



Líder en Ciencia y Tecnología

Proyecto final de la asignatura de Diseño de maquinas y mecanismos dos

Diseño y fabricacion de una maquina CNC ROUTER de 3 ejes

Alumnos:

Edwin Osmar Ruiz Mejía..... 2010-33479

Richard Valverde Ramirez..... 2013-61979

Docente:

Marlon Suarez Davila

Grupo:

4T1-MEC

6 DE DICIEMBRE DE 2016

U.N.I

F.T.I

Contenido

Justificación	2
Misión.....	3
Visión	4
Antecedentes	5
Objetivos	6
Objetivo principal.....	6
Objetivos secundarios	6
Marco teórico.....	7
Reconocimiento de la necesidad	7
Definición del problema	9
Bases teóricas.....	10
Definición de términos básicos	10
Síntesis.....	13
Control de movimiento	14
Accesorios programables	14
Programa CNC	15
Controlador CNC	17
Programa CAM	17
Sistema DNC.....	17
Análisis y optimización	18
Estructura general (bastidor)	18
Mecanismos de transmisión de potencia	20
Mecanismo de guías lineares	22
Evaluación	24
Primer prototipo	24
Segundo prototipo	25
Tercer prototipo	26
Resultados.....	27
Proceso de fabricación	28
Conclusiones (generales)	33

Justificación

El tema en general es de interés personal debido a las dificultades que hemos tenido al intentar materializar nuestros diseños de máquinas mecánicas por la dificultad que implica la fabricación de la mayoría de las piezas.

Personalmente pensamos que la facultad debería poner a disposición de los estudiantes máquinas de este tipo para facilitar las tareas que implican su uso, sin embargo el problema más que todo radica en la cultura general de la gente, con cosas como "en Nicaragua no se fabrica nada" o "que el diseño es un lujo de los países avanzados" cosas que al final terminan influenciando a las personas que dirigen a las universidades, causando que no otorguen fondos que motiven el desarrollo de nuevas ideas.

Nosotros no debemos esperar, por tal razón nos hemos puesto manos a la obra en elaborar una solución que nos resuelva de manera eficiente y económica nuestros problemas.

Misión

Fabricar y diseñar una maquina router CNC que tenga la capacidad de producir engranes rectos y partes con uniones móviles en materiales blandos como plásticos y madera para la clase de diseño de máquinas y elementos 2 en la universidad nacional de ingeniería(U.N.I).

Visión

Esperamos que al haber construido una maquina completamente funcional nos sirva como herramienta para el prototipado de futuros proyectos facilitándonos en gran medida la fase de diseño.

Antecedentes

Actualmente en Nicaragua no hemos encontrado información relacionada a alguna persona o empresa que haya construido o esten construyendo un CNC router sin embargo hay empresas que distribuyen dichas maquinas., empresas como [COPRE](#) que ofrece variedad de máquinas, un alto stock de repuestos así como capacitaciones a los operarios.

Es entendible el hecho de que no haiga mucha información referente localmente debido a la complejidad que presenta la construcción de CNC router aun así el concepto de CNC es muy amplio sin embargo un tipo de maquina muy parecida ya que trabaja bajo los mismo principios son las impresoras 3D ., máquinas de las cuales si hay información.

Según el periódico la prensa la primera vez que se ha mencionado una impresora 3d fue en el año 2013

(Sepulveda, La prensa, 14 de abril 2015) "A comienzos del 2015, el ingeniero Enrique Aguilar recibió un mensaje a través de Facebook que le llamó la atención. Un hombre de Jinotega le preguntaba si podía ayudarlo a imprimir en 3D una prótesis de mano para su hijo de 6 años.

En 2013 Aguilar había comprado una impresora 3D, con la que recorrió universidades y ferias en Nicaragua para enseñar cómo funcionan estas máquinas y los usos que se le puede dar.

Ese mismo año Aguilar recibió el Premio Nacional a la Innovación del Consejo Nicaragüense de Ciencia y Tecnología (Conicyt), por ser el primer emprendedor nacional en incursionar en este tipo de impresión."

Luego según la misma publicación se informa que el siguiente caso proviene de unos estudiantes de postgrado que al no poder materializar satisfactoriamente su proyecto final no tuvieron otra alternativa que comprar una impresora 3d, según el periódico la prensa.

(Sepulveda, La prensa, 14 de abril 2015) El año pasado, mientras cursaba un posgrado de Arquitectura Contemporánea, Xochilt Méndez comenzó a averiguar sobre impresión 3D en Nicaragua, ya que el diseño para su maqueta final era muy complicado de hacer de otra forma.

"Investigué aquí en Nicaragua y me di cuenta que no había, así que luego lo que hice fue cotizar en Costa Rica. Sin embargo, el costo era muy alto porque tenía que ir a traerla, además del costo de la maqueta. Ahí fue cuando decidí investigar sobre el costo de las impresoras y si podía venir a tiempo para la presentación final", narra Méndez.

Con un compañero decidieron invertir en una de estas máquinas, la que ahora tienen en su oficina de Motion Design, una empresa de diseño y arquitectura que además ofrece el servicio de impresión 3D para quienes necesiten hacer prototipos o maquetas.

Mas recientemente en una colaboración entre estudiantes de ingeniería electrónica e ingeniería en computación han fabricado su propia impresora 3d obteniendo buenos resultados logrando la fabricación de piezas en plásticos con buena calidad. (Foroelectronico.wordpress.com, 2016) Hasta el momento según nuestra investigación esa es toda la información disponible a cerca de la utilización o fabricación de estas máquinas en Nicaragua.

Objetivos

Objetivo principal

Establecer los principios básicos de diseño de un router CNC garantizando la confiabilidad de los mecanismo utilizados en la maquina.

Objetivos secundarios

- Plantear un diseño lo suficientemente robusto para lograr elaborar piezas de buena calidad.
- Definir el conjunto de piezas adecuadas dentro del diseño mecánico para que sea posible la fabricación del router CNC ,tratando de mantener un balance entre fiabilidad y economía de manufactura.
- Fabricar la maquina (router CNC) lo más fielmente posible a los datos obtenidos en la fase de diseño.

Marco teórico

Reconocimiento de la necesidad

La ingeniería en todas sus ramas consiste en soluciones prácticas para todas clases de problemas en donde el ingeniero en cuestión tiene que adaptarse a su entorno y plantear el objetivo a alcanzar y los recursos de los que se dispone, estos recursos determinan en gran medida la metodología a utilizar para resolver los problemas que se nos presenten y en conjugación con las habilidades del ingeniero resultan en la solución del problema.

Actualmente en Nicaragua la industria que no proviene de inversiones del exterior opera principalmente de manera artesanal es decir todos sus procesos de manufactura se efectúan de manera manual lo que afecta la calidad, velocidad, rentabilidad y eficiencia de las empresas reduciendo nuestra competitividad a nivel intencional.

Gran parte de las necesidades del sector industrial en Nicaragua pueden ser suplidas por el personal capacitado que cada año emite la universidad nacional de ingeniería (U.N.I), pero por falta de información o falta de educación la industria nicaragüense esta sumida en la obsolescencia y gran responsabilidad recae sobre los ingenieros mecánicos que se suponen deben tener dominio en una gran cantidad de conocimientos referentes a la industria.

En síntesis las maquinas son el alma de una economía industrializada y aunque en Nicaragua predomina la industria agrícola los productos que ofrecidos por si solos no ofrecen márgenes de ganancias suficientemente amplios y están sujetos al estado del tiempo de manera que es necesario aportarle un valor agregado a nuestra materia prima y la principal herramienta para esto son las máquinas para hacer maquinas es decir los CNC'S.

