

PRÁCTICA ACADÉMICA EN LA EMPRESA HUMAN BIONICS

ALEXANDER ANGULO URIBE

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERIA MECATRÓNICA

BUCARAMANGA

2017

PRÁCTICA ACADÉMICA EN LA EMPRESA HUMAN BIONICS

INFORME FINAL DE LA PRACTICA ACADEMICA

ALEXANDER ANGULO URIBE

DIRECTOR

M. Sc. ROGER PEÑA MEZA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERIA MECATRÓNICA

BUCARAMANGA

2017

Nota de aceptación:

M. Sc. Roger Peña Meza

Director de práctica

Bucaramanga, 10 de Agosto de 2017.

Tabla de contenido

Introducción.....	8
Objetivos.....	9
Objetivo general.....	9
Objetivo específico.....	9
1. Marco conceptual.....	10
1.1. Software siemens nx10	10
1.2. Impresora 3d.....	11
1.2.1. Impresora Witbox	11
1.3. Software cura.....	12
1.4. Cnc.....	13
1.5. Variador de frecuencia y spindles.....	14
1.6. Teoría de levitación	15
2. Actividades	20
2.1. Descripción de actividades	20
Observaciones y recomendaciones	35
Conclusiones.....	36
Referencias	37
ANEXOS	39
Anexo A	39
Anexo B.....	40

Lista de figuras

Figura 1. Interfaz de trabajo NX 10.Fuente: Autor	10
Figura 2. Impresora witbox. Fuente: Autor	12
Figura 3.Interfaz cura. Fuente: Autor	12
Figura 4. CNC greenBull. (4'x8' Heavy Duty CNC Machine, 2017)	13
Figura 5. Se ilustra la orientación de los imanes para formar la matriz o el vector. (Mallinson, 1973)	15
Figura 6. Se muestra el efecto de esta formación Halbach sobre el campo magnético. (Mallinson, 1973)	15
Figura 7.Levitron y líneas de campo magnético (Levitron, 2017).....	16
Figura 8.Plataforma de levitación comercial (Electroiman, 2017)	17
Figura 9. Comportamiento del campo magnético en material diamagnético. (MAGNETISMO: TIPOS DE MATERIALES SEGÚN SUS PROPIEDADES MAGNÉTICAS, 2011)	18
Figura 10. Resultado de la prueba de impresión. Fuente: Autor	22
Figura 11. Impresión de prueba luego de configurar perfiles de impresión. Fuente: Autor	23
Figura 12. Comparación de impresión luego de calibración mecánica, en la figura (a) se aprecia la impresión de contorno cuadrado y una figura circular antes de la calibración mecánica y en la figura (b) se muestra el resultado de la calibración mecánica. Fuente: Autor	23
Figura 13.Prototipos médicos impresos para mediimplante. Fuente: Autor.....	24
Figura 14. Prototipo proyecto ANDA. Fuente: Autor.....	24
Figura 15. Resultado del ensamble de la parte electrónica en el prototipo. Fuente: Autor	25
Figura 16.Resultado del ensamble de la parte electrónica. Fuente: Autor	25
Figura 17.Cnc versión Bulidyourcnc de la empresa siark. Fuente: Autor.....	26
Figura 18.Variador de frecuencia y spindles. Fuente: Autor	26
Figura 19. Equipo de grabaciones Human Bionics. Fuente: Autor.....	27
Figura 20. Vista las primeras etapas del modelado del juguete. Fuente: Autor	28
Figura 21. De izquierda a derecha tenemos el modelo final del juguete, vista frontal y vista lateral de juguete impreso. Fuente: Autor	29
Figura 22. Electroimanes finalizados. Fuente: Autor	30
Figura 23. Esquema del puente H. Fuente: Autor	30
Figura 24. En la imagen (a) se observa la PCB del puente H y la imagen (b) muestra la PCB en 3D. Fuente: Autor	31

Figura 25. En la imagen (a) se observa la PCB de los sensores y la imagen (b) muestra la PCB en 3D. Fuente: Autor.....	31
<i>Figura 26. Vista superior de circuito de puente H. Fuente: Autor.....</i>	<i>31</i>
Figura 27. Vista isométrica del circuito de los sensores. Fuente: Autor.....	32
Figura 28. Prueba de la planta conectada. Fuente: Autor.....	32
Figura 29. Puente H virtual simulink. Fuente: Autor.....	33
Figura 30. Lectura y acoplamiento de señal de sensores. . Fuente: Autor.....	33
Figura 31. Implementación en simulink del controlador. Fuente: Autor.....	34

Lista de tablas

Tabla 1. Implementación en el producto.....	28
---	----

Introducción

Human Bionics es una Compañía de ingeniería Biomédica e Investigación tecnológica dedicada al diseño y creación de prototipos innovadores que mejoran la salud y calidad de vida de personas sanas o con discapacidad alrededor del mundo.

El objetivo de Human Bionics es reducir el impacto económico, familiar y social de enfermedades o lesiones serias a través de productos y métodos originales de tratamiento y rehabilitación, aliviando dolores, restaurando la salud, buscando que las personas recuperen su independencia.

Los productos de Human Bionics son reconocidos por su innovación y atractivo diseño. La seguridad, funcionalidad y ergonomía son la principal prioridad a la hora de diseñar un producto o aplicación Human Bionics.

La ejecución de la practica fue realizada en Human Bionics en el departamento de I+D+ i que es el encargado de dar forma a la idea inicial de un producto y de convertirla en una realidad trabajando con las últimas tecnologías a través de los equipos de Ingeniería y Diseño Industrial.

Este informe tiene como finalidad la presentación del desarrollo de las actividades que se dieron a cabo durante las prácticas académicas para optar el título de ingeniero Mecatrónico.

La estancia en la empresa fue de 5 meses en el departamento de I+D+i, iniciando el 1 de marzo de 2017 hasta el 1 de agosto del mismo año, con una intensidad horaria de 40 horas semanales, durante todo el tiempo de prácticas se está en un continuo aprendizaje y para ello fue indispensable aplicar capacitaciones en los programas: Siemens unigraphics nx 10¹ y Cura 2.4²

¹ Es un paquete de software CAD/CAM/CAE desarrollado por la compañía Siemens PLM Software

² Es un software diseñado por Ultimaker para imprimir piezas en impresoras 3D

Objetivos

Objetivo general

- Realizar una práctica empresarial en la empresa Human Bionics, con el fin de aplicar los conocimientos adquiridos durante el periodo de formación académica en un escenario laboral.

Objetivo específico

- Realizar el mantenimiento de la impresora Witbox³.
- Apoyar el área de diseño e ingeniería del departamento i+D+i
- Supervisar el prototipado de piezas
- Diseñar y construir un juguete capaz de levitar sobre una plataforma

³ La primera impresora 3D fabricada en España, con un tamaño de impresión DIN A-4 (Fernandez Aldariz, 2013).

1. Marco conceptual

1.1. Software siemens nx10

NX, también conocido como Siemens NX o simplemente Unigraphics o U-G, es un paquete de software CAD/CAM/CAE desarrollado por la compañía Siemens PLM Software (una unidad de negocios de la división de Siemens Industry Automation). (NX(Unigraphics), 2016)

NX para Diseño es una solución integrada para el diseño de productos que optimiza y agiliza el proceso de desarrollo de productos para los ingenieros que necesitan ofrecer productos innovadores en entornos de colaboración.

A diferencia de las soluciones empresariales cerradas y exclusivamente CAD, NX para Diseño ofrece el más alto nivel de integración entre las diversas disciplinas de desarrollo en un entorno abierto y de colaboración

Las herramientas de diseño de NX son superiores en potencia, versatilidad y productividad. Podrá trabajar de manera más rápida y eficaz en toda la gama de tareas de diseño, desde diseño en 2D hasta modelado en 3D, diseño de conjuntos, dibujo de planos y documentación. En la Figura 1 se muestra la interfaz de trabajo. (NX para Diseño: Siemens PLM Software, 2017)

