

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**TESINA PARA OPTAR POR EL GRADO
DE BACHILLERATO EN LA CARRERA
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE
SEPARACIÓN DE ETIQUETAS EN EL PISO
DE PRODUCCIÓN DE MICROVENTION
COSTA RICA DURANTE EL III
CUATRIMESTRE DE 2017**

**Sustentante:
Juan Carlos Saravia Cortés**

Agosto, 2018

Contenido

Índice de Tablas	V
Índice de Figuras	VI
Índice de Gráficos	VIII
Declaración Jurada	IX
Carta de Aprobación del Tutor	X
Carta de Aprobación del Lector	XI
Carta de Aprobación del Filólogo	XII
.....	XII
Carta de Aprobación del Contacto de la Empresa	XIII
Dedicatoria	XIV
Agradecimiento	XV
CAPÍTULO I PROBLEMA DEL PROYECTO	16
1.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	17
1.1.1 Marco de Referencia Empresarial y Contextual	17
1.1.2 Justificación del Proyecto	23
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	25
1.3 OBJETIVO GENERAL	27
1.3.1 Objetivos Específicos	27
1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES	28
1.4.1 Alcances	28
1.4.2 Limitaciones	29
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	30
2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL	31
2.1.1 Microcontrolador	31
2.1.2 Raspberry Pi	35
2.1.3 Electrónica Analógica	38
2.1.4 Electrónica Digital	40
2.1.5 Motores Paso-Paso	43
2.1.6 Actuadores	49
2.1.7 Sistema de Control Automático	53
2.1.8 Materiales utilizados en el proyecto	54
2.1.9 Cuchilla de Corte	56

2.1.10 Cuarto Limpio.....	58
2.1.11 SolidWorks.....	61
2.1.11.1 Modulo Pieza.....	62
2.1.11.2 Modulo Ensamblaje.....	63
2.1.11.3 Modulo Dibujo.....	63
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO.....	64
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	65
3.1.1 Enfoque de la Investigación.....	65
3.2 FUENTES DE INFORMACIÓN.....	66
3.2.1 Fuentes Primarias.....	66
3.2.2 Fuentes Secundarias.....	66
3.3 TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS.....	68
CAPÍTULO IV DIAGNÓSTICO.....	69
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	70
4.2 RECOLECCIÓN DE DATOS.....	73
4.2.1 Resultados de Encuestas Realizadas.....	74
4.2.2 Cálculos de Torque.....	81
4.2.3 Requerimientos Técnicos.....	81
CAPÍTULO V PROPUESTA DE PROYECTO.....	83
5.1 ASPECTOS DE DISEÑO.....	84
5.2 Datos relacionados con el desperdicio de Etiquetas.....	92
5.3 PROTOTIPO.....	95
5.3.1 Prototipo 1.....	95
5.3.2 Prototipo 2.....	102
5.4 DEPURACIÓN DE ERRORES Y RESULTADOS.....	107
5.5 IMPLEMENTACIÓN.....	109
5.6 ANÁLISIS DE COSTOS.....	115
5.6.1 Prototipo 1.....	117
5.6.2 Prototipo 2.....	118
5.7 PRODUCCIÓN OBTENIDA DURANTE EL USO DE LA MÁQUINA.....	121
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	124
6.1 Conclusiones.....	125

6.2 Recomendaciones.....	130
Bibliografía	132
Anexos	135
Factura anodizado	135
Cotización de prototipo 1	136
Cotización de prototipo 2	137
Encuestas realizadas	138
Hojas de datos	150
Raspberry Pi Zero	150
Motor	151
Encoder.....	152
Driver de motor	153
LCD.....	154
Fuente de poder.....	155
Push button.....	156
Pistón neumático.....	157
Hoja de entrenamiento otorgada a los operarios	159

Índice de Tablas

Tabla 1 Compra de rollos de los últimos 2 años	24
Tabla 2. Características de los Distintos Actuadores	51
Tabla 3. Clasificación de partículas de Cuarto Limpio según ISO 14644.....	59
Tabla 4. Lista de cuartos limpios en Microvention.....	60
Tabla 5. Variables encontradas en el desarrollo del proyecto.....	67
Tabla 6. Comparación entre separación manual y automática	92
Tabla 7. Salario mínimo mensual para un Ingeniero según CFIA.....	116
Tabla 8. Listado de Componentes Prototipo 1.	117
Tabla 9.Total estimado invertido en el prototipo 1.....	117
Tabla 10. Componentes del Prototipo 2.....	118
Tabla 11.Total invertido en el prototipo 2.	118
Tabla 12. Diferencia entre los dos prototipos.....	119
Tabla 13. Datos de compra de rollos en los últimos años fiscales de la empresa.	120

Índice de Figuras

Figura 1. Instalaciones de Microvention Costa Rica en el Coyol de Alajuela, Costa Rica.....	19
Figura 2. Estructura Organizacional del Departamento de Ingeniería en Microvention Costa Rica.....	20
Figura 3. Diagrama de Pescado sobre el problema a solucionar.....	26
Figura 4. Estructura Básica de un sistema abierto basado en un microprocesador.	33
Figura 5. Fotografía detallada de los componentes presentes en un Raspberry Pi.	37
Figura 6. Diseño básico de una onda senoidal.	38
Figura 7. Tren de pulsos propio de una señal digital.....	41
Figura 8. Tipos de motores paso a paso de imán permanente.	44
Figura 9. Diagrama Básico de un motor paso a paso de reluctancia variable ..	45
Figura 10. Estructura de un sistema automatizado.	54
Figura 12. Logo del Software SolidWorks	61
Figura 13. Etiqueta para identificación de lotes.....	70
Figura 14. Etiqueta para unidades dañadas	71
Figura 15. Rollo de mil unidades.....	72
Figura 16. Etiquetas separadas	73
Figura 17. Esquema de validación de equipo nuevo.....	82
Figura 18. Diagrama básico empleado para el proyecto.....	85
Figura 19. Diseño del Prototipo acotado	88

