPPER CAM.....	86
Figura No. 128 Guardar el proyecto con el nombre utilizado en los archivos ISIS y archivos ARES .....	87
Figura No. 129 Software que permite dimensionar terminales y pistas de cobre del circuito electrónico.....	87
Figura No. 130 Abrir el circuito guardado en PCB ARES.....	87
Figura No. 131 Seleccionar el nombre proyecto y abrir .....	87
Figura No. 132 Habilidad del borde de nuestro circuito electrónico .....	88
Figura No. 133 Elabora todos los terminales de nuestro circuito .....	88
Figura No. 134 Herramientas para elaborar los terminales del circuito electrónico.....	88
Figura No. 135 Permite seleccionar los diferentes terminales existentes del circuito electrónico .....	88
Figura No. 136 Cambia de forma a nuestros terminales del circuito electrónico.....	89
Figura No. 137 Dimensiona el terminal del circuito electrónico.....	89
Figura No. 138 Define el orificio del terminal del circuito electrónico .....	89
Figura No. 139 Terminales terminados del circuito electrónico.....	89
Figura No. 140 Selecciona las pistas que une los terminales de los elementos del circuito electrónico .....	90
Figura No. 141 Permite dimensionar las pistas de nuestro circuito .....	90
Figura No. 142 Selecciona las diferentes pistas del circuito electrónico .....	90
Figura No. 143 Permite dimensionar el ancho de las diferentes pistas del circuito electrónico .....	90
Figura No. 144 Pistas terminadas del circuito electrónico .....	91
Figura No. 145 Plasma el contorno de las pistas.....	91
Figura No. 146 Muestra el número en que el ENGRAVING TOOL pasara diseñando cada pista .....	91
Figura No. 147 Las líneas amarillentas son por donde va a engravar las pistas .....	92
Figura No. 148 Este permite elaborar placas totalmente solo en pistas .....	92
Figura No. 149 Selecciona la zona en donde engravara todo el cobre.....	92

Figura No. 150 En la parte azul engravar el cobre.....	93
Figura No. 151 Permite ver cómo quedara el circuito electrónico.....	93
Figura No. 152 Parte final del engrava miento del circuito electrónico .....	93
Figura No. 153 Permite definir el corte del borde de la placa de baquelita ..	93
Figura No. 154 El valor en el cual no se cortara la placa de baquelita .....	94
Figura No. 155 Seleccionar con un clic el borde en el cual la placa no será cortada.....	94
Figura No. 156 Permite salir del borde una vez terminado de seleccionar por donde no se cortara .....	94
Figura No. 157 Selecciona el orden de las herramientas que se utilizara para elaborar la PCB .....	95
Figura No. 158 Para realizar circuitos electrónicos solo necesitamos las tres herramientas.....	95
Figura No. 159 Sirve para engravar las pistas del circuito electronico.....	95
Figura No. 160 Sirve para realizar las perforaciones para los terminales del circuito electrónico .....	96
Figura No. 161 Sirve para cortar el borde trazado en el circuito electrónico	96
Figura No. 162 El orden en que la maquina trabajara al momento de realizar las PCB.....	96
Figura No. 163 Genera el código G para la elaboración de las PCB.....	96
Figura No. 164 Guardar el archivo con el mismo nombre que se guardó en los archivos ISIS y ARES.....	97
Figura No. 165 Conectar el puerto paralelo .....	97
Figura No. 166 Conexión de la CNC con el computador .....	98
Figura No. 167 Verificar las entradas y salidas de la CNC .....	98
Figura No. 168 Mach 3 software que permite trabajar con la CNC.....	98
Figura No. 169 Carga el archivo del código G guardado .....	99
Figura No. 170 Buscar el archivo guardado y abrir.....	99
Figura No. 171 Se desplegara en la pantalla principal el código G.....	99
Figura No. 172 POWER interruptor para encender la maquina CNC .....	100
Figura No. 173 Clic para que la maquina empiece a funcionar.....	100
Figura No. 174 Permite el movimiento del encoder en los tres ejes X, Y y Z .....	100

Figura No. 175 Fijar el encoder según el tamaño de la placa de baquelita para empezar a trabajar.....	101
Figura No. 176 Para el Engrava miento de pistas del circuito electrónico se coloca una punta cónica de 20° .....	101
Figura No. 177 Con las herramientas se ajusta la punta cónica de 20° .....	101
Figura No. 178 Para fijar la punta cónica solo debe existir movimiento en el eje z .....	102
Figura No. 179 La punta cónica debe estar a 1mm de la placa de baquelita .....	102
Figura No. 180 Una vez fijado ZERO Z y que todos los ejes estén en cero. Levantar un poco el eje Z.....	102
Figura No. 181 Para empezar a correr el programa, código G .....	102
Figura No. 182 Información para que la herramienta 1 sea cargada .....	103
Figura No. 183 Encender interruptor Spindle y generar velocidad media al encoder .....	103
Figura No. 184 Empieza a trabajar la maquina CNC para la elaboración de las PCB.....	103
Figura No. 185 Programa de engravado en funcionamiento.....	103
Figura No. 186 Insertar la herramienta 3 que es la broca de 0,8mm .....	104
Figura No. 187 Disminuir la velocidad y apagar el Spindle.....	104
Figura No. 188 No realizar ningún cambio en el eje X y en eje Y .....	104
Figura No. 189 Movimiento en el eje Z para poder desmontar herramienta 1 e instalar la herramienta 3.....	105
Figura No. 190 Con las herramientas asegurarla broca de 0,8mm.....	105
Figura No. 191 Fijar la punta a 0.5 mm de la placa de baquelita .....	105
Figura No. 192 Fijar ZERO Z cuando la punta de la broca este a -0,5mm y no modificar ZERO X y ZERO Y .....	106
Figura No. 193 Encender y generar velocidad media al encoder .....	106
Figura No. 194 Empieza a realizar las perforaciones .....	106
Figura No. 195 Programa de drilling en funcionamiento .....	106
Figura No. 196 Pide insertar la herramienta dos que es la cortadora .....	107
Figura No. 197 Disminuir la velocidad y apagar el Spindle.....	107
Figura No. 198 No realizar ningún cambio en el eje X y en eje Y .....	107

Figura No. 199 Movimiento en el eje Z para poder desmontar herramienta 3 e instalar la herramienta 2.....	108
Figura No. 200 Con la ayuda de las herramientas asegurar la cortadora...	108
Figura No. 201 Fijar la punta a -0.5 mm de la placa de baquelita.....	108
Figura No. 202 Fijar ZERO Z cuando la punta de la cortadora este a -0,5mm y no modificar ZERO X y ZERO Y, después levantamos un poco el eje Z .	109
Figura No. 203 Encender y generar velocidad media al encoder .....	109
Figura No. 204 Permite realizar el corte de la placa de baquelita.....	109
Figura No. 205 Programa de cortar en funcionamiento .....	109
Figura No. 206 El programa a terminado .....	110
Figura No. 207 Reducir la velocidad del encoder y apagar el spindle .....	110
Figura No. 208 Generar movimiento en EJE Z y retirar la herramienta 2 y mover todos sus ejes para que la placa elaborada quede libre .....	110
Figura No. 209 Placa terminada .....	111
Figura No. 210 Circuito electrónico terminado .....	111
Figura No. 211 Ejecución del Programa Proteus 8 Professional .....	114
Figura No. 212 Abrir el programa ISIS.....	114
Figura No. 213 Realizar el circuito en el programa ISIS .....	115
Figura No. 214 Guardar el proyecto que se realizo .....	115
Figura No. 215 Seleccionamos el programa ARES para la elaboración de la placa PCB.....	116
Figura No. 216 Servirá para trazar el borde de la PCB.....	116
Figura No. 217 Board Edge servirá para fijar el contorno de las PCB cuando realice el corte la CNC .....	116
Figura No. 218 Dimensionar el tamaño que se utilizara para la fabricación del circuito electrónico .....	116
Figura No. 219 Muestra el listado de los elementos utilizados para la elaboración del circuito electrónico .....	117
Figura No. 220 Ubicación de los elementos en el programa ares según el diseño correspondiente.....	117
Figura No. 221 El programa ARES se encarga de realizar las diferentes pistas del circuito electrónico .....	118
Figura No. 222 Guardar el proyecto con otro nombre o con el mismo nombre que guardo en ARCHIVOS ISIS .....	118

Figura No. 223 Permite generar el código para el software COPPER CAM .....	119
Figura No. 224 Las opciones seleccionadas permiten trabajar en el software COPPER CAM.....	119
Figura No. 225 Guardar el proyecto con el nombre utilizado en los archivos ISIS y archivos ARES .....	120
Figura No. 226 Software que permite dimensionar terminales y pistas de cobre del circuito electrónico.....	120
Figura No. 227 Abrir el circuito guardado en PCB ARES.....	120
Figura No. 228 Seleccionar el nombre proyecto y abrir .....	120
Figura No. 229 Habilidad del borde de nuestro circuito electrónico .....	121
Figura No. 230 Elabora todos los terminales de nuestro circuito .....	121
Figura No. 231 Herramientas para elaborar los terminales del circuito electrónico.....	121
Figura No. 232 Permite seleccionar los diferentes terminales existentes del circuito electrónico .....	121
Figura No. 233 Cambia de forma a nuestros terminales del circuito electrónico.....	122
Figura No. 234 Dimensiona el terminal del circuito electrónico.....	122
Figura No. 235 Define el orificio del terminal del circuito electrónico .....	122
Figura No. 236 Terminales terminados del circuito electrónico.....	122
Figura No. 237 Selecciona las pistas que une los terminales de los elementos del circuito electrónico .....	123
Figura No. 238 Permite dimensionar las pistas de nuestro circuito .....	123
Figura No. 239 Selecciona las diferentes pistas del circuito electrónico .....	123
Figura No. 240 Permite dimensionar el ancho de las diferentes pistas del circuito electrónico .....	123
Figura No. 241 Pistas terminadas del circuito electrónico .....	124
Figura No. 242 Plasma el contorno de las pistas.....	124
Figura No. 243 Muestra el número en que el ENGRAVING TOOL pasara diseñando cada pista .....	124
Figura No. 244 Las líneas amarillentas son por donde va a engravar las pistas .....	125
Figura No. 245 Este permite elaborar placas totalmente solo en pistas .....	125

Figura No. 246 Selecciona la zona en donde engravara todo el cobre.....	126
Figura No. 247 En la parte azul engravar el cobre.....	126
Figura No. 248 Permite ver cómo quedara el circuito electrónico.....	126
Figura No. 249 Parte final del engrava miento del circuito electrónico .....	126
Figura No. 250 Permite definir el corte del borde de la placa de baquelita .	127
Figura No. 251 El valor en el cual no se cortara la placa de baquelita .....	127
Figura No. 252 Seleccionar con un clic el borde en el cual la placa no será cortada.....	127
Figura No. 253 Permite salir del borde una vez terminado de seleccionar por donde no se cortara .....	128
Figura No. 254 Selecciona el orden de las herramientas que se utilizara para elaborar la PCB .....	128
Figura No. 255 Para realizar circuitos electrónicos solo necesitamos las tres herramientas.....	128
Figura No. 256 Sirve para engravar las pistas del circuito electronico.....	129
Figura No. 257 Sirve para realizar las perforaciones para los terminales del circuito electrónico .....	129
Figura No. 258 Sirve para cortar el borde trazado en el circuito electrónico .....	129
Figura No. 259 El orden en que la maquina trabajara al momento de realizar las PCB.....	129
Figura No. 260 Genera el código G para la elaboración de las PCB.....	129
Figura No. 261 Guardar el archivo con el mismo nombre que se guardó en los archivos ISIS y ARES.....	130
Figura No. 262 Conectar el puerto paralelo .....	130
Figura No. 263 Conexión de la CNC con el computador .....	131
Figura No. 264 Verificar las entradas y salidas de la CNC .....	131
Figura No. 265 Mach 3 software que permite trabajar con la CNC.....	131
Figura No. 266 Carga el archivo del código G guardado .....	132
Figura No. 267 Buscar el archivo guardado y abrir.....	132
Figura No. 268 Se desplegara en la pantalla principal el código G.....	132
Figura No. 269 POWER interruptor para encender la maquina CNC .....	133
Figura No. 270 Clic para que la maquina empiece a funcionar.....	133

Figura No. 271 Permite el movimiento del encoder en los tres ejes X, Y y Z .....	133
Figura No. 272 Fijar el encoder según el tamaño de la placa de baquelita para empezar a trabajar.....	134
Figura No. 273 Para el Engrava miento de pistas del circuito electrónico se coloca una punta cónica de 20° .....	134
Figura No. 274 Con las herramientas se ajusta la punta cónica de 20° .....	134
Figura No. 275 Para fijar la punta cónica solo debe existir movimiento en el eje z .....	135
Figura No. 276 La punta cónica debe estar a 1mm de la placa de baquelita .....	135
Figura No. 277 Una vez fijado ZERO Z y que todos los ejes estén en cero. Levantar un poco el eje Z.....	135
Figura No. 278 Para empezar a correr el programa, código G .....	135
Figura No. 279 Información para que la herramienta 1 sea cargada .....	136
Figura No. 280 Encender interruptor Spindle y generar velocidad media al encoder .....	136
Figura No. 281 Empieza a trabajar la maquina CNC para la elaboración de las PCB.....	136
Figura No. 282 Programa de engravado en funcionamiento.....	136
Figura No. 283 Insertar la herramienta 3 que es la broca de 0,8mm .....	137
Figura No. 284 Disminuir la velocidad y apagar el Spindle.....	137
Figura No. 285 No realizar ningún cambio en el eje X y en eje Y .....	137
Figura No. 286 Movimiento en el eje Z para poder desmontar herramienta 1 e instalar la herramienta 3.....	138
Figura No. 287 Con las herramientas asegurarla broca de 0,8mm.....	138
Figura No. 288 Fijar la punta a 0.5 mm de la placa de baquelita .....	138
Figura No. 289 Fijar ZERO Z cuando la punta de la broca este a 0,5mm y no modificar ZERO X y ZERO Y .....	139
Figura No. 290 Encender y generar velocidad media al encoder .....	139
Figura No. 291 Empieza a realizar las perforaciones .....	139
Figura No. 292 Programa de drilling en funcionamiento .....	139
Figura No. 293 Pide insertar la herramienta dos que es la cortadora .....	140
Figura No. 294 Disminuir la velocidad y apagar el Spindle .....	140

Figura No. 295 No realizar ningún cambio en el eje X y en eje Y .....	140
Figura No. 296 Movimiento en el eje Z para poder desmontar herramienta 3 e instalar la herramienta 2.....	141
Figura No. 297 Con la ayuda de las herramientas asegurar la cortadora...	141
Figura No. 298 Fijar la punta a -0.5 mm de la placa de baquelita.....	141
Figura No. 299 Fijar ZERO Z cuando la punta de la cortadora este a -0,5mm y no modificar ZERO X y ZERO Y, después levantamos un poco el eje Z .	142
Figura No. 300 Encender y generar velocidad media al encoder .....	142
Figura No. 301 Permite realizar el corte de la placa de baquelita.....	142
Figura No. 302 Programa de cortar en funcionamiento .....	142
Figura No. 303 El programa a terminado .....	143
Figura No. 304 Reducir la velocidad del encoder y apagar el spindle .....	143
Figura No. 305 Generar movimiento en EJE Z y retirar la herramienta 2 y mover todos sus ejes para que la placa elaborada quede libre .....	143
Figura No. 306 Placa terminada .....	144
Figura No. 307 Circuito electrónico terminado .....	144

## RESUMEN

Este trabajo tiene como finalidad de desarrollar un manual guía para estudiantes y profesores con mediana experiencia tecnológica y realizar la implementación de una maquina CNC 3020 T dj para conocer conexiones que mejoran la rapidez de respuesta en las operaciones con tres motores y brocas para el montaje y elaboración de piezas y placas de circuito impreso con la reacción de los programas aplicados a las máquinas-herramientas que disminuye el error residual y es asistida por un computador de 32 bits para Windows que administra parámetros de proceso de mecanización con una configuración equilibrada guardados en la memoria de la computadora cuando se requiera mecanizar la pieza que trata acerca del diseño de un sistema automático de aplicación industrial. Se sabe que el control Numérico es un sistema que aplicado a máquinas herramientas (Fresadora) con una pinza mecánica para sujetar las piezas durante la trayectoria de ejecución de alimentación por gravedad para realizar un escalamiento para poder acoplar soluciones para aplicaciones de ingeniería que automatiza y simula los movimientos del oscilador de cuatro barras con partes mecanizadas con cadena cerrada de 1 grado de libertad para su posterior maquinado en el diseño de mecanismos planos en posición estática, insertando al sistema instrucciones codificadas en forma de números y letras (Programa). El sistema interpreta en forma automática esos datos para realizar la tarea obtenida de dibujo técnico y mediante la conexión de carga y descarga convierte en señales de salida prescrita de diseño establecido del proceso de fabricación en tiempos reducidos.

### **Palabras claves**

**CNC 3020 T dj.**

**Mecanización.**

**Industrial.**

**Computadora.**

**Automatización.****ABSTRACT**

This paper has the aim developing a guide manual for professors and students with average technological experience; and to carry out the implementation of the CNC 3020 T dj machine, which one knows connections that improve the speed answer in the operations with three motors and drills. In order to assembly and construction of pieces and badges of printed circuit with the reaction of the programs applied to the machine - tools, that diminishes the residual error and it is assisted by a 32 bits computer for Windows which administers parameters of mechanization process with a balanced configuration that is kept in the computer memory, when it is required to mechanize the designed piece of an automatic system of industrial application. It is known that the Numeric Control is a system which one is applied to scheme tools (Milling machine) with a mechanical clip to hold the pieces during the trajectory of feeding execution for graveness, to carry out a scaling and to be able to link solutions for engineering applications that automates and simulates the movements of the four bars oscillator, with automated parts with closed chain with 1 grade and then will be plotted in the design of flat mechanisms in static position, introducing coded instructions to the system in form of numbers and letters (Programs). The system interprets in automatic mode data to carry out the obtained task of technical drawing, and through the load and discharge connection it transforms into exit signs prescribed of established design of the process of manufacture in reduced times.

**Key words****CNC 3020 T dj.****Mechanization.****Industrial.****Computer.****Automatic.**

Lic. Wilson Villavicencio F. Msc

**DOCENTE UGT**

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Antecedentes

La Unidad de Gestión de Tecnologías es una institución de Educación Superior, mediante la integración de Escuela Politécnica del Ejército ESPE, la Universidad Naval Comandante Rafael Morán Valverde, UNINAV y el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico- ITSA, conformaron la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y a su vez la UGT con el fin de orientar de manera experimental a la comunidad educativa con carreras innovadoras en el campo de Control numérico Computacional con conceptos que han sido interiorizados en varias etapas donde se analiza ampliamente la aplicación en los campos laborales en la industria aeronáutica.

Las generalidades del funcionamiento de la máquina CNC implementada en el laboratorio de automatización de procesos, optimizara las actividades en base a las características técnicas en el uso de la aplicación de la máquina y la investigación de nuevas tecnologías. Permitiendo con facilidad desarrollar e innovar las PCB con alta fidelidad.

#### 1.2 Planteamiento del problema

La exigencia a que la industria está sometida de optimizar todos los aspectos, tanto en costos como en calidad y cambio rápido de producto conduce a la necesidad de analizar de forma sistemática las mejoras introducidas con la aplicación de tecnología, para administrar la información de su funcionamiento y los requerimientos de las industrias aeronáuticas y robóticas, en consideración de su vida útil y los posibles problemas al momento de su operación lo que ocasiona pérdida de tiempo lo que implica baja producción.

La electrónica es una de las ciencias que experimenta muchas actualizaciones para tratar de resolver problemas específicos y científicos, en el laboratorio de instrumentación virtual de la Unidad de Gestión de Tecnologías (ESPE) al momento no cuenta con una máquina CNC para realizar prácticas en los laboratorios de electrónica, por esta razón se considera necesario implementar una máquina para que el conocimiento real de sus utilidades se pueda aplicar y optimizar en procesos de automatización.

## **1.2 Justificación**

Este proyecto tiene la finalidad de dar relevancia al perfil profesional de un Tecnólogo en Electrónica mención Instrumentación y Aviónica que cuenta con los conocimientos necesarios, capaz de entender, comprobar e instalar equipos eléctricos y electrónicos utilizados en empresas aeronáuticas y en empresas de producción en general.

La presente implementación servirá como base para las posibles investigaciones referentes a temas con maquinaria de control numérico computarizado CNC en el laboratorio de instrumentación virtual, con la automatización se busca mejorar y capacitar a los estudiantes con los conocimientos básicos del funcionamiento de una CNC para que de esta forma puedan defenderse con conocimientos en grandes empresas e Industrias del país que ya disponen de esta tecnología.

Este dispositivo ayudará a los estudiantes a elaborar circuitos impresos en una forma más fácil y segura sin la necesidad de utilizar elementos químicos.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Elaborar un manual de funcionamiento de una maquina CNC 3020 T dj para elaboración de placas de circuito impreso en el laboratorio virtual de automatización de la unidad de Gestión de Tecnologías.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Proporcionar los conocimientos y una guía práctica sobre funcionamiento de la CNC 3020 T dj mediante información teórica.
- Conocer el funcionamiento adecuado del CNC 3020 T dj.
- Diseñar cada una de las prácticas que serán incluidas en el manual a elaborar.
- Elaborar un documento de las prácticas en forma de guías de laboratorio

## **1.5 Alcance**

Este proyecto está dirigido a la Carrera de Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica de la Unidad de Gestión de Tecnologías, con el propósito principal de mejorar el nivel de conocimientos para el desarrollo teórico práctico de los alumnos y docentes en el desempeño académico estrictamente relacionado al manejo de equipos.

Esta máquina permite la elaboración de las placas de circuito impreso mediante software Isis y Proteus, que permiten diseñar y simular cada una de las tres prácticas propuestas en este proyecto. Con la ayuda del software CopperCAM obtenemos el código G mismo que la maquina interpretará como coordenadas en los ejes X, Y, Z, permitiendo elaborar las placas de circuito impreso en forma ordenada. Las guías propuestas ayudarán al estudiante a realizar diferentes prácticas de circuitos electrónicos, siguiendo todo el desarrollo descrito paso a paso en las guías, para evitar daños a la máquina y obtener el circuito electrónico en una PCB.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Definición de la CNC

En el estudio de Peters 2013 se encontró lo siguiente:

Control Numérico Computarizado “CNC”. Es una máquina CNC, a diferencia de una máquina convencional o manual, ya que una computadora controla la posición y velocidad de los motores y estos accionan los ejes X, Y y Z. Gracias a esto, se pueden ejecutar movimientos que no se pueden lograr manualmente como círculos, líneas diagonales y figuras complejas tridimensionales.

Las máquinas CNC son capaces de mover la herramienta al mismo tiempo en los tres ejes “X, Y y Z”, para ejecutar trayectorias tridimensionales como las que se requieren para el maquinado de complejos moldes y troqueles.

La máquina CNC, a través de una computadora controla el movimiento de la mesa, el carro y el husillo. Una vez programada la máquina, ésta ejecuta todas las operaciones por sí sola, sin necesidad de que el operador esté manejándola. Esto permite aprovechar mejor el tiempo del personal para que sea más productivo y efectivo. (Peters, 2013)

#### 2.2 Características de la CNC

En el estudio de Equipment 2016 se encontró lo siguiente:

Las maquinas CNC producen fácilmente las insignias de nombre, las etiquetas del equipo, las pequeñas muestras, las placas y los premios, los artículos de regalo, las etiquetas del animal doméstico, ID las etiquetas, PCB, etiquetas eléctricas, etiquetas militares del nombre, placas del escritorio, o marcan piezas industriales.

- Operación Manual o CNC.
- Mantiene el control manual del husillo.
- Programación y operación CNC en 3 ejes.
- Motor de alto torque con reducción de 8 a 1.
- Servo Motores Digital AC.
- Velocidad del Husillo 4000 RPM.
- Guías cuadradas.
- Carnero deslizante permite maquinado al centro de piezas largas.
- Eje electrónico inteligente.
- Control Centurión: Programación Conversacional en Código G y M.(Equipment, 2016).

### 2.3 Origen del control numérico

En el estudio de la Historia de la CNC 2010 se obtuvo que:

El primer desarrollo en el área del control numérico por computadora (CNC) lo realizó el inventor norteamericano John Parsons junto con su empleado Frank L. Stulen, en 1940. El concepto de control numérico implicaba el uso de datos en un sistema de referencia para definir las superficies de contorno de las hélices de un helicóptero.

Para 1952.- John Parsons y el Instituto Tecnológico de Massachusetts desarrollaron la primera máquina fresadora de control numérico, construida con bulbos, usando un código binario y cinta perforadora.

1954.- Se desarrolló un lenguaje simbólico llamado APT Automatically Programmed Tool, Programación automática de la herramienta.

1957.- La Bendix Co. comenzó a construir máquinas en forma comercial, usadas primeramente por la fuerza aérea de EEUU.

1971.- Hasta este año la AIA (Aerospace Industry Association) el MIT y el ITRI (Illinois of Technology Research Institute) trabajaron en el desarrollo del lenguaje APT.

El lenguaje APT inicial era suficiente para operaciones de taladrado, fresado recto, sin embargo estas no son suficientes para las operaciones de maquinado.

En 1976 se aplicó el microprocesador a las computadoras, se dio un enorme salto en el desarrollo del CNC, haciéndose posible las interpolaciones rectas y curvas entre ejes. (MCNC, historia del CNC, 2010).

### 2.4. Evolución del control numérico computarizado

En el estudio de la evolución de la CNC 2014 se obtuvo que:

Las tendencias actuales de automatización total y fabricación flexible se basan en máquinas de CNC conectadas a un ordenador central con funciones de programación y almacenamiento de programas y transmisión de los mismos a las máquinas para su ejecución. Esto permite eliminar la intervención humana en los procesos de producción ya que el control numérico puede proveer:

- Flexibilidad para incrementar la producción de bajo nivel.
- Instrucciones almacenadas para disminuir la mano de obra directa

Por otra parte, han aumentado considerablemente, las posibilidades técnicas proporcionadas por los CNC.

- Actualmente se presenta una amplia gama de funciones que se podrían definir como innovadoras en los controles numéricos:
- Pantallas táctiles

- Interfaces de usuario para una programación más rápida y operación más eficiente
- Funciones de control de consumo eléctrico
- Funciones mejoradas para 5-ejes, multitasking, teleservicio, diagnóstico remoto
- Diseño flexible y descentralizado (concepto de CNC modular).(MCNC, evolucion de la cnc, 2014)

## 2.5 Constitución de la CNC

En el estudio de las herramientas 2013 se encontró que:

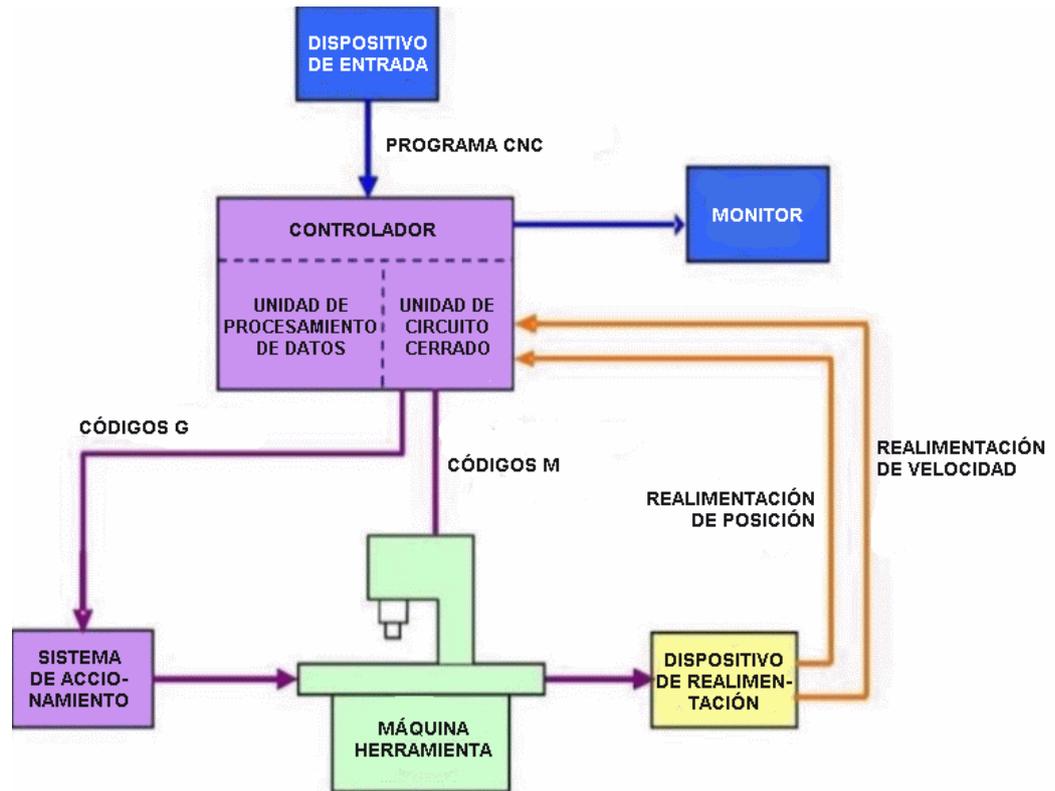
Las fresadoras CNC constan de partes móviles como: la mesa, el cabezal de corte, el husillo y los carros de desplazamiento lateral y transversal. Sin embargo, no presentan palancas ni manivelas para accionar estas partes móviles, sino una pantalla inserta en un panel repleto de controles y una caja metálica donde se alojan los componentes eléctricos y electrónicos que regulan el funcionamiento de motores destinados a efectuar el mismo trabajo que hacían las palancas y manivelas de las viejas máquinas.

El CNC, es una computadora principalmente responsable de los movimientos de la fresadora a través del correspondiente software. La combinación de electrónica y motores o servomotores de accionamiento es capaz de lograr todas las operaciones de fresado posibles.

Una máquina CNC, por lo tanto, consiste en seis elementos principales:

- Dispositivo de entrada
- Unidad de control o controlador
- Máquina herramienta
- Sistema de accionamiento
- Dispositivos de realimentación (sólo en sistemas con servomotores)
- Monitor

La siguiente figura muestra un diagrama de bloques de una máquina CNC típica, provista de servomotores.



**Figura No. 1 Diagrama de bloques de una máquina CNC**  
Fuente: (Herramientas D. M., 2013)

Básicamente, el controlador de las máquinas CNC recibe instrucciones de la computadora (en forma de códigos G y códigos M) y mediante su propio software convierte esas instrucciones en señales eléctricas destinadas a activar los motores que, a su vez, pondrán en marcha el sistema de accionamiento.

Para comprender en términos generales cómo funciona una máquina CNC vamos ahora a examinar algunas de las funciones específicas que pueden programarse. (Herramientas M. y., 2013).

## 2.6 Control de movimiento

De máquinas y herramientas 2013 encontró lo siguiente:

Las máquinas CNC tienen dos o más direcciones programables de movimiento llamadas ejes. Un eje de movimiento puede ser lineal o rotatorio. Una de las primeras especificaciones que implica la complejidad de una máquina CNC es la cantidad de ejes que tiene. En términos generales, a mayor cantidad de ejes, mayor complejidad.

Los ejes de una máquina CNC son un requisito para generar los movimientos necesarios para el proceso de fabricación. Los ejes se denominan con letras. Los nombres más comunes de los ejes lineales son X, Y y Z, mientras que los más comunes de los ejes giratorios son A, B y C.

El control de movimiento puede realizarse mediante dos sistemas, que

pueden funcionar individualmente o combinados entre sí:

- Valores absolutos (código G90), donde las coordenadas del punto de destino son referidas al punto de origen de coordenadas. Se usan las variables X (medida del diámetro final) y Z (medida en dirección paralela al eje de giro del husillo).
- Valores incrementales (código G91), donde las coordenadas del punto de destino son referidas al punto actual. Se usan las variables U (distancia radial) y W (medida en dirección paralela al eje de giro del husillo). (Herramientas M. y., 2013)

### 2.6.1 Accesorios programables

De máquinas y herramientas 2013 encontró lo siguiente

Una máquina CNC no sería útil si solo contara con un control de movimiento. El tipo específico de máquina está directamente relacionado con sus accesorios programables apropiados para la máquina CNC. Un centro de mecanizado contará al menos con las siguientes funciones específicas programables:

- Cambiador automático de herramienta: los centros de mecanizado tiene herramientas en un portaherramientas. Cuando se requiera, la herramienta necesaria puede colocarse automáticamente en el husillo para efectuar el mecanizado correspondiente.
- Velocidad y activación del husillo: la velocidad del husillo (en rpm) se puede especificar fácilmente y el husillo puede girar y puede detenerse.
- Refrigerante: El refrigerante puede activarse y desactivarse durante el ciclo de trabajo de la máquina para lubricar y enfriar. (Herramientas D. M., 2013)

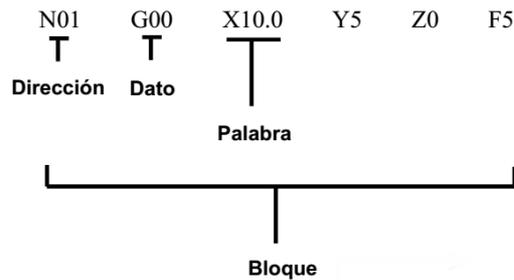
### 2.6.2 Programa CNC

De máquinas y herramientas 2013 obtuvo lo siguiente:

Este es un listado secuencial de instrucciones que ejecutará la máquina. Esas instrucciones se conocen como programa CNC, el cual debe contener toda la información requerida para el mecanizado de la pieza.

El programa CNC está escrito en un lenguaje denominado G y M, estandarizado por las normas 6983 de ISO (Organización Internacional de Normalización) y RS274 de EIA (Alianza de Industrias Electrónicas) y compuesto por instrucciones Generales (código G) y Misceláneas (código M). El programa presenta un formato de frases conformadas por bloques, encabezados por la letra N.

Cada movimiento o acción se realiza secuencialmente y donde cada bloque está numerado y generalmente contiene un solo comando.



**Figura No. 2 Programa Maquia CNC**

Fuente: (Herramientas D. M., 2013)

El código G describe las funciones de movimiento de la máquina (por ejemplo, movimientos rápidos, avances, avances radiales, pausas, ciclos), mientras que el código M describe las funciones misceláneas que se requieren para el mecanizado de la pieza, pero que no corresponden a los movimientos de la máquina (por ejemplo, arranque y detención del husillo, cambio de herramienta, refrigerante, detención del programa).

CÓDIGOS G	CÓDIGOS M
G00: Posicionamiento rápido (sin maquinar)	M00: Parada opcional
G01: Interpolación lineal (maquinando)	M01: Parada opcional
G02: Interpolación circular (horaria)	M02: Reinicio del programa
G03: Interpolación circular (antihoraria)	M03: Hacer girar el husillo en sentido horario
G04: Compás de espera	M04: Hacer girar el husillo en sentido antihorario
G10: Ajuste del valor de offset del programa	M05: Frenar el husillo
G20: Comienzo de uso de unidades imperiales (pulgadas)	M06: Cambiar de herramienta
G21: Comienzo de uso de unidades métricas	M07: Abrir el paso del refrigerante B
G28: Volver al home de la máquina	M08: Abrir el paso del refrigerante A
G32: Maquinar una rosca en una pasada	M09: Cerrar el paso de los refrigerantes
G36: Compensación automática de herramienta en X	M10: Abrir mordazas
G37: Compensación automática de herramienta en Z	M11: Cerrar mordazas
G40: Cancelar compensación de radio de curvatura de herramienta	M13: Hacer girar el husillo en sentido horario y abrir el paso de refrigerante
G41: Compensación de radio de curvatura de herramienta a la izquierda	M14: Hacer girar el husillo en sentido antihorario y abrir el paso de refrigerante
G42: Compensación de radio de curvatura de herramienta a la derecha	M30: Finalizar programa y poner el puntero de ejecución en su inicio
G70: Ciclo de acabado	M31: Incrementar el contador de partes
G71: Ciclo de maquinado en torneado	M37: Frenar el husillo y abrir la guarda
G72: Ciclo de maquinado en frenteado	M38: Abrir la guarda
G73: Repetición de patrón	M39: Cerrar la guarda
G74: Taladrado intermitente, con salida para retirar virutas	M40: Extender el alimentador de piezas
G76: Maquinar una rosca en múltiples pasadas	M41: Retraer el alimentador de piezas
G96: Comienzo de desbaste a velocidad tangencial constante	M43: Avisar a la cinta transportadora que avance
G97: Fin de desbaste a velocidad tangencial constante	M44: Avisar a la cinta transportadora que retroceda
G98: Velocidad de alimentación (unidades/min)	M45: Avisar a la cinta transportadora que frene
G99: Velocidad de alimentación (unidades/revolución)	M48: Inhabilitar Spindle y Feed override (maquinar exclusivamente con las velocidades programadas)
	M49: Cancelar M48
	M62: Activar salida auxiliar 1
	M63: Activar salida auxiliar 2
	M64: Desactivar salida auxiliar 1
	M65: Desactivar salida auxiliar 2
	M66: Esperar hasta que la entrada 1 esté en ON
	M67: Esperar hasta que la entrada 2 esté en ON
	M70: Activar espejo en X
	M76: Esperar hasta que la entrada 1 esté en OFF
	M77: Esperar hasta que la entrada 2 esté en OFF
	M80: Desactivar el espejo en X
	M98: Llamada a subprograma
	M99: Retorno de subprograma

**Figura No. 3 Códigos G y M para torno CNC**

Fuente: (Herramientas D. M., 2013)

### 2.6.3 Controlador CNC

De máquinas y herramientas 2013 encontró lo siguiente:

Interpreta un programa CNC y acciona la serie de comandos en orden secuencial. A medida que lee el programa, el controlador activa las funciones apropiadas de la máquina, impulsa el movimiento de los ejes, y en general, sigue las instrucciones dadas en el programa.

Además de interpretar el programa CNC, el controlador tiene varios otros propósitos, por ejemplo:

- Modificar (editar) los programas si se detectan errores.
- Realizar funciones de verificación especial (como el funcionamiento en vacío) para confirmar la exactitud del programa CNC.
- Especificar ciertas entradas importantes del operador, tales como los valores de longitud de las herramientas.(Herramientas D. M., 2013)

### 2.6.4 Programa CAM

De Tornero Francisco 2012 encontró lo siguiente:

La importancia de un programa CAM (fabricación asistida por computadora) cuando se dificulta la escritura del programa CNC, ya sea por desconocimiento del operario o ante aplicaciones complicadas.

El programa CAM funciona conjuntamente con el diseño asistido por computadora (CAD). Esto elimina la necesidad de redefinir la configuración de la pieza de trabajo para el programa CAM. El programador CNC simplemente especifica las operaciones de mecanizado a realizar y el programa CAM crea automáticamente el programa CNC. (TORNERO, 2012).

### 2.6.5 Sistema DNC

De Máquinas y Herramientas 2013 encontró lo siguiente:

Una vez que se desarrolla el programa CNC (con un programa CAM), debe cargarse en el controlador y para ello se usa un sistema de distribución de control numérico (DNC).

Un sistema DNC es una computadora conectada en red con una o más máquinas CNC. Tradicionalmente la transferencia de los programas se efectuaba mediante un protocolo de comunicaciones seriales (RS-232C). Sin embargo, la tecnología ha avanzado para dotar a los controladores actuales con mayores capacidades de comunicación, de manera que puedan conectarse mediante Ethernet.(Herramientas M. y., 2013).