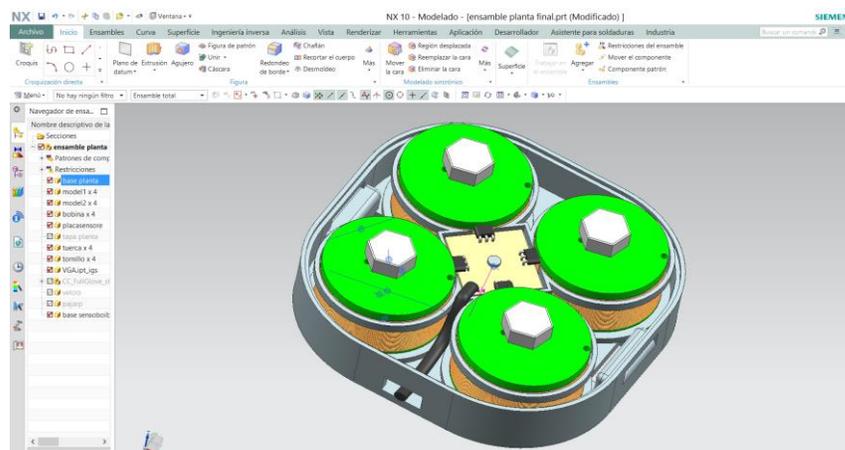


Figura 1. Interfaz de trabajo NX 10. Fuente: Autor

1.2. Impresora 3d

Una impresora 3D es una máquina capaz de crear objetos sólidos tridimensionales a partir de un diseño hecho por ordenador. En la actualidad, hay diferentes tecnologías que permiten realizar esto. La bq Witbox utiliza el método denominado Fabricación de Filamento Fundido (FFF) que consiste en ir añadiendo, capa por capa, filamento polimérico fundido hasta completar la pieza deseada. (Witbox:Manual de usuario, 2017)

1.2.1. Impresora Witbox

A finales de 2013, presentan la Witbox, la primera impresora 3D fabricada en España, con un tamaño de impresión DIN A-4 (21 x 29,7 cm). Y es compatible con software de código abierto de diseño 3D.

En este caso, Bq Witbox ver Figura 2 se presenta en un diseño totalmente encapsulado para evitar la interrupción accidental de la impresión, además de alejarse de agentes externos, como el polvo, reducir el nivel de ruido y mantener independiente la temperatura interior del exterior. Para facilitar el trabajo, la impresora incluye un lector de tarjetas SD y una pantalla LCD retro iluminada que utiliza para comunicarse con el usuario.

Por su parte, la impresora cuenta con un innovador sistema de impresión, inspirado en la curva de Fibonacci, con un tubo de teflón para el paso del hilo, lo que aporta un acabado más profesional y favorece el apilamiento de hasta tres impresoras, creando una red para entornos profesionales.

A nivel de calidad, Bq Witbox puede construir capas de hasta 100 micras usando, como consumible, PLA (bobina de bioplástico termo sensible y moldeable con un punto de fusión muy bajo que consume una menor cantidad de energía). También incorpora un sistema de flujo de aire continuo para enfriar el consumible más rápidamente y conseguir una impresión más estable, lo que redonda en trabajos con mejores acabados.

En cuanto al software, el sistema cuenta con Witsoft, un entorno de gestión sencillo desarrollado por el equipo de Bq en España, aunque también es compatible con el software

libre de gestión para entornos 3D existente, dejando al usuario libertad para escoger la plataforma. (comino, 2013)

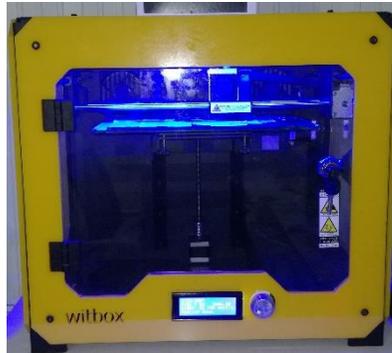


Figura 2. Impresora witbox. Fuente: Autor

1.3. Software cura

Cura es un software diseñado por Ultimaker para imprimir piezas en impresoras 3D. La interfaz clara e intuitiva de Cura permite tomar decisiones sobre el aspecto y la calidad de la pieza en 3D que quieras imprimir de una manera rápida y sencilla. Mientras se eligen los parámetros de impresión, Cura dimensiona el diseño en capas para poder imprimirlo lo más rápido posible sin tener que preocuparnos de nada más. En la Figura 3 se aprecia la interfaz de cura. (Witbox:Manual de usuario, 2017)

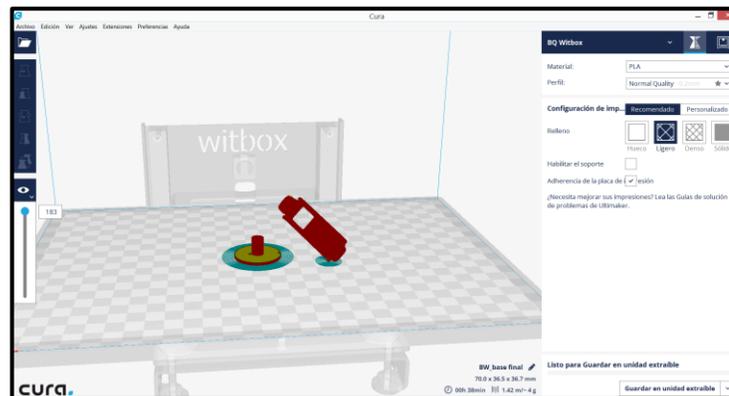


Figura 3. Interfaz cura. Fuente: Autor

1.4. CNC

Perfecto para hojas estándar de 4 'x 8', la máquina CNC GreenBull 4X Heavy Duty es ideal para todas las necesidades de mecanizado. No dejes que la estructura de madera te engañe. El greenBull puede hacer frente a casi todos los trabajos que se lanzan con precisión y exactitud. Ideal para madera, acrílico e incluso aluminio ligero.

El CNC GreenBull Heavy Duty (ver Figura 4) es un equipo de máquina CNC completamente equipado que le permitirá moler hojas de 4 'x 8' de longitud completa.

La serie greenBull, al igual que todas nuestras máquinas, es de fabricación estadounidense en el gran estado de Texas. Ya sea que esté buscando automatizar el proceso para aplicaciones generales de carpintería, gabinetes, construcción de letreros, construcción o fresado de otros materiales como acrílico o aluminio ligero, GreenBull tiene el poder de reducir significativamente su tiempo de producción.

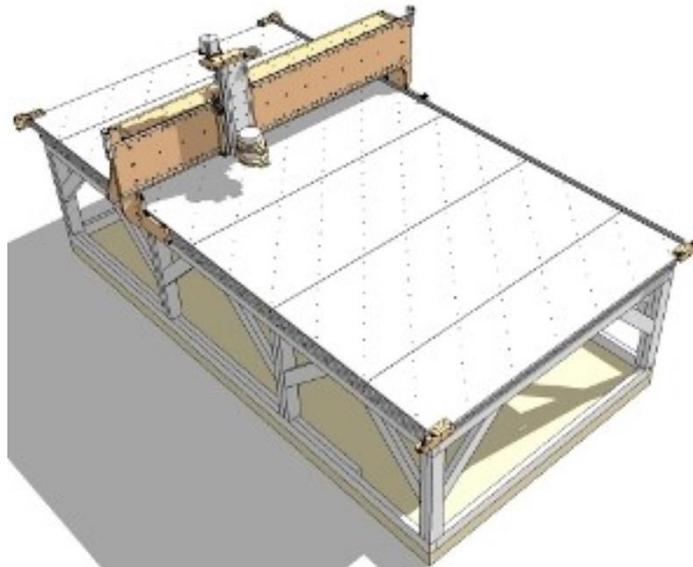


Figura 4. CNC greenBull. (4'x8' Heavy Duty CNC Machine, 2017)

¿Mencionamos que también podemos lanzar un láser sobre él? Todas las máquinas de la serie greenBull vienen con la opción de equipar un tubo láser de CO2 de 40W en el pórtico para que pueda cortar y quemar en la misma máquina. (4'x8' Heavy Duty CNC Machine, 2017)

1.5. Variador de frecuencia y spindles

Se trata de una unidad de frecuencia variable de 2.2 kilovatios (VFD o inversor). La frecuencia máxima del inversor es 400Hz. El inversor viene con un manual de instrucciones.

Los husillos requerían el uso de un VFD (Variador de frecuencia) para funcionar. Estos VFD también se denominan inversores de husillo. El VFD toma la energía de la pared y crea una frecuencia con voltaje y corriente para girar el eje. La frecuencia puede ser controlada para controlar las RPM del husillo.

El VFD tiene un potenciómetro para ajustar la velocidad o RPM, pero las RPM del husillo también se pueden ajustar automáticamente desde el software de control. El VFD tiene una pantalla que muestra muchos aspectos de la condición o estado actual del husillo incluyendo RPM o frecuencia, dirección del giro del husillo, cualquier falla o error que pueda estar ocurriendo y mucho más. Todos los aspectos del husillo pueden ser controlados por el VFD y el VFD también puede ser programado (se puede configurar el ajuste).

El VFD controla el par de giros y la velocidad comandada mediante el control PID (Proporcional, integral y derivativo) que asegura que el husillo tiene la corriente y el par que necesita para mantener las RPM bajo diferentes condiciones de carga.