Figura 20. Vista lateral Izquierda del prototipo	89
Figura 21. Vista lateral Derecha del prototipo	90
Figura 22. Diagrama de Control	91
Figura 23. Fuente de Poder del Prototipo 1	96
Figura 24. Amplificador de Motor paso a paso.....	97
Figura 25. Amplificador de Motor paso a paso, vista inferior.	97
Figura 26. Fuente de poder electroválvula.....	98
Figura 27. Rodillo de tracción.....	99
Figura 28. Motor paso a paso utilizado.	99
Figura 29. Electroválvula usada en el proyecto.....	100
Figura 30. Código del Prototipo 1.....	101
Figura 31. Fuente de poder del prototipo 2	104
Figura 32. Controlador de corriente de motor.	104
Figura 33. Prototipo 2.....	105
Figura 34. Prueba de Conexión con el dispositivo	106
Figura 35. Código de prototipo 2.....	111
Figura 36. Código Python Prototipo 2	112
Figura 37. Código del prototipo 2	113
Figura 38. Pantalla que muestra IP	113
Figura 39. Pantalla de alineamiento de motor.....	114
Figura 40. Pantalla de arranque de motor.....	114
Figura 41. Pantalla de conteo	115

Índice de Gráficos

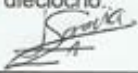
Gráfico 1. Sistema Automático	93
Gráfico 2. Comparación entre unidades buenas y malas.....	94
Gráfico 3. Datos de dolencias del mes de noviembre de 2017	74
Gráfico 4. Datos de dolencias del mes de noviembre de 2017	75
Gráfico 5. Datos de dolencias del mes de noviembre de 2017	76
Gráfico 6. Datos de dolencias del mes de noviembre de 2017	77
Gráfico 7. Datos de dolencias del mes de noviembre de 2017	78
Gráfico 8. Datos de dolencias del mes de diciembre de 2017	79
Gráfico 9. Datos de dolencias del mes de enero de 2018.....	80
Gráfico 10. Producción Obtenida en el mes de diciembre.	121
Gráfico 11. Producción Obtenida en el área de Headway en el mes de enero.	122
Gráfico 12. Producción Obtenida en el área de Headway en el mes de febrero.	123

Declaración Jurada

Declaración Jurada

Yo Juan Carlos Saravia Cortés, mayor de edad, portador de la cédula de identidad 1-1140-0202 egresado de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por este medio de este acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de trabajo de tesis para optar por el título de Bachiller en Ingeniería Electrónica juro solemnemente que mi trabajo de investigación: Automatización del Proceso de Separación de Etiquetas en Microvention Costa Rica durante el Tercer Cuatrimestre de 2017, para optar por el grado de Bachiller en Ingeniería en Electrónica, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derechos Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 noviembre de 1982, incluyendo el numeral 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los diecisiete días del mes de marzo de dos mil dieciocho.



Firma del estudiante

1-1140-0202
Cédula

Carta de Aprobación del Tutor



CARTA DEL TUTOR

San José, 19 de marzo del 2018

Señores
Departamento de Registro
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante Juan Carlos Saravia Cortés, cédula de identidad número 1-1140-0202, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "*Automatización del proceso de separación de etiquetas en el piso de producción de Microvention Costa Rica durante el III cuatrimestre de 2017*", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

Tabla 1 Calificación del proyecto

#	Rubro	% Teórico	% Asignado
a	Original del tema.	10	10
b	Cumplimiento de entrega de avances de avances.	20	19
c	Coherencia entre los objetivos, los instrumentos aplicados y los resultados de la investigación.	30	29
d	Relevancia de las conclusiones y recomendaciones.	20	18
e	Calidad, detalle del marco teórico.	20	18
Total:		100	94

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

Ing. Jorge Villalobos Cascante, MSc.
Cédula de identidad: 1-1185-0467
Carné colegio profesional: IEL-22656

Carta de Aprobación del Lector



CARTA DEL LECTOR

San José, 02 de Julio del 2018

Señores
Departamento de Registro
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante **Juan Carlos Saravia Cortés**, cédula de identidad número **1-1140-0202**, me ha presentado **"AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE SEPARACIÓN DE ETIQUETAS EN EL PISO DE PRODUCCIÓN DE MICROVENTION COSTA RICA DURANTE EL III CUATRIMESTRE DE 2017"**, el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente,

Ing. Eduardo Sanabria G. M.I.E.
Céd: 108610714
Profesor Lector

Carta de Aprobación del Filólogo

XII

Carta de Aprobación de la Filóloga

San José, 07 de julio de 2018

Departamento de Registro
Universidad Hispanoamericana

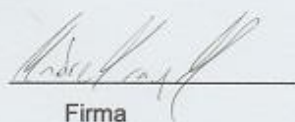
Estimados señores y estimadas señoras:

Hago constar que leí y corregí el trabajo final de graduación, denominado "Automatización del proceso de separación de etiquetas en el piso de producción de Microvention Costa Rica durante el III cuatrimestre de 2017", con el fin de optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería Electrónica, elaborado por Juan Carlos Saravia Cortés.

Revisé errores gramaticales, de puntuación, ortográficos, de estilo y otros relacionados con el campo filológico. Con base en lo anterior, considero que dicho trabajo cumple con los requerimientos para ser presentado como requisito de conclusión por parte de la postulante al grado de maestría.

Se suscribe de ustedes cordialmente,

Andrea Araya Fonseca
Filóloga Española
Cédula: 1-291-0371
Carné de ACFIL 087



Firma

Carta de Aprobación del Contacto de la Empresa

Alajuela, 16 de Marzo del 2018

Srs. Universidad Hispanoamericana
Carrera de Ingeniería Electrónica
Presente

Estimados señores,

Por medio de la presente me dirijo a ustedes, para constar que el proyecto de automatización del proceso de separación de etiquetas realizado por el estudiante Juan Carlos Saravia Cortés portador de la cédula 1-1140-0202 y colaborador de la empresa Microvention finalizó exitosamente representando una mejora significativa en el proceso.

La conclusión de este proyecto significó una reducción en el de tiempo de operación al sustituir un proceso manual por uno automatizado y aumentó por consecuencia la productividad de dicha operación.

Se despide cordialmente agradeciendo su atención,

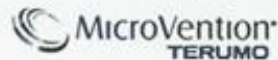


Cristina Mora Galeano

Manufacturing Engineer II

MicroVention, Inc., A TERUMO Group Company

Zona Franca Coyol, Building B33 Costa Rica



Dedicatoria

Dedico esta tesis a mi esposa, Nancy Aguilar Iglesias, por su apoyo incondicional; a mis hijos, Adrián Saravia Aguilar y Luis Diego Saravia Aguilar, por su paciencia y amor. Ellos son el pilar de mi vida y mi motivo de superación e inspiración.

Agradecimiento

Agradezco primeramente a Dios, por la oportunidad de llegar a este momento tan especial en mi vida; a mi familia por haber creído en mí; y a todas esas personas que de una u otra forma aportaron un granito de arena para brindarme su mano.

Un agradecimiento muy especial a mi tutor de tesis, por todo el tiempo dedicado, por su confianza y apoyo; también a los profesores que de algún modo me condujeron hasta esta meta.