Fuera de la industria nacional personalmente pensamos que necesitamos una forma de validar los conocimientos aprendidos en clases como teoría de máquinas, diseños de máquinas y mecanismos y esto hasta el momento lo habíamos logrado trabajando de manera artesanal los mecanismos que nos habían propuesto en dichas asignaturas lo que requiere de cantidades de tiempo exageradamente grandes.

Las soluciones a los problemas de fabricación implican el desarrollo e implementación de nueva tecnología ,por lo menos localmente. Esta tecnología nos debe ofrecer:

- La capacidad de fabricar piezas de gran precisión
- Mejora considerable de la velocidad frente a procesos artesanales
- Facilidad de manejo
- Rentabilidad
- Flexibilidad de piezas a fabricar

Dentro de las maquinas y los procesos de manufactura existentes podríamos utilizar las fundiciones proceso que consiste en calentar una materia prima hasta el punto de cambio de fase(solido a liquido) para luego verterlo en un molde con la forma de interés a fabricar ,el problema de esto radica en que la fundición requiere de hornos que consumen una gran cantidad de energía ,moldes previamente fabricado incurriendo en procesos mas complejos de fabricación y poca flexibilidad de piezas a fabricar ya que el molde solo se puede utilizar una vez.

El troquelado es un proceso de manufactura que se basa en la utilización de dos moldes que presionan una lámina con la fuerza necesaria para superar el esfuerzo de fluencia del material del cual está constituido la lámina volviéndolo plástico logrando que dicha lamina se deforme de la manera prevista según el molde y que conserve su forma. Este proceso es muy eficiente a grandes escalas de producción pero presenta el inconveniente de la inflexibilidad debido a que solo se puede elaborar la pieza tallada en el molde y altos costos iniciales provocados por los mecanismos hidráulicos que emplea.

Otro proceso muy popular en la industria en general son los procesos de arranque de viruta tales son las maquinas fresadoras y los tornos en los cuales se posee un bloque de material en bruto el cual se somete a la acción de una hoja de corte que retira material del bloque hasta lograr la forma requerida., como desventajas determinamos el desperdicio de material y los altos costos de estas máquinas sin embargo las ventajas que ofrece este tipo de máquinas las hace muy flexibles con respecto a las capacidades de fabricación que posee además con la implementación de un CNC en dicho conceptos convierten este tipo de máquinas en opciones muy rápidas y rentables

Definición del problema

Se plantea el diseño y fabricación de una maquina capaz de fabricar componentes mecánicos que requieren gran precisión, tales son engranajes y partes que poseen ajustes móviles.

Normalmente se utilizan maquinas fresadoras (ilustración 1) o engranadoras (ilustración 2) para la fabricación de dichas partes.

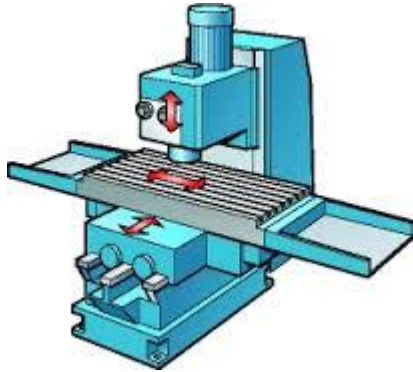


Ilustración 1(Maquina fresadora)



Ilustración 2(Maquina engranadora)

Nuestro enfoque es el diseño de una máquina de propósitos generales que no requiera grandes conocimientos de maquinado para su funcionamiento ,Con eso en mente delimitamos nuestro diseño al de un CNC ya que nos ofrece gran fiabilidad y precisión ., pero antes de continuar ¿Qué es un CNC? En pocas palabras, el control numérico computarizado es el uso de una computadora para controlar y monitorear los movimientos de una máquina herramienta (Anonimo, 2015).

Bases teóricas

Nuestra investigación está fundamentada principalmente en información recopilada de muchos sitios webs principalmente porque la impresión 3d es un tema relativamente nuevo y actualmente hay muy pocas bibliografías disponibles por lo tanto nuestras principales fuentes de información han sido:

- RepRap: es un proyecto de código abierto que fomenta el intercambio de información con respecto a las impresoras 3d., en esta página principalmente se puede encontrar planos de máquinas 3d, manuales sobre su fabricación, kits de ensamblaje y una comunidad amplia de usuarios que aporta con sus opiniones. La mayor desventaja es que esta en inglés, para el que no sepa inglés.
- Clone wars: es un grupo dentro de la comunidad reppap , que trata de documentar en español todo lo necesario para poder construir una impresora 3D.
- CNC zone: foro online con gran cantidad de usuarios que ofrece temas y soporte a preguntas referentes a los router CNC.

La información obtenida en estos medios nos ha dado las herramientas necesarias para afrontar el problema, el cual consiste en fabricar un router CNC con el fin de poder materializar nuestro diseño de una manera eficaz y eficiente.

Los factores influyentes en este proyecto son, en orden de importancia:

- Disponibilidad de adquisición localmente: es decir que el dispositivo, parte o pieza pueda ser adquirido localmente, o sea aquí en Nicaragua.
- Viabilidad económica: significa que el precio de la pieza o dispositivo en cuestión sea rentable y este a nuestro alcance económicamente.
- Viabilidad técnica: a fin de cuentas tendríamos que tener los conocimientos necesarios para la utilización de los elementos demandados.

Definición de términos básicos

Repprap

Es un acrónimo que significa Replicating Rapid Prototyper, esto es, prototipador replicante rápido. Es un conjunto de impresoras 3D cuyas piezas en principio se pueden imprimir utilizando otra impresora 3D. Es una iniciativa Open Hardware para la creación de máquinas manufacturadas libres y que se pueden construir en casa. Por lo general nos referimos a las repprap's como impresoras 3d.

CNC

el control numérico computarizado es el uso de una computadora para controlar y monitorear los movimientos de una máquina herramienta. 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.

Open hardware

Se refiere a hardware libre (al igual que Open Software se refiere a software libre). Se refieren a piezas de maquinaria, electrónica, mecánica que no están sujetas por un copyright, patente, o registro de cualquier tipo sino por una licencia de uso, distribución y modificación libre. Esto

implica que los productos Open Hardware tendrán planos, diagramas a disposición del usuario, y que se podrán replicar sin violar ninguna ley, al igual que modificar o mejorar.

Arduino

Es una placa de circuito para la realización de prototipos basada en hardware libre.

Shield

La utilidad de estas placas es extender las capacidades del Arduino de forma sólida y permitiendo que esta funcionalidad extra se pueda poner y quitar con libertad y así utilizar el arduino para más proyectos.

Firmware

Es el programa que se instala en el microprocesador y permite la comunicación de la impresora con el ordenador y también controlan los procesos de la impresora.

Gcode

El G-Code (o código G) 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.

Driver (Controlador de los motores)

Es un controlador en forma de chip pequeñito que controla el funcionamiento de los motores paso a paso.

Controlador de voltaje/intensidad (referido a los Driver's)

Es un pequeño potenciómetro (resistencia variable) situado en el chip del controlador que permite controlar la intensidad que irá a los motores. Esto permite no calentar demasiado los controladores y los motores, y reducir el gasto energético de la máquina.

Rodamientos Radiales de Bolas (o bearings)

Son aparatos que permiten el acoplamiento de un eje móvil (que gira) con una pieza fija (un soporte) tal que se minimice el rozamiento producido.