Los routers no pueden hacer esto y exhibirán una reducción en RPM (que se atascan) cuando la carga adicional se pone en el ranurador, como intentar cortar profundamente en el material.

El control de la VFD se puede hacer manualmente, o puede ser completamente controlado mediante software de control como Mach3 y LinuxCNC. La cara de la VFD contiene botones para ejecutar, modo, reversa / Jog, Stop.Reset, Enter y varios botones de flecha para navegar y establecer varias funciones a través del menú.

El VFD contiene muchas conexiones de terminales para el cableado del husillo al VFD, cableando el controlador (computadora u otro dispositivo de control) al VFD y cableando el

VFD a la toma de corriente de la red. (2.2 kW (kilowatt) Inverter (Variable Frequency Drive - VFD), 2017)

1.6. Teoría de levitación

La matriz halbach

Es una combinación especial de imanes permanentes dispuestos para reforzar el campo magnético a un lado de la matriz mientras que elimina por interferencia el campo magnético en el lado opuesto. En la ilustración (figura 2), el campo magnético se fortalece en el lado inferior y queda casi anulado en el lado superior. El diseño (en la parte frontal, la derecha arriba, la izquierda abajo) puede continuar hasta el infinito sin ningún problema. Es un proceso similar a la disposición de los imanes en forma de herradura dispuestos alternativamente con la polaridad invertida. (Mallinson, 1973)

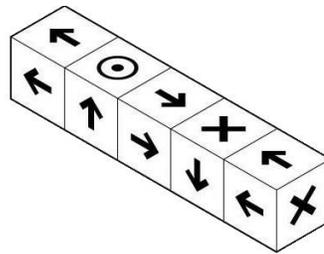


Figura 5. Se ilustra la orientación de los imanes para formar la matriz o el vector. (Mallinson, 1973)

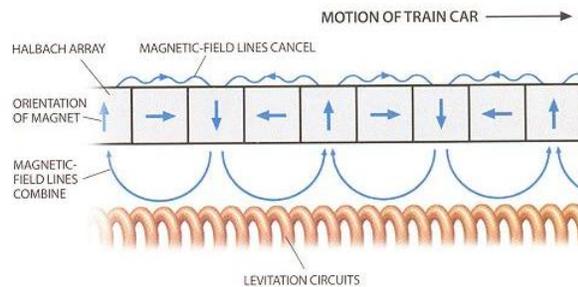


Figura 6. Se muestra el efecto de esta formación Halbach sobre el campo magnético. (Mallinson, 1973)

Imanes cerámicos (Levitron)

Es un fenómeno de levitación magnética mediante el cual un imán giratorio o conjunto de imanes es levitado por fuerzas magnéticas por encima de otro imán o conjunto de imanes y estabilizado por efecto giroscópico debido a un giro que no es demasiado rápido ni demasiado lento. Para permitir una necesaria precesión.

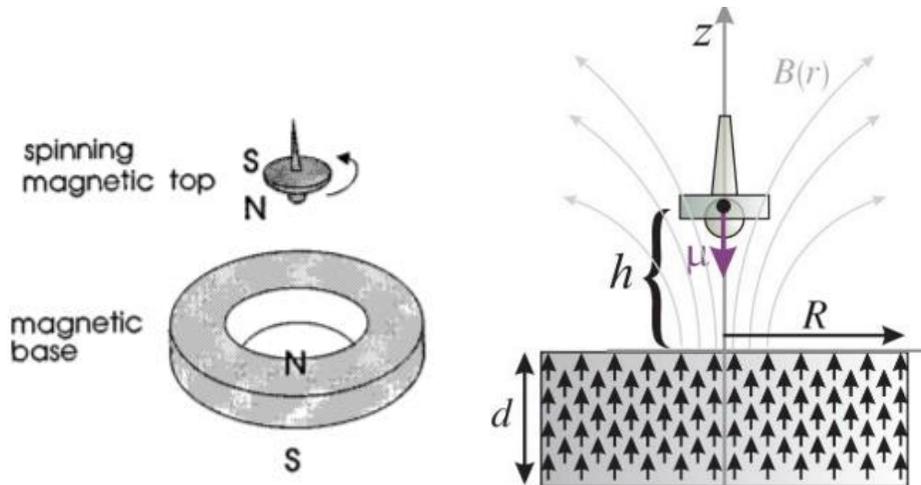


Figura 7. Levitron y líneas de campo magnético (Levitron, 2017)

En la Figura 7.derecha se observan las líneas de campo magnético que generan un encerramiento o guía para que la peonza se mantenga en la posición deseada pero para que esto ocurra la peonza debe estar girando para permitir la creación de un campo continuo de repulsión. Algunos levitrones utilizan una base rectangular con agujero en el centro para permitir la guía o encerramiento de la peonza (Levitron, 2017)

Electroimanes

El material del núcleo del imán (generalmente hierro) se compone de pequeñas regiones llamadas dominios magnéticos que actúan como pequeños imanes. Antes de que la corriente en el electroimán se activa, los dominios en el núcleo de hierro están en direcciones al azar, por lo que sus campos magnéticos pequeños se anulan entre sí, y el hierro aún no tiene un campo magnético de gran escala. Cuando una corriente pasa a través del alambre envuelto alrededor de la plancha, su campo magnético penetra en el hierro, y

hace que los dominios giren, alineándose en paralelo al campo magnético, por lo que sus campos magnéticos diminutos se añaden al campo del alambre, creando un campo magnético que se extiende en el espacio alrededor del imán. Cuanto mayor es la corriente que pasa a través de la bobina de alambre, más dominios son alineados, aumentando la intensidad del campo magnético. (Electroiman, 2017)



Figura 8. Plataforma de levitación comercial (Electroiman, 2017)

Según la investigación realizada se encontró que el tipo de levitadores que funcionan por repulsión como se muestra en la Figura 8 utilizan un imán permanente de ferrita o en algunos casos de neodimio en forma de anillo lo que genera un campo de repulsión y en el centro utilizan una matriz de 2x2 de electroimanes para generar un campo de atracción de esta forma mantener el objeto centrado y sujeto en la mitad del campo repulsivo dándole una estabilidad como si se tratara de una guía.

Materiales diamagnéticos

Los materiales denominados diamagnéticos se caracterizan por ser repelidos por los imanes (es lo opuesto a los materiales ferromagnéticos, que son atraídos por los imanes). El fenómeno del diamagnetismo fue descubierto en septiembre de 1845 por el físico y químico Michael Faraday cuando observó que un trozo de bismuto era repelido por un imán, cualquiera que fuese el polo. Esa experiencia indicaba que el campo externo generado por el imán inducía en el bismuto un dipolo magnético de sentido opuesto.

Pero, ¿qué sucede en los materiales para que ocurra este fenómeno?

El diamagnetismo se puede explicar de forma sencilla si se considera una consecuencia de aplicar la Ley de Lenz a nivel molecular. Según la teoría electromagnética, siempre que varía el flujo magnético se genera una corriente inducida y, según esta Ley, "el sentido de las corrientes inducidas es tal que con sus acciones electromagnéticas tienden a oponerse a la causa que las produce".

Todos los átomos contienen electrones que se mueven libremente y cuando se aplica un campo magnético exterior se induce una corriente superpuesta cuyo efecto magnético es opuesto al campo aplicado.

Otra forma de explicar el diamagnetismo es a partir de la configuración electrónica de los átomos o de los sistemas moleculares. De esta forma, el comportamiento diamagnético lo presentan sistemas moleculares que contengan todos sus electrones apareados y los sistemas atómicos o iónicos que contengan orbitales completamente llenos. Es decir los espines de los electrones del último nivel se encontrarán apareados (por tanto el momento magnético de los espines es prácticamente nulo). (MAGNETISMO: TIPOS DE MATERIALES SEGÚN SUS PROPIEDADES MAGNÉTICAS, 2011)

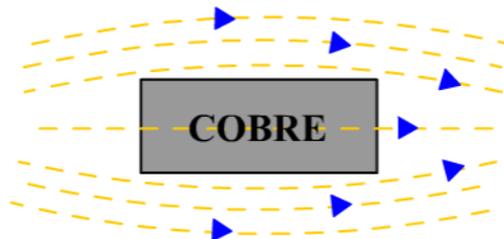


Figura 9. Comportamiento del campo magnético en material diamagnético. (MAGNETISMO: TIPOS DE MATERIALES SEGÚN SUS PROPIEDADES MAGNÉTICAS, 2011)

Diseño del electroimán

Para el diseño del electroimán se debe suponer la carga máxima que puede ser atraída. Para un primer cálculo se va a suponer de 0.5Kg

La relación de fuerza magnética es dada por la siguiente formula:

$$F_m = \frac{NB^2A}{2\mu} \quad (1)$$

N = Numero de brazos del electroimán

A = Área transversal del entrehierro

μ = Permeabilidad del núcleo.