CAPÍTULO I PROBLEMA DEL PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.1.1 Marco de Referencia Empresarial y Contextual

Microvention es una compañía de dispositivos médicos, de rápido crecimiento en el país, que ha sido pionera en el desarrollo de tecnologías neuroendovasculares mínimamente invasivas, basadas en catéteres que proporcionan ventajas terapéuticas para el tratamiento de aneurismas cerebrales y otras enfermedades neurovasculares.

Actualmente, la empresa emplea a más de 700 personas en su planta, donde se producen más de 11 diferentes dispositivos médicos y dos subensambles con los más altos estándares de calidad. La compañía se localiza en la provincia de Alajuela, en la Zona Franca Coyol, específicamente en el edificio B33. Vende productos médicos mediante exportación. Los dispositivos de Microvention son vendidos en más de 70 países; entre ellos Estados Unidos, Canadá, Francia, Alemania, Dinamarca, Argentina, Brasil, Venezuela y Colombia.

La marca creció y produjo los primeros prototipos de dispositivos para el tratamiento de la embolia cerebral aguda y de la embolización de aneurismas cerebrales. Con el apoyo de Terumo, MicroVention ha seguido funcionando de manera autónoma y ha mantenido su capacidad de crecer de forma independiente.

Microvention se rige bajo seis valores básicos:

- Pasión: Poner alma y corazón en todo lo que hacemos tomando riesgos calculados dirigidos a alcanzar el éxito.
- Rendición de cuentas: Ser responsables de nuestras acciones independientemente de las consecuencias, teniendo presente que seremos evaluados por nuestros resultados.
- Integridad: Hacer siempre lo correcto sin importar quien está observando, sin dobles agendas y siendo auténticos.
- Adaptabilidad: Reaccionar y responder con rapidez a las necesidades de nuestros clientes para llegar con nuestras soluciones de primeros al mercado.
- Enfoque en las personas: Mantener un ambiente de respeto, amigable y divertido donde trabajamos en equipo y nos apoyamos mutuamente.
- Enfoque en el talento: Perfeccionar nuestro talento humano, ofreciendo oportunidades de crecimiento al reconocer y trabajar en nuestras áreas de mejora, así como potenciar nuestras fortalezas.

Administrativamente, la planta se puede subdividir en los siguientes departamentos principales:

- Departamento de Ingeniería.
- Departamento de Producción.
- Departamento de Calidad
- Departamento de Facilidades.
- Bodega.



Figura 1. Instalaciones de Microvention Costa Rica en el Coyoil de Alajuela, Costa Rica.

Fuente: Elaboración propia.

El siguiente es el organigrama del Departamento de Ingeniería de las instalaciones existentes en Costa Rica, al cual pertenece el sustentante de esta tesina y en el cual se apoyará para llevar a cabo el proyecto.

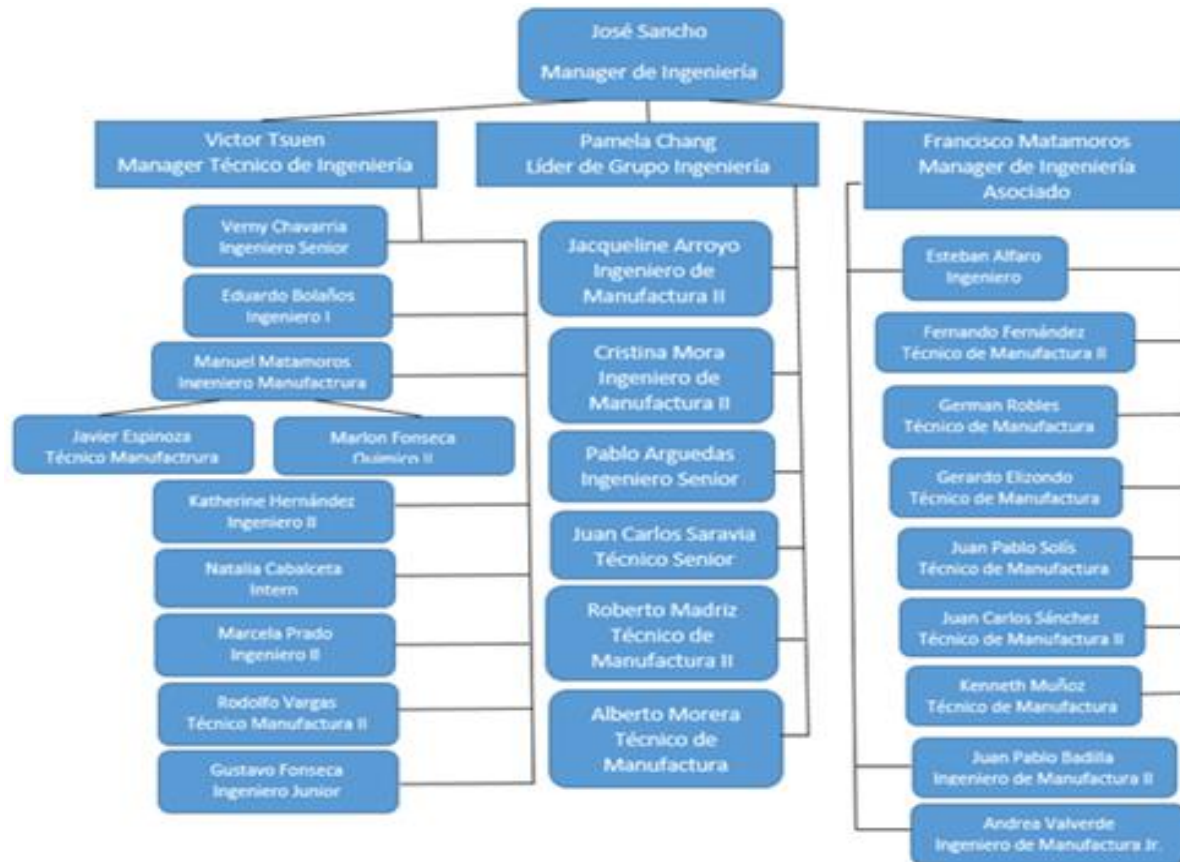


Figura 2. Estructura Organizacional del Departamento de Ingeniería en Microvention Costa Rica.

Fuente: Disponible en: Q:\ID\ID11087H-Microvention Costa Rica OrgChart.

