

UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA

Facultad de Ingenierías

Escuela de Ingeniería Electrónica



‘ELABORACIÓN DE UNA MÁQUINA CON CONTROL NUMERICO COMPUTARIZADO
PARA IMPRESIÓN DE PISTAS PCB’

PARA OPTAR AL GRADO DE:
INGENIERO EN ELECTRONICA

PRESENTADO POR:

JOSE ESCALANTE RODAS

VICKY CAROLINA ANTOGNELLI AYALA

WALTER ERNESTO CORONA SALAZAR

CIUDAD UNIVERISTARIA SANTA TECLA ENERO, 2022



AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

ING. ROSENDO MAURICIO SERMEÑO PALACIOS

RECTOR

ING. FRANCISCO ALFREDO CARRILLO LARREYNAGA

VICERECTOR

ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO

SECRETARIO GENERAL

LIC. CARLOS MAURICIO MOLINA RENDEROS

FISCAL

ING. MAURICIO ANTONIO AGUIRRE ORELLANA

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

SANTA TECLA ENERO, 2022



Asesor del documento de Tesis

Ing. Nelson Trabanino Aguilar

Jurado Evaluador

Ing. Armando Antonio Vividor Rivas

Ing. José Alexander Ramírez Hernández

Ing. Gustavo Raúl Alfaro

SANTA TECLA ENERO 2022

ESPACIO PARA ACTAS DE APROBACION
DE GRADO DE CADA ALUMNO

AGRADECIMIENTOS DE VICKY CAROLINA ANTOGNETTI AYALA.

Quiero dedicar este trabajo principalmente a Dios por la haberme dado sabiduría para llevarlo a cabo y permitirme llegar hasta este momento.

A mi madre por su infinito amor, porque desde que supo que había egresado, ella me apoyo con lo poco que tenía para emprender este camino. Sé que mi madre ya no está conmigo, pero desde el cielo ella me sigue apoyando, guiando y cuidando, le agradezco enormemente su amor incondicional hacia mí. ¡Infinitas Gracias!

A mi padre que siempre me dio sus consejos para que me preparara y llegará a ser una profesional, gracias a sus consejos le agradezco desde lo más profundo de mí ser. ¡Gracias!

A mis amigos/as por el apoyo que siempre me dieron, gracias a Dios salimos adelante con este proyecto anhelado.

Agradecerle a mi familia que siempre estuvieron apoyándome para realizar este trabajo y por el deseo de verme una profesional. Gracias

AGRADECIMIENTOS DE JOSE ESCALANTE RODAS.

Dar las gracias principalmente a Dios por la oportunidad que me ha dado para demostrar lo aprendido en estos 5 años.

A mis padres que siempre me han apoyado a superar cada obstáculo, y levantarme cada vez que he caído, superando esas barreras que he han hecho obtener fuerzas para superarlas y ser más fuerte cada día.

A los compañeros de estudio, amigos que siempre me ayudaron cuando por dificultades no pude asistir y estuvieron pendientes.

A mis maestros que me apoyaron y siempre estaban pendiente, a un mayor cuando estuve incapacitado por accidente.

Gracias a esas personas que desearon mi superación.

AGRADECIMIENTOS DE WALTER ERNESTO CORONA.

Inicialmente deseo dedicarle este trabajo especial a todas las personas que siempre creyeron en mi capacidad, capacidad que tenemos todos, es grato saber la fuerza y determinación que poseemos cuando queremos alcanzar algo.

A Dios por ser siempre ese sentimiento de alegría, tranquilidad y serenidad en cada momento de esta etapa de la vida que esta próxima a culminar espero ser digno por tan valioso esfuerzo, como también doy gracias a Dios por otorgarnos la sabiduría necesaria a mis compañeros y a mí, para salir adelante ante cada obstáculo que se presentó.

A mi familia, mi tía Teresa de Jesús Corona por ser un apoyo incondicional y estar en las buenas y en las no tan buenas a mi lado llenándome de consejos sabios y aliento,

A mi tía Angelina Corona Linares que ha estado apoyándome y ha contribuido a mi desarrollo como persona de bien para la sociedad.

A mi compañera de vida Norma Gonzales que con mucho esfuerzo me apoyo en el transcurso de mi carrera universitaria.

Dios los bendiga hoy y siempre, no hay un día en el que no le agradezca a Dios el haberme colocado entre ustedes, la fortuna más grande es tenerlos con migo y el tesoro más valioso son todos y cada uno de los valores que me inculcaron.

INDICE

INTRODUCCIÓN	16
DESCRIPCION DEL PROYECTO.	17
JUSTIFICACION DEL PROYECTO.	18
OBJETIVOS.	19
OBJETIVO GENERAL.....	19
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
METAS.	20
Capítulo I: FORMAS BASICAS DE ELABORAR UN PCB.....	21
1.1 EL CIRCUITO IMPRESO.....	21
1.1.1 DEFINICIÓN DE CIRCUITO IMPRESO	21
1.1.2 MATERIALES UTILIZADOS EN UN CIRCUITO IMPRESO.	21
1.1.3 MATERIALES QUE CONFORMAN UNA PLACA.....	22
1.2 TIPOS DE CIRCUITOS IMPRESOS.....	22
1.2.1 PROCESO DE OBTENCIÓN DE PISTAS.....	22
1.2.2 TIPOS DE ENCAPSULADOS.....	23
1.2.3 MONTAJE DE COMPONENTES EN PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO.....	24
1.2.4 CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE ENSAMBLE PCB	26
1.2.5 DISEÑO Y FABRICACIÓN DE CIRCUITOS IMPRESOS.....	30
1.3 PRUEBA DEL CIRCUITO EN LA PLACA DE PRUEBAS O PROTOBOARD.....	30
1.4 IMPRESIÓN DE CIRCUITOS IMPRESOS (PCB) FORMA CONVENCIONAL.....	30
1.4.1 ELABORACIÓN DE CIRCUITOS IMPRESOS CON TINTA INDELEBLE.....	30
1.4.2 CIRCUITOS IMPRESOS ELABORADOS CON LA TÉCNICA DE PLANCHADO.....	30
Capítulo II: AUTOMATIZACION, HISTORIA DEL CNC.....	34
2.1 HISTORIA.....	34
2.1.1 DESARROLLO HISTÓRICO DEL CONTROL NUMÉRICO.....	35
2.2 TIPOS DE MÁQUINAS.....	35
2.3 MÁQUINAS QUE USAN CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO.....	36
2.3.1 TORNOS.....	36
2.3.2 LAS FRESADORAS.	37
2.3.3 ENRUTADOR.....	37
2.3.4 CORTADORAS DE PLASMA.....	37
2.3.5 IMPRESORAS 3D.....	37

2.4 PARTES QUE COMPONEN LAS MAQUINAS.....	38
2.5 CONTROL NUMÉRICO.	38
2.6 FUNCION DE UNA MÁQUINA CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO.....	39
2.6.1 CONTROL DE MOVIMIENTO.....	39
2.6.2 ACCESORIOS PROGRAMABLES.....	40
2.6.3 PROGRAMA.....	40
2.6.4 CODIGO G.....	42
2.7 A CONTINUACIÓN, SE MUESTRA LA TABLA CON CÓDIGOS G Y M.....	43
2.8 CONFORME A LA TABLA ANTERIOR, Y A MODO DE EJEMPLO, UN BLOQUE COMO ESTE.....	43
2.9 PROGRAMA CAM.....	44
2.10 SISTEMA DNC.	44
2.10.1 CÓDIGOS Y LENGUAJES UTILIZADOS EN CNC.....	45
2.10.2 OPORTUNIDADES LABORALES QUE OFRECE LA TECNOLOGÍA CNC.....	45
2.10.3 LAS PRINCIPALES VENTAJAS DE UTILIZAR MAQUINARIA CNC.....	45
2.10.4 VENTAJAS DEL CONTROL NUMÉRICO DE LA ACTUALIDAD.....	47
2.10.5 EVOLUCIÓN Y TENDENCIAS DE LOS CONTROLES NUMÉRICOS CNC.....	48
2.10.6 LAS ÚLTIMAS INNOVACIONES TECNOLÓGICAS DE LOS CNC.....	49
2.11 LAS CRECIENTES EXIGENCIAS DE MÁQUINAS DE ALTA VELOCIDAD.....	50
2.12 CONSEGUIR AVANCES MÁS ELEVADOS MEDIANTE TÉCNICAS DE REGULACIÓN DIGITAL.....	51
2.12.1 LAS LIMITACIONES TECNOLÓGICAS.....	51
2.12.2 LA SENCILLEZ DE USO.....	52
2.13 EL MERCADO HOY.	53
2.14 SOBRE IDEKO.	53
2.15 TENDENCIAS.....	54
2.15.1 TENDENCIAS DEL MECANIZADO.....	54
2.15.2 TENDENCIAS DEL SECTOR DEL MECANIZADO POR CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO.....	54
2.16 DIFICULTADES ACTUALES EN EL TRABAJO.....	55
2.16.1 LOS CNC ELEVAN LA PRODUCTIVIDAD.....	55
2.17 LOS AVANCES TECNOLÓGICOS EN EL CAMPO DE LA MICROELECTRÓNICA AUMENTAN LA EFICACIA.....	56

2.18 NUEVAS FUNCIONES PARA PROCESOS DE MECANIZADO COMPLEJOS.....	57
2.19 IMPORTANTES AVANCES TECNOLÓGICOS, TAMBIÉN EN LOS MODELOS BÁSICOS.....	58
2.20 DEMANDA DE SENCILLEZ DE MANEJO.....	60
2.21 MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD POR MEDIO DE ROBOT.	62
2.22 EL AMBIENTE DE TRABAJO.....	62
2.23 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	63
2.24 NO ELEGIR LA HERRAMIENTA DE ACUERDO AL MATERIAL.....	64
2.24.1 ERRORES DE PROGRAMACIÓN.....	64
2.24.2 VELOCIDAD DE MAQUINADO.....	64
2.24.3 RECOMENDACIONES:.....	65
2.25 MAQUINAS HERRAMIENTAS DE CONTROL NUMÉRICO MHCN.	66
2.25.1 LOS SISTEMAS DE UNA MHCN.....	66
Capítulo III: CNC X CARVE.....	67
3.1 X-CARVE.....	67
3.2 DIMENSIONES DE ÁREA DE TRABAJO DE X-CARVE.....	67
3.2.1 HISTORIA.....	69
3.2.2 ESTRUCTURA DE X- CARVE.....	72
3.3 MICROCONTROLADOR, DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN.	73
3.4 ESTRUCTURA Y ELEMENTOS DE LOS MICRO CONTROLADORES.....	73
3.4.1 EL PROCESADOR.....	73
3.4.2 MEMORIA.....	74
3.4.3 PUERTOS DE ENTRADA Y SALIDA.....	75
3.4.4 RECURSOS ESPECIALES.....	75
3.5 CLASIFICACION DE LOS MICROCONTROLADORES	75
3.6 MICRO CONTROLADORES CON ARQUITECTURA DE HARVARD.	77
3.6.1 VENTAJAS DE ARQUITECTURA DE HARVARD:.....	77
3.6.2 SEGÚN EL FABRICANTE.....	78
3.6.3 LOS MICRO CONTROLADORES PIC MICRO O PIC DE MICROCHIP.....	78
3.6.4 LOS MICROCONTROLADORES AVR DE ATMEL.....	79
3.6.5 LOS MÓDULOS BASIC STAMP DE PARALLAX.....	79
3.6.6 LOS MICRO CONTROLADORES 8051 DE INTEL.....	79
3.6.7 APLICACIONES DE LOS MICRO CONTROLADORES.....	80

3.7 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.....	80
3.7.1 LENGUAJE ENSAMBLADOR.....	81
3.7.2 INTERFACES DE PROGRAMACIÓN.....	82
3.8 MOTORES PASO A PASO.....	83
3.8.1 MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA (DC).....	83
3.9 CONTROLAR EL NÚMERO DE PASOS POR VUELTA.....	84
3.10 TIPOS DE MOTORES PASO A PASO.....	85
3.11 ARDUINO UNO.....	86
3.11.1 DESCRIPCIÓN DE ARDUINO.....	86
3.11.2 FUNCIONES GENERALES DE ARDUINO UNO.....	87
3.11.3 FUNCIONES ESPECIALES DE PIN.....	88
3.11.4 ADEMÁS, ALGUNOS PINES TIENEN FUNCIONES ESPECIALIZADAS:.....	88
3.11.5 CARACTERÍSTICAS:.....	89
3.11.6 DISEÑO COMPACTO.....	89
3.12 PARTES DEL SHIELD.....	90
3.13 CÓDIGOS Y LENGUAJES UTILIZADOS EN CNC.....	91
3.13.1 NC-DRILL.....	91
3.14 FUNCIONES MÁS UTILIZADAS EN CNC.....	92
3.14.1 NÚMERO DE SECUENCIA (N).....	93
3.15 COMANDOS PARA LOS EJES X, Y, Z.....	93
3.16 NÚMERO DE HERRAMIENTA (T).....	94
3.17 CODIGO G Y M o COMANDO M.....	95
3.17.1 FUNCIONES MISCELÁNEAS O FUNCIONES DE LA MAQUINA (M).....	95
3.18 COMANDOS EN CÓDIGOS MISCELÁNEOS.....	96
3.19 CÓDIGOS PARA CNC - FUNCIONES PREPARATORIAS (G).	96
3.20 COMANDOS EN CÓDIGO G O G-CODE.....	97
3.21 INTERPOLACIÓN.....	98
3.22 PROGRAMA DE EJEMPLO PARA TORNO CNC	100
Capítulo IV: DESARROLLO METODOLOGICO DEL PROTOTIPO.....	102
4.1 HERRAMIENTAS A UTILIZAR EN EL ARMADO DEL CNC X-CARVE.	102
4.2 MATERIALES A UTILIZAR EN NUESTRO X-CARVE.	103
4.3 DATOS TÉCNICOS.....	106

4.3.1 DESCRIPCIÓN DE CADA PIEZA EN KIT DE JUNTAS.....	106
4.3.2 DESCRIPCIÓN DE PIEZAS EN KIT DE RIEL.....	106
4.4 ESTUDIO DEL DIAGRAMA.....	107
4.4.1 CONEXIONADO DEL DRIVER EJE Z.....	107
4.4.2 CONEXIONADO DE DRIVER EJE X.....	108
4.4.3 CONEXIONADO DRIVER EJE Y.....	108
4.4.4 DRIVER EJE Y.....	108
4.5 CONEXIÓN DE LOS DRIVER Y EL MOTOR.....	109
4.6 CONEXIÓN ARDUINO UNO.....	109
4.7 SHIELD CNC.	110
4.8 LOS TERMINALES DE CONEXIÓN PARA TU SHIELD CNC.	111
4.9 SOFTWARE BASADO EN GRBL.	115
4.10 EASEL X-CARVE.	116
4.10.1 CONFIGURACIÓN DE LA COMPUTADORA.....	116
4.11 EJECUTE LA CONFIGURACIÓN DE LA MÁQUINA A TRAVÉS DE EASEL.	117
4.12 CALIBRACION.	119
4.12.1 CALIBRAR.....	119
4.13 AJUSTE DE LAS RUEDAS EN V.	119
4.14 CUADRANDO EL EJE Z.	120
4.15 RESULTADOS FINALES.	120
Capítulo V: ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS.	122
5.1 INTERPRETACIÓN DE PRUEBAS.	122
5.1.1 GRBL	122
5.2 AJUSTE VALOR MÁSCARA INVERTIR X INVERTIR Y INVERTIR Z	124
5.3 LOS COMANDOS DE CÓDIGO G EN NEGRITA INDICAN LOS MODOS PREDETERMINADOS AL ENCENDER GRBL O RESTABLECERLO.	133
5.4 RESTAURAR LA CONFIGURACIÓN Y LOS DATOS DE GRBL A LOS VALORES POR DEFECTO.....	137
5.5 BIBLIOGRAFIA	138
TESIS.....	138
5.6 ANEXOS	139
5.7 GLOSARIO.	139

5.8 REFERENCIAS.....	147
----------------------	-----

INTRODUCCIÓN

La investigación consiste en la elaboración de una máquina con Control Numérico Computarizado (CNC) para impresión de pistas (Placa de Circuito Impreso PCB) con tecnología ya existente en el mercado, este prototipo se entregará con el fin de que sea un apoyo para el laboratorio de la UTLA.

La automatización de procesos ha adquirido importancia en la industria actual, siendo pieza fundamental en este proceso de modernización, un CNC, es capaz de entregar un producto final de alta calidad, estos proyectos son de gran impacto para un mundo globalizado, en el cual la tecnología revoluciona en la forma de diseñar, construir y producir circuitos impresos cada vez más innovadores.

El prototipo realizará pistas mediante el movimiento del cabezal, esta herramienta se desplaza automáticamente en 3 ejes de traslación (X, Y, Z), siendo esto posible gracias a la transformación de movimiento circular (motores a pasos) a movimiento lineal mediante el giro.

La modificación de un CNC, corresponde a un tema de interés y de necesidad para la Universidad Técnica Latinoamericana, un proyecto que va dirigido a los estudiantes de las diferentes ingenierías.

El proyecto beneficiará a muchas personas que necesiten hacer cortes precisos, figuras o dibujos, ya que el equipo poseerá funciones adicionales que pueden ser de interés a personas que se dediquen al área artesanal.

La finalidad de usar un CNC para la elaboración de PCB sencillamente es para mayor precisión en la elaboración de pistas electrónicas, ya que se usaría un rotor con punta fina para dibujarlas y hacer el corte en el cobre, el equipo contará con otras funciones.

DESCRIPCION DEL PROYECTO.

Durante el tiempo que se efectuaron prácticas logramos detectar lo difícil que es construir un PCB (Printed Circuit Board/ Placa de Circuito Impreso) e imprimir el circuito, siendo complicado entregar un trabajo estético. En el laboratorio no se cuenta con una herramienta para impresión de placas de circuito impreso y es difícil hacer un trabajo fino ya que, con el uso de ácido los cortes se observan rústicos, y de muy mala calidad que podrían ocasionar fallas en el momento de montaje de piezas.

La falta de equipo para prácticas obliga a la comunidad estudiantil de ingeniería eléctrica y electrónica a tomar alternativas para la creación de sus tarjetas PCB como el uso de percloruro, este ácido que puede causar quemaduras a la persona que lo manipula al ser utilizado en la creación de PCB

La finalidad de este equipo es facilitar la elaboración de pistas electrónicas en el laboratorio de la universidad técnico latinoamericana.

JUSTIFICACION DEL PROYECTO.

La elaboración de la Máquina CNC (Control Numérico Computarizado) es importante debido a lo interesante y conveniente que es para la fabricación de PCB (Placa de Circuito Impreso) con cortes exactos y medidas precisas. En la actualidad muchos estudiantes del área de electrónica necesitan hacer circuitos por lo cual esta máquina les será de gran ayuda, para facilitar el trabajo, acortar tiempo. Así ayudaremos también al medio ambiente a no utilizar el ácido percloruro.

Deducimos que la entrega de esta máquina será de mucho apoyo para las nuevas generaciones de estudiantes de la facultad de ingeniería electrónica.

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL

Implementar una herramienta que facilite la fabricación de placas electrónicas usando tecnología de última generación (CNC), cuyo proceso no tiene repercusiones con el medio ambiente y para beneficiar el desarrollo de aplicaciones diversas en el proceso de formación de los estudiantes de ingeniería.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Reemplazar la forma tradicional la construcción de placas electrónicas la cual consiste en utilizar el ácido percloruro, por el uso de la tecnología de control numérico computarizado (CNC).

Mejorar significativamente la precisión en la construcción de placas electrónicas dando cabida al desarrollo de aplicaciones más complejas y de mejor calidad.

Reducir el impacto medio ambiental que provocan los desechos obtenidos como resultado del uso del ácido percloruro y el riesgo latente de daños en la salud provocados por posibles accidentes en la manipulación de este.

METAS.

Se pondrá a disposición de los estudiantes de la Universidad Técnica Latinoamericana, La máquina con control numérico computarizado, donde podrán elaborar pistas para los circuitos, mostrando el mejor funcionamiento y uso como una herramienta en la que se fortalezcan los procesos de aprendizaje de la comunidad estudiantil.

Cabe mencionar que las guías prácticas de laboratorio serán impartidas por los docentes de las asignaturas de electrónica, ellos harán uso adecuado de las herramientas y el equipo dado a la institución, fomentar en los estudiantes el verdadero habito de la investigación y sacando las mejor de la maquina CNC.

Ayudar a los estudiantes de la UTLA a realizar mejores trabajos y ser cada día mejores profesionales que conozcan nuevas máquinas modernas y actualizadas.

Capítulo I: FORMAS BASICAS DE ELABORAR UN PCB.

1.1 EL CIRCUITO IMPRESO.

1.1.1 DEFINICIÓN DE CIRCUITO IMPRESO

Un circuito impreso es un soporte de material aislante donde se conectan entre sí puntos de un circuito eléctrico mediante pistas conductoras adheridas a él. El circuito impreso suele servir de soporte físico para la colocación y soldadura de los componentes.

Antiguamente era habitual la fabricación de circuitos impresos para el diseño de sistemas mediante técnicas caseras, sin embargo, esta práctica ha ido disminuyendo con del tiempo.

En los últimos años el tamaño de los componentes electrónicos se ha reducido en forma considerable, lo que implica menor separación entre pines para circuitos integrados de alta densidad. Teniendo también en consideración las actuales frecuencias de operación de los dispositivos, es necesaria una muy buena precisión en el proceso de impresión de la placa con la finalidad de garantizar tolerancias mínimas.

Los circuitos impresos más sencillos corresponden a los que contienen pistas de cobre (wires) solamente por una de las superficies de la placa. A estas placas se las conoce como circuitos impresos de una capa, o en inglés, 1 Layer PCB.

Los más comunes hoy en día son los de 2 capas o 2 Layer PCB. Sin embargo, dependiendo de la complejidad del diseño del físico del circuito, pueden llegar a fabricarse hasta de 8 o más capas si es necesario.

1.1.2 MATERIALES UTILIZADOS EN UN CIRCUITO IMPRESO.

Para la elaboración de los circuitos impresos se usa como material conductor cobre electrolítico, con una anchura entre 35 μm y 70 μm . Tendremos dos elementos diferentes:

PAD: Es la zona de cobre donde se suelda la patilla del componente.

PISTAS: (Wires): Son las tiras de cobre que se usan para unir entre sí las patillas de los distintos componentes Ver figura 1.

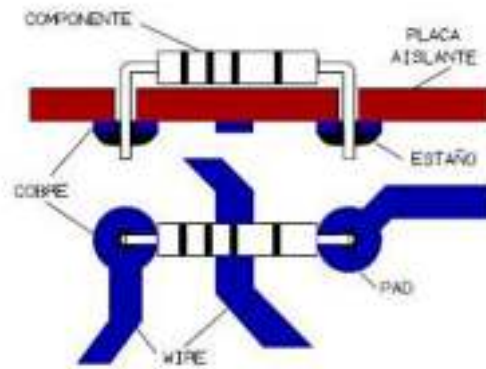


Figura 1. Pad y Wires.

1.1.3 MATERIALES QUE CONFORMAN UNA PLACA

Es esencial que la placa sea de un buen aislante eléctrico, por lo que para su fabricación se usan los siguientes materiales:

- ✓ **Fibra de vidrio:** Tiene color verde claro y translúcido y soportan bien las altas temperaturas. Debido a sus buenas características son las más utilizadas a nivel industrial.
- ✓ **Baquelita:** Tiene color marrón oscuro y opaco. Absorben bien la humedad y son baratas, pero tienen poca resistencia al calor.
- ✓ **Teflón:** tiene color blanco y opaco. Se usan para aplicaciones de muy alta frecuencia y tienen un elevado coste.

1.2 TIPOS DE CIRCUITOS IMPRESOS

1.2.1 PROCESO DE OBTENCIÓN DE PISTAS

1.2.1.1 PLACA NORMAL.

Se dibuja directamente la pista sobre el cobre. Podemos dibujar con un rotulador indeleble, o bien mediante pegatinas adecuadas.

1.2.1.2 PLACA FOTOSENSIBLE.

Tienen un barniz que es sensible a la luz, que se impresiona mediante una soladora o cualquier otro foco luminoso adecuado.

1.2.1.3 PLACAS DE SIMPLE CARA.

Tienen pistas conductoras en una sola cara (cara de soldadura) y los componentes en la otra cara (cara de componentes). La conexión de los componentes se realiza solamente en la cara soldadura.

1.2.1.4 PLACAS DE DOBLE CARA.

Tienen pistas conductoras en las dos caras y la interconexión entre las pistas de distinta cara se realiza mediante agujeros metalizados, estos agujeros se denominan vías.

1.2.1.5 PLACAS MULTICAPA.

Están constituidas por varias placas de doble cara con los taladros metalizados y prensadas hasta obtener una unidad compacta.

El alto grado de complejidad y la minimización de espacio de los circuitos impresos son las causas por las cuales se emplean los circuitos multicapa. Estas placas pueden tener desde 4 a 48 caras o incluso más, dependiendo de las funciones y tecnología requeridas.

1.2.2 TIPOS DE ENCAPSULADOS.

Dado que los chips de silicio son muy delicados, incluso una pequeña partícula de polvo o de gota de agua puede afectar su funcionamiento. Para combatir estos problemas los chips se encuentran protegidos por una carcasa o encapsulado.

En el mercado se encuentran diversos tipos de encapsulados de componentes electrónicos y es común encontrar varios para un mismo dispositivo.

1.2.2.1 THD

Son todos aquellos componentes que poseen pines para ser instalados en perforaciones metalizadas. Este tipo de componentes se suelda por la capa opuesta.

1.2.2.2 SMD/SMT.

Son todos aquellos componentes que se montan superficialmente. Tienen la ventaja de que son más pequeños que los anteriores, lo que permite hacer circuitos más pequeños y densos. Son interesantes para diseños en alta frecuencia.

1.2.2.3 BGA.

Este tipo de encapsulado es utilizado para chips que contienen una cantidad elevada de pines (de 300 a 1000). Se requiere de maquinaria muy especializada para su instalación ya que los pines son bolas de soldadura que deben ser fundidas para conectarse con los Pads, por lo que la alineación es fundamental. Son ideales para circuitos integrados de alta frecuencia.

1.2.3 MONTAJE DE COMPONENTES EN PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO

En función de la cara en la que se monten los componentes habrá dos tipos de placas:

Placas Tipo 1.

Los componentes se montan en una sola cara. Se recomienda diseñar con consideraciones especiales para facilitar su fabricación, ensamble y reparación. Ver figura 2.

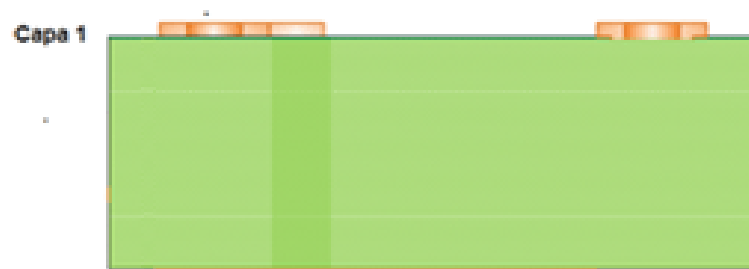


Figura 2. Placa de 1 capa

Placas Tipo 2.

Los componentes se montan en ambas caras. Ver figura 3.

En función del tipo de componentes que se monten habrá tres tipos de placas:

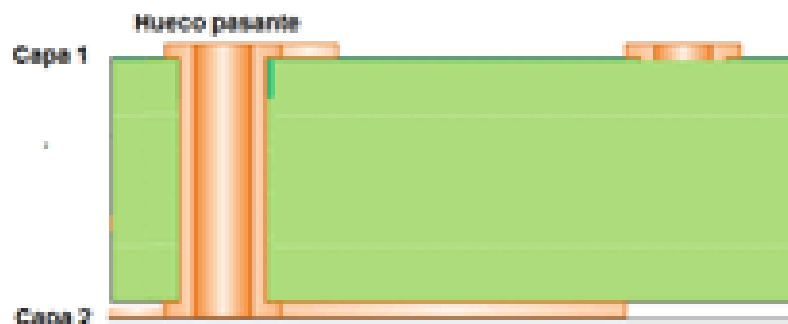


Figura 3. Placa de 2 capas

✓ **Placas Clase A.**

Sólo se montan componentes de inserción.

✓ **Placas Clase B.**

Sólo se montan componentes de montaje superficial.

✓ **Placas Clase C.**

Se montan componentes de ambos tipos.

Tipo 3: Multicapa sin vías enterradas o ciegas

Cuando se comienza con multicapa, se trabaja este tipo de PCB. Se debe ceñirse a las especificaciones del fabricante, para optimizar el diseño. Puede facilitar el trabajo y a la vez es más robusto que un PCB de 2 capas. Costo moderado. Ver figura 4.

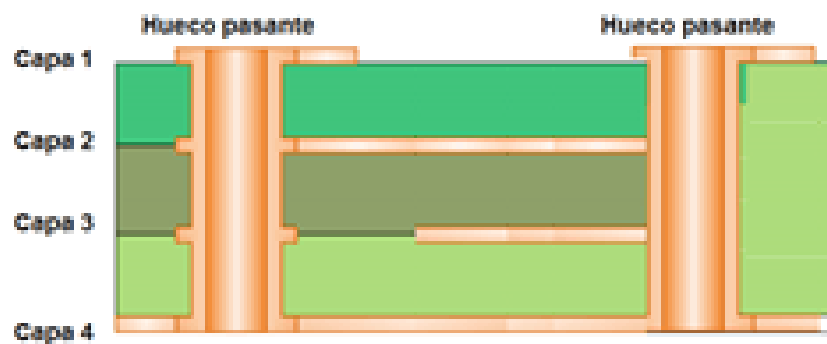


Figura 4. Multicapa sin vías enterradas o ciegas

Tipo 4: Multicapa con vías enterradas o ciegas

La fabricación es mediante laser. El diseño debe estar muy relacionado con la manufactura para evitar pérdidas de tiempo y problemas de confiabilidad. Costo alto. Ver figura 5.

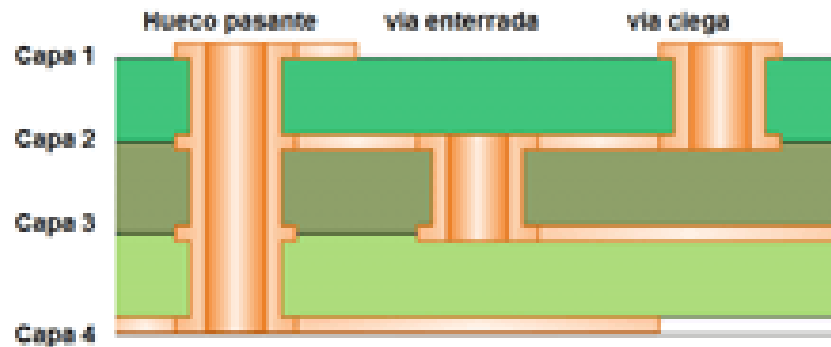


Figura 5. Multicapa con vías enterradas o ciegas

1.2.4 CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE ENSAMBLE PCB

1.2.4.1 TIPO 1 CLASE A: ENSAMBLE EN UNA CARA:

El más común, con componentes THT – Through Hole Technology que se insertan en huecos que atraviesan el PCB. Costo bajo. Ver figura 6.