B = Campo magnético

Si F_m es el peso que se levantará entonces: $F_m = 4.902 \text{ N}$ Además tenemos que suponer un diámetro para el núcleo del electroimán, este fue supuesto de 6mm. Si despejamos la ecuación el campo magnético de la ecuación (A) y resolvemos

$$B = \sqrt{\frac{2F_m\mu}{A}} = 0.208 \text{ Teslas} \quad (2)$$

Es necesario saber cuántas vueltas son necesarias para generar el campo magnético anterior. En este punto necesitamos suponer una longitud del electroimán $l=5 \text{ cm}$ (notamos que la densidad de flujo es inversamente proporcional a la longitud)

$$B = \frac{ni\mu}{l} \quad (3)$$

n = número de vueltas

i = corriente que fluye en el electroimán

l = longitud del electroimán

La corriente la tomaremos de 1 A.

Con estas especificaciones son necesarias.

$n = 2092$ vueltas

Para el control es necesario conocer que corriente es necesaria para atraer un determinado peso.

Por ejemplo: Para una masa de peso 0.1 Kg, con un núcleo de hierro y 2092 vueltas obtenemos que se necesita una corriente de: 0.96 A

Con ayuda de la siguiente relación se puede calcular esa incógnita. (Aviña Cervantes & Maldonado Mendoza)

$$i = \sqrt{\frac{mg}{\mu n}} \quad (4)$$

2. Actividades

2.1. Descripción de actividades

Durante la estancia de 5 meses en la empresa se realizó un compendio de actividades que se listarán y agruparán para una mejor comprensión de las mismas:

1. Presentación e inducción en la empresa.

En esta actividad se llevó a cabo una presentación del equipo que conforma Human Bionics y una inducción sobre las actividades que realiza la empresa en sus campos de acción.

2. Capacitación en el software Siemens Nx 10.

La empresa utiliza este software para el diseño de sus productos por lo que se requirió llevar a cabo una capacitación de 30 Horas repartidas en los siguientes temas:

- Conceptos básicos e interfaz de usuario Siemens Nx10
- Introducción a los croquis
- Modelado básico de piezas
- Creación de patrones
- Operaciones de revolución
- Vaciado y nervios
- Ensamble de piezas (Relaciones de posición y restricciones)

3. Actualización de software Siemens Nx9 a Nx10 en los computadores de la empresa:

Se realizó la actualización del software Nx9 a Nx10 en 2 computadores de la empresa.

4. Arreglo de impresora 3D modelo Witbox. Esta actividad se divide en varias tareas como se aprecia a continuación.

4.1. Cambio de componentes de la pantalla de control

La impresora 3D modelo witbox durante el traslado a la empresa sufrió un accidente en el cual, el botón principal de la pantalla de control resultó averiado, por lo que se me solicitó el remplazo del componente en este caso un conector mecánico con pulsador. Se cambió el componente y se comprobó correcto funcionamiento de este.

4.2. Cambio de la fuente de 220 V/50Hz a fuente de 115 V/60Hz

La impresora 3D con la que cuenta la empresa fue adquirida en Europa por lo que la fuente de alimentación que utiliza opera a 220/50Hz entonces se me asignó encontrar una solución económica y rápida para este inconveniente sin tener que incurrir en la implementación de una línea de 220. Se desarmó la impresora para encontrar la referencia de las características de la fuente con la idea de simplemente adquirir una de la misma potencia pero con alimentación de 110v, al revisar esta se encontró que contaba con un interruptor de cambio de tensión de alimentación y se cambió a 115V/60Hz. Con esto la impresora quedó habilitada para imprimir

4.3. Calibración de la cama de impresión

Se requirió calibrar la cama de la impresora dado a que esta llevaba dos años de desuso, se siguieron las instrucciones del manual de la impresora.

4.4. Actualización de Firmware de la impresora

Se llevó a cabo la actualización del firmware de la impresora a la versión 2.5.1 encontrada en la página de soporte de bq

4.5. Impresiones de prueba

Se realizó una impresión de un cubo de prueba utilizando directamente un archivo gcode encontrado en la página de soporte de bq mediante una tarjeta SD como se muestra en la Figura 10 .

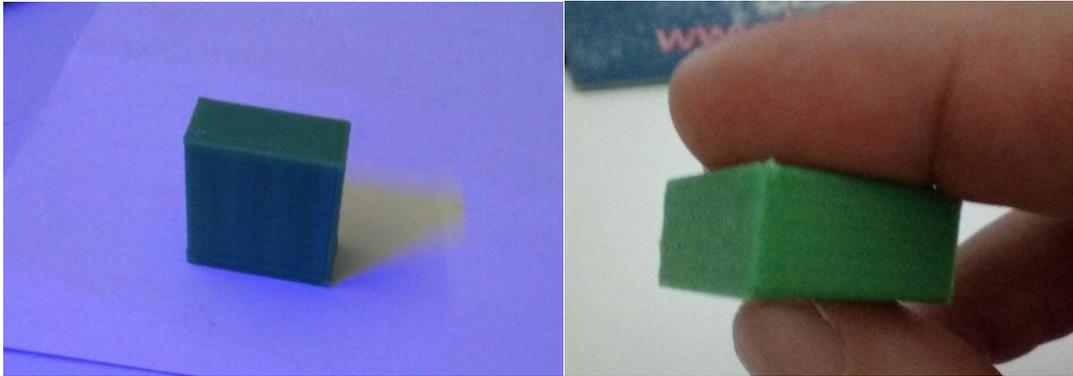


Figura 10. Resultado de la prueba de impresión. Fuente: Autor

5. Calibración impresora. Luego de realizar la impresión de prueba y rectificar las medidas del cubo utilizando un calibrador se encontró un desfase en las medidas por lo que se precisa llevar a cabo una calibración de la impresora, para que esto se lleve a cabo se realizan las siguientes tareas.

- 5.1. Instalación y configuración de software RepetierHost para impresión y control de esta mediante PC

Se instala y configuran el software RepetierHost siguiendo el manual de repetier host que se encuentra en la página de soporte, este permite el control de todos los actuadores de la impresora y permite supervisar en tiempo real el proceso de impresión capa a capa.

- 5.2. Configuración de perfiles de impresión

Con el fin de descartar una mala configuración de los perfiles de impresión se configuran los perfiles por defecto de fábrica de la impresora siguiendo el manual del slicer que se encuentra en la página de soporte, para descartar que el desfase sea debido a una mala configuración de los perfiles. Para probar el resultado de la configuración se imprimió una figura circular como se observa en la Figura 11



Figura 11. Impresión de prueba luego de configurar perfiles de impresión. Fuente: Autor

5.3. Calibración mecánica de la impresora

Se encontró un desfase en las dimensiones de las impresiones realizadas por parte de los ejes 'x' y 'y' cuando se imprimían figuras cuadradas y que aumentaba notoriamente cuando se imprimían figuras circulares, siguiendo el soporte que presenta la impresora en la página web se pasó a alinear los rieles del eje x que presentaban el mayor desfase y luego se pasó a ajustar las varillas del eje 'y' se ajustaron las correas de las poleas y finalmente se engrasaron los ejes de desplazamiento junto a los tornillos sin fin. Se hizo una nueva impresión y se obtuvo un mejor resultado en comparación con la anterior prueba como se muestra en la Figura 12.

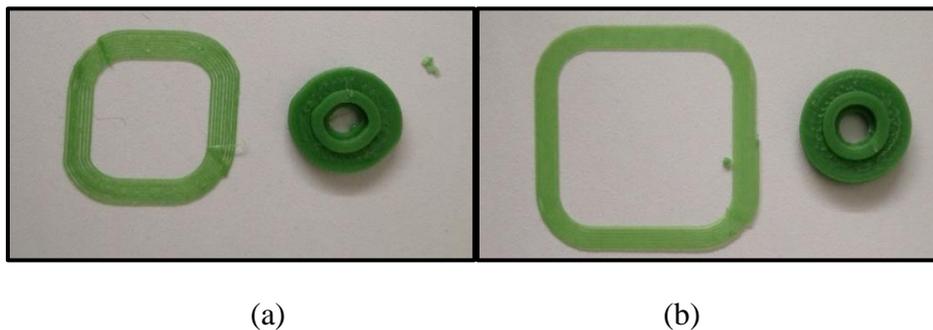


Figura 12. Comparación de impresión luego de calibración mecánica, en la figura (a) se aprecia la impresión de contorno cuadrado y una figura circular antes de la calibración mecánica y en la figura (b) se muestra el resultado de la calibración mecánica. Fuente: Autor

Luego de probar los dos programas para generar los códigos de impresión 3d se determinó que el uso de cura va ser para generar los archivos gcode y que la interfaz de manejo es más sencilla a la hora de generar soportes a diferencia del RepetierHost por

este motivo se dejó solo instalado el software de cura en los computadores de la empresa por su interfaz intuitiva.