## 2.6.6 Generación sobre la programación de CNC

De Máquinas y Herramientas 2013 encontró lo siguiente:

Con la expansión de las máquinas CNC resulta sorprendente la gran escasez de personal capacitado para operar dichas máquinas.

Por lo tanto esta es un área prometedora en la que se puede acceder a buenos salarios y desarrollar una carrera gratificante. Los que siguen son algunos de los puestos de trabajo de mayor oferta para todos aquellos que buscan oportunidades dentro del campo de las máquinas CNC. (Herramientas D. M., 2013).

**Tabla No. 1 Generación sobre la programación de CNC**

<b>Industrias manufactureras</b>	<b>Empresas que comercializan máquinas CNC</b>	<b>Capacitación y difusión</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ayudantes</li> <li>• Ajustadores de herramientas</li> <li>• Técnicos de puesta a punto de máquinas CNC</li> <li>• Operadores de máquinas CNC</li> <li>• Oficiales de mecanizado</li> <li>• Programadores CNC</li> <li>• Programadores CAD-CAM</li> <li>• Personal de mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal para servicio técnico</li> <li>• Ingenieros de aplicaciones CNC</li> <li>• Instructores de CNC</li> <li>• Vendedores especializados</li> <li>• Asesores posventa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instructores de CNC</li> <li>• Organizadores de cursos/seminarios</li> <li>• Organizadores de eventos</li> </ul>

Fuente: (Herramientas D. M., 2013)

## 2.7 Software de diseño de placas CopperCAM

De Copper CAM 2016 encontró lo siguiente:

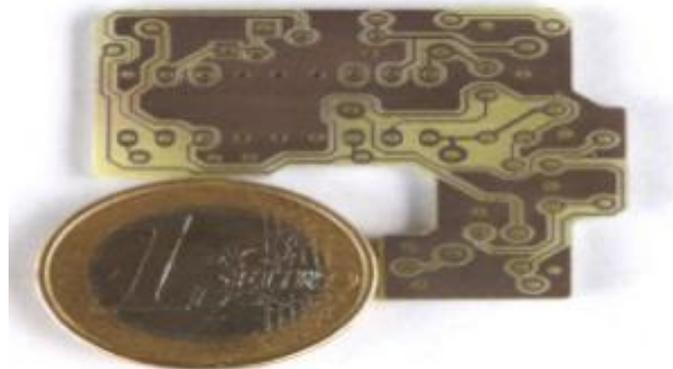
Es una aplicación para la gestión de aislamiento grabado, perforación y corte de prototipos PCB. Da salida a los archivos que se pueden cargar y sean utilizados por el software del controlador externo, o datos que deben enviarse a la máquina. Sus principales funciones son las siguientes:

- Programa de 32 bits para Windows 95/98 / ME / NT-4/2000/2003-S / XP / Vista / 7/8
- Importación de archivos Gerber y Excellon, con alineación automática o manual
- Lectura formato Gerber RS274-X con macros, superficies poligonales y los rastros de polaridad negativa
- Gestión de 4 capas del circuito, además de ejercicios, además de los contornos de conexión y desconexión, además de los agujeros de centrado
- Visualización de las trayectorias de potencial a través de capas
- Cálculo automático de los contornos de aislamiento, simples o múltiples

- Aislamiento extendido alrededor de las almohadillas, el despacho automático con escotillas
- La modificación manual de los contornos de aislamiento (supresión o adición con auto-snap)
- Ejecución de aislamiento entre los cojines
- La selección de pistas que se grabará en el centro del trayecto (textos, logos o referencias)
- Cálculo automático de la junta de contorno de corte de ruta, con la adición manual de los puentes de apoyo
- Edición y corrección de los diafragmas para almohadillas y pistas, una por una o agrupadas
- Gestión de una biblioteca de herramientas de perforación y estrategias en función de cortadores disponibles
- Salida de código G, o HPGL, DXF, ISEL-PNC, Roland RDGL, etc.
- Salida de post-procesador completamente personalizable
- Automatiza el encadenamiento a un controlador de mecanizado, o la salida a un controlador de impresora virtual o un puerto COM / LPT

CopperCAM secuencia del proceso es simple:

- Apertura de archivos Gerber que contiene una capa de circuitos
- Capas próxima apertura (máximo 4 )
- Detección de la tarjeta o el trazado de recorte de contorno
- Apertura de archivos Excellon de perforaciones
- Alineación de capas ( automático o manual)
- Trazado de pistas que son los textos de la línea central
- Cálculo de aislamiento contornos
- Trama de zonas para la eliminación de todo el cobre
- Herramientas de perforación de cheques y ciclos aburridas eventuales
- El envío de datos de salida para el software del controlador o de la máquina. (CopperCAM, 2016).



**Figura No. 4 Circuito Electrónico**  
Fuente: (CopperCAM, 2016)

## 2.8 Proteus 8

De Arturo 2013 encontró lo siguiente:

Proteus realiza circuitos impresos con la mayor calidad. Diseña y simula PCB (Printed Circuit Board) con sus diferentes herramientas y en un entorno completamente funcional. Proteus sigue los reglamentos industriales con lo que los trabajos que se efectúe serán legítimos y seguros. A modo de ejemplo, el programa opera con distancias estandarizadas entre los puntos de circuitos integrados.

Este software está conformado por dos dispositivos principales: ISIS y ARES. El primero se encarga de generar circuitos reales. Esta herramienta se encarga de evaluar el funcionamiento del trabajo en un PCB. De ese modo prevé errores y corregir fallas.

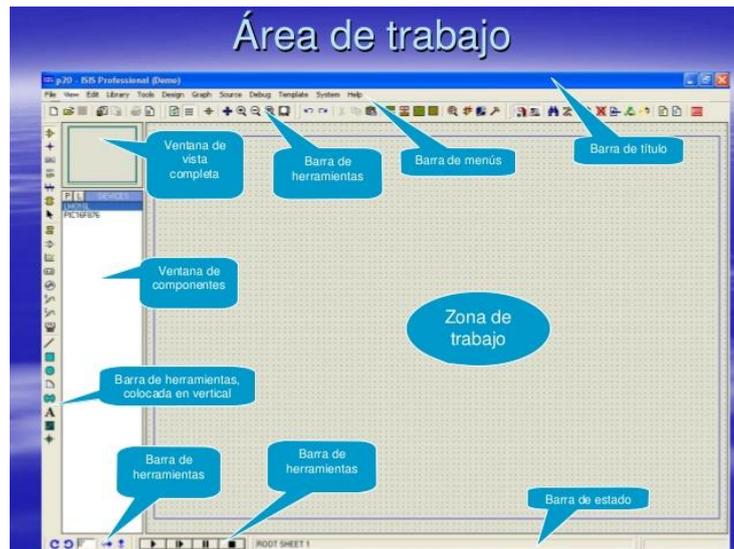
En cuanto a ARES, su función consistirá en enrutar, situar y editar los diferentes componentes que hacen a la fabricación de placas PCB. En este sentido, convertirá el diseño de modo que pueda ser aplicado en cada pieza de un circuito impreso. Además, dispone de un calificado espacio de simulación generado con la mejor tecnología. En concreto, se contará con los beneficios y potencial de VSM, a cargo de la modelación de sistemas virtuales.

Proteus tiene el servicio de un interfaz claro y funcional, provisto de todas las funciones necesarias para la diagramación gráfica de circuitos. Entre otras posibilidades, se pone en ocasiones a prueba cada pieza que se elabore, lo cual aumenta la calidad de los desarrollos.

Es una aplicación CAD, compuesta de tres módulos:

- ISIS (Intelligent Schematic Input System): es el módulo de captura de esquemas.
- VSM (Virtual System Modelling). Es el módulo de simulación, incluyendo PROSPICE.
- ARES( Advanced Routing Modelling): es el modulo para la realización de circuitos impresos (PCB).

El modulo ISIS es un programa que nos permite dibujar, sobre un área de trabajo, un circuito que podemos simular. En la manipulación del software casi siempre existirán varias opciones para un mismo fin. (Arturo, 2013).

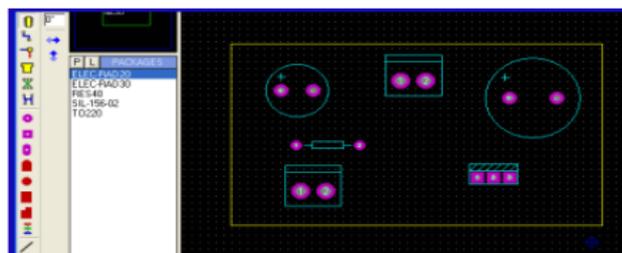


**Figura No. 5 El modulo ISIS**

Fuente: (Arturo, 2013)

ARES es una aplicación que se usa para situar los componentes utilizados en el esquema realizado en Isis sobre una board virtual que luego puede ser impresa en una impresora láser sobre papel fotográfico o papel de fax, estos últimos pueden luego ser impresos sobre la capa de cobre para luego obtener las pistas de conducción mediante una reacción que extrae el cobre sobrante de la board de bakelita.

Los componentes pueden encontrarse en la librería de la aplicación con los nominales de la clase encapsulado en el caso de los integrados y con respecto a la denominación técnica referente a la forma física de los componentes. (Arturo, 2013).



**Figura No. 6 Modulo Ares**

Fuente: (Arturo, 2013)

Esta aplicación cuenta con una serie de procesos automatizados que generan acciones de auto ruteo y auto posicionamiento cuando el proyecto se carga desde Isis, de lo contrario el posicionamiento y de ruteo debe hacerse manualmente. (Arturo, 2013).

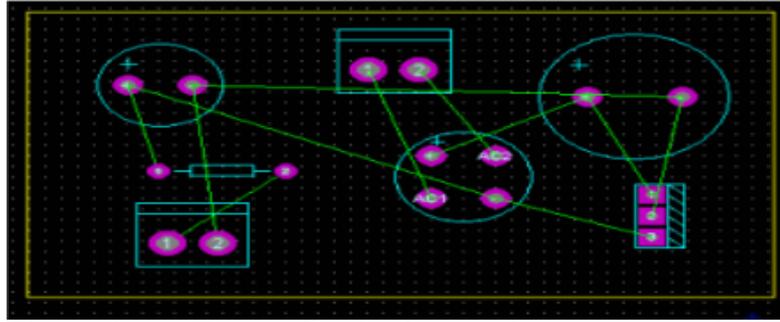


Figura No. 7 Elaboración de pistas y pines de los terminales  
Fuente: (Arturo, 2013)

## 2.9 Programa controlador match 3

De BobCAD CAM 2014 se obtuvo lo siguiente:

Mach 3 es un sistema de control computarizado que permite la comunicación con los servo motores usando una computadora.

Este sistema es accesible y muy fácil de aprender, permitiéndole a muchas empresas automatizar sus máquinas convencionales a CNC o crear sus propias máquinas de control numérico a un bajo costo.

Mach 3 y BobCAD CAM ofrecen una combinación ideal. Nuestra versión de Mach 3 está diseñada con un componente integrado que permite la comunicación directa entre el control y el CAD/CAM sin necesidad de guardar y exportar el Código G.

Además, este sistema es uno de los controles más versátiles de la industria. Este controlador es completamente compatible con la mayoría de los sistemas CAD-CAM y máquinas en el mercado. (BobCAD-CAM, 2014).

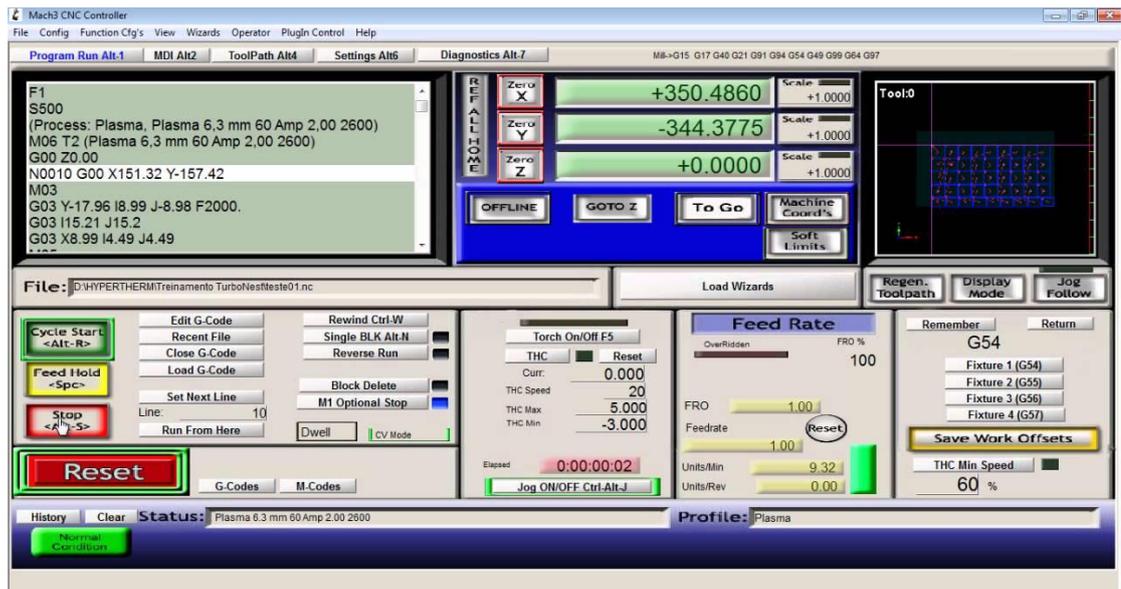


Figura No. 8 Plantilla del programa match 3

Fuente: (BobCAD-CAM, 2014)

## 2.10 Circuitos eléctricos

Circuito eléctrico “es una serie de elementos o componentes eléctricos o electrónicos, tales como resistencias, inductancias, condensadores, fuentes, o dispositivos electrónicos semiconductores, conectados eléctricamente entre sí con el propósito de generar, transportar o modificar señales electrónicas o eléctricas.” (cekit, 2008).

### 2.10.1 Clasificación

De cecit 2008 se obtuvo lo siguiente:

Los circuitos eléctricos se clasifican de la siguiente forma:

Por el tipo de señal:

- De corriente continua
- De corriente alterna
- Mixtos

Por el tipo de régimen:

- Periódico
- Transitorio
- Permanente
- Por el tipo de componentes:
- Eléctricos: Resistivos, inductivos, capacitivos y mixtos
- Electrónicos: digitales, analógicos y mixtos

Por su configuración:

- Serie
- Paralelo
- Mixto. (cekit, 2008).

### 2.10.2 Partes del circuito eléctrico

De electrónico se obtuvo lo siguiente:

Las partes de un circuito electrónico están conformadas por:

- GENERADOR: Transforma cualquier tipo de energía en energía eléctrica.

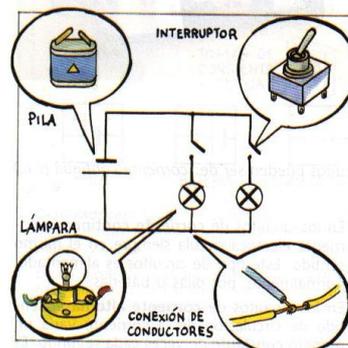
- RECEPTOR: Transforma energía eléctrica en cualquier tipo de energía.
- LÍNEA: Transporta la corriente eléctrica.(electrónico, s.f.)

## 2.11 Componentes del circuito eléctrico

Un circuito eléctrico “es un conjunto de elementos que unidos de forma adecuada permiten el paso de electrones” (electrónico, s.f.). Está compuesto por.

- Generador o Acumulador
- Hilo conductor
- Receptor o Consumidor
- Elemento de maniobra

El sentido de la corriente va del polo positivo al polo negativo.



**Figura No. 9 Circuito electrónico en paralelo**  
Fuente: (electrónico, s.f.)

### 2.11.1 Generador o acumulador

Son aquellos “elementos capaces de mantener una diferencia de potencial entre los extremos de un conductor” (electrónico, s.f.).

Generador primario tiene un solo uso como las pilas

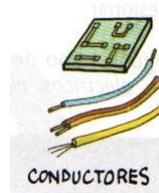
Generador secundario puede ser recargados como las baterías o acumuladores.



**Figura No. 10 generadores**  
Fuente: (electrónico, s.f.)

### 2.11.2 Hilo conductor

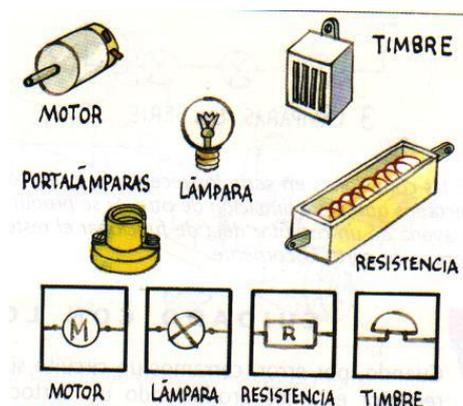
Formado por “ un material conductor que es aquel que opone poca resistencia la paso de la corriente eléctrica.” (electrónico, s.f.).



**Figura No. 11 Conductores o cables**  
Fuente: (electrónico, s.f.)

### 2.11.3 Receptores

Son aquellos “elementos capaces de aprovechar el paso de la corriente eléctrica como los motores, resistencias, bombillas” (electrónico, s.f.).



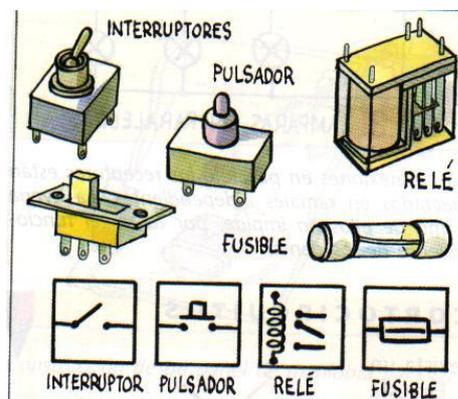
**Figura No. 12 Receptores de voltaje**  
Fuente: (electrónico, s.f.)

### 2.11.4 Elementos de maniobra

Son dispositivos que nos permiten abrir o cerrar el circuito cuando se lo necesita.

**Pulsador.** Permite abrir o cerrar el circuito solo mientras lo mantenemos pulsado

**Interruptor.** Permite abrir o cerrar un circuito y que este permanezca en la misma posición hasta que vuelva a actuar sobre este. (cekit, 2008)



**Figura No. 13 interruptores**

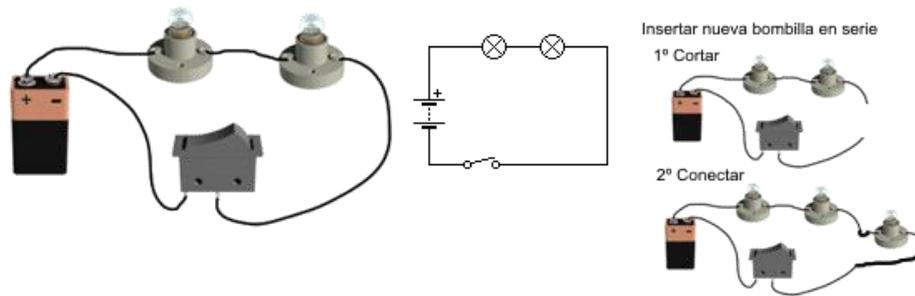
Fuente: (electrónico, s.f.)

## 2.12 Tipos de circuitos eléctricos

### 2.12.1 Circuito en serie.

El estudio de Gil Guijarro 2010 encontró lo siguiente:

En un circuito en serie los receptores están instalados uno a continuación de otro en la línea eléctrica, de tal forma que la corriente que atraviesa el primero de ellos será la misma que la que atraviesa el último. Para instalar un nuevo elemento en serie en un circuito, tendremos que cortar el cable y cada uno de los terminales generados conectarlos al receptor. (Gil-Guijarro, 2011).

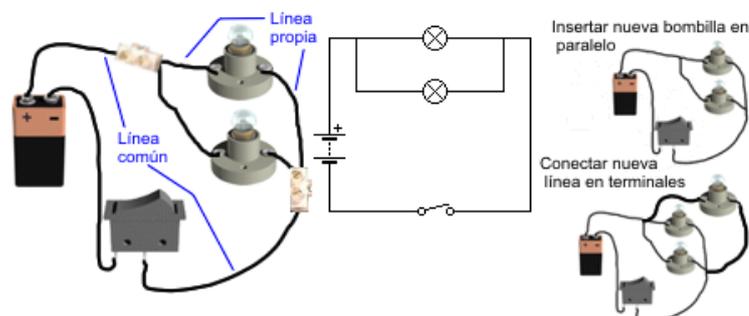


**Figura No. 14 Circuito electrónico en serie**  
Fuente: (Gil-Guijarro, 2011)

### 2.12.2 Circuito en paralelo.

El estudio de Gil Guijarro 2010 encontró lo siguiente:

En un circuito en paralelo cada receptor conectado a la fuente de alimentación lo está de forma independiente al resto; cada uno tiene su propia línea, aunque haya parte de esa línea que sea común a todos. Para conectar un nuevo receptor en paralelo, añadiremos una nueva línea conectada a los terminales de las líneas que ya hay en el circuito. (electrónico, s.f.).

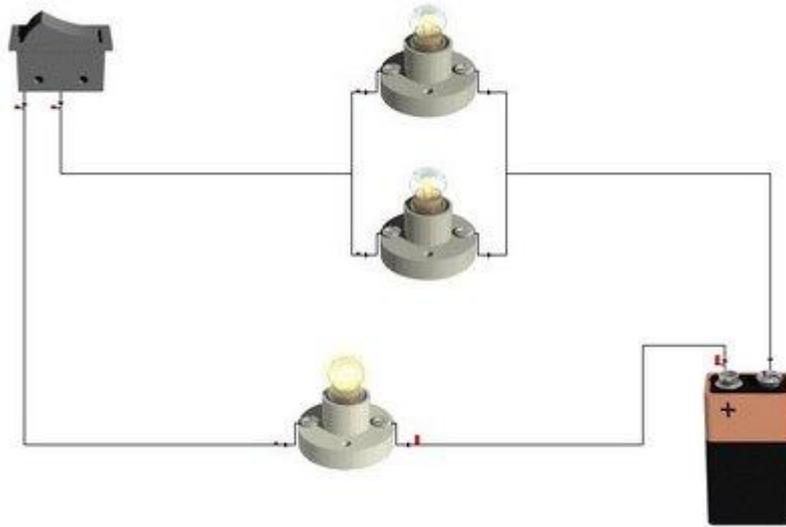


**Figura No. 15 Circuito electrónico en paralelo**  
Fuente: (Gil-Guijarro, 2011)

### 2.12.3 Circuito Mixto.

El estudio de Gil Guijarro 2010 encontró lo siguiente:

Un circuito mixto es una combinación de varios elementos conectados tanto en paralelo como en serie, estos pueden colocarse de la manera que sea, siempre y cuando se utilicen los dos diferentes sistemas de elementos, tanto paralelo como en serie. Estos circuitos se pueden reducir resolviendo primero los elementos que se encuentran en serie y luego los que se encuentren en paralelo, para luego calcular y reducir un circuito único y puro. (electrónico, s.f.).



**Figura No. 16** Circuito electrónico mixto  
Fuente: (Gil-Guijarro, 2011)

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL PROYECTO

#### 3.1 Guía para fabricar placas de circuito impreso

##### PRACTICA 1. FUENTE VARIABLE

**Nombre:** Linderson Panchi

**Tema:** Fuente variable de 0 v a +12 v y 0 v a -12v

**Objetivo:**

- Realizar una fuente variable de 0 V a +12 y -12 V para poder alimentar proyectos de electrónica.
- Diseñar el circuito electrónico con la ayuda del Software ISIS y ARES para obtener una placa de circuito impreso PCB
- Elaborar la PCB con la ayuda de la máquina de control numérico computarizado CNC

**Equipos y materiales:**

- Integrado Lm 337
- Integrado Lm 317
- 2 condensadores de 1000 uf
- 2 condensadores de 10 uf
- 2 condensadores de 1 uf
- Transformador de 12 V
- Placa de Baquelita
- Borneras

**Trabajo preparatorio:**

Armar el circuito de la fuente variable de 0 a +12 y 0 a -12v en un Protoboard según el diseño investigado, comprobar su funcionamiento y hacer revisar por el docente encargado de la práctica y tener conocimiento acerca de los Software ISIS y ARES

## Desarrollo:

Paso 1. Abrir el programa Proteus 8 Professional.

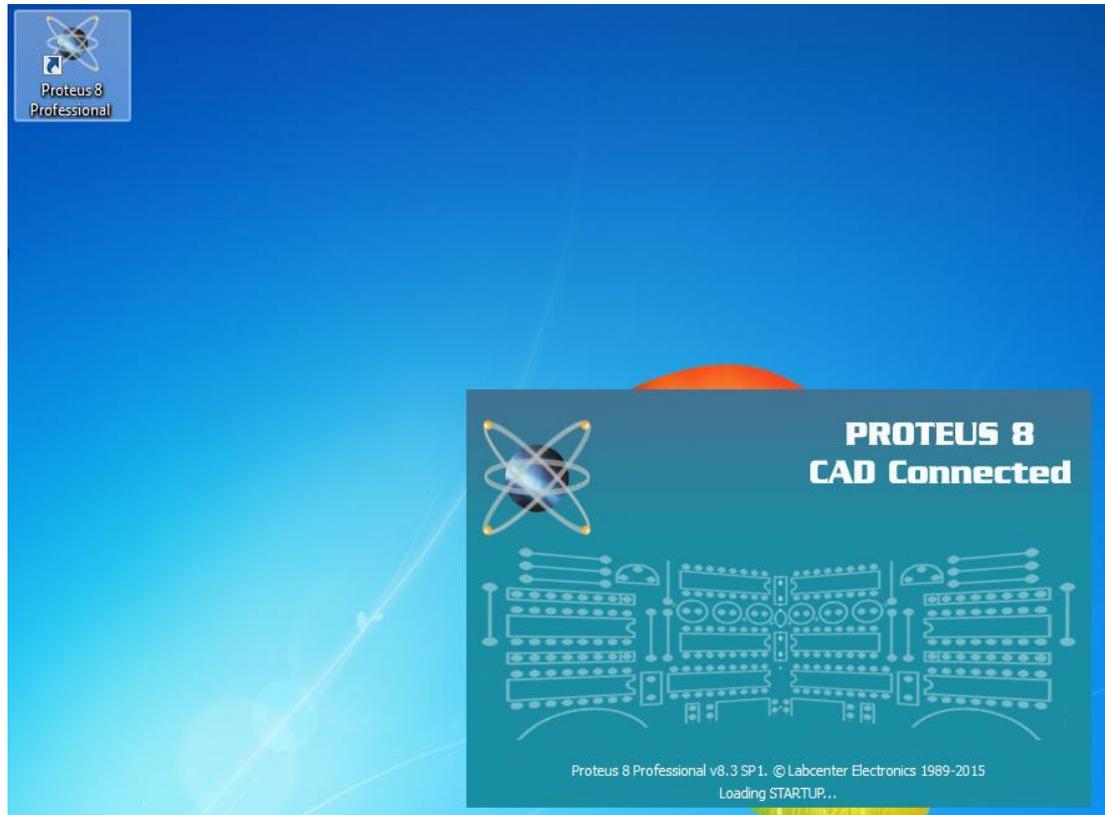


Figura No. 17 Ejecución del Programa Proteus 8 Professional.

Paso 2. Seleccionar en el icono ISIS y clic.

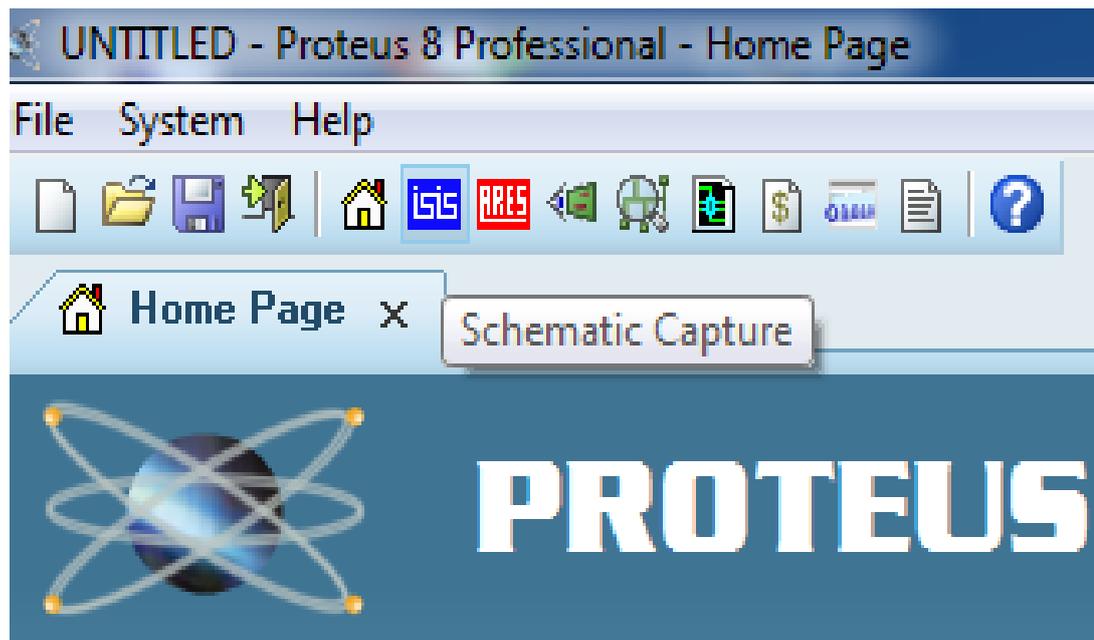


Figura No. 18 Abrir el programa ISIS.

Paso 3. Realizar el circuito electrónico que se desea elaborar en la máquina de control numérico computarizado CNC.

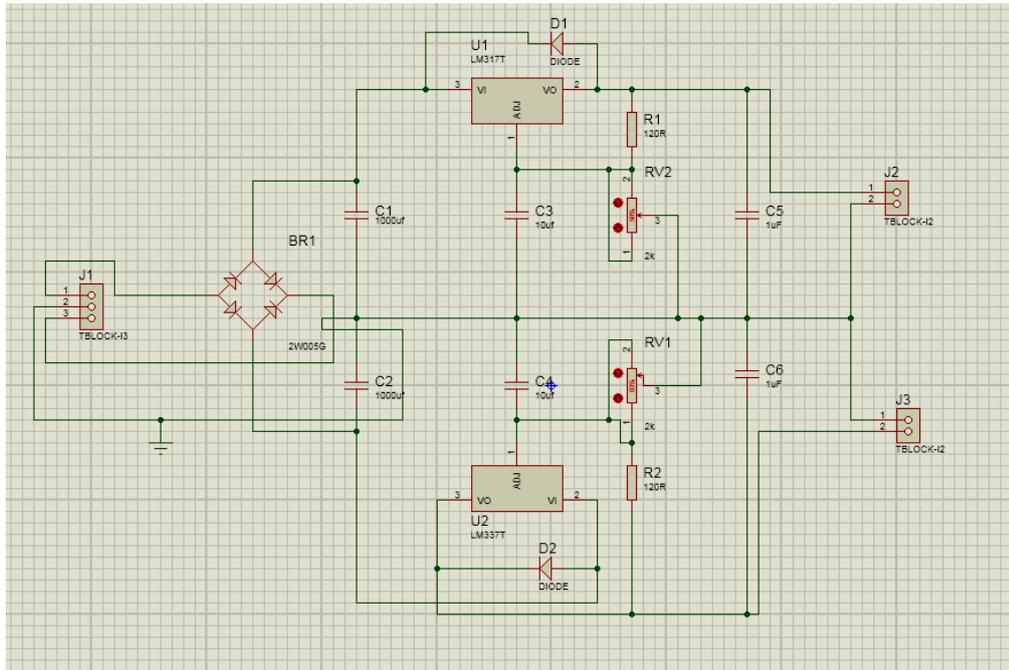


Figura No. 19 Realizar el circuito en el programa ISIS.

Paso 4. Terminado el circuito GUARDAR COMO en la carpeta ARCHIVOS ISIS con el nombre del circuito o práctica, sin cerrar la ventana de ISIS.

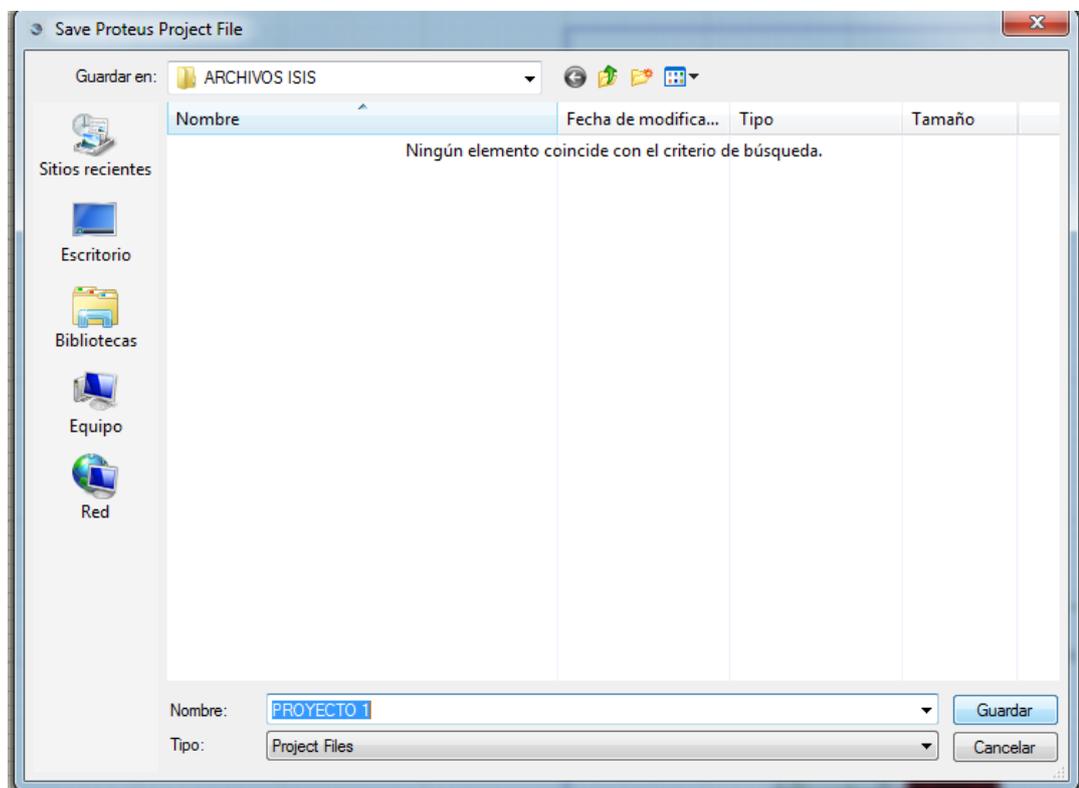


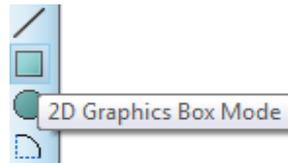
Figura No. 20 Guardar el proyecto que se realizó.

Paso 5. En el programa ISIS seleccionar el icono ARES.



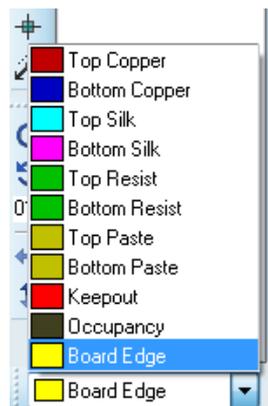
**Figura No. 21** Seleccionamos el programa ARES para la elaboración de la placa PCB.

Paso 6. Seleccionar el icono 2D Graphics Box Mode.



**Figura No. 22** Servirá para trazar el borde de la PCB.

Paso 7. Clic en Layer Selector y seleccionar la opción BOARD EDGE.



**Figura No. 23** Board Edge servirá para fijar el contorno de las PCB cuando realice el corte la CNC.

Paso 8. Realizar el borde al circuito que será cortado en la máquina de control numérico computarizado CNC.



**Figura No. 24** Dimensionar el tamaño que se utilizara para la fabricación del circuito electrónico.

Paso 9. Dar un Clic en COMPONENT MODE.



Figura No. 25 Muestra el listado de los elementos utilizados para la elaboración del circuito electrónico.

Paso 10. Seleccionar los elementos y ubicar en el interior del borde realizado según corresponda el diseño.