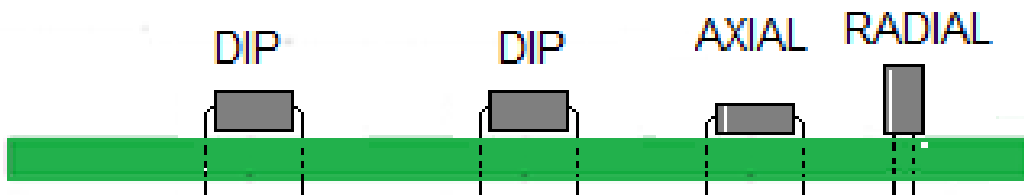


Figura 6. Ensamble en una cara

1.2.4.2 TIPO 1 CLASE B: SOLO SMT 1 CARA:

Ensamble de una cara solo con componentes de tecnología SMT – Surface Mount Technology, o SMD (devices) tipo pasivo (chip component) y IC SOIC, recomendado con componentes grandes. Costo bajo. Ver figura 7



Figura 7. Solo SMT 1 cara

1.2.4.3 TIPO 1 CLASE C: THT Y SMT:

Componentes mezclados tipo SMT y THT sencillos. Recomendado con componentes grandes, en una sola cara, para empezar a adquirir experiencia. Costo bajo. Ver figura 8.

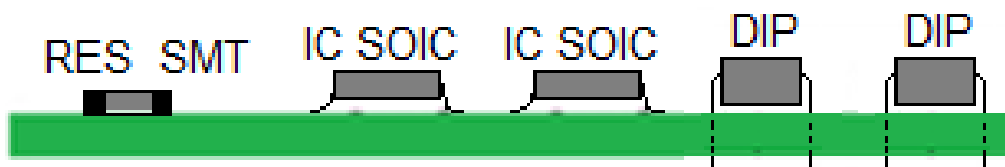


Figura 8. THT y SMT

1.2.4.4 Tipo 1 Clase X:

Ensamble complejo mixto THT y SMT, componentes tipo fine pitch y BGA. Requiere más experiencia, en diseño, fabricación, ensamble y pruebas. Costo moderado. Ver figura 9.

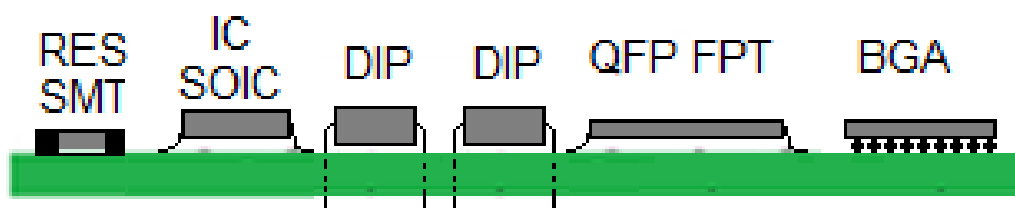


Figura 9. Tipo 1 Clase X

1.2.4.5 Tipo 2 Clase A:

THT de dos caras, no recomendable, pues se presta para muchos errores de ensamble e interferencia. Ver figura 10.

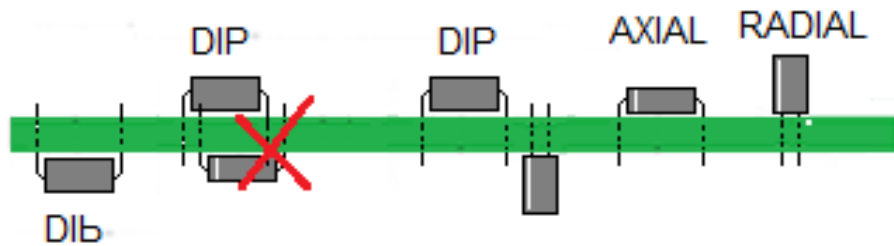


Figura 10. Tipo 2 Clase A

1.2.4.6 Tipo 2 Clase B:

Componentes SMT Solamente, por las dos caras. Requiere experiencia, para sujetar los componentes livianos por la cara con adhesivo. Más costoso. Ver figura 11.

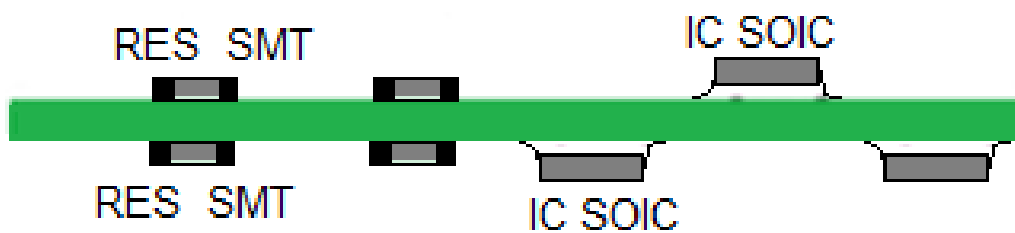


Figura 11. Tipo 2 Clase B

1.2.4.7 Tipo 2 Clase C:

Componentes SMT y THT mezclados, con SMT simple bajo la cara de abajo. THT y SMT

Se usa típicamente, porque componentes THT soportan más esfuerzo mecánico y se aprovechan las ventajas de SMT. Costo moderado. Ver figura 12.0

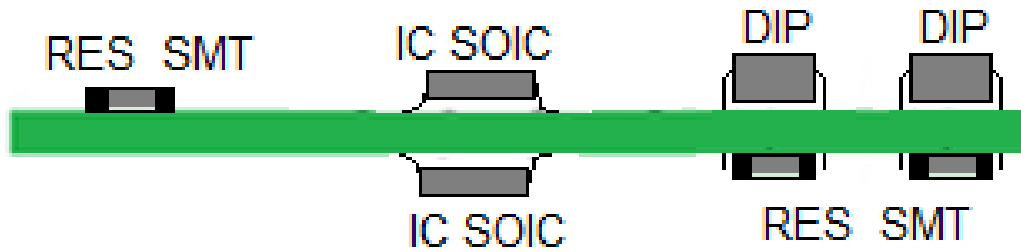


Figura 12. Tipo 2 Clase C

1.2.4.8 Tipo 3 Clase Z:

Componentes SMT y THT mezclados, con SMT complejo bajo la cara de abajo, como BGA y fine pitch, puede tener más costos de todos, por la complejidad de los componentes

SMT. Costo alto. Ver figura 13.

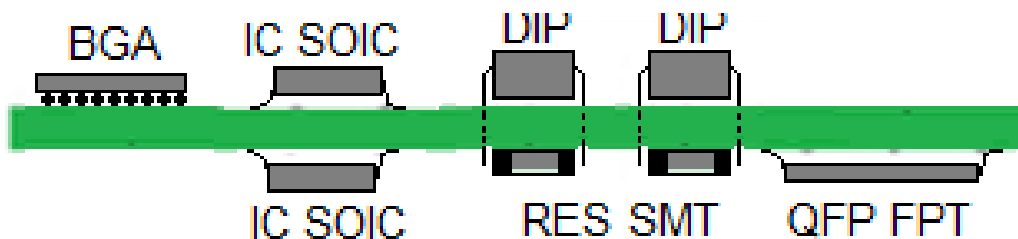


Figura 13. Tipo 3 Clase Z

1.2.5 DISEÑO Y FABRICACIÓN DE CIRCUITOS IMPRESOS.

- ✓ **Diseño de Circuitos:** Para la fabricación de un circuito impreso se debe diseñar el circuito que se desea
- ✓ **Diseño circuito:** Usando un programa conocido se debe diseñar el circuito de los componentes a usar.

1.3 PRUEBA DEL CIRCUITO EN LA PLACA DE PRUEBAS O PROTOBOARD.

Teniendo diseñado y realizado los calculados de los componentes a usar se deben realizar pruebas.

- ✓ **Diseño de las pistas:** Al realizar pruebas y todo haya funcionado con éxito se pasa a la impresión de las placas

1.4 IMPRESIÓN DE CIRCUITOS IMPRESOS (PCB) FORMA CONVENCIONAL

1.4.1 ELABORACIÓN DE CIRCUITOS IMPRESOS CON TINTA INDELEBLE.

La forma más económica de hacer circuitos impresos es usando la técnica con tinta indeleble. Solo necesitamos un marcador o plumón de tinta indeleble, como el famoso (Sharpie), lo primero es dibujar las pistas del circuito sobre la tarjeta, en la cara bañada en cobre, Luego se sumerge la tarjeta en una solución corrosiva (cloruro férrico), disuelto en agua caliente, esta solución corroe la superficie de cobre, dejando sólo el cobre que está cubierto por la tinta del plumón. Para finalizar se perforan con un taladro los orificios donde entrarán los pines de los componentes y listo. Esta técnica por ser manual y con una calidad de impresión regular, se recomienda para hacer circuitos de mediana complejidad, para principiantes o expertos en la electrónica, que desean realizar pequeños proyectos.

1.4.2 CIRCUITOS IMPRESOS ELABORADOS CON LA TÉCNICA DE PLANCHADO.

El papel termo transferible es un material utilizado en la elaboración de circuitos impresos de cualquier tipo. Gracias a este papel podemos traspasar a la placa de cobre virgen, el diseño del circuito impreso que hayamos hecho (haya sido hecho a mano o computador), de manera fácil, rápida y económica, para luego introducirla en un recipiente con cloruro férrico, obteniendo así el

circuito impreso deseado. Recomendamos el papel marca (PCBMAKER), aunque también se pueden usar algunos papeles gruesos, usados en dibujo, como el papel Glossy, papel para fotografía o papel Propalcote de unos 120 gramos.

Para empezar, debemos hacer el circuito del diseño impreso. Este no es otra cosa que el dibujo de las pistas de cobre. El diseño del circuito impreso que hagamos deberá corresponder a las pistas de cobre vistas por “transparencia” desde la cara de los componentes (modo espejo figura 14).



Figura 14. Muestra modo de impreso de circuito.

En el momento de hacer el impreso, recuerde que todo circuito Impreso debe estar al derecho, es decir, vistos por la cara del cobre, pensados para impresión en Serigrafía y no tiene necesidad de invertirlo. Si piensa imprimir el circuito para la técnica de Planchado, debe invertirlo (Modo Espejo). Para invertir el dibujo del circuito impreso, abra el archivo generado en PDF o si es imagen abrir con Photoshop a una resolución de 300 dpi como mínimo, luego en Menú Imagen, Rotar lienzo (Rotate Canvas), Voltar lienzo horizontal (Flip Canvas Horizontal), se voltea el Impreso horizontalmente a lo largo del eje horizontal.

Teniendo hecho el diseño del circuito en el computador, se imprime en alta resolución sobre el papel termo transferible, usando una impresora láser. Se imprime sobre cualquier cara del papel, ya que las dos caras son iguales. Si se imprime en un tipo de impresora diferente a láser, el papel termo transferible no servirá (las impresoras láser se reconocen porque utilizan tóner en vez de cartuchos o cintas). Si poseemos el diseño del circuito impreso en una hoja de papel común y corriente o fue hecho a mano, debemos sacar una fotocopia de este, sobre el papel termo transferible. Las fotocopadoras utilizan el mismo sistema de impresión que las impresoras láser.

Una vez tengamos el diseño del circuito impreso sobre el papel termo transferible, lo recortamos usando unas tijeras o un bisturí, ver Figura 15.

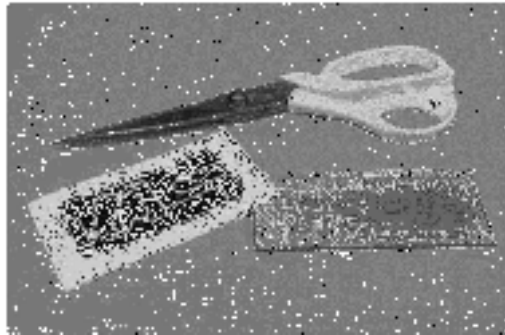


Figura 15. Recorte a la medida de la placa.

Dejando una margen que nos permita manipularlo. El papel termotransferible restante se podrá guardar para la elaboración de futuros circuitos impresos.

Ahora se debe cortar la placa fenólica a la medida del circuito impreso y posteriormente lavarla por el lado del cobre con jabón de lavaplatos. Seque muy bien la baquelita con un trapo muy limpio o preferiblemente una servilleta desechable. La placa de cobre deberá estar seca, brillante como el oro y limpia de polvo y grasa, además usted no deberá tocar la superficie de cobre con los dedos o cualquier otra cosa. Ver Figura16.



Figura 16. Cortar cobre la medida.

A continuación, colocamos la placa sobre una superficie dura, con el lado del cobre mirando hacia arriba. Luego colocamos el papel termo transferible con el diseño del circuito impreso sobre la

placa de cobre, de tal manera que el dibujo haga contacto con el cobre. Ahora colocamos una hoja de papel común y corriente, sobre el papel termo transferible. Ver Figura 17.

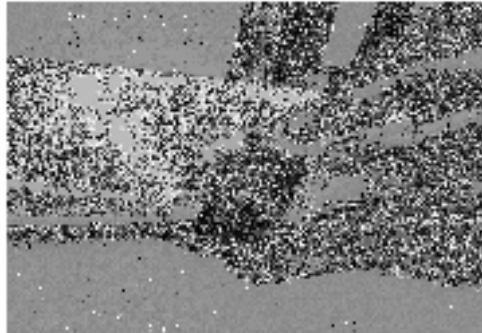


Figura 17. Colocación de impresión en la placa.

Capítulo II: AUTOMATIZACION, HISTORIA DEL CNC.

2.1 HISTORIA.

En 1770 inicia la revolución industrial, las máquinas eran operadas a mano, con el tiempo se tiende a la automatización, el vapor, la electricidad y materiales avanzados fueron de mucha ayuda. La primera máquina de fresar se construyó en 1818 y fue diseñada por el estadounidense Eli Whitney con el fin de agilizar la construcción de fusiles en el estado de Connecticut. Esta máquina se conserva en el Museo de Ingeniería Mecánica de Yale. En la década de 1830, la empresa Gay & Silver construyó una fresadora que incorporaba el mecanismo de regulación vertical y un soporte para el husillo portaherramientas. Fresadora de Whitney, construida en 1818 para fabricar gran cantidad de fusiles en serie durante la guerra de la independencia americana. Destacaba un eje sinfín que se podía embragar y desembragar sobre una corona dentada alojada en el husillo del carro.

En 1848 el ingeniero americano Frederick W. Howe diseñó y fabricó para la empresa Robbins & Lawrence la primera fresadora universal que incorporaba un dispositivo de copiado de perfiles. Por esas mismas fechas se dio a conocer la fresadora Lincoln, que incorporaba un carnero cilíndrico regulable en sentido vertical. A mediados del siglo XIX se inició la construcción de fresadoras verticales. Concretamente, en el museo Conservatoire National des Arts et Métiers de París, se conserva una fresadora vertical construida en 1857.

La primera fresadora universal equipada con plato divisor que permitía la fabricación de engranajes rectos y helicoidales fue fabricada por Brown & Sharpe en 1853, por iniciativa y a instancias de Frederick W. Howe, y fue presentada en la Exposición Universal de París de 1867.

En 1857 la empresa inglesa Sharp, Stewart & Co. construye la primera fresadora vertical. Pocos años después, en 1862, fabrica un nuevo modelo de fresadora vertical de doble montante. Ante la necesidad de resolver el fresado de engranajes helicoidales y rectos, Joseph R. Brown diseña y construye en 1862, la primera fresadora universal equipada con divisor universal, consola con desplazamiento vertical, curso transversal y avance automático de la mesa longitudinal.

En 1874, el constructor francés de máquinas-herramientas Pierre Philippe Huré diseñó una máquina de doble husillo, vertical y horizontal que se posicionaban mediante giro manual. En 1884

la empresa americana Cincinnati construyó una fresadora universal que incorporaba un carnero cilíndrico posicionado axialmente. Hacia 1942 surgió lo que se podría llamar el primer control numérico verdadero, debido a una necesidad impuesta por la industria aeronáutica para la realización de hélices de helicópteros de diferentes configuraciones.

En 1945 al fin de la segunda guerra mundial se desarrolló la computadora electrónica. En los 50's se usó la computadora en una máquina herramienta. No paso mucho tiempo hasta que la computación fue incorporada masivamente a la producción. En los 60's con los chips se reduce el costo de los controladores.

2.1.1 DESARROLLO HISTÓRICO DEL CONTROL NUMÉRICO.

Los primeros equipos de CN con electrónica de válvulas, relés y cableados, tenían un volumen mayor que las propias máquinas-herramientas, con una programación manual en lenguajes máquina muy complejo y muy lenta de programar. Puede hablarse de cuatro generaciones de máquinas de control numérico de acuerdo con la evolución de la electrónica utilizada.

2.2 TIPOS DE MÁQUINAS.

Las máquinas de Control Numérico Computarizado (CNC) ofrecen muchas ventajas respecto a los manuales.

Son equipos que cuentan con la tecnología de control de número para realizar con precisión ciertas tareas, en especial trabajos de corte, moldeado o mecanizado de metales, maderas, plásticos y otros materiales.

El control numérico dota a una máquina un sistema computarizado, con un sistema de posicionamiento GPS (pero más exacto). Así, es capaz de controlar los movimientos, velocidad y otros parámetros de una herramienta de corte o mecanizado, y con ello, lograr acabados personalizados con alto nivel de precisión.

El CNC (Control Numérico Computarizado) permite que un software dicte los movimientos que una herramienta o conjunto de ellas ejecutará para lograr trabajos de alta precisión, por lo que las máquinas que cuentan con éste se apoyan en algoritmos complicados, muchas piezas de altísima complejidad y precisión que antes no eran posibles; hoy, son fácilmente mecanizadas en

los talleres de máquinas CNC a partir de diseños con el software de fabricación asistido por computadora en 3D.

Listaremos los principales equipos y maquinaria que hoy es comúnmente dotada con tecnología de control numérico o tipos de máquinas CNC.

2.3 MÁQUINAS QUE USAN CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO.

Originalmente, todas las máquinas eran operadas manualmente con una clara posibilidad de errores, producto de la dependencia total al factor humano. Sin embargo, la máquina CNC realiza estas mismas acciones con mucha más velocidad y precisión.

Las primeras máquinas CNC fueron fabricadas en la década de 1970 para acelerar la producción en grandes fábricas, pero eran muy costosas y difíciles de programar.

Al diseñar una pieza, el software convierte las dimensiones en lenguaje de código G y la máquina de CNC hace que las herramientas ejecuten las instrucciones del programa de inmediato. Estas máquinas ahorran tiempo y dinero, lo que resulta en ahorro de costos debido a la menor cantidad de residuos y minimización de los errores.

2.3.1 TORNOS.

Los tornos son quizás los equipos que mayormente disponen de la tecnología de control numérico por computadora; son las máquinas que cortan metal a gran velocidad mediante movimientos giratorios.

Los tornos CNC son capaces de hacer cortes y perforaciones de precisión casi de forma instantánea, utilizando herramientas y brocas macizas bajo órdenes de algoritmos complicados, para producir partes que normalmente no se pueden cortar en tornos manuales.

Estas máquinas suelen incluir 12 portaherramientas y bombas de refrigeración para reducir el desgaste de la herramienta. Los tornos CNC tienen especificaciones similares de control y pueden leer el código G, así como el lenguaje de programación propio del fabricante.

2.3.2 LAS FRESADORAS.

Las fresadoras, al igual que los tornos, son equipos que permiten realizar cortes en metales y otros materiales duros. Pero a diferencia, en la fresadora, la pieza a mecanizar permanece fija y la herramienta actúa por arranque de viruta o acepillado.

La tecnología de control numérico permite que las fresadoras tengan una amplia gama de funciones como “fresado frontal, fresado de resalte, roscado, taladrado y torneado”.

2.3.3 ENRUTADOR.

Los enrutadores son equipos que permiten realizar trabajos de corte y mecanizado en una diversidad de materiales de grandes dimensiones, mediante el arrastre o enrutamiento hacia las herramientas de corte. El enrutador es ideal para cortar materiales como láminas metálicas, maderas, plástico, e incluso, goma espuma y anime.

Un enrutador CNC es ideal para la producción de perfiles y láminas a velocidades impresionantes, así como el mecanizado de materiales en alto relieve.

2.3.4 CORTADORAS DE PLASMA.

Un cortador de plasma, según nos explican los expertos de Quora.com, posee características similares y funciones de un enrutador; aunque no requiere de su imponente dimensión o configuración, ya que no hala o arrastra el material, sino que la cortadora con arco de plasma (a altísimas temperaturas) se desplaza sobre la pieza.

Permite obtener superficies y acabados de alta precisión en metales densos, actuando por fundición en lugar de corte.

Bajo el mismo mecanismo, también podemos tener a la cortadora por arco eléctrico CNC.

2.3.5 IMPRESORAS 3D.

Las impresoras 3D, aparatos que parecían sólo parte de la ciencia ficción hasta hace un par de décadas, operan bajo la funcionabilidad del control numérico. Éstas inyectan pequeñas cantidades de material plástico mediante una o varias boquillas extrusoras que depositan plástico fundido capa por capa, hasta formar una pieza completa.

Este tipo de impresoras han encontrado un uso impresionante en la producción de réplicas de todo tipo de piezas, incluso prótesis médicas y órganos artificiales.

2.4 PARTES QUE COMPONEN LAS MAQUINAS.

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. Ver figura 18.

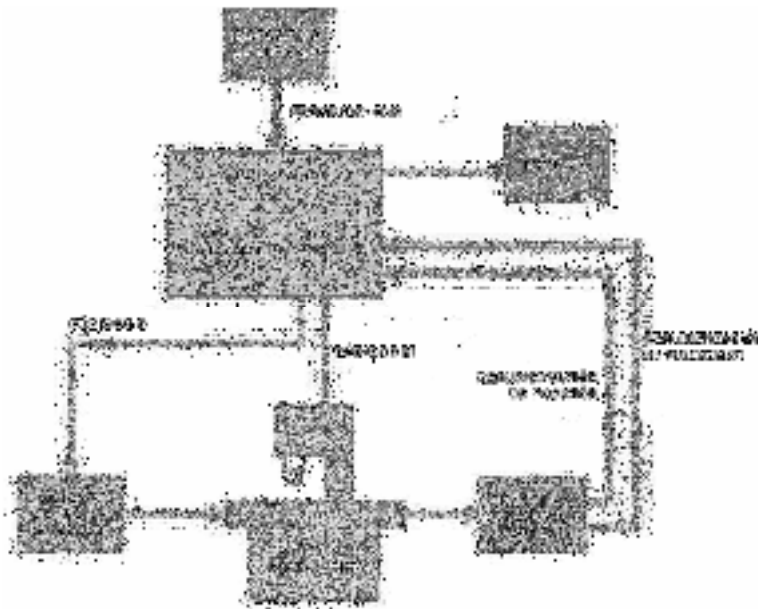


Figura 18. Diagrama de bloques de una maquina CNC

2.5 CONTROL NUMÉRICO.

El control numérico computarizado es el uso de una computadora para controlar y monitorear los movimientos de una máquina herramienta. Entre esas máquinas herramienta, tanto estática como portátil.

Podemos mencionar: fresadora, torno, rectificadora, máquina de corte por láser, por chorro de agua o por electroerosión, estampadora, prensa, brazo robotizado, etc. Las máquinas de gran porte cuentan con una computadora dedicada que forma parte del equipo, y la mayoría dispone de un sofisticado sistema de realimentación que monitorea y ajusta constantemente la velocidad y posición de la herramienta de corte. Las máquinas menos exigentes usadas en talleres admiten el uso de una computadora personal externa.

El controlador CNC trabaja en conjunto con una serie de motores (servomotores y/o motores paso a paso), así como componentes de accionamiento para desplazar los ejes de la máquina de manera controlada y ejecutar los movimientos programados.

2.6 FUNCION DE UNA MÁQUINA CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO

Como observamos en la figura anterior figura 15, 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.

2.6.1 CONTROL DE MOVIMIENTO

Tienen dos o más direcciones programables de movimiento llamadas ejes. Un eje de movimiento puede ser lineal (en línea recta) o rotatorio (en una trayectoria circular). 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. Si seguimos con el ejemplo de un taladro industrial, los ejes ubicarían la herramienta sobre el orificio a mecanizar (en dos ejes) y efectuarían la operación (con el tercer eje). 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).

2.6.2 ACCESORIOS PROGRAMABLES.

Una máquina CNC no sería útil si solo contara con un control de movimiento. Casi todas las máquinas son programables de varias otras maneras. El tipo específico de máquina está directamente relacionado con sus accesorios programables apropiados, por lo que puede programarse cualquier función requerida en una máquina CNC. Así, por ejemplo, un centro de mecanizado contará al menos con las siguientes funciones específicas programables:

- ✓ Cambiador automático de herramienta: la mayoría de los centros de mecanizado puede tener muchas herramientas diferentes ubicadas 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 no sólo en un sentido horario o anti horario, sino que, además, puede detenerse.
- ✓ Refrigerante: muchas operaciones de mecanizado requieren de refrigerante para lubricar y enfriar. El refrigerante puede activarse y desactivarse durante el ciclo de trabajo de la máquina.

2.6.3 PROGRAMA.

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 de bajo nivel 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, tal como vemos en la ilustración de abajo, figura 19. Donde cada movimiento o acción se realiza secuencialmente y donde cada bloque está numerado y generalmente contiene un solo comando.

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).

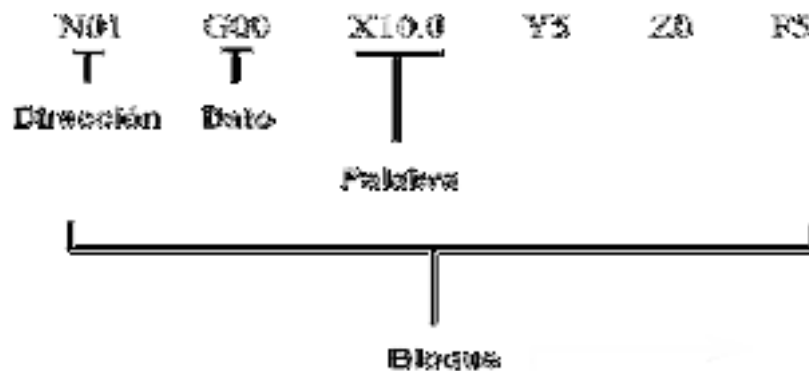


Figura 19. Programa Maquina CNC

A su vez, cada código contiene variables (direcciones), identificadas con otras letras y definidas por el programador para cada función específica. Por ejemplo, F define la velocidad de avance, S la velocidad del husillo, T la herramienta seleccionada, X, Y y Z el movimiento de los ejes, I, J y K la localización del centro de un arco, etc.

Debemos tener en cuenta que, dado que todas las maquinas son diferentes, cada máquina tendrá su propio programa CNC, ya que, por ejemplo, una plegadora de chapas no tiene husillo ni requiere

de refrigerante. A tal efecto, la tabla ilustrativa que sigue muestra los códigos G y M más usados para un torno CNC.

2.6.4 CODIGO G.

El G-Code (o código G, en castellano) es el nombre de un lenguaje de descripción de operaciones para máquinas de control numérico por ordenador (CNC) que puede ser usado también como lenguaje de programación para controlar estos dispositivos para simplificar operaciones.

Desde que se estandarizó en los 80 como ISO 6983, el G-Code es el lenguaje más utilizado en la fabricación por ordenador. Aunque existen ampliaciones e implementaciones de algunos fabricantes, así como estándares alternativos al internacional en algunos países, es más que probable que cualquier máquina de control numérico moderna sepa interpretar el G-Code básico. El estándar alemán DIN 66025 es la alternativa que más probablemente llegue a nuestro entorno tanto por su área de influencia como por su importante presencia en el mercado industrial.

El G-Code se almacena en formato texto, es decir, puede leerse (y modificarse) con un editor de texto plano, aunque lo más habitual es que se genere y se visualice desde una aplicación de modelado y/o fabricación 3D o alguna herramienta o accesorio específico.

El G-Code describe el movimiento y las diferentes operaciones que la máquina CNC debe realizar para la fabricación del objeto que se describe.

Gracias a la impresión 3D, en este uso el G-Code especifica dónde posicionar el extrusor, en horizontal y vertical.

Las impresoras 3D suelen ser sistemas de 3 ejes: X, Y (plano) y Z (altura). Los sistemas de 4 o 5 ejes añaden información sobre giros de los cabezales de fabricación, y están presentes, por ejemplo, en tornos y fresadoras CNC.

Los programas de fabricación asistida por ordenador (CAM) suelen generar directamente documentos con las instrucciones G-Code para controlar los sistemas de fabricación (mecanizado, tradicionalmente) es decir, documentos G-Code. Los programas genéricos de modelado tridimensional no siempre tienen prevista esta opción por lo que se utiliza un formato intermedio (el más común es el STL) que puede ser leído por aplicaciones específicas que generan el G-Code para la fabricación. Este proceso se llama comúnmente laminado.

2.7 A CONTINUACIÓN, SE MUESTRA LA TABLA CON CÓDIGOS G Y M

Tabla 1 Códigos G y M para torno CNC

CÓDIGOS G	CÓDIGOS M
G00: Posicionamiento rápido (sin maquinari)	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: Compds 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 frentado	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
	M52: Activar salida auxiliar 1
	M53: Activar salida auxiliar 2
	M54: Desactivar salida auxiliar 1
	M55: 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: Llamado a subprograma
	M99: Retorno de subprograma

2.8 CONFORME A LA TABLA ANTERIOR, Y A MODO DE EJEMPLO, UN BLOQUE COMO ESTE:

N0040 G01 X25.000 Z32.000 F500

Indicaría lo siguiente:

Número del registro: 0040

Procedimiento a realizar: G01, es decir, trasladarse al punto (X=25 mm, Z=32 mm) a través de una línea recta.

Avance: 500 (mm/rev o mm/min, según se haya especificado previamente).

2.8.1 CONTROLADOR

Este componente clave 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.

2.9 PROGRAMA CAM.

En este artículo mencionamos 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. En muchos casos, 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.

2.10 SISTEMA DNC.

Una vez que se desarrolla el programa CNC (ya sea manualmente o 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 rudimentario 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 en red de maneras más convencionales, por ejemplo, mediante Ethernet.

2.10.1 CÓDIGOS Y LENGUAJES UTILIZADOS EN CNC.

Si bien existe un estándar para este lenguaje, que en realidad apunta a las máquinas industriales, trataremos de describirles el del objeto de estudio de este proyecto, No así todos los códigos utilizados.

La cuestión es que los programas que generan estos códigos pueden ser muy variados, en este documento básicamente lo estamos trabajando en base al programa implementado por X-Carve, según el tipo de trabajo que se desee realizar, por ejemplo, una perforadora necesita un programa que genere códigos de perforación, una fresadora, requiere otro que genere los códigos de desgaste, una graficadora requiere un programa que genere las coordenadas de trazado del gráfico, etc. La gran mayoría de estos programas trabajan con los sistemas CAD (Diseño Asistido por Computadora) el favorito de todos es AutoCAD, pero básicamente nuestro CNC se basa en una herramienta propiamente de X-Carve de hecho es una plataforma en línea donde te puedes conectar a través de un navegador y ser un usuario de Inventables. Es aquí donde entran los formatos de los archivos utilizados, como los NC-Drill, lo G-Codes, los PLT y otros más, en fin, comencemos con el primero de ellos:

2.10.2 OPORTUNIDADES LABORALES QUE OFRECE LA TECNOLOGÍA CNC.

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

2.10.3 LAS PRINCIPALES VENTAJAS DE UTILIZAR MAQUINARIA CNC.

En un mundo acelerado como el de hoy, es importante para todos ser productivos y ofrecer a los clientes resultados que desean justo a tiempo. Lo mismo en los servicios industriales, ya que todas las empresas se esfuerzan por ser más productivas y reducir costes, ver Figura 20.