El objetivo de Microvention es ser la principal compañía neurovascular global, para lograr este objetivo se producen los productos más confiables, fáciles de usar y tecnológicamente de avanzada, apoyados por datos clínicos probados. La empresa dedica recursos significativos para apoyar la investigación y el desarrollo, con énfasis en innovadoras tecnologías endovasculares que proporcionen una mejora significativa en la vida de los pacientes.

La compañía fue fundada e incorporada en 1997 en Estados Unidos, la subsidiaria costarricense fue inaugurada en el 2012. Microvention estableció el objetivo estratégico de desarrollar y comercializar dispositivos médicos, lo que permitirá o mejorará significativamente el tratamiento de las enfermedades en los vasos sanguíneos pequeños. Tras el desarrollo de los primeros conceptos y prototipos de los dispositivos para el tratamiento cerebrovascular embólico agudo y la embolización de los aneurismas cerebrales, la empresa redujo su enfoque a la terapia aneurismática, desarrollando una línea de implantes y bobinas neuroendovasculares desmontable

El sistema de bobina *MicroPlex®*, una bobina de platino desnudo, y el sistema embólico *HydroCoil®*, una bobina de platino recubierta de gel de polímero, han evolucionado en los últimos diez años y esas líneas de productos se siguen expandiendo con tecnología adicional de última generación para el tratamiento de aneurismas cerebrales.

En el 2006, la empresa japonesa *Terumo® Corporation* adquirió Microvention para mejorar su participación multidisciplinaria en compañías de dispositivos médicos en Norteamérica. Con el apoyo de Terumo, Microvention ha continuado operando de forma autónoma y, ha mantenido su capacidad para crecer de forma independiente y rápida.

Microvention continúa liderando el camino en las terapias neuroendovasculares a través de la introducción continua de nuevos productos de neurointervención, incluyendo productos de acceso, *stents* intraluminales, globos de oclusión, bobinas de polímero y desviadores de flujo; además, es reconocida como líder del mercado e innovadora clínico. También mantiene importante tecnología de dispositivos de carácter cerebrovascular y propiedad intelectual y sigue monitoreando el mercado de terapia de derrame agudo, ya que actualmente está desarrollando productos adicionales para el mercado de accidentes cerebrovasculares.

Hoy en día, con su compromiso de desarrollar y fabricar productos de la más alta calidad para sus clientes y pacientes, Microvention continuará experimentando un crecimiento significativo como lo ha hecho en el pasado y lo seguirá haciendo en los próximos años.

1.1.2 Justificación del Proyecto

Microvention Costa Rica es una empresa médica que fabrica microcatéteres neuroendovasculares. Muchos de sus procesos de producción son automatizados, pero existe una oportunidad de mejora para otros procesos que son manuales. Al respecto, Guevara (2015) afirma que “en la industria moderna, se debe automatizar los procesos de producción y de almacenaje, de tal manera, que pueda lograrse una mejor eficiencia y calidad en el manejo del producto” (p.2).

Uno de estos procesos con posibilidad de mejora es el que se realiza en la separación de etiquetas para lotes de producción. Estas etiquetas son calcomanías autoadhesivas que se adquieren a través de un vendedor externo, el cual las fabrica en rollos de mil unidades. Una vez colocadas, acompañan al lote de producción por toda la línea de producción y llevan la información de este.

La separación de estos adhesivos se realiza de forma manual por parte de un operario. En determinado momento, el operario es sacado de la línea de producción para que separe las etiquetas de una en una y las deposite en un recipiente. Este requerimiento se puede repetir en cualquier línea del piso de producción, dependiendo de la disponibilidad de etiquetas en el momento o de operarios libres. Cuando existen picos de producción o falta una persona, un operario es tomado de la línea; situación que condiciona la producción de esa línea y que, además, se puede repetir en las demás líneas de producción.

Para disminuir el impacto, se pretende implementar una máquina que realice el proceso de forma automática, de modo que solo habría una persona supervisando el funcionamiento de la máquina en lugar de diez o más personas cortando etiquetas al mismo tiempo.

La realización de esta tarea por parte de los operarios provoca:

- Uso inadecuado de recursos. La persona a cargo de esta etapa podría beneficiar a la empresa en otras actividades y solamente supervisar la correcta operación de la automatización.
- Los operarios incurren en errores al separar las etiquetas, lo cual genera desperdicio.
- Posible fatiga por parte de los operarios.
- Problemas físicos relacionados con el movimiento de muñecas.

También, es importante tomar en cuenta que al no existir un dato claro de cuántas unidades se cortan por día o semana, se está incurriendo en desperdicio de dinero; ya que se desconoce el inventario de estas etiquetas en el piso y se realiza la tarea de cortar etiquetas de forma antojadiza, sin control.

Año fiscal	Cantidad de rollos	Valor	Total
Marzo 2016 - marzo 2017	200	\$9.50	\$1,900.00
Marzo 2017 - marzo 2018	240	\$10.50	\$2,520.00

Tabla 1. Compra de rollos de los últimos 2 años

Fuente: Tomado de Q:\Document Logs\HISTORY

La tabla 1 muestra la forma en que se compraron los rollos para uso de la empresa; los cuales se adquirieron sin ningún estudio previo sobre el consumo que se realiza en la fábrica.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo automatizar el proceso de corte y separación de etiquetas en el piso de producción de Microvention Costa Rica?

El problema que posee la empresa es que el proceso de separación de etiquetas para identificación de lotes de producción se realiza de forma manual. Existe una gran oportunidad para automatizar este proceso y de esta forma llevar a la empresa poco a poco al nivel de las empresas modernas donde la mayoría de sus procesos son automatizados. De esta forma, los procesos se vuelven más confiables y pueden ser mejorados.

Actualmente, no existe un inventario de cuántas etiquetas se cortan por día o por semana; por lo que resulta imposible saber cuántos rollos de etiquetas se gastan. Esto impide tener un control o registro de cuál es cantidad que el Departamento de Compras debe adquirir mensual o anualmente. Barrantes (2017) afirma que “la demanda de productos tiene una tendencia creciente en la empresa y actualmente existe una inadecuada utilización de los recursos tanto de materiales de trabajo como humanos” (p.10).

Con la fabricación de un dispositivo electrónico de corte automatizado se elimina la variabilidad en la separación de etiquetas puesto que debido a la intervención humana los procesos no siempre son estables, este hecho es clave en una empresa de manufactura, ya que este tipo de empresas siempre andan en la búsqueda de la estabilidad de los procesos y de elevar la producción al menor costo posible.

En la tabla 1, se muestra una comparación de las sumas de dinero que invierte la empresa en compra de rollos de etiquetas. A continuación, se muestra el diagrama de pescado que demuestra las causas que provocan el problema de separación manual de etiquetas en la empresa Microvention Costa Rica.