Rodamientos Lineales

Son rodamientos que, de forma similar a los rodamientos radiales, evitan la fricción, pero esta vez al trasladar el rodamiento en la dirección longitudinal del eje (en la dirección del eje). Permiten que una barra lisa se comporte como una guía.

Varillas lisas

Se utilizan en la mayoría de impresoras RepRap como sistema de guiado lineal (los llamados carros) en combinación con rodamientos lineales. Pueden ser de acero inoxidable o de aluminio, pero es importante que el diámetro sea el adecuado (por lo general de 8mm) y sea constante, y que la varilla esté bien recta.

Varillas roscadas

Se utilizan en la mayoría de los CNC's como elementos estructurales y como "husillos" para el desplazamiento del eje Z. Son varillas de acero inoxidable con una rosca métrica mecanizada en su cara exterior.

Husillo(tornillo de potencia)

Un husillo es un tipo de varilla roscada que tiene una rosca trapezoidal. Tienen la ventaja con respecto a las varillas roscadas normales de que su diseño está orientado a generar desplazamientos.

CNC shield

El modulo CNC shield para Arduino hace que sea fácil de construir proyectos CNC (Control Numérico Computarizado). Utiliza firmware opensource de Arduino para controlar 4 motores paso a paso por medio de 4 controladores de motor A4988, con este Shield y el Arduino se puede construir todo tipo de robótica o proyectos CNC incluyendo routers CNC, cortadoras láser e incluso máquinas pick & place.

Síntesis

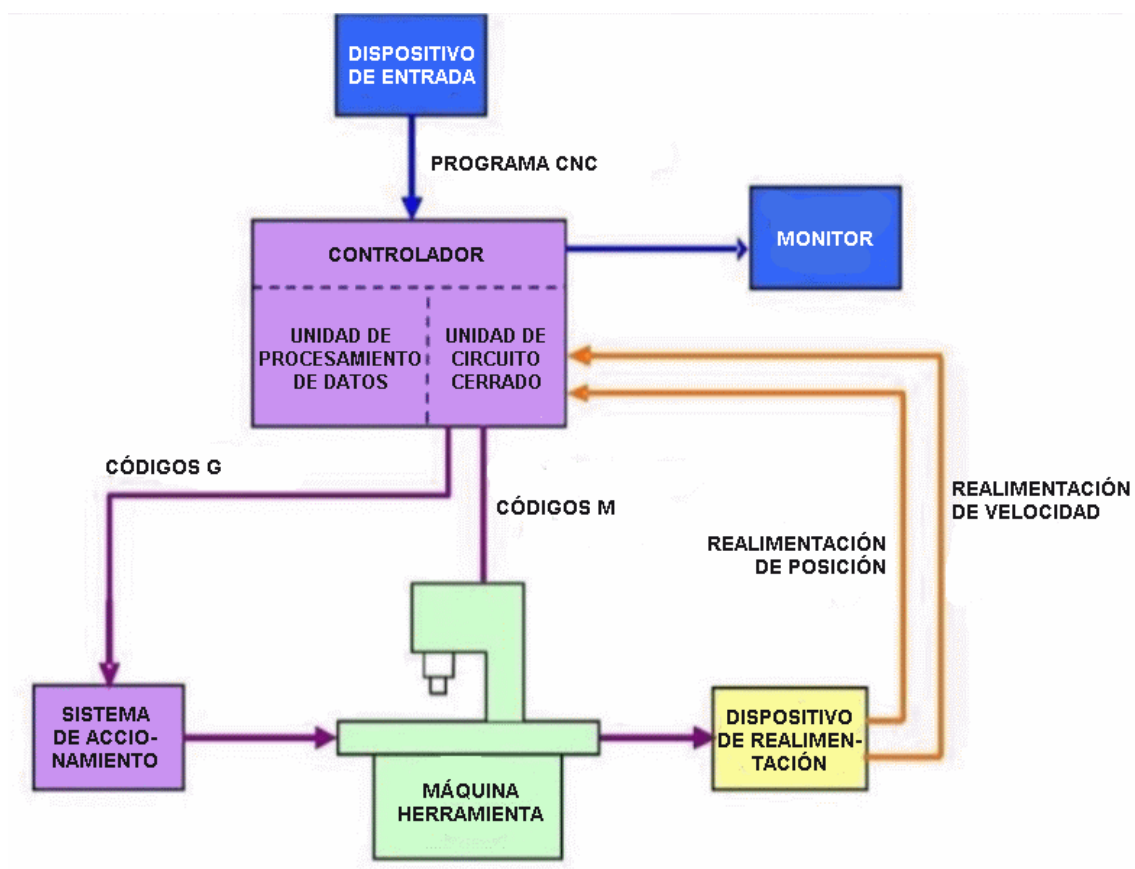
Recientemente vencieron algunas patentes que hacían que las máquinas CNC fueran un lujo de las grandes empresas lo que trajo como consecuencia el desarrollo de controladores CNC'S de bajo costo esto en conjunto con influencia de la comunidad (do it yourself) abarataron los costos de fabricación de estas máquinas a partir de la implementación de componentes genéricos y de una estructura modular.

Se podría decir que el corazón de los CNC y la parte más difícil de producir es su computadora, artefacto que controla cada movimiento de sus ejes que en conjunto trazan una trayectoria de interés para la operación a realizar ya sea de arranque de viruta o deposición de material.

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.



Como observamos en la figura anterior, 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.

Control de movimiento

Todas las máquinas CNC comparten una característica en común: 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).

Accesorios programables

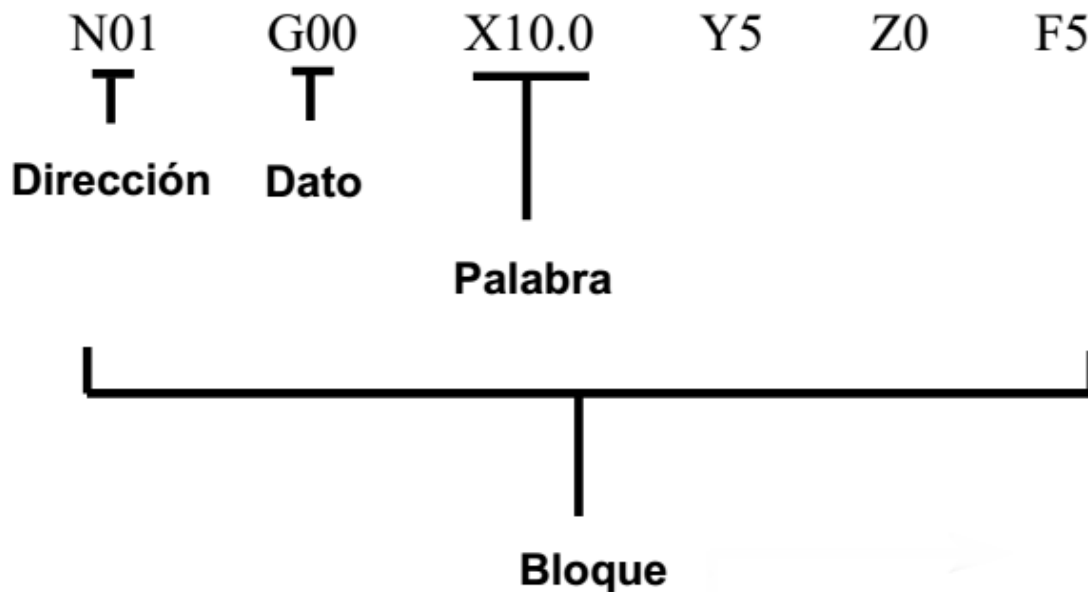
Una **máquina CNC** no sería útil si solo contara con un control de movimiento. Casi todas las máquinas son programables de varias otras maneras. El tipo específico de máquina está directamente relacionado con sus accesorios programables apropiados, por lo que puede programarse cualquier función requerida 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 antihorario, 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.