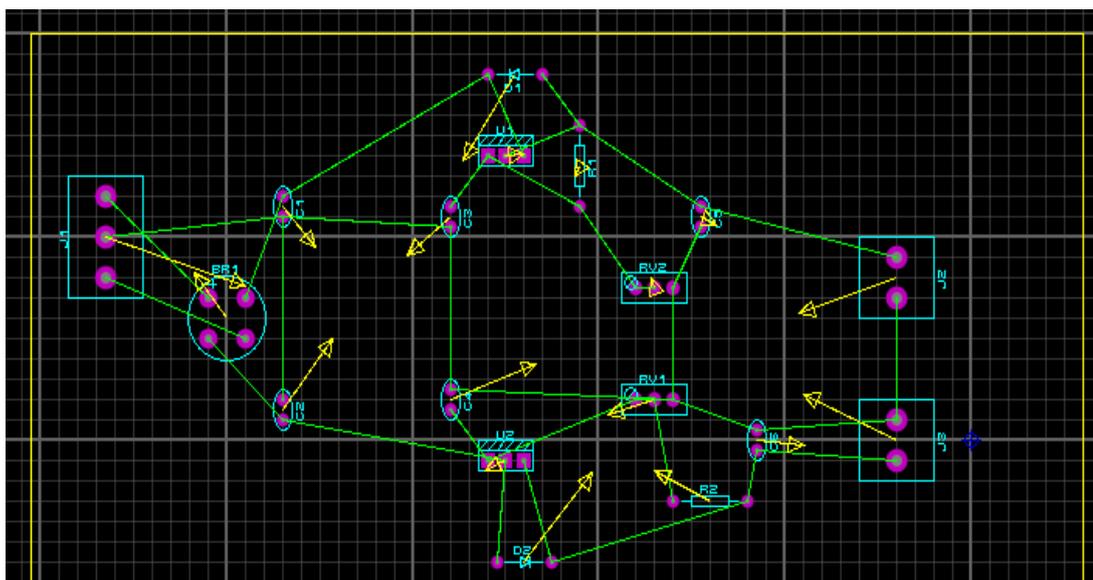
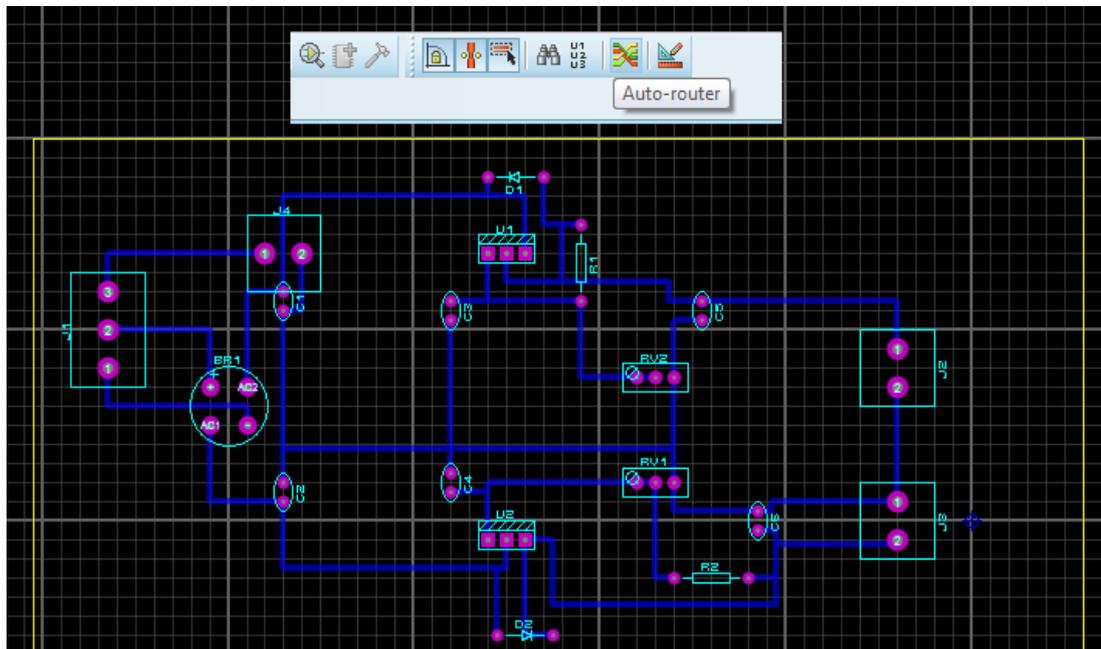


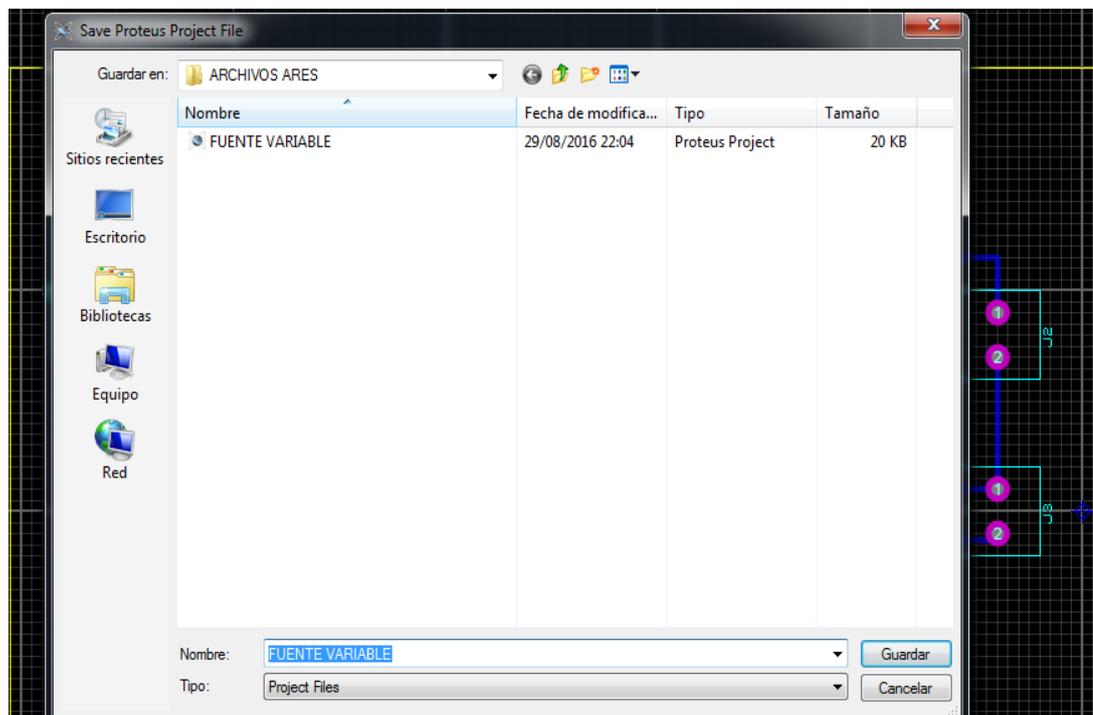
Figura No. 26 Ubicación de los elementos en el programa ares según el diseño correspondiente.

Paso 11. Una vez ubicado los elementos, seleccionar el icono AUTO-RUTER este permite elaborar las pistas y conexión entre los elementos, clic en Begin ROUTING.



**Figura No. 27 El programa ARES se encarga de realizar las diferentes pistas del circuito electrónico.**

Paso 12. Una vez terminado el ROUTING del programa guardar, GUARDAR COMO en la carpeta ARCHIVOS ARES sin cerrar la ventana.



**Figura No. 28 Guardar el proyecto con otro nombre o con el mismo nombre que guardo en ARCHIVOS ISIS.**

Paso 13. En la barra de herramientas seleccionar OUTPUT y seleccionar la opción GENERATE GERBER/EXCELLON FILES, clic YES, Automáticamente se genera un código y cerrar.

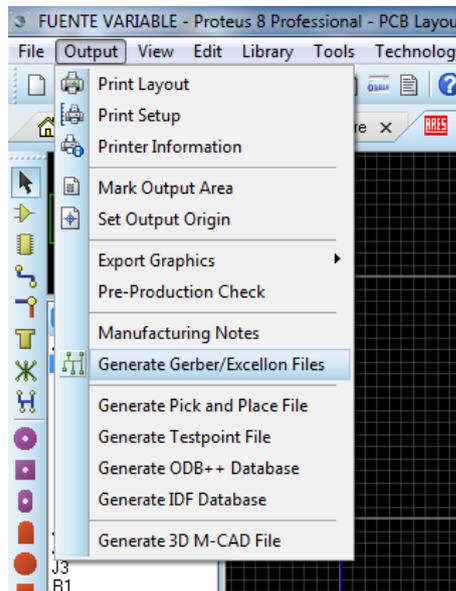


Figura No. 29 Permite generar el código para el software COPPER CAM.

Paso 14. Se abre una pantalla con el nombre de CAD/CAM y seleccionar en LAYERS/ ARTWORKS las opciones BOTTOM COPPER y EDGE, como lo indica la imagen.

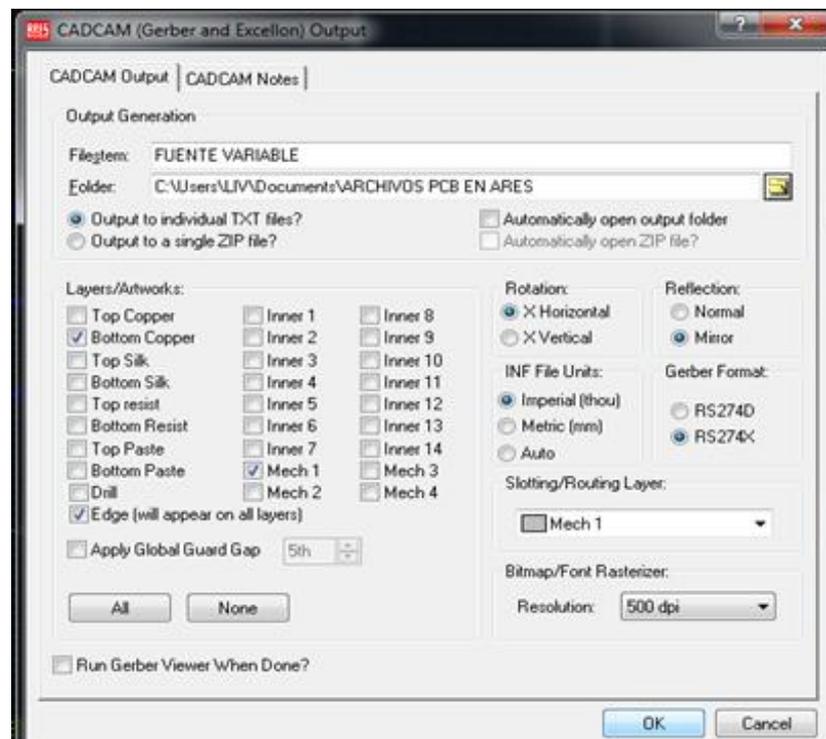
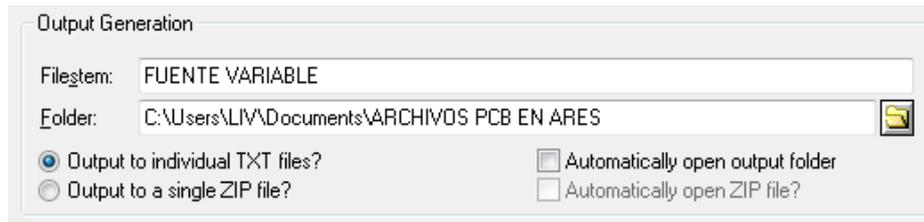


Figura No. 30 Las opciones seleccionadas permiten trabajar en el software COPPER CAM.

Paso 15. El archivo se guarda en la carpeta ARCHIBO PBC EN ARES y clic en OK y cerramos el programa Proteus 8 Professional.



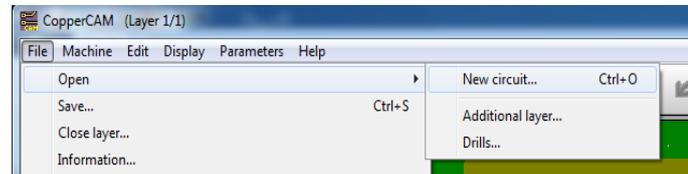
**Figura No. 31 Guardar el proyecto con el nombre utilizado en los archivos ISIS y archivos ARES.**

Paso 16. En el escritorio abrir el programa COPPER CAM.



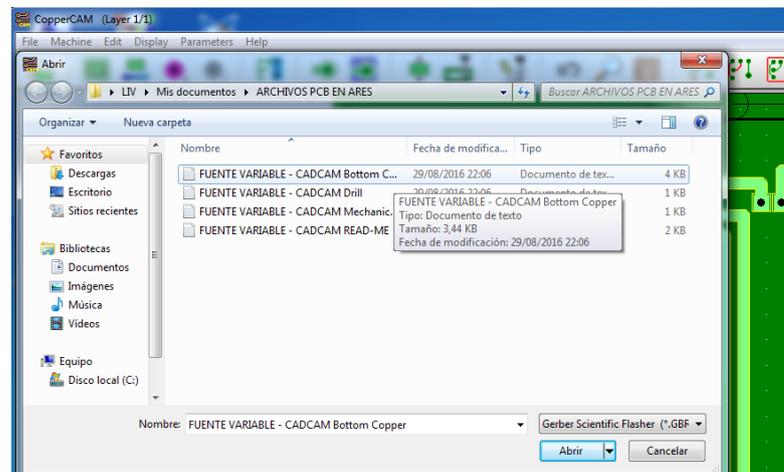
**Figura No. 32 Software para diseñar la PCB pines y pistas.**

Paso 17. En la barra de herramientas seleccionar FILE seguidamente de OPEN y en NEW CIRCUIT.



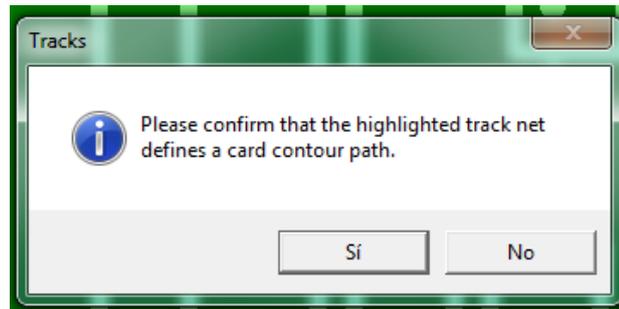
**Figura No. 33 Abrir el circuito guardado en PCB ARES.**

Paso 18. Buscar la carpeta ARCHIVOS PBC EN ARES y seleccionar el archivo con la opción CADCAM BOTTOM COPPER, por ultimo clic en abrir.



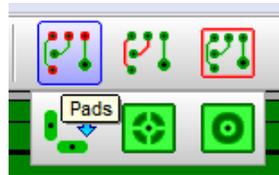
**Figura No. 34 Seleccionar el nombre proyecto y abrir.**

Paso 19. Se desplegará una ventana con el nombre TRACKS y Clic en la opción SI. Este habilitará el borde de cortado de la placa.



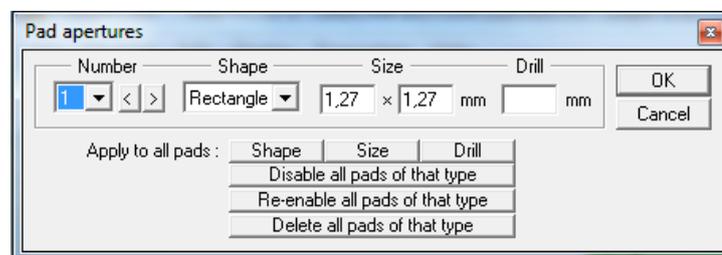
**Figura No. 35** Habilitación del borde de nuestro circuito electrónico.

Paso 20. Seleccionar la opción PADS.



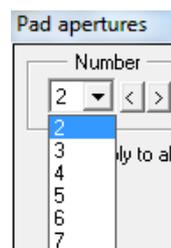
**Figura No. 36** Elabora todos los terminales de nuestro circuito.

Paso 21. Se desplegará una ventana PAD APERTURES y de forma automática se seleccionará parte de los terminales del circuito.



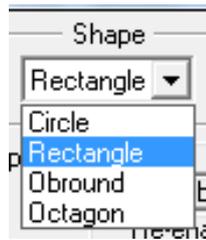
**Figura No. 37** Herramientas para elaborar los terminales del circuito electrónico.

Paso 22. En la ventana PAD APERTURES, tenemos la opción de NUMBER, SHAPE, SIZE Y DRILL NUMBER. Seleccionar los diferentes terminales que tenemos en nuestro circuito.



**Figura No. 38** Permite seleccionar los diferentes terminales existentes del circuito electrónico.

SHAPE. Permite cambiar de forma a los terminales del circuito.



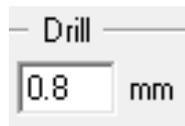
**Figura No. 39** Cambia de forma a nuestros terminales del circuito electrónico.

SIZE. Sirve para aumentar o disminuir el tamaño de los pines.



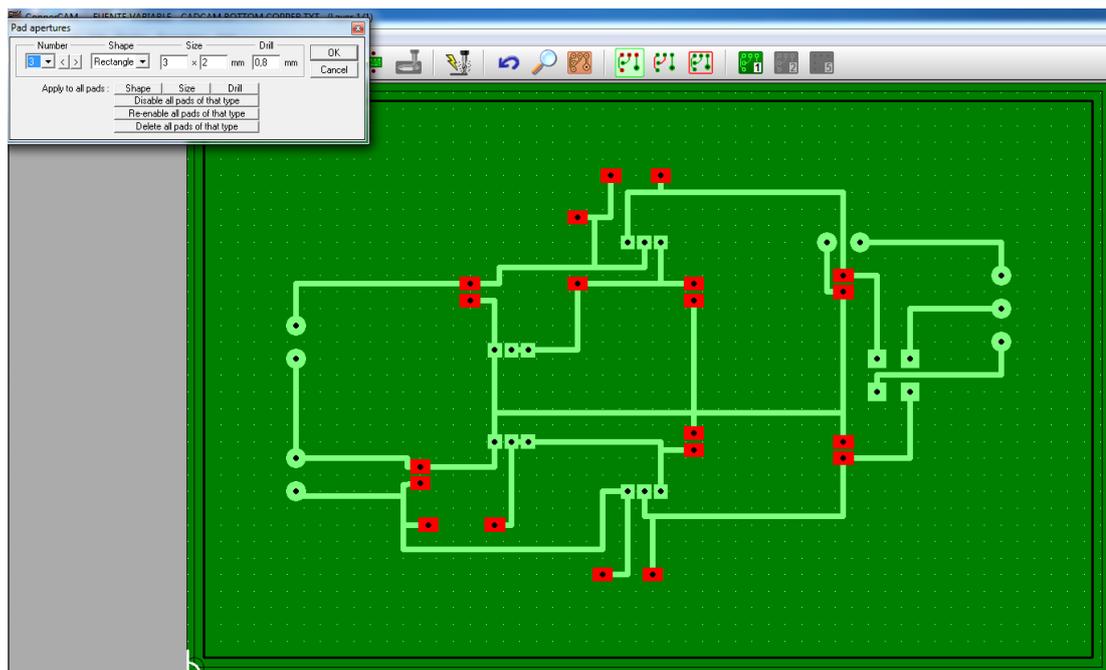
**Figura No. 40** Dimensiona el terminal del circuito electrónico.

DRILL. Permite dimensionar la perforación con el taladro y para finalizar en el botón OK.



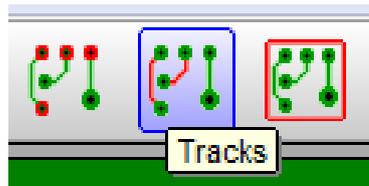
**Figura No. 41** Define el orificio del terminal del circuito electrónico.

Finalización del circuito electrónico.



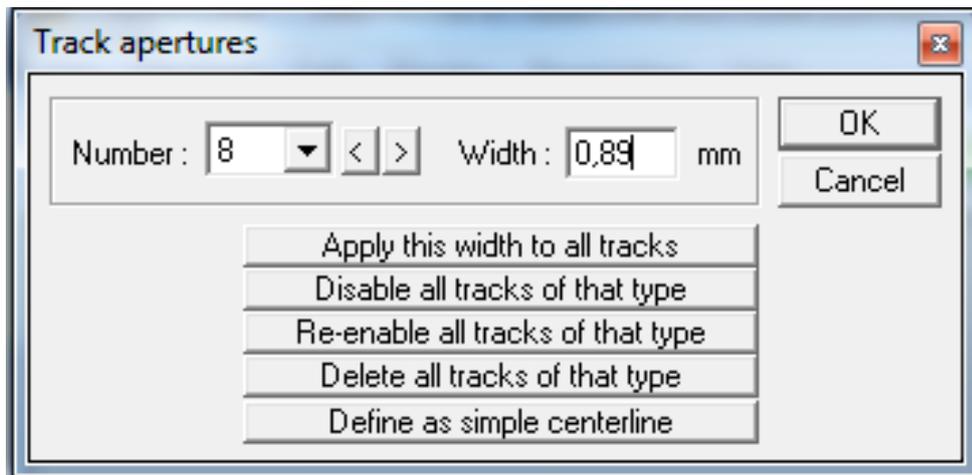
**Figura No. 42** Terminales terminados del circuito electrónico.

Paso 23. Seleccionar la opción TRACK.



**Figura No. 43** Selecciona las pistas que une los terminales de los elementos del circuito electrónico.

Paso 24. Se desplegará una ventana TRACK APERTURES y automáticamente selecciona parte de las pistas del circuito.



**Figura No. 44** Permite dimensionar las pistas de nuestro circuito.

Paso 25. En la ventana TRACK APERTURES, tenemos la opción de NUMBER y WIDTH NUMBER, que permite seleccionar las diferentes pistas que tenemos en el circuito, si estas existieran.



**Figura No. 45** Selecciona las diferentes pistas del circuito electrónico.

WIDTH. Dimensiona el grosor de la pista y para finalizar en OK.



**Figura No. 46** Permite dimensionar el ancho de las diferentes pistas del circuito electrónico.

Finalización de la placa.

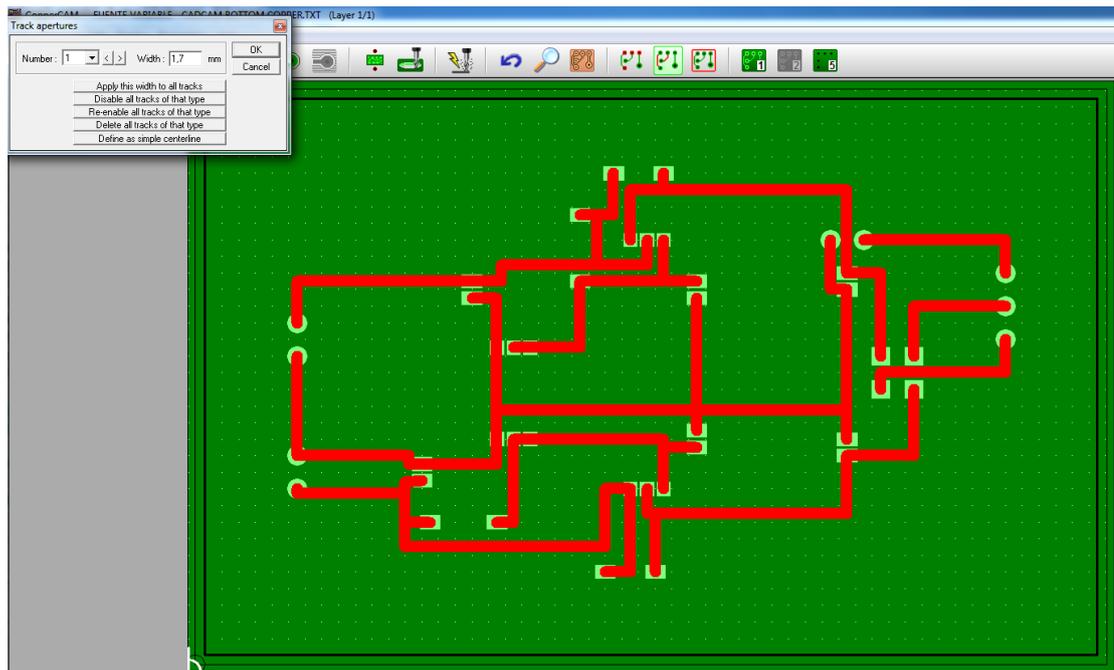


Figura No. 47 Pistas terminadas del circuito electrónico.

Paso 26. Seleccionar en la opción CALCULATE CONTOURS.

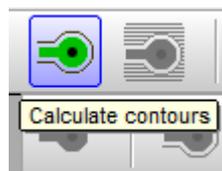


Figura No. 48 Plasma el contorno de las pistas.

Paso 27. Se desplegará una ventana SET CONTOURS.

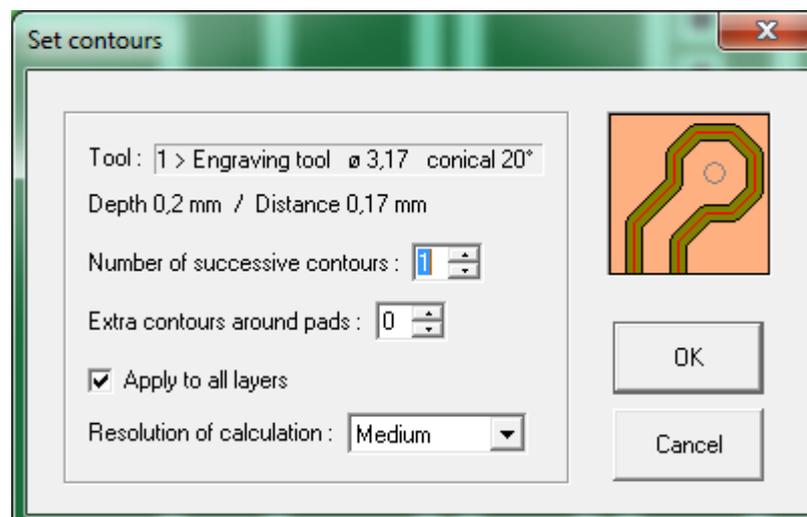
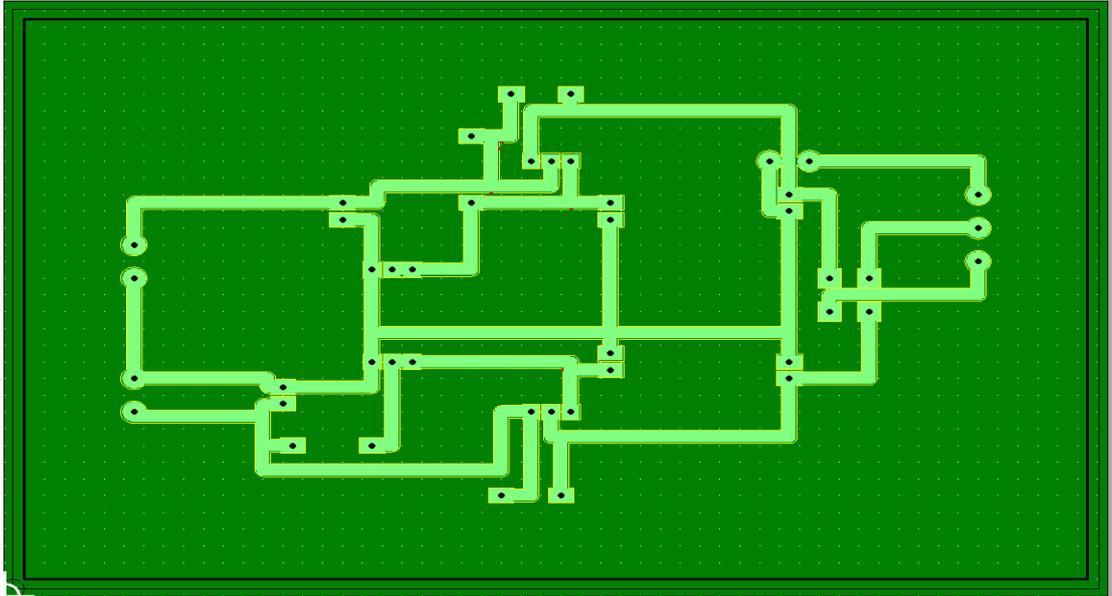


Figura No. 49 Muestra el número en que el ENGRAVING TOOL pasara diseñando cada pista.

Paso 28. En la opción Number of Successive Contours, seleccionar el número 1 que es normal, esta opción permite que la fresadora pase por una sola vez en todo el circuito o las veces que el usuario desee, por último en OK.



**Figura No. 50** Las líneas amarillentas son por donde va a engravar las pistas.

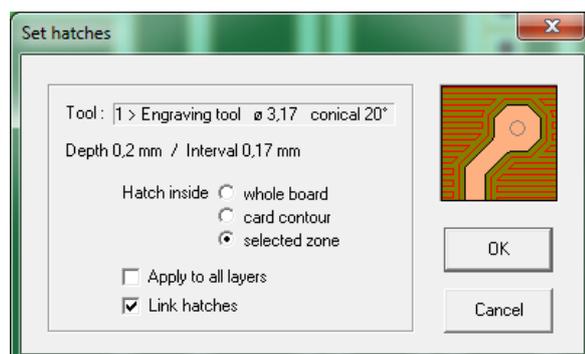
Paso 29. Si se desea quitar gran parte del cobre de un elemento electrónico siga los siguientes pasos caso contrario seguir al paso 33.

Paso 30. Seleccione la opción CALCULATE HATCHES.



**Figura No. 51** Este permite elaborar placas totalmente solo en pistas.

Se Desplegará una ventana SET HATCHES y clic en la opción SELECTED ZONE y OK



**Figura No. 52** Selecciona la zona en donde engravara todo el cobre.

Paso 31. Seleccionar la parte que desee quitar gran parte del cobre del elemento.

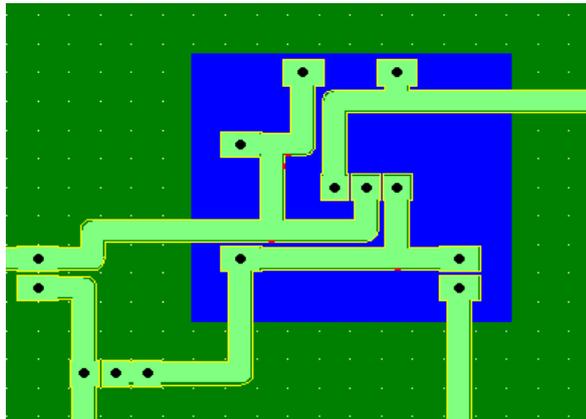


Figura No. 53 En la parte azul engravar el cobre.

Paso 32. Para ver el avance del circuito clic en la opción FINAL RENDERING.

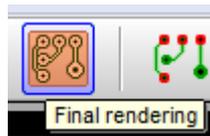


Figura No. 54 Permite ver cómo quedara el circuito electrónico.

Final de la placa del circuito electrónico.

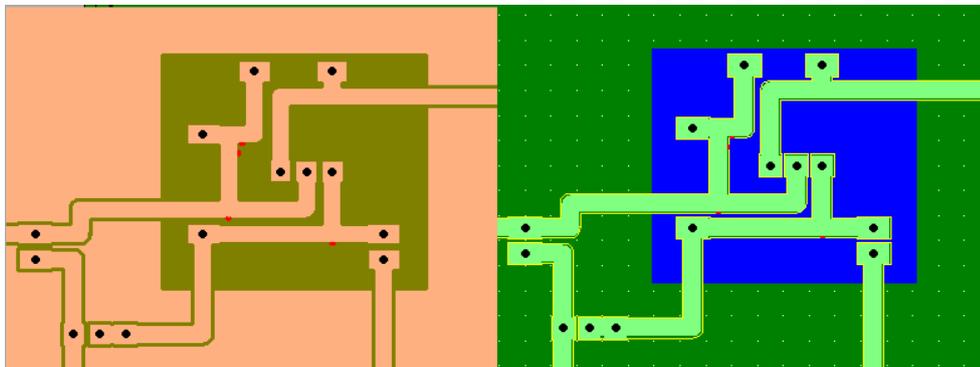


Figura No. 55 Parte final del engrava miento del circuito electrónico

Paso 33. Para el corte de todo el circuito, seleccionar la opción CARD CONTOUR y clic en la opción CUTING TABS.

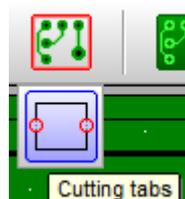


Figura No. 56 Permite definir el corte del borde de la placa de baquelita.

Paso 34. Se Desplegará una ventana SET CUTTING TABS y en la opción TAB WIDTH dar el valor de 0,5 mm, este valor es la dimensión de la cortadora y en OK.



Figura No. 57 El valor en el cual no se cortara la placa de baquelita.

Paso 35. Con la ayuda del mouse seleccionar en todo el contorno de color amarillo de la placa, los puntos en donde la máquina no cortara, después dar clic en la opción FINAL RENDERING para ver el avance del corte.

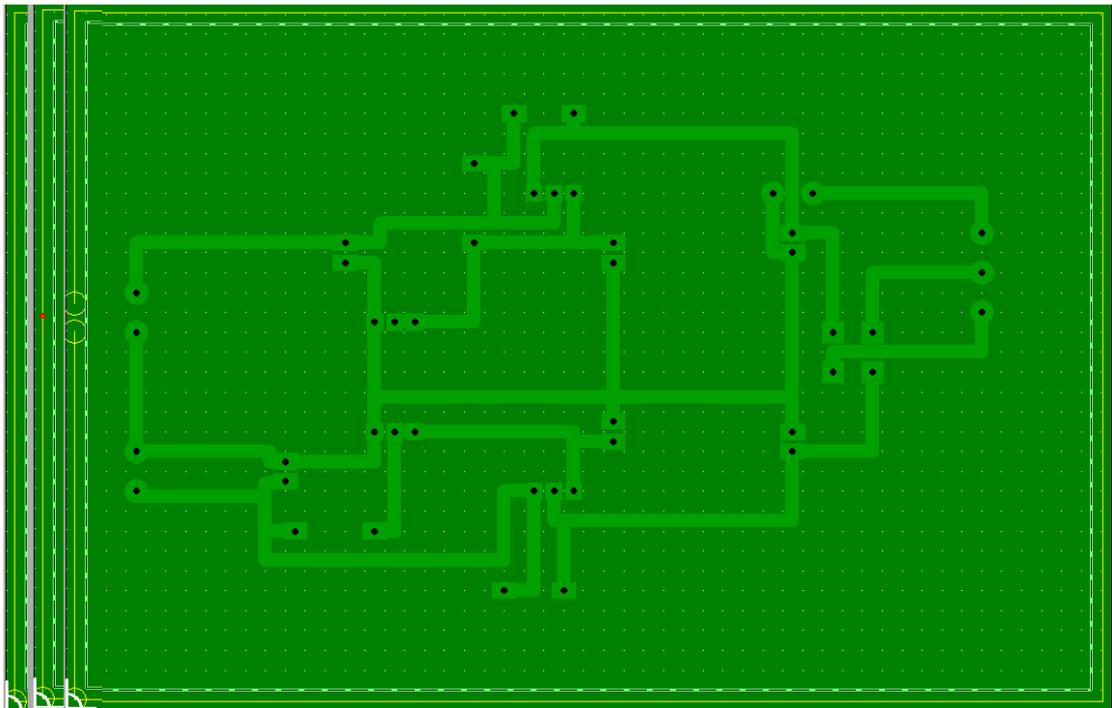


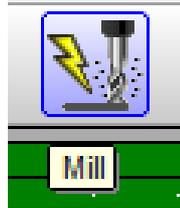
Figura No. 58 Seleccionar con un clic el borde en el cual la placa no será cortada.

Paso 36. Clic en la Opcion Layer # 1.



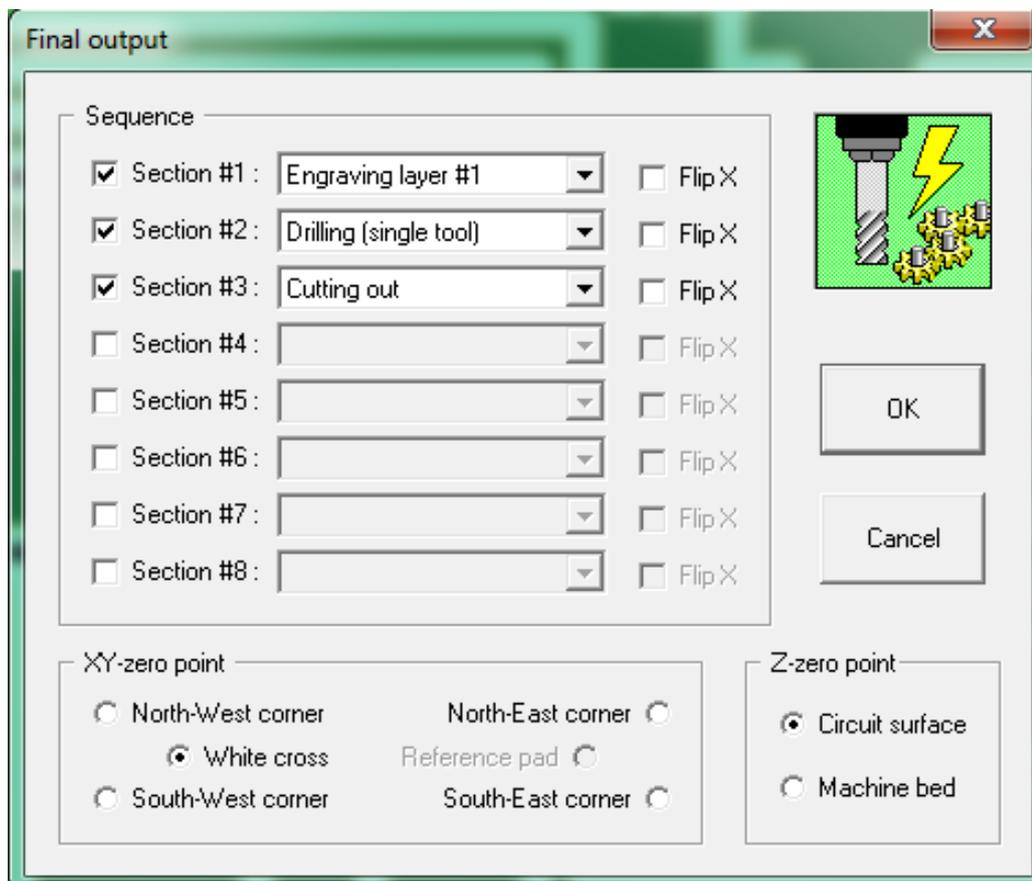
Figura No. 59 Permite salir del borde una vez terminado de seleccionar por donde no se cortara.

Paso 37. Clic en la opción MILL.



**Figura No. 60** Selecciona el orden de las herramientas que se utilizará para elaborar la PCB.

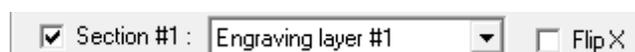
Paso 38. Se Desplegará una ventana FINAL OUTPUT en donde selecciona el orden en el que se va a elaborar la placa de circuito impreso.



**Figura No. 61** Para realizar circuitos electrónicos solo necesitamos las tres herramientas.

SECTION #1. ENGRAVING LAYER #1.

Esta opción permite que la fresadora realice el agravamiento de las pistas y pines del circuito electrónico.



**Figura No. 62** Sirve para engravar las pistas del circuito Electrónico.

## SECTION #2. DRILLING (SINGLE TOOL).

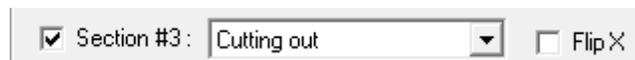
Esta opción permite que se realice las perforaciones en los diferentes pines del circuito electrónico.



**Figura No. 63 Sirve para realizar las perforaciones para los terminales del circuito electrónico.**

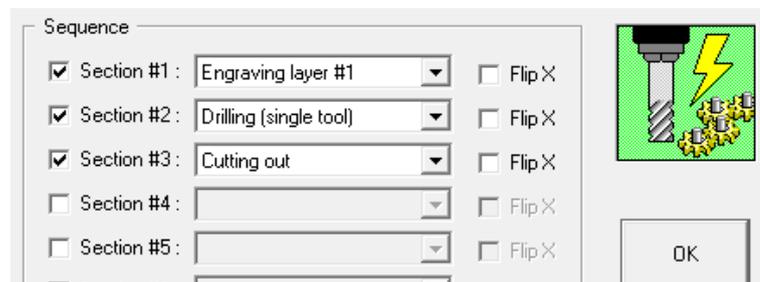
## SECTION #3. CUTTING OUT.

Esta opción permite realizar el corte de toda la placa del el circuito electrónico.



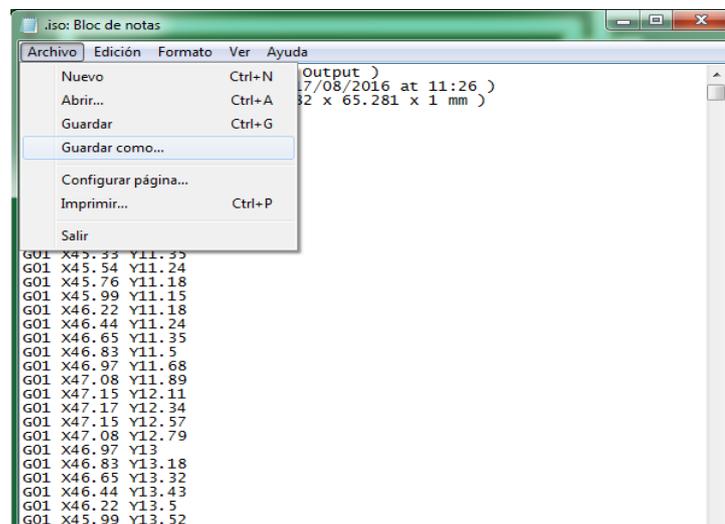
**Figura No. 64 Sirve para cortar el borde trazado en el circuito electrónico.**

Paso 39. Para finalizar en el botón OK.



**Figura No. 65 El orden en que la máquina trabajara al momento de realizar las PCB.**

Paso 40. Se genera el CODIGO G en donde dar CLIC EN ARCHIVO.



**Figura No. 66 Genera el código G para la elaboración de las PCB.**

Paso 41. GUARDAR COMO y seleccionar la carpeta ARCHIVOS CODIGO G dar un nombre y guardamos el archivo, cerrar todas la ventanas.