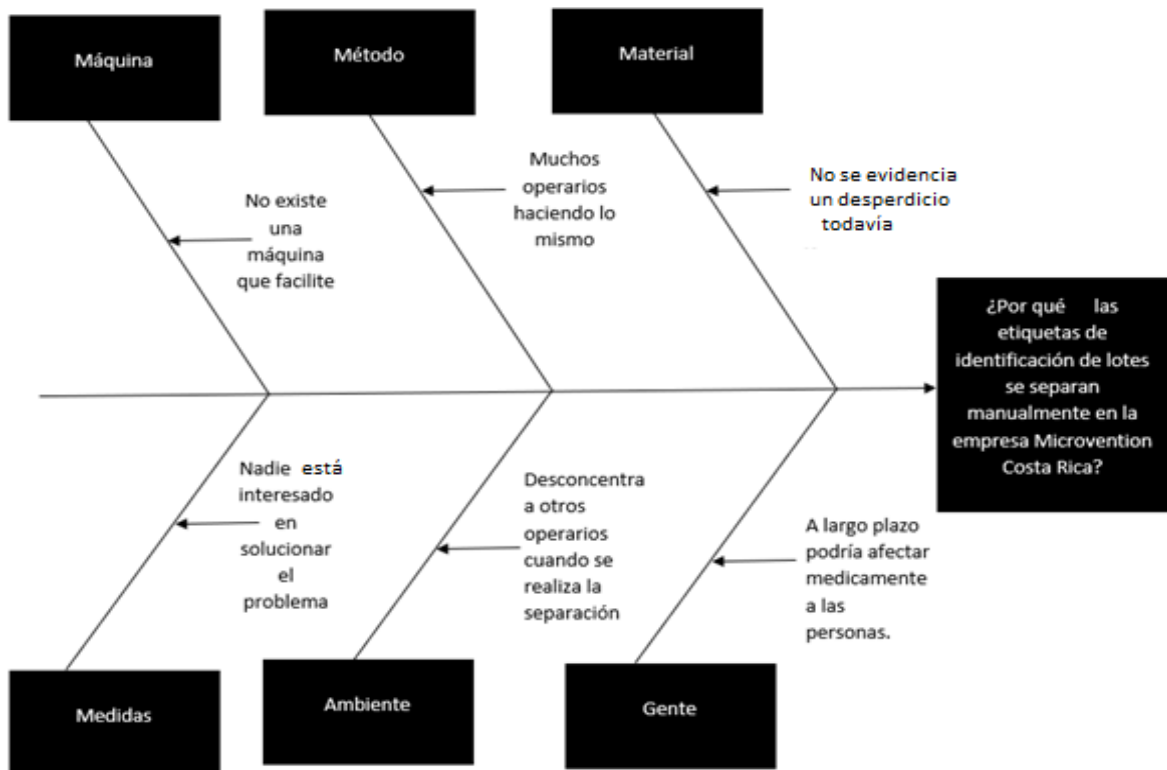


Figura 3. Diagrama de pescado sobre el problema a solucionar

Fuente: Elaboración propia.

1.3 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un dispositivo que permita el corte y la separación de etiquetas en forma automatizada para mejorar la calidad y la optimización de los recursos en el piso de producción de Microvention.

1.3.1 Objetivos Específicos

1. Recopilar los requerimientos técnicos y las necesidades del personal operativo que faciliten el proceso de separación de etiquetas de la empresa mediante un proceso automático.
2. Construir la máquina con componentes de venta comercial, con componentes fáciles de encontrar y que permitan un rápido reemplazo ante eventuales fallos.
3. Mantener las metas de producción de Microvention durante el proceso de transición del proceso manual al proceso automático.
4. Diseñar y mantener una base de datos donde pueda ser almacenada la información relacionada con las etiquetas adquiridas y cortadas, de forma que esta sea utilizada posteriormente por el Departamento de Compras.
5. Realizar un análisis costo versus beneficio del proyecto realizado que permita validar su utilidad para la empresa.

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.4.1 Alcances

- Al existir una máquina con contador, se puede tener control de cuántas etiquetas hay y cuántas se deben cortar; lo cual permite tener mayor disponibilidad del tiempo para realizar otras tareas.
- Con la utilización de esta máquina, se podría evitar un problema muscular a los operarios a mediano plazo, provocado por realizar este proceso manualmente.
- Capacidad de monitoreo remoto a través de la red interna de la compañía en el Departamento de Tecnologías de la Información.
- Sistematizar un proceso que durante mucho tiempo se ha ejecutado manualmente.
- Control por parte del Departamento de Compras de los rollos que adquiere la empresa.
- Capacitación para el personal operativo para el uso de la máquina nueva. Esta capacitación queda documentada en los anexos como un entrenamiento.

1.4.2 Limitaciones

- Los prototipos serán creados en el taller de precisión de la empresa. En este proceso de fabricación, se deberá estar al margen debido a que no se tiene el conocimiento de las máquinas existentes; por consiguiente, solo se podrá dar retroalimentación sobre el diseño que se proporcionará.
- La resistencia al cambio que puedan presentar los operarios en el tema del uso de la máquina por fabricar. Debido a que podrían cuestionar la forma de usarla, o bien, la sencillez o la facilidad de realizar el trabajo manualmente versus el manejo de la máquina nueva.
- Obtener permiso para acceder a la red interna de la empresa. Esto debido a que los datos de etiquetas cortadas se van a subir a la red para llevar *tracking* de la cantidad necesaria para utilizar en el piso.
- El taller de precisión realiza también otros trabajos de la empresa, debido a esto, el avance en las modificaciones de *hardware* podría verse afectado.
- Para la compra de componentes, hay que tomar en cuenta que la adquisición se hace vía web y toma un aproximado de 15 días tenerlos disponibles para iniciar el desarrollo de la máquina y sus mejoras.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL

2.1.1 Microcontrolador

Recibe el nombre de controlador el dispositivo que se emplea para el gobierno de uno o varios procesos. Por ejemplo, el controlador que regula el funcionamiento de un horno dispone de un sensor que mide constantemente su temperatura interna y, cuando traspasa los límites prefijados, genera las señales adecuadas que accionan los efectores que intentan llevar el valor de la temperatura dentro del rango estipulado.

Aunque el concepto de controlador ha permanecido invariable a través del tiempo, su implementación física ha variado frecuentemente. Hace tres décadas, los controladores se construían exclusivamente con componentes de lógica discreta, posteriormente se emplearon los microprocesadores, que se rodeaban con chips de memoria y E/S sobre una tarjeta de circuito impreso. En la actualidad, todos los elementos del controlador se han podido incluir en un chip, el cual recibe el nombre de microcontrolador. Realmente consiste en un sencillo pero completo computador contenido en el corazón (chip) de un circuito integrado.