Programa CNC

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 figura de abajo, 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).

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.

Conforme a la siguiente tabla , 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).

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

Controlador CNC

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.

Programa CAM

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.

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). (Aninimo, 2016)

Análisis y optimización

Observando las máquinas existentes desde el punto de vista de la mecánica de los CNC router consiste básicamente en una herramienta de corte que se desplaza a lo largo de dos o mas ejes con el fin de dibujar el perfil a cortar ,en nuestro caso nuestro diseño esta limitado a 3 ejes de desplazamiento longitudinal por lo tanto vamos a plantear algunas generalidades y tendencias observadas en los diseños actuales a la misma vez que vamos a analizar el por que de estas con el fin de determinar las que más nos convenga.

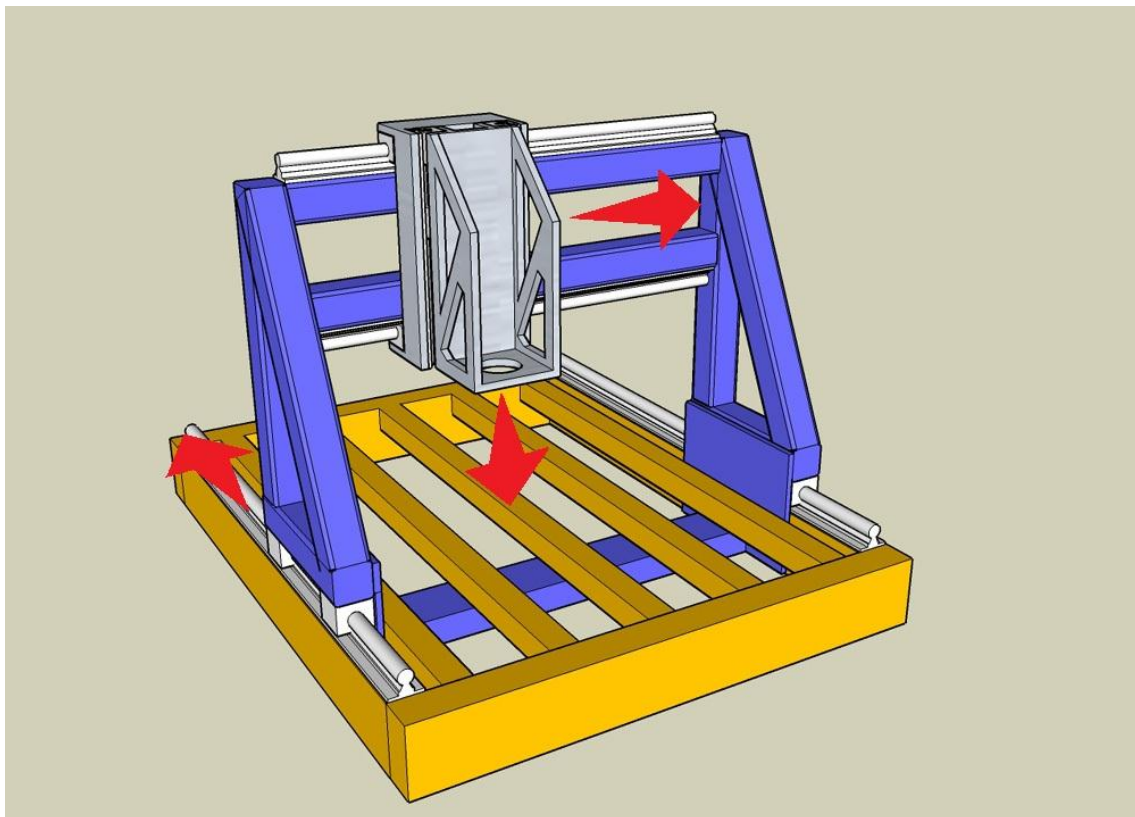
Estructura general (bastidor)

El bastidor es la armazón metálica que sirve para fijar y relacionar entre sí los distintos órganos y grupos mecánicos .Además, el bastidor debe asegurar que la posición relativa de unos órganos respecto a otros permanezca fija o varíe dentro de posiciones preestablecidas para su correcto funcionamiento. (Anonimo, diccionario.motorgiga.com, 2016)

Por consiguiente según el concepto previamente leído es de vital importancia mantener las distancias relativas entre piezas lo más constante posible con el objetivo de reducir los errores de precisión por deflexiones o deformaciones del material con lo que es necesario una alta rigidez en el bastidor. Es importante tener esto en cuenta para evaluar las posibles opciones de nuestra máquina.

Primera opcion

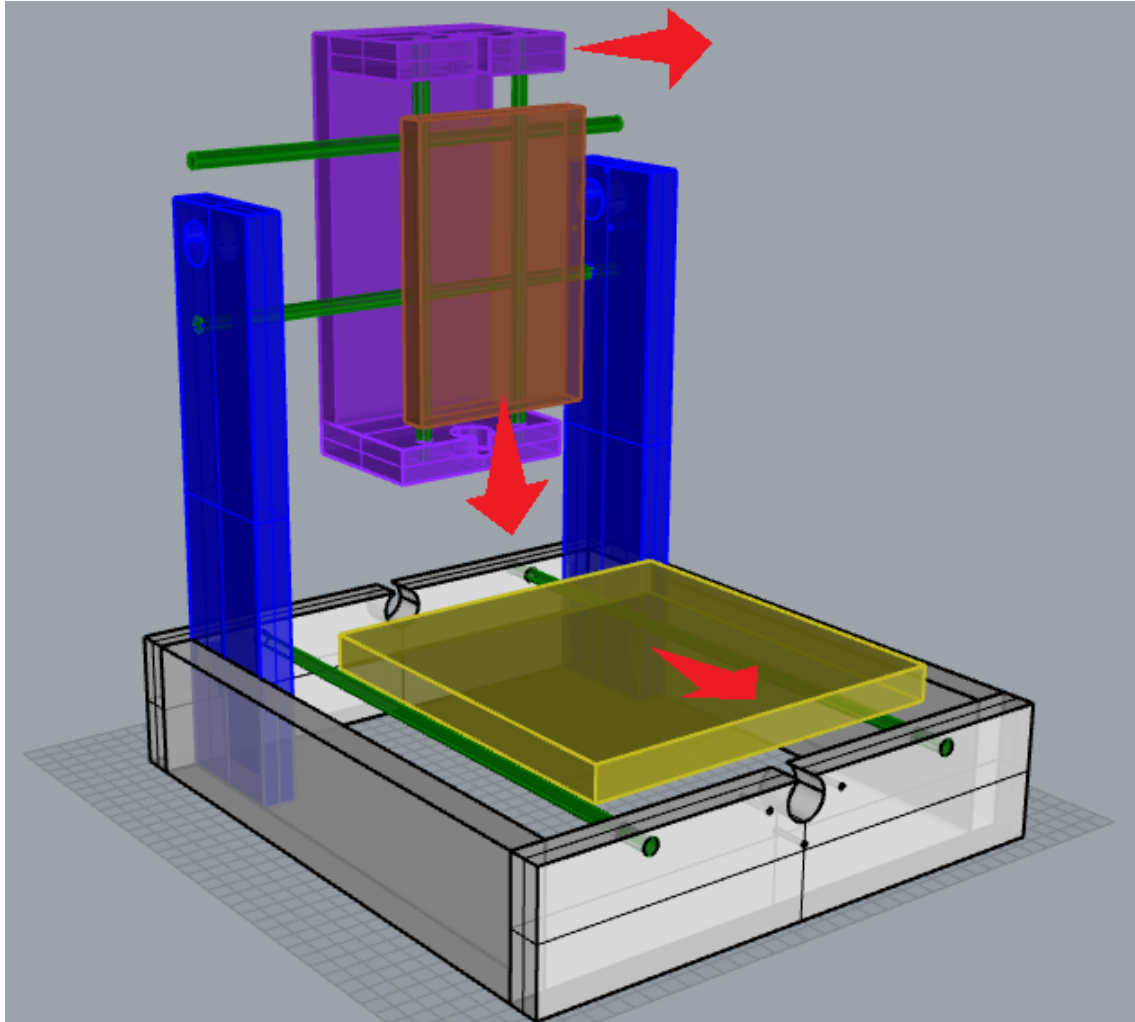
Nuestra primera opción según las tendencias de diseño observadas consiste en mantener fija la pieza o materia prima a maquinar mientras movemos la herramienta de corte alrededor de la pieza.