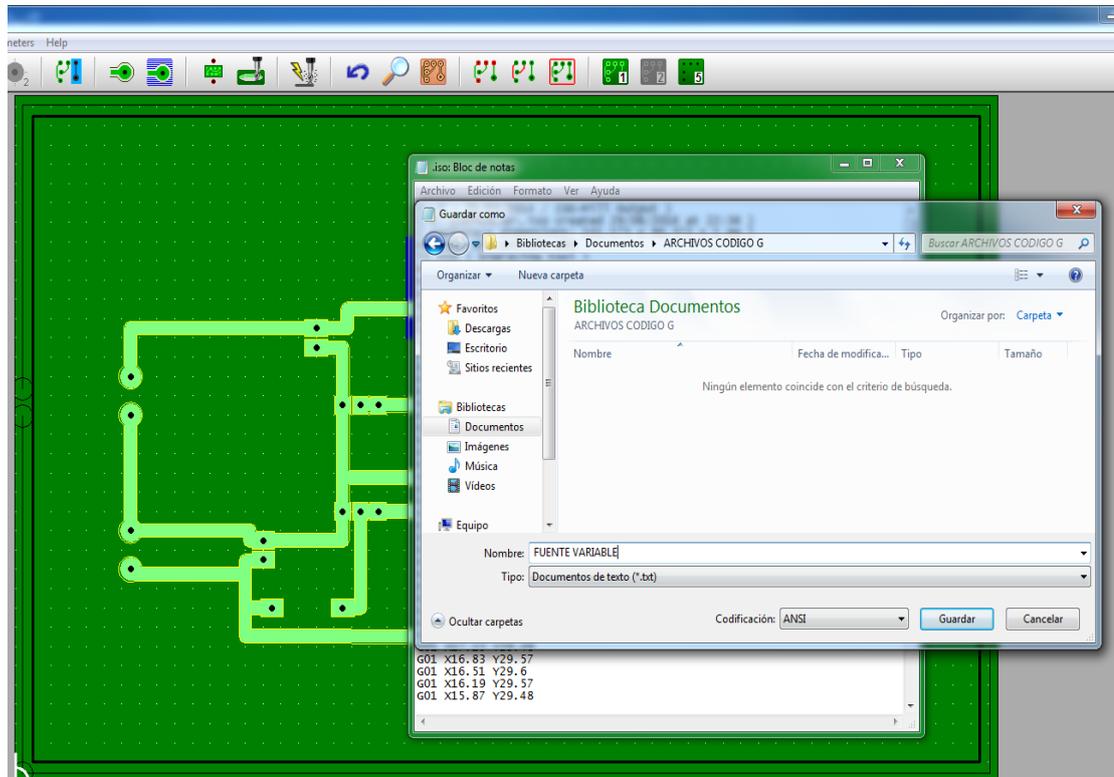


Figura No. 67 Guardar el archivo con el mismo nombre que se guardó en los archivos ISIS y ARES.

Paso 42. Revisar si la máquina está conectada al computador.



Figura No. 68 Conectar el puerto paralelo.

Paso 43. Para conectar la máquina de control numérico computarizado CNC al computador conectar el puerto paralelo como lo indica la imagen.



Figura No. 69 Conexión de la CNC con el computador.

Paso 44. Ver si cada uno de las salidas y entradas de la máquina están conectadas correctamente, para esto se debe verificar si cada conector coincide con la misma letra.



Figura No. 70 Verificar las entradas y salidas de la CNC.

Paso 45. En el escritorio abrir el programa MACH3MILL.



Figura No. 71 Mach 3 software que permite trabajar con la CNC.

Paso 46. Clic en la opción LOAD G-CODE.

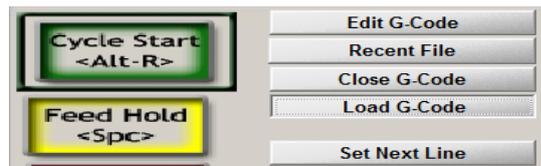


Figura No. 72 Carga el archivo del código G guardado.

Paso 47. Se Desplegará una ventana para buscar el archivo que está guardado en ARCHIVOS CODIGO G y seleccionar el archivo guardado y abrir.

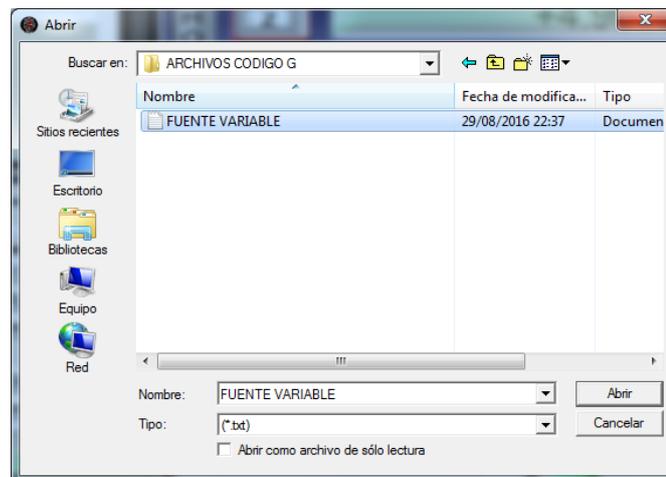


Figura No. 73 Buscar el archivo guardado y abrir.

Paso 48. En la ventana se desplegará todo el CODIGO G, el mismo que ayudará a la elaboración de la placa.

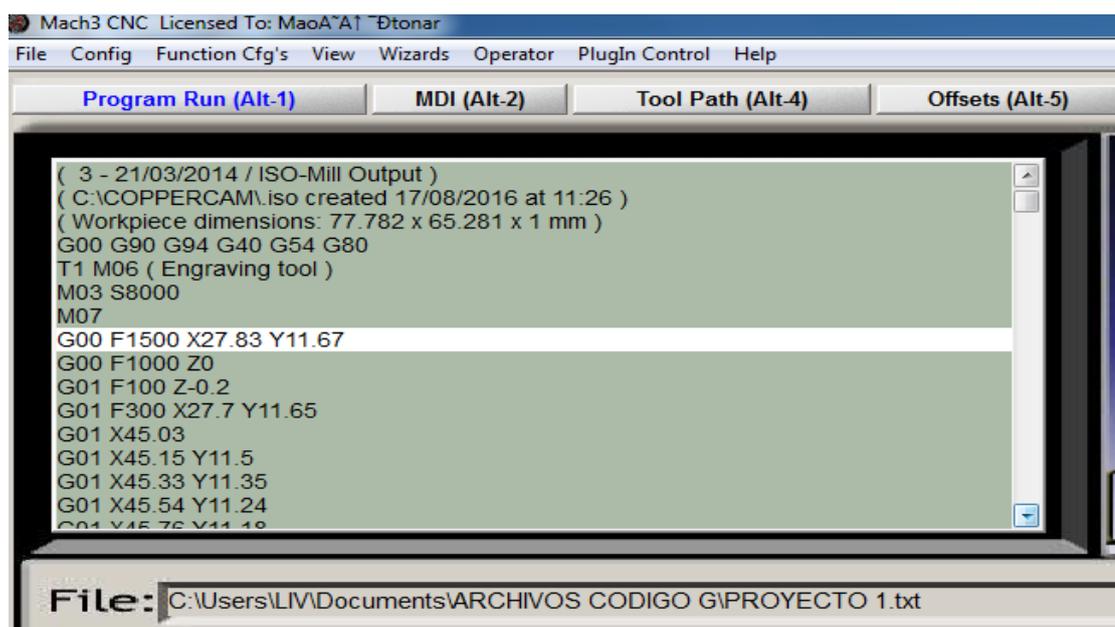


Figura No. 74 Se desplegará en la pantalla principal el código G.

Paso 49. Encender la máquina de control numérico computarizado CNC, POWER.



Figura No. 75 POWER interruptor para encender la máquina CNC.

Paso 50. Dar un clic en RESET, una vez dado clic se pondrá en marco de color verde.



Figura No. 76 Clic para que la máquina empiece a funcionar.

Paso 51. Con la ayuda del teclado podemos generar movimiento a la CNC.

EJE X. IZQUIERDA y DERECHA

EJE Y. ARRIBA y ABAJO

EJE Z. REG PAG sube el encoder, AV PAG baja el encoder

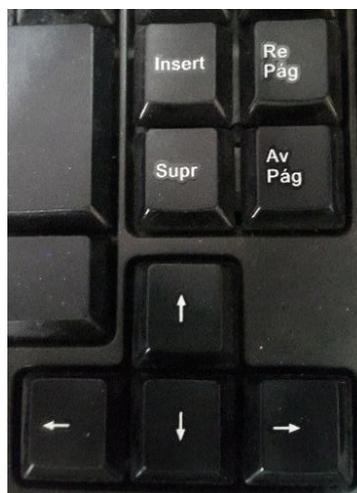
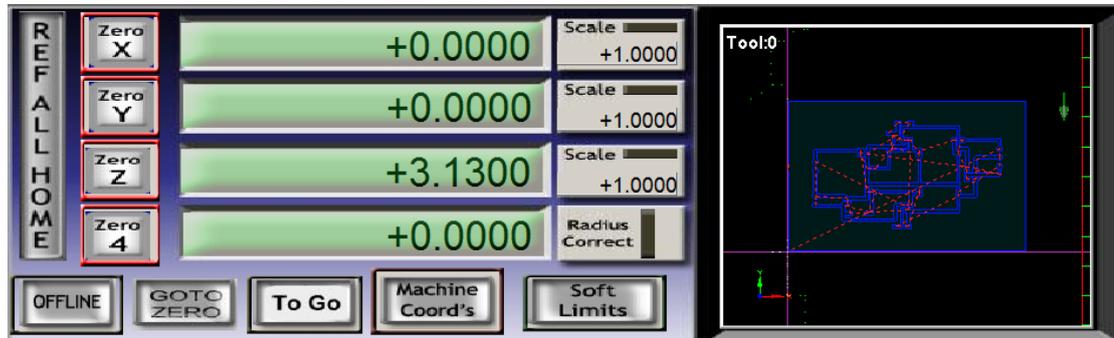


Figura No. 77 Permite el movimiento del encoder en los tres ejes X, Y y Z.

Paso 52. Con la ayuda del teclado fijar la CNC en el borde del circuito (parte azul) con referencia a la placa de baquelita y con la ventada REF ALLHOME colocar en cero al dar clic en ZERO X, ZERO Y, ZERO Z.



**Figura No. 78 Fijar el encoder según el tamaño de la placa de baquelita para empezar a trabajar.**

Paso 53. Una vez fijado la CNC, procedemos a colocar en el encoder ENGRAVING TOOL es una punta cónica de 20°.



**Figura No. 79 Para el Engrava miento de pistas del circuito electrónico se coloca una punta cónica de 20°.**

Paso 54. Colocar en el encoder con la ayuda de sus respectivas herramientas y asegurar.



**Figura No. 80 Con las herramientas se ajusta la punta cónica de 20°.**

Paso 55. Con la ayuda de las teclas RE PAG y AV PAG bajar el encoder hasta que la punta cónica de 20° quede a 1 mm de distancia con la placa.



Figura No. 81 Para fijar la punta cónica solo debe existir movimiento en el eje z.

**Nota:** Para los siguientes pasos de calibración de las herramientas realizar con el encoder encendido a una velocidad conveniente para evitar dañar la herramienta.



Figura No. 82 La punta cónica debe estar a 1mm de la placa de baquelita.

Paso 56. Una vez puesta la punta cónica cerca de la placa, seleccionar en el programa la opción ZERO Z sin modificar ZERO X y ZERO Y.

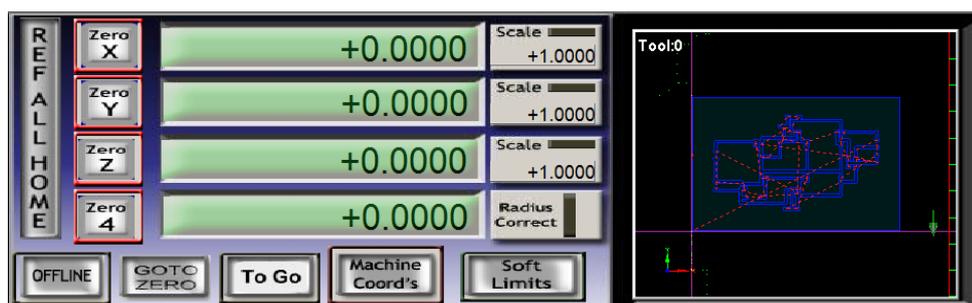


Figura No. 83 Una vez fijado ZERO Z y que todos los ejes estén en cero. Levantar un poco el eje Z.

Paso 57. En el programa seleccionar la opción CYCLE STAR.



Figura No. 84 Para empezar a correr el programa, código G.

Paso 58. Saldrá un aviso en TOOL INFORMATION en el cual dice si la herramienta 1 punta cónica 20° está cargada, en este caso ya está cargada.



**Figura No. 85 Información para que la herramienta 1 sea cargada.**

Paso 59. Activar el encoder interruptor SPINDLE y generar velocidad de rotación con el variador a un nivel medio.

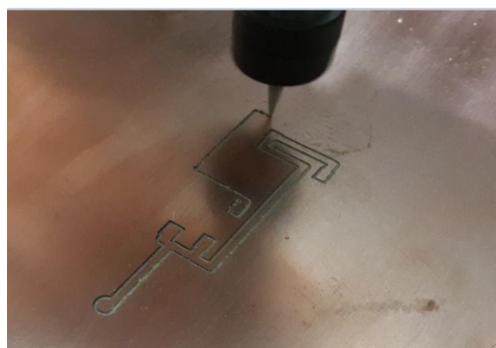


**Figura No. 86 Encender interruptor Spindle y generar velocidad media al encoder.**

Paso 60. Una vez revisado que está cargada la herramienta 1, damos nuevamente clic en CYCLE START y empieza a ejecutar el programa.



**Figura No. 87 Empieza a trabajar la máquina CNC para la elaboración de las PCB.**



**Figura No. 88 Programa de engravado en funcionamiento.**

Paso 61. La máquina automáticamente se detiene y en la pantalla en TOOL INFORMATION pide ingresar la herramienta 3 que es DRILLING TOOL DE 0,8 mm.



Figura No. 89 Insertar la herramienta 3 que es la broca de 0,8mm.

Paso 62. Para cambiar de herramienta se disminuye totalmente la velocidad del encoder y desactivar el interruptor SPINDLE.



Figura No. 90 Disminuir la velocidad y apagar el Spindle.

Paso 63. No realizar ningún cambio en los ejes ZERO X, ZERO Y, solo en el ZERO Z.

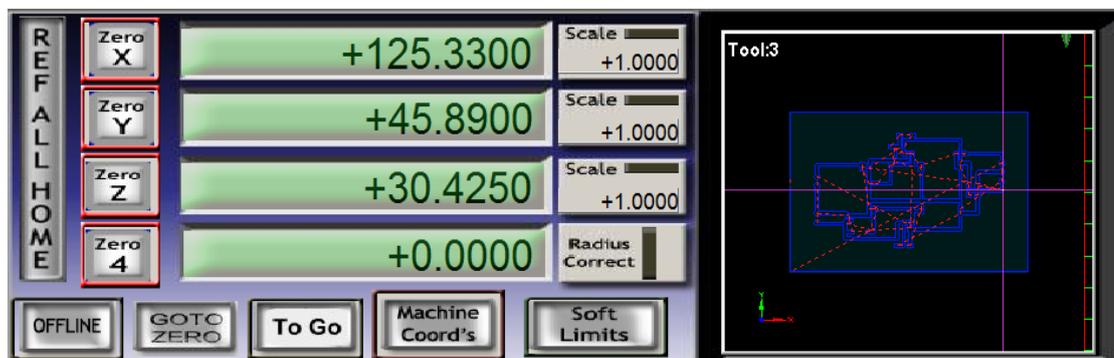


Figura No. 91 No realizar ningún cambio en el eje X y en eje Y.

Paso 64. En el programa con la ayuda del teclado RE PAG y AV PAG, subir o bajar el encoder para sacar la herramienta PUNTA CONICA 20° y colocar el DRILLING TOOL DE 0,8 mm.



**Figura No. 92 Movimiento en el eje Z para poder desmontar herramienta 1 e instalar la herramienta 3.**

Paso 65. Colocar la herramienta 3 DRILLING TOOL DE 0,8 mm y asegurar.



**Figura No. 93 Con las herramientas asegurar la broca de 0,8mm.**

Paso 66. Con la ayuda de la tecla AV PAG bajar cuidadosamente el encoder hasta que la punta del DRILLING quede a -0.5 mm de la placa.

Mantener el eje X y eje Y, generar movimiento solo en el eje Z.



**Figura No. 94 Fijar la punta a -0.5 mm de la placa de baquelita.**

Paso 67. En la pantalla en la opción REF ALL HOME, ubicarse en ZERO Z y fijar en cero dándole un clic.

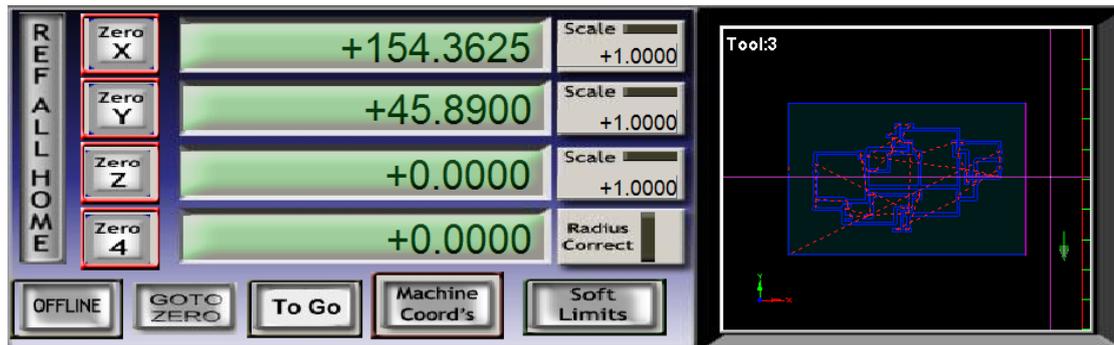


Figura No. 95 Fijar ZERO Z cuando la punta de la broca este a -0,5mm y no modificar ZERO X y ZERO Y.

Paso 68. Una vez cambiado la herramienta activamos el interruptor SPINDLE y con el variador de velocidad generar una velocidad media al encoder.



Figura No. 96 Encender y generar velocidad media al encoder

Paso 69. En la pantalla clic en la opción CYCLE START y empieza a realizar las perforaciones.



Figura No. 97 Empieza a realizar las perforaciones.

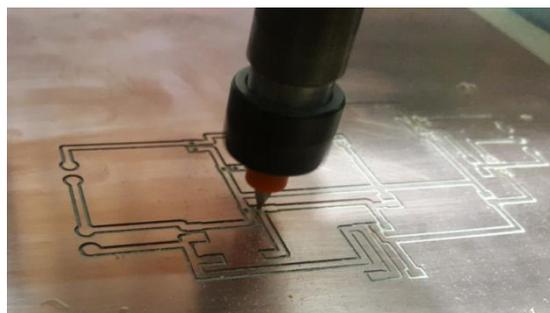


Figura No. 98 Programa de drilling en funcionamiento.

Paso 70. La máquina automáticamente se detiene y en la pantalla en TOOL INFORMATION pide ingresa la herramienta 2 que es BASIC CUTTER CYLINDRICAL.



Figura No. 99 Pide insertar la herramienta dos que es la cortadora.

Paso 71. Para cambiar la herramienta se disminuye totalmente la velocidad del encoder y desactivar el interruptor SPINDLE.



Figura No. 100 Disminuir la velocidad y apagar el Spindle.

Paso 72. No realizar ningún cambio en los ejes ZERO X, ZERO Y, solo en el ZERO Z.

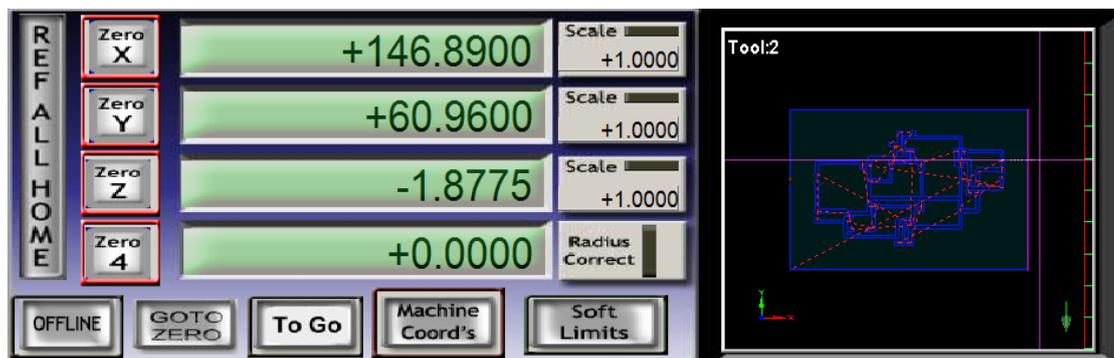


Figura No. 101 No realizar ningún cambio en el eje X y en eje Y.

Paso 73. En el programa con la ayuda del teclado RE PAG y AV PAG, subir o bajar el encoder para desmontar la herramienta DRILLING TOOL DE 0,8 mm y colocar la herramienta CYLINDRICAL



**Figura No. 102** Movimiento en el eje Z para poder desmontar herramienta 3 e instalar la herramienta 2.

Paso 74. Colocar la herramienta 3 BASIC CUTTER CYLINDRICA y asegurar.



**Figura No. 103** Con la ayuda de las herramientas asegurar la cortadora.

Paso 75. Con la ayuda de la tecla AV PAG bajar cuidadosamente el encoder hasta que la punta del CYLINDRICAL quede a -0.5 mm de la placa.



**Figura No. 104** Fijar la punta a -0.5 mm de la placa de baquelita.

Paso 76. En la pantalla en la opción REF ALL HOME, ubicarse en ZERO Z y fijar en cero dándole un clic.



Figura No. 105 Fijar ZERO Z cuando la punta de la cortadora este a -0,5mm y no modificar ZERO X y ZERO Y, después levantar un poco el eje Z.

Paso 77. Una vez cambiado la herramienta activar el interruptor SPINDLE y con el variador de velocidad generar una velocidad media al encoder.



Figura No. 106 Encender y generar velocidad media al encoder.

Paso 78. En la pantalla clic en la opción CYCLE START y empieza a realizar los cortes de la placa.

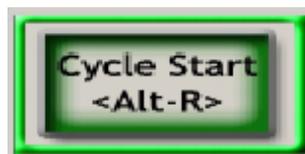


Figura No. 107 Permite realizar el corte de la placa de baquelita.

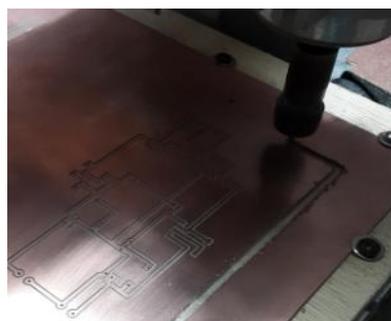


Figura No. 108 Programa de cortar en funcionamiento.

Paso 79. Una vez realizado el corte la máquina automáticamente se detiene.



Figura No. 109 El programa ha terminado.

Paso 80. Disminuir totalmente la velocidad del encoder y desactivar el interruptor SPINDLE.



Figura No. 110 Reducir la velocidad del encoder y apagar el spindle.

Paso 81. Desmontar la herramienta y con la ayuda del teclado, movilizar a la CNC a un espacio fuera de la placa realizada.

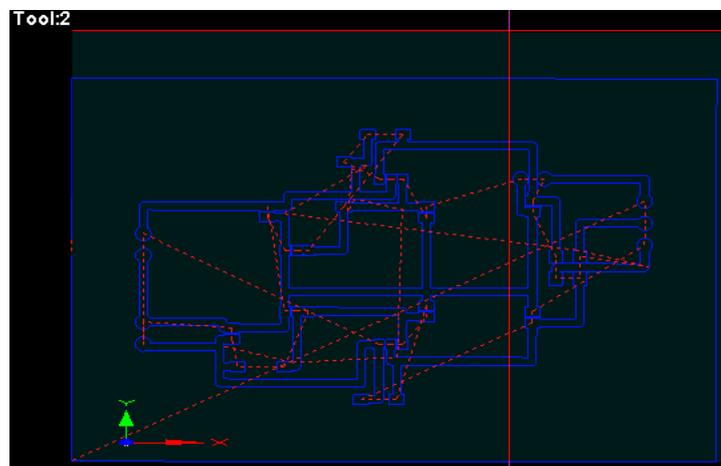
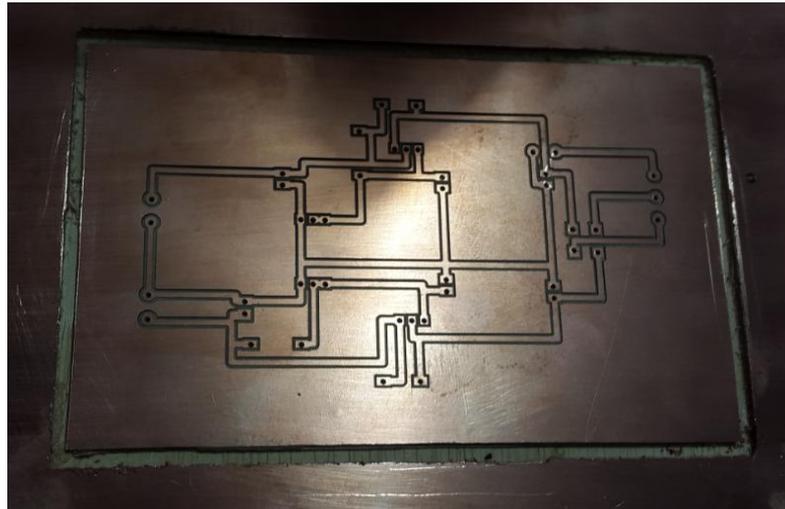


Figura No. 111 Generar movimiento en EJE Z y retirar la herramienta 2 y mover todos sus ejes para que la placa elaborada quede libre.

Paso 82. Retirar la placa impresa.



**Figura No. 112 Placa terminada.**

Paso 83. Soldar los elementos en la placa terminada.



**Figura No. 113 Circuito electrónico terminado.**

Paso 83. Apagar la computadora y CNC.

### **Análisis:**

Las placas elaboradas en la CNC, son tal cual se lo diseño en ares, los elementos caben perfectamente en cada uno de los pines y las pistas de cobre están totalmente aisladas.

### **Resultado de aprendizaje:**

Diseñar y elaborar circuitos electrónicos de una forma rápida y segura con la ayuda de la máquina de control numérico computarizado.

**Conclusiones:**

- El proyecto es de gran importancia pues para todo proyecto en electrónica es imprescindible una fuente de alimentación ya que existen circuitos que funcionan a diferentes voltajes.
- Al realizar la simulación en el programa ISIS del circuito apreciamos su funcionamiento y en el programa ARES dimensionamos el tamaño de la PCB.
- El uso de placas circuitos impresos PCB realizadas en la máquina CNC nos facilita la tarea de integrar los componentes del circuito además de asegurarlos pues los mismos ya son soldados a la placa, además de que se pueden corregir simplemente extrayendo el componente malogrado.

**Recomendaciones:**

- Armar el circuito investigado en un protoboard para verificar su funcionamiento y simular con el software ISIS para posterior no tener problemas.
- Dimensionar el tamaño del circuito para tener en claro el porte de la baquelita que se utilizara, al momento de cambiar las herramientas en la máquina hacerlas con mucho cuidado.
- Seguir todos los pasos especificados en esta práctica para no tener problemas en la elaboración de las PCB.

### 3.2 Guía para fabricar shields para arduino

#### PRACTICA 2. SHIELDS ARDUINO MEGA

**Nombre:** Linderson Panchi

**Tema:** Elaboración de SHIELDS para Arduino MEGA

**Objetivos:**

- Simular los diferentes pines del arduino MEGA con la ayuda del Software ISIS y ARES para obtener un shields de arduino uno en placa de circuito impreso PCB
- Elaborar el shields con la ayuda de la máquina de control numérico computarizado CNC
- Realizar extensiones en el shields de pines para poder utilizar todos los puertos analógicos y digitales del Arduino MEGA

**Equipos y materiales:**

- Arduino MEGA
- Espadines para placas mixtas
- Placas de baquelita

**Trabajo preparatorio:**

Descargar librerías de arduino para el software ISIS, Tener conocimiento acerca de los Software ISIS y ARES

## Desarrollo:

Paso 1. Abrir el programa Proteus 8 Professional.

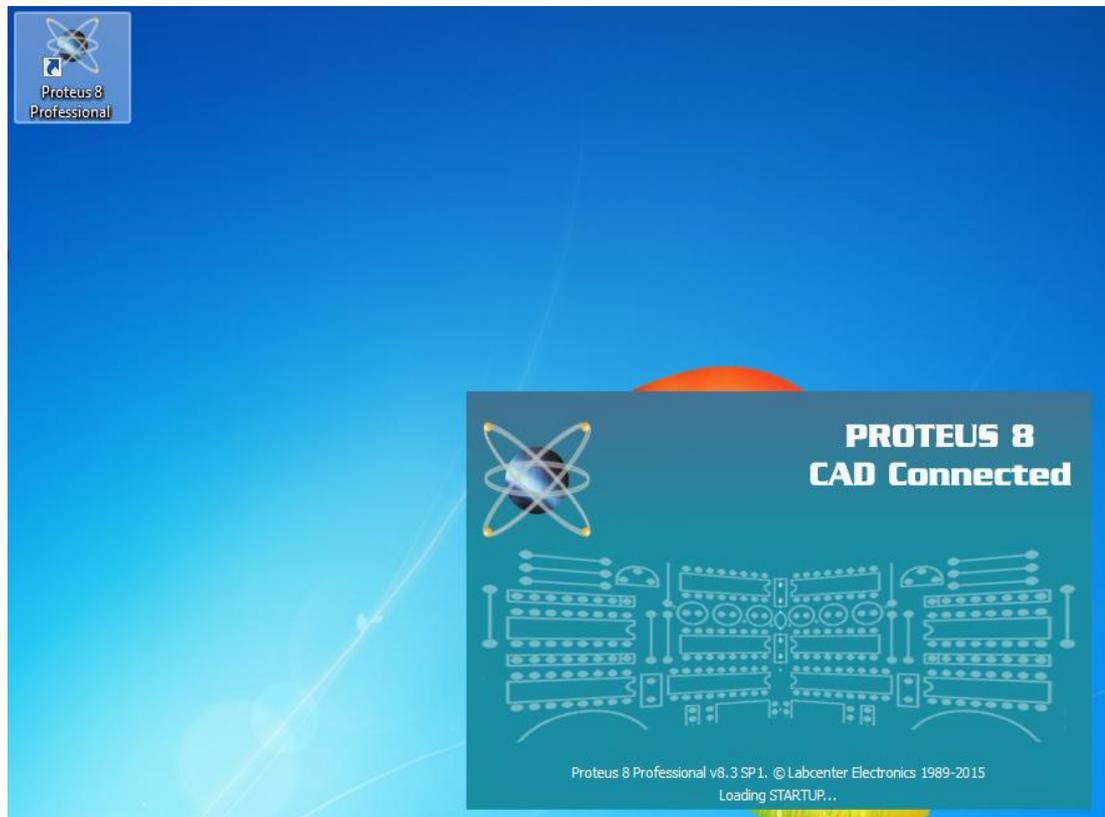


Figura No. 114 Ejecución del Programa Proteus 8 Professional.

Paso 2. Seleccionar en el icono ISIS y clic.

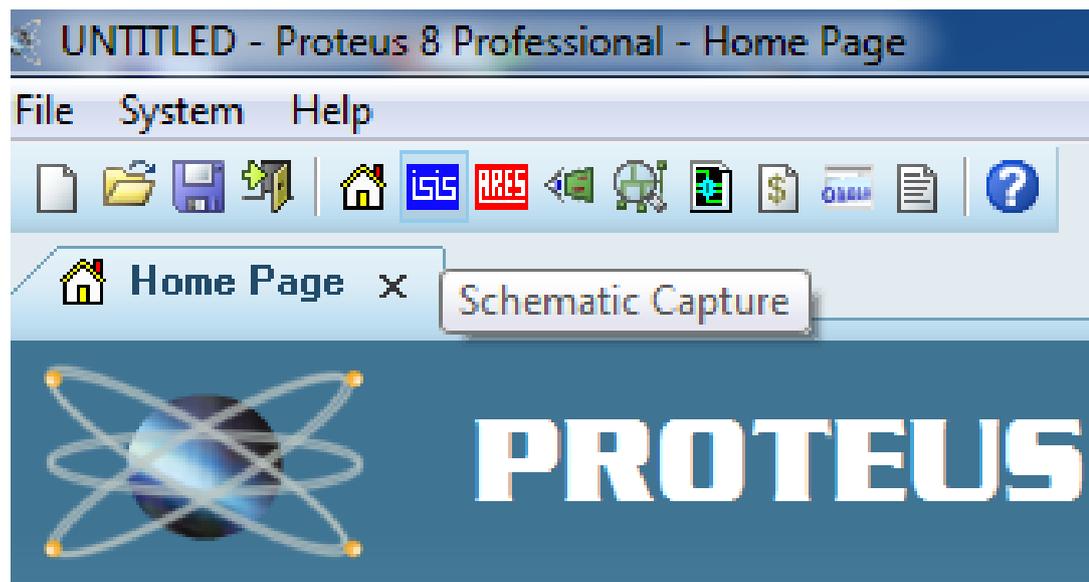


Figura No. 115 Abrir el programa ISIS.

Paso 3. Realizar el circuito electrónico que se desea elaborar en la máquina de control numérico computarizado CNC.

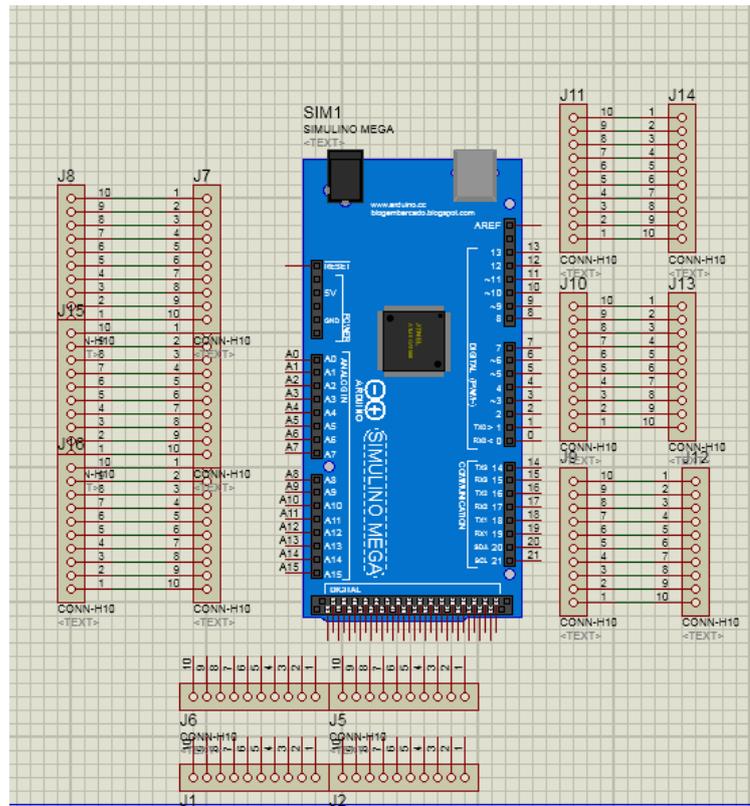


Figura No. 116 Realizar el circuito en el programa ISIS.

Paso 4. Terminado el circuito GUARDAR COMO en la carpeta ARCHIVOS ISIS con el nombre del circuito o práctica, sin cerrar la ventana de ISIS.

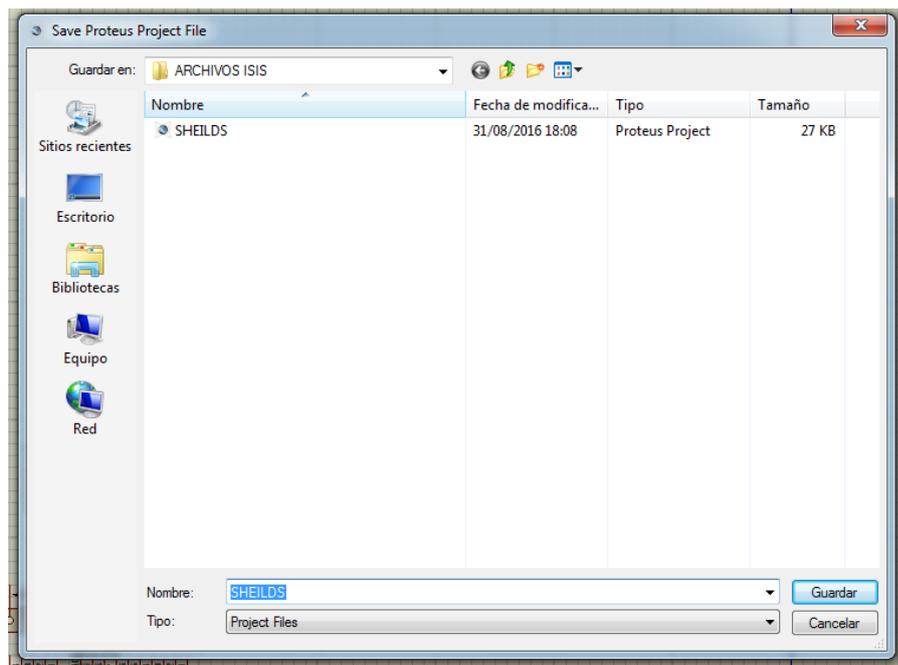


Figura No. 117 Guardar el proyecto que se realizó.

Paso 5. En el programa ISIS seleccionar el icono ARES.



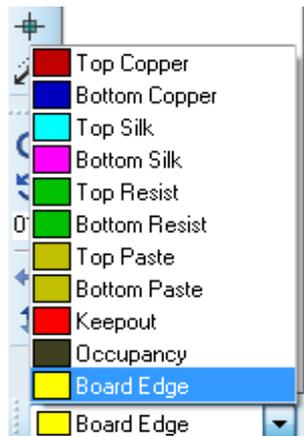
**Figura No. 118** Seleccionar el programa ARES para la elaboración de la placa PCB.

Paso 6. Seleccionar el icono 2D Graphics Box Mode .



**Figura No. 119** Servirá para trazar el borde de la PCB.

Paso 7. Clic en Layer Selector y seleccionar la opción BOARD EDGE.



**Figura No. 120** Board Edge servirá para fijar el contorno de las PCB cuando realice el corte la CNC.

Paso 8. Realizar el borde al circuito que será cortado en la máquina de control numérico computarizado CNC.



**Figura No. 121** Dimensionar el tamaño que se utilizara para la fabricación del circuito electrónico.

Paso 9. Dar un Clic en COMPONENTEN MODE.

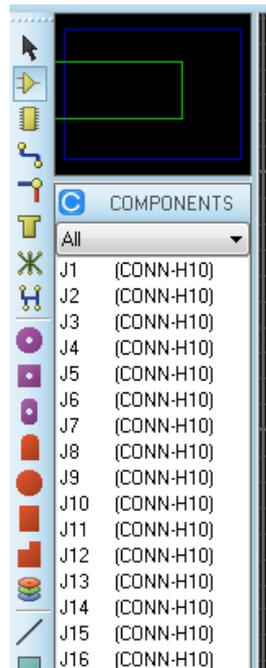


Figura No. 122 Muestra el listado de los elementos utilizados para la elaboración del circuito electrónico.