Vergara, J. (2009), Microcontroladores PIC Principios y Aplicaciones. Medellín, Colombia. Editorial Universidad de Medellín.

Un microcontrolador es un circuito integrado de alta escala de integración que incorpora la mayor parte de los elementos que configuran un controlador.

Un microcontrolador dispone normalmente de los siguientes componentes:

- Procesador o UCP (Unidad Central de Proceso).
- Memoria RAM para Contener los datos.
- Memoria para el programa tipo ROM/PROM/EPROM.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.
- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, Puertas Serie y Paralelo, CAD: Conversores Analógico/Digital, CDA: Conversores Digital/Analógico, etc.).
- Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.

El microprocesador es un circuito integrado que contiene la Unidad Central de Proceso (UCP), también llamada procesador, de un computador. La UCP está formada por la Unidad de Control, que interpreta las instrucciones, y el Camino de Datos, que las ejecuta. Etxebarria M., (2011), *Microcontroladores PIC*. Sevilla, España. Creaciones Copyright.

Las patitas de un microprocesador sacan al exterior las líneas de sus buses de direcciones, datos y control, para permitir conectarle con la Memoria y los Módulos de E/S y configurar un computador implementado por varios circuitos integrados.

Se dice que un microprocesador es un sistema abierto porque su configuración es variable de acuerdo con la aplicación a la que se destine.

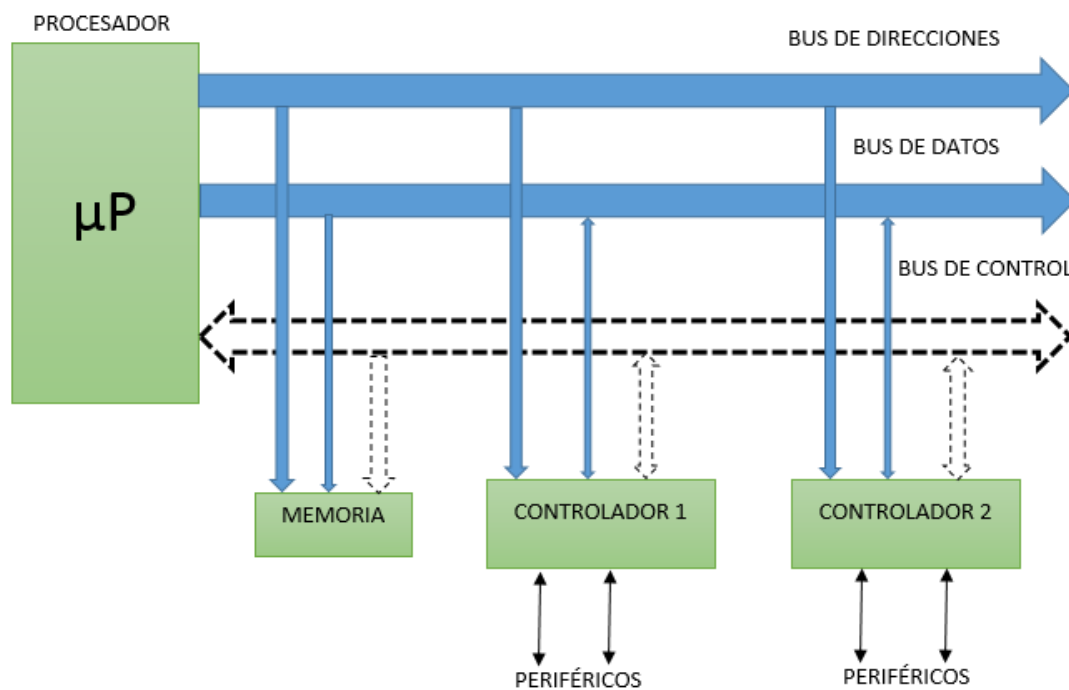


Figura 4. Estructura Básica de un sistema abierto basado en un microprocesador.

Fuente: Disponible en: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com>.

Si sólo se dispusiese de un modelo de microcontrolador, éste debería tener muy potenciados todos sus recursos para poderse adaptar a las exigencias de las diferentes aplicaciones.

Esta potenciación supondría en muchos casos un despilfarro. Tojeiro, German. (2012). Proteus Simulación de Circuitos electrónicos y Microcontroladores a través de ejemplos. Editorial Alfaomega.

En la práctica cada fabricante de microcontroladores oferta un elevado número de modelos diferentes, desde los más sencillos hasta los más poderosos. Es posible seleccionar la capacidad de las memorias, el número de líneas de E/S, la cantidad y potencia de los elementos auxiliares, la velocidad de funcionamiento, etc. Por todo ello, un aspecto muy destacado del diseño es la selección del microcontrolador a utilizar.

Actualmente se dispone de microcontroladores de propósito general y de otros especializados y diseñados específicamente para determinadas aplicaciones electrónicas como las comunicaciones inalámbricas o el control de motores. Se puede elegir el fabricante y modelo que mejor se adapte a las necesidades del proyecto.

Se encuentran ordenados por familias que cuentan con características y herramientas de programación comunes, de manera que al diseñador de circuitos electrónicos de control le permite escalar dentro de los distintos microcontroladores de la familia, desde el más sencillo, hasta el más completo o complejo, sin necesidad de cambiar entorno o filosofía de programación.

2.1.2 Raspberry Pi

Raspberry Pi es una placa computadora de bajo costo, se podría decir que es un ordenador de tamaño reducido, del orden de una tarjeta de crédito, desarrollado en el Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi (Universidad de Cambridge) en 2011, con el objetivo de estimular la enseñanza de la informática en las escuelas, aunque no empezó su comercialización hasta el año 2012. Varela, R. (2018). Raspberry Pi Características. Madrid. <https://www.adafruit.com/>

El concepto es el de un ordenador desprovisto de todos los accesorios que se pueden eliminar sin que afecte al funcionamiento básico. Está formada por una placa que soporta varios componentes necesarios en un ordenador común y es capaz de comportarse como tal. A la Raspberry Pi la han definido como una maravilla en miniatura, que guarda en su interior un importante poder de cómputo en un tamaño muy reducido. Contreras, L. (2018). Historia de la Informática. [Raspberry Pi]. Recuperado de <http://histinf.blogs.upv.es/2013/12/18/raspberry-pi>

Aunque no se indica expresamente si es hardware libre o con derechos de marca, en su web oficial explican que disponen de contratos de distribución y venta con dos empresas, pero al mismo tiempo cualquiera puede convertirse en revendedor o redistribuidor de las tarjetas Raspberry Pi, por lo que da a entender que es un producto con propiedad registrada, manteniendo el control de la plataforma, pero permitiendo su uso libre tanto a nivel educativo como particular.