Figura 20. Maquina CNC moderna

Si hablamos de la industria del metal, todavía existen procesos que se realizan de forma manual, lo que provoca no solo altos costes de producción sino también estrés de los trabajadores, limitando tanto la productividad como los beneficios de la empresa.

Para vencer todos estos retos se ha desarrollado y está disponible en el mercado abundante software relacionado con el tratamiento y procesado de los metales.

Además del software, las máquinas de control numérico (CNC) son unas de las mejores herramientas para el mecanizado por decoletaje fresado, taladrado, ranurado, y otras operaciones de corte de metal de forma automática a través de órdenes recibidas desde un ordenador.

Las empresas que se dedican al decoletaje, taladrado, corte y desbaste de metales pueden utilizar la potencia de las máquinas CNC para acabar con los procesos tradicionales que consumen mucho tiempo, y conseguir así una mejor productividad en el trabajo con metales, Ver Figura 21.

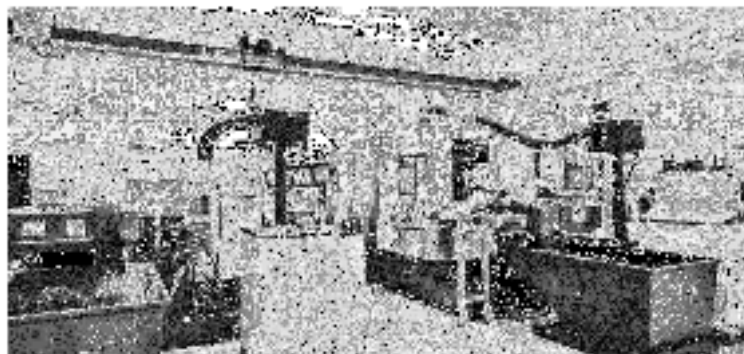


Figura 21. Tornos automáticos CNC para mecanizado por decoletaje de precisión en los talleres de Kuzu Decoletaje.

2.10.4 VENTAJAS DEL CONTROL NUMÉRICO DE LA ACTUALIDAD.

2.10.4.1 PRECISIÓN.

Puesto que las máquinas CNC funcionan a partir de programas de ordenador, ofrecen mayor precisión en comparación con las máquinas mecánicas operadas manualmente.

Más aún, como las máquinas están controladas por software y programas de ordenador integrado, los procesos se terminan antes y disminuye el número de errores, lo que resulta en una mejora global de la productividad.

El software CNC integra CAD (Computer Aided Design) y las operaciones CAM (Computer Aided Manufacturing), capaces de realizar el mismo proceso cientos o miles de veces con el mismo nivel de perfección.

2.10.4.2 SEGURIDAD.

Las operaciones en las máquinas CNC se ejecutan a través de programas, por lo que los trabajadores no están en contacto directo ni expuestos a las herramientas de corte.

Esto significa que los trabajadores están exentos de peligro y seguros en sus espacios de trabajo.

2.10.4.3 REDUCCIÓN DE RESIDUOS.

La maquinaria CNC ayuda a reducir los desperdicios de metal, ya que están diseñadas con sistemas de gestión de las virutas resultantes de procesos de mecanizado o corte, que se acumula en los talleres sin tener un uso en particular.

La retirada automática de virutas que incorporan produce espacios de trabajo más limpios.

Por ello, estos sistemas proporcionan una solución óptima para el trabajo con metales en diferentes formas. Mejoran la gestión de los cortes para tener el mayor aprovechamiento, y además pueden separar los diferentes tipos de virutas, de modo que se facilita su reutilización y reciclado.

2.10.4.4 REDUCCIÓN DE LA IMPLICACIÓN DEL TRABAJADOR.

Con la incorporación de máquinas CNC, las empresas pueden realizar las operaciones más complejas en pocos minutos sin la intervención de un operador de máquina o un ingeniero.

Este hecho reduce considerablemente los costes de incorporación y formación de operadores de máquinas, y también reduce los errores humanos y accidentes que ocurren en los procesos

tradicionales. De hecho, una sola persona puede supervisar varias máquinas CNC, ya que una vez ha sido programada se la puede dejar trabajar de forma autónoma como norma general. A veces solo es necesario reemplazar ocasionalmente las herramientas de corte.

2.10.4.5 EJECUCIÓN DE PROCESOS COMPLEJOS.

La maquinaria CNC puede ejecutar procesos complejos que requerirían grandes esfuerzos y tiempo en el caso de hacerse a mano. Todo lo que uno tiene que hacer es configurar la máquina e integrar los programas. Los operadores solamente son necesarios para supervisar la máquina y los procesos y, por lo tanto, se puede ejecutar el proceso sin interrupciones o fallos. Con todas estas ventajas de las máquinas CNC, las empresas del metal pueden ser más eficientes y obtener un rol más alto en menor tiempo.

La maquinaria es de control numérico CNC, para así ofrecer un servicio de mecanizado de precisión por decoletaje con las más alta calidad, fiabilidad y garantía.

Llevan años utilizando tornos automáticos CNC, e incorporando nuevas máquinas, por lo que cuentan con la tecnología y la experiencia necesaria para atender a casi cualquier petición de mecanizado por decoletaje, con calidad, fiabilidad y seriedad en la entrega.

2.10.5 EVOLUCIÓN Y TENDENCIAS DE LOS CONTROLES NUMÉRICOS CNC.

Se dice que el control numérico marcó el inicio de la Segunda Revolución Industrial. El Control Numérico por Computadora, lo que todos conocemos hoy como CNC, nació poco después de la Segunda Guerra Mundial, debido a los requisitos de precisión y la complejidad de las piezas de las que requería la industria aeroespacial. Pese a su parecido conceptual, nada tiene que ver aquel primer control numérico con los actuales CNC.

Fue John Parsons quien incorporó por primera vez conceptos de lógica programable, a lo que hasta entonces eran máquinas controladas por tarjetas perforadas. A día de hoy, tal y como explica Gorka Unamuno, investigador del centro tecnológico IK4-Ideko, continúa la evolución de la tecnología CNC con el objetivo de incrementar la productividad, precisión, rapidez, y facilitar el uso de las máquinas herramienta.

2.10.6 LAS ÚLTIMAS INNOVACIONES TECNOLÓGICAS DE LOS CNC.

La función principal del CNC sigue siendo la regulación de la posición de todos los ejes de las máquinas para obtener altas prestaciones de precisión y velocidad, cosa que no ha cambiado desde sus inicios. Pero, 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, Multitas King, Tele Servicio, diagnóstico remoto
- ✓ Diseño flexible y descentralizado (concepto de CNC modular).

Pero, para Unamuno, estando a las puertas de lo que es considerada la cuarta revolución industrial, se puede pensar que las últimas innovaciones tecnológicas deben venir de la mano de conceptos que se engloban dentro de la industria 4.0. Figura 22.



Figura 22. Tecnología avanzada en CNC

En este nuevo paradigma, los controles numéricos deberán ser capaces de intercambiar información con toda la fábrica utilizando estándares abiertos, y para ello será preciso el desarrollo de hardware, software y servicios que conecten las máquinas (medios productivos) a la cadena de suministro, sistemas de información y de gestión. “En definitiva una apertura real del control numérico a su entorno”.

2.11 LAS CRECIENTES EXIGENCIAS DE MÁQUINAS DE ALTA VELOCIDAD.

Las trayectorias de la herramienta para un mecanizado generado por los sistemas comerciales de CAD/CAM se componen principalmente de muchos bloques cortos lineales o circulares. En aplicaciones de mecanizados de contornos de alta precisión, con distancias mínimas entre puntos, el propio método de interpolación puede provocar problemas. “A superficie más precisa, menor deberá ser el error en la aproximación, y por lo tanto mayor la cantidad de puntos a definir”, explica en este sentido el investigador de IK4-Ideko.

Teniendo en cuenta que la interpretación del código de un bloque de programa requiere de un tiempo, existe una relación entre la longitud de la trayectoria de un bloque y el tiempo de ejecución del bloque, que determinará el avance máximo por bloque de programa. “Esto entra en conflicto con los requisitos de alta velocidad”, afirma.

Así, según Unamuno, para hacer frente a estos problemas, además de disminuir el tiempo de procesamiento de líneas de programa, los controles numéricos actuales deben:

- ✓ Ser capaces de interpolar ‘splines’ o ejecutar polinomios de tercer grado.
- ✓ Disponer de funciones de procesamiento con precisión predeterminada con las que el usuario pueda introducir las desviaciones máximas del contorno ideal, ver Figura23.



Figura 23. Fabricación industrial

2.12 CONSEGUIR AVANCES MÁS ELEVADOS MEDIANTE TÉCNICAS DE REGULACIÓN DIGITAL.

Cabe destacar la necesidad de nuevos algoritmos de look-ahead y optimización del control de velocidad, con los que mejorar la velocidad y precisión en el mecanizado de segmentos muy cortos, altas precisiones y menores tiempos.

El mundo de la fabricación industrial se enfrenta actualmente a grandes retos. Un paso decisivo hacia la nueva era del manufacturing, según Unamuno, vendrá dada por las funcionalidades software que ofrezcan los controles numéricos. Para ello, los nuevos controles deberán ofrecer funciones estandarizadas que den respuesta a las necesidades existentes en diferentes áreas como pueden ser la virtualización y simulación de máquinas, monitorización de colisiones, seguridad en el manejo, la integración con herramientas TIC, la interconexión con agentes de su entorno.

Para ello los fabricantes de controles numéricos deberán adoptar una serie de estándares, creando una base sólida que ofrezca compatibilidad a los diferentes sistemas existentes en el mercado dando así vía libre a una tecnología mucho más abierta, ver Figura 24

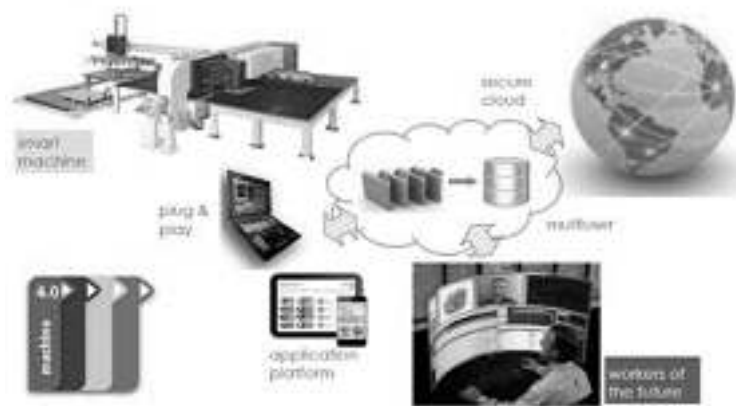


Figura 24. Entorno de las comunicaciones

2.12.1 LAS LIMITACIONES TECNOLÓGICAS.

Durante los últimos años, se han realizado grandes avances tecnológicos en el diseño de las máquinas-herramienta, pero se puede decir que en lo relativo a la ingeniería del software, al sector de la máquina-herramienta le queda mucho camino por recorrer.

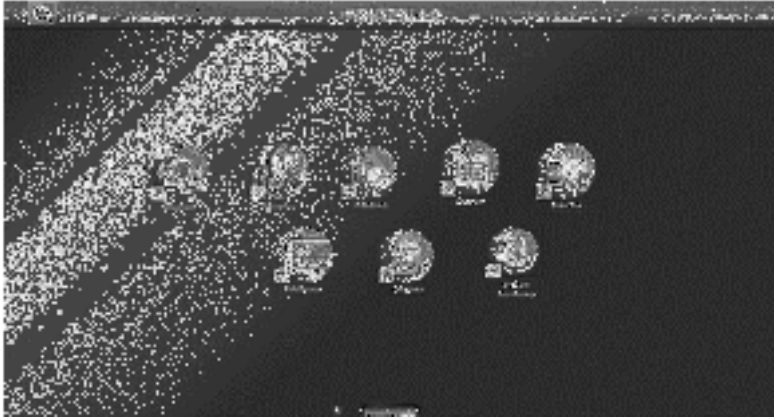


Figura 25. Industria 4.0

Si bien es cierto que el objetivo final es ofrecer grandes tasas de arranque de viruta junto a altos índices de disponibilidad, el sector de la máquina-herramienta junto con los fabricantes de los controles numéricos “deberá avanzar en el uso de las TIC al servicio de las máquinas y talleres del futuro”, ver Figura 25

2.12.2 LA SENCILLEZ DE USO.

La sencillez en el uso no debe dejar de lado la potencia ni la versatilidad que requieren las máquinas cada vez más complejas. Aun así, apunta el investigador de IK4-Ideko. Es frecuente encontrar en un mismo taller, máquinas equipadas con diferentes controles numéricos, que aunque compartan un mismo principio de operación, difieren de manera notable en el interface hombre-máquina.

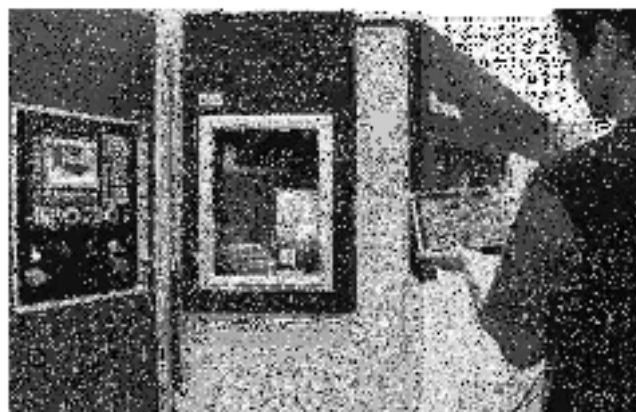


Figura 26. Interactuando con el equipo

Además, en muchos casos los fabricantes de máquinas se ven en la necesidad de realizar pantallas personalizadas, que den soporte al operario en funciones muy específicas de máquina (ciclos predefinidos). De ahí, explica Unamuno, el interés por desarrollar interfaces sencillas que puedan correr sobre diferentes plataformas que permitan mejorar la relación entre las máquinas y las personas que las operan, ver Figura 26

2.13 EL MERCADO HOY.

Existen en el mercado numerosos fabricantes de CNC, de entre los que destacan Fagor, Heidenhain, Siemens y Fanuc como los más utilizados. En los últimos años, han surgido nuevas soluciones software basadas en la tecnología de automatización y control por PC, que ofrecen funcionalidades de CNC como pueden ser el caso de Beckhoff o B&R. Estos sistemas constan de cuatro partes fundamentales: el PC industrial, el BUS de campo, el Sistema Operativo y, por último, un software para el control en tiempo real. “Las principales ventajas que nos ofrecen a día de hoy son el uso de componentes y software estándar y la gran versatilidad debido su carácter abierto”, asegura el investigador.

2.14 SOBRE IDEKO.

IK4-Ideko es un centro tecnológico especializado en tecnologías de fabricación y producción industrial, que ofrece soluciones avanzadas para mejorar las capacidades de producción y competitividad de sus clientes para diferentes sectores. Durante años, Ideko ha trabajado en diferentes campos relacionados con los controles numéricos. Desde integración de ciclos

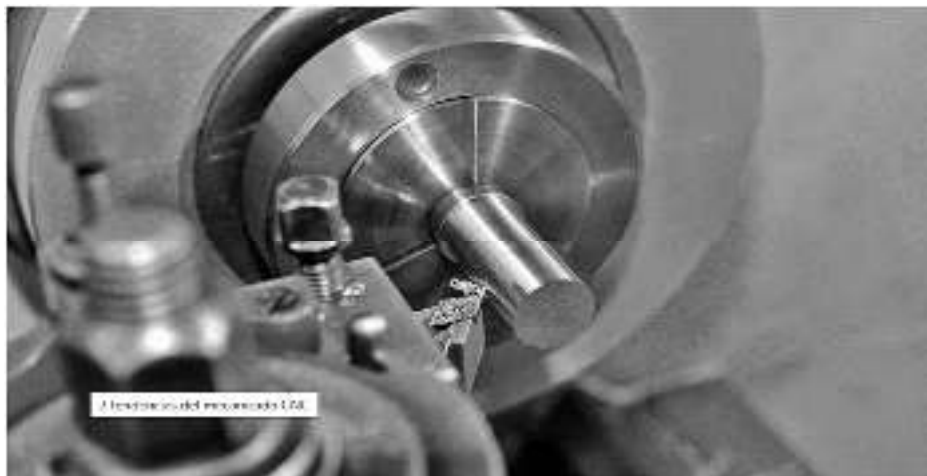


Figura 27. Tendencia del mecanizado CNC

especiales, desarrollando soluciones de comunicación entre máquinas, hasta llegar a la personalización de interfaces. Recientemente, se ha desarrollado la base tecnológica que permitirá que las máquinas del Grupo Danobat puedan beneficiarse del uso del cloud computing, la realidad aumentada o el big data, de manera que estén a la última en el nuevo entorno llamado Industry 4.0, ver Figura 27.

2.15 TENDENCIAS.

2.15.1 TENDENCIAS DEL MECANIZADO.

Tal como saben bien en una empresa especializada en mecanizados CNC, este sector tiene una gran importancia a la hora de fabricar piezas con características específicas. Además, es un sector que se encuentra en constante evolución y cada poco aparecen nuevas tendencias, como las que vamos a ver a continuación:

2.15.2 TENDENCIAS DEL SECTOR DEL MECANIZADO POR CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO.

La producción de piezas de una forma más rápida y eficiente es algo importante para cualquier empresa, sin importar si se trata de una gran empresa o un pequeño taller de mecanizado mediante CNC.

Una de las mejores maneras de optimizar la producción es gracias a la automatización de algunos de los procesos de mecanizado. No se habla de una fábrica o taller completamente mecanizado, pero sí con diferentes zonas para conseguir excelentes resultados aumentando su productividad, algo que cada vez es más común.

Otra de las tendencias del momento es la impresión en 3D, algo que tiene cabida en el sector industrial y con lo que se pueden conseguir piezas únicas con características específicas. De momento, industrias como la aeroespacial, sector médico o las de automoción, son las que suelen contar con esta clase de dispositivos, aunque poco a poco van haciéndose más asequibles para las empresas.

Con esta clase de dispositivos, se pueden conseguir productos de gran precisión, aunque todavía queda mucho tiempo para que cualquier taller deje de utilizar las máquinas CNC que hay hoy en día y lo cambie por una impresora 3D industrial para crear piezas con características específicas.

2.16 DIFICULTADES ACTUALES EN EL TRABAJO.

2.16.1 LOS CNC ELEVAN LA PRODUCTIVIDAD.

Los avances tecnológicos en el campo de la microelectrónica están haciendo posible el desarrollo de CNC de una rapidez y potencia sin precedentes. Un número creciente de funciones integradas simplifica incluso los procesos de mecanizado más complejos. Al mismo tiempo, estos productos ofrecen una mayor facilidad de manejo, no solo en lo que respecta a la programación, sino también durante otras operaciones, como la instalación y el mantenimiento, ver figura 28.



Figura 28. El mecanizado de 5 ejes de alta velocidad requiere hardware y software de altas prestaciones. GE Fanuc.

En el desarrollo de los controles numéricos son las necesidades de los usuarios finales las que, en definitiva, definen las tendencias. La extrema presión a la que están sujetos para maximizar la productividad y flexibilidad en todas sus operaciones revierte en las correspondientes demandas a los fabricantes de máquinas y controles. En un estudio realizado el pasado año en Alemania, se examinó y evaluó un extenso conjunto de áreas de la industria, incluida la correspondiente a los productos de CNC. Las conclusiones revelaron que el grupo objeto del estudio consideraba la fiabilidad como el factor más importante en la valoración de la calidad de un CNC, seguida de cuestiones relativas al servicio, como un pronto suministro de piezas de repuesto y rápidos tiempos de respuesta del servicio. Los resultados del estudio hablan por sí mismos: los inversores y los

usuarios finales conceden gran importancia a la fiabilidad de sus máquinas, la cual constituye la base de una máxima productividad de los procesos de fabricación.

Estos resultados coinciden ampliamente con los de las encuestas llevadas a cabo por el fabricante de controles GE Fanuc, para el que la disponibilidad es una de las principales prioridades. El líder del mercado mundial en productos de CNC se asegura de que la fiabilidad de sus sistemas de control no se vea afectada por un diseño deficiente de los nuevos desarrollos. Nada perjudica más a la productividad de una máquina, una planta o una empresa, que una parada en la producción.

2.17 LOS AVANCES TECNOLÓGICOS EN EL CAMPO DE LA MICROELECTRÓNICA AUMENTAN LA EFICACIA.

Eleva la productividad del usuario creando un entorno que facilita un rápido desarrollo en un corto espacio de tiempo, desde el trazado del gráfico hasta la pieza acabada.

Al hablar de tendencias, lo primero que nos viene a la mente es la eficacia, precisamente otro



Figura 29. El software para la programación en taller.

aspecto en constante mejora en los productos de CNC, comenzando por los de nivel básico hasta los de gama superior. Este desarrollo ha sido inducido por importantes avances tecnológicos en el campo de la microelectrónica, que constituye la base de la tecnología de control. Los productos de CNC de la Serie 30i de GE Fanuc son un ejemplo de unidades del sector de la alta tecnología que utilizan el hardware más avanzado. Ver figura 29

Estos productos de control pueden utilizarse en máquinas de altas prestaciones, tales como máquinas transfer rotativo, centros de torneado/fresado complejos y máquinas multifuncionales que requieren funciones sofisticadas y extraordinariamente rápidas y capacidad de múltiples canales y múltiples ejes, que puedan ser controlados simultáneamente. En cifras significa que el CNC de la Serie 30i puede interpolar hasta 40 ejes, 24 de los cuales pueden operar simultáneamente. Asimismo, permite disponer de hasta 10 canales. La memoria interna de programa de 8 MB resulta ideal para programas de gran tamaño, como los que se utilizan para el mecanizado de superficies de formas libres. En caso necesario, esta memoria puede ampliarse a varios gigabytes sin que se requiera disco duro. La unidad de control contiene un procesador de ultra alta velocidad, un bus interno de alta velocidad con una capacidad de transferencia 10 veces mayor que la de los CNC actuales, un control de corriente extremadamente rápido, un generador de impulsos que produce 16.000.000 impulsos por rotación e interpolación en nanómetros, que es utilizada en todos los movimientos de contorno.

El PLC integrado desempeña un importante papel en la minimización de los tiempos de fabricación y maximización de la productividad. La tarea del PLC es el control del equipo periférico en la máquina herramienta y alrededor de la misma, como, por ejemplo, los dispositivos responsables de los cambios de herramientas. Para ello se ha dispuesto un procesador separado, de modo que el CNC no sufra sobrecargas. La velocidad de ejecución de los programas de PLC es de 25 nanosegundos por instrucción, pudiéndose ejecutar simultáneamente hasta 3 programas de PLC completamente independientes. Para esta tarea están disponibles hasta 4096 entradas y salidas digitales.

2.18 NUEVAS FUNCIONES PARA PROCESOS DE MECANIZADO COMPLEJOS.

El mecanizado de cinco ejes de alta velocidad requiere CNCs de altas prestaciones. Esta tecnología se utiliza para el mecanizado de piezas extremadamente complejas. La unidad de control debe ser capaz de controlar cinco ejes simultáneamente con la máxima precisión y a altas velocidades. No son tan sólo las prestaciones del hardware las que desempeñan un papel esencial en la consecución de un acabado de alta calidad, también la disponibilidad de determinadas funciones de software es determinante: el control de la dirección de la herramienta, la compensación del radio y de la longitud de la herramienta en el área de trabajo, la definición y el procesamiento en un plano de trabajo inclinado y la compensación de los errores de ajuste de la pieza.

El Control de la Dirección de la Herramienta, también conocido como Control del Centro de la Herramienta (TCP), hace que tan sólo sea necesario programar la trayectoria del centro de la herramienta; el control se encarga del resto. La ventaja de esta función reside en que el contorno programado se mantiene, aunque cambie la herramienta. La función de Compensación del Radio de la Herramienta (TRC) es asimismo de gran utilidad, ya que calcula automáticamente la trayectoria correcta para herramientas con radios diferentes, con el fin de evitar colisiones accidentales entre la herramienta y la pieza.

La Compensación del Punto de Corte de la Herramienta amplía las funciones que contribuyen a reducir la programación de CNC. Esta función calcula el punto en que la herramienta debe cortar el material. Las herramientas de formas especiales como las trapezoidales o de punta redondeada requieren datos de compensación especiales, que normalmente se introducen en el software CAM. En las nuevas unidades de CNC de GE Fanuc, los datos de compensación son constantemente memorizados después de la medición de la herramienta y pueden recuperarse pulsando un botón. Esto no sólo simplifica la programación de CNC, sino que permite cambiar rápidamente las herramientas sin necesidad de modificar el programa de CNC.

También para el Plano de Trabajo Inclinado (TWP) existen nuevas funciones disponibles. Un reciente desarrollo incorporado a los productos de CNC actuales de GE Fanuc hace que ahora sea posible definir el plano de trabajo no sólo mediante los ángulos eulerianos, sino también utilizando instrucciones ‘roll, pitch y yaw’ (RPY) o por medio de tres puntos en el espacio. Para facilitar el uso de esta función, GE Fanuc ha desarrollado la denominada Pantalla guiada, que asiste al operador durante el proceso de introducción de datos y le proporciona soporte gráfico.

2.19 IMPORTANTES AVANCES TECNOLÓGICOS, TAMBIÉN EN LOS MODELOS BÁSICOS.

Los avances tecnológicos no sólo son patentes en el extremo superior de la gama de controles de CNC. La gama básica, destinada a máquinas herramienta más sencilla, presenta también considerables mejoras. La estructura compacta de estos CNC es la que más favorece al diseño normalmente compacto de estas máquinas. El CNC de la Serie 0i-C de GE Fanuc se encuentra integrado en la pantalla de LCD, reduciendo la profundidad total a aproximadamente 7 cm. El CNC puede comunicarse con un PC a través de una tarjeta insertada en la ranura PCMCIA. Además, las tarjetas de memoria en la ranura PCMCIA permiten una rápida carga y descarga de

programas de CNC, parámetros y datos de ajuste para la compensación de la herramienta. Los datos de los históricos de alarmas y operación pueden visualizarse en los CNC y transferirse fácilmente a través de este tipo de tarjetas de memoria.

La eficacia y el tamaño total no son, sin embargo, los únicos factores que determinan la idoneidad de una unidad de control. La facilidad de manejo y el mantenimiento de la instalación son aspectos cada vez más importantes tanto para los fabricantes de máquinas, como para los usuarios finales. El CNC debe facilitar al fabricante de la máquina herramienta la adaptación de la instalación a sus necesidades y, finalmente, a las necesidades del usuario final. Esto atañe principalmente a la interfaz de usuario. Mientras la interfaz estándar es habitualmente suficiente para el trabajo de torneado y fresado en una máquina sencilla, para las operaciones de rectificado y erosión se requiere un sistema guiado especial para el usuario. En estos casos, los fabricantes de máquinas herramienta suelen desarrollar su propia interfaz para ofrecer a los usuarios finales una mayor facilidad de manejo basada en tecnología.

Por su parte, los fabricantes de controles deben proporcionar a sus clientes las herramientas necesarias para que éstos puedan satisfacer las especificaciones del sistema del usuario.

La tecnología de PC ofrece para ello las mejores opciones. La solución del líder del mercado mundial de CNC, GE Fanuc, denominada ‘CNC Abierto’, incorpora en el CNC un PC adicional (Windows 2000/XP) o un sistema integrado (sin disco duro) y Windows CE.

Para el diseño de la interfaz pueden utilizarse las herramientas de GE Fanuc, o bien otras disponibles en el mercado. GE Fanuc proporciona también los drivers necesarios para la comunicación con el CNC. La máxima seguridad en la transferencia de datos a través de esta interfaz está garantizada mediante la conexión física a través de cables de fibra óptica y mediante la utilización de un protocolo de software para la identificación y corrección de fallos. En cuanto a fiabilidad, la ventaja que esta solución presenta con respecto a la solución de procesador único, es que el CNC conserva sus tiempos de ciclo programados con independencia de la carga de trabajo del PC.

2.20 DEMANDA DE SENCILLEZ DE MANEJO.

El software para la programación en taller de máquinas de torneado, fresado y multifuncionales (Manual Guide I) goza de creciente popularidad en los casos en los que los fabricantes de máquinas herramienta no proporcionan interfaz de usuario. Este software aumenta la productividad del usuario creando un entorno adecuado para el diseño de piezas en un reducido espacio de tiempo. La definición de las piezas a mecanizar se realiza de modo interactivo por medio de gráficos. Este proceso incluye un número cada vez mayor de funciones estándar de PC, como la edición de programas de modo similar a la utilización del editor de texto, la función arrastrar y soltar, la gestión de programas utilizando los nombres de ficheros y carpetas, y muchas más, ver figura 30.



Figura 30. Software para la programación en taller.

Además de las mencionadas funciones del PC, que facilitan la operación del control de CNC, el PC en sí mismo constituye un entorno ideal para proporcionar asistencia, así como para un aprendizaje eficaz del funcionamiento del CNC. GE Fanuc ofrece un paquete de software de simulación para PC, que simula el CNC y la interfaz Manual Guide i, así como el PMC (PLC) para CNC. El sistema de control completo aparece en la pantalla sin necesidad de hardware adicional. La utilización de estos simuladores permite elevar la productividad de las empresas, ya que los programas de CNC seleccionados pueden ser almacenados, comprobados y optimizados directamente en el PC. También constituyen una herramienta perfecta para la formación, ya sea institucional o interna de la empresa, debido a que simulan el funcionamiento del CNC en la

práctica, dando como resultado un aprendizaje más rápido y efectivo. El Teleservicio de GE Fanuc está ganando cada vez más partidarios. Los principales fabricantes de controles ofrecen el software adecuado y una conexión Ethernet de modo estándar. El temor a virus, sabotaje y espionaje a través de líneas abiertas de datos pertenece al pasado. La seguridad de la transferencia de datos, especialmente en la conexión punto a punto, se encuentra tan avanzada que el riesgo es extremadamente bajo. En el caso ideal, los usuarios conectan sus máquinas de CNC a la facilidad ISDN a través de un router y acceden directamente al proveedor de servicio deseado a través de la conexión ISDN, beneficiándose de toda la funcionalidad que ofrece el Tele servicio. Esta funcionalidad se extiende más allá del diagnóstico remoto. El software correspondiente no sólo facilita un rápido diagnóstico y rectificación de errores en CNC, servos, cabezales o PMCs, sino también la transferencia directa de actualizaciones de software y la ejecución de copias de seguridad. Por medio del Tele servicio, dependiendo del proveedor, están asimismo disponibles cursos de formación y asistencia en tecnología de aplicación para el caso de que surjan problemas con los programas. También es posible editar, cargar y descargar programas de pieza. Si los resultados del mecanizado no se corresponden con las expectativas, a través del Tele servicio se puede solicitar una comparación de los valores, y objetivos reales, con referencia a las características de las máquinas almacenadas.