Como se logra ver cada flecha en la figura corresponden a los movimientos de cada uno de los ejes que como se logra apreciar se mueven independientemente manteniéndose la materia prima fija sobre el bastidor.

Segunda opción

La segunda opción consiste en mover el material a maquinar y la herramienta de corte a través de los ejes longitudinales al mismo tiempo lográndose el mismo resultado., en teoría.



Según se observa en la figura la herramienta de corte se desplaza longitudinalmente en dos direcciones mientras que la materia prima se fijaría a un soporte que se representa de color amarillo en la figura el cual estaría en movimiento también longitudinalmente con respecto al bastidor.

Conclusión

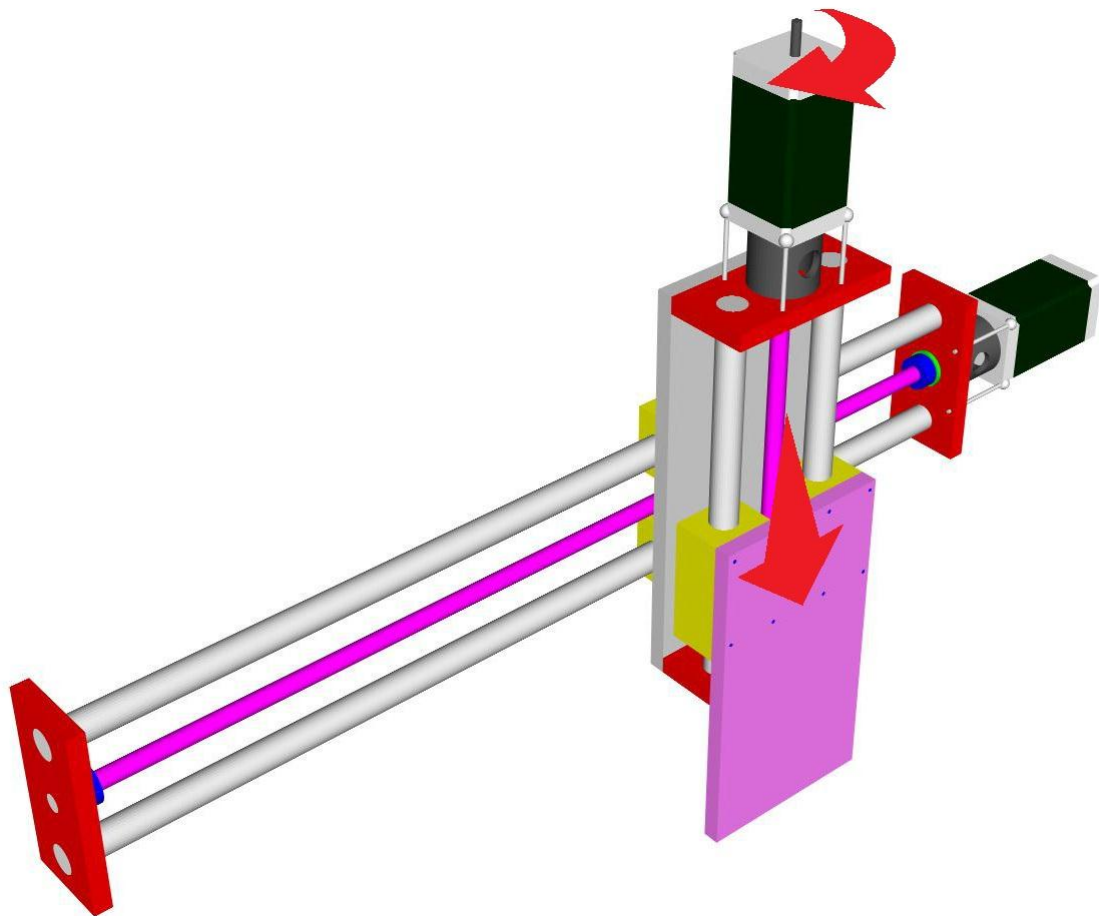
A pesar de que las dos opciones cumplen su función es necesario determinar una en específico.

El elemento clave de esta decisión básicamente se deduce del análisis de que el servomotor que moverá cada eje tiene que vencer un momento equivalente a la inercia de la masa apoyada sobre ese eje por lo tanto en el primer caso es conveniente si y solo si la herramienta de corte es más liviana que la materia prima a cortar debido a que le resultaría mucho más

fácil a los servo motores mover las cargas que posean menos peso., sin embargo este no es el caso por lo tanto nos decidimos por la segunda opción dado que es la más eficiente desde el punto de vista energético dado que un eje se encarga de mover la materia prima a trabajar lo cual es particularmente conveniente ya que los materiales a trabajar tales son maderas y plásticos tienen densidades relativamente bajas con respecto a los metales utilizados en las herramientas de cortes y algunos componentes que permite la movilidad de los ejes lo que permite mover dicho eje en esa configuración con mucha mas facilidad.

Mecanismos de transmisión de potencia

Este tipo de mecanismos son los encargados de transformar el movimiento rotacional ofrecido por el motor en movimiento lineal de una forma precisa por lo tanto son de vital importancia para la precisión y rendimiento de la máquina.



Según los mecanismos comercialmente distribuidos las posibles opciones de mecanismos de transmisión de potencia son:

Tornillos

Tornillo y tuerca (común)

Este tipo de ejes son los que venden comúnmente en las ferreterías al estar fabricados con un acero sin aliar son muy susceptibles a la deflexión especialmente con longitudes grandes con relación a su diámetro.