En cambio, el software sí es *open source*, siendo su sistema operativo oficial una versión adaptada de Debian, denominada *Raspbian*, aunque permite usar otros sistemas operativos, incluido una versión de *Windows 10*. En todas sus versiones incluye un procesador *Broadcom*, una memoria RAM, una GPU, puertos USB, HDMI, Ethernet (El primer modelo no lo tenía), 40 pines GPIO y un conector para cámara. Ninguna de sus ediciones incluye memoria, siendo esta en su primera versión una tarjeta SD y en ediciones posteriores una tarjeta MicroSD.

La fundación da soporte para las descargas de las distribuciones para arquitectura ARM, *Raspbian* (derivada de *Debian*), *RISC OS 5*, *Arch Linux ARM* (derivado de *Arch Linux*) y *Pidora* (derivado de *Fedora*), 2 y promueve principalmente el aprendizaje del lenguaje de programación *Python*. Rodríguez, C. (2018). Software de Raspberry. www.redeszone.net

Una Raspberry Pi corre un sistema operativo basado en *Linux*, adaptado para un procesador ARM. Inicialmente solo había una distribución, adaptada para la RPI, *Raspbian* que es basado en Debian, pero actualmente hay muchas distribuciones, como *Pidora* que es basada en Fedora, *RetroPie* para videojuegos retro *Pi Music Box* para crear Karaoke, *LibreELEC* y *Kodi* para TV inteligentes, *Open Media Vault* para servidores NAS, *Kod*. Además, las RPI recientes tienen el poder de levantar un sistema basado en *Windows 7* y *Windows 10* adecuados para el procesador ARM. Brown. J. (22 noviembre 2016). *The Magic Pi* en español. Número 3, p.12.

El sistema operativo, en general, se baja como una imagen, se puede obtener del área de descargas de la página oficial, esta imagen se instala en una memoria microSD mediante un programa como *Win32DiskImager* entre otros, desde la computadora Windows, Linux o Mac. Una vez cargado en la memoria microSD esta se monta en la RPI y se inicia, ya debe estar todo conectado: pantalla, teclado, ratón y si es posible conectado a una red de internet; una vez iniciado el sistema operativo, se siguen los pasos para continuar con la instalación y actualización del sistema operativo.

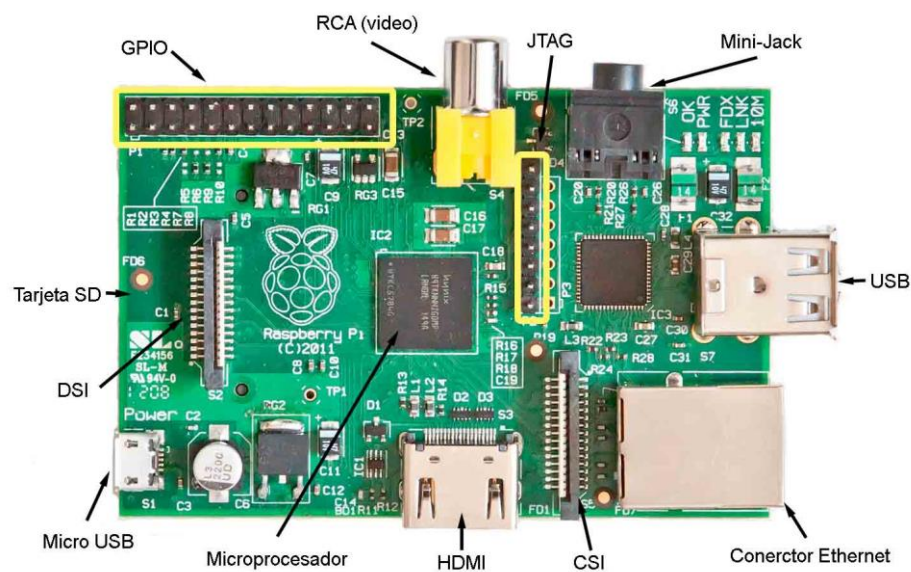


Figura 5. Fotografía detallada de los componentes presentes en un Raspberry Pi.

Fuente: Disponible en: <https://www.robomart.com>.

2.1.3 Electrónica Analógica

La electrónica analógica considera y trabaja con valores continuos pudiendo tomar valores infinitos, se puede acotar que trata con señales que cambian en el tiempo de forma continua porque estudia los estados de conducción y no conducción de los diodos y los transistores que sirven para diseñar cómputos en el álgebra con las cuales se fabrican los circuitos integrados, además estudia los sistemas en los cuales sus variables son: tensión, corriente. Domínguez, D. (2014).

Electrónica Analógica. Argentina. www.monografias.com

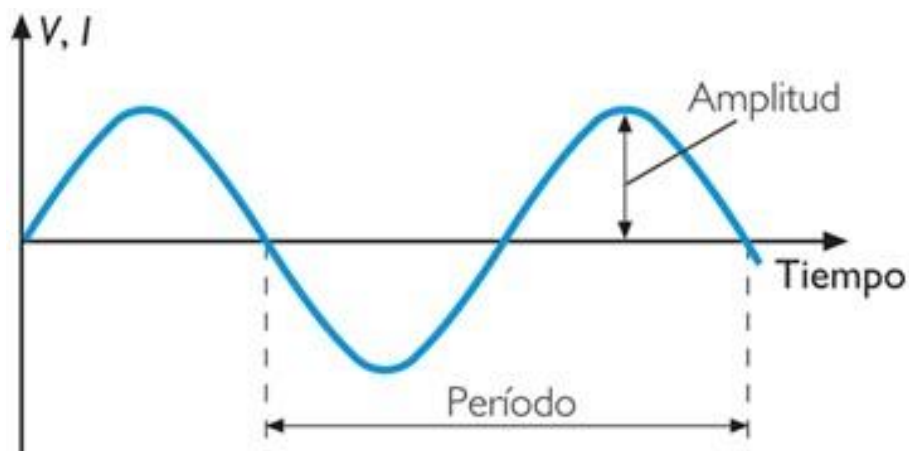


Figura 6. Diseño básico de una onda senoidal.

Fuente: Disponible en: <http://fisicaiicamacho.blogspot.com>.