Paso 10. Seleccionar los elementos y ubicar en el interior del borde realizado según corresponda el diseño.

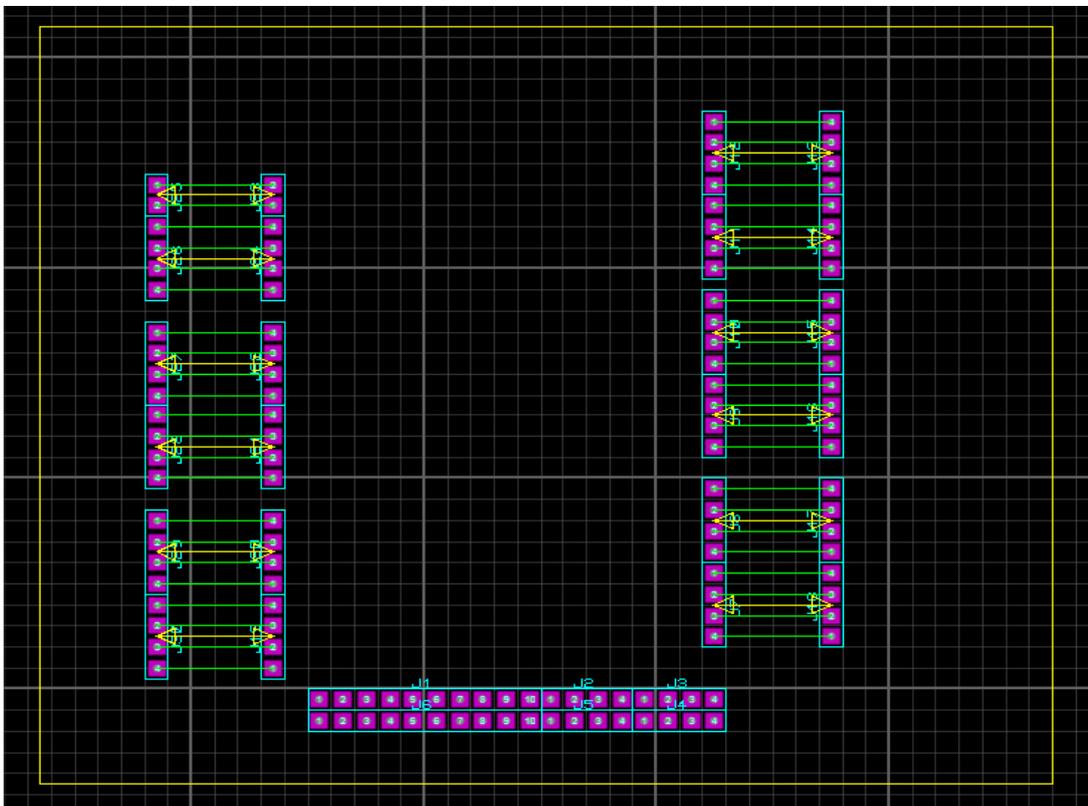


Figura No. 123 Ubicación de los elementos en el programa ares según el diseño correspondiente.

Paso 11. Una vez ubicado los elementos, seleccionar el icono AUTO-RUTER este permite elaborar las pistas y conexión entre los elementos, clic en Begin ROUTING.

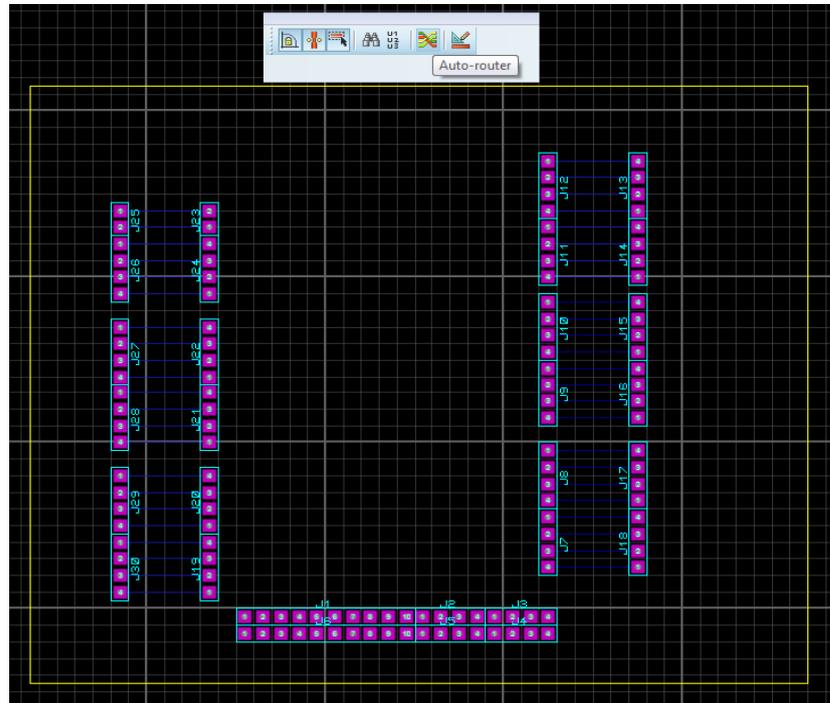


Figura No. 124 El programa ARES se encarga de realizar las diferentes pistas del circuito electrónico.

Paso 12. Una vez terminado el ROUTING del programa guardar, GUARDAR COMO en la carpeta ARCHIVOS ARES sin cerrar la ventana.

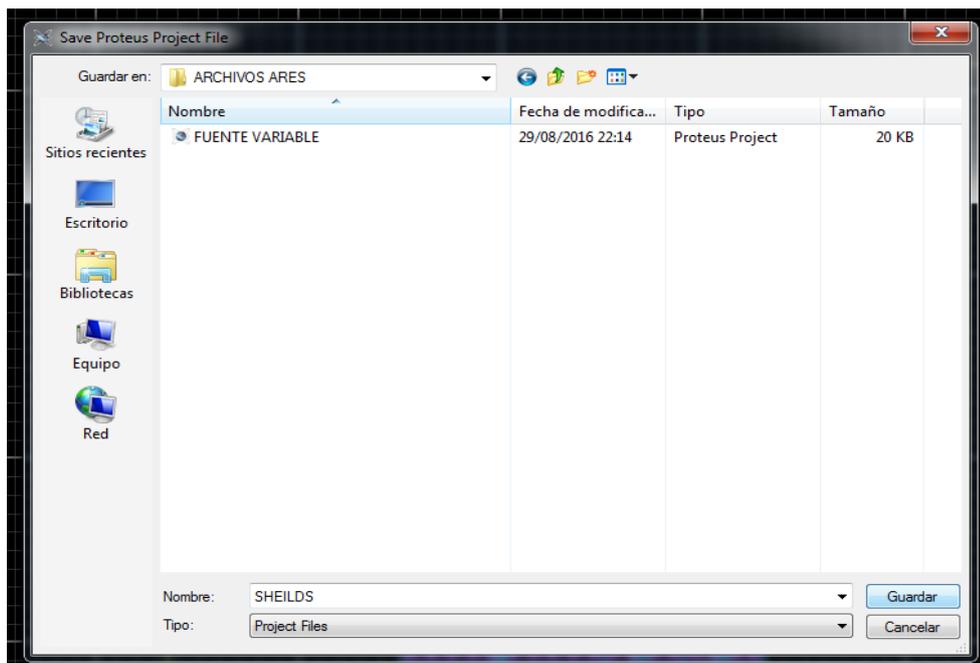


Figura No. 125 Guardar el proyecto con otro nombre o con el mismo nombre que guardo en ARCHIVOS ISIS.

Paso 13. En la barra de herramientas seleccionar OUTPUT y seleccionar la opción GENERATE GERBER/EXCELLON FILES, clic YES, Automáticamente se genera un código y cerramos.

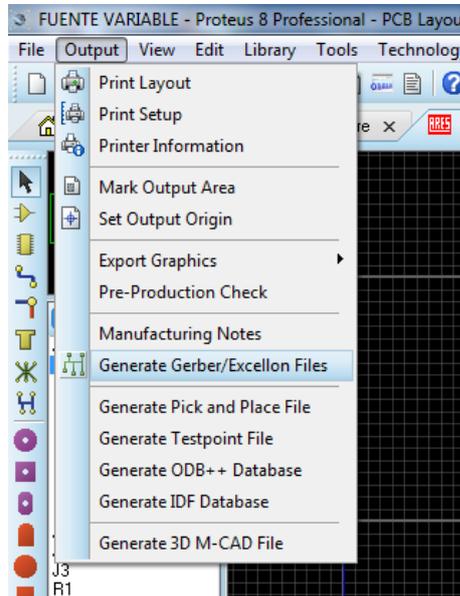


Figura No. 126 Permite generar el código para el software COPPER CAM.

Paso 14. Se abre una pantalla con el nombre de CAD/CAM y seleccionar en LAYERS/ ARTWORKS las opciones BOTTOM COPPER y EDGE, como lo indica la imagen.

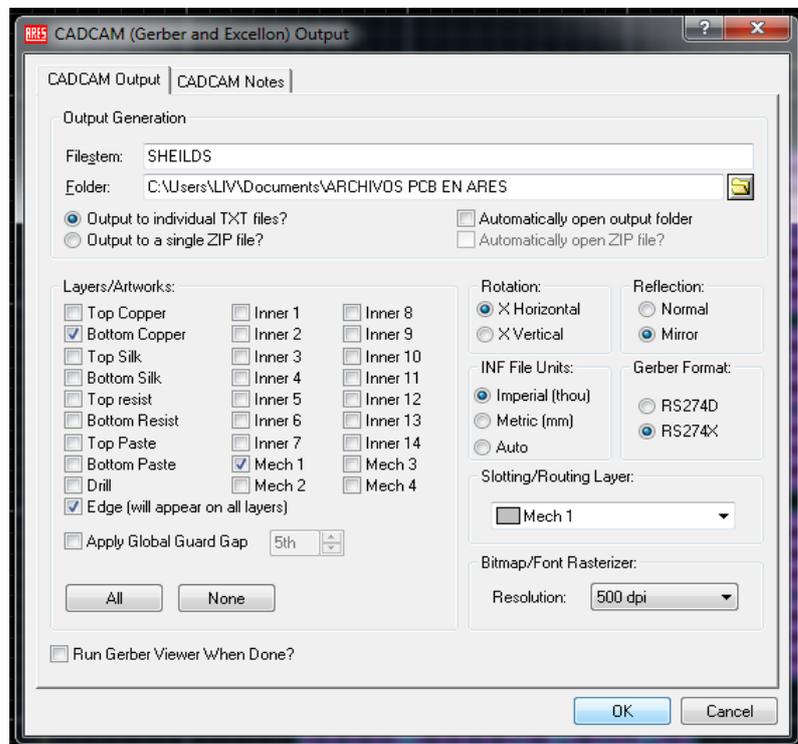
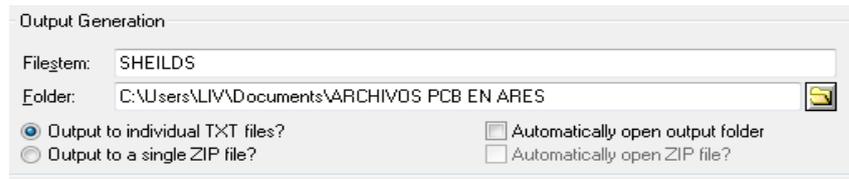


Figura No. 127 Las opciones seleccionadas permiten trabajar en el software COPPER CAM.

Paso 15. El archivo se guardara en la carpeta ARCHIBO PBC EN ARES y clic en OK y cerramos el programa Proteus 8 Professional.



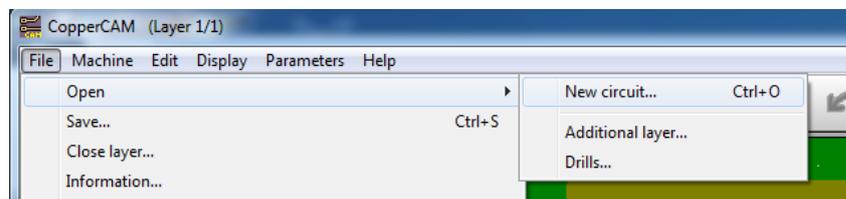
**Figura No. 128 Guardar el proyecto con el nombre utilizado en los archivos ISIS y archivos ARES.**

Paso 16. En el escritorio abrir el programa COPPER CAM.



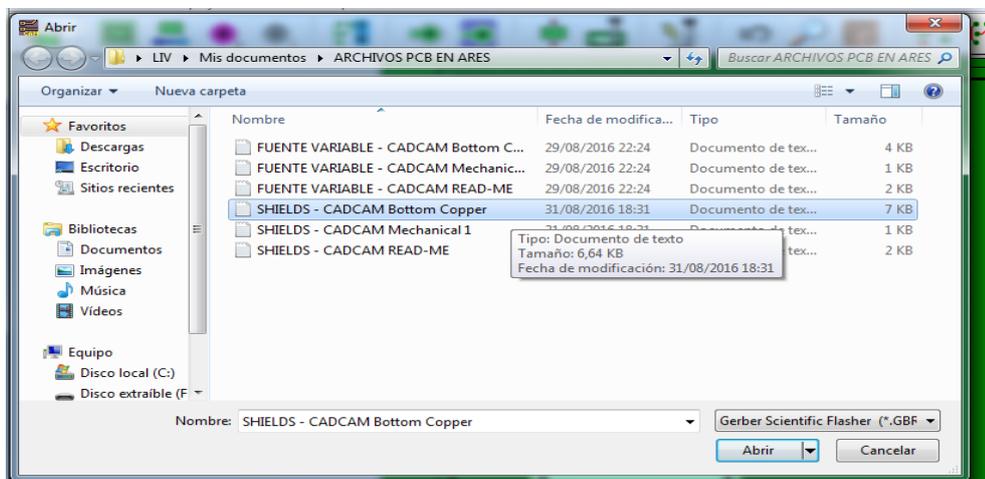
**Figura No. 129 Software que permite dimensionar terminales y pistas de cobre del circuito electrónico.**

Paso 17. En la barra de herramientas seleccionar FILE seguidamente de OPEN y en NEW CIRCUIT.



**Figura No. 130 Abrir el circuito guardado en PCB ARES.**

Paso 18. Buscar la carpeta ARCHIVOS PBC EN ARES y seleccionar el archivo con la opción CADCAM BOTTOM COPPER, por ultimo clic en abrir.



**Figura No. 131 Seleccionar el nombre proyecto y abrir.**

Paso 19. Se desplegará una ventana con el nombre TRACKS y Clic en la opción SI. Este habilitará el borde de cortado de la placa.

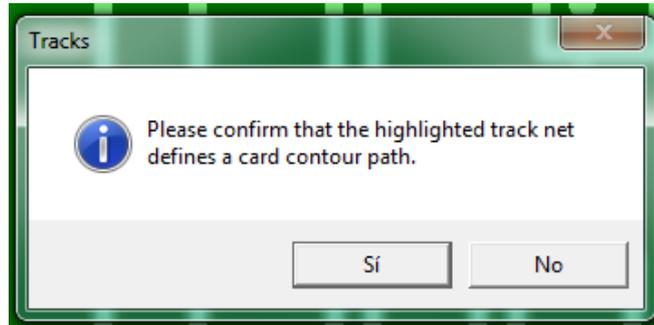


Figura No. 132 Habilitación del borde de nuestro circuito electrónico.

Paso 20. Seleccionar la opción PADS.

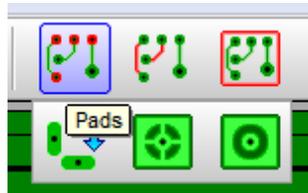


Figura No. 133 Elabora todos los terminales de nuestro circuito.

Paso 21. Se desplegará una ventana PAD APERTURES y de forma automática selecciona parte de los terminales del circuito.

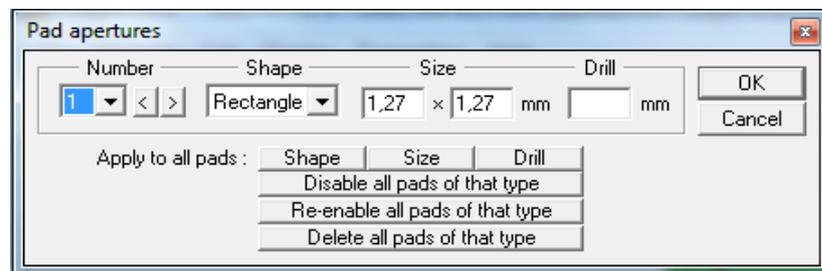


Figura No. 134 Herramientas para elaborar los terminales del circuito electrónico.

Paso 22. En la ventana PAD APERTURES, tenemos la opción de NUMBER, SHAPE, SIZE Y DRILL NUMBER. Seleccionar los diferentes terminales que tenemos en nuestro circuito.

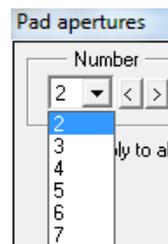


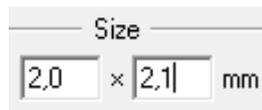
Figura No. 135 Permite seleccionar los diferentes terminales existentes del circuito electrónico.

SHAPE. Permite cambiar de forma a los terminales del circuito.



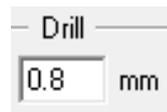
**Figura No. 136** Cambia de forma a nuestros terminales del circuito electrónico.

SIZE. Sirve para aumentar o disminuir el tamaño de los pines.



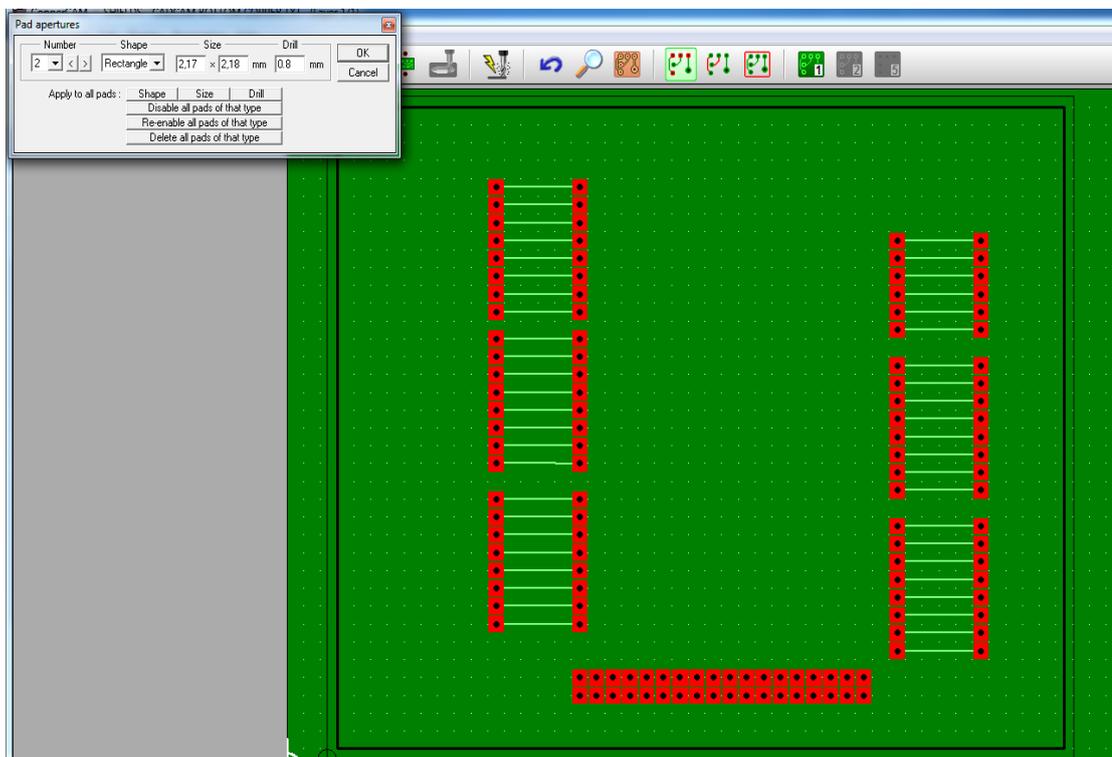
**Figura No. 137** Dimensiona el terminal del circuito electrónico.

DRILL. Permite dimensionar la perforación con el taladro y para finalizar en el botón OK.



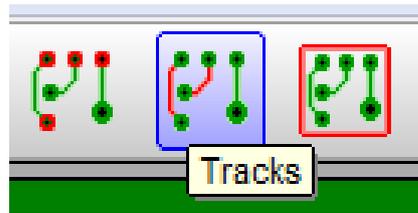
**Figura No. 138** Define el orificio del terminal del circuito electrónico.

Finalización del circuito electrónico.



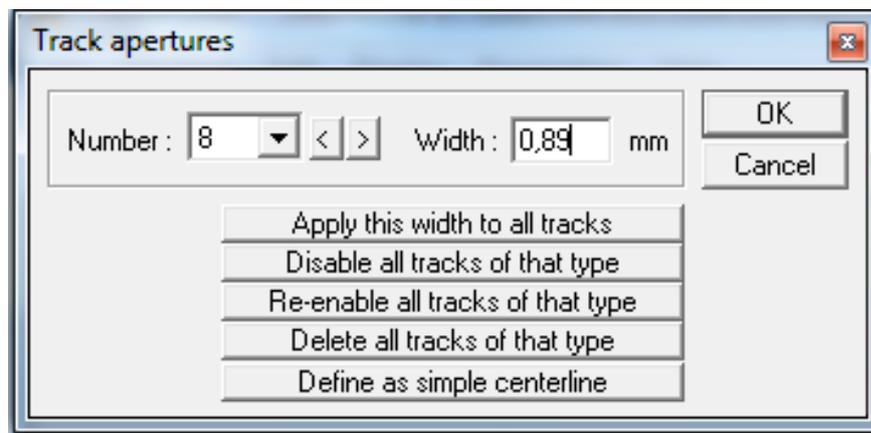
**Figura No. 139** Terminales terminados del circuito electrónico.

Paso 23. Seleccionar la opción TRACK.



**Figura No. 140** Selecciona las pistas que une los terminales de los elementos del circuito electrónico.

Paso 24. Se desplegará una ventana TRACK APERTURES y automáticamente selecciona parte de las pistas del circuito



**Figura No. 141** Permite dimensionar las pistas de nuestro circuito.

Paso 25. En la ventana TRACK APERTURES, tenemos la opción de NUMBER y WIDTH NUMBER. Que permite seleccionar las diferentes pistas que tenemos en el circuito si estas existieran.



**Figura No. 142** Selecciona las diferentes pistas del circuito electrónico.

WIDTH. Dimensiona el grosor de la pista y para finalizar en OK.



**Figura No. 143** Permite dimensionar el ancho de las diferentes pistas del circuito electrónico

Finalización de la placa.

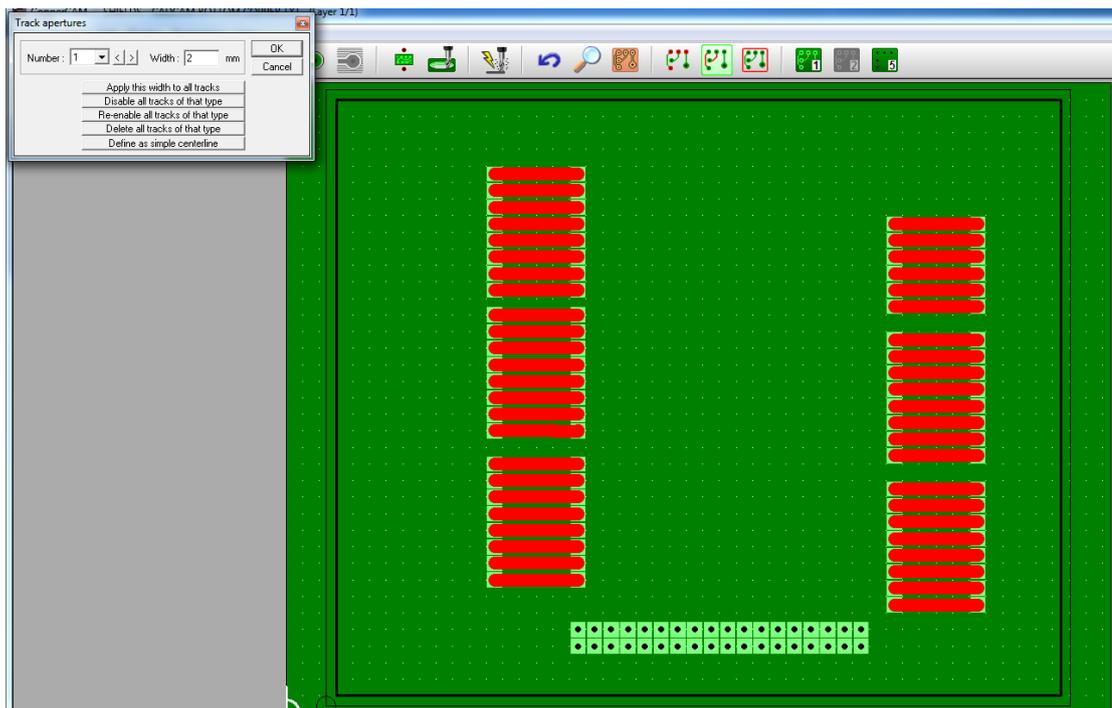


Figura No. 144 Pistas terminadas del circuito electrónico

Paso 26. Seleccionar en la opción CALCULATE CONTOURS.

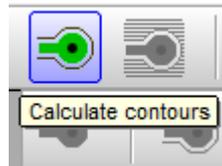


Figura No. 145 Plasma el contorno de las pistas.

Paso 27. Se desplegará una ventana SET CONTOURS.

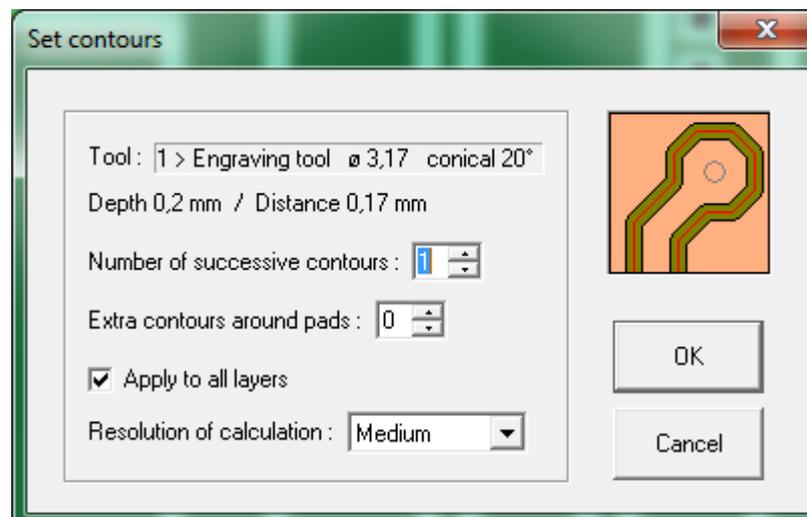


Figura No. 146 Muestra el número en que el ENGRAVING TOOL pasara diseñando cada pista.

Paso 28. En la opción Number of Successive Contours seleccionar el número 1 que es normal, esta opción permite que la fresadora pase por una sola vez en todo el circuito o las veces que el usuario desee, por último en OK.

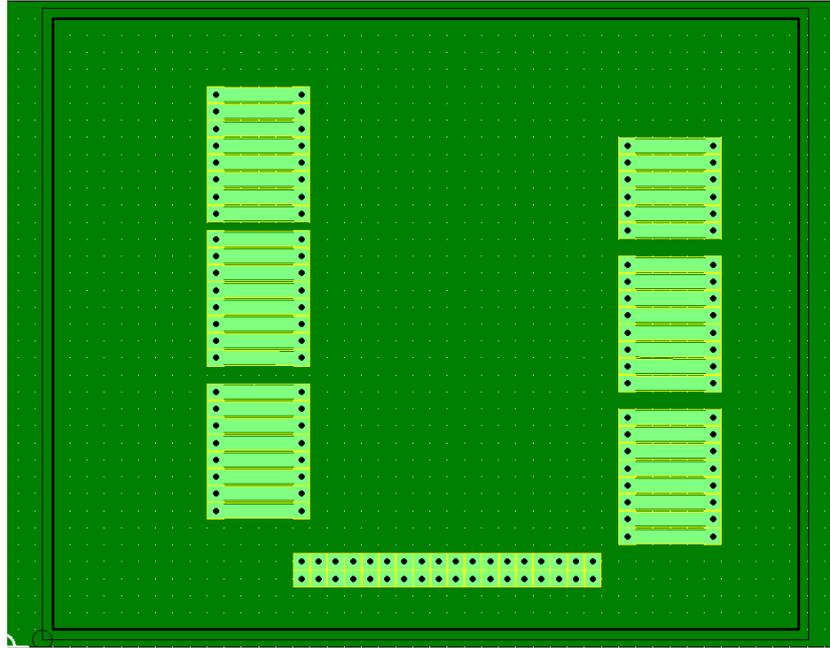


Figura No. 147 Las líneas amarillentas son por donde va a engravar las pistas.

Paso 29. Si se desea quitar gran parte del cobre de un elemento electrónico siga los siguientes pasos caso contrario seguir al paso 33.

Paso 30. Seleccione la opción CALCULATE HATCHES.



Figura No. 148 Este permite elaborar placas totalmente solo en pistas.

Se desplegará una ventana SET HATCHES y clic en la opción SELECTED ZONE y OK.

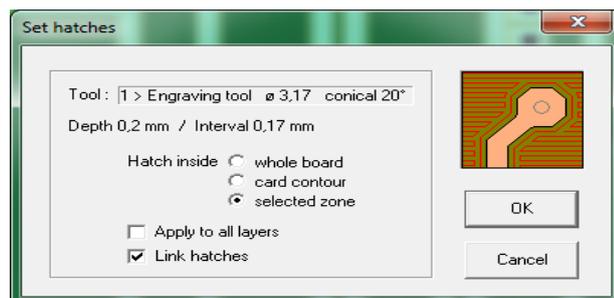


Figura No. 149 Selecciona la zona en donde engravara todo el cobre.

Paso 31. Seleccionar la parte que desee quitar gran parte del cobre del elemento.

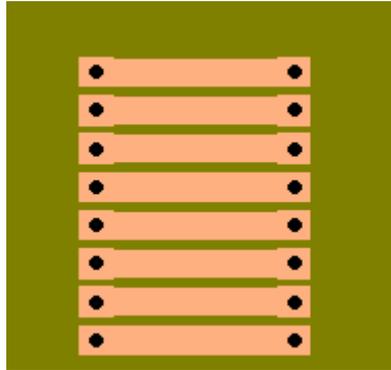


Figura No. 150 En la parte azul engravar el cobre.

Paso 32. Para ver el avance del circuito clic en la opción FINAL RENDERING.

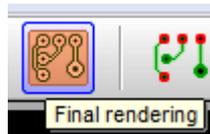


Figura No. 151 Permite ver cómo quedara el circuito electrónico.

Final de la placa del circuito electrónico.

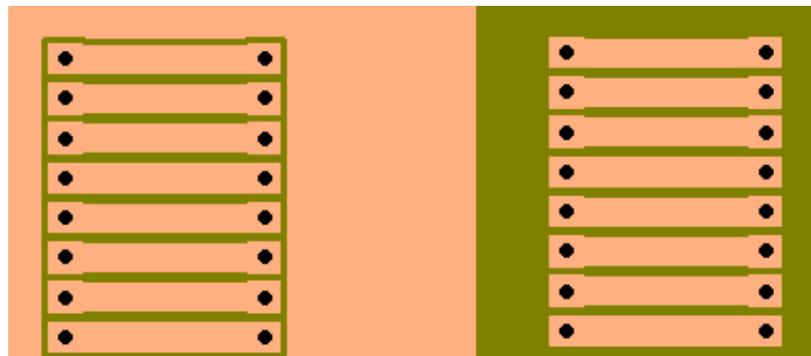


Figura No. 152 Parte final del engravamiento del circuito electrónico.

Paso 33. Para el corte de todo el circuito, seleccionar la opción CARD CONTOUR y clic en la opción CUTING TABS.

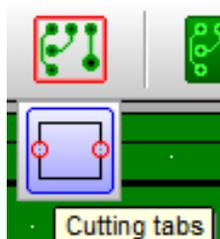


Figura No. 153 Permite definir el corte del borde de la placa de baquelita.

Paso 34. Se desplegará una ventana SET CUTTING TABS, en la opción TAB WIDTH dar el valor de 0,5 mm, este valor es la dimensión de la cortadora y en OK.

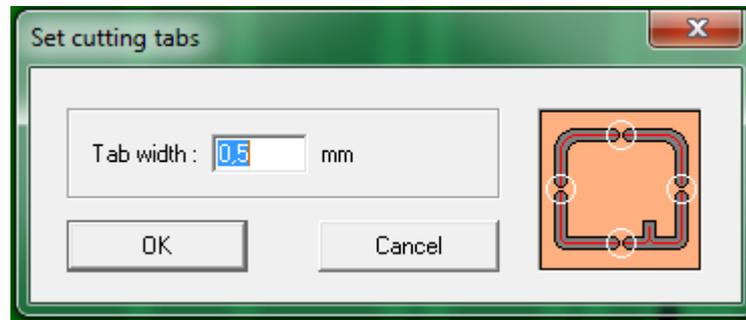


Figura No. 154 El valor en el cual no se cortara la placa de baquelita.

Paso 35. Con la ayuda del mouse seleccionar en todo el contorno de color amarillo de la placa, los puntos en donde la máquina no cortara, después dar clic en la opción FINAL RENDERING para ver el avance del corte.

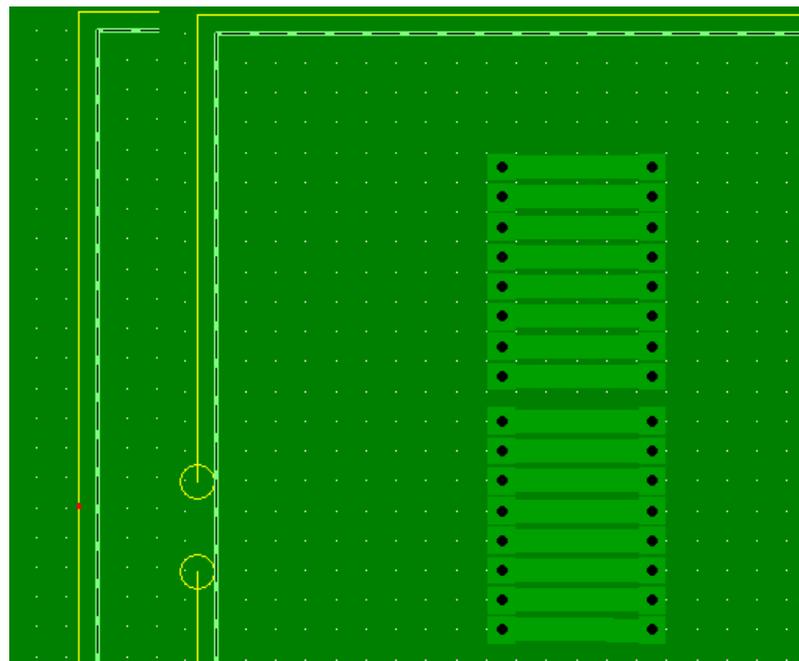


Figura No. 155 Seleccionar con un clic el borde en el cual la placa no será cortada.

Paso 36. Clic en la Opcion Layer # 1.



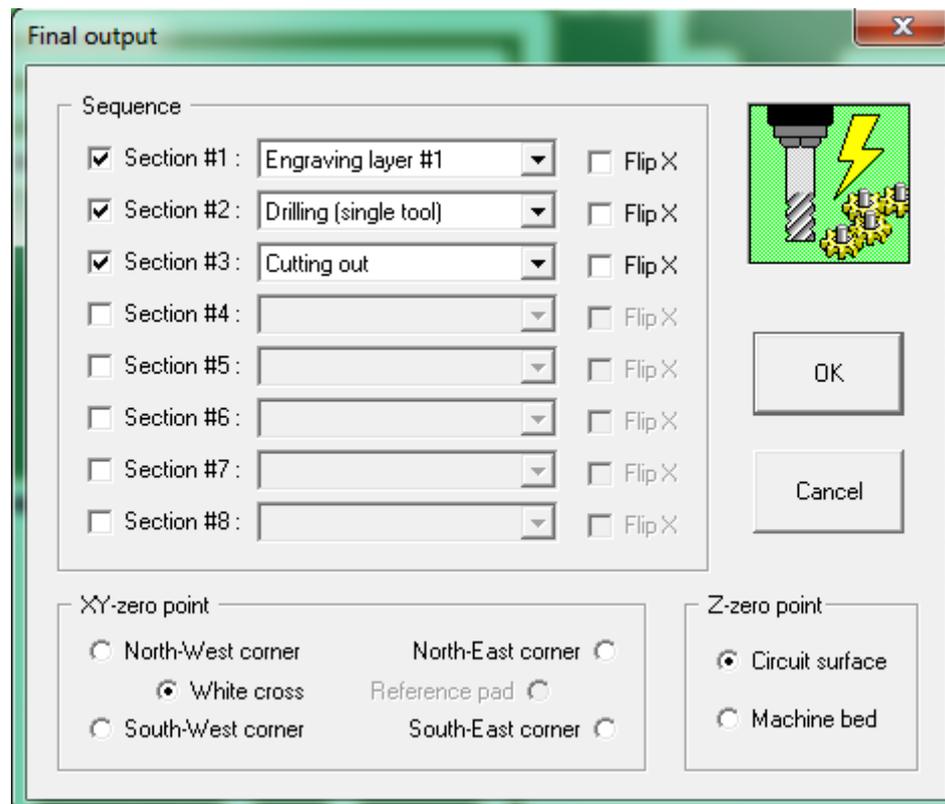
Figura No. 156 Permite salir del borde una vez terminado de seleccionar por donde no se cortara.

Paso 37. Clic en la opción MILL.



**Figura No. 157** Selecciona el orden de las herramientas que se utilizará para elaborar la PCB.

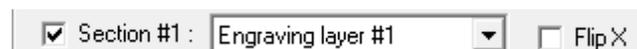
Paso 38. Se Desplegará una ventana FINAL OUTPUT en donde selecciona el orden en el que se va a elaborar la placa de circuito impreso.



**Figura No. 158** Para realizar circuitos electrónicos solo necesitamos las tres herramientas.

#### SECTION #1. ENGRAVING LAYER #1

Esta opción permite que la fresadora realice el agravamiento de las pistas y pines del circuito electrónico.



**Figura No. 159** Sirve para engravar las pistas del circuito electrónico.

#### SECTION #2. DRILING (SINGLE TOOL).

Esta opción permite que se realice las perforaciones en los diferentes pines del circuito electrónico.



**Figura No. 160** Sirve para realizar las perforaciones para los terminales del circuito electrónico.

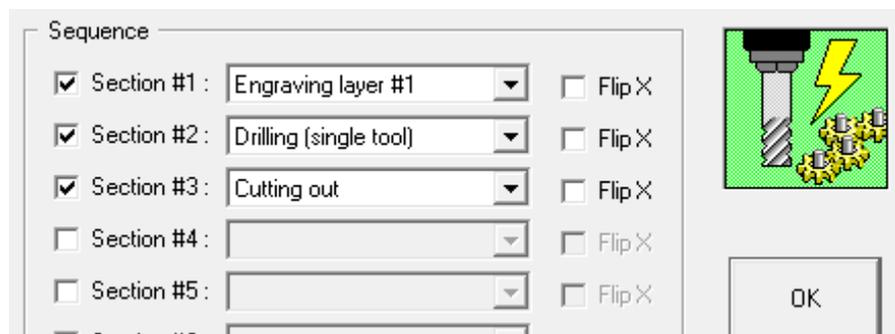
### SECTION #3. CUTTING OUT.