Tornillos de potencia

Los tornillos de potencia son una de las formas de materializar un par cinemático helicoidal o de tornillo, constando de dos piezas, un tornillo o husillo y una tuerca, entre las cuales existe un movimiento relativo de traslación y rotación simultáneas respecto al mismo eje. Los movimientos de rotación y traslación están relacionados por el paso de rosca del tornillo. Gracias a ello los tornillos de potencia son mecanismos de transmisión capaces de transformar un movimiento de rotación en otro rectilíneo y transmitir potencia. (Anonimo, mecapedia.uji.es, 2016)



Tornillo de bolas

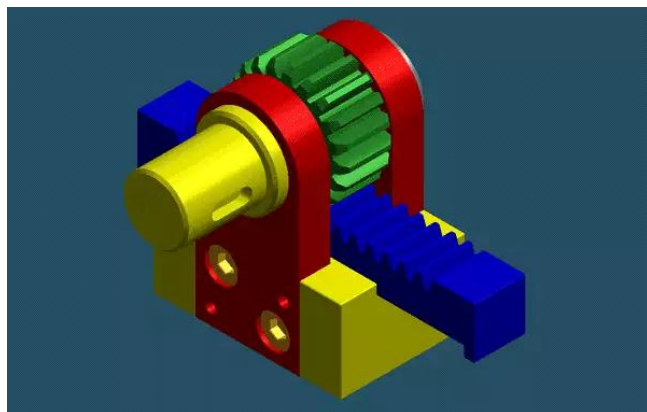


Un husillo de bola es un actuador lineal mecánico que convierte el movimiento de rotación en movimiento lineal con pocas pérdidas por fricción. Un eje roscado proporciona un camino de rodadura helicoidal a unos rodamientos de bolas que actúan como un tornillo de precisión. Como el movimiento se realiza por rotación, no por deslizamiento, el rozamiento es menor, la fricción del conjunto es baja. Y como

el esfuerzo se reparte entre varias bolas, es capaz de aplicar o resistir altas cargas de empuje. (Wikipedia, 2016)

Piñón y cremallera

El uso de un cremallera y piñón es generalmente el método más popular de métodos de traducción mecánica cuando se requieren distancias más largas, como es el caso enrutadores de gran formato y máquinas de plasma. Esto se debe principalmente a los costos con relación a mecanismos con las mismas dimensiones. (Overby, 2011)



Poleas síncronas y de tiempo

Las transmisiones de tiempo y síncronas emplean el principio de engranaje de los dientes de una correa con los de sus correspondientes poleas también dentadas. Ofreciendo mayores velocidades que otros mecanismos de transmisión de potencia siendo su principal ventaja.



Conclusiones

Aunque cada mecanismo tiene sus ventajas y desventajas hemos decidido utilizar tornillos de potencia por su relación precio fiabilidad además que nos ofrece una precisión consistente notablemente mayor que el de las poleas síncronas y una menor fricción y mayor velocidad de avance que los tornillos comunes además de un costo económicamente más bajo que los tornillos de bolas lo que convierten a los tornillos de potencia en la opción ideal para nuestra máquina.

Mecanismo de guías lineales

Los mecanismos de guías lineales proveen de soporte al movimiento rectilíneo del tornillo de potencia garantizado una trayectoria rectilínea con un movimiento suave producto de una reducida fricción orientados ortogonalmente con otros ejes.

Riel redondo

Este sistema hace uso de un carril o vástago redondo que proporciona la guía lineal trayectoria para que uno o más bloques de cojinete se desplacen a lo largo de su longitud. Los diámetros del riel están disponibles desde 1/8 hasta 4 pulgadas y están encontrado en longitudes hasta 20 pies. (Overby, 2011)



Riel de perfil

Deriva su nombre de la forma de la cruz de los carriles de su sección. Esta es una opción muy popular entre muchos usuarios, particularmente con diseños que requieran requisitos de alta carga o maneras precisas de guía. Este sistema tiene un gran número de muchas ventajas, pero es sin embargo, uno de los sistemas más caros para comprar y puede ser difícil de instalar. Los tamaños del carril del perfil están determinados por su anchura, medida en la base. (Overby, 2011)

Conclusiones

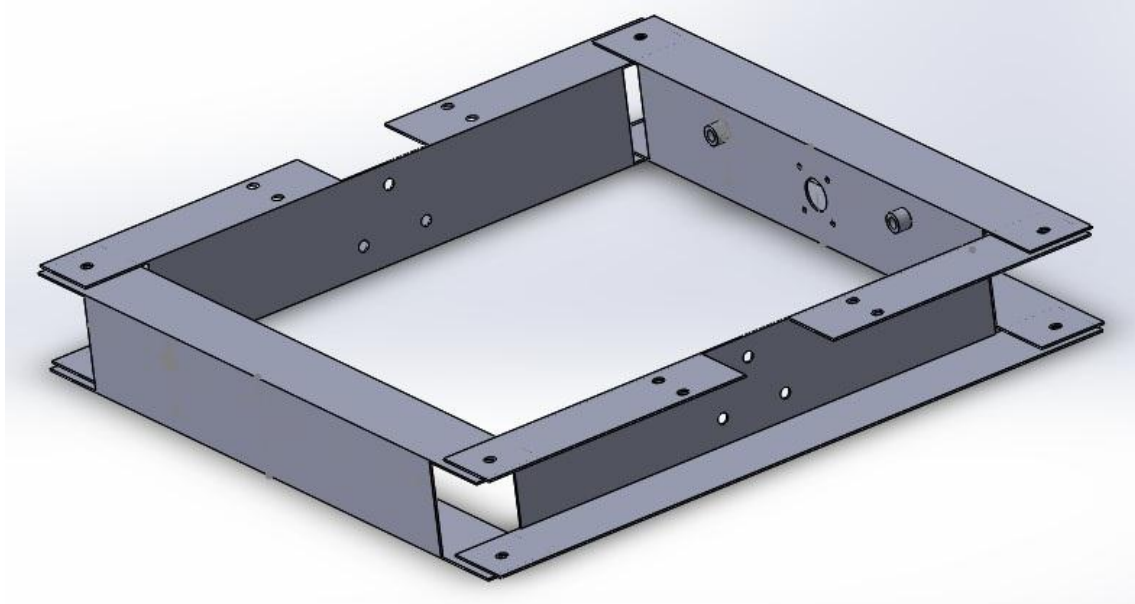
Aunque ambos tipos de mecanismo satisfacen las necesidades de la máquina a diseñar por disponibilidad localmente el riel de perfil ofrece mayor disponibilidad localmente.



Evaluación

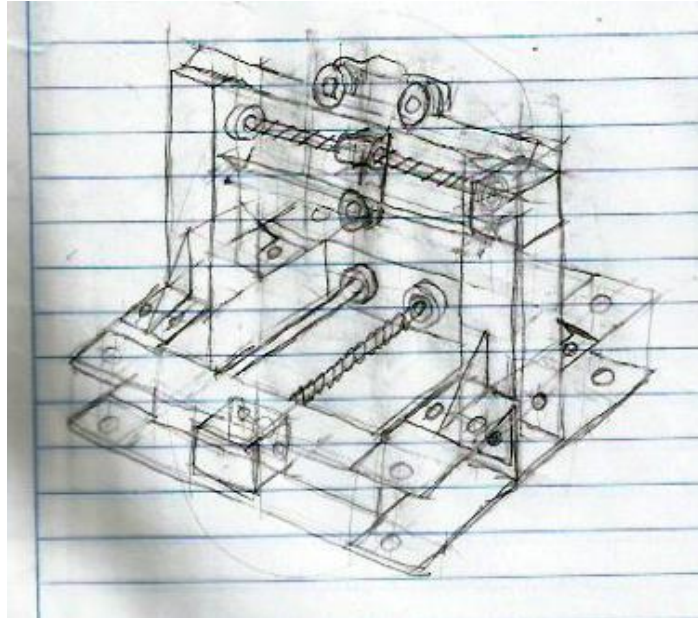
Habiendo definido específicamente los mecanismos a utilizar en la mecánica de la maquina ahora procedemos a acoplarlos entre si de una manera que no interfieran entre ellos.