6. Prototipado rápido (Impresión 3D)

En esta actividad se asignó la tarea de llevar a cabo las impresiones de las partes de varios productos y supervisar que el resultado de la impresión fuese el adecuado.

6.1. Prototipado de piezas para mediimplantes

Se realizó la impresión 3d de dos Prototipos médicos que se encuentra desarrollando mediimplantes.



Figura 13. Prototipos médicos impresos para mediimplante. Fuente: Autor

6.2. Prototipado de proyecto ANDA

Se imprimieron las piezas necesarias para el prototipo llamado ANDA



Figura 14. Prototipo proyecto ANDA. Fuente: Autor

7. Armado electrónico de prototipos

En esta ocasión se asignó la tarea de ensamblar la parte electrónica de dos prototipos, el primero de ellos es el prototipo ANDA como se observa en la siguiente Figura 15, el segundo es la versión mini de proyecto ANDA como se muestra en la Figura 16.

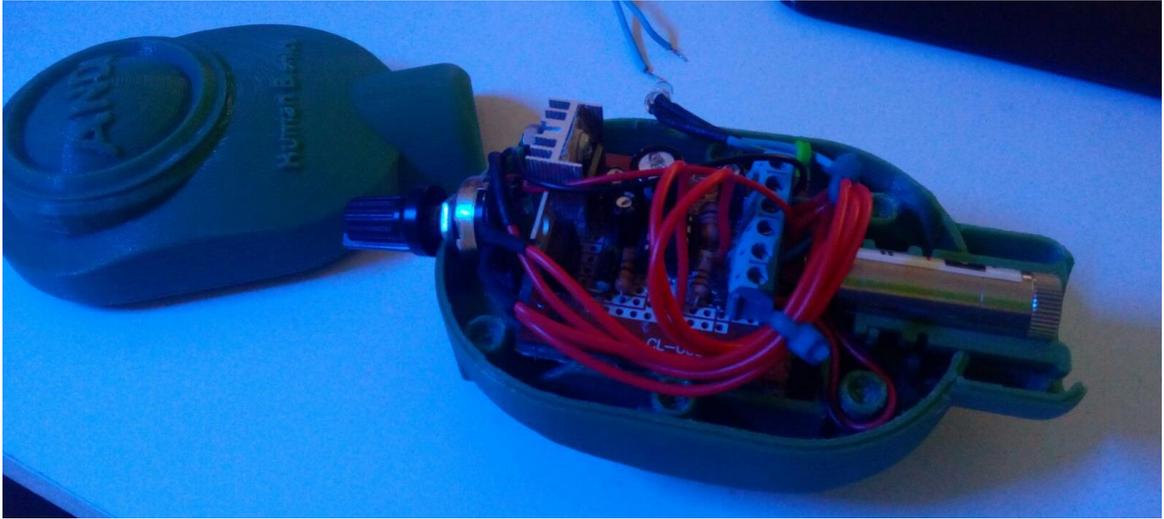


Figura 15. Resultado del ensamble de la parte electrónica en el prototipo. Fuente: Autor

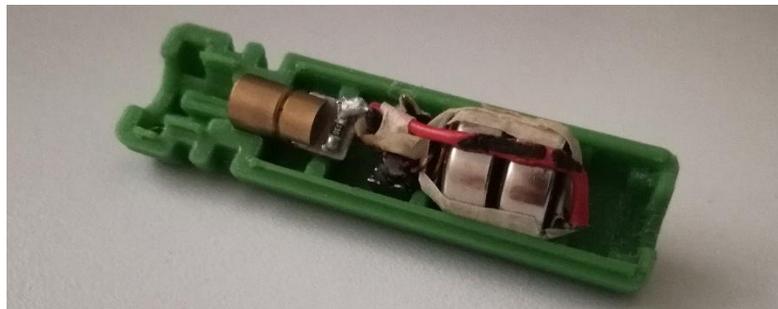


Figura 16. Resultado del ensamble de la parte electrónica. Fuente: Autor

8. Revisión de CNC

Se me asignó ir a la empresa Siark a realizar una revisión de la CNC con la que cuenta la empresa para evaluar que falta por armar de esta y que componentes faltan para conectar y ensamblar la parte electrónica de esta.

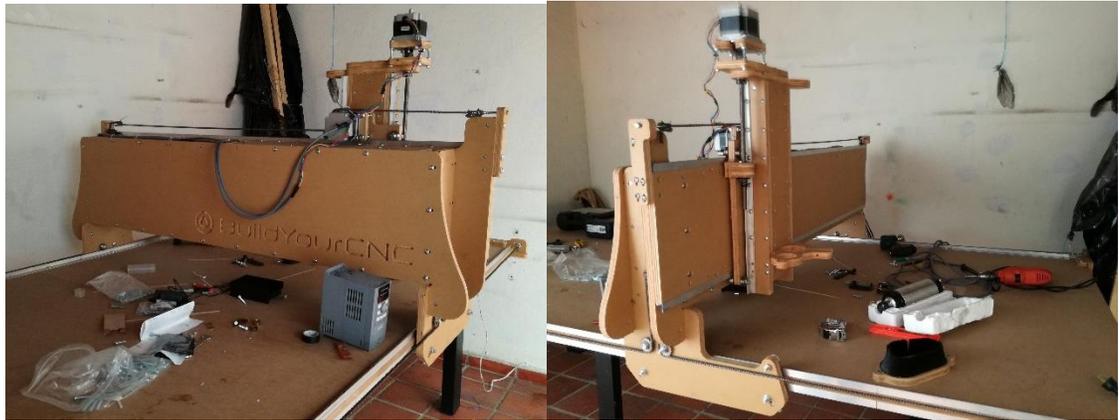


Figura 17. Cnc versión Bulidyourcnc de la empresa siark. Fuente: Autor

Luego de revisar la maquina se constató que en su mayor parte se encontraba armada la parte mecánica de la CNC y algunas partes de la electrónica estaban ensamblado en la estructura. Dado esto se les brindó apoyo con la parte de conexiones electrónicas de los motores paso a paso a la placa principal de control y la conexión del spindle al variador y a su vez a la placa de control siguiendo el diagrama del anexo a y la configuración del variador del anexo B.



Figura 18. Variador de frecuencia y spindles. Fuente: Autor

9. Participación en grabaciones de video empresarial por parte de Human Bionics.

Durante este día la empresa realizo grabaciones de las actividades dentro de la empresa y de las reuniones que se realizaban para complementar el video empresarial. En la Figura 19 se aprecia el equipo de video de la empresa.



Figura 19. Equipo de grabaciones Human Bionics. Fuente: Autor

10. Proyecto juguete levitación magnética:

La empresa desea realizar un juguete que levite sobre una plataforma inicialmente, pero más adelante se pretende que esté juguete se encuentre levitando sobre una plataforma ubicada en un guante del tal forma que permita la movilidad de este.

10.1 Investigación en el campo magnético y materiales magnéticos

Se realiza una investigación en el área electromagnética como se observa en el marco conceptual 1.6 Teoría de levitación. Luego de esto se tiene la información suficiente para proponer el tipo de sistema con el que se pretende desarrollar la plataforma de levitación. En la Tabla 1 concentran las posibles alternativas de funcionamiento.

Tabla 1. Implementación en el producto

<p>LEVITACIÓN FIJA</p>	<p>Características</p>	<p>Sistema de funcionamiento: - Campo inducido mediante electroimán</p> <p>Exhibición: - Mantener levitando el objeto e iluminado por luces de la base</p>
<p>LEVITACIÓN “MÓVIL”</p>	<p>Características</p>	<p>Sistema de funcionamiento: - Matriz de imanes que crean campo magnético fuerte por un lado de la matriz utilizando el efecto Halbach - Imanes cerámicos (levitron) - Materiales diamagnéticos</p> <p>Jugabilidad: - Mantener a Tuko levitando el mayor tiempo posible</p> <p>Medición: - Cronometro inteligente que detecte inicio y fin de levitación</p>

10.2. Modelado inicial del juguete en Siemens Nx 10

El diseñador industrial modela la apariencia inicial del juguete

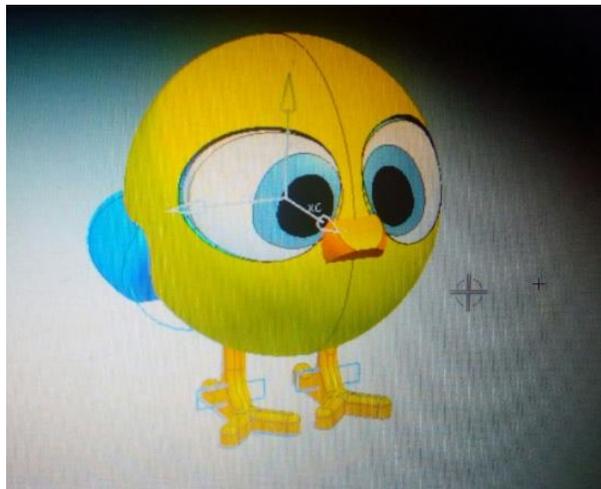


Figura 20. Vista las primeras etapas del modelado del juguete. Fuente: Autor

10.3. Pruebas de levitación con imanes

Se realizan pruebas de levitación utilizando imanes de neodimio sobre una superficie y se intenta la levitación de otro de estos imágenes pero se observa que se necesita de una guía para mantener el imán levitando, de lo contrario este tiene a ser atraído por la superficie.