Mediante el asistente remoto se puede llevar a cabo cualquier modificación de los parámetros y, en caso de que el usuario requiera opciones de software adicionales, el fabricante del control o de la máquina herramienta podrá activarlas sin necesidad de personarse en las instalaciones, ver figura 31.



Figura 31. Nuevo sistema de control

2.21 MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD POR MEDIO DE ROBOT.

El entorno en el que la máquina y el CNC están integrados influye en gran medida en la obtención de los altos niveles de productividad y flexibilidad que el usuario final requiere.

Esto hace que se observe una clara tendencia hacia la automatización del mismo.

La alimentación de material, monitorización de las piezas y los procesos de acabado y traslado de las piezas han experimentado un cambio drástico en los últimos años.

En numerosos casos, sistemas de robots económicos y de mayor eficacia se han hecho cargo de estas tareas. Sensores y sistemas de visión aseguran que los robots se muevan con una precisión milimétrica.

El resultado es que son capaces de recoger material no clasificado y clasificarlo, transportarlo a la máquina e incluso eliminar las piezas incorrectas.

Debido a su propia experiencia en esta área, GE Fanuc es consciente de que la comunicación con el CNC es fundamental para el funcionamiento de cualquiera de estas soluciones de automatización externas. Por un lado, la producción de Fanuc situada a los pies del Monte Fuji en Japón está altamente automatizada y por otro, Fanuc Robotics es uno de los principales fabricantes de robots.

Los robots poseen sus propias unidades de control, pero pueden comunicarse con el CNC de la máquina a través de una simple conexión de bus de campo. Para establecer una conexión directa, el usuario sólo debe conectar un cable e instalar el software correspondiente, aunque la máquina en operación haya sido ya puesta en marcha satisfactoriamente. No son necesarias modificaciones importantes en el software de la máquina o del robot.

2.22 EL AMBIENTE DE TRABAJO.

La función de las máquinas CNC (control numérico por computadora) es tomar una pieza de material, como un bloque de plástico, madera, aluminio o un elemento similar que vaya acorde con la herramienta de corte, y transformarlo en un producto terminado.

El operador, a través de la programación, le dice a la máquina qué herramientas debe usar, cómo moverse y exactamente qué pieza de material debe eliminar para crear el producto final. Este debe considerar diferentes variables como superficies y formas geométricas, es necesario respetar la exactitud dimensional de los elementos fundamentales de máquina, como: plenitud y rectitud de las superficies de guía, alineación de las superficies de sujeción, paralelismo de los ejes con las guías, la perpendicularidad del eje de husillo principal con la superficie de sujeción, etc. Al ser la secuencia de estos eventos manipulada por el operador crea la posibilidad de que ocurran errores llevando a problemas serios en su mecanizado CNC, ver figura 32.



Figura 32. CNC corte laser-metal-moderna tecnología industrial pequeña profundidad campo.

2.23 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Las máquinas CNC al realizar el mecanizado de una pieza emanan calor a altas temperaturas. A pesar de que están diseñadas para ello, contamos con inconvenientes como residuos dentro de estas que pueden bloquear distintos accesos y aumentar las temperaturas más allá de lo que puede permitir, resultando perjudicial para la máquina.

Una pobre limpieza trae como consecuencia falta de precisión, ya que al realizar el mecanizado se presentará un desfase en la pieza. La falta de lubricación puede perjudicar el libre desplazamiento

de los ejes, Una pobre limpieza trae como consecuencia falta de precisión ya que, al realizar el mecanizado, se presentará un desfase en la pieza, ver figura 33



Figura 33. Herramienta que gira pieza trabajo alrededor eje rotación realizar diversas operaciones

2.24 NO ELEGIR LA HERRAMIENTA DE ACUERDO AL MATERIAL.

La CNC nos permite fabricar distintas piezas de acuerdo al material permitido, asimismo, se debe elegir correctamente la herramienta de corte si no queremos terminar con un mal acabado de la pieza o dañando la herramienta. Señales como marcas de quemaduras en la pieza de trabajo, rasguños o la distorsión de los bordes son solo algunos. Esto nos da indicios de que la herramienta se está utilizando de manera inadecuada.

2.24.1 ERRORES DE PROGRAMACIÓN.

Los errores de programación más comunes son de ortografía y sintaxis. A veces, el operario puede equivocar una "O" con cero, o poner una coma en el lugar equivocado o en su defecto no ponerla. Estos errores pueden ser difíciles de detectar y la mayoría de las máquinas CNC modernas tienen una función a prueba de fallas para minimizar el daño grave de la máquina y la herramienta.

2.24.2 VELOCIDAD DE MAQUINADO.

Un error común es operar la herramienta de corte a una velocidad inadecuada. En caso la velocidad sea muy lenta, el material a trabajar permanecerá mucho tiempo en funcionamiento y puede causar fracturas haciendo que la calidad del acabado de la superficie sea deficiente. Por otro lado, si la herramienta es muy rápida, se generará una cantidad significativa de calor que puede quemar la superficie de la pieza de trabajo.

Otro inconveniente es realizar un corte demasiado rápido y profundo puede provocar una variación en el mecanizado de la herramienta. El exceso de desviación de la herramienta da como resultado una vida de herramienta, un acabado de la superficie y una eficiencia de la máquina por debajo del óptimo.

2.24.3 RECOMENDACIONES:

- Es importante simular antes de correr el programa en la máquina, tener un buen software CAD-CAM para la maquina CNC ayudara al operario a desenvolverse óptimamente en el manejo de la Maquina CNC.
- Realiza un buen montaje de la pieza.
- Capacitar a los nuevos ingresos en el tema de programación y a revisar sus programas regularmente ayudará a minimizar los errores de programación.

Tener un conocimiento del tipo de material de corte ayudara a elegir la herramienta de corte adecuada, los proveedores de herramientas de corte tienen bases de datos detalladas y especialistas en productos capaces de ayudar a los programadores a seleccionar las herramientas óptimas y programar los parámetros correctos para esas herramientas, ver figura 34.



Figura 34. Panel control-maquina CNC, fresadora metalurgia procesamiento moderno corte metal. /cortar placa laser maquina CNC chispa.

2.25 MAQUINAS HERRAMIENTAS DE CONTROL NUMÉRICO MHCN.

2.25.1 LOS SISTEMAS DE UNA MHCN

Los sistemas de una MHCN, son

- ✓ Ejes de desplazamiento
- ✓ Transmisiones
- ✓ Dispositivos para la medida de la posición o desplazamientos.
- ✓ Husillo principal o cabezal.
- ✓ Sistemas para la sujeción de la pieza.
- ✓ Cambiadores de herramientas.
- ✓ Ejes de rotación y desplazamiento complementarios.

La descripción de los dispositivos se aplica al torno y a la fresadora, al ser estas dos máquinas las de mayor difusión en las empresas de mecanizado.

Capítulo III: CNC X CARVE.

3.1 X-CARVE.

El control numérico o control decimal numérico (CN) es un sistema de automatización de máquinas herramienta que son operadas mediante comandos programados en un medio de almacenamiento, en comparación con el mando manual mediante volantes o palancas.

Una fresadora CNC, es decir, una máquina controlada por ordenador, es capaz de moldear, grabar, tallar y fresar múltiples materiales todo y cuando se tenga la herramienta de corte adecuada al material trabajado.

Tendremos la capacidad para diseñar en materiales de la forma y tamaño que se requiera. Se pueden crear todas las piezas que necesites para tus proyectos. Al igual que puedes hacer tus propias placas PCB o tallar esculturas 3D.

Para mecanizar una pieza se usa un sistema de coordenadas que especificarán el movimiento de la herramienta de corte. El sistema se basa en el control de los movimientos de la herramienta de trabajo con relación a los ejes de coordenadas de la máquina, usando un programa informático ejecutado por un ordenador.

En el caso de un torno, hace falta controlar los movimientos de la herramienta en dos ejes de coordenadas: el eje de las X para los desplazamientos longitudinales del carro y el eje de las Z para los desplazamientos transversales de la torre. En el caso de las fresadoras se controlan también los desplazamientos verticales, que corresponden al eje Y.

Con X-Carve posible hacer una máquina CNC muy similar a como sería una impresora 3D, pero sustituyendo el extrusor por una fresa.

3.2 DIMENSIONES DE ÁREA DE TRABAJO DE X-CARVE.

X-axis: 500mm

Y-axis: 500mm

Z-axis: 65mm

Esta información básicamente está elaborada para que el lector sea capaz de construir su propia maquina CNC X-Carve 3D cada uno de los pasos a seguir están de acuerdo a la metodología de armado del fabricante. Hemos presentado las instrucciones desde la parte inferior de la máquina hasta la parte superior, y cubriremos todo, desde el ensamblaje de la máquina hasta la configuración de la computadora en el apartado de las guías de trabajo.

Deberá tener en cuenta que los pasos a seguir son de estricta dedicación ya que el método de construcción de nuestro CNC nos brindara la certeza de un buen funcionamiento del equipo.

El X-Carve es hardware de código abierto. Con su software Basado en lenguaje c que básicamente es una conversión de un lenguaje a otro.

El G-Code (o código G, en castellano) es el nombre de un lenguaje de descripción de operaciones para máquinas de control numérico por ordenador CNC que puede ser usado también como lenguaje de programación para controlar estos dispositivos para simplificar operaciones utilizando, por ejemplo, bucles.

Desde que se estandarizó en los 80 como ISO 6983, el G-Code es el lenguaje más utilizado en la fabricación por ordenador. Aunque existen ampliaciones e implementaciones de algunos fabricantes, así como estándares alternativos al internacional en algunos países, es más que probable que cualquier máquina de control numérico moderna sepa interpretar el G-Code básico. El estándar alemán DIN 66025 es la alternativa que más probablemente llegue a nuestro entorno tanto por su área de influencia como por su importante presencia en el mercado industrial.

El G-Code se almacena en formato texto, es decir, puede leerse y modificarse con un editor de texto plano, aunque lo habitual es que se genere y se visualice desde una aplicación de modelado y/o fabricación 3D o alguna herramienta o accesorio específico; También describe el movimiento y las diferentes operaciones que la máquina CNC debe realizar para la fabricación del objeto que se describe, ver figura 35.

Actualmente G-Code se ha popularizado, gracias a la impresión 3D, en ese uso específico dónde posicionar el extrusor, en horizontal y vertical, cuánto calentarlo y cómo disponer el filamento entre otras cosas. Las impresoras 3D suelen ser sistemas de 3 ejes: X, Y (plano) y Z (altura) Los sistemas de 4 o 5 ejes añaden información sobre giros de los cabezales de fabricación y están presentes, por ejemplo, en tornos y fresadoras CNC.

Los programas de fabricación asistida por ordenador (CAM) suelen generar directamente documentos con las instrucciones G-Code para controlar los sistemas de fabricación (mecanizado, tradicionalmente) es decir, documentos G-Code. Los programas genéricos de modelado tridimensional no siempre tienen prevista esta opción por lo que se utiliza un formato intermedio (el más común es el STL) que puede ser leído por aplicaciones específicas que generan el G-Code para la fabricación. Este proceso se llama comúnmente laminado.



Figura 35. Vista del CNC X-Carve

Junto con las impresoras 3D de código libre se han popularizado programas de modelado 3D también libres como Free CAD y otros como Cura de Ultimaker (quizá no tan libre) para generar el código G para la impresión 3D, es decir, para laminar. En las siguientes capturas de pantalla se muestra una pieza exportada en formato STL en Free CAD y el laminado realizado en Cura.

3.2.1 HISTORIA.

La llamada Revolución Maker cambió el panorama de las herramientas para los aficionados al hogar y las pequeñas empresas. Las impresoras 3D son una parte clave del movimiento, pero además del atractivo del plástico depositado con precisión, también surgió la sed de máquinas CNC fáciles de construir y usar. Un nombre notable para cortar los dientes en las máquinas de tallado en el hogar es Inventables, cuya oferta actual de alta especificación es Inventables X-Carve.

Desde su fundación en 2002, Inventables también evolucionó para ofrecer hardware, en primer lugar, recogiendo el exitoso kit CNC de código abierto Shapeoko, luego con su propia máquina

de tallado CNC completamente ensamblada Carvey y luego una máquina ShapeOko 2 de seguimiento. Edward Ford, creador del ShapeOko, más tarde se uniría a Carbide 3D para producir el Shapeoko 3, posiblemente el principal competidor del Inventables X-Carve.

Una opción popular para los fabricantes que buscan tallar CNC, una amplia gama de materiales, incluido el aluminio 6061, el truco de la fiesta de X-Carve es su escalabilidad y facilidad de uso cuando se combina con la aplicación web Easel de Inventables.

La principal oferta actual de Inventables es el X-Carve, un kit de CNC de código abierto y escalable que se ha disparado a la vanguardia de las mentes de los fabricantes como una máquina de tallado CNC (junto con ShapeOko 3 y un pequeño puñado de otras máquinas)

El Inventables X-Carve es mucho más que un simple kit de talla CNC, y se ha enfocado en producir un ecosistema para ayudar e inspirar a sus clientes, incluida una amplia área de proyectos en el sitio web de la compañía y un gran puñado de accesorios que le permiten configurar la máquina a mayores niveles de autonomía y capacidad.

En su configuración estándar, el Inventables X-Carve promociona un husillo DeWalt 611, que acepta brocas de talla de 1/8 "y 1/4", y un controlador de movimiento integrado que alberga la fuente de alimentación, placa base, parada de emergencia y todo lo demás, esencial para el envío de energía y señales alrededor de la máquina.

Empujando el eje a lo largo de los ejes X, Y Z, están los motores paso a paso NEMA 23, que deberían proporcionar un empuje adecuado para deslizarse a través del plástico u material a utilizar, la madera, el aluminio, etc.

Subrayando las áreas de trabajo hay un tablero de residuos con rejilla Seri grafiada y una serie de insertos M5 para sujetar los materiales en su lugar.

El X-Carve básico carece de interruptores de referencia para los tres ejes, pero estos se pueden instalar de acuerdo a la necesidad del usuario y capacidad de uso de la máquina. De manera similar, se puede configurar una sonda Z de superficie de material electrónico, que permite que la máquina detecte el material antes de cortar.

En este proyecto como tal hemos intentado que el usuario de carreras afines, tenga una idea clara de cómo ensamblar el equipo además de su uso, para perfeccionar la técnica de un CNC X-Carve.

Fuera de la caja, la aplicación web Easel ofrece un control simple de X-Carve. Una versión profesional. Opciones avanzadas de personalización que la compañía ha desarrollado para usuarios de pequeñas empresas. Curiosamente, los usuarios de Easel que no son profesionales, lo que permite a los usuarios ocasionales divertirse y los usuarios avanzados eligen maximizar su tiempo con acceso ilimitado, ver figura36.

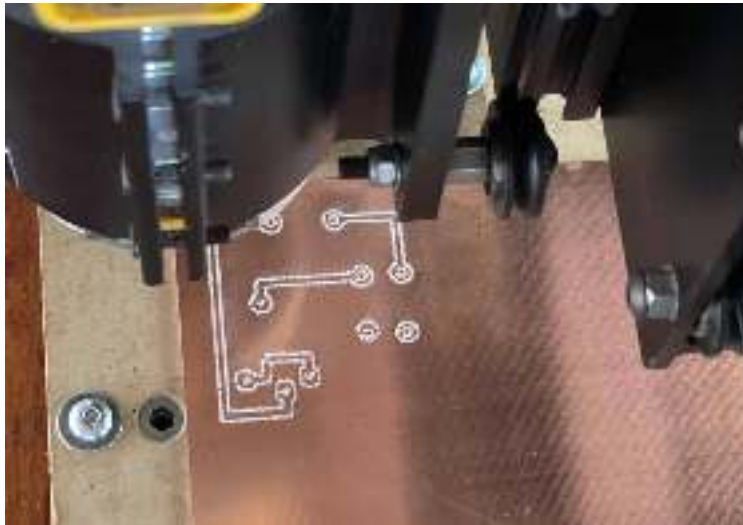


Figura 36. CNC x-carve modelo robusto realiza trabajo en placa de cobre.

Inventables X-Carve funciona con firmware GRBL, lo que significa que también es compatible con una gran cantidad de otras soluciones de software CNC / CAD de terceros, área de trabajo, ver figura 37.



Figura 37. Vista del área de trabajo, cartesiana del CNC X-Carve

3.2.2 ESTRUCTURA DE X- CARVE.

Área de corte: (500), 500 x 500 x 65 mm.

Firmware: GRBL

OS: navegador

Características: software de diseño libre, pirateable / expandible, de código abierto, electrónica cerrada / protegida, desperdicio de una sola hoja

POSICIÓN DEL KIT X-CARVE.

Primero ubique el tablero de desechos de 500 mm que viene con su kit. Esta placa tiene 25 orificios de sujeción y seis orificios para montar la extrusión en la parte inferior de la placa. Tenga en cuenta que los seis agujeros están hundidos en la parte superior del tablero, ver figura38.

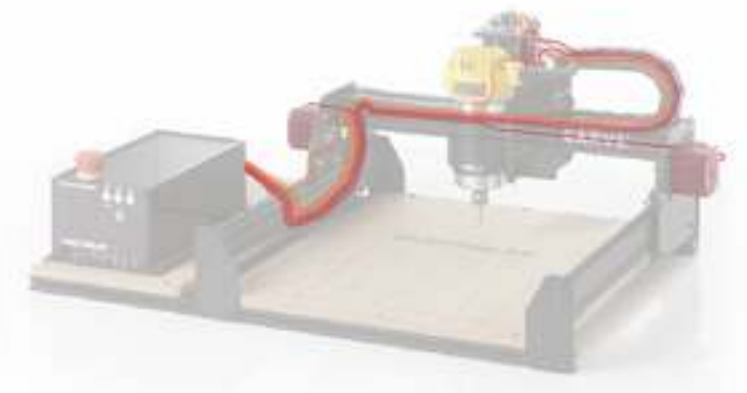


Figura 38. Vista del cableado del CNC.

3.3 MICROCONTROLADOR, DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN.

Un micro controlador es un dispositivo electrónico capaz de llevar a cabo procesos lógicos. Estos procesos o acciones son plasmados en un lenguaje de programación por el usuario, y son introducidos en este a través de un programador.

El funcionamiento de los micros controladores está determinado por el programa almacenado en su memoria. Este puede escribirse en distintos lenguajes de programación. Además, la mayoría de los micros controladores actuales pueden reprogramarse repetidas veces.

Por las características mencionadas y su alta flexibilidad, los micro controladores son ampliamente utilizados como el cerebro para una gran variedad de sistemas que controlan máquinas, componentes de sistemas complejos, como aplicaciones industriales de automatización y robótica, equipos médicos, sistemas aeroespaciales, e incluso dispositivos de la vida diaria como automóviles, hornos de microondas, teléfonos y televisores, etc.

3.4 ESTRUCTURA Y ELEMENTOS DE LOS MICRO CONTROLADORES.

A continuación, se describen los elementos más comunes en todo tipo de micro controlador.

3.4.1 EL PROCESADOR.

Es el elemento más importante del micro controlador y determina sus principales características, tanto a nivel hardware como software; se encarga de direccionar la memoria de instrucciones,

recibir el código de la instrucción en curso, su decodificación y la ejecución de la operación que implica la instrucción, así como la búsqueda de los operados y el almacenamiento del resultado.

3.4.2 MEMORIA.

En los micros controladores la memoria de instrucciones y datos está integrada en el propio chip. Una parte debe ser no volátil, tipo ROM, y se destina a contener el programa de instrucciones que gobierna la aplicación. Otra parte de memoria será tipo RAM, volátil, y se destina a guardar las variables y los datos. Según el tipo de memoria ROM que dispongan los micros controladores, la aplicación y utilización de los mismos es diferente.

A continuación, se describen las cinco versiones de memoria no volátil que se pueden encontrar en los micros controladores del mercado:

- ✓ ROM con máscara. Es una memoria no volátil de sólo lectura cuyo contenido se graba durante la fabricación del chip.
- ✓ OTP. El micro controlador contiene una memoria no volátil de sólo lectura programable una sola vez por el usuario. OTP (One Time Programmable). Es el usuario quien puede escribir el programa en el chip mediante un sencillo grabador controlado por un programa desde un PC.
- ✓ EPROM. Los micro controladores que disponen de memoria EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) pueden borrarse y grabarse muchas veces. La grabación se realiza, como en el caso de los OTP, con un grabador gobernado desde un PC. Si posteriormente, se desea borrar el contenido, disponen de una ventana de cristal en su superficie por la que se somete a la EPROM a rayos ultravioleta durante varios minutos.
- ✓ EEPROM, E2PROM O E2 PROM. Se trata de memorias de sólo lectura, programables y borrables eléctricamente EEPROM (Eléctrical Erasable Programmable Read Only Memory). Tanto la programación como el borrado, se realizan eléctricamente desde el propio grabador y bajo el control programado de un PC.
- ✓ FLASH. Se trata de una memoria no volátil, de bajo consumo, que se puede escribir y borrar. Funciona como una ROM y una RAM pero consume menos y es más pequeña. A

diferencia de la ROM, la memoria FLASH es programable en el circuito. Es más rápida y de mayor densidad que la EEPROM.

3.4.3 PUERTOS DE ENTRADA Y SALIDA.

Los puertos de Entrada y Salida (E/S) permiten comunicar al procesador con el mundo exterior, a través de interfaces, o con otros dispositivos, son la principal utilidad de las patas o pines de un microprocesador. Según los controladores de periféricos que posea cada modelo de micro controlador, las líneas de E/S se destinan a proporcionar el soporte a las señales de entrada, salida y control.

3.4.4 RECURSOS ESPECIALES.

Cada fabricante oferta numerosas versiones de una arquitectura básica de micro controlador. En algunas amplía las capacidades de las memorias, en otras incorpora nuevos recursos, en otras reduce las prestaciones al mínimo para aplicaciones muy simples, etc. La labor del diseñador es encontrar el modelo mínimo que satisfaga todos los requerimientos de su aplicación. De esta forma, minimizará el coste, el hardware y el software. Los principales recursos específicos que incorporan los micros controladores son:

- ✓ Temporizadores o Timers.
- ✓ Perro guardián o Watchdog.
- ✓ Estado de reposo o de bajo consumo (Sleep mode).
- ✓ Conversor A/D (Analógico ->Digital).
- ✓ Conversor D/A (Digital ->Analógico).
- ✓ Comparador analógico.
- ✓ Modulador de anchura de impulsos o PWM (Pulse Wide Modulation).
- ✓ Puertos de E/S digitales.
- ✓ Puertos de comunicación

3.5 CLASIFICACION DE LOS MICROCONTROLADORES

Existen diversos criterios para clasificar los micros controladores. Estos son algunos:

- ✓ Según la longitud del bus de datos
- ✓ Según el set de instrucciones

3.5.1.1 SEGÚN LA LONGITUD DE BUS DE DATOS.

Micro controlador de 8bits, 16 bits, 32 bits: A mayor longitud de bus de datos, mayor será la eficiencia del micro controlador en operaciones con datos grandes, pero al mismo tiempo la complejidad del chip y por ende su costo también aumentará.

3.5.1.2 SEGÚN EL SET DE INSTRUCCIONES.

Con instrucciones CISC (Complex Instruction Set Computer): el set de instrucciones CISC es inherente a los primeros micros controladores que aparecieron en el mundo, los cuales estaban inspirados en los procesadores de las grandes computadoras de la época. Es complejo por que consta de muchas instrucciones complicadas y difíciles de recordar a la hora de programar en lenguaje ensamblador.

Con instrucciones RISC (Reduce Instruction Set Computer): Estos micros controladores cuentan con instrucciones sencillas y en un número mínimo. Ello permite que la programación en ensamblador sea una labor cómoda y esté al alcance de todos. Sin embargo, cuando se desarrollan proyectos mucho más complejos, el uso del lenguaje ensamblador se torna cada vez más engorroso. Entonces se prefiere optar por los compiladores de alto nivel, para los cuales un set RISC no es obstáculo.

3.5.1.3 SEGÚN SU ARQUITECTURA INTERNA.

Micro controladores con arquitectura Von Neumann. Tan simple como verlo en la figura de abajo: Estos micro controladores tienen una memoria única que constituye tanto el segmento de memoria

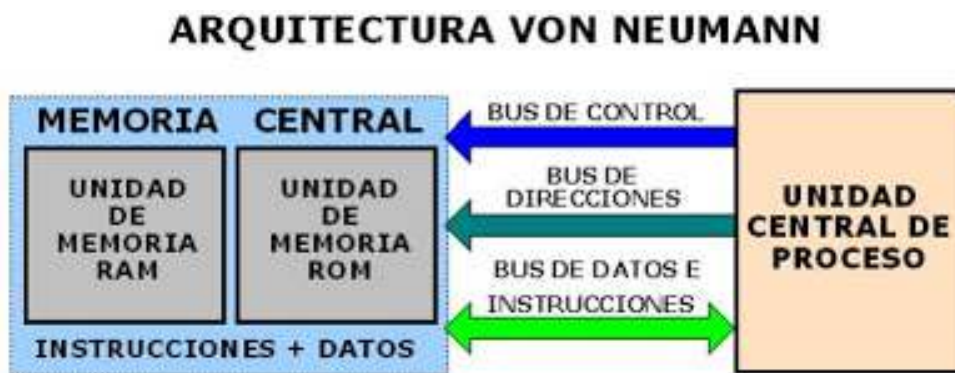


Figura 39. Arquitectura de Von Neumann.

de programa como el de datos. Con un solo bus de comunicación entre dicha memoria y el procesador no es posible realizar diversos accesos a la vez, ver figura 39.

3.6 MICRO CONTROLADORES CON ARQUITECTURA DE HARVARD.

En esta estructura los micro controladores disponen de dos memorias, una que contiene el programa y otra para almacenar los datos. De este modo el CPU puede tener acceso simultáneo a 35 ambas memorias utilizando buses diferentes. Más específicamente, puede leer la siguiente instrucción de programa mientras está procesando los datos de la instrucción actual. Actualmente todos los micro controladores se inclinan por esta arquitectura. Ver figura 40.



Figura 40. Arquitectura de Harvard.

3.6.1 VENTAJAS DE ARQUITECTURA DE HARVARD:

Se evita las formaciones de cuello de botella debido a utilizar diferente almacenamiento para datos y programa.

El tamaño de las instrucciones no está relacionado con el tamaño de datos.

El diseño del bus de programa ayuda a determinar el tamaño máximo de una instrucción.

Se mejora la velocidad y menor longitud del programa

Se puede acceder a datos y programa al mismo tiempo.

La arquitectura Harvard cuenta con los mismos módulos o unidades que la arquitectura Von Neumann es decir unidad de control, buses de comunicación, ALU, E/S, memoria para datos y para programa, ver figura 41.

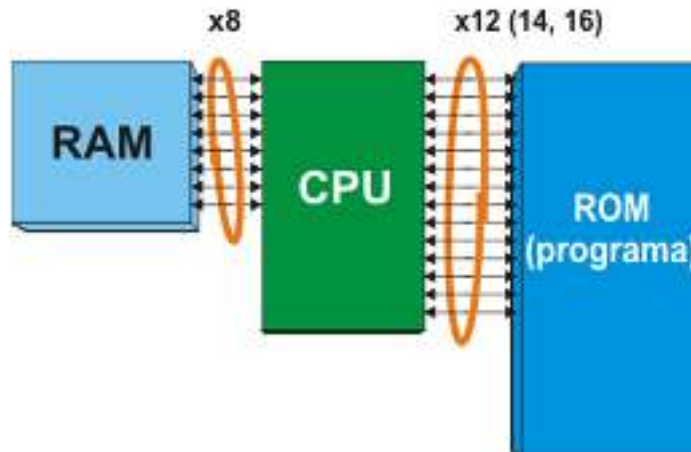


Figura 41. Control de buses de Comunicación

3.6.2 SEGÚN EL FABRICANTE.

Hay muchas marcas de micro controladores en el mercado. De ellas solo se mencionan las más conocidas. A veces un mismo tipo de micro controlador lo suelen proveer diversos fabricantes, por lo que ésta no es una clasificación estrictamente metódica.

En esta presentación las descripciones se hacen teniendo en cuenta únicamente los micro controladores de 8 bits. En este sentido, salvo el caso peculiar de los Basic Stamp, no se observan diferencias notables en el hardware interno de cada micro controlador. No se puede decir lo mismo sobre la disponibilidad de herramientas de desarrollo software y hardware.

3.6.3 LOS MICRO CONTROLADORES PIC MICRO O PIC DE MICROCHIP.

Sin lugar a dudas, son los micro controladores que han fascinado al mundo en los últimos años. Su facilidad de uso, comodidad y rapidez en el desarrollo de aplicaciones, abundante información y libre disposición de herramientas software proporcionada por Microchip le han permitido ganar terreno rápidamente en el mercado de los micro controladores a nivel mundial, hasta convertirse en los micro controladores más vendidos en la actualidad. Los buenos resultados dieron a Microchip la estrategia de proveer libremente a los usuarios de muchas herramientas software para el desarrollo de proyectos con sus productos.

3.6.4 LOS MICROCONTROLADORES AVR DE ATMEL.

Uno de los productos estrella de Atmel son micro controladores AVR. Comparado con otros micro controladores de 8 bits, en distintos modelos por supuesto, pueden tener memoria de programa flash reprogramable, capacidad ICSP (In Circuit Serial Programming), puertos configurables como E/S pin a pin, interfaces de comunicación serial RS232 e I2C, módulos generadores de onda PWM, etc. Una de las razones por las que la persona no empieza por los AVR es su set de 130 instrucciones; una cantidad que los haría desistir. Este obstáculo inicial se invierte cuando se utiliza un compilador de alto nivel, ya que los AVR fueron diseñados para un óptimo trabajo con el lenguaje C. Por si fuera poco, desarrolladores de software libre ha elaborado el poderoso compilador AVR GCC, el cual está disponible en sus versiones para Windows y Linux.

3.6.5 LOS MÓDULOS BASIC STAMP DE PARALLAX.

Los Basic Stamp nos son una nueva familia de micro controladores; son módulos montados sobre otros micro controladores. Cuentan con un micro controlador, un circuito oscilador, el circuito de interface con el puerto serie del ordenador, una memoria externa para almacenar el programa y un regulador de tensión; todo en una pequeña tarjeta directa y fácilmente conectable a los ordenadores. Una vez cargado el programa, el módulo está listo para ser insertado en el circuito de aplicación. Los programas se desarrollan íntegramente en un lenguaje BASIC adaptado. El programa se carga en la EEPROM serial y el micro controlador del Basic Stamp tiene que interpretarlo.

3.6.6 LOS MICRO CONTROLADORES 8051 DE INTEL.

Sus productos más conocidos eran los famosos 8051, 80151 y 80251, pero actualmente ya no tiene interés en fabricarlos. En su lugar, fueron otras compañías, como Atmel, Philips, Infineon, entre otros, las que fabrican algunas partes compatibles. Cabe mencionar que, salvo raras excepciones (como los PIC), el resto de los micro controladores fueron inspirados en la arquitectura de estos procesadores de Intel. Por lo demás, no tiene caso especificar sus características porque no hay diferencias grandes respecto de los otros productos.