Primer prototipo



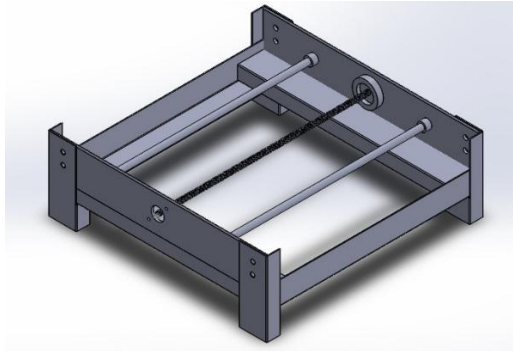
Durante esta fase estábamos considerando utilizar un perfil en c como el observado en la figura unido entre si por pernos.

Nuestra metodología de diseño consistía en plantear las ideas sobre cómo deberían quedar los mecanismos en un dibujo a mano alzada para luego definir en un programa de diseño (solidworks) las dimensiones reales de cada uno de los componentes individuales, finalmente se analizaba si disponíamos de los procesos de manufacturas necesarios para fabricar las piezas de la maquina como proceso de validación final.

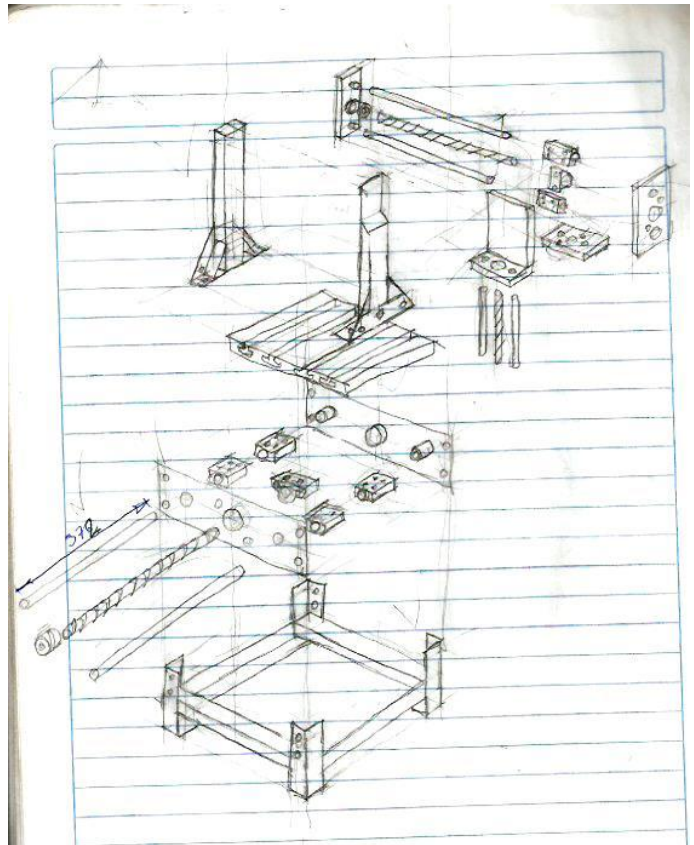


Segundo prototipo

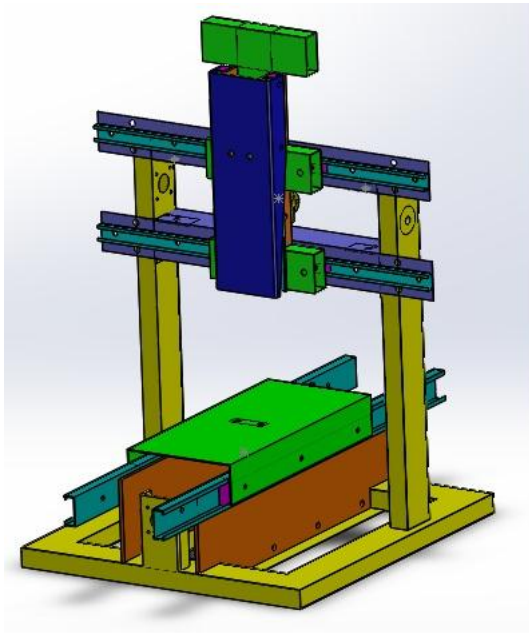
Según lo observado en el diseño anterior logramos determinar con la ayuda de algunas investigaciones especialmente en el capítulo de diseño de bastidores y uniones fijas del libro de Diseño de máquinas y mecanismos de Robert L. Mott que era más adecuado usar un perfil cerrado como tubos cilíndricos, rectangulares o cuadrados debido a que poseen un mayor momento de inercia lo que mejora notablemente la rigidez del bastidor.



En las imágenes que podemos observar, se nota aparentemente una mejora en la rigidez es decir se ha logrado una estructura de mayor rigidez con respecto al primer prototipo, esto logrado en gran medida por la implementación de perfilera rectangular de 2x1 pulgadas y angulares de 2x2 pulgadas.



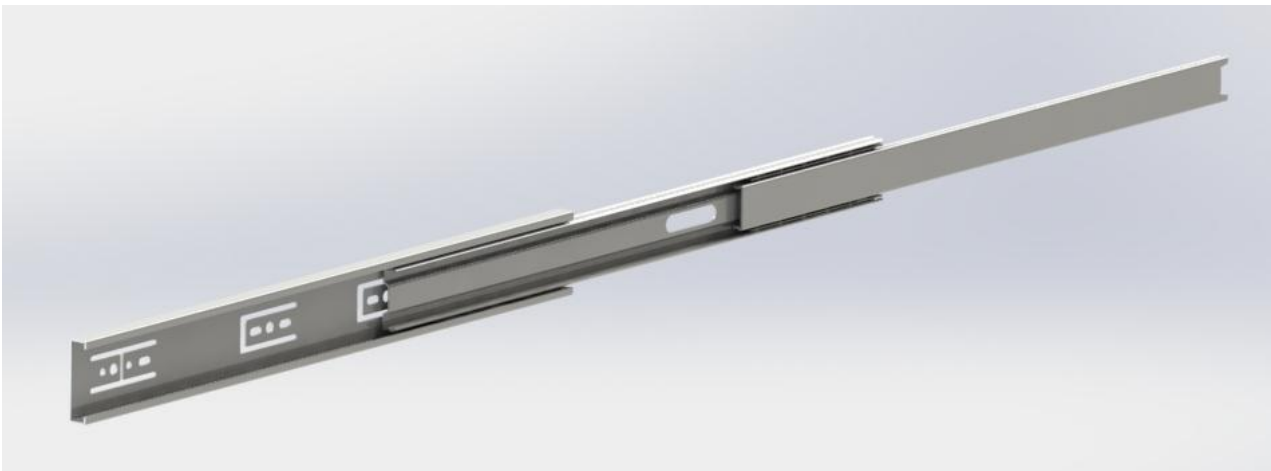
Tercer prototipo



En pro de una mejora en los procesos de manufactura en esta fase hemos planteado un diseño completamente por perfiles y materiales metálicos como se puede observar en la figura el diseño esta completamente definido brindando principal atención en la concentricidad de los agujeros perforados para los asientos de cojinetes y soportes para motores.

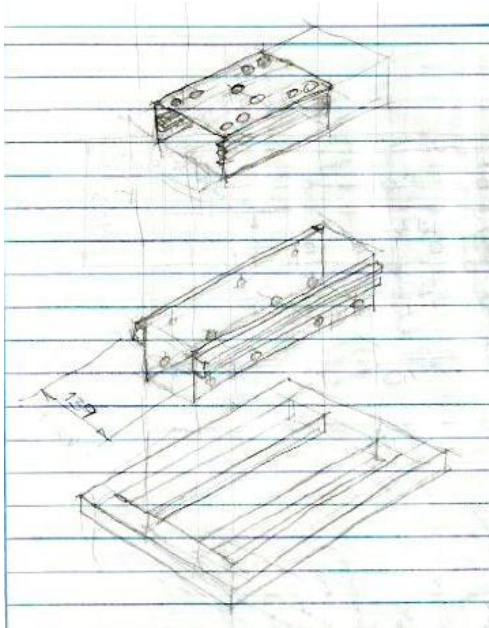
Hemos cambiado el sistema de guías lineares de riel de perfil a unos soportes de deslizamientos para gavetas ofrecidos en SINSA(Ferretería local) debido a la dificultad para encontrar en el comercio local los mecanismos anteriormente propuestos además cabe destacar que el rendimiento de estos soportes es mas que aceptable ya que ofrecen poco juego entre las partes móviles que lo componen y poca fricción

lográndose un desplazamiento suave reduciendo la energía requerida por los servomotores para el movimiento del mismo.