Esta opción permite realizar el corte de toda la placa del el circuito electrónico.



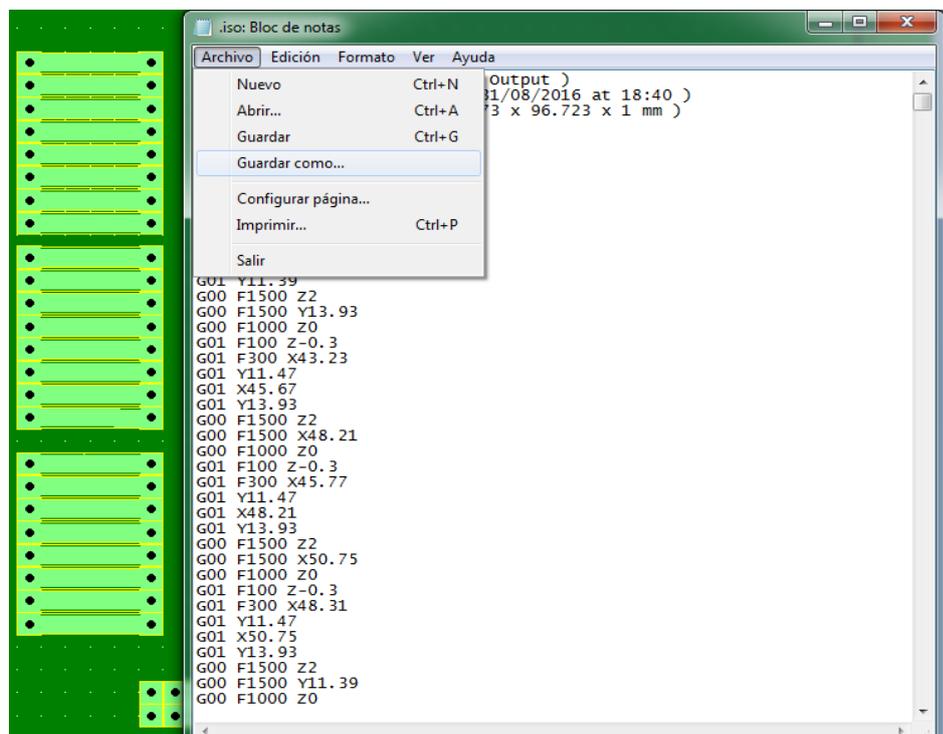
**Figura No. 161** Sirve para cortar el borde trazado en el circuito electrónico.

Paso 39. Para finalizar en el botón OK.



**Figura No. 162** El orden en que la máquina trabajara al momento de realizar las PCB.

Paso 40. Se genera el CODIGO G en donde dar CLIC EN ARCHIVO.



**Figura No. 163** Genera el código G para la elaboración de las PCB.

Paso 41. GUARDAR COMO y seleccionar la carpeta ARCHIVOS CODIGO G dar un nombre y guardamos el archivo, cerrar todas la ventanas.

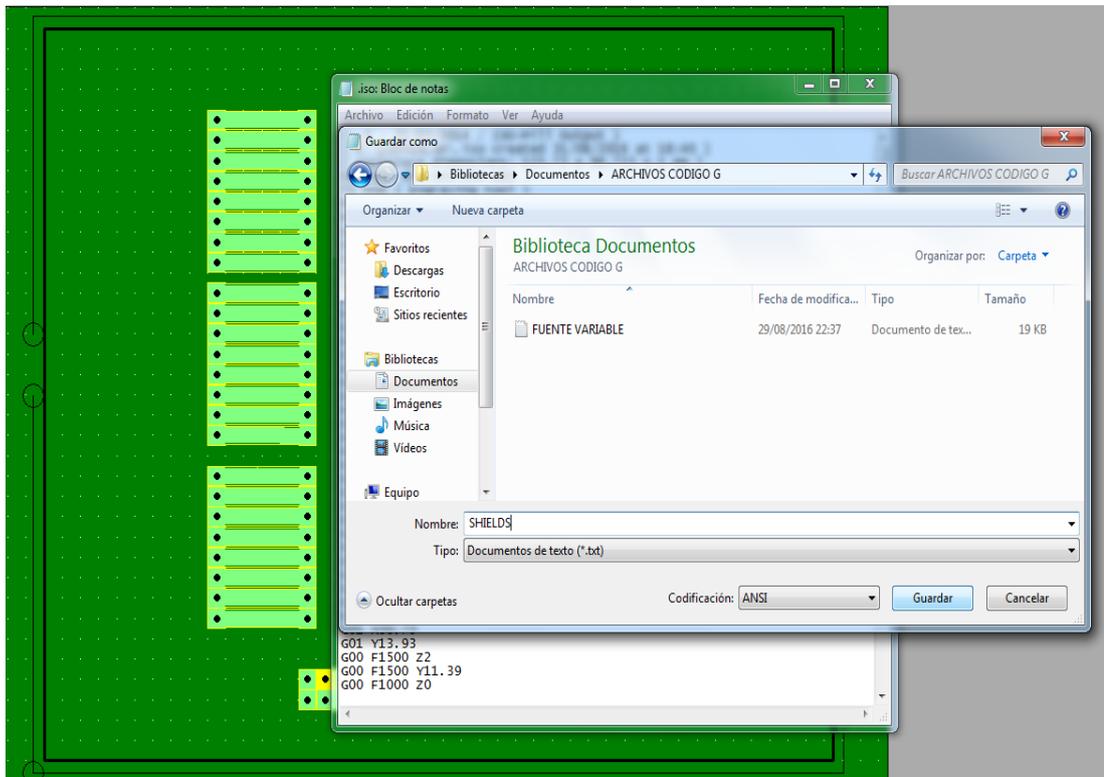


Figura No. 164 Guardar el archivo con el mismo nombre que se guardó en los archivos ISIS y ARES.

Paso 42. Revisar si la máquina está conectada al computador.



Figura No. 165 Conectar el puerto paralelo.

Paso 43. Para conectar la máquina de control numérico computarizado CNC al computador conectar el puerto paralelo como lo indica la imagen.



Figura No. 166 Conexión de la CNC con el computador.

Paso 44. Ver si cada uno de las salidas y entradas de la máquina están conectadas correctamente, por lo tanto es necesario verificar si cada conector coincide con la misma letra.

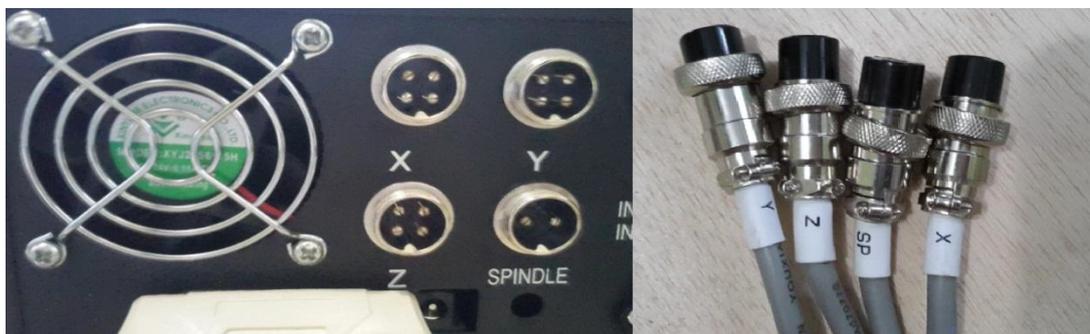


Figura No. 167 Verificar las entradas y salidas de la CNC.

Paso 45. En el escritorio abrir el programa MACH3MILL.



Figura No. 168 Mach 3 software que permite trabajar con la CNC.

Paso 46. Clic en la opción LOAD G-CODE.

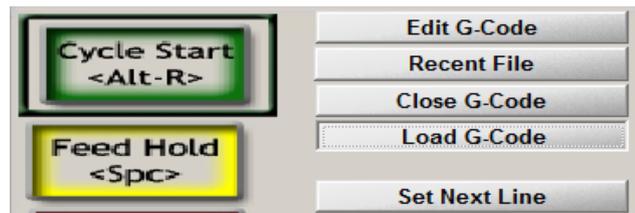


Figura No. 169 Carga el archivo del código G guardado.

Paso 47. Se Desplegará una ventana para buscar el archivo que está guardado en ARCHIVOS CODIGO G y seleccionar el archivo guardado y abrir.

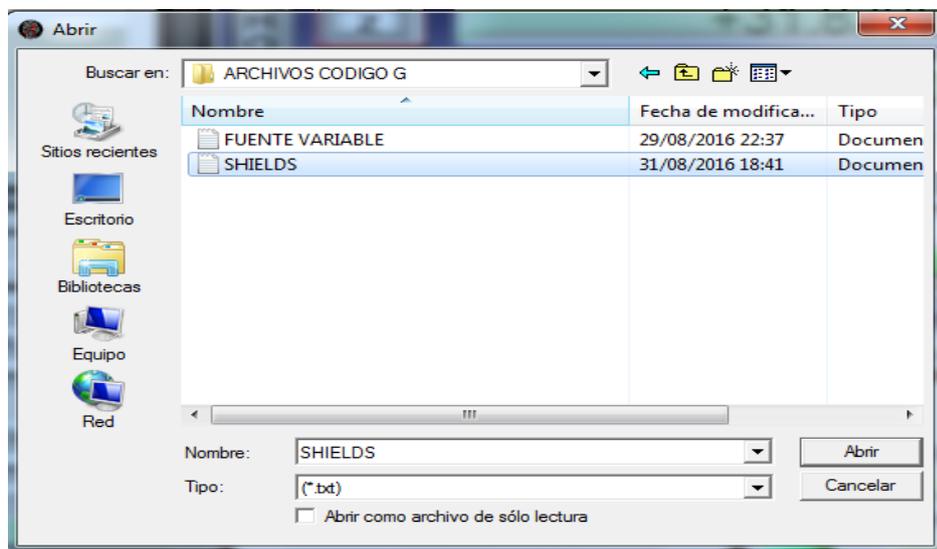


Figura No. 170 Buscar el archivo guardado y abrir.

Paso 48. En la ventana se desplegará todo el CODIGO G el mismo que ayudara a la elaboración de la placa.

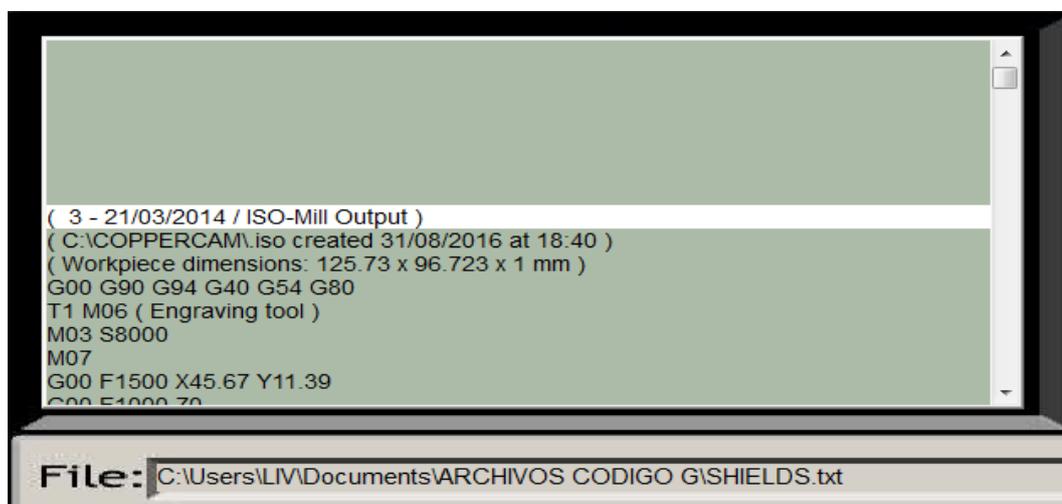


Figura No. 171 Se desplegará en la pantalla principal el código G.

Paso 49. Encender la máquina de control numérico computarizado CNC, POWER.



Figura No. 172 POWER interruptor para encender la máquina CNC

Paso 50. Dar un clic en RESET una vez dado clic se pondrá en marco de color verde.



Figura No. 173 Clic para que la máquina empiece a funcionar.

Paso 51. Con la ayuda del teclado generar el movimiento a la CNC.

EJE X. IZQUIERDA y DERECHA

EJE Y. ARRIBA y ABAJO

EJE Z. REG PAG sube el encoder, AV PAG baja el encoder.

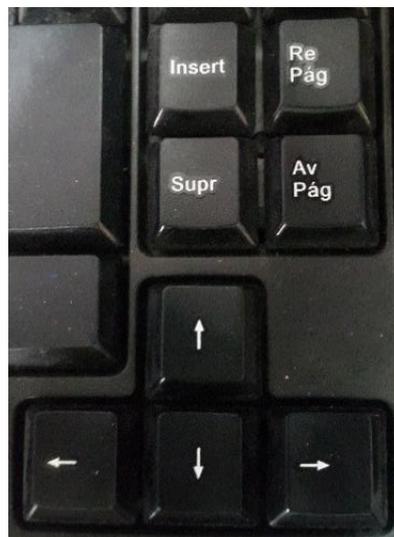


Figura No. 174 Permite el movimiento del encoder en los tres ejes X, Y y Z.

Paso 52. Con la ayuda del teclado fijar la CNC en el borde del circuito (parte azul) con referencia a la placa de baquelita y con la ventada REF ALLHOME colocar en cero dando clic en ZERO X, ZERO Y, ZERO Z.

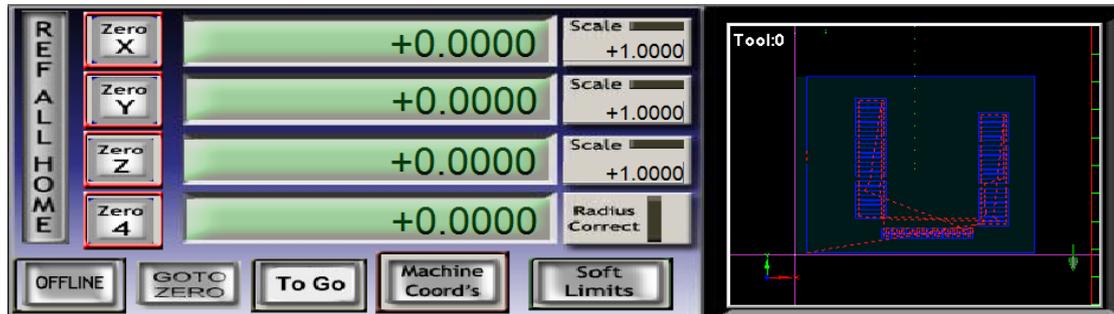


Figura No. 175 Fijar el encoder según el tamaño de la placa de baquelita para empezar a trabajar.

Paso 53. Una vez fijado la CNC, procedemos a colocar en el encoder ENGRAVING TOOL es una punta cónica de 20°.



Figura No. 176 Para el Engrava miento de pistas del circuito electrónico se coloca una punta cónica de 20°.

Paso 54. Colocar en el encoder con la ayuda de sus respectivas herramientas y asegurar.



Figura No. 177 Con las herramientas se ajusta la punta cónica de 20°.

Paso 55. Con la ayuda de las teclas RE PAG y AV PAG bajar el encoder hasta que la punta cónica de 20° quede a 1 mm de distancia con la placa.

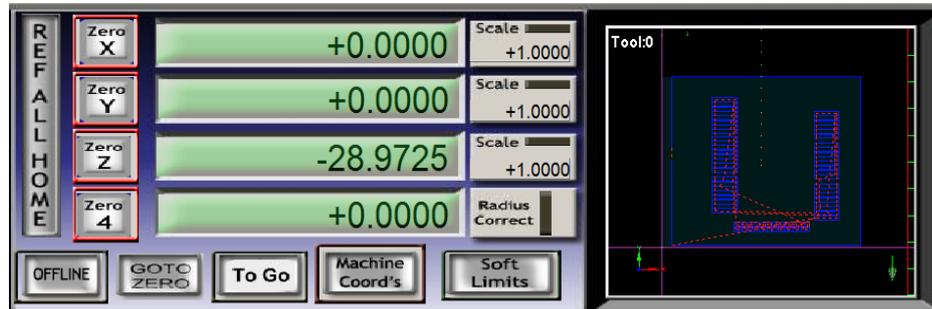


Figura No. 178 Para fijar la punta cónica solo debe existir movimiento en el eje z.

**Nota:** Para los siguientes pasos de calibración de las herramientas realizar con el encoder encendido a una velocidad conveniente para evitar dañar la herramienta.



Figura No. 179 La punta cónica debe estar a 1mm de la placa de baquelita.

Paso 56. Una vez puesta la punta cónica cerca de la placa seleccionar en el programa la opción ZERO Z sin modificar ZERO X y ZERO Y.

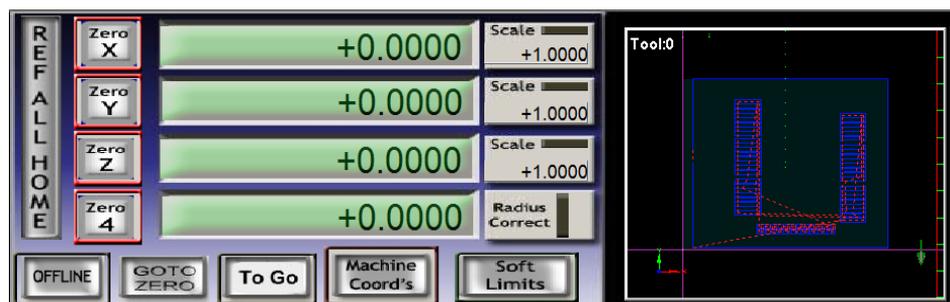


Figura No. 180 Una vez fijado ZERO Z y que todos los ejes estén en cero. Levantar un poco el eje Z.

Paso 57. En el programa seleccionar la opción CYCLE STAR.



Figura No. 181 Para empezar a correr el programa, código G.

Paso 58. Saldrá un aviso en TOOL INFORMATION en el cual dice si la herramienta 1 punta cónica 20° está cargada, en este caso ya está cargada.



**Figura No. 182 Información para que la herramienta 1 sea cargada.**

Paso 59. Activar el encoder interruptor SPINDLE y generar velocidad de rotación con el variador a un nivel medio.



**Figura No. 183 Encender interruptor Spindle y generar velocidad media al encoder.**

Paso 60. Una vez revisado que está cargada la herramienta 1. Dar nuevamente clic en CYCLE START y empieza a ejecutar el programa.



**Figura No. 184 Empieza a trabajar la máquina CNC para la elaboración de las PCB.**



**Figura No. 185 Programa de grabado en funcionamiento.**

Paso 61. La máquina automáticamente se detiene y en la pantalla en TOOL INFORMATION pide ingresar la herramienta 3 que es DRILLING TOOL DE 0,8 mm.



Figura No. 186 Insertar la herramienta 3 que es la broca de 0,8mm.

Paso 62. Para cambiar de herramienta se disminuir totalmente la velocidad del encoder y desactivar el interruptor SPINDLE.



Figura No. 187 Disminuir la velocidad y apagar el Spindle.

Paso 63. No realizar ningún cambio en los ejes ZERO X, ZERO Y, solo en el ZERO Z.



Figura No. 188 No realizar ningún cambio en el eje X y en eje Y.

Paso 64. En el programa con la ayuda del teclado RE PAG y AV PAG, subir o bajar el encoder para sacar la herramienta PUNTA CONICA 20° y colocar el DRILLING TOOL DE 0,8 mm.



**Figura No. 189** Movimiento en el eje Z para poder desmontar herramienta 1 e instalar la herramienta 3.

Paso 65. Colocar la herramienta 3 DRILLING TOOL DE 0,8 mm y asegurar.



**Figura No. 190** Con las herramientas asegurarla broca de 0,8mm.

Paso 66. Con la ayuda de la tecla AV PAG bajar cuidadosamente el encoder hasta que la punta del DRILLING quede a -0.5 mm de la placa.

Mantener el eje X y eje Y, generar movimiento solo en el eje Z.



**Figura No. 191** Fijar la punta a -0.5 mm de la placa de baquelita.

Paso 67. En la pantalla en la opción REF ALL HOME, ubicarse en ZERO Z y fijar en cero dándole un clic.

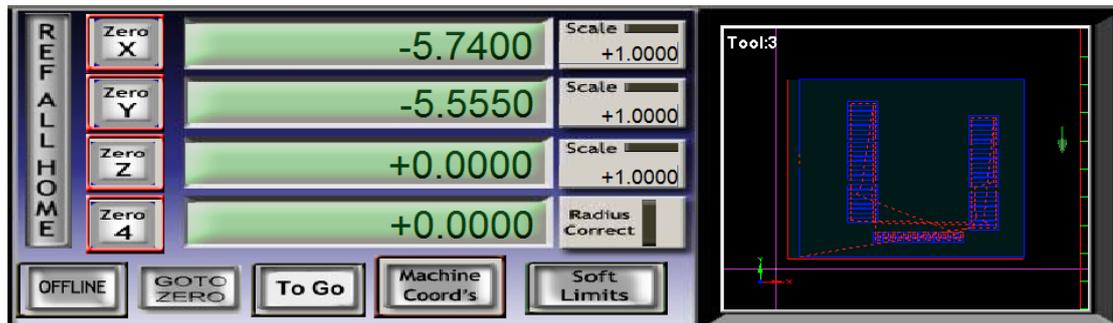


Figura No. 192 Fijar ZERO Z cuando la punta de la broca este a -0,5mm y no modificar ZERO X y ZERO Y.

Paso 68. Una vez cambiado la herramienta activar el interruptor SPINDLE y con el variador de velocidad generar una velocidad media al encoder.



Figura No. 193 Encender y generar velocidad media al encoder.

Paso 69. En la pantalla clic en la opción CYCLE START y empieza a realizar las perforaciones.



Figura No. 194 Empieza a realizar las perforaciones.



Figura No. 195 Programa de drilling en funcionamiento.

Paso 70. La máquina automáticamente se detiene y en la pantalla en TOOL INFORMATION pide ingresa la herramienta 2 que es BASIC CUTTER CYLINDRICAL.



Figura No. 196 Pide insertar la herramienta dos que es la cortadora.

Paso 71. Para cambiar la herramienta se disminuye totalmente la velocidad del encoder y desactivar el interruptor SPINDLE.



Figura No. 197 Disminuir la velocidad y apagar el Spindle.

Paso 72. No realizar ningún cambio en los ejes ZERO X, ZERO Y, solo en el ZERO Z.

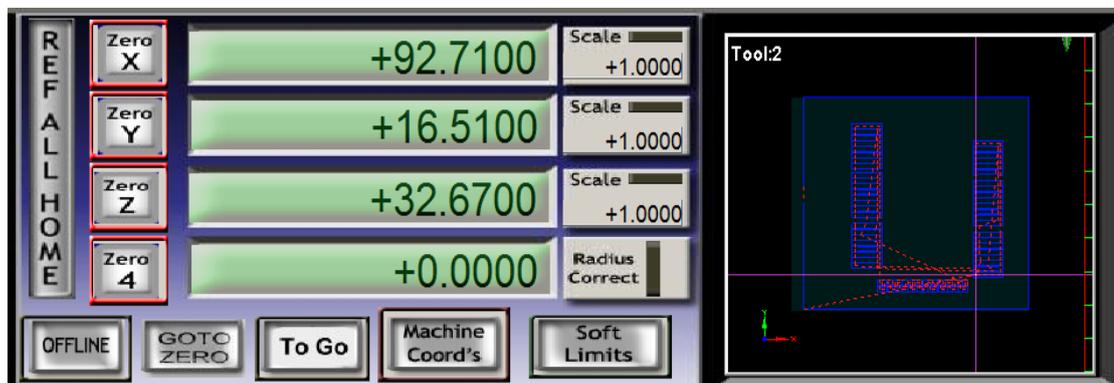


Figura No. 198 No realizar ningún cambio en el eje X y en eje Y.

Paso 73. En el programa con la ayuda del teclado RE PAG y AV PAG, subir o bajar el encoder para desmontar la herramienta DRILLING TOOL DE 0,8 mm y colocar la herramienta CYLINDRICAL.



**Figura No. 199** Movimiento en el eje Z para poder desmontar herramienta 3 e instalar la herramienta 2.

Paso 74. Colocar la herramienta 3 BASIC CUTER CYLINDRICAL y asegurar.



**Figura No. 200** Con la ayuda de las herramientas asegurar la cortadora.

Paso 75. Con la ayuda de la tecla AV PAG bajar cuidadosamente el encoder hasta que la punta del CYLINDRICAL quede a -0.5 mm de la placa.



**Figura No. 201** Fijar la punta a -0.5 mm de la placa de baquelita

Paso 76. En la pantalla en la opción REF ALL HOME, ubicarse en ZERO Z y fijamos en cero dándole un clic.



Figura No. 202 Fijar ZERO Z cuando la punta de la cortadora este a -0,5mm y no modificar ZERO X y ZERO Y, después levantamos un poco el eje Z.

Paso 77. Una vez cambiado la herramienta activar el interruptor SPINDLE y con el variador de velocidad generar una velocidad media al encoder.



Figura No. 203 Encender y generar velocidad media al encoder.

Paso 78. En la pantalla clic en la opción CYCLE START y empieza a realizar los cortes de la placa.

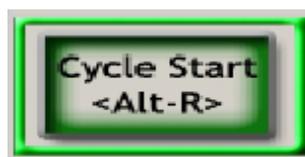


Figura No. 204 Permite realizar el corte de la placa de baquelita.



Figura No. 205 Programa de cortar en funcionamiento.

Paso 79. Una vez realizado el corte la máquina automáticamente se detiene.

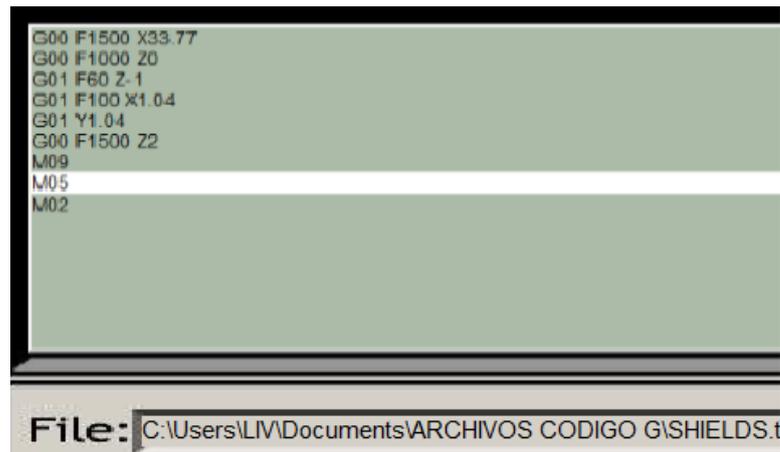


Figura No. 206 El programa ha terminado.

Paso 80. Disminuir totalmente la velocidad del encoder y desactivar el interruptor SPINDLE.



Figura No. 207 Reducir la velocidad del encoder y apagar el spindle.

Paso 81. Desmontar la herramienta y con la ayuda del teclado movilizar a la CNC a un espacio fuera de la placa realizada.

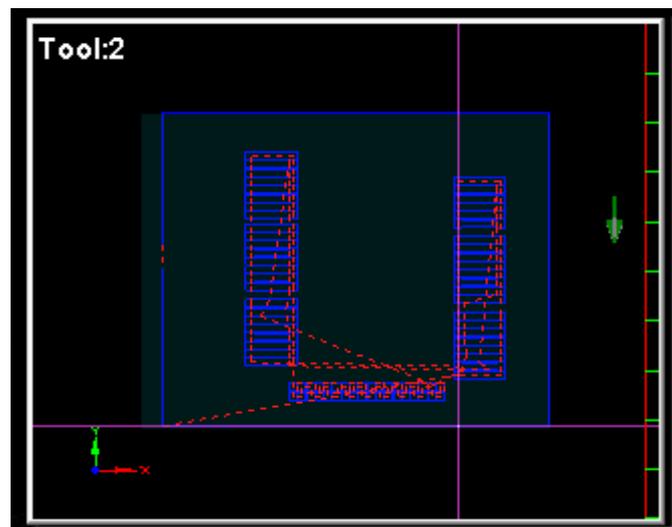
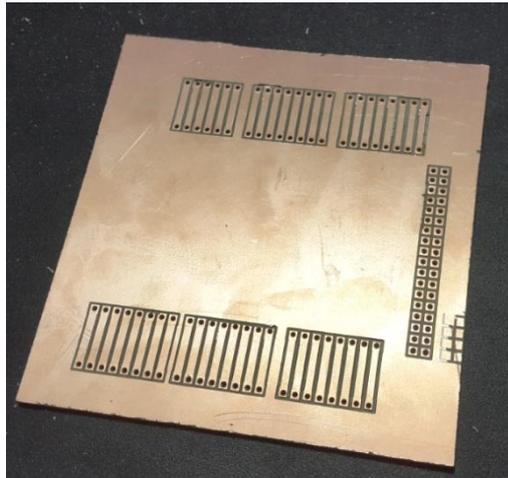


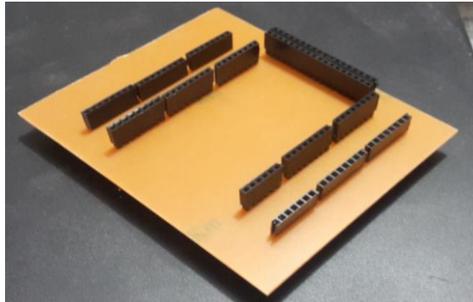
Figura No. 208 Generar movimiento en EJE Z y retirar la herramienta 2 y mover todos sus ejes para que la placa elaborada quede libre.

Paso 82. Retirar la placa impresa.



**Figura No. 209 Placa terminada.**

Paso 83. Soldar los elementos en la placa terminada.



**Figura No. 210 Circuito electrónico terminado.**

Paso 83. Apagar la computadora y CNC.

### **Análisis:**

Al elaborar SHIELDS para arduino en la CNC, ayuda a acoplar perfectamente los pines digitales y analógicos y no existe problemas en su diseño y los pines permite ocupar todas las funciones que da el arduino MEGA.

### **Resultado de aprendizaje:**

Diseñar y elaborar SHIELDS para plataformas arduino, elaborar extensión de pines de una forma rápida y segura con la ayuda de la máquina de control numérico computarizado.

**Conclusiones:**

- Los SHIELDS para arduino son muy importantes y necesarios ya que estos permiten utilizar todas las funciones que brinda el arduino mega.
- Al realizar la simulación de los pines del arduino MEGA en el Software ISIS permitió que los diferentes pines del SHIELDS con el arduino MEGA se acoplaran perfectamente.
- Al realizar las diferentes extensiones en el shields de pines ayuda a utilizar todos los puertos analógicos y digitales del Arduino MEGA.

**Recomendaciones:**

- Simular con el software ISIS los pines analógicos y digitales para posterior no tener problemas, al momento de acoplar el SHIELDS con el arduino MEGA.
- Al realizar cambios de herramientas en la CNC tener mucho cuidado en el montaje y desmontaje de las mismas.
- Al momento de soldar realizar una limpieza de la placa de baquelita y tener mucho cuidado al momento de soldar ya que puede desprenderse cada una de las pistas en las que se está soldando.

### 3.3 Guía para elaborar plantillas

#### PRACTICA 3. PLANTILLA PARA IMPLEMENTAR UN SEGUIDOR DE LINEA

**Nombre:** Linderson Panchi

**Tema:** Elaboración de una plantilla para un seguidor de línea velocidad

**Objetivo:**

- Diseñar el modelo y su circuito electrónico del seguidor de línea velocidad con el software ISIS y ARES para crear la plantilla del seguidor.

**Equipos y materiales:**

- Arduino NANO
- Sensores QTR 8<sup>a</sup>
- Batería lipo 7,4 v a 1300mah
- Puente H
- 2 motores Polulu 30 a 1
- Batería 9v
- 2 llantas
- Baquelita A4

**Trabajo preparatorio:**

Descargar librerías de arduino para el software ISIS, Tener conocimiento acerca de los Software ISIS y ARES.

Armar en un protoboard y verificar su funcionamiento, tener conocimiento acerca de los materiales que se va a utilizar.

**Desarrollo:**

Paso 1. Abrir el programa Proteus 8 Professional.



Figura No. 211 Ejecución del Programa Proteus 8 Professional.

Paso 2. Seleccionar en el icono ISIS y clic.

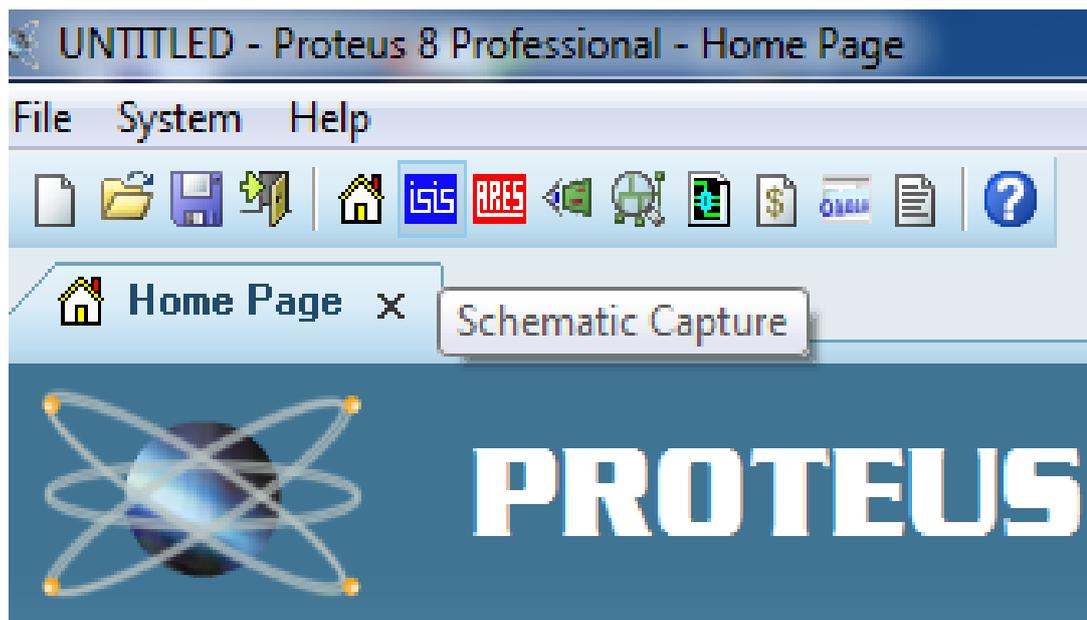


Figura No. 212 Abrir el programa ISIS.



Paso 5. En el programa ISIS seleccionamos el icono ARES.

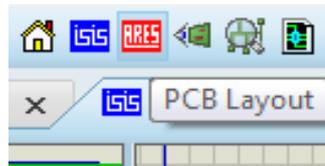


Figura No. 215 Seleccionar el programa ARES para la elaboración de la placa PCB.

Paso 6. Seleccionar el icono 2D Graphics Box Mode.



Figura No. 216 Servirá para trazar el borde de la PCB.

Paso 7. Clic en Layer Selector y seleccionar la opción BOARD EDGE.

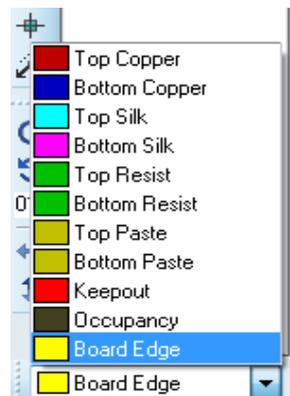


Figura No. 217 Board Edge servirá para fijar el contorno de las PCB cuando realice el corte la CNC.

Paso 8. Realizar el borde al circuito que será cortado en la máquina de control numérico computarizado CNC.

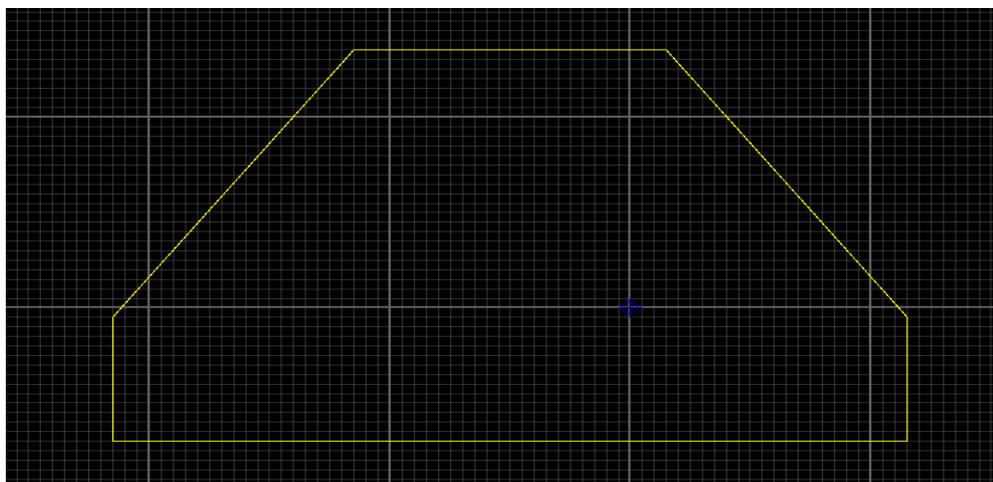


Figura No. 218 Dimensionar el tamaño que se utilizara para la fabricación del circuito electrónico.

Paso 9. Dar un Clic en COMPONENT MODE.

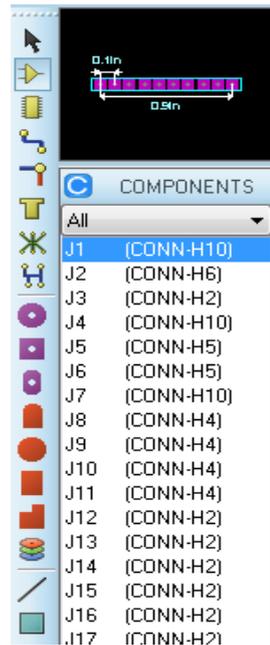


Figura No. 219 Muestra el listado de los elementos utilizados para la elaboración del circuito electrónico.

Paso 10. Seleccionar los elementos y ubicar en el interior del borde realizado según corresponda el diseño.