3.6.7 APLICACIONES DE LOS MICRO CONTROLADORES.

En la tabla se muestran algunas aplicaciones de los micro controladores, así como la longitud de bus de datos, modelo y fabricante para cada caso, ver tabla 3.

BITS	CAMPO DE APLICACIÓN	EJEMPLOS	FABRICANTES
4	• Aplicaciones sensibles al costo (juguetes, etc.)	HMCS 400	• HITACHI
	• Número limitado de entrada/salida	μPD75P316A	• NEC
	• Entornos industriales específicos		• NATIONAL
	• Telefonía y electrodomésticos		
8	• Aplicaciones sensibles al costo	MCS 51	• INTEL, SIEMENS,
	• Periféricos inteligentes y controladores: teclados, unidades de disco, displays....	68HC 11	• PHILIPS, AMD...
	• Posibilidad de programación en alto nivel: Basic, C, PLM, etc.	Z8, SuperZ8 COP800	• MOTOROLA, SGS, TOSHIBA, HIT • ZILOG, SGS • NATIONAL
16	• Mayor velocidad, operaciones matemáticas	80186 8096	• INTEL, AMD
	• Manejo de grandes volúmenes de datos	TMS 520 H8 / 300	• INTEL
	• Industria del automóvil, grandes periféricos.		• TEXAS (DSP)
	• Manejo de grandes cantidades de datos	i860	• HITACHI (8/16)
32	• Gran capacidad de direccionamiento de memoria	i960	• INTEL (3-D)
	• Impresoras láser	68300	• INTEL (MILITAR)
	• Pantallas gráficas de muy alta resolución	340X0	• MOTOROLA
			• NATIONAL (CRT)

Tabla 2. Aplicaciones de los micro controladores fabricante, modelo.

3.7 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.

El micro controlador ejecuta el programa cargado en la memoria ROM. Esto se denomina el código ejecutable y está compuesto por una serie de ceros y unos, aparentemente sin significado. Por ser un sistema digital programable, necesita de un código de programa o firmware que incluya las

instrucciones necesarias para realizar el control del sistema. El lenguaje de programación de un micro controlador, es el Lenguaje Ensamblador (asm), lenguaje de bajo nivel, este ensamblador posee algunas diferencias entre fabricante y fabricante, no es lo mismo el lenguaje ensamblador para 39 INTEL que para PIC o aun AVR pero dentro del mundo de los micro controladores podemos encontrar Compiladores de un lenguaje de alto nivel a ensamblador o mejor aún a Lenguaje Maquina (hex).

Para los micro controladores AVR podemos encontrar compiladores de lenguaje C, C++, Basic, cada uno de ellos brinda distintas ventajas, una de ellas es el hecho de no tener que aprender Ensamblador y trabajar en un lenguaje que el usuario domine, además cada uno cuenta con IDE (Ambiente Integrado de Desarrollo) para un mejor diseño de los programas. Dentro de estos podemos citar el AVR estudio que incluye compiladores de C, C++ y Ensamblador, y el BASCOM que incluye un compilador de Basic para micro controladores AVR. Como ventaja principal se debe citar que todos estos IDE se pueden descargar gratis o en versiones Demo desde la web de sus respectivos fabricantes. Existen algunas plataformas educativas de desarrollo basadas en micros AVR, como el ARDUINO, Arduino es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar, que básicamente es un chip AVR con un bootloader (Un gestor de arranque (en inglés «bootloader») es un programa sencillo que no tiene la totalidad de las funcionalidades de un sistema operativo, y que está diseñado exclusivamente para preparar todo lo que necesita el sistema operativo para funcionar.), lo cual hace que sea aún más sencilla la programación.

En cuanto a los micro controladores PIC, además del lenguaje Ensamblador, podemos encontrar diferentes IDE y compiladores para C , C++ y BASIC, sin embargo cabe destacar que estas herramientas de desarrollo no son completamente gratis y tienen su costo, entre IDE más usados están: MPLAB, PICSIMULATOR, PICBASIC, y más. Así como en la familia AVR, existe una plataforma basada en un PIC, llamada PICAXE, que es un chip PIC previamente grabado con un programa bootloader que permite programarlo en lenguaje Basic y vía el puerto serial del PC.

3.7.1 LENGUAJE ENSAMBLADOR.

Como el proceso de escribir un código ejecutable era considerablemente arduo, en consecuencia, fue creado el primer lenguaje de programación denominado ensamblador (ASM). Siguiendo la

sintaxis básica del ensamblador, era más fácil escribir y comprender el código. Las instrucciones en ensamblador consisten en las abreviaturas con significado y a cada instrucción corresponde una localidad de memoria.

Un programa denominado ensamblador compila (traduce) las instrucciones del lenguaje. Todas las instrucciones que el micro controlador puede reconocer y ejecutar se les denominan colectivamente Conjunto de instrucciones. Ensamblador a código máquina (código binario). Este programa compila instrucción a instrucción sin optimización. Como permite controlar en detalle todos los procesos puestos en marcha dentro del chip, este lenguaje de programación todavía sigue siendo popular.

El lenguaje ensamblador tiene algunas desventajas:

Incluso una sola operación en el programa escrito en ensamblador consiste en muchas instrucciones, haciéndolo muy largo y difícil de manejar.

Cada tipo de micro controlador tiene su propio conjunto de instrucciones que un programador tiene que conocer para escribir un programa.

Un programador tiene que conocer el hardware del micro controlador para escribir un programa.

3.7.2 INTERFACES DE PROGRAMACIÓN.

Con la interface de programación, se hace referencia al hardware externo necesario para programar o descargar el programa escrito en el IDE a la memoria Flash del micro controlador, por ende, este hardware o programador debe conectarse a un puerto del PC. Es en este punto donde se encuentra una gran variedad de opciones para ambos chips, AVR o PIC.

Dentro de la familia AVR, el chip dispone de un periférico específico para la programación de su memoria, el puerto ISP, el cual es un puerto serial formado por 3 pines del micro controlador, son estos pines los que se conectan a un programador y este a un puerto del PC, para realizar el grabado o “quemado” del chip. Existen diferentes opciones para el hardware programador como puertos del PC, es decir existe un programador por puerto paralelo, un programador USB, un programador serial, etc.

Sin embargo, algo que destaca es lo simple de estos programadores, por ejemplo, el Sample Electronics Programmer o el STK200 ambos para trabajar con el puerto paralelo del PC.

Los micro controladores de la familia PIC disponen de un puerto para programación, usualmente un puerto serial, pero la diferencia con los AVR es que la programación se realiza a alto voltaje, $>5V_{dc}$, lo que hace necesario el uso de circuitos externos que realizan esta conversión de niveles y por lo tanto incrementan la complejidad del circuito programador, entre los programadores de PIC más populares se encuentran el JDM, NPPP, PIC micro, Pickit II y III.

3.8 MOTORES PASO A PASO.

3.8.1 MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA (DC)

El motor paso a paso (Stepper) conocido también como motor de pasos es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos, lo que significa que es capaz de girar una cantidad de grados (paso o medio paso) dependiendo de sus entradas de control, ver figura 42.



Figura 42. Motor paso a paso.

En su mayoría los motores paso a paso están contruidos por un numero de bobinas dependiendo la precisión de la aplicación hay motores desde un par de bobinas hasta 8 grupos de bobinas o más, estos a su vez se convierte en un desplazamiento radial angular entre mayor sea el número de bobinas incrementa el total de ángulos a desplazar, pero disminuye su proporción de avance.

Los motores paso a paso trabajan en base a pulsos consecutivos en sus bobinas es decir una secuencia de pulsos radial en la construcción de las bobinas generalmente estos motores son de corriente continua, aunque existen aplicaciones industriales en donde se les llama servomotores estos trabajan básicamente como los motores convencionales de inducción.

Accionar un motor DC es muy simple y solo es necesario aplicar la tensión de alimentación entre sus bornes. Para invertir el sentido de giro basta con invertir la alimentación y el motor comenzará a girar en sentido opuesto.

Este tipo de motores son ideales cuando lo que queremos es posicionamiento con un elevado grado de exactitud y/o una muy buena regulación de la velocidad. Sus principales aplicaciones se pueden encontrar en robótica, tecnología aeroespacial, control de discos duros, flexibles, unidades de CDROM o de DVD e impresoras, en sistemas informáticos, manipulación y posicionamiento de herramientas y piezas en general. Están constituidos esencialmente por dos partes:

- ✓ Estator: parte fija construida a base de cavidades en las que van depositadas las bobinas.
- ✓ Rotor: parte móvil construida mediante un imán permanente. Este conjunto va montado sobre un eje soportado por dos cojinetes que le permiten girar libremente.

Aun basado en el mismo fenómeno que los motores de corriente continua, el principio de funcionamiento de los motores paso a paso es más sencillo que cualquier otro tipo de motor eléctrico.

Los motores eléctricos, en general, basan su funcionamiento en las fuerzas ejercidas por un campo electromagnético y creadas al hacer circular una corriente eléctrica a través de una o varias bobinas.

Al número de grados que gira el rotor, cuando se efectúa un cambio de polaridad en las bobinas del estator, se le denomina "ángulo de paso". Existe la posibilidad de conseguir una rotación de medio paso con el control electrónico apropiado, aunque el giro se hará con menor precisión. Los motores son fabricados para trabajar en un rango de frecuencias determinado por el fabricante, y rebasado dicho rango, provocaremos la pérdida de sincronización. Los motores paso a paso, se controlan por el cambio de dirección del flujo de corriente a través de las bobinas que lo forman:

Controlar el desplazamiento del rotor en función de las tensiones que se aplican a las bobinas, con lo que podemos conseguir desplazamientos adelante y atrás.

3.9 CONTROLAR EL NÚMERO DE PASOS POR VUELTA.

Controlar la velocidad del motor. Además, estos motores poseen la habilidad de poder quedar enclavados en una posición (si una o más de sus bobinas está energizada) o bien totalmente libres

(si no circula corriente por ninguna de sus bobinas). Según la construcción de las bobinas del estator, dos tipos de motores paso a paso:

- ✓ Unipolares: se llaman así porque la corriente que circula por los diferentes bobinados siempre circula en el mismo sentido. Tienen las bobinas con un arrollamiento único
- ✓ Bipolares: la corriente que circula por los bobinados cambia de sentido en función de la tensión que se aplica. Por lo que un mismo bobinado puede tener en uno de sus extremos distinta polaridad (bipolar). Tienen las bobinas compuestas por dos arrollamientos cada una.

Algunos motores tienen los bobinados de tal manera que en función de puentes pueden convertirse en unipolares o bipolares. Lo más importante de un motor es saber el tipo de motor que es, la potencia, el número de pasos, el par de fuerza, la tensión de alimentación y poco más si son motores sencillos, ver figura 43.



Figura 43. Motor paso a paso estructura interna.

3.10 TIPOS DE MOTORES PASO A PASO.

En los motores paso a paso, podemos distinguir 3 tipos desde el punto de vista de su construcción:

Los de reluctancia variable, los de imán permanente, y los híbridos.

En los de **reluctancia variable**, su rotor está fabricado por un cilindro de hierro dentado y el estator está formado por bobinas. Este tipo de motor trabaja a mayor velocidad que los de imán permanente.

En los motores tipo **imán permanente**, su rotor es un imán que posee una ranura en toda su longitud y el estator está formado por una serie de bobinas enrolladas alrededor de un núcleo o polo. Nosotros nos centraremos en este tipo de motores puesto que son los más utilizados y más sencillos de utilizar.

Por último, **los híbridos**, serían una combinación de los anteriores, logrando un alto rendimiento a una buena velocidad. Una vez vistos los distintos tipos de motores paso a paso desde el punto de vista físico, los clasificaremos en función de la forma de conexión y excitación de las bobinas del estator.

3.11 ARDUINO UNO

Nuestro trabajo básicamente se enfoca en la implementación de un CNC como tal, ilustramos Arduino uno a modo de generar una información que sea capaz de enfocar cada una de las piezas que conforman nuestro CNC y hemos implementado Arduino uno en esta aplicación ya que este se acopla a nuestro sistema.



Figura 44. Arduino uno.

3.11.1 DESCRIPCIÓN DE ARDUINO.

- ✓ Micro controlador: Microchip ATmega328P
- ✓ Voltaje de funcionamiento: 5 voltios
- ✓ Voltaje de entrada: 7 a 20 voltios
- ✓ Pines de E/S digitales: 14 (de los cuales 6 proporcionan salida PWM)
- ✓ Pines de entrada analógica: 6
- ✓ Corriente DC por Pin de E/S: 20 mA

- ✓ Corriente CC para Pin de 3.3V: 50 mA
- ✓ Memoria Flash: 32 KB de los cuales 0.5 KB utilizados por el gestor de arranque
- ✓ SRAM: 2 KB
- ✓ EEPROM: 1 KB
- ✓ Velocidad del reloj: 16 MHz
- ✓ Longitud: 68.6mm
- ✓ Ancho: 53,4mm
- ✓ Peso: 25g

3.11.2 FUNCIONES GENERALES DE ARDUINO UNO

LED: hay un LED incorporado controlado por el pin digital 13. Cuando el pin tiene un valor alto, el LED está encendido, cuando el pin está bajo, está apagado.

VIN: el voltaje de entrada a la placa Arduino/Genuino cuando se utiliza una fuente de alimentación externa (a diferencia de los 5 voltios de la conexión USB u otra fuente de alimentación regulada). Puede suministrar voltaje a través de este pin o, si suministra voltaje a través del conector de alimentación, acceder a él a través de este pin.

5v: Este pin emite 5V regulado desde el regulador en el tablero. La placa se puede alimentar con el conector de alimentación de CC (7-20 V), el conector USB (5 V) o el pin VIN de la placa (7-20 V). El suministro de voltaje a través de los pines de 5V o 3.3V evita el regulador y puede dañar la placa.

3V3: un suministro de 3,3 voltios generado por el regulador de la placa. El consumo máximo de corriente es de 50 mA.

GND: PINES DE TIERRA.

IOREF: este pin en la placa Arduino/Genuino proporciona el voltaje de referencia con la que funciona el micro controlador. Un blindaje configurado correctamente puede leer el voltaje del pin IOREF y seleccionar la fuente de alimentación adecuada o permitir que los traductores de voltaje en las salidas funcionen con 5V o 3.3V.

Reset: normalmente se usa para agregar un botón de restablecimiento a los aislantes que bloquean el que está en el tablero.

3.11.3 FUNCIONES ESPECIALES DE PIN.

Cada uno de los 14 pines digitales y 6 pines analógicos del Uno se puede usar como entrada o salida, utilizando las funciones `pinMode`, `digitalWrite` y `digitalRead`. Operan a 5 voltios. Cada pin puede proporcionar o recibir 20 mA según las condiciones de funcionamiento recomendadas y tiene una resistencia de pull-up interna (desconectada por defecto) de 20-50 kohm. Un máximo de 40 mA es el valor que no debe excederse en ningún pin de E/S para evitar daños permanentes al micro controlador. El Uno tiene 6 entradas analógicas, etiquetadas de A0 a A5, cada una de las cuales proporciona 10 bits de resolución (es decir, 1024 valores diferentes). Por defecto, miden desde tierra hasta 5 voltios, aunque es posible cambiar el extremo superior de su rango utilizando el pin AREF y la función `analogReference`.

3.11.4 ADEMÁS, ALGUNOS PINES TIENEN FUNCIONES ESPECIALIZADAS:

Serie/UART: pines 0 (RX) y 1 (TX). Se utiliza para recibir (RX) y transmitir (TX) datos en serie TTL. Estos pines están conectados a los pines correspondientes del chip serial ATmega8U2 USB a TTL.

Interrupciones externas: pines 2 y 3. Estos pines se pueden configurar para activar una interrupción en un valor bajo, un borde ascendente o descendente, o un cambio de valor.

PWM (modulación de ancho de pulso): 3, 5, 6, 9, 10 y 11. Puede proporcionar una salida PWM de 8 bits con la función `analogWrite`.

SPI (interfaz periférica en serie): 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Estos pines admiten la comunicación SPI utilizando la biblioteca SPI.

TWI (interfaz de dos cables) /I²C: pin A4 o SDA y pin A5 o SCL. Admite la comunicación TWI utilizando la biblioteca Wire.

AREF (referencia analógica): voltaje de referencia para las entradas analógicas.

CNC Shield compatible con Arduino, ver figura 45.

Utiliza el firmware de código abierto en Arduino para controlar 4 motores paso a paso (PAP o Stepper), donde cuenta con 4 zócalos, para insertar 4 controladores A4988. Con este Shield y un Arduino usted puede construir todo tipo de proyectos de robótica o proyectos CNC.



Figura 45. Shield CNC

3.11.5 CARACTERÍSTICAS:

GRBL 0.8c compatible. (Firmware de código abierto que se ejecuta en un Arduino, que convierte los comandos de código G en señales de eléctricas para mover en pasos los motores.

4 ejes de soporte X, Y, Z, A (el eje A, puede duplicar los ejes X, Y, Z o por defecto, hacer un cuarto eje completo con firmware personalizado utilizando los pines D12 y D13.

2 finales de carrera para cada eje 6 en total

Opciones de "Habilitar Husillo", "Dirección de Husillo" y "Habilitar/Deshabilitar Refrigerante".

4 Zócalos compatibles para el uso de controladores de motores paso a paso (PAP) A4988, DRV8825 u otros compatibles.

Puentes para ajustar el micro-escalonamiento de los pasos, permitiendo controlar de forma más precisa sus motores (Algunos controladores como el DRV8825 pueden hacer hasta 1/32 pasos.

3.11.6 DISEÑO COMPACTO

Molex de 4 pines, para conectar tus motores PAP

Regleta para el voltaje de entrada que puede variar entre 12-36 VDC (Por el momento solo los controladores DRV8825, soportan hasta 36V, así que por favor tener en cuenta el voltaje de trabajo de tus controladores antes de alimentar su CNC Shield)

Arduino – Distribución de pines

Todos los pines de distribución desde el Arduino al CNC Shield, con su respectiva función, se muestra a continuación:

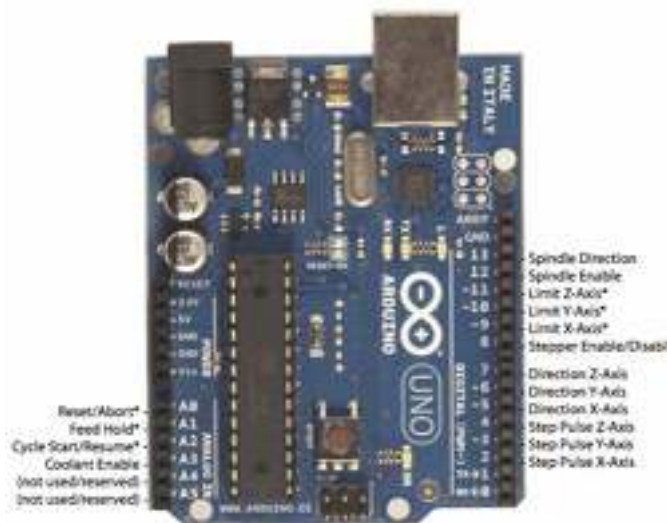


Figura 46. Arduino uno pines de conexión para la shield CNC

3.12 PARTES DEL SHIELD.

El Shield tiene 9 partes principales, que se describen a continuación:

Pines STEP y Dirección, de cada motor para conexión externa.

Pines X, Y, Z para clonarse con la opción duplicado del controlador A.

Entrada de voltaje DC, cuyo valor debe ser de 12 a 36V.

Zócalos dobles disponibles para insertar el controlador de motor PAP (A4988 u otro compatible).

Salidas para el colocar el motor PAP.

Pines para ajustar los micros-pasos del motor PAP (de acuerdo al controlador). Junto a los puntos 4 y 5, los 4 motores independientes.

Pines que se comunican con el Arduino.

Pines libres que corresponden a A4, A5, D0 y D1 más fuentes 5 y 3,3V.

9. Pines de salida y entrada para el control de: finales de carrera, control de husillo, control de refrigerante y control de “parada de emergencia”.

El CNC Shield para Arduino, Utiliza el firmware de código abierto en Arduino para controlar 4 motores paso a paso (PAP o Stepper), donde cuenta con 4 zócalos, para insertar 4 controladores A4988.

El CNC implementado en este proyecto básicamente se ha elaborado con la Shield CNC para Arduino uno, básicamente es un dispositivo más de Arduino.

3.13 CÓDIGOS Y LENGUAJES UTILIZADOS EN CNC.

3.13.1 NC-DRILL

Estos archivos por lo general los puedes obtener de los programas de diseño de PCB, nada impide que puedas crear tu propio programa para generar este tipo de códigos.

En las pruebas que se han realizado como grupo equipo de trabajo básicamente no hemos tenido que generar estos códigos ya que el programa de Inventables ya lo hace propiamente desde su plataforma online.

Puedes diseñar tu propio circuito utilizando las herramientas adecuadas, básicamente para el manejo adecuado del CNC X-Carve. Como se muestra en la figura 47.

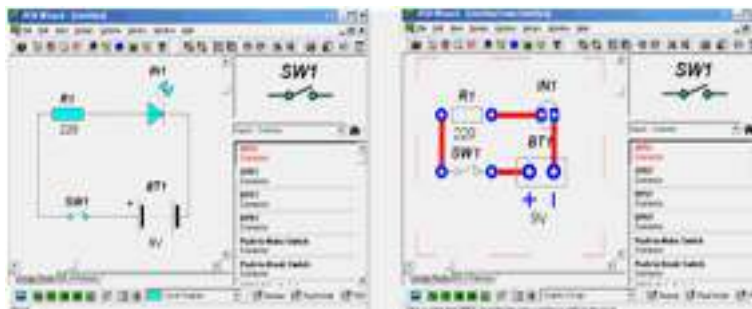


Figura 47.Circuito de prueba, ejemplo de diseño.

3.14 FUNCIONES MÁS UTILIZADAS EN CNC.

Comando	Descripción
N	Número de Secuencia
G	Funciones Preparatorias
X	Comando para el Eje X
Y	Comando para el Eje Y
Z	Comando para el Eje Z
R	Radio desde el Centro Especificado
A	Ángulo contra los Punteros del Reloj desde el Vector +X
I	Desplazamiento del Centro del Arco del Eje X
J	Desplazamiento del Centro del Arco del Eje Y
K	Desplazamiento del Centro del Arco del Eje Z
F	Tasa de Alimentación
S	Velocidad de Giro
T	Número de Herramienta
M	Funciones Misceláneas

Tabla 3. Funciones más usadas en CNC

3.14.1 NÚMERO DE SECUENCIA (N)

Por otro lado, también suele utilizarse como un puntero, es decir, una vez termine el trazado puede volver a repetir una parte de éste, sólo indicándole en que línea de código debe comenzar, y hasta donde debe hacerlo, y aquí sí que cobra importancia. Por supuesto esto queda a criterio de cada uno.

3.15 COMANDOS PARA LOS EJES X, Y, Z

Se agruparon a los tres Ejes, la misma sintaxis ejemplo...

X50Y40

Se indica primero el eje en el cual se desplaza y luego un valor numérico, que puede indicar la cantidad de puntos a desplazarse, en nuestro caso, la orden sería... "desplázate 50 puntos hacia el lado positivo de las X, y 40 puntos hacia el lado positivo de las Y".

Pero está el otro caso, podría significar lo siguiente...
"Desplázate hacia el punto X=50, Y=40"

Por si no notas la diferencia, en el primer caso te indica cuantos puntos debes desplazarte, mientras que, en el segundo, te indica hacia qué punto (coordenada) debes ir.

El tema es, cómo saber qué tipo de desplazamiento debo realizar, si el primero o el segundo, bueno, eso lo veremos luego.

X50Y40

X-110

X-130Y60

Y-220

Estos son desplazamientos en los ejes X, Y... Debes recordar que en un sistema de ejes cartesianos, (como dicen los profes de matemáticas) tienes signos positivos y negativos, aquí los signos indican eso justamente, hacía que lado ir, Algunos máquinas requieren que se precisen los signos positivos, otras no, y como siempre, todo dependerá de la máquina.

Para el eje Z ocurre lo mismo. Otras observaciones, como verás, el comando para cada eje, va separado por un espacio, otros suelen utilizar una coma (,) y otros, ni si quiera eso., directamente se toma como separador, la letra que identifica a la instrucción.

En la segunda línea del ejemplo anterior, se indica el comando para el eje X, pero nada para el eje Y, y es porque el eje Y debe permanecer donde está (es decir, no habrá desplazamiento en ese eje), algo muy similar ocurre en la última línea, sólo que en este caso es respecto al eje Y. Igual que antes, algunas máquinas requieren sí o sí, que se le indique el par de comandos, y en otras no es necesario.

En el siguiente ejemplo, se indicarán los valores para cada comando, anteponiendo ceros a cada número, la cantidad de ceros depende de la cantidad máxima de puntos que la máquina puede trazar (sería en realidad la resolución de la máquina, algo así como, Puntos por Pulgada). Todo dependerá de la forma en que la máquina realiza la lectura de estos comandos, para algunas será necesario.

Velocidad de Giro (S)

Está referido al husillo, la velocidad de giro de la fresadora, dependerá por lo general del material de la pieza que estés tallando, grabando o fresando, no es lo mismo calar madera que cobre o acero, por ejemplo, la primera puede hacerse más rápido que la segunda y la tercera. El valor que acompañe a la instrucción lo hará en revoluciones por minutos, cantidad de pasos por minuto, o por segundo, y sí, también depende de cada máquina, o del fabricante de la máquina.

3.16 NÚMERO DE HERRAMIENTA (T).

Según lo investigado, las máquinas industriales poseen un cabezal que les permite cambiar de herramienta automáticamente, bueno según la instrucción o comando que se ejecute, el valor que acompañe a T apuntará a una Herramienta en especial.

3.17 CODIGO G Y M o COMANDO M.

3.17.1 FUNCIONES MISCELÁNEAS O FUNCIONES DE LA MAQUINA (M).

Estos códigos son utilizados para todo aquello que antes no se había tenido en cuenta, algunos códigos controlan el flujo del programa, otros, sin embargo, tienen funciones muy especiales, por ejemplo, el encendido de la máquina, el calibrado cuando ésta se enciende, el sentido de giro del mandril, el inicio o la repetición de un bloque de códigos, el control del rociador para el enfriamiento de la herramienta y la pieza que se está trabajando, etc.

Comando Descripción	
N	Número de Secuencia
G	Funciones Preparatorias
X	Comando para el Eje X
Y	Comando para el Eje Y
Z	Comando para el Eje Z
R	Radio desde el Centro Especificado
A	Ángulo contra los Punteros del Reloj desde el Vector +X
I	Desplazamiento del Centro del Arco del Eje X
J	Desplazamiento del Centro del Arco del Eje Y
K	Desplazamiento del Centro del Arco del Eje Z
F	Tasa de Alimentación
S	Velocidad de Giro
T	Número de Herramienta
M	Funciones Misceláneas

Tabla 4. Funciones de la máquina

3.18 COMANDOS EN CÓDIGOS MISCELÁNEOS

M03	Inicio de la rotación del mandril en la dirección de las agujas del reloj.
M04	Inicio de la rotación del mandril en la dirección contraria a las agujas del reloj.
M05	Detención de la rotación del mandril.
M07	Conexión del aporte de rocío del enfriador.
M30	Detención y rebobinado del programa. Detención de la rotación del mandril, del movimiento de la herramienta y desconexión del flujo del enfriador; el control se prepara a comenzar la lectura del inicio del programa una vez más. Todas las funciones de la máquina (preparatorias, misceláneas, etc.) vuelven a su estado por defecto (la condición en la cual se encuentra la máquina al encenderla por primera vez.)
M99	Retorno desde la subrutina al programa principal

Tabla 5. Códigos misceláneos

3.19 CÓDIGOS PARA CNC - FUNCIONES PREPARATORIAS (G).

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

Los posibles valores que acompañan a este comando, van de 00 a 99, y cada uno tiene una función determinada, no voy a describirlos a todos, sino a los más importantes, o al menos aquellos que considero de vital importancia, y que los puedes ver en esta tabla.

3.20 COMANDOS EN CÓDIGO G O G-CODE.

Ejemplo...

Interpolaciones Lineales (G00 y G01)

G00	Interpolación Lineal Rápida.
G01	Interpolación lineal a la velocidad programada en el registro F.
G02	Movimiento Circular en el sentido horario Feedrate.
G03	Movimiento Circular en el sentido anti-horario.
G04	Es una demora o una pausa con un tiempo específico.
G17	Selección del Plano X-Y
G18	Selección del Plano X-Z
G19	Selección del Plano Y-Z
G40	Compensación anulada, o al centro de la línea de desplazamiento.
G41	Compensación a la Izquierda de la línea de desplazamiento.
G42	Compensación a la Derecha de la línea de desplazamiento.
G70	Unidad de Datos expresados en Pulgadas.
G71	Unidad de Datos expresados en Milímetros.
G90	Desplazamiento en Modo Absoluto.
G91	Desplazamiento en Modo Incremental o Relativo.

Tabla 6. Comandos En Código G O G-Code

3.21 INTERPOLACIÓN.

Es el proceso mediante el cual, conocidos los valores que toma una función en dos puntos (A, B), se determina con cierto grado de exactitud los valores de un tercer punto (C) comprendido entre A y B.

entendible, sería algo así... Si conoces la ubicación del extremo (A) de una línea, y conoces la ubicación del otro extremo (B), entonces es posible conocer cada punto (C) por los cuales debes pasar para llegar desde A hasta B.

Bien, ahora que ya sabemos lo que significa interpolación, podemos comenzar con la descripción de estos comandos. Si bien ambos son interpolaciones lineales o movimientos lineales, la diferencia se encuentra en la velocidad de desplazamiento. G00 es un movimiento rápido, en este caso no existe contacto entre la herramienta y la pieza de trabajo, es decir se desliza sin realizar corte alguno.

G01 es un movimiento lineal pero cortando el material, es decir que se está graficando, para ello utiliza la velocidad programada en el registro F, el cual ya describimos anteriormente.

Interpolaciones Circulares o Movimientos Circulares (G02 y G03).

Lo único que indica este comando es que el movimiento será circular, G02 en sentido Horario, y G03 en sentido anti horario, y que el movimiento debe mantenerse constante a la velocidad programada en el registro F.

Hay dos formas de realizar un Arco o un círculo, una es utilizando el Radio (R) y otra es indicando el centro u origen de la curva por las coordenadas (I, J, K)

Estos 4 comandos también figuran en la tabla que vimos anteriormente.

Razado de Arcos Utilizando el Radio (R):

Veamos la primera. Si el comando es G03 significa que el arco se trazará en sentido anti-horario, y si el centro de la curva está dado por el Radio (R), hay dos posibilidades, -R o +R. Si el Radio es Negativo, el centro del Radio se encuentra del lado Izquierdo de la línea imaginaria que une los puntos Inicial y Final de la curva.