10.4. Investigación sobre el diseño de bobinas para el sistema de levitación y plataformas de levitación

Se realiza una investigación en sobre los electroimanes y sobre plataformas de levitación como se observa en el marco conceptual 1.6. Teoría de levitación

10.5. Modelado de la planta

Para el modelado de la planta y construcción de esta se recurrió a una búsqueda bibliográfica de la cual solo se pudo encontrar un solo documento, la tesis para optar por el título de maestría en ingeniería electrónica de James Ballard, con el apoyo de esta tesis se construyó la planta y se obtuvo el modelo matemático allí descrito.

10.6. Prototipado de juguete

Luego de finalizar el diseño del juguete se pasó a realizar la impresión de este (ver Figura 21)



Figura 21. De izquierda a derecha tenemos el modelo final del juguete, vista frontal y vista lateral de juguete impreso. Fuente: Autor

10.7. Construcción de electroimanes

Se armaron los electroimanes necesarios para la construcción de una plataforma de levitación para el juguete

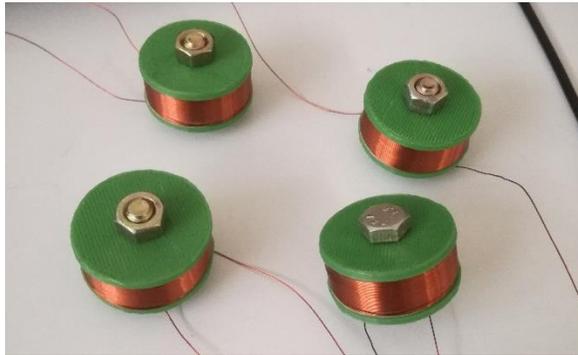


Figura 22. Electroimanes finalizados. Fuente: Autor

10.8. Diseño electrónico de circuitos

Para la construcción del sistema de levitación es necesario el diseño electrónico de dos placas, una para el puente H y la de los sensores.

10.8.1. Puente H para electroimán

Se diseñaron la PCB para el puente H de que se encargara de controlar los electroimanes mediante PROTEUS, se diseñó un puente H que permita control de polaridad de los electroimanes como se muestra en la Figura 23.

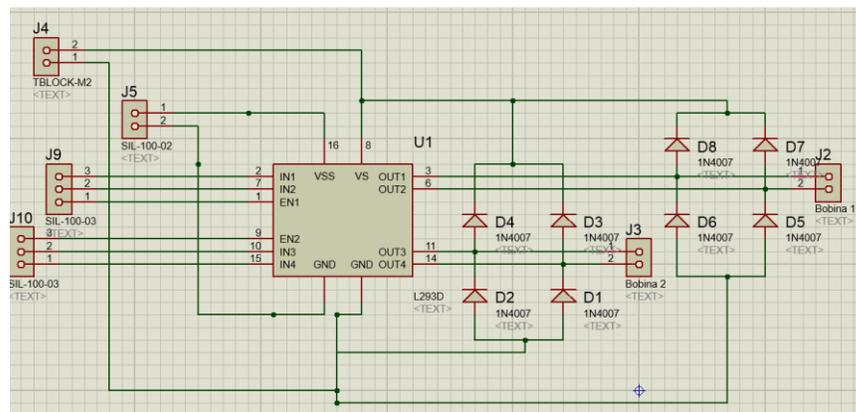


Figura 23. Esquema del puente H. Fuente: Autor

Luego con la herramienta de Ares de PROTEUS se diseñó la PCB como se muestra en la Figura 24.

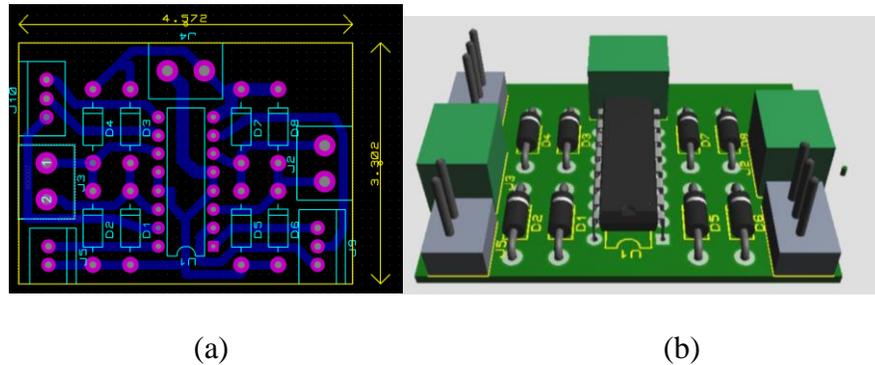


Figura 24. En la imagen (a) se observa la PCB del puente H y la imagen (b) muestra la PCB en 3D. Fuente: Autor

10.8.2. Circuito de sensores

Se diseñó la PCB para los sensores mediante PROTEUS Ares

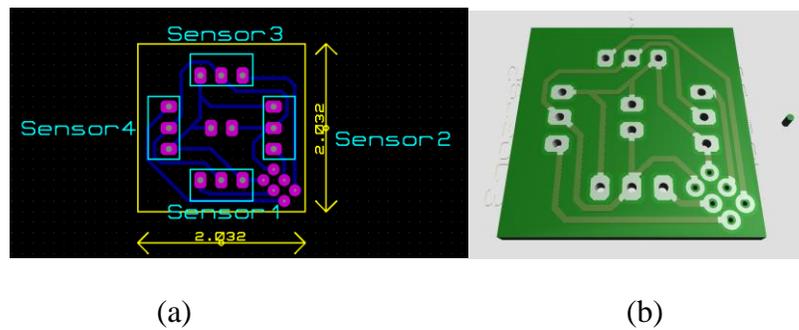


Figura 25. En la imagen (a) se observa la PCB de los sensores y la imagen (b) muestra la PCB en 3D. Fuente: Autor

10.9. Baquelado de circuitos.

Luego del diseño de los circuitos se pasó a baquelar cada uno de estos

10.9.1. Circuito del puente H



Figura 26. Vista superior de circuito de puente H. Fuente: Autor

10.9.2. Circuito de sensores

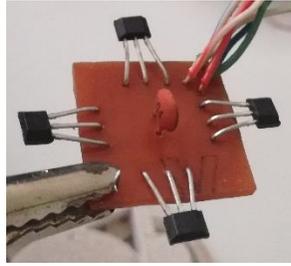


Figura 27. Vista isométrica del circuito de los sensores. Fuente: Autor

10.10. Pruebas de los circuitos

Se conectó cada circuito por separado y se comprobó que funcionaran, luego se acopló toda la planta y se probó la lectura de los sensores y la activación de los electroimanes utilizando un Arduino mega.

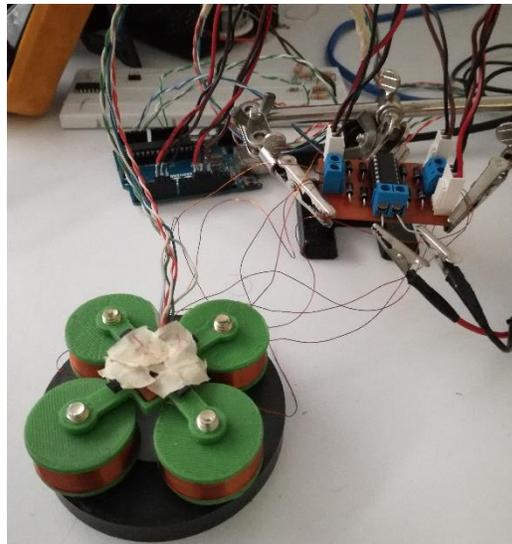


Figura 28. Prueba de la planta conectada. Fuente: Autor

10.11. Adquisición de datos

Se utilizó simulink con Arduino para la adquisición de los datos de los sensores y para el control de la bobinas.