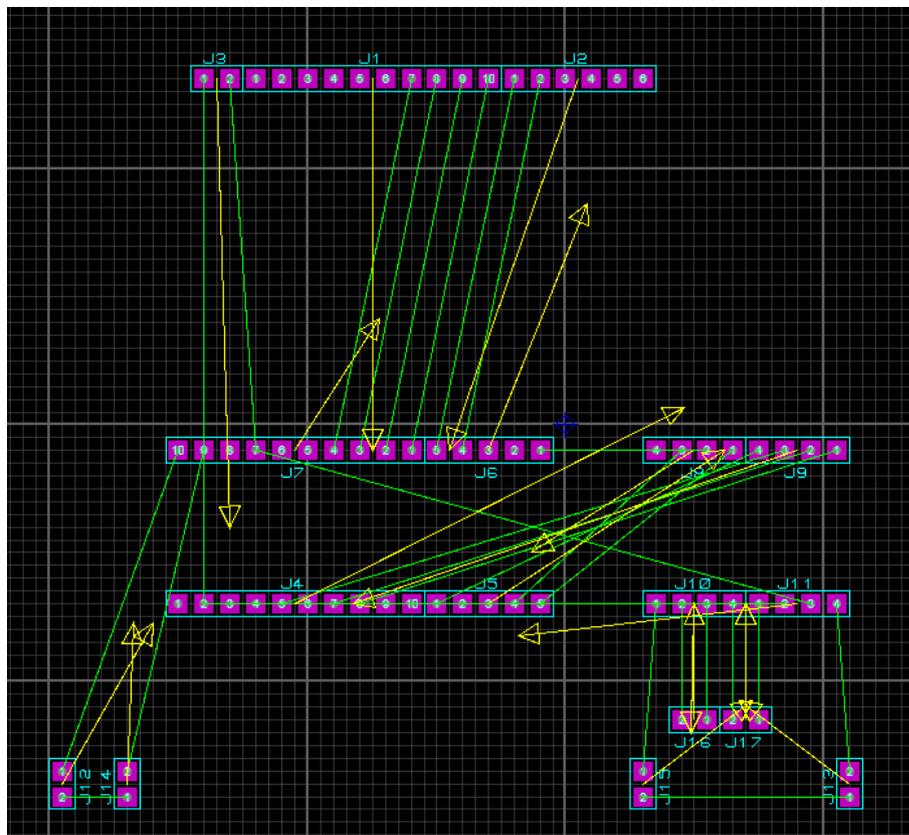


Figura No. 220 Ubicación de los elementos en el programa ares según el diseño correspondiente.



Paso 13. En la barra de herramientas seleccionar OUTPUT y seleccionar la opción GENERATE GERBER/EXCELLON FILES, clic YES, Automáticamente se genera un código y cerrar.

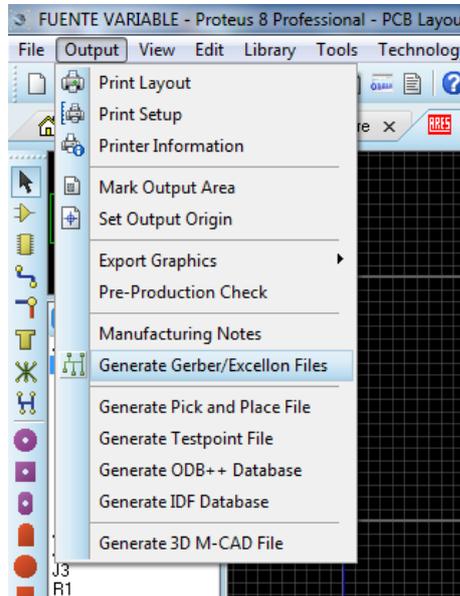


Figura No. 223 Permite generar el código para el software COPPER CAM.

Paso 14. Se abre una pantalla con el nombre de CAD/CAM, seleccionar en LAYERS/ ARTWORKS las opciones BOTTOM COPPER y EDGE, como lo indica la imagen.

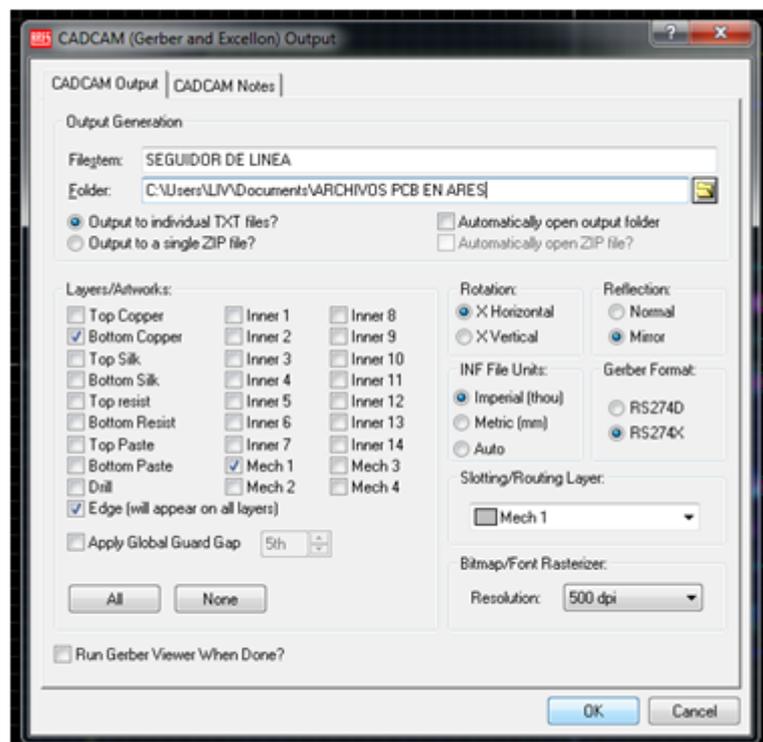
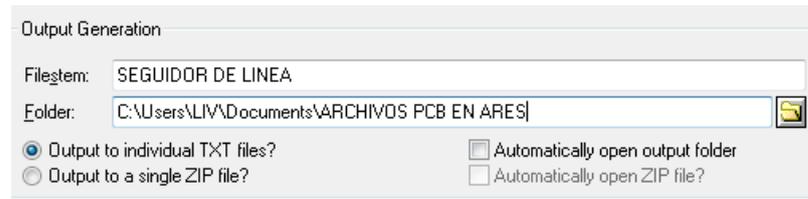


Figura No. 224 Las opciones seleccionadas permiten trabajar en el software COPPER CAM.

Paso 15. El archivo se guardara en la carpeta ARCHIBO PBC EN ARES y clic en OK y cerrar el programa Proteus 8 Professional.



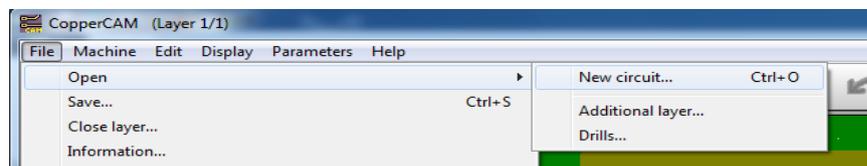
**Figura No. 225 Guardar el proyecto con el nombre utilizado en los archivos ISIS y archivos ARES.**

Paso 16. En el escritorio abrir el programa COPPER CAM.



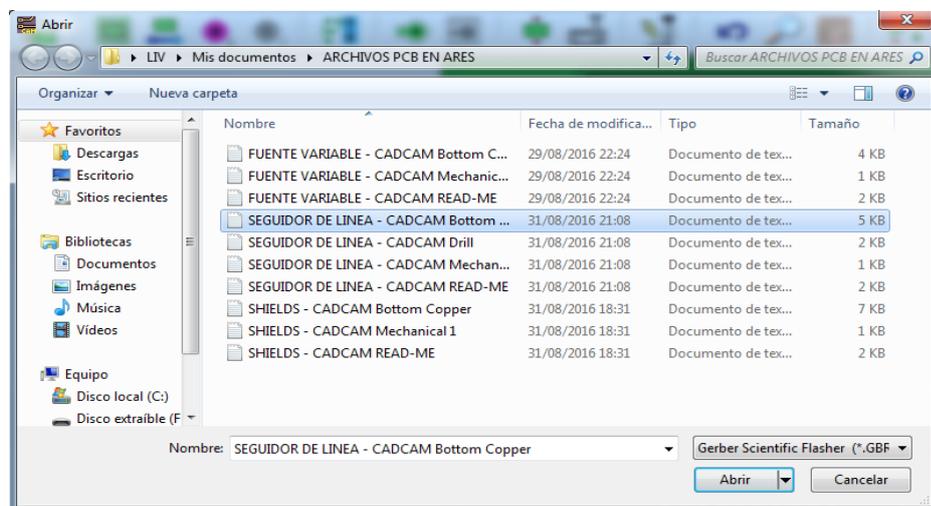
**Figura No. 226 Software que permite dimensionar terminales y pistas de cobre del circuito electrónico.**

Paso 17. En la barra de herramientas seleccionar FILE seguidamente de OPEN y en NEW CIRCUIT.



**Figura No. 227 Abrir el circuito guardado en PCB ARES.**

Paso 18. Buscar la carpeta ARCHIVOS PBC EN ARES y seleccionar el archivo con la opción CADCAM BOTTOM COPPER, por ultimo clic en abrir.



**Figura No. 228 Seleccionar el nombre proyecto y abrir.**

Paso 19. Se desplegará una ventana con el nombre TRACKS y Clic en la opción SI. Este habilitará el borde de cortado de la placa.

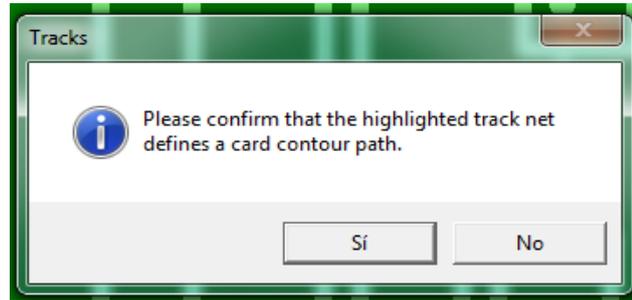


Figura No. 229 Habilitación del borde de nuestro circuito electrónico.

Paso 20. Seleccionar la opción PADS.

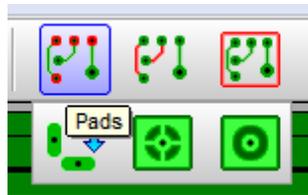


Figura No. 230 Elabora todos los terminales de nuestro circuito.

Paso 21. Se desplegará una ventana PAD APERTURES y de forma automática selecciona parte de los terminales del circuito.

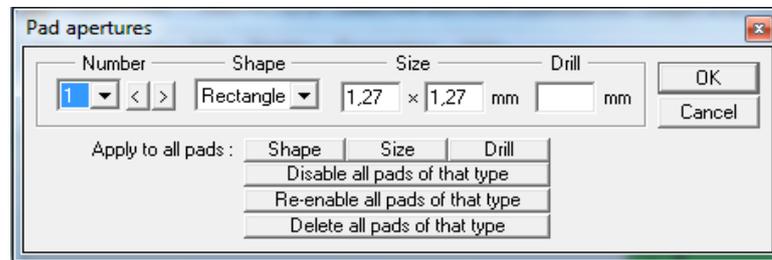


Figura No. 231 Herramientas para elaborar los terminales del circuito electrónico.

Paso 22. En la ventana PAD APERTURES, tenemos la opción de NUMBER, SHAPE, SIZE Y DRILL NUMBER. Selecciona los diferentes terminales de nuestro circuito.

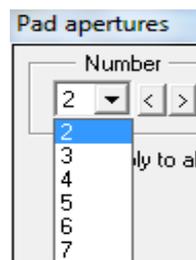


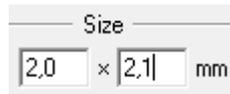
Figura No. 232 Permite seleccionar los diferentes terminales existentes del circuito electrónico.

SHAPE. Permite cambiar de forma a los terminales del circuito.



**Figura No. 233 Cambia de forma a nuestros terminales del circuito electrónico.**

SIZE. Sirve para aumentar o disminuir el tamaño de los pines.



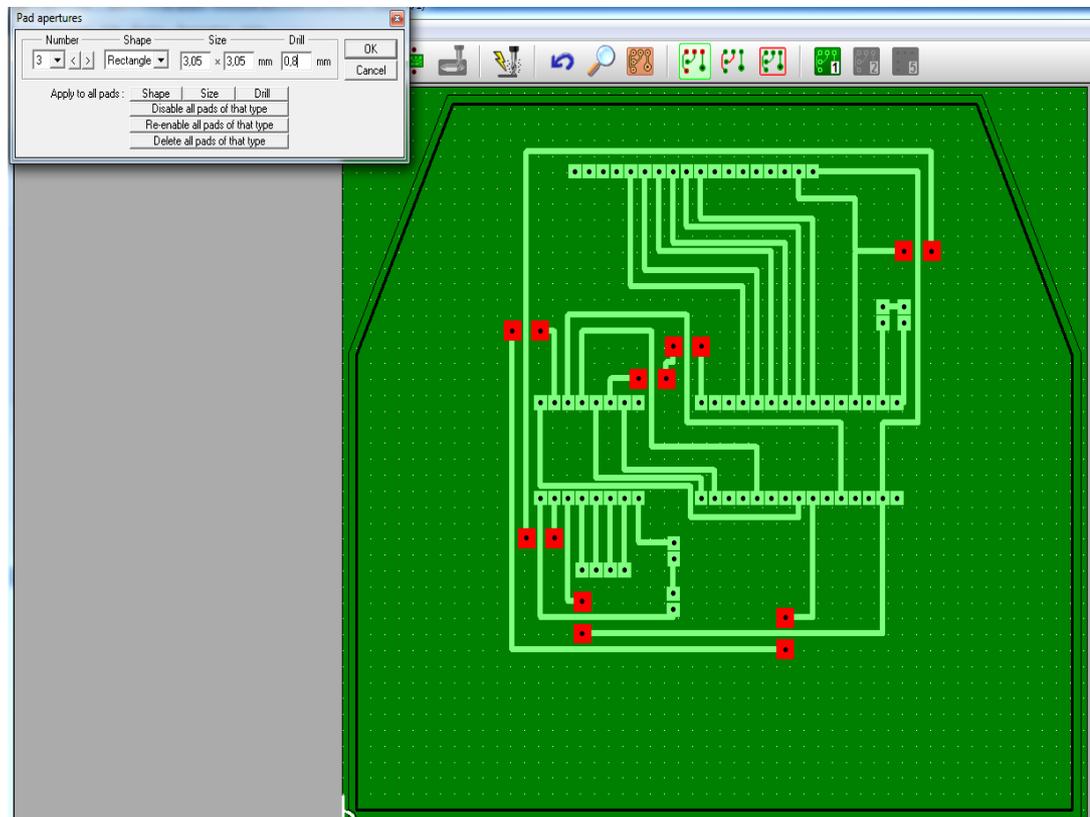
**Figura No. 234 Dimensiona el terminal del circuito electrónico.**

DRILL. Permite dimensionar la perforación con el taladro y para finalizar en el botón OK.



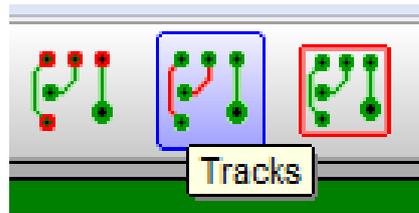
**Figura No. 235 Define el orificio del terminal del circuito electrónico.**

Finalización del circuito electrónico.



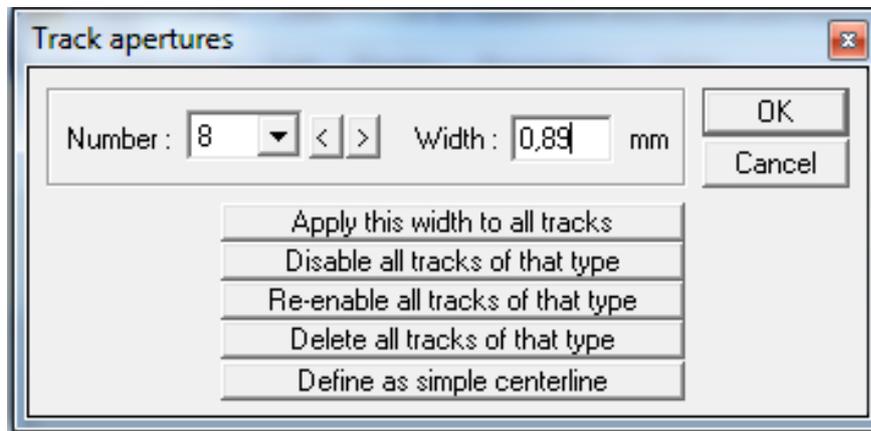
**Figura No. 236 Terminales finalizados del circuito electrónico.**

Paso 23. Seleccionar la opción TRACK.



**Figura No. 237** Selecciona las pistas que une los terminales de los elementos del circuito electrónico.

Paso 24. Se desplegará una ventana TRACK APERTURES y de forma automática seleccionará parte de las pistas del circuito.



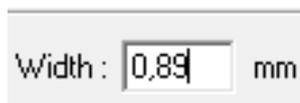
**Figura No. 238** Permite dimensionar las pistas de nuestro circuito.

Paso 25. En la ventana TRACK APERTURES, tenemos la opción de NUMBER y WIDTH NUMBER, que permite seleccionar las diferentes pistas que tenemos en el circuito si estas existieran.



**Figura No. 239** Selecciona las diferentes pistas del circuito electrónico.

WIDTH. Dimensiona el grosor de la pista y para finalizar en OK.



**Figura No. 240** Permite dimensionar el ancho de las diferentes pistas del circuito electrónico.

Finalización de la placa.

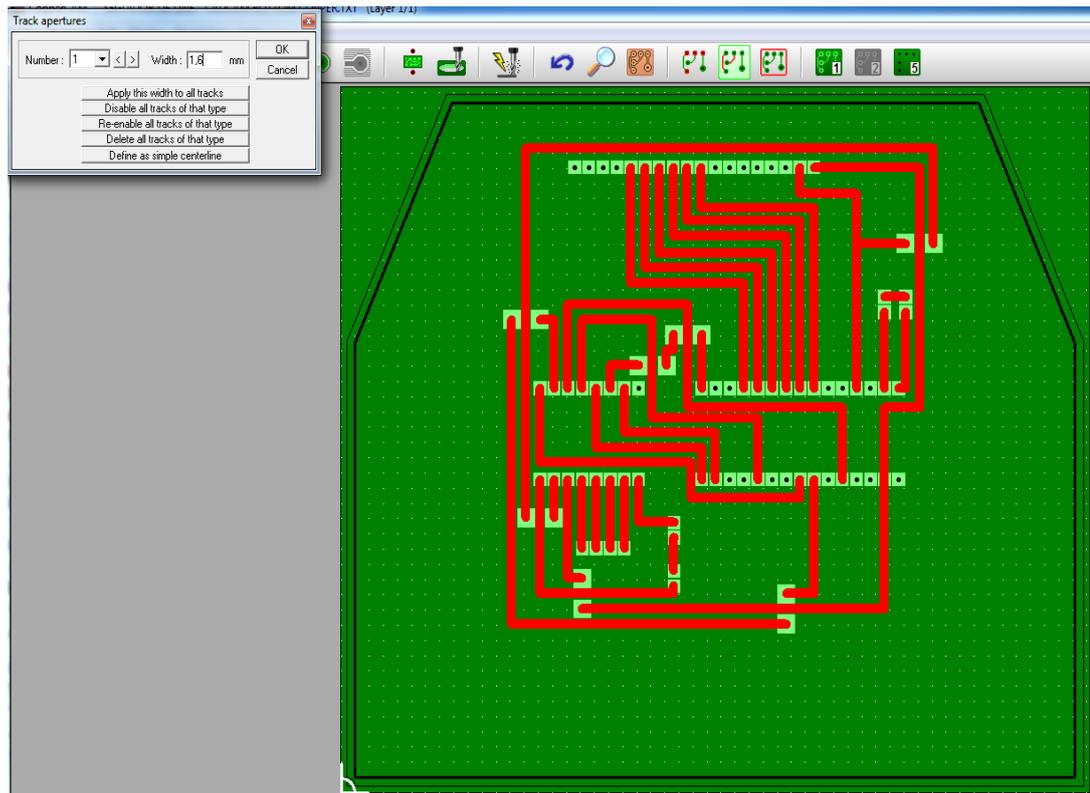


Figura No. 241 Pistas terminadas del circuito electrónico.

Paso 26. Seleccionar en la opción CALCULATE CONTOURS.

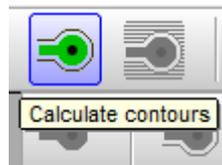


Figura No. 242 Plasma el contorno de las pistas.

Paso 27. Se desplegará una ventana SET CONTOURS.

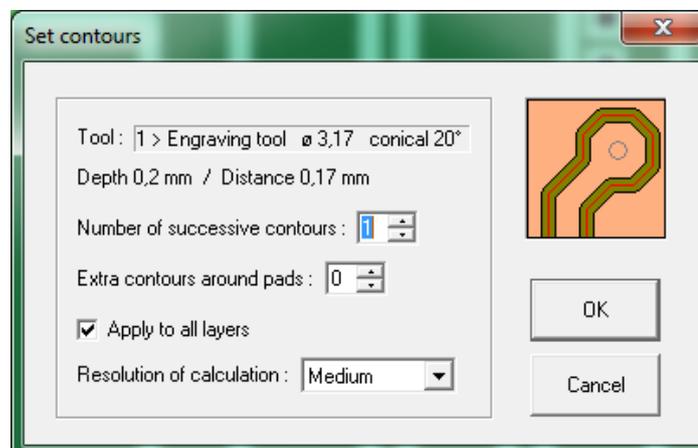
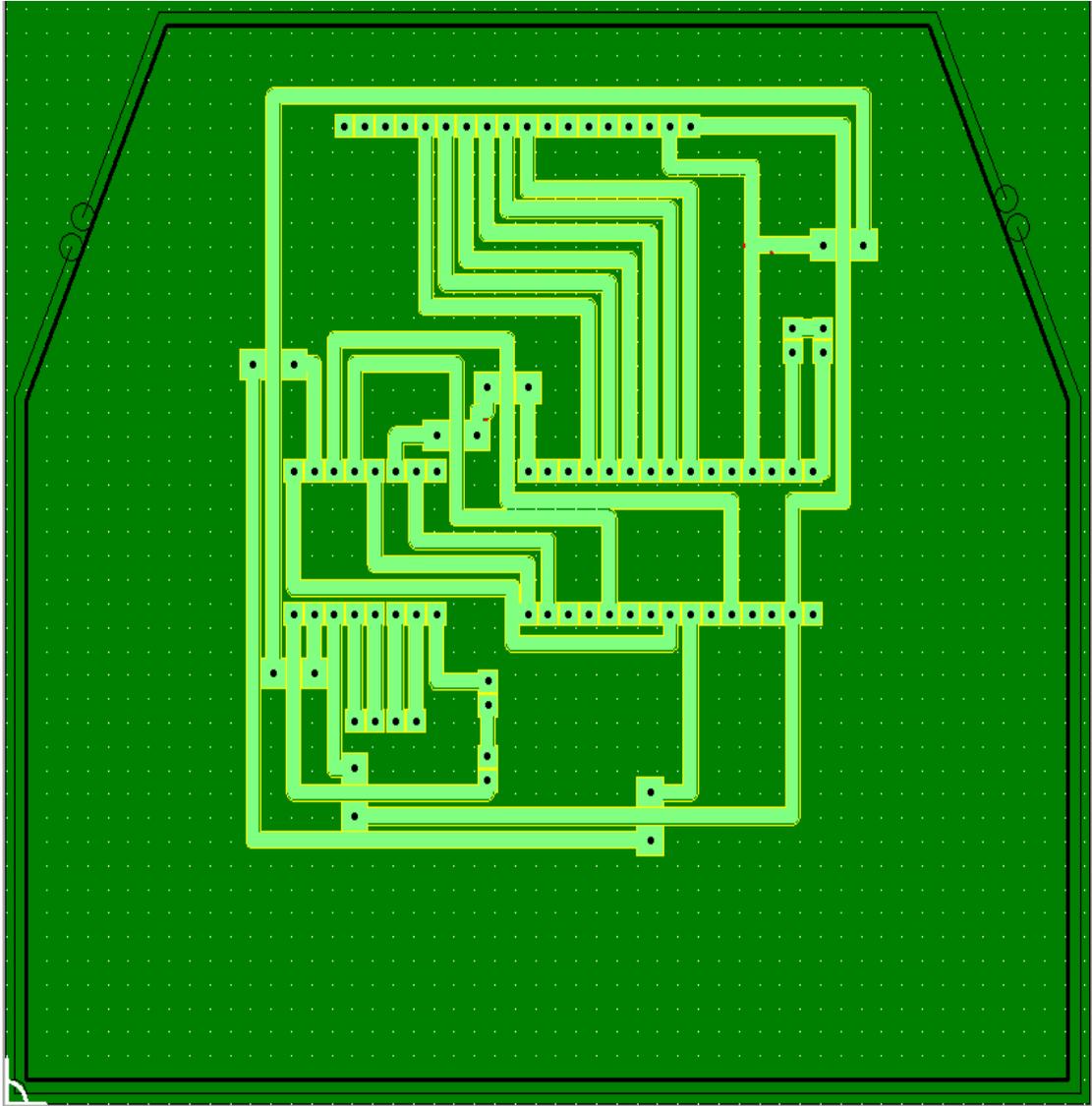


Figura No. 243 Muestra el número en que el ENGRAVING TOOL pasara diseñando cada pista.

Paso 28. En la opción Number of Successive Contours seleccionar el número 1 que es normal, esta opción permite que la fresadora pase por una sola vez en todo el circuito o las veces que el usuario desee, por último en OK.



**Figura No. 244** Las líneas amarillentas son por donde va a engravar las pistas.

Paso 29. Si se desea quitar gran parte del cobre de un elemento electrónico siga los siguientes pasos caso contrario seguir al paso 33.

Paso 30. Seleccione la opción CALCULATE HATCHES.



**Figura No. 245** Este permite elaborar placas totalmente solo en pistas.

Se desplegará una ventana SET HATCHES y clic en la opción SELECTED ZONE y OK.

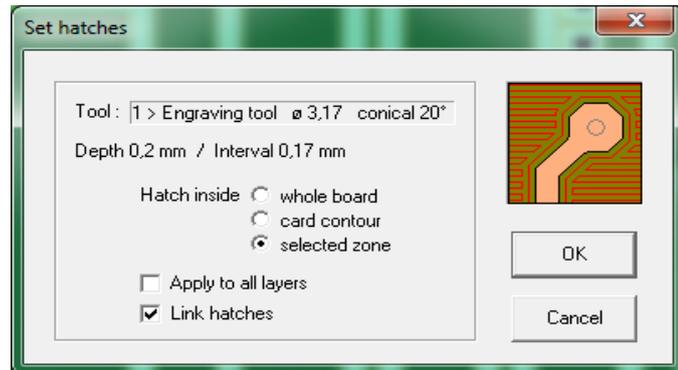


Figura No. 246 Selecciona la zona en donde engravara todo el cobre.

Paso 31. Seleccionar la parte que desee quitar gran parte del cobre del elemento.

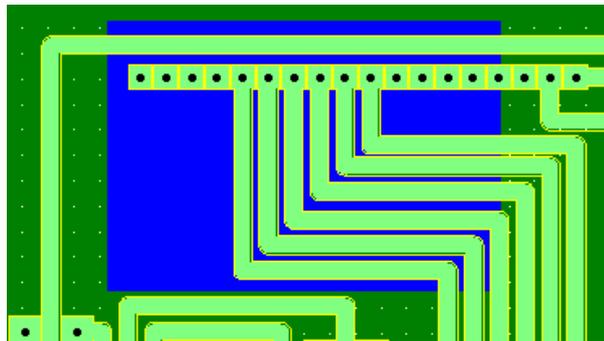


Figura No. 247 En la parte azul engravar el cobre.

Paso 32. Para ver el avance del circuito clic en la opción FINAL RENDERING.

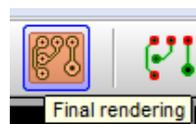


Figura No. 248 Permite ver cómo quedara el circuito electrónico.

Final de la placa del circuito electrónico.

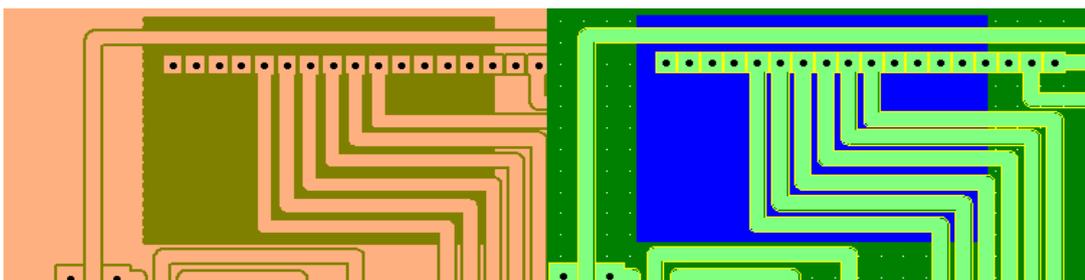


Figura No. 249 Parte final del engrava miento del circuito electrónico.

Paso 33. Para el corte de todo el circuito, seleccionar la opción CARD CONTOUR y clic en la opción CUTTING TABS.

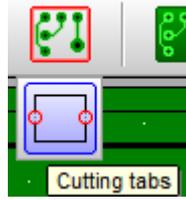


Figura No. 250 Permite definir el corte del borde de la placa de baquelita.

Paso 34. Se desplegará una ventana SET CUTTING TABS y en la opción TAB WIDTH dar el valor de 0,5 mm, este valor es la dimensión de la cortadora y en OK.

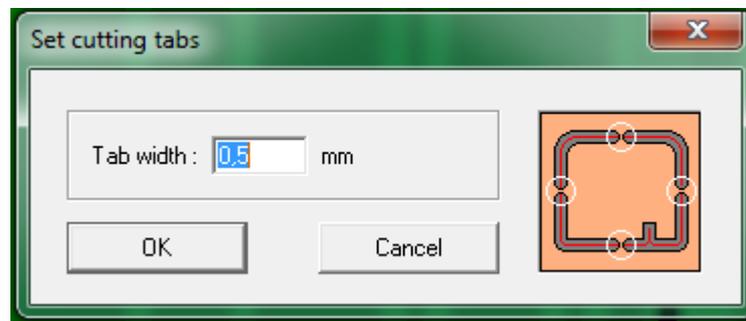


Figura No. 251 El valor en el cual no se cortara la placa de baquelita

Paso 35. Con la ayuda del mouse seleccionar en todo el contorno de color amarillo de la placa, los puntos en donde la máquina no cortara, después dar clic en la opción FINAL RENDERING para ver el avance del corte.

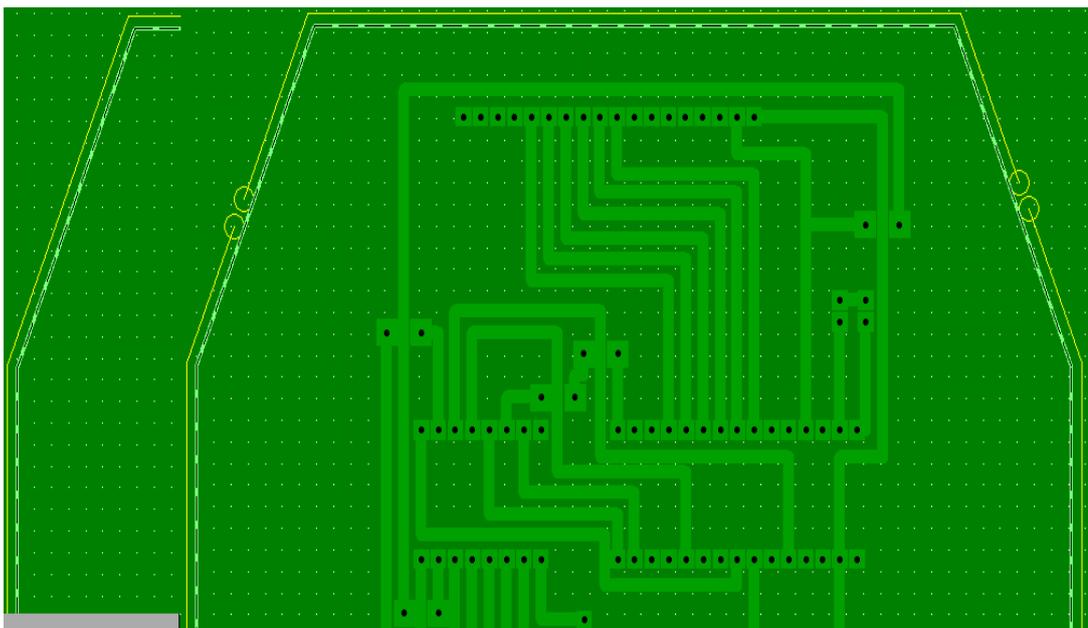


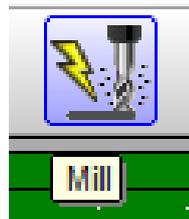
Figura No. 252 Seleccionar con un clic el borde en el cual la placa no será cortada.

Paso 36. Clic en la Opcion Layer # 1.



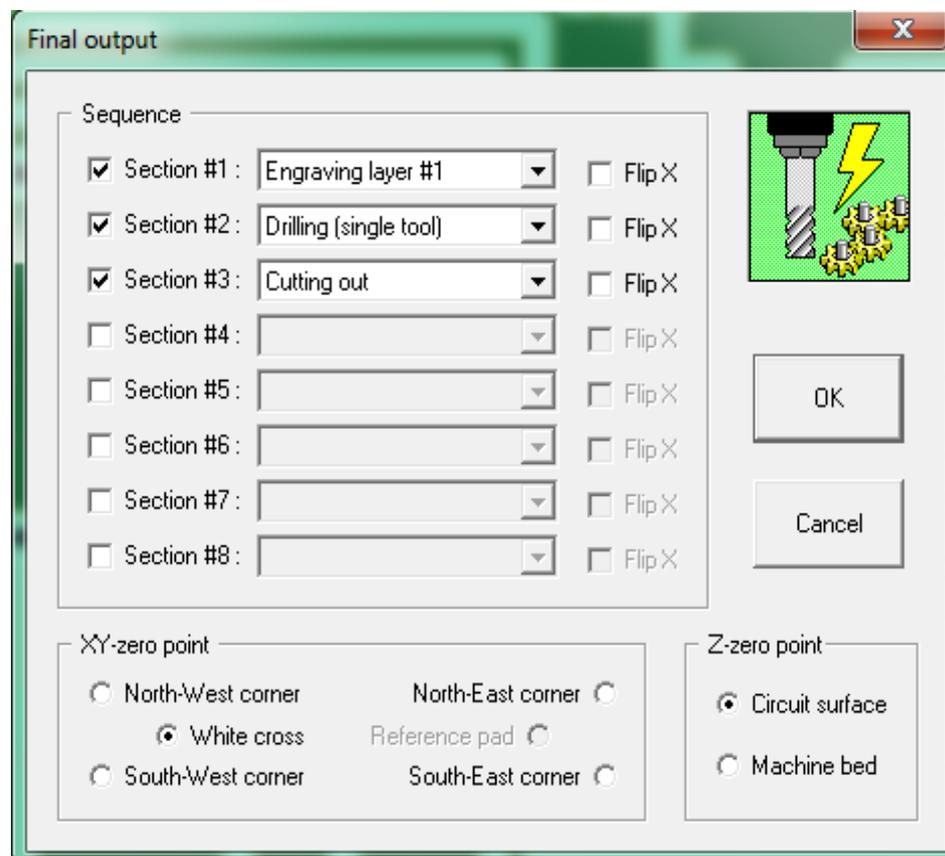
**Figura No. 253** Permite salir del borde una vez terminado de seleccionar por donde no se cortara.

Paso 37. Clic en la opción MILL.



**Figura No. 254** Selecciona el orden de las herramientas que se utilizara para elaborar la PCB.

Paso 38. Se Desplegará una ventana FINAL OUTPUT en donde selecciona el orden en el que se va a elaborar la placa de circuito impreso.



**Figura No. 255** Para realizar circuitos electrónicos solo necesitamos las tres herramientas.

### SECTION #1. ENGRAVING LAYER #1.

Esta opción permite que la fresadora realice el agravamiento de las pistas y pines del circuito electrónico.



**Figura No. 256** Sirve para engravar las pistas del circuito electrónico.

### SECTION #2. DRILING (SINGLE TOOL).

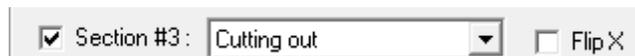
Esta opción permite que se realice las perforaciones en los diferentes pines del circuito electrónico.



**Figura No. 257** Sirve para realizar las perforaciones para los terminales del circuito electrónico.

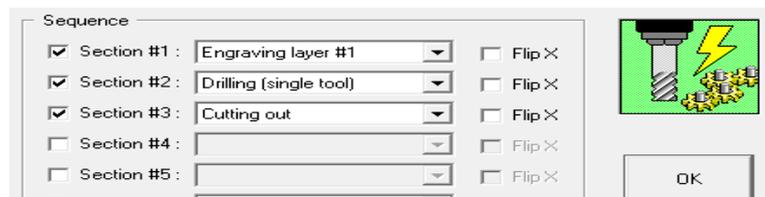
### SECTION #3. CUTTING OUT.

Esta opción permite realizar el corte de toda la placa del el circuito electrónico.



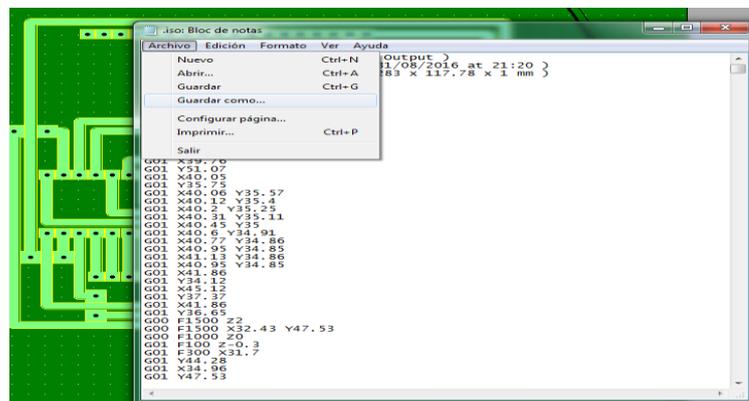
**Figura No. 258** Sirve para cortar el borde trazado en el circuito electrónico.

Paso 39. Para finalizar en el botón OK.



**Figura No. 259** El orden en que la máquina trabajara al momento de realizar las PCB.

Paso 40. Se genera el CODIGO G en donde dar CLIC EN ARCHIVO.



**Figura No. 260** Genera el código G para la elaboración de las PCB.

Paso 41. GUARDAR COMO y seleccionar la carpeta ARCHIVOS CODIGO G dar un nombre y guardamos el archivo, cerrar todas la ventanas.

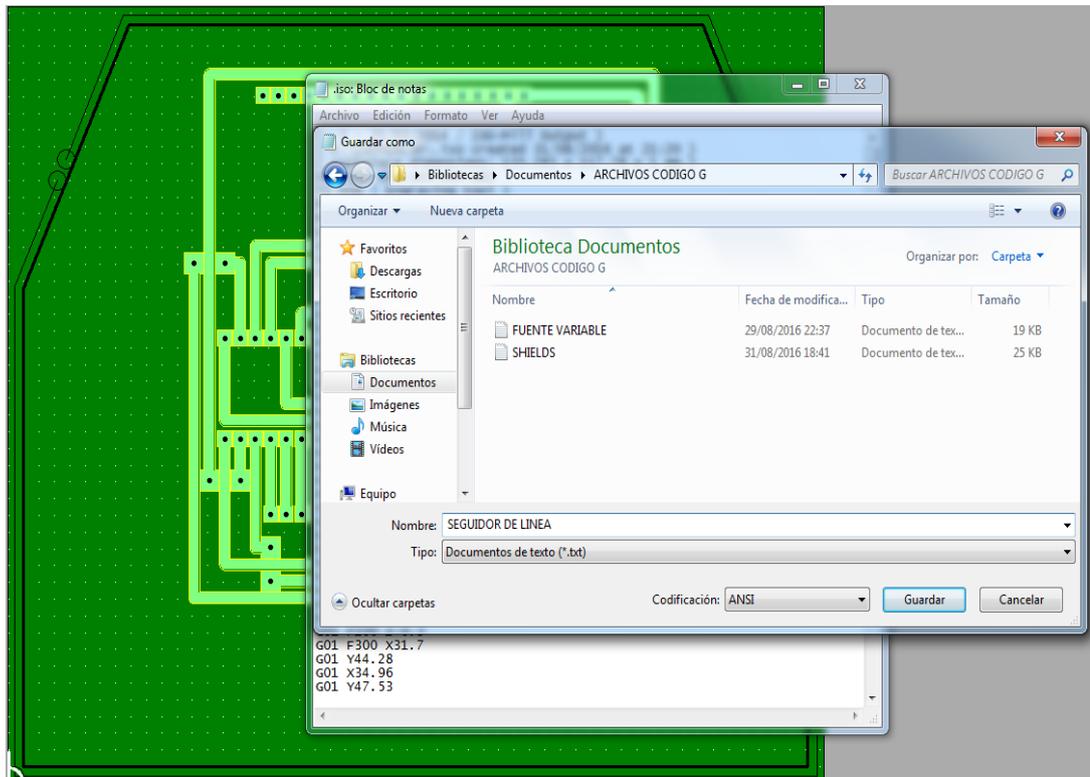


Figura No. 261 Guardar el archivo con el mismo nombre que se guardó en los archivos ISIS y ARES.