Trazado de Arcos Utilizando los comandos I, J y K:

El comando K se utiliza cuando tu máquina trabaja en 3D, que no es nuestro caso, pero también es válido lo que veremos para los otros dos. Si conoces la ubicación del punto inicial y el punto final, lo único que necesitas para trazar una curva es la ubicación del centro del radio, cuando utilizamos anteriormente el comando R la ubicación del centro la obtenías por cálculo. En este caso, la ubicación del radio está dada por las coordenadas I, J. El valor numérico que acompañe a la letra I será la ubicación respecto del eje X, mientras que el valor que acompañe a J será la ubicación respecto del eje Y, ver figura 48.

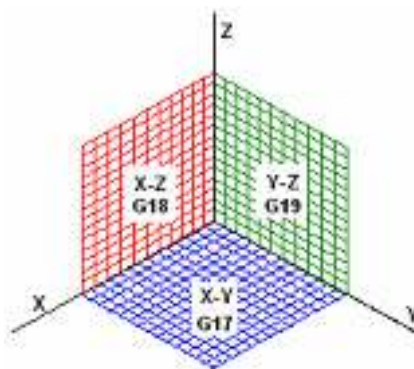


Figura 48. Desplazamiento del CNC en los tres ejes x, y, z.

Cuando la máquina trabaja en 3D, es obvio que tendrás tres vistas o caras de trabajo, es decir, estás trabajando en los tres ejes, aquí es importante conocer de qué lado te encuentras, en la siguiente imagen podrás verlo con más claridad.

La programación nativa de la mayoría de las máquinas de Control Numérico Computarizado se efectúa mediante un lenguaje de bajo nivel llamado G & M.

Se trata de un lenguaje de programación vectorial mediante el que se describen acciones simples y entidades geométricas sencillas (básicamente segmentos de recta y arcos de circunferencia) junto con sus parámetros de maquinado (velocidades de husillo y de avance de herramienta).

El nombre G & M viene del hecho de que el programa está constituido por instrucciones Generales y Misceláneas.

Si bien en el mundo existen aún diferentes dialectos de programación con códigos G & M, se dio un gran paso adelante a través de la estandarización que promovió la ISO.

Esta estandarización fue adoptada por la totalidad de los fabricantes industriales serios de CNC y permite utilizar los mismos programas en distintas máquinas CNC de manera directa o con adaptaciones menores.

A pesar de tratarse de un lenguaje de programación muy rudimentario para los gustos actuales, lo robusto de su comportamiento y los millones de líneas de programación que hacen funcionar máquinas de CNC en todas las latitudes del planeta aseguran su vigencia en los años por venir.

A modo de ejemplo, presentamos los códigos de programación más utilizados en nuestros tornos de CNC. Según el modelo de que se trate, algunos de los códigos pueden estar inhabilitados.

3.22 PROGRAMA DE EJEMPLO PARA TORNO CNC

Los programas de G&M son simples archivos de texto ASCII (sólo mayúsculas, números y signos de puntuación tradicionales, por lo que es muy frecuente que los programas se almacenen y comuniquen usando un formato restringido de 6 bits). Estos programas pueden ser cargados a pie de máquina usando su teclado o ser transportados desde una PC con diskettes, cables seriales RS232C o USB. Presentamos un programa de ejemplo que efectúa una serie de operaciones básicas sobre un tocho de material de 55mm por una pulgada de diámetro, fretándolo primero y cilindrándolo a 25mm después.

programa	Comentario
G21	Usar sistema métrico
[BILLET X25.4 Z55	Definición de tamaño de tocho para el simulador (no para el torno)
G98	Hasta nuevo aviso, las velocidades de corte están expresadas en mm/min
G28U0W0	Antes que nada, retirar las herramientas de la zona de trabajo
M06T0404	Elegir la herramienta número 4, con el juego de parámetros de compensación 04 (depende de la cara/punta con que desbaste)
M03S3500	Poner a andar el husillo en sentido horario a 3500 rpm
G00X26Z0	Ir velozmente (sin maquinar, se supone que se está en el aire) hasta las proximidades del tocho
G01X-2F80	Ahora sí, maquinando, se frentea el tocho, de arriba hacia abajo. Pasamos de largo el cero para que no queden pupitos.
G00Z2X25	Retirar la herramienta y prepararse para cilindrar.
G01Z-40F140	Cilindrar hasta Z=-40
G28U2W0	Enviar la herramienta al home, retirándose primero 2mm en X
M05	Frenar el husillo
M30	Terminar el programa y preparase para ejecutarlo nuevamente

Tabla 7. Programa de ejemplo para torno cnc

Capítulo IV: DESARROLLO METODOLOGICO DEL PROTOTIPO.

4.1 HERRAMIENTAS A UTILIZAR EN EL ARMADO DEL CNC X-CARVE.

En este apartado se seleccionarán las piezas a ensamblar así también como las herramientas necesarias para el armado del CNC X-Carve.

ITEM	CANTIDAD	HERRAMIENTAS A UTILIZAR
1	1	LLAVE DE 7mm O ZOCALO
2	1	LLAVE DE 8mm O ZOCALO
3	1	LLAVE DE 10mm O ZOCALO
4	1	LLAVE DE 13mm
5	1	LLAVE O ZOCALO DE 5,5 mm O 7/32 "
6	1	LLAVE HEXAGONAL DE 1.5 mm
7	1	LLVE EXAGONAL DE 2 mm
8	1	LLAVE EXAGONAL DE 2.5 mm
9	1	LLAVE EXAGONAL DE 3 mm
10	1	LLAVE EXAGONAL DE 4 mm
11	1	TALADRO CON BROCA HEXAGONAL DE 5 mm

Tabla 8. Herramientas a utilizar en el armado del cnc x-carve

4.2 MATERIALES A UTILIZAR EN NUESTRO X-CARVE.

En este apartado se te enlista prácticamente todas las piezas para el ensamblaje del CNC X-Carve, básicamente con todas estas piezas puedes armar tu CNC.

El objetivo de este trabajo no es ilustrarte para fabricación de CNC si no para su aplicación, que es la fabricación de la pista de placas electrónicas.

kit de componentes principales		
ítem	cantidad	descripción
1	4	makerslide end plate 4
2	2	placa lateral de pórtico 2
3	6	clip para cinturón 6
4	6	clip de manga de cinturón 6
5	1	tornillo de plomo acme 1
6	8	espaciador excéntrico 0.200 "de largo 8
7	2	espaciador excéntrico 0.375 "de largo 2
8	1	placa del motor del eje z 1
9	18	tuerca con ranura en t m5 pre montaje 18
10	1	aluminio gt2 polea 20t 8mm 1
11	1	tuerca del rin acme 3 / 8-12 1
12	1	lazo cerrado de correa gt2, 80t 1
13	4	correas gt2: terminación abierta (metros) 4
14	8	espaciador de aluminio 5.1mm id 9.5mm o de 9.5mm lg 8
15	1	arandela plana m8 1
16	1	x extrusión de carro 1
17	1	makerslide 200mm roscado negro 1
18	20	v conjunto de rueda 20
19	6	conjunto de polea loca suave 6
20	16	tornillo de cabeza de botón m5 x 8 16
21	4	tornillo de cabeza de botón m5 x 10 4
22	16	tornillo de cabeza de botón m5 x 12 16
23	2	tornillo de cabeza de botón m5 x 14 2
24	11	tornillo de cabeza de botón m5 x 25 11
25	12	tornillo de cabeza de botón m5 x 30 12
26	4	tonillo de cabeza de botón m5 x 40 4
27	1	cojinete con brida, 8 mm 1
28	2	tornillo de cabeza plana m5 x 35 2
29	26	arandela plana m5 26
30	41	tuerca de seguridad de inserción de nylon m5 41
31	1	tuerca de seguridad de inserción de nylon m6 1
32	4	tornillo de cabeza hueca m5 x 10 4
33	8	tornillo de cabeza hueca m5 x 16 8
34	4	tornillo de cabeza hueca m5 x 20 4
35	1	lubricante 1

Tabla 9. materiales a utilizar en nuestro x-carve

[illegible]

[illegible]

4.3 DATOS TÉCNICOS.

4.3.1 DESCRIPCIÓN DE CADA PIEZA EN KIT DE JUNTAS.

500mm kit de juntas		
Ítem	Descripción	Cantidad
1	Tuerca con ranura en t m5 pre-montaje	6
2	Inserto roscado m5 x 10	25
3	Waste board 500mm	1
4	Button head cap screw m5 x 12	6

Tabla 11. Descripción de cada pieza en kit de juntas.

4.3.2 DESCRIPCIÓN DE PIEZAS EN KIT DE RIEL.

500mm kit de riel		
Ítem	Descripción	cantidad
1	extrusion t-slot 20x20 x 500mm	2
2	t-slot nut m5 pre-assembly	4
3	extrusión bracket (gusset)	2
4	extrusion t-slot 20x20 x 458mm	1
5	Button Head Cap Screw M5 x 10	4

Tabla 12. Descripción de piezas en kit de riel.

4.4 ESTUDIO DEL DIAGRAMA.

Básicamente en estas imágenes se te muestra cada uno de los componentes y sus terminales de conexión.

El objetivo va en función de conocer el equipo que estamos operado y si eres avanzado en la electrónica podrás diagnosticar en base a tus mediciones

4.4.1 CONEXIONADO DEL DRIVER EJE Z.

En breves palabras describiremos a cada uno de sus pines para que los puedas identificar a al momento de que se te de un fallo o simplemente para su conocimiento.

El pin 8 y 7 corresponde al voltaje de alimentación del motor paso a paso.

Los pines 6 y 5 corresponden a la bobina dos del motor.

Los pines 4 y 3 corresponden a la bobina 1 del motor.

Los pines 2 y 1 corresponden al voltaje de trabajo del driver, básicamente esta ronda entre 3 a 5 voltios dc.

El pin 16 corresponde al cambio de sentido de giro del motor.

El pin 15 corresponde al avance del motor es decir son los pulsos de trabajo del motor paso a paso.

Los pines 14 y 13 corresponden al reset y al sleep del driver.

Los pines 12, 11, 10. Corresponde a la alimentación de los pasos del driver hacia el motor, es decir; en esta parte puedes configurar el tipo de avance del motor, se recomienda usar pasos completos.

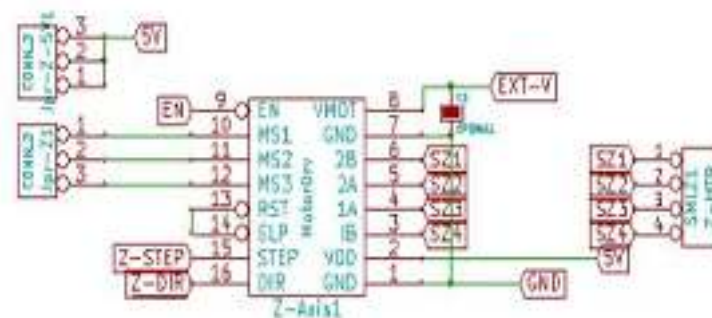


Figura 49. Conexionado del driver motor paso a paso eje z.

4.4.2 CONEXIONADO DE DRIVER EJE X.

Se te presenta el circuito esquemático correspondiente al eje X

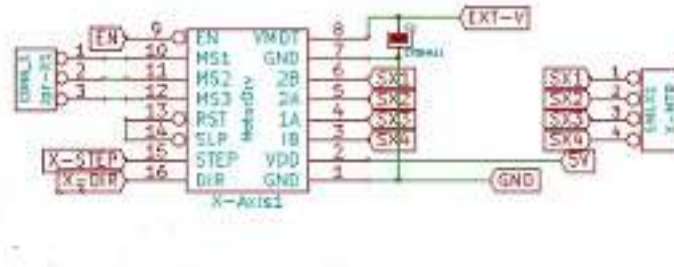


Figura 50. Driver control del eje X.

4.4.3 CONEXIONADO DRIVER EJE Y.

Básicamente se representa el driver correspondiente al eje Y que básicamente son iguales los drivers.

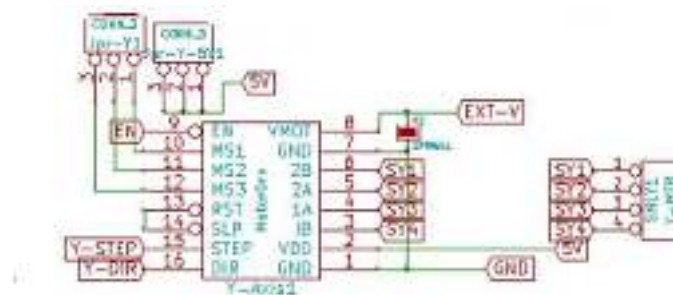


Figura 51. Driver control eje Y.

4.4.4 DRIVER EJE Y

Este driver se trabajará en paralelo al driver del eje y es por eso que se identifica de igual forma. Es decir, trabajarán dos motores en paralelo.

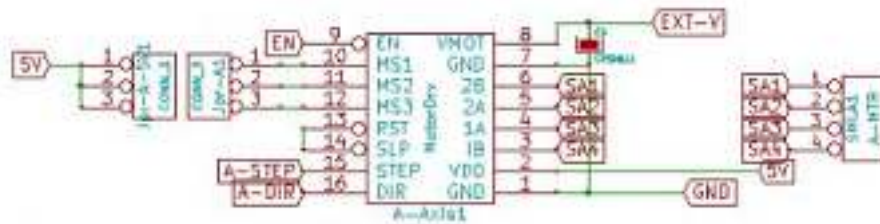


Figura 52. Driver en paralelo al eje Y.

4.5 CONEXIÓN DE LOS DRIVER Y EL MOTOR.

Como se observa en la figura, básicamente se deben conectar los drivers de trabajo correspondiente a los diversos ejes X, Y, Z.

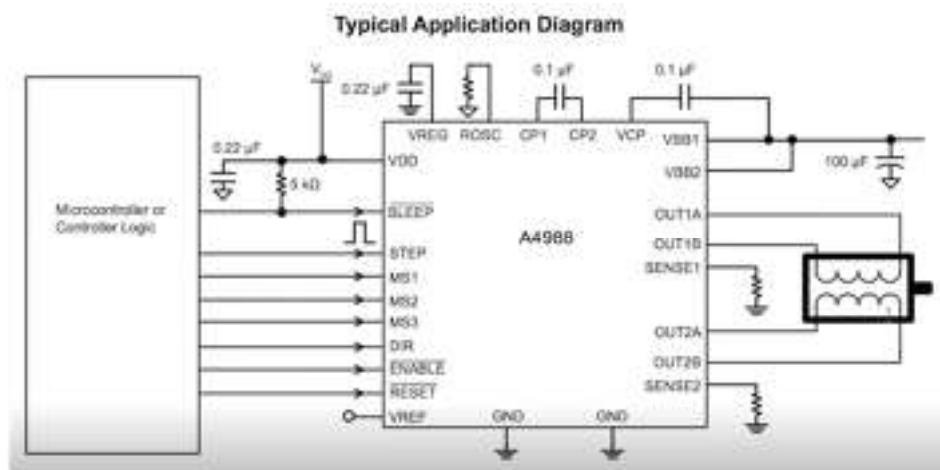


Figura 53. Diagrama de aplicación típico.

4.6 CONEXIÓN ARDUINO UNO.

Como se te muestra en la figura 54, básicamente se te ha descrito cada pin correspondiente a la función que aplique al CNC.

Como pueden observar están los pines que corresponden al stop de cada uno de los ejes x, y, z.

Tenemos los pines de sentido de giro correspondiente a los motores paso a paso, en esta parte se define la dirección de avance de los ejes correspondientes ya sea del eje X, eje Y, o eje Z.

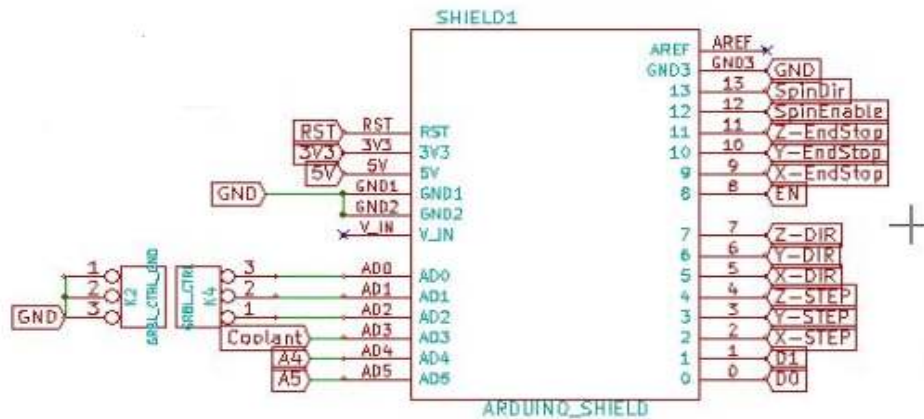


Figura 54. Pines de control del arduino al shield cnc.

4.7 SHIELD CNC.

Como pueden observar se ha esquematizado cada uno de los pines que básicamente tendrá que ensamblar con respecto al Arduino, se considera como una extensión CNC para Arduino uno. Para conectar la shield CNC, es de suma importancia asegurarse que los terminales o pines del CNC coincidan con los pines del Arduino uno, como lo mencionaba no deberías tener problemas a la hora de instalar la shield CNC.

Una vez instalada la shield solo debes conectar los cables en los terminales de los drivers como se muestra a continuación:

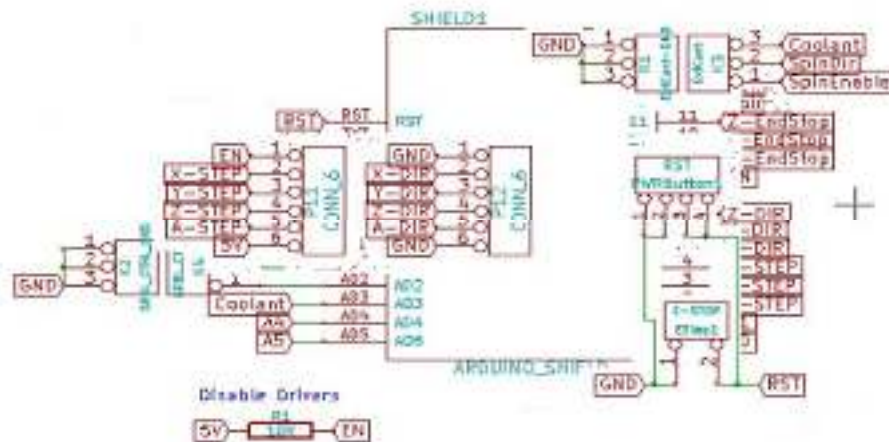


Figura 55. Identificación de los pines de control de la shield cnc.

4.8 LOS TERMINALES DE CONEXIÓN PARA TU SHIELD CNC.

La flecha verde indica el voltaje de alimentación para la shield CNC.

La flecha celeste indica donde conectaras los terminales de los polos de los motores paso a paso.

La flecha café te indica un reset, que básicamente es un pulsador para reiniciar el CNC SHIELD, es decir; por cualquier conflicto con tu CNC puedes iniciar pulsando el reset.

Básicamente debes iniciar con el plano que deseas imprimir para que prácticamente todo el trabajo ya que este definirá la calidad de tus tallados en 3D, es por eso que debes hacer mediante los repuestos recomendados y no incluir otros repuestos ya que esto podría ocasionar deformaciones en tus tallados.



Figura 56. Armado del plano con los respectivos rieles.

El kit cuenta con todos los accesorios necesarios para su armado y puesta en marcha.

Como puedes observar en las imágenes debes iniciar por el armado del plano con los rieles necesarios. Debes continuar con el armado de las poleas correspondientes a cada aplicación como

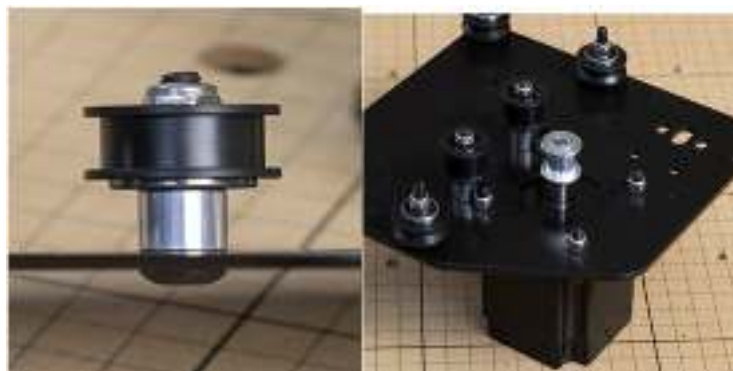
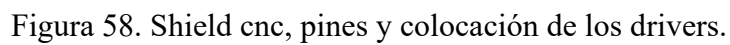


Figura 57. Armado de las poleas e instalación de los motores paso a paso.



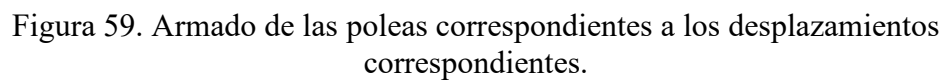




Figura 61. Armado de las estructuras correspondientes a los ejes.

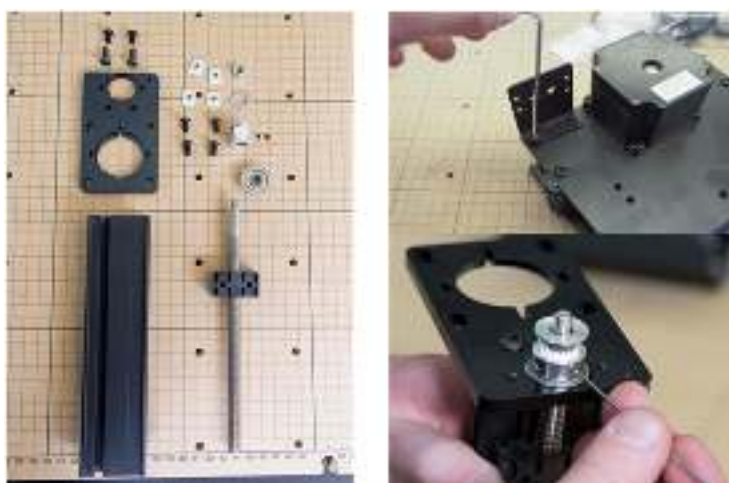


Figura 60. Armado de las estructuras correspondientes a los ejes.



Figura 62. Respectivo cableado de los drivers.

Con la ayuda de las llaves Allen milimétricas, debes iniciar a armar las barras roscadas a los ejes correspondientes para este caso correspondiente al eje z

Una vez se cuente con la estructura al eje x, z se puede iniciar a armar la estructura donde se montará el drill o como Inventables lo denomina usillo.



Figura 63. Armado de las estructuras correspondientes a los ejes.

Una vez finalizada la instalación de la estructura del drill solo coloca tu estructura en los rieles de desplazamiento del eje y posteriormente instala el drill.

Una vez finalizada la instalación del drill, es alambrar todo el equipo y proceder a conectar los motores paso a paso.

La correcta ubicación de las cadenas de arrastre garantizará que el cable para los distintos motores dure más y no se dañe por eso es necesario la correcta instalación de las mismas

Una vez finalizado el ensamble de piezas conecta los motores correspondientes a los ejes identificados en la shield CNC.

4.9 SOFTWARE BASADO EN GRBL.

Grbl es una alternativa sin compromiso, de alto rendimiento y bajo costo al control de movimiento basado en puerto paralelo para fresado CNC. Funcionará con un Arduino de vainilla (Duemillanove / Uno) siempre que tenga un Atmega 328.

El controlador está escrito en C altamente optimizado utilizando todas las funciones inteligentes de los chips AVR para lograr una sincronización precisa y una operación asincrónica. Es capaz de mantener hasta 30 kHz de pulsos de control estables y sin fluctuaciones.

Acepta el código g que cumple con los estándares y ha sido probado con la salida de varias herramientas CAM sin problemas. Los arcos, círculos y movimiento helicoidal son totalmente compatibles, así como todos los demás comandos de código g principales. Las funciones de macro, las variables y la mayoría de los ciclos fijos no son compatibles, pero creemos que las GUI pueden hacer un trabajo mucho mejor al traducirlas en código g directo de todos modos.

Grbl incluye gestión de aceleración completa con visión de futuro. Eso significa que el controlador mirará hasta 18 movimientos hacia el futuro y planificará sus velocidades con anticipación para ofrecer una aceleración suave y curva sin sacudidas.



Figura 64. Respectivo cableado de los drivers.

4.10 EASEL X-CARVE.

4.10.1 CONFIGURACIÓN DE LA COMPUTADORA

Configurará su máquina con el X-Controller. Ya ha conectado el X-Controller a su máquina en el paso X-Controller. Ahora es el momento de conectar el controlador a su computadora y completar su primer corte. Por simplicidad, esta guía le mostrará cómo conectar su X-Controller usando Easel. Es posible utilizar programas como Universal GCode Sender y grbl Controller para controlar su máquina. Easel es la herramienta más fácil para la configuración inicial de su máquina.

Inicie sesión en ESEL.

Comenzaremos abriendo Easel. Se le pedirá que inicie sesión en Easel. Si ya tiene una cuenta con X-Carve, puede iniciar sesión en su cuenta. De lo contrario, puede ingresar su dirección de correo electrónico y crear una contraseña para una nueva cuenta.

Descargar Easel Driver.

Easel es una aplicación web y necesita un pequeño software que le permita comunicarse con el puerto USB de su computadora. Ya sea que esté en una máquina Mac o Windows, se le solicitará automáticamente que descargue e instale este software. El controlador de Easel se comporta como un controlador de impresora, ya que nunca tiene que abrirlo para usar Easel.

Es posible que deba actualizar el controlador de Easel de vez en cuando, pero generalmente puede instalarlo y olvidarlo que está allí. Si no se abre, puede acceder a todos los controladores una vez así lo desee.

4.11 EJECUTE LA CONFIGURACIÓN DE LA MÁQUINA A TRAVÉS DE EASEL.



Figura 65. Control manual en ejes de EASE.

Antes de ejecutar la configuración de la máquina, asegúrese de soltar el botón stop si se presiona hacia abajo. El X-Controller no se conectará si se presiona el stop. Antes de ejecutar su primer corte, deberá ir a <http://easel.inventables.com/setup> para asegurarse de tener la configuración de firmware correcta para tu máquina, Elija la configuración correcta para su máquina.

Deberá asegurarse de tener el tornillo ACME seleccionado para el tornillo guía a menos que esté actualizando desde una máquina con una varilla roscada M8. Tendrá un tornillo de 3/8"x 12TPI por defecto.

Una vez que haya configurado su máquina utilizando los menús desplegables, haga clic en "Confirmar configuración".

Si la máquina se conecta con éxito, se le presentará un conjunto de controles para activar su máquina. En este punto, los motores deben estar bloqueados.

Mando manual prueba de funcionamiento.

Intente calibrar la máquina con las flechas direccionales. Si todo está cableado correctamente, debe obtener el movimiento adecuado en cada eje, aunque si uno está invertido, puede retroceder y volver a cablear sus motores o cambiar la dirección en la configuración del firmware utilizando el menú Flecha.

Si su eje Y tiene dificultades para moverse, asegúrese de que cada motor esté cableado correctamente. Los motores Y deben conectarse para moverse en la dirección opuesta entre sí, ya que están reflejados en la máquina.

Ahora se le pedirá que establezca la configuración del eje. Deberá seleccionar "Manual" para su preferencia de control de husillo en la mayoría de los casos, ya que el husillo DeWalt 611 se controla mediante un simple interruptor basculante en el costado del cuerpo del enrutador.

Es posible dejar este en modo automático, pero a modo de estarse encendiendo y apagando este generaría excesivas corrientes por cada arranque. Recordemos que los motores convencionales de inducción generan hasta 7 veces más su corriente nominal en el momento del arranque.

Después de confirmar la configuración del eje, se le solicitará que active o desactive la referencia.

Si habilita la referencia, se le pedirá que pruebe la secuencia de referencia. Si tiene instalados los interruptores de inicio, pero no desea probarlos ahora, siempre puede hacer clic en "Cancelar" e inhabilitar la búsqueda de referencias por el momento. Si desea habilitar el recorrido de referencia en el futuro, simplemente ejecute su máquina a través de esta configuración nuevamente.

Ejecute la prueba tallar.

Después de configurar su máquina, puede ejecutar un tallado de prueba para asegurarse de que la máquina esté funcionando correctamente. Al hacer clic en el botón verde, accederá al proyecto de tallado de prueba.

Puede usar cualquier material que desee para esta talla inicial, aunque, en general, recomendamos trabajar con materiales blandos para la prueba del mismo.

4.12 CALIBRACION.

4.12.1 CALIBRAR

Nota: Muchos de los problemas mecánicos que enfrentará en el futuro se pueden solucionar con la siguiente información.



Figura 66. Calibración manual de la base vrs. Base

4.13 AJUSTE DE LAS RUEDAS EN V.

El primer paso es ubicar las ruedas en V en su X-Carve completamente ensamblado. Las ruedas en V se clasifican como fijas o ajustables. Las ruedas en V fijas están unidas por una tuerca nylock normal, mientras que las ruedas en V ajustables están unidas por una tuerca excéntrica. Tenga en cuenta que cada rueda en V fija tiene una rueda en V ajustable asociada. Hay 8 ruedas en V en el carro X, 4 en cada placa en Y y 4 en el carro del eje.

Después de ubicar las ruedas en V, apriete las ruedas en V fijas en la máquina y luego ajuste la rueda en V ajustable correspondiente. Aquí está apretando la rueda en V ajustable hasta el punto en que le toma un poco de esfuerzo girar. (Nota: haga esto lentamente para asegurarse de no apretar demasiado la rueda en V. Esto puede hacer que las ruedas se agrieten).

Ahora repita este paso para cada par de V-Wheels. Finalmente, pruebe las ruedas moviendo el carro. Si las ruedas se mueven junto con el carro sin mucho esfuerzo, entonces están bien apretadas.

4.14 CUADRANDO EL EJE Z.

Coloque la máquina en una superficie plana y use una regla cuadrada grande para ver si el eje Z está cuadrado con respecto a la mesa (como se muestra a continuación).

Si no está en escuadra, vaya al carro X y afloje los cuatro tornillos de cabeza de botón que están roscados en las tuercas de inserción que sujetan el Makerslide del eje Z en su lugar (2 en la parte superior y 2 en la parte inferior). Ajuste el eje Z hasta que quede cuadrado a la mesa. Una vez que esté al cuadrado, vuelva a apretar los tornillos y ajústelo una vez más para asegurarse.

4.15 RESULTADOS FINALES.

Todas las pruebas correspondientes al equipo han sido satisfactorias en cuanto a la fabricación de PCB. Básicamente el equipo nos ha dado resultados de suma importancia ya que esto cambiara la forma de diseño de placas electrónicas y obviara el ácido percloruro.

En la actualidad, esto a su vez nos garantizara evitar el consumo de productos dañinos para la salud y para la naturaleza como tal.

Ten en cuenta que el uso adecuado del equipo, garantizara la confiabilidad y la durabilidad para las nuevas generaciones y la población estudiantil que desee hacer uso del equipo

Básicamente la implementación del CNC nos garantizara la familiarización con la tecnología del control numérico computarizado, hoy en día muchas de las maquinarias utilizadas en la industria cuentan con este tipo de tecnología para las diversas actividades del rubro empresarial.