10.11.1. Puente H virtual

Se programó mediante una Matlab función la lógica de funcionamiento del puente H en simulink en la Figura 29 se muestra como se utilizó esta función para mandar las señales al puente H en físico.

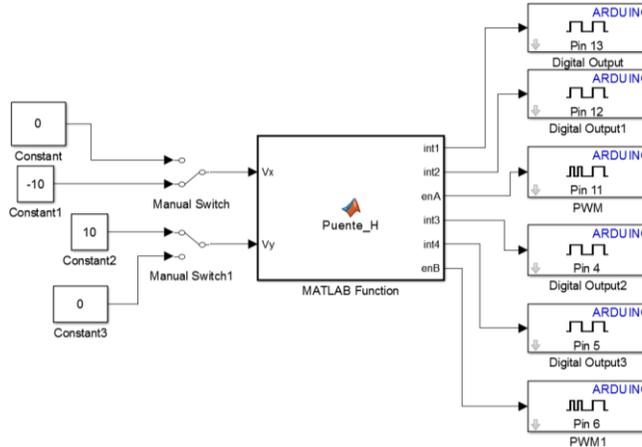


Figura 29. Puente H virtual simulink. Fuente: Autor

10.11.2. Acoplamiento de señales de sensores

Se leen los puertos analógicos del Arduino mega y se hace la conversión de esta lectura a una medida en metros, para esto se tomaron los datos entregados por el sensor y a unas medidas específicas y con estos valores se graficó y se obtuvo una ecuación para los sensores, puesto que el rango de detección del campo magnético del imán al levitar era muy pequeño esto limito el radio de lectura del sensor a ± 5 mm.

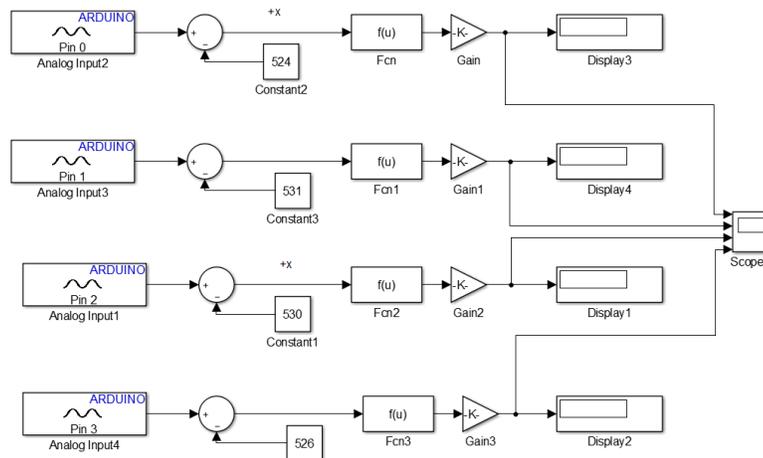


Figura 30. Lectura y acoplamiento de señal de sensores. . Fuente: Autor

10.12. Sistema de control en simulink

Se implementó todo el sistema en simulink, con el modelo matemático tomado de la tesis y utilizando los parámetros de las bobinas, alturas e imanes utilizados se obtuvo un controlador que es el implementando en la Figura 31.

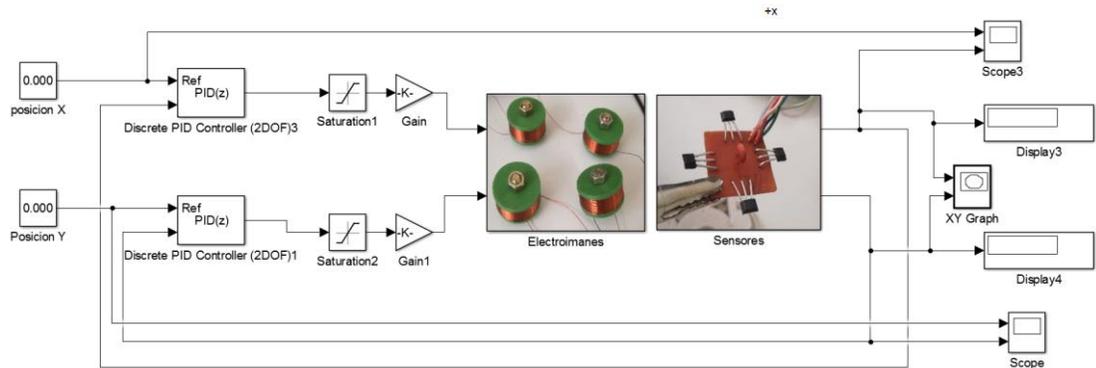


Figura 31. Implementación en simulink del controlador. Fuente: Autor

No se logró una correcta sintonización de la planta por lo que el sistema no logra levitar correctamente.

Observaciones y recomendaciones

Una de las recomendaciones que se debe hacer es que según el manual de la impresora este recomienda que se lleven a cabo calibraciones de la cama de impresión cada mes y que los ejes sean limpiados y lubricados para mantener en un óptimo funcionamiento la impresora.

El sistema de levitación quedo en lazo abierto debido a que no se pudo hacer una retroalimentación correcta por parte de los sensores dado que estos tenían un rango de medición de 1 cm aproximadamente lo que dificulto la identificación de las bobinas, se recomienda en primera instancia cambiar el sensor por uno que proporcione un área de medición mayor o agregar más sensores para ampliar el área de sensado.

Se recomienda cambiar el integrado del circuito de puente H por uno que permita un mayor flujo de corriente por canal dado a que el L293d solo permite el paso de 600mA podría utilizarse por ejemplo un L298 que permite 1 A por canal esto con el fin maximizar la potencia del campo generado por los electroimanes.

El prototipo quedo a consideración de la empresa para continuar y llegar a un prototipo final se les dio las recomendaciones anteriores y se espera que con estas puedan llegar a un buen término del proyecto

Conclusiones

La práctica académica tiene un gran impacto en el estudiante, dado a que brinda la experiencia de aplicar los conocimientos que se han adquirido a lo largo del proceso académico en un entorno laboral, además de complementar su formación integral como ingeniero mecatrónico al exponerlo a situaciones prácticas.

En el carácter laboral la práctica contribuye en la formación del estudiante al situarlo en actividades de responsabilidad y cumplimiento de deberes como trabajador de una empresa, como lo son el correcto uso de los elementos de trabajo y el cumplimiento de una jornada laboral.

Otro hecho a recalcar es que el estudiante adquiere destrezas para el trabajo en equipo por las relaciones interpersonales que se presentan en el desarrollo de la práctica lo que permite el desarrollo de habilidades de comunicación.

Esta estancia de trabajo en la empresa le brindo al estudiante una visión del entorno laboral y la oportunidad de adquirir experiencia laboral fuera del entorno educativo permitiéndole validar y aplicar los conocimientos aprendidos en la universidad.

Referencias

- Fernandez Aldariz, I.(17 de novimebre de 2013). Impresora 3D bq Witbox. Recuperado de Hardmaniacos:<http://www.hardmaniacos.com/impresora-3d-bq-witbox/>
- NX(Unigraphics). (19 de diciembre de 2016). Recuperado de Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/NX_\(Unigraphics\)](https://es.wikipedia.org/wiki/NX_(Unigraphics))
- NX para Diseño: Siemens PLM Software. (2017). Recuperado de SIEMENS: <https://www.plm.automation.siemens.com/es/products/nx/for-design/index.shtml>
- Witbox:Manual de usuario. (2017). Recuperado de BQ : https://storage.googleapis.com/bqcom15.statics.bq.com/prod/resources/manual/Witbox_Manual_de_usuario-1475829383.pdf
- Comino, D. (10 de Noviembre de 2013). Bq ultima Witbox, la primera impresora 3D fabricada en España. Recuperado de EFE: FUTURO: <http://www.efefuturo.com/blog/bq-ultima-witbox-la-primera-impresora-3d-fabricada-en-espana/>
- 4'x8' Heavy Duty CNC Machine. (27 de Julio de 2017). Recuperado de Buildyourcnc: <https://www.buildyourcnc.com/Item/cnc-machine-greenBull-v4-4X-milling#prettyPhoto>
- 2.2 kW (kilowatt) Inverter (Variable Frequency Drive - VFD). (27 de Julio de 2017). Recuperado de Buildyourcnc: <https://www.buildyourcnc.com/item/spindle-inverter-2!2kw-vfd-nospindle>
- Mallinson J.C. (1973).Los flujos de una sola cara - Una curiosidad magnética? , IEEE Transactions on Magnetics, (9) ,678-682
- Levitron. (2017). Recuperado de UCM: https://www.ucm.es/data/cont/docs/76-2013-07-11-20_Levitron.pdf