Paso 42. Revisar si la máquina está conectada al computador.



Figura No. 262 Conectar el puerto paralelo.

Paso 43. Para conectar la máquina de control numérico computarizado CNC al computador conectar el puerto paralelo como lo indica la imagen.



Figura No. 263 Conexión de la CNC con el computador.

Paso 44. Ver si cada uno de las salidas y entradas de la máquina están conectadas correctamente, para lo cual es necesario verificar si cada conector coincide con la misma letra.

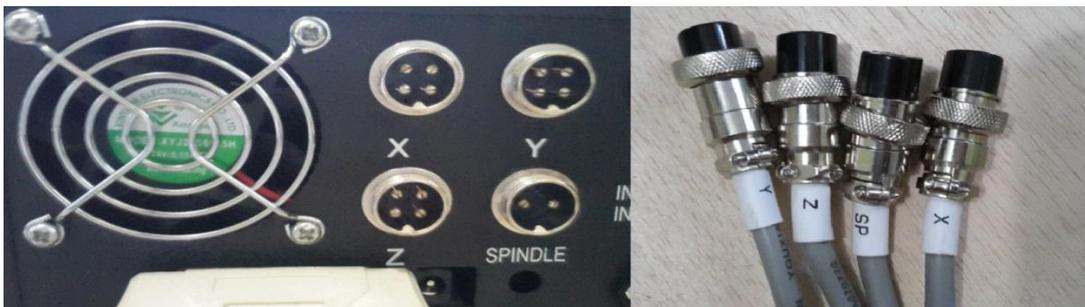


Figura No. 264 Verificar las entradas y salidas de la CNC.

Paso 45. En el escritorio abrir el programa MACH3MILL.



Figura No. 265 Mach 3 software que permite trabajar con la CNC.

Paso 46. Clic en la opción LOAD G-CODE.

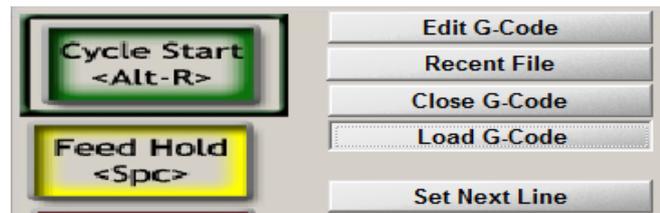


Figura No. 266 Carga el archivo del código G guardado.

Paso 47. Se Desplegará una ventana para buscar el archivo que está guardado en ARCHIVOS CODIGO G y seleccionar el archivo guardado y abrir.

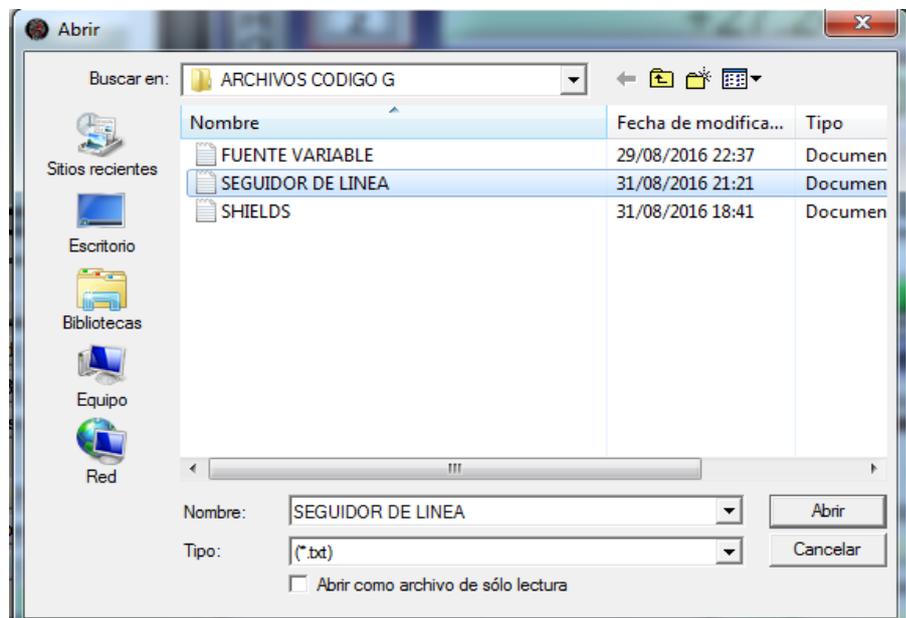


Figura No. 267 Buscar el archivo guardado y abrir

Paso 48. En la ventana se desplegará todo el CODIGO G el mismo que ayudara a la elaboración de la placa.

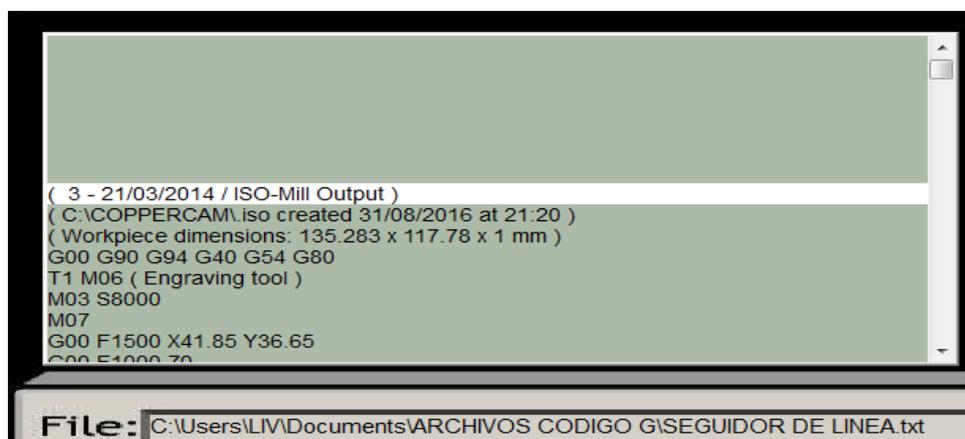


Figura No. 268 Se desplegara en la pantalla principal el código G.

Paso 49. Encender la máquina de control numérico computarizado CNC, POWER.



Figura No. 269 POWER interruptor para encender la maquina CNC.

Paso 50. Dar un clic en RESET una vez dado clic se pondrá en marco de color verde.



Figura No. 270 Clic para que la máquina empiece a funcionar.

Paso 51. Con la ayuda del teclado generar el movimiento a la CNC.

EJE X. IZQUIERDA y DERECHA

EJE Y. ARRIBA y ABAJO

EJE Z. REG PAG sube el encoder, AV PAG baja el encoder



Figura No. 271 Permite el movimiento del encoder en los tres ejes X, Y y Z.

Paso 52. Con la ayuda del teclado fijar la CNC en el borde del circuito (parte azul) con referencia a la placa de baquelita y con la ventada REF ALLHOME colocar en cero dando clic en ZERO X, ZERO Y, ZERO Z.

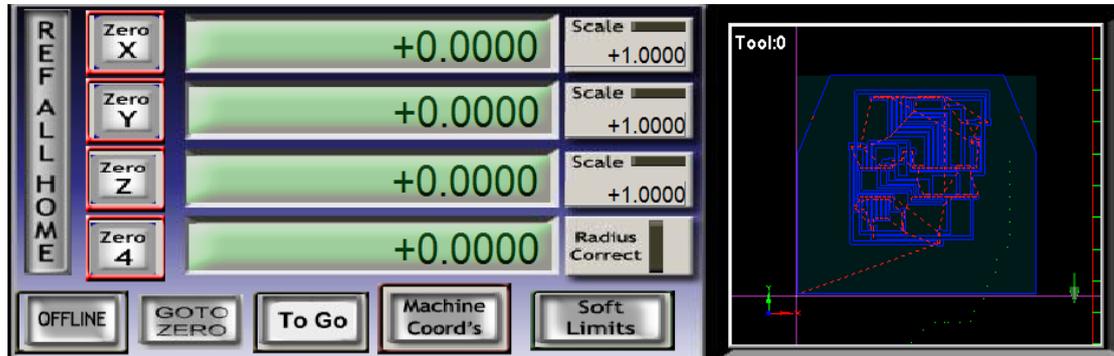


Figura No. 272 Fijar el encoder según el tamaño de la placa de baquelita para empezar a trabajar.

Paso 53. Una vez fijado la CNC, procedemos a colocar en el encoder ENGRAVING TOOL, es una punta cónica de 20°.

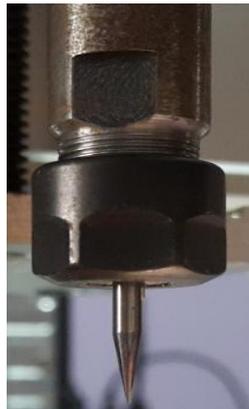


Figura No. 273 Para el Engrava miento de pistas del circuito electrónico se coloca una punta cónica de 20°.

Paso 54. Colocar en el encoder con la ayuda de sus respectivas herramientas y asegurar.



Figura No. 274 Con las herramientas se ajusta la punta cónica de 20°.

Paso 55. Con la ayuda de las teclas RE PAG y AV PAG bajar el encoder hasta que la punta cónica de 20° quede a 1 mm de distancia con la placa.

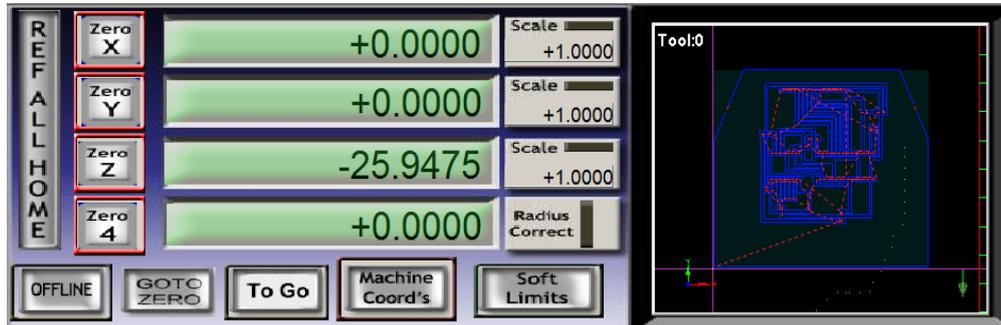


Figura No. 275 Para fijar la punta cónica solo debe existir movimiento en el eje z.

**Nota:** Para los siguientes pasos de calibración de las herramientas realizar con el encoder encendido a una velocidad conveniente para evitar dañar la herramienta.



Figura No. 276 La punta cónica debe estar a 1mm de la placa de baquelita.

Paso 56. Una vez puesta la punta cónica cerca de la placa seleccionar en el programa la opción ZERO Z sin modificar ZERO X y ZERO Y.

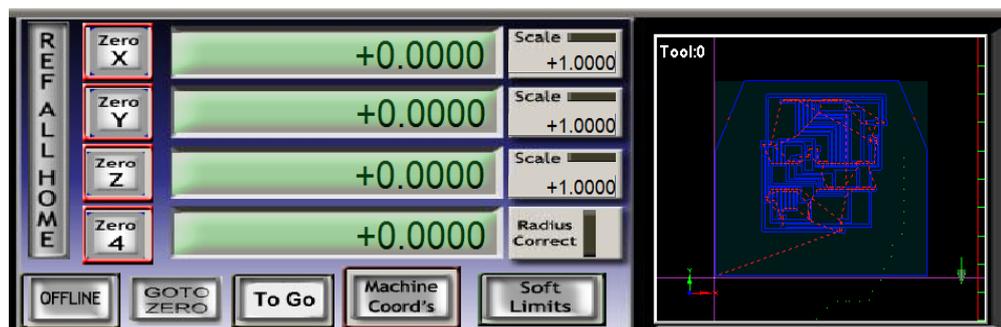


Figura No. 277 Una vez fijado ZERO Z y que todos los ejes estén en cero. Levantar un poco el eje Z.

Paso 57. En el programa seleccionar la opción CYCLE STAR.



Figura No. 278 Para empezar a correr el programa, código G.

Paso 58. Saldrá un aviso en TOOL INFORMATION en el cual alerta si la herramienta 1 de punta cónica 20° está cargada.



**Figura No. 279 Información para que la herramienta 1 sea cargada.**

Paso 59. Activar el encoder interruptor SPINDLE y generar velocidad de rotación con el variador a un nivel medio.

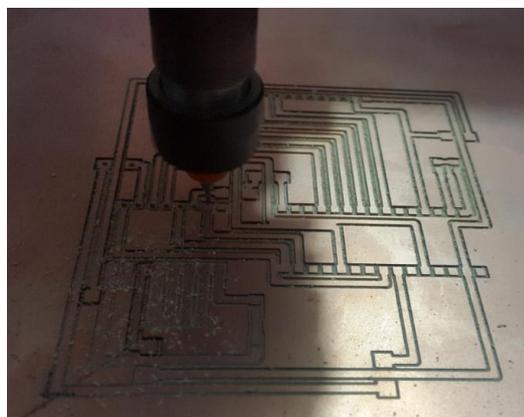


**Figura No. 280 Encender interruptor Spindle y generar velocidad media al encoder.**

Paso 60. Una vez revisado que está cargada la herramienta 1. Dar nuevamente clic en CYCLE START y empieza a ejecutar el programa.



**Figura No. 281 Empieza a trabajar la máquina CNC para la elaboración de las PCB.**



**Figura No. 282 Programa de grabado en funcionamiento.**

Paso 61. La máquina automáticamente se detiene y en la pantalla en TOOL INFORMATION pide ingresar la herramienta 3 que es DRILLING TOOL DE 0,8 mm.



Figura No. 283 Insertar la herramienta 3 que es la broca de 0,8mm.

Paso 62. Para cambiar de herramienta se disminuye totalmente la velocidad del encoder y desactivar el interruptor SPINDLE.



Figura No. 284 Disminuir la velocidad y apagar el Spindle.

Paso 63. No realizar ningún cambio en los ejes ZERO X, ZERO Y, solo en el ZERO Z.

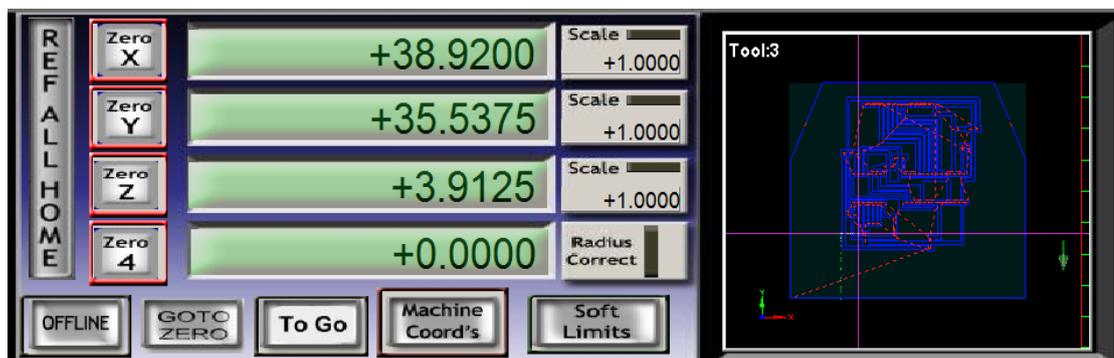


Figura No. 285 No realizar ningún cambio en el eje X y en eje Y.

Paso 64. En el programa con la ayuda del teclado RE PAG y AV PAG subir o bajar el encoder para desmontar la herramienta PUNTA CONICA 20° y colocar el DRILLING TOOL DE 0,8 mm.



**Figura No. 286** Movimiento en el eje Z para poder desmontar herramienta 1 e instalar la herramienta 3.

Paso 65. Colocar la herramienta 3 DRILLING TOOL DE 0,8 mm y asegurar.



**Figura No. 287** Con las herramientas asegurarla broca de 0,8mm.

Paso 66. Con la ayuda de la tecla AV PAG bajar cuidadosamente el encoder hasta que la punta del DRILLING quede a -0.5 mm de la placa.

Mantener el eje X y eje Y, generar movimiento solo en el eje Z.



**Figura No. 288** Fijar la punta a -0.5 mm de la placa de baquelita.

Paso 67. En la pantalla en la opción REF ALL HOME, ubicarse en ZERO Z y fijamos en cero dar un clic.

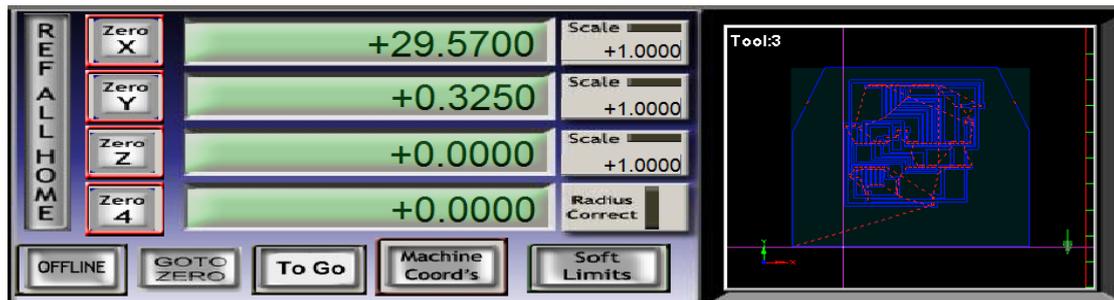


Figura No. 289 Fijar ZERO Z cuando la punta de la broca este a -0,5mm y no modificar ZERO X y ZERO Y.

Paso 68. Una vez cambiado la herramienta activar el interruptor SPINDLE y con el variador de velocidad generamos una velocidad media al encoder.



Figura No. 290 Encender y generar velocidad media al encoder.

Paso 69. En la pantalla clic en la opción CYCLE START y empieza a realizar las perforaciones.



Figura No. 291 Empieza a realizar las perforaciones.

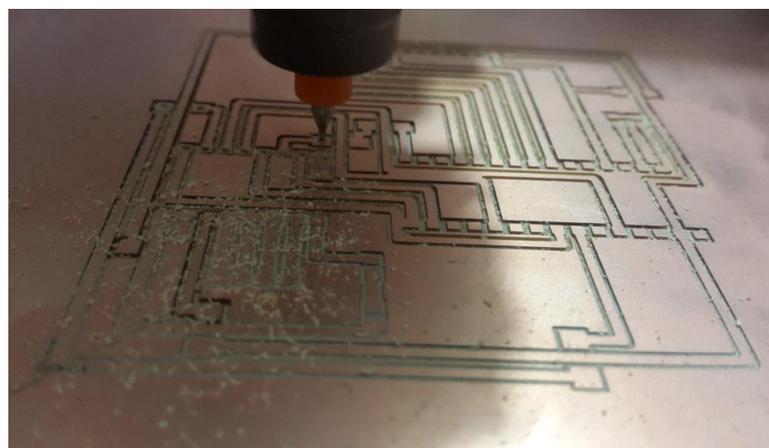


Figura No. 292 Programa de drilling en funcionamiento.

Paso 70. La máquina automáticamente se detiene y en la pantalla en TOOL INFORMATION pide ingresa la herramienta 2 que es BASIC CUTTER CYLINDRICAL.



Figura No. 293 Pide insertar la herramienta dos que es la cortadora.

Paso 71. Para cambiar la herramienta se disminuye totalmente la velocidad del encoder y desactivar el interruptor SPINDLE.



Figura No. 294 Disminuir la velocidad y apagar el Spindle.

Paso 72. No realizar ningún cambio en los ejes ZERO X, ZERO Y, solo en el ZERO Z.

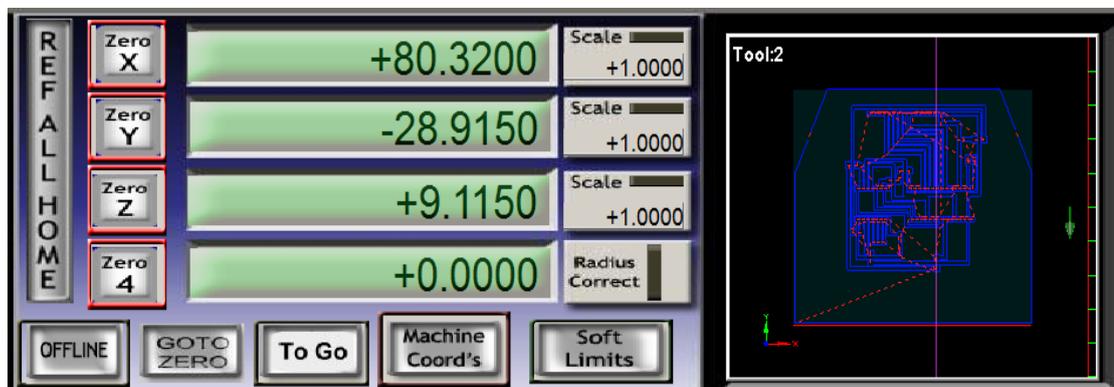


Figura No. 295 No realizar ningún cambio en el eje X y en eje Y.

Paso 73. En el programa con la ayuda del teclado RE PAG y AV PAG subir o bajar el encoder para desmontar la herramienta, DRILLING TOOL DE 0,8 mm y colocar la herramienta CYLINDRICAL.



**Figura No. 296** Movimiento en el eje Z para poder desmontar herramienta 3 e instalar la herramienta 2.

Paso 74. Colocar la herramienta 3 BASIC CUTER CYLINDRICAL y asegurar.



**Figura No. 297** Con la ayuda de las herramientas asegurar la cortadora.

Paso 75. Con la ayuda de la tecla AV PAG bajar cuidadosamente el encoder hasta que la punta del CYLINDRICAL quede a -0.5 mm de la placa.



**Figura No. 298** Fijar la punta a -0.5 mm de la placa de baquelita.

Paso 76. En la pantalla en la opción REF ALL HOME, ubicarse en ZERO Z y fijar en cero dándole un clic.

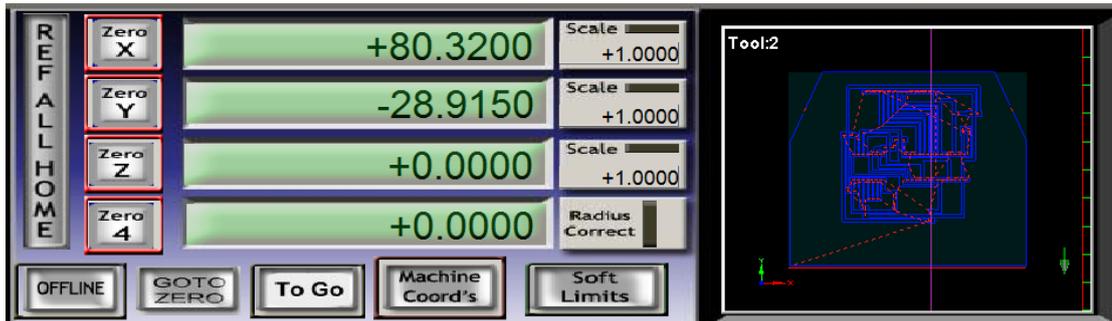


Figura No. 299 Fijar ZERO Z cuando la punta de la cortadora este a -0,5mm y no modificar ZERO X y ZERO Y, después levantar un poco el eje Z.

Paso 77. Una vez cambiado la herramienta activar el interruptor SPINDLE y con el variador de velocidad generar una velocidad media al encoder.



Figura No. 300 Encender y generar velocidad media al encoder.

Paso 78. En la pantalla clic en la opción CYCLE START y empieza a realizar los cortes de la placa.



Figura No. 301 Permite realizar el corte de la placa de baquelita.

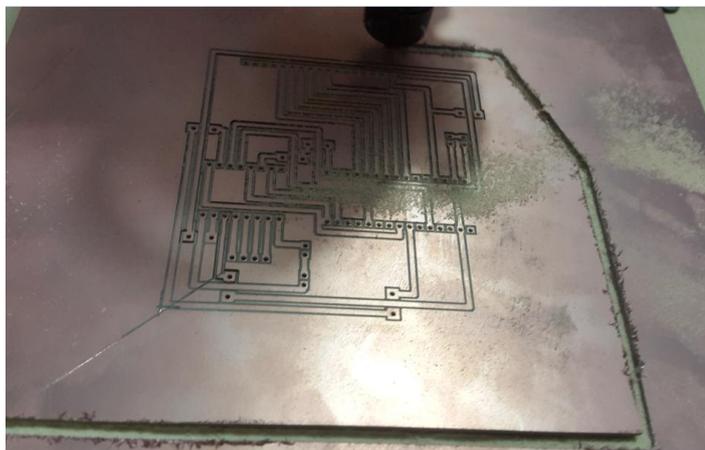


Figura No. 302 Programa de cortar en funcionamiento.

Paso 79. Una vez realizado el corte la máquina automáticamente se detiene.

```

G00 F1500 Y28.13
G00 F1000 Z0
G01 F60 Z-2.5
G00 F1500 Z2
M09
M05
T2 M06 ( Basic cutter )
M03 S8000
M07
G00 F1500 X1.04 Y1.04
G00 F1000 Z0
G01 F60 Z-2.2
G01 F100 X134.04
G01 Y75.35
G01 X126.14 Y93.42
G00 F1500 Z2

```

File: C:\Users\LIV\Documents\ARCHIVOS CODIGO G\SEGUIDOR DE LINEA.txt

Figura No. 303 El programa ha terminado.

Paso 80. Disminuir totalmente la velocidad del encoder y desactivar el interruptor SPINDLE.



Figura No. 304 Reducir la velocidad del encoder y apagar el spindle.

Paso 81. Sacar la herramienta y con la ayuda del teclado movilizar a la CNC a un espacio fuera de la placa realizada.

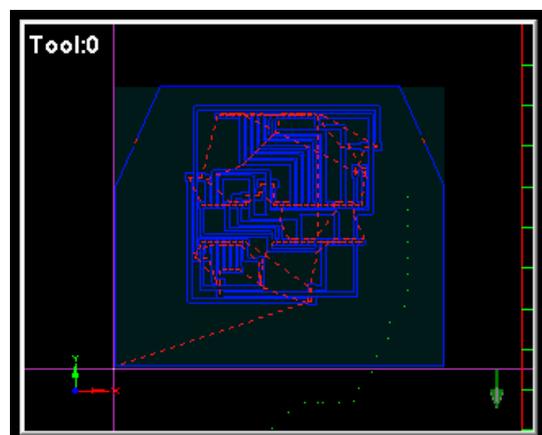
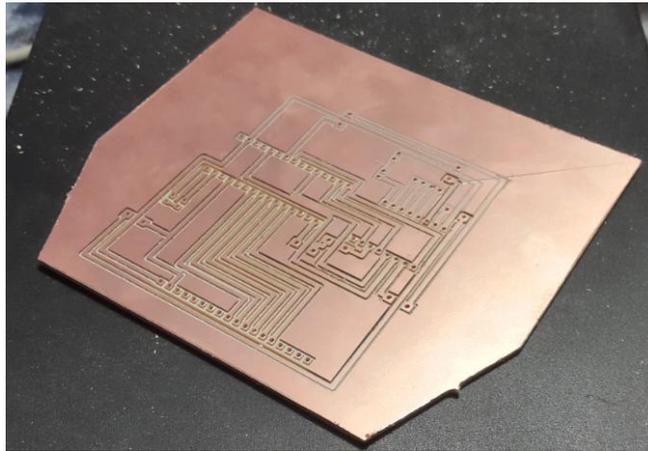


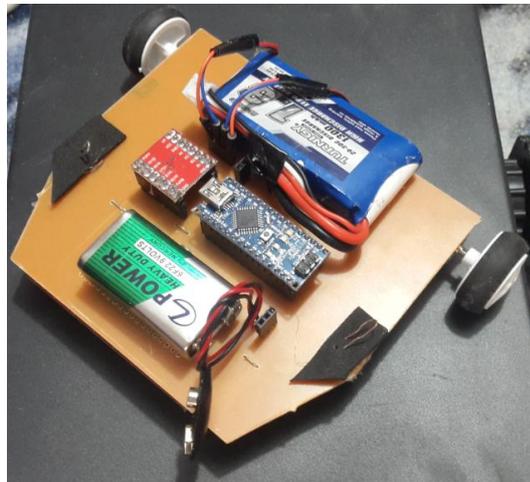
Figura No. 305 Generar movimiento en EJE Z y retirar la herramienta 2 y mover todos sus ejes para que la placa elaborada quede libre.

Paso 82. Retirar la placa impresa.



**Figura No. 306 Placa terminada.**

Paso 83. Soldar los elementos en la placa terminada.



**Figura No. 307 Circuito electrónico terminado.**

Paso 83. Apagar la computadora y CNC.

### **Análisis:**

Las pistas y terminales se encuentran aisladas, cada uno de los elementos utilizados caben perfectamente en cada uno de los terminales para soldar.

### **Resultado de aprendizaje:**

Crear plantilla interactivas para poder implementar cualquier circuito electrónico.

**Conclusiones:**

- Al Diseñar la carcasa permite dar forma a nuestro seguidor y el circuito electrónico permite ver las dimensiones de cada uno de los elementos con las que se va a trabajar, y de esta forma la plantilla se crea de forma rápida.

**Recomendaciones:**

- Revisar y simular cada una del elemento que se va a utilizar en esta plantilla ya que no existen en formatos PCB de librerías arduinos.
- Soldar sócalos para el arduino y puente H para que no se dañen al contacto del calor del caudín.

### 3.4 Formato para prácticas

**PRACTICA N°** (número y nombre de la práctica)

**Integrantes:** (Integrantes de la práctica)

**Tema:** (Nombre de la práctica a realizar)

**Objetivos:** (El alcance al realizar esta práctica, por lo menos 3 objetivos)

**Equipos y Materiales:** (Los que se utilizaran para realizar la práctica)

**Trabajo Preparatorio:** (Lo que se necesita para realizar la practica)

**Desarrollo:** (Paso a paso como se elabora la práctica)

**Análisis:** (análisis al obtener la practica terminada, si está en buen estado o si existe fallas)

**Resultado de Aprendizaje:** (Aprendizaje del alumno al realizar la práctica, que es lo que aprendió)

**Conclusiones:** (Conclusiones de la práctica, mínimo una y máximo tres)

**Recomendaciones:** (las recomendaciones al realizar la practica mínimo una y máximo tres)

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- El estudiante al revisar el manual y realizar la guía práctica, adquirirá los conocimientos del funcionamiento de la máquina paso a paso, obteniendo mayor desempeño en el manejo de equipos electrónicos y que evitará daños de la máquina CNC.
- El funcionamiento de la máquina CNC requiere de un software de programación que ayuda a controlar la posición y velocidad de los motores, de esta forma puede moverse al mismo tiempo en los tres ejes, permitiendo aprovechar el mayor tiempo posible al elaborar una práctica y la posibilidad de fabricar piezas imposibles o muy difíciles.
- Los manuales diseñados para cada una de las prácticas se basan en las distintas necesidades que el estudiante requiere para la elaboración de las placas de un circuito impreso, shields para plataformas arduino y elaboración de plantillas, de esta forma el estudiante tendrá cuidado al utilizar la máquina y mejorará la presentación de los proyectos adquiriendo habilidades y destrezas e incrementando mayor experiencia en el campo práctico de la electrónica.
- La guía elaborada para las prácticas en el laboratorio de electrónica beneficiará al docente y estudiante. Así los estudiantes realizan los informes de cada práctica siguiendo en forma ordenada los parámetros indicados en la guía.

## 4.2 Recomendaciones

- Para la máquina CNC debe ser instalada en un lugar libre de polvo o impurezas mismos que afectaran al rendimiento de la máquina y con el tiempo pueda causar daño a los motores, es necesario mantener la máquina cubierta y utilizar únicamente al elaborar las PCBs.
- Antes y después de utilizar la CNC 3020T dj es necesario realizar una limpieza de toda la máquina retirar las herramientas de la mordaza y verificar que el variador de velocidad no este activado y no exista ningún equipo o material sobre la meza de trabajo de la CNC.
- Seguir pasó a pasó las guías elaboradas para el estudiante de las diferentes prácticas ya realizadas, esto permitirá que al realizar la práctica el estudiante no tenga problemas al utilizar los diferentes software y manipular la máquina al momento de cambiar las herramientas y estas sean calibradas al momento de ejecutarlas.
- El estudiante al realizar la calibración de las diferentes herramientas ya sea la de Corte, Drill o Engravado es necesario que las realice con el encoder encendido a una velocidad que crea conveniente esto ayudará a que no se destroce las puntas de cada una de las herramientas a utilizar para su respectiva calibración.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Archivos GERBER:** es un formato de archivo que contiene la información necesaria para la fabricación de la placa de circuito impreso o pcb. Se pueden crear con distintos programas de diseño electrónico como pcb wizard, eagle, protel, kicad o altium designe

**Cortar:** separar una parte de un todo utilizando un instrumento afilado

**DNC:** es una computadora conectada en red con una o más maquinas CNC.

**Drill:** perforar, hacer en una cosa un agujero muy profundo o que la atraviese de parte a parte

**Fresadora:** máquina para fresar, está compuesta de un cabezal, dotado de un movimiento de rotación, con una fresa (herramienta cortante), y de una mesa, también dotada de un mecanismo de movimiento, donde se fija la pieza

**G-CODE:** es el nombre que habitualmente recibe el lenguaje de programación más usado en control numérico CNC.

**Máquina:** objeto fabricado y compuesto por un conjunto de piezas ajustadas entre sí para facilitar o realizar un trabajo determinado.

**PCB:** plaqueta de circuito impreso o printed circuit board, es la superficie constituida por caminos, pistas o buses de material conductor laminadas sobre una base no conductora.

**Programación:** se refiere a idear y ordenar las acciones que se realizarán en el marco de un proyecto, a la elaboración de programas para la resolución de problemas mediante ordenadores.

**Restricción:** se trata del proceso y la consecuencia de restringir, se refiere a limitar, ajustar, estrechar o circunscribir algo.

**Router:** también conocido como enrutador o en caminador de paquetes es un dispositivo que proporciona conectividad a nivel de red.

**Sistematización:** proviene de la idea de sistema, de orden o clasificación de diferentes elementos bajo una regla o parámetro similar.

**Unidad de control:** es el componente del procesador que dirige y coordina la mayoría de las operaciones en la computadora.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arturo, R. M. (01 de marzo de 2013). *ULADECH CATOLICA, ISIS de Proteus*. Obtenido de SlideShare:  
<http://es.slideshare.net/Metalaficionados/tutorial-isisproteus>
- BobCAD-CAM. (2014). *Controlador Mach 3*. Obtenido de  
<http://www.softwarecadcam.com.mx/software/mach3.html>
- cekit. (2008). *Curso Facil de Electronica Basica*. Pereira Colombia: compañía editorial tecnológica.
- CopperCAM. (2016). Obtenido de Software CopperCAM:  
<http://www.galaad.net/coppercam-eng.html>
- CRUZ TERUEL, F. (2004). *CONTROL NUMÉRICO Y PROGRAMACIÓN: SISTEMAS DE FABRICACIÓN DE MÁQUINAS A*. Barcelona: MARCOMBO, EDITORIAL.
- Cruz Teruel, F. (2009). *CONTROL NUMÉRICO Y PROGRAMACION 2*. MARCOMBO, S.A.
- electronico, c. (s.f.). *monografias*. Obtenido de  
<http://www.monografias.com/trabajos82/circuito-electrico/image003.jpg>
- Equipment, S. L. (2016). *CNC 3020T-DJ*. Obtenido de Global sources:  
<http://spanish.globalsources.com/si/AS/Shenzhen-Liyang/6008846963927/pdtl/CNC-3020-230W-110V---220V-Router-CNC-3020T-DJ-Engr/1138530958.htm>
- FRANCISCO, T. (2008). *PREPARACION Y PROGRAMACION DE MAQUINAS DE CONTROL NUMERICO*. S.L. EDICIONES CEYSA. CANO PINA.
- Gil-Guijarro, L. (24 de marzo de 2011). *Circuitos serie y paralelo*. Obtenido de IES Bahía de Algeciras:  
[http://www.iesbahia.es/departamentos/Tecnologia/MagnitudesElectricas/circuitos\\_serie\\_y\\_paralelo.html](http://www.iesbahia.es/departamentos/Tecnologia/MagnitudesElectricas/circuitos_serie_y_paralelo.html)
- Herramientas, D. M. (8 de Mayo de 2013). *Qué es el CNC y cómo está compuesta una máquina CNC*. Obtenido de De Maquinas y Herramientas:  
<http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/introduccion-a-la-tecnologia-cnc>
- Herramientas, M. y. (8 de mayo de 2013). *Como funciona la fresadora CNC*. Obtenido de Maquinas y Herramientas:  
<http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/fresadoras-cnc>

- Ltd, S. L. (2016). *CNC 3020T-DJ*. Obtenido de Global sources:  
<http://spanish.globalsources.com/si/AS/Shenzhen-Liyang/6008846963927/pdtl/CNC-3020-230W-110V---220V-Router-CNC-3020T-DJ-Engr/1138530958.htm>
- MCNC. (23 de agosto de 2010). Obtenido de  
<http://mcnc11.blogspot.com/2010/08/historia-y-evolucion-del-cnc.html>
- MCNC. (16 de julio de 2014). *evolucion de la cnc*. Obtenido de Industria y Empresas: <http://www.industriasyempresas.com.ar/node/2088>
- Nacional, U. T. (s.f.). *Universidad Tecnologica Nacional facultad Regional Venado Tuerto*. Obtenido de <http://www.frvt.utn.edu.ar/cadcam-info.asp>
- Peters, J. J. (21 de diciembre de 2013). *Introducción al control numérico computarizado (CNC)*. Obtenido de CASIOPEA:  
[http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Introducci%C3%B3n\\_al\\_control\\_num%C3%A9rico\\_computarizado\\_\(CNC\)](http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Introducci%C3%B3n_al_control_num%C3%A9rico_computarizado_(CNC))
- RIVERA ROMÁN, F. (2006). *PRÁCTICAS DE TORNO DE C.N.C.* CORDOBA: UNIVERSIDAD CORDOBA.
- TORNERO, F. (2012). *MECANIZADO POR CONTROL NUMERICO*. S.L. EDICIONES CEYSA. CANO PINA.
- Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Venado Tuerto. (s.f.). *Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Venado Tuerto*. Obtenido de <http://www.frvt.utn.edu.ar/cadcam-info.asp>