A partir de todo el trabajo realizado y como resultado de las diferentes etapas en las que se llevó a cabo la ejecución del mismo, se concluye lo siguiente:

1. Que el diseño y la construcción de una máquina X-Carve para uso didáctico haciendo uso de Control Numérico por Computadora CNC fue realizado de manera satisfactoria.
2. Que Los procesos de maquinado de los distintos tipos de materiales y herramientas de corte fueron aplicados correctamente luego de un detallado estudio realizado para cimentar solidos criterios y obtener un diseño satisfactorio.

3. La utilización de hardware libre para controlar y operar la máquina ha representado un importante ahorro en la construcción de la misma ya que de haber utilizado un software patentado el costo del mismo incrementaría hasta en un 150% el costo total del proyecto según datos investigados en el mercado nacional.
4. Llevar a cabo la construcción de la máquina con materiales y componentes de fácil obtención el mercado local representa una de las mayores ventajas puesto que los costos tienden a bajar si se desea realizar una producción en serie de la misma.
5. Que La máquina es capaz de ejecutar satisfactoriamente las indicaciones generadas por los códigos de control numérico mostrados en el capítulo III.
6. Que la maquina es de fácil utilización.

Capítulo V: ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS.

5.1 INTERPRETACIÓN DE PRUEBAS.

5.1.1 GRBL.

Es un firmware para el control de máquinas CNC, está pensado para usarse en placas Arduino con un micro controlador atmega328, ya que nos permite configurar el control y desplazamiento de nuestra máquina.

Configuración y explicación de comandos de GRBL:

El comando \$\$ nos da la información de configuraciones de GRBL y lo cambiamos con «\$numero comando=configuración» ejemplo para pasos del eje x «\$100=160.000»

\$ 0 – pulso de paso, microsegundos.

Los controladores paso a paso se clasifican para una longitud de impulso mínima de paso. Revise la hoja de datos o pruebe algunos números.

Desea los impulsos más cortos que los controladores de paso pueden reconocer de manera fiable. Si los impulsos son demasiado largos, podría tener problemas al ejecutar el sistema con frecuencias de alimentación y pulso muy altas, ya que los pulsos de paso pueden comenzar a superponerse entre sí. Recomendamos algo alrededor de 10 microsegundos, que es el valor predeterminado.

\$ 1 – paso de retardo de inactividad, msec.

Cada vez que sus steppers completan un movimiento y se detienen, grbl retrasará la desactivación de los steppers por este valor. O, siempre puede mantener sus ejes habilitados (alimentados para mantener la posición) estableciendo este valor en el máximo de 255 milisegundos. Una vez más, sólo para repetir, puede mantener todos los ejes siempre habilitados estableciendo \$ 1 = 255.

El tiempo de bloqueo de ralentí paso a paso es el tiempo de duración GRBL mantendrá los Stepper bloqueados antes de desactivar. Dependiendo del sistema, puede ponerlo a cero y deshabilitarlo. En otros, puede necesitar de 25 a 50 milisegundos para asegurarse de que sus ejes se detengan completamente antes de inhabilitarlos. Esto es para ayudar a tener en cuenta los motores de la

máquina que no les gusta quedarse encendidos durante largos períodos de tiempo sin hacer algo.

Tabla 13

Fijando el valor	Mascara	Invertir X	Invertir Y	Invertir Z
0	00000000	N	N	N
1	00000001	Y	N	N
2	00000010	N	Y	N
3	00000011	Y	Y	N
4	00000100	N	N	Y
5	00000101	Y	N	Y
6	00000110	N	Y	Y
7	00000111	Y	Y	Y

Códigos y configuraciones.

Además, tenga en cuenta que algunos controladores paso a paso no recuerdan qué paso micro se detuvieron, por lo que, al volver a habilitar, puede presenciar algunos pasos «perdidos» debido a esto. En este caso, mantenga sus steppers activados a través de \$ 1 = 255.

\$ 2 – máscara invertida puerto de paso: binario.

Este ajuste invierte la señal de impulso de paso. De forma predeterminada, una señal de paso comienza en normal-baja y sube en un evento de impulso de paso. Después de un tiempo de pulso de paso fijado en \$ 0, el pin se restablece a bajo, hasta el siguiente evento de pulso de paso. Cuando se invierte, el comportamiento del impulso de paso cambia de normal a alto, a bajo durante el impulso y de vuelta a alto. La mayoría de los usuarios no necesitarán usar esta configuración, pero esto puede ser útil para ciertos controladores cnc-paso a paso que tienen requisitos peculiares. Por ejemplo, se puede crear un retardo artificial entre el pin de dirección y el impulso de paso invirtiendo el pasador escalonado.

Esta configuración de la máscara invertida es un valor que almacena los ejes a invertir como indicadores de bits. Usted realmente no necesita entender completamente cómo funciona. Sólo tiene que introducir el valor de configuración para los ejes que desea invertir. Por ejemplo, si desea invertir los ejes x y z, enviaría \$ 2 = 5 a grbl y la configuración debería leer \$ 2 = 5 (máscara de inversión de paso: 00000101).

5.2 AJUSTE VALOR MÁSCARA INVERTIR X INVERTIR Y INVERTIR Z

\$ 3 – máscara invertida de puerto de dirección: binaria.

Este ajuste invierte la señal de dirección para cada eje. Por defecto, grbl asume que los ejes se mueven en una dirección positiva cuando la señal del pino de dirección es baja y una dirección negativa cuando el pasador está alto. A menudo, los ejes no se mueven de esta manera con algunas máquinas. Este ajuste invierte la señal de pines de dirección para los ejes que se mueven en sentido opuesto.

Esta configuración de la máscara invertida funciona exactamente igual que la máscara de inversión del puerto de paso y almacena los ejes a invertir como indicadores de bits. Para configurar esta configuración, simplemente tiene que enviar el valor de los ejes que desea invertir. Utilice la tabla anterior. Por ejemplo, si desea invertir la dirección del eje y únicamente, enviaría \$ 3 = 2 a grbl y la configuración ahora debería leer \$ 3 = 2 (dir port inverter mask: 00000010)

\$ 4 – paso habilitar invertir, bool.

De forma predeterminada, el pin de habilitación paso a paso es alto para deshabilitar y bajo para habilitar. si su configuración necesita lo contrario, simplemente invierta el pin de habilitación de paso a paso escribiendo \$ 4 = 1. Deshabilitar con \$ 4 = 0. (Puede necesitar un ciclo de energía para cargar el cambio.)

\$ 5 – pines de límite invertidos, bool.

Por defecto, los pines de límite se mantienen normalmente en alto con la resistencia de arranque interno de Arduino. Cuando un pin de límite es bajo, grbl interpreta esto como activado. Para el comportamiento opuesto, simplemente invierta los pines de límite escribiendo \$ 5 = 1. Deshabilitar con \$ 5 = 0. Es posible que necesite un ciclo de energía para cargar el cambio.

nota: si invierte los pines de límite, necesitará una resistencia de desconexión externa conectada a todos los pines de límite para evitar sobrecargar los pines con corriente y freírlos.

\$ 6 – pin invertido de la sonda, bool.

De forma predeterminada, el pin de sonda se mantiene normalmente alto con la resistencia de arranque interno de Arduino. Cuando el pin de la sonda está bajo, grbl interpreta esto como

activado. Para el comportamiento opuesto, simplemente invierta el pin de la sonda escribiendo \$ 6 = 1. Deshabilitar con \$ 6 = 0. Es posible que necesite un ciclo de energía para cargar el cambio.

nota: si invierte el pin de la sonda, necesitará una resistencia pull-down externa conectada al pin

Tabla 14

Tipo de informe	Valor
Posición de la máquina	1
Posición de trabajo	2
búfer del planificador	4
Rx Bufer	8
pin de límite	16

Códigos y configuraciones.

de la sonda para evitar sobrecargarla con corriente y freírla.

\$ 10 – máscara de informe de estado: binario.

Esta configuración determina qué datos en tiempo real grbl informa al usuario cuando un ‘?’ se envía el informe de estado. De forma predeterminada, grbl devolverá su estado de funcionamiento (no se puede desactivar), la posición de la máquina y la posición de trabajo (posición de la máquina con desplazamientos de coordenadas y otros desplazamientos aplicados). Existen tres características de informes adicionales que son útiles para interfaces o usuarios que configuran sus máquinas, que incluyen el buffer de rx en serie, el uso de búfer de bloque de planificador y los estados de pines límite (como alto o bajo, mostrados en el orden zyx).

Para configurarlos, utilice la tabla siguiente para determinar qué datos desea que grbl devuelva. Seleccione los tipos de informe que desea ver en los informes de estado y agregue sus valores juntos. Este es el valor que utilizas para enviar a grbl. Por ejemplo, si necesita posiciones de máquina y trabajo, agregue los valores 1 y 2 y envíe grbl \$ 10 = 3 para establecerlo. o bien, si sólo necesita la posición de la máquina y el estado del pin límite, agregue los valores 1 y 16 y envíe grbl \$ 10 = 17.

En general, mantenga estos datos de estado en tiempo real a un mínimo, ya que toma los recursos para imprimir y enviar estos datos de vuelta a una tasa alta. por ejemplo, los informes de pines límite generalmente sólo son necesarios cuando los usuarios están configurando su máquina. Después, se recomienda deshabilitarlo, ya que no es muy útil una vez que hayas averiguado todo.

§ 11 – desviación de la unión, mm.

La desviación de la unión es utilizada por el administrador de la aceleración para determinar qué tan rápido puede moverse a través de las uniones del segmento de línea de una ruta del programa del código g. por ejemplo, si la ruta del código g tiene un giro de 10 grados agudo y la máquina se está moviendo a toda velocidad, este ajuste ayuda a determinar cuánto necesita frenar la máquina para pasar con seguridad por la esquina sin perder pasos.

Cómo lo calculamos es un poco complicado, pero, en general, el valor más alto da un movimiento más rápido a través de las esquinas, mientras que aumenta el riesgo de perder los pasos y el posicionamiento. Valores más bajos hacen que el administrador de aceleración sea más cuidadoso y conduzca a curvas cuidadosas y lentas. Por lo tanto, si se encuentra con problemas en los que su máquina intenta tomar una esquina demasiado rápido, disminuya este valor para que se ralentice al entrar en las esquinas. Si desea que su máquina se mueva más rápido a través de las uniones, aumente este valor para acelerarlo. Para personas curiosas, pulse este enlace para leer sobre el algoritmo de curvas de grbl, que explica tanto la velocidad como el ángulo de unión con un método muy simple, eficiente y robusto.

§ 12 – tolerancia de arco, mm.

Grbl hace círculos, arcos y hélices g2 / g3 subdividiéndolos en minúsculas líneas minúsculas, de modo que la exactitud de rastreo del arco nunca esté por debajo de este valor. Es probable que nunca necesite ajustar este ajuste, ya que 0,002 mm está muy por debajo de la precisión de la mayoría de las máquinas cnc. Pero si usted encuentra que sus círculos son demasiado crudos o el rastreo de arco está funcionando lentamente, ajuste esta configuración. Valores más bajos dan mayor precisión, pero pueden conducir a problemas de rendimiento al sobrecargar grbl con demasiadas líneas diminutas. Alternativamente, los valores más altos trazan a una precisión más baja, pero pueden acelerar funcionamiento del arco puesto que grbl tiene menos líneas a ocuparse.

Para los curiosos, la tolerancia de arco se define como la distancia perpendicular máxima de un segmento de línea con sus puntos finales situados en el arco, también conocido como un acorde. Con una geometría básica, resolvemos la longitud de los segmentos de línea para trazar el arco que satisface este ajuste. Modelar los arcos de esta manera es grande, porque los segmentos de la línea

del arco se ajustan y escalan automáticamente con longitud para asegurar un rendimiento óptimo del trazo de arco, sin perder nunca la precisión.

\$ 13 – informe pulgadas, bool.

GRBL tiene una función de generación de informes de posicionamiento en tiempo real para proporcionar a los usuarios una retroalimentación sobre dónde se encuentra exactamente la máquina en ese momento, así como parámetros para las compensaciones de coordenadas y el sondeo. De forma predeterminada, se establece en un informe en mm, pero al enviar un comando \$ 13 = 1, envía este indicador booleano a true y estas características de informes ahora informarán en pulgadas. \$ 13 = 0 para volver a mm.

\$ 20 – límites suaves, bool.

Los límites suaves son una característica de seguridad para ayudar a evitar que su máquina viaje demasiado lejos y más allá de los límites de viaje, estrellarse o romper algo caro. Funciona conociendo los límites máximos de recorrido para cada eje y donde grbl está en coordenadas de máquina. Cada vez que se envía un nuevo movimiento g-code a grbl, comprueba si accidentalmente ha excedido el espacio de su máquina. si lo hace, grbl emitirá una toma de alimentación inmediata donde quiera que esté, apague el husillo y el refrigerante y, a continuación, ajuste la alarma del sistema indicando el problema. Posición de la máquina será retenida después, ya que no es debido a una parada forzada inmediata como límites duros.

nota: los límites blandos requieren que se realice la localización y que los ajustes de recorrido máximo del eje sean precisos, ya que grbl necesita saber dónde está. \$ 20 = 1 para habilitar y \$ 20 = 0 para deshabilitar.

\$ 21 – Dificultades, bool.

El límite duro trabaja básicamente igual que los límites blandos, pero usa interruptores físicos en su lugar. Básicamente, conecta algunos conmutadores (mecánicos, magnéticos u ópticos) cerca del final del recorrido de cada uno de los ejes, o donde creas que podría haber problemas si tu programa se mueve demasiado lejos de donde no debería. Cuando el interruptor se activa, detendrá inmediatamente todos los movimientos, apagará el refrigerante y el huso (si está conectado), y entrará en modo de alarma, lo que obliga a comprobar su máquina y reiniciar todo.

Para usar los límites con grbl, los pines de límite se mantienen altos con una resistencia pull-up interna, por lo que todo lo que tiene que hacer es conectar un interruptor normalmente abierto con el pin y la tierra y habilitar límites duros con $\$21 = 1$. (Desactivar con $\$21 = 0$.) Recomendamos encarecidamente tomar medidas de prevención de interferencias eléctricas. si desea un límite para ambos extremos del recorrido de un eje, sólo alambre en dos interruptores en paralelo con el pin y tierra, por lo que si uno de ellos se dispara, se activa el límite duro.

Tenga en cuenta, que un evento de límite duro se considera un evento crítico, donde los escaladores se detienen inmediatamente y probablemente habrán perdido pasos. grbl no tiene ningún comentario sobre la posición, por lo que no puede garantizar que tiene alguna idea de dónde está. Por lo tanto, si un límite duro se activa, grbl entrará en un modo alarma de bucle infinito, dándole la oportunidad de comprobar su máquina y forzarle a restablecer grbl. Recuerde que es una puramente una característica de seguridad.

\$22 – ciclo de inicio, bool.

Sin nombre: ahh, homing. Para aquellos recién iniciados en cnc, el ciclo de homing se utiliza para localizar de forma precisa y precisa una posición conocida y consistente en una máquina cada vez que inicie su grbl entre sesiones. En otras palabras, usted sabe exactamente donde usted está en un momento dado, cada vez. Digamos que empezar a mecanizar algo o están a punto de iniciar el siguiente paso en un trabajo y la energía se apaga, vuelve a iniciar grbl y grbl no tiene idea de dónde está. Te queda la tarea de averiguar dónde estás. si tiene homing, siempre tiene el punto de referencia cero de la máquina para localizar desde, por lo que todo lo que tiene que hacer es ejecutar el ciclo de homing y reanudar donde lo dejó.

Para configurar el ciclo de homing para grbl, es necesario tener los interruptores de límite en una posición fija que no se golpeó o se movió, o bien su punto de referencia se desordenado. Normalmente se instalan en el punto más lejano de + x, + y, + z de cada eje. Conecte los interruptores de límite con los pasadores de límite y la tierra, al igual que con los límites duros, y permitir el retorno. Si usted es curioso, puede utilizar sus finales de carrera para los dos límites duros y homing. Ellos juegan bien el uno con el otro.

Por defecto, el ciclo de homing de grbl mueve primero el eje z positivo para borrar el espacio de trabajo y luego mueve ambos ejes x e y al mismo tiempo en la dirección positiva. Para configurar

cómo se comporta el ciclo de homing, hay más configuraciones de grbl en la página que describe lo que hacen (y también las opciones de tiempo de compilación).

Además, una cosa más a tener en cuenta, cuando el homing está habilitado. grbl bloqueará todos los comandos de código g hasta que realice un ciclo de homing. Esto significa que no hay movimientos de ejes, a menos que el bloqueo esté deshabilitado (\$ x), pero más adelante. la mayoría, si no todos los controladores cnc, hacer algo similar, ya que es sobre todo una característica de seguridad para evitar que los usuarios de un error de posicionamiento, que es muy fácil de hacer y entristecer cuando un error arruina una parte. si usted encuentra esto molesto o encuentra cualquier bug extraño, por favor háganoslo saber e intentaremos trabajar en él así que cada uno es feliz. unesdoc.unesco.org unesdoc.unesco.org

Nota: consulte config.h para obtener más opciones de inicio para usuarios avanzados. Puede desactivar el bloqueo de inicio en el arranque, configurar qué ejes se mueven primero durante un ciclo de inicio y en qué orden, y más.

\$ 23 – homing dir invertir máscara, int: binario.

Por defecto, grbl asume que los finales de carrera están en la dirección positiva, moviendo primero el eje z positivo, luego los ejes x-y positivos antes de intentar localizar con precisión la máquina cero, recorriendo lentamente el conmutador. Si su máquina tiene un interruptor de límite en la dirección negativa, la máscara de dirección de retorno puede invertir la dirección de los ejes. Funciona de la misma manera que las invertidas del puerto de paso y las máscaras invertidas del puerto de dirección, donde todo lo que tiene que hacer es enviar el valor en la tabla para indicar qué ejes desea invertir y buscar en la dirección opuesta.

\$ 24 – alimentación de referencia, mm / min.

El ciclo de inicio busca primero los interruptores de límite a una tasa de búsqueda más alta y, después de encontrarlos, se mueve a una velocidad de avance más lenta hasta llegar a la posición exacta del cero de la máquina. La velocidad de alimentación de referencia es la velocidad de alimentación más lenta. Establezca esto a cualquier valor de tasa que proporcione localización cero de máquina repetible y precisa.

\$ 25 – Buscador de búsqueda, mm / min.

La tasa de búsqueda de referencia es la velocidad de búsqueda del ciclo de referencia o la velocidad a la que primero intenta encontrar los finales de carrera. Ajustar a cualquier tasa llega a los interruptores de límite en un tiempo lo suficientemente corto sin chocar contra los interruptores de límite si vienen en demasiado rápido.

\$ 26 – homing rebote, ms.

Cada vez que un interruptor se activa, algunos de ellos pueden tener ruido eléctrico / mecánico que en realidad ‘rebotan’ la señal de alta y baja durante unos milisegundos antes de asentarse pulg para resolver esto, es necesario rebotar la señal, ya sea por hardware con algún tipo de acondicionador de señales o por software con un breve retardo para dejar que la señal termine rebotando. grbl realiza un retardo corto, sólo homing al localizar la máquina cero. Establezca este valor de retardo a lo que necesite su conmutador para obtener un homing repetible. en la mayoría de los casos, 5-25 milisegundos está bien.

\$ 27 – tirador de entrada, mm.

Para jugar bien con la función de límites duros, donde el homing puede compartir los mismos interruptores de límite, el ciclo de homing se moverá de todos los finales de carrera por este recorrido de extracción después de que se completa. En otras palabras, ayuda a prevenir la activación accidental del límite duro después de un ciclo de homing.

\$ 100, \$ 101 y \$ 102 – [x, y, z] pasos / mm.

Grbl necesita saber hasta qué punto cada paso tomará la herramienta en la realidad. Para calcular los pasos / mm para un eje de su máquina necesita saber:

El mm viajó por revolución de su motor paso a paso. Esto depende de los engranajes de transmisión de la correa o del paso del tornillo de avance. Los pasos completos por revolución de sus steppers (típicamente 200) Los microsteps por paso de su controlador (típicamente 1, 2, 4, 8, o 16). sugerencia: el uso de valores altos de micro pasos (p. ej., 16) puede reducir el par motor del motor paso a paso, así que utilice el valor más bajo que le dé la resolución del eje deseada y las propiedades de funcionamiento cómodas.

Los pasos / mm se pueden calcular así: pasos por mm = (pasos por revolución * micro pasos) / mm. Por revolución.

Calcule este valor para cada eje y escriba estos valores en grbl.

\$ 110, \$ 111 y \$ 112 – [x, y, z] velocidad máxima, mm / min.

Esto establece la velocidad máxima que cada eje puede mover. Siempre que grbl planea un movimiento, comprueba si el movimiento hace que cualquiera de estos ejes individuales exceda su velocidad máxima. si es así, ralentizará el movimiento para asegurarse de que ninguno de los ejes excede sus límites máximos de velocidad. Esto significa que cada eje tiene su propia velocidad independiente, que es extremadamente útil para limitar el eje z típicamente más lento.

La forma más sencilla de determinar estos valores es probar cada uno de los ejes uno a la vez aumentando lentamente la configuración de velocidad máxima y moviéndola. por ejemplo, para probar el eje x, envíe grbl algo como g0 x50 con una distancia de recorrido suficiente para que el eje acelere a su velocidad máxima. Usted sabrá que ha alcanzado el umbral máximo de la tasa cuando su parada de los steppers. va a hacer un poco de ruido, pero no debe dañar sus motores. Introduzca un ajuste un 10-20% por debajo de este valor, por lo que puede tener en cuenta el desgaste, la fricción y la masa de su pieza / herramienta. Luego, repita los otros ejes.

nota: esta configuración de velocidad máxima también establece las tasas de búsqueda de g0.

\$ 120, \$ 121, \$ 122 – [x, y, z] aceleración, mm / seg ^ 2.

Establece los parámetros de aceleración de los ejes en mm / segundo / segundo. De forma simplista, un valor inferior hace que grbl se mueva más lentamente en movimiento, mientras que un valor más alto produce movimientos más estrictos y alcanza los avances deseados mucho más rápidamente. Al igual que el ajuste de velocidad máxima, cada eje tiene su propio valor de aceleración y son independientes entre sí. Esto significa que un movimiento de varios ejes sólo se acelerará tan rápidamente como el eje que contribuye más bajo puede.

De nuevo, como el ajuste de velocidad máxima, la manera más sencilla de determinar los valores para este ajuste es probar individualmente cada eje con valores de aumento lento hasta que el motor se detenga. a continuación, finalice su ajuste de aceleración con un valor de 10-20% por debajo de este valor máximo absoluto. Esto debe explicar el desgaste, la fricción y la inercia de masa.

Recomendamos encarecidamente que pruebe en seco algunos programas de código g con su nueva configuración antes de comprometerse con ellos. A veces la carga en su máquina es diferente cuando se mueve en todos los ejes juntos.

\$ 130, \$ 131, \$ 132 – [x, y, z] recorrido máximo, mm.

Esto ajusta el recorrido máximo de extremo a extremo para cada eje en mm. Esto sólo es útil si tiene límites blandos (y homing) habilitados, ya que esto solo es usado por la función de límite suave de grbl para comprobar si ha superado los límites de su máquina con un comando de movimiento.

Otros comandos "\$" de grbl.

Los otros comandos \$ proporcionan controles adicionales para el usuario, como la retroalimentación de impresión en el estado modal actual del analizador de g o el ciclo homing. Esta sección explica qué son estos comandos y cómo usarlos.

\$ # – ver los parámetros de Gcode.

Los parámetros de código g almacenan los valores de desplazamiento de coordenadas para las coordenadas de trabajo g54-g59, posiciones predefinidas g28 / g30, desplazamiento de coordenadas g92, desplazamientos de longitud de herramienta y sondaje (no oficialmente, pero añadimos aquí de todos modos). La mayoría de estos parámetros se escriben directamente en eeprom siempre que se cambien y sean persistentes. Lo que significa que permanecerán iguales, independientemente de su desconexión, hasta que se cambien explícitamente. Los parámetros no persistentes, que no se conservarán cuando se restablecen o ciclos de energía, son los desplazamientos de longitud de herramienta g92, g43.1 y los datos de sondeo g38.2.

Las coordenadas de trabajo g54-g59 se pueden cambiar a través del comando g10 l2 px o g10 l20 px definido por el estándar gcode nist y el estándar emc2 (linuxcnc.org). Las posiciones predefinidas g28 / g30 se pueden cambiar a través de las órdenes g28.1 y g30.1, respectivamente.

Cuando \$ # es llamado, grbl responderá con los desplazamientos almacenados de coordenadas de máquina para cada sistema de la siguiente manera. tlo indica el desplazamiento de la longitud de la herramienta y prb indica las coordenadas del último ciclo de palpación.

\$ g – ver el estado del analizador de gcode.

Este comando imprime todos los modos gcode activos en el analizador G-Code de grbl. Al enviar este comando a grbl, responderá con algo como:

```
[g0 g54 g17 g21 g90 g94 m0 m5 m9 t0 s0,0 f500.0]
```

Estos modos activos determinan cómo el siguiente bloque o comando del g-código será interpretado por el analizador de g-código de grbl. Para los nuevos de g-código y mecanizado cnc, modos establece el analizador en un estado particular por lo que no tiene que decir constantemente al analizador cómo analizarlo. Estos modos están organizados en grupos llamados «grupos modales» que no pueden ser lógicamente activos al mismo tiempo. Por ejemplo, el grupo modal de unidades define si su programa de código g se interpreta en pulgadas o en milímetros.

A continuación, se muestra una breve lista de los grupos modales, apoyados por grbl, pero se pueden encontrar descripciones más completas y detalladas en el sitio web de linuxcnc.

5.3 LOS COMANDOS DE CÓDIGO G EN NEGRITA INDICAN LOS MODOS PREDETERMINADOS AL ENCENDER GRBL O RESTABLECERLO.

Tabla 15

Significado del grupo modal	Palabras de miembros
modo de movimiento	G0, G1, G2, G3, 38.2, G38.3, G38.4, G38.5, G80
seleccionar sistema de coordenadas	G54, G55, G56, G57, G58, G59
Planeta Selecto	G17, G18, G19
modo de distancia	G90, G91
Modo de distancia Arc IJK	G91.1
modo de tasa de alimentación	G93, G94
modo de unidades	G20, G21
compensación del radio del cortador	G40
compensación de la longitud de la herramienta	G43.1, G49
Modo de programa	M0, M1, M2, M30
estado del husillo	M3, M4, M5
estado del refrigerante	M7, M8, M9

Además de los modos de analizador de código g, grbl informará el número de herramienta t activo, la velocidad del cabezal s y la velocidad de avance de f, que se ajustan por defecto a 0 tras un

restablecimiento. Para aquellos que son curiosos, estos no encajan muy bien en grupos modales agradables, pero son tan importantes para determinar el estado del analizador.

\$ i – ver información de la construcción.

Esto imprime comentarios al usuario la versión grbl y la fecha de compilación del código fuente. Opcionalmente, \$ también puedo almacenar una cadena corta para ayudar a identificar la máquina cnc con la que se está comunicando, si tiene más de una máquina usando grbl. Para establecer esta cadena, envíe grbl \$ i = xxx, donde xxx es su cadena de personalización que tiene menos de 80 caracteres. La próxima vez que consulta grbl con una vista de vista de \$ i, grbl imprimirá esta cadena después de la versión y la fecha de compilación.

\$ n – ver bloques de inicio.

\$ nx son los bloques de inicio que grbl ejecuta cada vez que enciende el grbl o restablece grbl. en otras palabras, un bloque de inicio es una línea de código g que puede tener grbl auto-mágicamente ejecutado para establecer los valores predeterminados modales de g-código, o cualquier otra cosa que necesite grbl para hacer cada vez que inicia su máquina. grbl puede almacenar dos bloques de código g como predeterminado del sistema.

Por lo tanto, cuando está conectado a grbl, escriba \$ n y luego ingrese. grbl debe responder con algo corto como:

\$	n0	=
\$	n1	=

No hay mucho que seguir, pero esto significa que no hay ningún bloque de g-código almacenado en la línea \$ n0 para que grbl funcione al arrancar. \$ n1 es la siguiente línea que se va a ejecutar.

\$ nx = line – guardar bloque de inicio.

Importante: tenga mucho cuidado al almacenar cualquier comando de movimiento (g0 / 1, g2 / 3, g28 / 30) en los bloques de arranque. Estos comandos de movimiento se ejecutarán cada vez que restablezca o encienda grbl, por lo que, si tiene una situación de emergencia y tiene que interrumpir y reiniciar, un bloqueo de inicio puede y probablemente empeorará las cosas rápidamente. Además, no coloque ningún comando que guarde datos en eeprom, como g10 / g28.1 / g30.1. Esto

hará que grbl constantemente vuelva a escribir estos datos en cada inicio y reinicio, que eventualmente agotará la eeprom de su Arduino.

El uso típico de un bloque de inicio es simplemente establecer sus estados modales preferidos, como el modo de pulgadas g20, siempre predeterminado a un sistema de coordenadas de trabajo diferente o, para proporcionar una forma para que un usuario ejecute alguna característica única escrita por el usuario que necesite por su loco proyecto.

Para establecer un bloque de inicio, escriba \$ n0 = seguido por un bloque de código g válido y un enter. grbl ejecutará el bloque para comprobar si es válido y luego responde con un ok o un error: para decirte si tiene éxito o si algo ha fallado. Si hay un error, grbl no lo guardará.

Por ejemplo, digamos que desea usar su primer bloque de inicio \$ n0 para configurar sus modos de analizador de g-código como coordenadas de trabajo g54, g20 pulgadas de modo, g17 xy-plano. Escribirás \$ n0 = g20 g54 g17 con un enter y deberás ver una respuesta 'ok'. a continuación, puede comprobar si se almacenó escribiendo \$ n y ahora debería ver una respuesta como \$ n0 = g20g54g17.

Una vez que tenga un bloque de inicio almacenado en la eeprom de grbl, cada vez que inicie o reinicie verá su bloque de inicio impreso y una respuesta de grbl para indicar si funcionó bien. Así que para el ejemplo anterior, verá: [Crayon-5f5ea4aca4ff2795137319/] si tiene varios bloques de inicio de código g, se imprimirá en orden cada vez que se inicie. y si desea borrar uno de los bloques de inicio (por ejemplo, bloque 0), escriba \$ n0 = sin nada siguiendo el signo de igualdad.

Además, si tiene habilitado el homing, los bloques de arranque se ejecutarán inmediatamente después del ciclo de homing, no en el inicio.

\$ c – comprobar el modo gcode.

Esto cambia el analizador de gcode de grbl para tomar todos los bloques entrantes y procesarlos completamente, como lo haría en el funcionamiento normal, pero no mueve ninguno de los ejes, ignora las interrupciones y apaga el husillo y el refrigerante. se trata de una manera de proporcionar al usuario una forma de comprobar cómo su nuevo programa de g-código de tarifas con el

analizador de grbl y monitor de los errores (y las comprobaciones de las violaciones de límites blandos, si está habilitado).

Cuando se desactiva, grbl realizará un reinicio suave automático (^ x). Esto es para dos propósitos. Simplifica un poco la gestión del código. Pero también impide que los usuarios inicien un trabajo cuando sus modos de código g no son lo que creen que son. Un restablecimiento del sistema siempre da al usuario un inicio fresco y consistente.

\$ x – bloqueo de alarma de muerte.