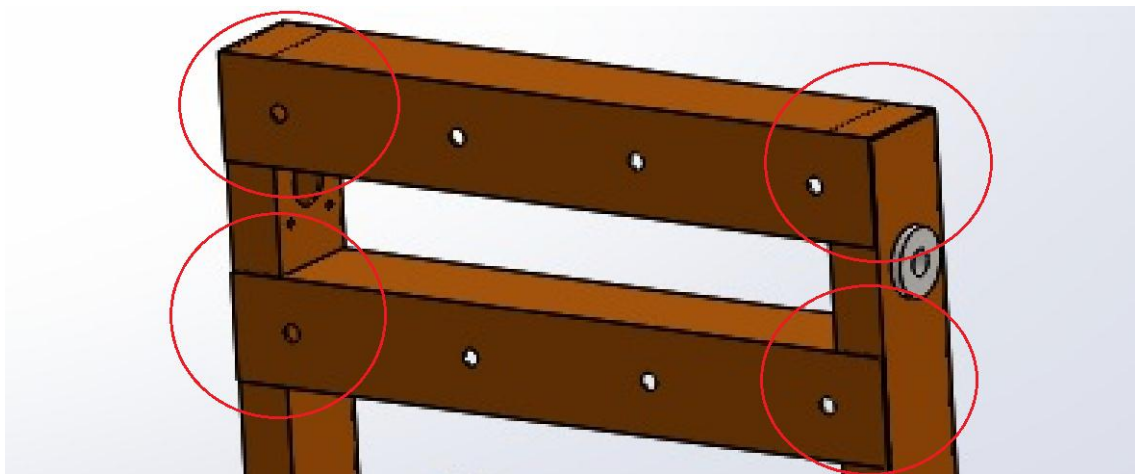
Resultados

Como resultado de los prototipos anteriormente expuestos determinamos modelo final el cual satisface todas las necesidades de diseño de la máquina y permite su manufactura en el periodo recomendado y con las máquinas y herramientas que disponemos.



El primer punto sujeto a cambios fue la determinación de un sistema de desplazamiento unico como lo fue los soportes para gavetas pero mas específicamente los soportes que adquirimos eran soportes telescópico lo que implicaba que eran varios rieles deslizándose uno dentro del otro provocando el movimiento longitudinal requiriendo un soporte en el cual iba atornillado de menor longitud reduciendo el volumen de la maquina pasando 640 mm anteriormente a 400 mm siendo esto una mejora notable.

Otro cambio fue la decisión de soldar el soporte del eje Y en vez de atornillarlo lo que aumenta la rigidez del marco reduciendo las deformaciones provocadas ante posibles esfuerzos producidos durante el maquinado.



Además cambiamos el material del cual iba a estar constituido la base maquinado a madera justificado por los altos precios del aluminio que era el material anteriormente considerado y por el bajo peso que la madera posee en relación a su resistencia ,cualidad necesaria para reducir los esfuerzos generados por el servomotor.



Otra mejora realizada al conjunto es el sistema de sujeción que aunque simple es eficiente este consiste en un par de regla con agujeros pasantes en sus extremos que van sujetadas por cuatro tornillos que atraviesan la superficie de maquinado para proveer un soporte firme además de colocar reglas de madera entre la materia prima y la superficie de maquinado con el objetivo de que la hoja corte no logra dañar la superficie de corte al no ser necesario el contacto entre estas para efectuar el acabado de las piezas a trabajar.

Proceso de fabricación

Corte de los perfiles rectangulares de 2x1 pulgadas



Proceso de soldadura en perfiles rectangulares



Colocación de soporte para motores



Colocación de asiento de cojinete y soporte del eje Y



Preparación de soportes y perforaciones para pernos en el soporte del eje x



Proceso de pintura del marco



Colocación de rieles de deslizamiento lineal



Ensamblaje de componentes del eje Z



Montaje de superficie de maquinado



Montaje de cabezal giratorio



Resultado final (por el momento)



Conclusiones (generales)

La tecnología basada en el control numérico computarizado (CNC) aunque complicada es algo que tarde o temprano se tenía que hacer localmente y nosotros creemos ampliamente que la base teórica y práctica que hemos planteado va a ser de mucha ayuda para futuros proyectos relacionados con el tema ya durante el proceso de diseño proponemos un planteamiento lógico sobre por qué hicimos cada elección de cada uno de los componentes.

Durante el transcurso de la fabricación logramos aprender que a veces conceptos que parecen perfectos en la teoría no lo son en la práctica debido a circunstancias del entorno que dificultan la implementación de ciertas soluciones por lo cual hemos tenido muchas veces que rediseñar la maquina alentando nuestro pensamiento crítico.

Aunque francamente no hemos hecho pruebas de fabricación de piezas como engranes debido a la complejidad de la maquina confiamos en que la maquina tiene la robustez necesaria para elaborar piezas de gran precisión y fiabilidad esto gracias en gran medida a las decisiones tomadas en la fase de diseño.

Recomendaciones

1. En la manera de lo posible lograr variar por medio de la computadora interna de la maquina la velocidad del cabezal giratorio esto permitiría tener un completo control sobre el régimen de corte.
2. Rediseñar el eje Z a fin de que se desplace todo el puente que lo soporta, esto con el de evitar las cargas torsional que se tienen que soportar en el diseño actual ya que producen deflexión.
3. Optimizar el peso de las partes móviles como el eje Z y la superficie de maquinado ya que afecta en gran medida la eficiencia de los servomotores.
4. Añadir un cuarto eje de giro con el fin de realizar piezas más elaboradas(engranajes helicoidales)

Bibliografía

- Anónimo. (1 de 12 de 2016). Obtenido de [www.demaquinasyherramientas.com](http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/introduccion-a-la-tecnologia-cnc):
<http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/introduccion-a-la-tecnologia-cnc>
- Anónimo. (28 de 12 de 2015). *De máquinas y herramientas*. Obtenido de
<http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/introduccion-a-la-tecnologia-cnc>
- Anónimo. (4 de 12 de 2016). Obtenido de [diccionario.motorgiga.com](https://diccionario.motorgiga.com/bastidor):
<https://diccionario.motorgiga.com/bastidor>
- Anónimo. (1 de diciembre de 2016). *mecapedia.uji.es*. Obtenido de [mecapedia.uji.es](http://www.mecapedia.uji.es/tornillo_de_potencia.htm):
http://www.mecapedia.uji.es/tornillo_de_potencia.htm
- Overby, A. (2011). CNC Machining Handbook. En A. Overby, *CNC Machining Handbook* (pág. 47). New York: McGraw-Hill.
- Wikipedia*. (29 de noviembre de 2016). Obtenido de [Wikipedia](https://es.wikipedia.org/wiki/Husillo_de_bolas):
https://es.wikipedia.org/wiki/Husillo_de_bolas