Electroiman. (12 de Julio de 2017). Recuperado de Wikipedia :
<https://es.wikipedia.org/wiki/Electroimán>

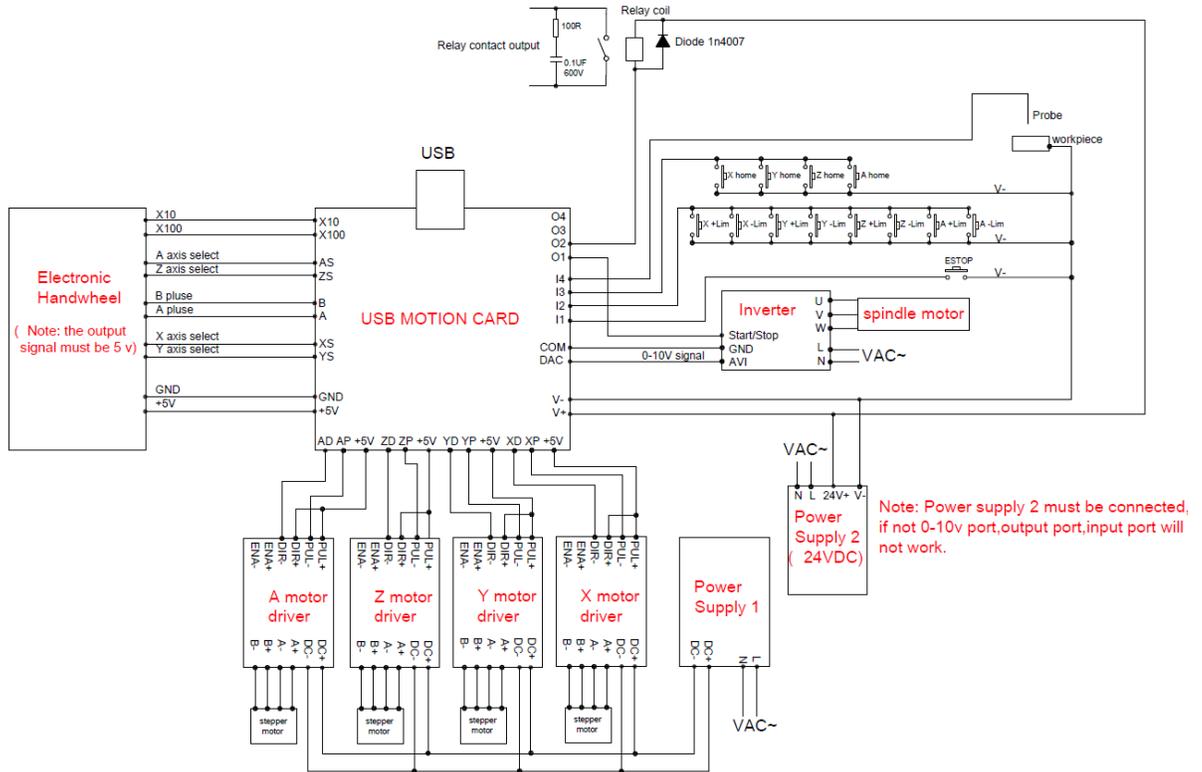
Magnetismo: tipos de materiales según sus propiedades magnéticas. (11 de Octubre de 2011). Recuperado de Departamento de Tecnología Electrónica -Universidad de Vigo :
http://quintans.webs.uvigo.es/recursos/Web_electromagnetismo/magnetismo_materiales.htm

Aviña Cervantes J. G. & Maldonado Mendoza A. Fco. (s.f.). Aplicaciones de Sistemas Digitales y optoelectrónica. Obtenido de UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.

ANEXOS

ANEXO A

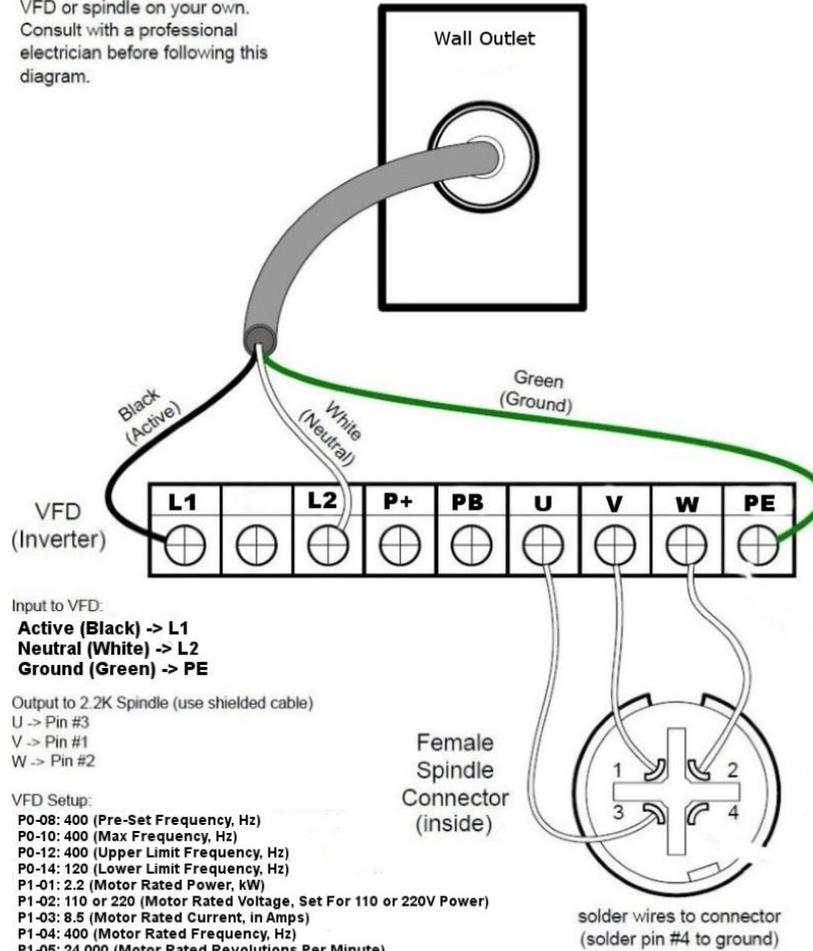
Electric Wiring Diagram



ANEXO B

Spindle Wiring Diagram

Do not attempt to wire your VFD or spindle on your own. Consult with a professional electrician before following this diagram.



© BuildYourCNC.com 2016

Cómo programar el inversor / VFD

Cuando el VFD se enciende por primera vez, debe aparecer un texto parpadeando en la pantalla.

Paso 1: Pulse el botón "MODE". La pantalla ahora debe decir "P0"

Paso 2: Utilice las teclas de flecha ARRIBA y ABAJO para cambiar la configuración de P al parámetro deseado.

Ejemplo: Para cambiar la configuración P3-02 use la flecha SIDE para mover el cursor.

El dígito parpadeante es el seleccionado actualmente. Cambie los dígitos usando las flechas hasta que la pantalla lea P3-02.

Paso 3: Pulse "Enter" para introducir el parámetro para el ajuste.

Ejemplo: Después de haber utilizado los botones de flecha para seleccionar la configuración, presione el botón "ENTER" y la pantalla cambiará al parámetro. Por ejemplo: Ajuste P3-02 debe cambiarse a 400.00.

Paso 4: Cambie el parámetro usando las flechas. Cuando haya introducido el parámetro correcto, presione "ENTER" de nuevo para guardar su configuración.

Configuración VFD:

P0-08: 400 (Frecuencia Pre-Set, Hz)

P0-10: 400 (Frecuencia máxima, Hz)

P0-12: 400 (Frecuencia límite superior, Hz)

P0-14: 120 (Frecuencia de límite inferior, Hz)

P1-01: 2.2 (Potencia nominal del motor, kW)

P1-02: 110 o 220 (Voltaje nominal del motor, ajuste según la tensión que utilice su husillo / VFD)

P1-03: 8.5 (Corriente nominal del motor, en amperios)

P1 -04: 400 (Frecuencia nominal del motor, Hz)

P1-05: 24.000 (revoluciones nominales del motor por minuto)

P3-02: 400 (Frecuencia de corte, Hz)

P8-19: 400 (Valor de detección de frecuencia 1, Hz)

P8-28: 400 (Valor de detección de frecuencia 2, Hz)

P8-30: 400 (Cualquier valor de detección de frecuencia de llegada 1, Hz)

P8-32: 400 (Cualquier valor de detección de frecuencia de llegada 2, Hz)