El modo de alarma de grbl es un estado en el que algo ha fallado críticamente, como un límite duro o un aborto durante un ciclo, o si grbl no conoce su posición. De forma predeterminada, si tiene habilitado el homing y enciende el arduino, grbl entra en el estado de alarma, porque no conoce su posición. El modo de alarma bloqueará todos los comandos de código g hasta que se haya realizado el ciclo de homing '\$ h'. o si un usuario necesita anular la cerradura de alarma para mover sus ejes de sus interruptores de límite, por ejemplo, '\$ x' matar el bloqueo de alarma anulará los bloqueos y permitirá que las funciones de código g funcionen de nuevo.

¡Pero, pisar con cuidado! esto sólo debe utilizarse en situaciones de emergencia. La posición probablemente se ha perdido, y grbl puede no estar donde usted piensa que es. Por lo tanto, se recomienda utilizar el modo incremental g91 para realizar movimientos cortos. A continuación, realice un ciclo de retorno o reinicie inmediatamente después.

\$ h – ejecutar el ciclo de homing.

Este comando es la única manera de realizar el ciclo de homing en grbl. Algunos otros controladores de movimiento designan un comando de código g especial para ejecutar un ciclo de homing, pero esto es incorrecto de acuerdo con los estándares del código g. homing es un comando completamente separado manejado por el controlador.

Sugerencia: después de ejecutar un ciclo de homing, en lugar de correr manualmente todo el tiempo a una posición en el centro de su volumen de espacio de trabajo. Puede configurar una posición predefinida g28 o g30 para que sea su posición post-homing, más cerca de donde va a mecanizar. Para configurarlos, primero necesitará mover su máquina hacia el lugar donde desee que se mueva después del retorno. Escriba g28.1 (o g30.1) para que grbl almacene esa posición. Entonces,

después de la localización '\$ h', sólo se puede ingresar 'g28' (o 'g30') y se moverá allí automáticamente por magia. en general, sólo movería el eje xy al centro y dejaría el eje z hacia arriba. Esto asegura que no hay ninguna posibilidad de que la herramienta en el eje interfiera y que no se atrapa en nada.

5.4 RESTAURAR LA CONFIGURACIÓN Y LOS DATOS DE GRBL A LOS VALORES POR DEFECTO

\$ rst = \$, \$ rst = # y \$ rst = * –

Estos comandos no aparecen en el mensaje de ayuda principal de grbl \$, pero están disponibles para permitir a los usuarios restaurar partes de todos los datos eeprom de grbl o todos ellos. nota: grbl se restablecerá automáticamente después de ejecutar uno de estos comandos para asegurar que el sistema se inicialice correctamente.

\$ rst = \$: borra y restaura la configuración de \$ grbl de nuevo a los valores predeterminados, que se define por el archivo de configuración predeterminado utilizado al compilar grbl. a menudo, los fabricantes de equipos originales construyen sus firmwares grbl con sus configuraciones recomendadas por la máquina. Esto proporciona a los usuarios y oems una manera rápida de volver a la casilla uno, si algo salió mal o si un usuario quiere empezar de nuevo.

\$ rst = #: borra y pone a cero todos los desplazamientos de coordenadas de trabajo g54-g59 y posiciones g28 / 30 almacenados en eeprom. Estos son generalmente los valores que se ven en la impresión de parámetros \$ #. Esto proporciona una manera fácil de borrar estos sin tener que hacerlo manualmente para cada conjunto con un comando g20 l2 / 20 o g28.1 / 30.1.

\$ rst = *: esto borra y restaura todos los datos eeprom utilizados por Grbl. Esto incluye la configuración de \$\$, \$ # parámetros, \$ n líneas de inicio, y \$ i build info string. tenga en cuenta que esto no limpia toda la eeprom, sólo las áreas de datos grbl utiliza. Para hacer un borrado completo, utilice el proyecto de ejemplo claro de eeprom del IDE de arduino.

5.5 BIBLIOGRAFIA

TESIS

Automatización del proceso de diseño y elaboración de circuitos impresos.

Leidy Caronin Olarte Ciprián, Sandra Paola Monroy Ruíz.

Facultad de Ingeniería, Programa de electrónica Bogotá DC 2009.

Revista tecnológica n° 8.

Experiencias en la Automatización de la Construcción de Circuitos Impresos con Máquina CNC de Código Abierto

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, enero - diciembre 2015.

Página web

De maquinas y herramientas(28 de diciembre de 2015) recuperado de <https://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/introduccion-a-la-tecnologia-cnc>

Control numérico (16 de marzo de 2019.) recuperado https://es.wikipedia.org/wiki/Control_num%C3%A9rico

Motores paso a paso(10 de junio 2019) recuperado <https://www.prometec.net/motores-paso-a-paso/>

Inventables (31 de agosto 2016) recuperado

<http://x-carve-instructions.inventables.com/>

Inventables (11 de noviembre 2019) recuperado <https://www.inventables.com/technologies/x-carve>

Grb (14 de abril 2017) recuperado

<https://github.com/grbl/grbl>

Metalmecánica (29 de agosto de 2018) <https://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/23941-Los-CNC-elevan-la-productividad.html>

5.6 ANEXOS

5.7 GLOSARIO.

CNC: Control Numérico Computarizado

PCB: (Printed Circuit Board) Placa de Circuito Impreso

UV: Ultra Violeta

TECNOLOGIA SMD: (Surface Mount Device) Dispositivos de Montaje Superficial

DIP: (Dual Inline Packages) Paquete Dual en Línea

FENOLICA: Compuestos orgánicos en cuyas estructuras moleculares contienen al menos un grupo de fenol

BAKELITA: Fue la primera sustancia plástica totalmente sintética.

GPS: Sistema americano de navegación y localización mediante satélites.

CODIGO G: Lenguaje de descripción de operaciones para maquinas CNC, lenguaje de programación

CODIGO M: Usada para indicar las funciones misceláneas, también son conocidas como funciones secundarias.

3D: Tercera dimensión

CODIGO G90: Sirve para indicarle al control que queremos cotas de forma absoluta.

CODIGO G91: le indicamos al control que las cotas que vamos a definir son cotas “incrementales”. Esto quiere decir que se displace de un punto a otro tomando como referencia la medida existente desde el punto en que estamos actualmente y el Nuevo punto programado

HUSILLO: Tornillo metálico o de madera utilizado para el movimiento de las prensas y otras máquinas similares

RPM: Revoluciones por minuto

ISO (6983): Organización internacional de normalización

RS274: Lenguaje de programación G-Code, estándares de controladores.

EIA: Alianza de industrias electrónicas

MISCELÁNEAS: mezcla de cosas diversas

Programación CAM: Fabricación asistida por computadora.

Programación CAD: Diseño asistido por computadora

NC: Control numérico

DNC: Distribución de control numérico

RS-232C: Comunicación serial, es un serial que permite el envío de datos uno detrás del otro y de manera simultánea, conocido como: puerto serial, puerto con, puerto de comunicación.

ETHERNET: Internet

PAR DE COLETAJE: Designa la fabricación de piezas de revolución (tornillos, ejes, etc.) mecanizado materialmente en barra o en rollo por arranque de viruta de una herramienta de corte y para una fabricación en serie, también hace referencia a la operación final de corte de la pieza, separándola en la barra.

PC: Computador personal

CLORURO FERRICO: Compuesto químico utilizado a escala industrial permanente al grupo de los haluros metálicos, cuya fórmula es FeCl_3 . También llamado percloruro de hierro.

CENTRO TECNOLÓGICO IK4- Ideko: Especializado en tecnologías de fabricación y producción industrial

CLOUD COMPUTING: Conjunto de servicios de computo, almacenamiento y aplicaciones en la nube. Ayuda a las organizaciones a disminuir sus gastos de IT y a escalar sus aplicaciones.

HARDWARE: Conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen una computadora.

SOFTWARE: Conjunto de programas rutinas que permiten a la computadora a realizar determinadas tareas.

SPLINES: es simplemente una función polinómica a porciones

ALGORITMOS de LOOK-AHEAD: algoritmos de procesos, es el termino genérico para un su procedimiento que internet prever los efectos de elegir una variable de ramificación para evaluar uno de sus valores

MANUFACTURING: Es la producción de productos para su uso o venta, utilizando mano de obra y máquinas, herramientas y procesamiento o formulación química o biológica.

HERRAMIENTAS TIC: conjunto de técnicas y equipos informáticos que permiten comunicarse a distancia por vía electrónica.

GE Fanuc: Software inteligente de plataformas

PLC: Controlador lógico programable.

TCP: Control del centro de la herramienta.

TRC: Función de compensación del radio de la herramienta.

TWP: Plano del trabajo inclinado

RPY: Instrucciones rollo, pitch y yaw

PANTALLA LCD: pantalla de cristal liquido

Tarjeta insertada en la ranura PCMCIA: es el acrónimo de la asociación internacional de tarjeta de memoria para computadoras personales.

PMC: Modulaci3n por impulsos codificados

ISDN: abreviaci3n de red digital de servicios integrados, es un est3ndar internacional para el env3o de voz, video y datos atreves de l3neas telef3nicas digitales o cables telef3nicos convencionales.

Fanuc Robotics: Grupo pequeño de compa31as que ofrecen productos y servicios de automatizaci3n industrial como robots y sistemas de control.

MHCN: M3quina herramienta de control num3rico.

X CARVE: Marca de nuestra maquina con control num3rico computarizado

Est3ndar alem3n DIN 66025: C3digos de programaci3n

STL: Programaci3n gen3rico de modelado

FreeCAD: es una aplicación libre de diseño asistido por computadora en tres dimensiones, ingeniería asistida por computadora, para la asistencia en ingeniería mecánica y el diseño de elementos mecánicos.

Nema: La National Electrical Manufacturers Association es una asociación industrial estadounidense, creada el 1 de septiembre de 1926 tras la fusión de la Associated

La memoria de solo lectura, conocida también como ROM, es un medio de almacenamiento utilizado en ordenadores y dispositivos electrónicos, que permite solo la lectura de la información y no su escritura, independientemente de la presencia o no de una fuente de energía.

RAM: La memoria de acceso aleatorio se utiliza como memoria de trabajo de computadoras y otros dispositivos para el sistema operativo, los programas y la mayor parte del software

OTP: One Time Programmable La memoria OTP (programable una vez) es un tipo especial de memoria no volátil (NVM) que permite que los datos se escriban en la memoria solo una vez. Una vez programada la memoria, retiene su valor en caso de pérdida de potencia

EPROM: Erasable programmable read only memory. Es un tipo de chip de memoria ROM no volátil inventado por el ingeniero Dov Frohman de Intel. Está formada por celdas de FAMOS o "transistores de puerta flotante", cada uno de los cuales viene de fábrica sin carga, por lo que son leídos como 1.

EEPROM: Electrical erasable programmable read only memory. Es un tipo de memoria ROM que puede ser programada, borrada y reprogramada eléctricamente, a diferencia de la EPROM que ha de borrarse mediante un aparato que emite rayos ultravioleta. Son memorias no volátiles.

E2PROM: son las siglas de Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (ROM programable y borrrable eléctricamente). Es un tipo de memoria ROM que puede ser programada, borrada y reprogramada eléctricamente, a diferencia de la EPROM que ha de borrarse mediante un aparato que emite rayos ultravioleta. Son memorias no volátiles.

PWM: Pulse wide modulation. La modulación por ancho de pulsos de una señal o fuente de energía es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica, ya sea para transmitir información a través de un canal de comunicaciones o para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga.

CISC: Complex instruction set computer. En arquitectura computacional, CISC es un modelo de arquitectura de computadores. Los microprocesadores CISC tienen un conjunto de instrucciones que se caracteriza por ser muy amplio y permitir operaciones

RISC: Reduce instruction set computer. En arquitectura computacional, RISC es un tipo de diseño de CPU generalmente utilizado en microprocesadores o micro controladores con las siguientes características fundamentales: Instrucciones de tamaños fijos y presentados en un reducido número de formatos

CPU: Unidad de procesamiento Central

ALU: la unidad aritmética lógica o unidad aritmético-lógica, también conocida como ALU, es un circuito digital que realiza operaciones aritméticas y operaciones lógicas entre los valores de los argumentos

Micro controladores PIC: es un circuito integrado programable, el cual contiene todos los componentes para poder realizar y controlar una tarea, por lo que se denomina como un micro controlador.

Micro controladores AVR de ATMEL: Los AVR son una familia de micro controladores RISC del fabricante estadounidense Atmel, compañía adquirida por Microchip Technology en 2016.

ICSP: In circuit serial programming. Programación en el sistema (ISP por las siglas del inglés: In-system programming), también conocido como Programación serie en circuito (ICSP por las siglas del inglés: In-Circuit Serial Programming), es la habilidad de algunos dispositivos lógicos programables, micro controladores y otros circuitos electrónicos, de ser programados mientras están instalados en un sistema completo, en lugar de requerir que el chip sea programado antes de ser instalado dentro del sistema.

IDE: Un entorno de desarrollo integrado o entorno de desarrollo interactivo, en inglés Integrated Development Environment (IDE), es una aplicación informática que proporciona servicios integrales para facilitarle al desarrollador o programador el desarrollo de software.

Tablas

Tabla 1 Códigos G y M para torno CNC	43
Tabla 2. Aplicaciones de los micro controladores fabricante, modelo.	80
Tabla 3. Funciones más usadas en CNC.....	92
Tabla 4. Funciones de la maquina.....	95
Tabla 5. Códigos misceláneos.....	96
Tabla 6. Comandos En Código G O G-Code.....	97
Tabla 7. Programa de ejemplo para torno cnc	101
Tabla 8. Herramientas a utilizar en el armado del cnc x-carve.....	102
Tabla 9. materiales a utilizar en nuestro x-carve	103
Tabla 10.. kit de componentes motores y cableado	105
Tabla 11. Descripción de cada pieza en kit de juntas.	106
Tabla 12. Descripción de piezas en kit de riel.	106
Tabla 13	123
Tabla 14	125
Tabla 15	133

Figuras

Figura 1. Pad y Wires.....	22
Figura 2. Placa de 1 capa	24
Figura 3. Placa de 2 capas.....	24
Figura 4. Multicapa sin vías enterradas o ciegas	25
Figura 5. Multicapa con vías enterradas o ciegas	26
Figura 6. Ensamble en una cara	26
Figura 7. Solo SMT 1 cara.....	27
Figura 8. THT y SMT	27
Figura 9. Tipo 1 Clase X.....	27
Figura 10. Tipo 2 Clase A.....	28
Figura 11. Tipo 2 Clase B.....	28
Figura 12. Tipo 2 Clase C.....	29
Figura 13. Tipo 3 Clase Z	29
Figura 14. Muestra modo de impreso de circuito.	31
Figura 15. Recorte a la medida de la placa.	32
Figura 16. Cortar cobre la medida.	32
Figura 17. Colocación de impresión en la placa.	33
Figura 18. Diagrama de bloques de una maquina CNC.....	38
Figura 19. Programa Maquina CNC	41
Figura 20. Maquina CNC moderna.....	46
Figura 21. Tornos automáticos CNC para mecanizado por decoletaje de precisión en los talleres de Kuzu Decoletaje.....	46
Figura 22. Tecnología avanzada en CNC	49
Figura 23. Fabricación industrial	50
Figura 24. Entorno de las comunicaciones	51
Figura 25. Industria 4.0	52
Figura 26. Interactuando con el equipo.....	52
Figura 27. Tendencia del mecanizado CNC	53
Figura 28. El mecanizado de 5 ejes de alta velocidad requiere hardware y software de altas prestaciones. GE Fanuc.....	55
Figura 29. El software para la programación en taller.....	56
Figura 30. Software para la programación en taller.....	60
Figura 31. Nuevo sistema de control	61
Figura 32. CNC corte laser-metal-moderna tecnología industrial pequeña profundidad campo.	63
Figura 33. Herramienta que gira pieza trabajo alrededor eje rotación realizar diversas operaciones	64
Figura 34. Panel control-maquina CNC, fresadora metalurgia procesamiento moderno corte metal. /cortar placa laser maquina CNC chispa.	65
Figura 35. Vista del CNC X-Carve.....	69
Figura 36. CNC x-carve modelo robusto realiza trabajo en placa de cobre.	71
Figura 37. Vista del área de trabajo, cartesiana del CNC X-Carve	72
Figura 38. Vista del cableado del CNC.	73

Figura 39. Arquitectura de Von Neumann.....	76
Figura 40. Arquitectura de Harvard.	77
Figura 41. Control de buses de Comunicación	78
Figura 42. Motor paso a paso.....	83
Figura 43. Motor paso a paso estructura interna.....	85
Figura 44. Arduino uno.....	86
Figura 45. Shield CNC.....	89
Figura 46. Arduino uno pines de conexión para la shield CNC	90
Figura 47. Circuito de prueba, ejemplo de diseño.	91
Figura 48. Desplazamiento del CNC en los tres ejes x, y, z.	99
Figura 49. Conexionado del driver motor paso a paso eje z.	107
Figura 50. Driver control del eje X.....	108
Figura 51. Driver control eje Y.....	108
Figura 52. Driver en paralelo al eje Y.....	109
Figura 53. Diagrama de aplicación típico.	109
Figura 54. Pines de control del arduino al shield cnc.	110
Figura 55. Identificación de los pines de control de la shield cnc.	110
Figura 56. Armado del plano con los respectivos rieles.	111
Figura 57. Armado de las poleas e instalación de los motores paso a paso.....	111
Figura 58. Shield cnc, pines y colocación de los drivers.	112
Figura 59. Armado de las poleas correspondientes a los desplazamientos correspondientes. ...	112
Figura 61. Armado de las estructuras correspondientes a los ejes.....	113
Figura 60. Armado de las estructuras correspondientes a los ejes.....	113
Figura 62. Respectivo cableado de los drivers.....	114
Figura 63. Armado de las estructuras correspondientes a los ejes.....	114
Figura 64. Respectivo cableado de los drivers.....	116
Figura 65. Control manual en ejes de EASE.	117
Figura 66. Calibración manual de la base vrs. Base	119

Referencias

- 2.bp.blogspot.com/. (s.f.). Obtenido de 2.bp.blogspot.com/: http://2.bp.blogspot.com/-CYOafy1fvDk/T4N3-FWEABI/AAAAAAAAALU/UXC7A_2fJws/s1600/Captura.JPG
- Agencia de Marketing: Espacio Marketing. (2016). */www.demaquinasyherramientas.com*. Obtenido de */www.demaquinasyherramientas.com*:
<https://www.demaquinasyherramientas.com/wp-content/uploads/2015/11/Codigos-G-y-M-para-torno-CNC.png>
- Agencia de Marketing: Espacio Marketing. (2016). *www.demaquinasyherramientas.com*. Obtenido de *www.demaquinasyherramientas.com*:
<https://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/introduccion-a-la-tecnologia-cnc#:~:text=2014%2D2018%20%2C%A9-,Demaquinasyherramientas.com,-%7C%20Agencia%20de%20Marketing>
- Agencia de Marketing: Espacio Marketing. (2016). *www.demaquinasyherramientas.com*. Obtenido de *www.demaquinasyherramientas.com*:
<https://www.demaquinasyherramientas.com/wp-content/uploads/2015/11/Programa-Ma%CC%81quina-CNC-Figura-2.gif>
- CNC, M. y. (10 de marzo de 2017). *kuzudecoletaje.es*. Obtenido de *kuzudecoletaje.es*:
<https://kuzudecoletaje.es/wp-content/uploads/2015/08/Maquinaria-Kuzu-Decoletaje1.jpg>
- CNC, M. y. (10 de marzo de 2017). *kuzudecoletaje.es*. Obtenido de *kuzudecoletaje.es*:
<https://kuzudecoletaje.es/las-6-principales-ventajas-de-utilizar-maquinaria-cnc/>
- construyasuvideorockola.com. (s.f.). *construyasuvideorockola.com*. Obtenido de *construyasuvideorockola.com*:
https://construyasuvideorockola.com/fabricacion_impresos_01.php/imagenes/impresos/impreso_caras.jpg
- Gallardo Puertas, O. (Septiembre de 2015). *cecyt3*. Obtenido de *cecyt3*: chrome-extension://efaidnbmninnbpcajpgclclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.cecyt3.ipn.mx%2Festudiantes%2Fplan%2520continuidad%2FArchivo%2520compromido12%2FFabricacion_PCBs_MANUAL.pdf&clen=6347020&chunk=true
- Laverde, A. (17 de marzo de 2017). *www.aldestatec.com*. Obtenido de *www.aldestatec.com*:
<https://www.aldestatec.com/blog-diseno-con-normas-y-certificaciones/pcb-que-es-y-para-que-sirve/>
- Laverde, A. (17 de marzo de 2017). *www.aldestatec.com*. Obtenido de *www.aldestatec.com*:
<https://www.aldestatec.com/wp-content/uploads/2017/03/multicapa-sin-vias-enterradas-1.png>
- Mecanizado y CNC. (11 de mayo de 2021). *kuzudecoletaje.es*. Obtenido de *kuzudecoletaje.es*:
<https://kuzudecoletaje.es/la-evolucion-del-mecanizado-cnc>

UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MATERIA: DISEÑO ELECTRONICO I PRÁCTICA No 1.

TEMA: RECONOCIMIENTO DEL CNC X-Carve

LUGAR DE EJECUCIÓN: LABORATORIO DE ELÉCTRICA Y ELECTRONICA

I. OBJETIVOS.

1. IDENTIFICACION Y APLICACIÓN DE LAS PARTES DEL CNC
2. CONEXION DE LOS TERMINALES DE ALIMENTACION DEL CNC

II. INTRODUCCIÓN.

Se procederá a conectar las diferentes terminales de alimentación del CNC X-Carve, comprobando en primera instancia los valores de tensión aplicados a los terminales y esto nos tendrá garantizado el buen funcionamiento del equipo de maquinado de placas (PCB) Printer Circuit Board. Además se identificarán las partes necesarias previo a una conexión y puesta en marcha.

III. MATERIALES Y EQUIPO.

Fuente de alimentación 120VAC/12VDC

CNC X-Carve

Red de alimentación 120VAC

Multímetro con escala en voltios.

IV. RECONOCIMIENTO DE PARTES DEL CNC



Imagen 0.1

Como se observa en la figura, el taladro DeWalt tiene su alimentación propiamente a 120VAC, posee un interruptor integrado para manipular su on-off.

El talado se recomienda encender propiamente cuando se inicie un corte en automático, es decir; cuando se trabaje una PCB o propiamente el material que se desee cortar, todo i cuando sea material descrito en la plataforma de Inventables.



Imagen 0.2

El equipo cuenta con un encendido y apagado. El pulsador verde rasante se ha definido para el encendido del equipo, este se recomienda activarse una vez este

energizado el 120VAC propiamente de la tarjeta de autorretension y la alimentación de la fuente 120vac/12vdc. Una vez energizado el equipo se recomienda encenderse solamente cuando ya esté conectado a la PC por medio del cable USB, Esto nos garantizara una excelente puesta en marcha del CNC.

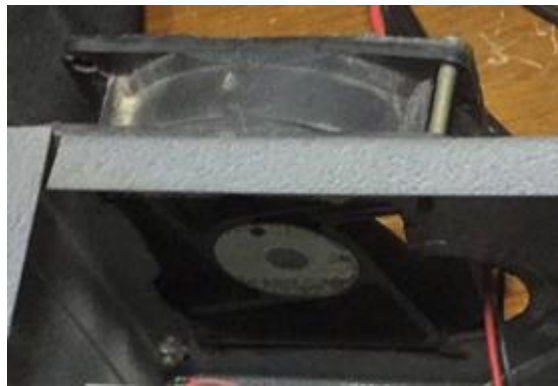


Imagen 0.3

Ventilador utilizado para liberar toda la temperatura generada por el control, recordemos que el trabajo generado por los driver (controladores de los motores paso a paso) generan cierta temperatura, este ventilador sirve para disipar en gran medida toda esta temperatura.



Imagen 0.4

Paro de emergencia o emergency stop, utilizado ante cualquier percance con el

equipo o simplemente para bloquearlo ya que si este está presionado no se encenderá aun pulsando el start up. Para desbloquearlo se debe hacer girándolo en dirección a las agujas del reloj.



Imagen 0.5

Arduino uno con el montaje de la respectiva SHIELD CNC básicamente el trabajo se concentra aquí. Utilizamos un cable USB para comunicar nuestro arduino con la pc y es aquí donde se generan todas las instrucciones hacia el CNC, Básicamente desde la plataforma de Inventables.

VERIFICACION DE TERMINALES Y CONEXIONADO

Las conexiones necesarias se deben realizar mediante la identificación de terminales ya establecidas y etiquetadas esto con el fin de facilitar la puesta en marcha del equipo. Es necesario apegarse a las instrucciones mencionadas en este documento para garantizar un buen funcionamiento del CNC.

1. Verificar los cables de alimentación del equipo. 120VAC, 12VDC.
2. Con la ayuda del multímetro verificar en los terminales de salida de la fuente

12VDC que necesitamos para energizar nuestro control.

3. Una vez identificado podemos iniciar con la conexión del control del equipo

4. cuando el equipo ya este energizado procederemos a conectar en cable USB a nuestra pc de uso del CNC.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES DE LA PRÁCTICA.

Escribir 3 conclusiones de la práctica realizada.

1. _____

2. _____

3. _____

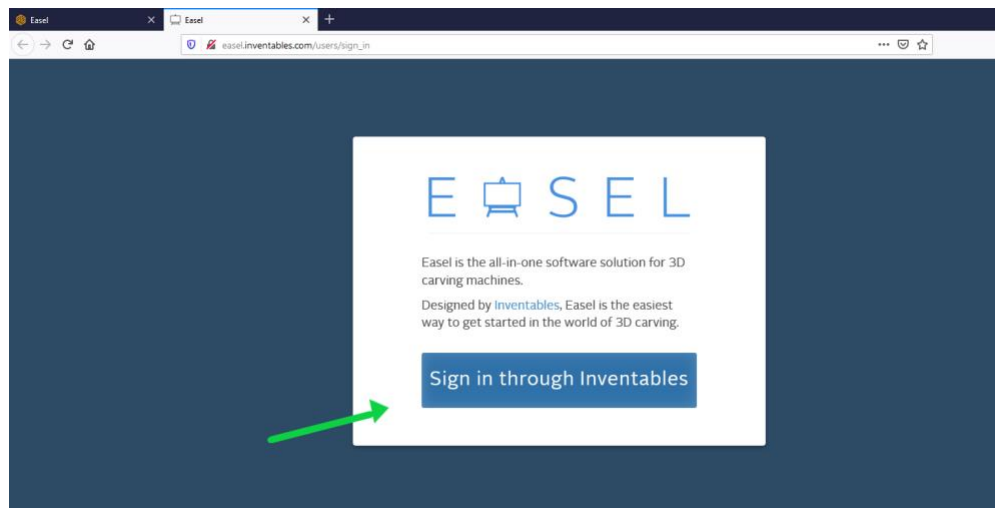


Imagen 0.7 inicio EASEL

Tienes que acceder como se te indica en la imagen "sing in through Inventables" que básicamente significa canta a través de Inventables.

5. El siguiente paso, luego de acceder a "sing in through Inventables" tienes que crear una cuenta personalizada con tu dirección de email y una contraseña que te solicitara la plataforma como se te muestra en la figura 0.8.

Si trabajaras con computadora que te proporciona la universidad solo debes acceder con la dirección y contraseña siguiente:

Ejemplo:

Dirección: Supervisormantenimiento@grupo-precasa.com

Contraseña: tesis2020

3. _____

UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

MATERIA: DISEÑO ELECTRONICO I PRÁCTICA Nº 3.

TEMA: FABRICACION DE PCB

LUGAR DE EJECUCIÓN: LABORATORIO DE ELÉCTRICA.

I. OBJETIVOS.

1. conocer el entorno del programa para fabricación de PCB
2. elaborar una placa PCB (Printer Circuit Board)

II. INTRODUCCIÓN.

Conocer el entorno del programa y aprender a fabricar tarjetas impresas con el CNC.

Basicamente esta practica se concentra en llevar al usuario al conocimiento del uso del CNC puesta en marcha asta la fabricacion de placas impresa.

III. MATERIALES Y EQUIPO.

1. Maquina CNC debidamente conectada
2. computadora debidamente conectada con el cable de comunicación hacia el arduino.

IV. PROCEDIMIENTO.

1. Con la PC debidamente encendida y ya en la plataforma de Inventables conectar Arduino usando el cable USB.
2. básicamente iniciaremos creando un circuito de prueba de encendido de un diodo led mediante un pulsador en este caso utilizamos el software PCB WIZARD como

instrumento de elaboración de circuito, básicamente en esta parte puedes utilizar el programa con que más te familiarices, ya que estos existen en cantidad ejemplo: liveWire, Proteus profesional, Visio estudio, etc.

Recordemos que el formato de las imágenes es el **jpg**, es una extensión del formato de tal manera que pueda reconocer un archivo como imagen, esto quiere decir que media vez diseñes tu circuito y lo conviertas en imagen ya está listo para ser utilizado en la plataforma de Inventables.

Esto significa que al tener un formato de imagen jpg. Lo podremos convertir en código G o G-Code como se conoce desde su implementación.

Imagen 11 encendido de diodo led

3. El siguiente paso básicamente será convertir tu circuito esquemático en diseño de circuito impreso.

Esto en el PCB Wizard se hace a través de la barra de opciones conviertes y ya está listo.

Imagen 12. Conversión de circuito esquemático a placa de circuito impreso

Posteriormente te aparecerá la opción convertir, y ya está tu circuito básicamente se convertirá en la pista más apropiada para diseñar.

4. Una vez tengas tu diseño con la ayuda de tu office Paint crea una imagen de la pista a diseñar.

Imagen 13 pista diseñada

Una vez finalizado el diseño de la pista de tu circuito de interés procederemos con la utilización del software online.

5. Abre tu software online y procede a encender tu CNC por medio del pulsador rasante verde si no enciende primero asegúrate que el pulsador de emergencia no este activado.

Notaras que la parte superior derecha donde dice la palabra Carve se notara de color verde cuando este tenga comunicación con el CNC.

Si no se nota de color verde asegúrate que este bien conectado el cable de comunicación de ser necesario cambia de puerto serial.

Imagen 16 descargar Easel Driver

En esta parte solo tienes que descargar y seguir con la instalación del mismo.

Una vez instalado el driver automáticamente buscara comunicación con el CNC y tu pc ya está interactiva, y la esquina superior derecha se notara de color verde.

V. INICIEMOS CON LA FABRICACION DE NUESTRA PCB

7. Para iniciar tienes que seleccionar en la barra de opciones la asignación a importación, es decir; puedes importar imágenes desde distintas direcciones, en este caso lo aremos a partir del equipo ya que es aquí donde tenemos la imagen de la PCB que queremos imprimir.

Imagen 17 importar imagen

Seleccionamos en la barra de opciones importar y posteriormente **image trace** como se te muestra en las figuras 17 y 18

Imagen 18 importando imagen

Como puedes ver se han agregado una serie de imágenes con el fin de garantizar un

Una vez finalizada la fabricación de la PCB retirarla y procede a limpiar el área de trabajo para que el equipo se mantenga en buenas condiciones.

CONCLUSIONES:



VI. CONCLUSIONES DE LA PRÁCTICA.

Escribir 3 conclusiones de la práctica realizada.

1. _____

2. _____

3. _____