La electrónica analógica abarca muchos campos, por ejemplo, la electrónica analógica dinámica que trata de un circuito que traslada vibraciones a un sistema eléctrico, la analógica hidráulica la cual es existente entre una corriente del agua de superficie plana o un flujo bidimensional como ejemplo un reloj, el cual

tiende a tener engranaje de diferentes tipos los cuales son movidos por un conductor el mueve los engranajes que son diferentes tamaños pero cada uno para una función específica como la de los segundos, minutos y horas.

La electrónica analógica es la parte de la electrónica que estudia la variación de valores como pueden ser la tensión (Voltios), la corriente (Amperios), respecto del tiempo. Una señal analógica es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético y que es representable por una función matemática continua en la que es variable su amplitud y periodo función del tiempo. Guerra, J. Ruiz, J. Vergaz, R. (2009). *Electrónica Analógica para Ingenieros*. México D.F., México. Mc. Graw Hill.

Algunas magnitudes físicas comúnmente portadoras de una señal de este tipo son eléctricas como la intensidad, la tensión y la potencia, pero también pueden ser hidráulicas como la presión y térmicas como la temperatura. En la naturaleza, el conjunto de señales que se perciben son analógicas, así la luz, el sonido o la energía son señales que tienen una variación continua.

Una señal eléctrica analógica es aquella en la que los valores de la tensión o voltaje varían constantemente en forma de corriente alterna, incrementando su valor con signo eléctrico positivo (+) durante medio ciclo y disminuyéndolo a continuación con signo eléctrico negativo (-) en el medio ciclo siguiente, el cambio constante de polaridad de positivo a negativo provoca que se cree un trazado en forma de onda sinusoidal.

2.1.4 Electrónica Digital

La electrónica digital es una parte de la electrónica que se encarga del estudio de sistemas electrónicos en los cuales la información está codificada en dos únicos estados. A dichos estados se les puede llamar "verdadero" o "falso", o más comúnmente 1 y 0. Electrónicamente se le asigna a cada uno un voltaje o rango de voltaje determinado, a los que se les denomina niveles lógicos, típicos en toda señal digital.

Se diferencia de la electrónica analógica en que, para la electrónica digital un valor de voltaje codifica uno de estos dos estados, mientras que para la electrónica analógica hay una infinidad de estados de información que codificar según el valor del voltaje. Esta particularidad permite que usando Álgebra de Boole y un sistema de numeración binario se puedan realizar complejas operaciones lógicas o aritméticas sobre las señales de entrada, muy costosas de hacer empleando métodos analógicos. Tocci, R. (2010). *Sistemas Digitales: Principios y Aplicaciones*. México D.F., México. Pearson Educación.

La electrónica digital ha alcanzado una gran importancia debido a que es utilizada para realizar autómatas y por ser la piedra angular de los sistemas micro programados como son los ordenadores o computadoras. La electrónica digital ha sido una revolución tecnológica muy importante y decisiva de las últimas décadas.

Su evolución vertiginosa ha cambiado el ritmo de los tiempos y representa el liderazgo tecnológico de la vida moderna.

Los avances alcanzados en el campo de la electrónica digital han permitido el desarrollo y la fabricación masiva, a bajo costo, de calculadoras de bolsillo, relojes digitales, computadoras personales, robots, y toda una generación de aparatos y sistemas inteligentes de uso doméstico, comercial, industrial, automotriz, científico, médico, etc. Es una parte de la electrónica que se encarga de sistemas electrónicos en los cuales la información está codificada en dos únicos estados. A dichos estados se les puede llamar "verdadero" o "falso", o más comúnmente 1 y 0, refiriéndose a que en un circuito electrónico digital hay dos niveles de tensión.

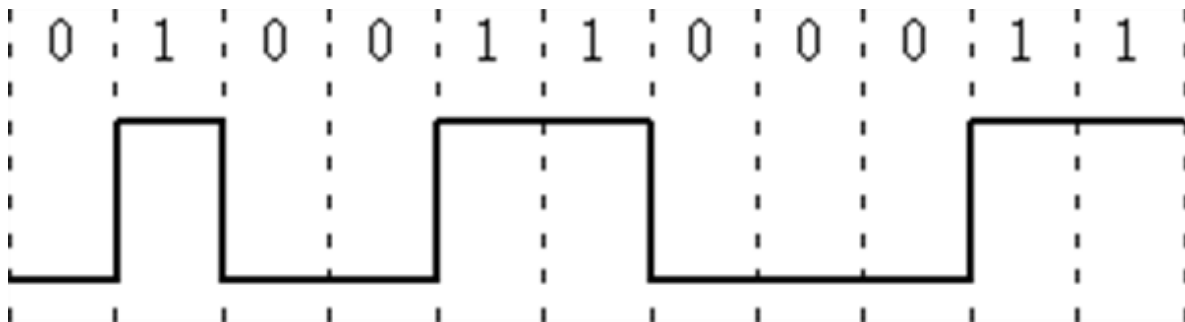


Figura 7. Tren de pulsos propio de una señal digital

Fuente: Disponible en: <http://postventa.webcindario.com>

El sistema de numeración en base 2 o binario en los que sólo existen dos estados posibles, los estados se suelen representar mediante dos niveles de tensión diferentes:

ALTO (*HIGH*) y BAJO (*LOW*), los dígitos que se emplean son 1 y 0, un dígito binario se denomina bit, que es la contracción de las palabras *Binary Digit* (dígito binario). (Lógica positiva) ALTO (*HIGH*)=1 y BAJO (*LOW*)=0 (Lógica negativa) ALTO (*HIGH*)=0 y BAJO (*LOW*)=1 Niveles lógicos.

Las tensiones que se utilizan para representar los unos y ceros reciben el nombre de niveles lógicos. Lo ideal sería que un nivel de tensión representara el nivel ALTO y otro nivel de tensión representara el nivel BAJO, pero en la práctica lo que sucede es que un nivel ALTO puede ser cualquier tensión entre un máximo y un mínimo.

De igual manera un nivel BAJO puede ser cualquier tensión comprendida entre un máximo y un mínimo, electrónicamente se le asigna a cada uno un voltaje o rango de voltaje determinado, a los que se les denomina niveles lógicos, típicos en toda señal digital. Por lo regular los valores de voltaje en circuitos electrónicos pueden ir desde 1.5, 3, 5, 9 y 18 voltios dependiendo de la aplicación, así, por ejemplo, en una radio de transistores convencional las tensiones de voltaje son por lo regular de 5 y 12 voltios al igual que se utiliza en los discos duros IDE de computadora. Floyd, T. (2005). Fundamentos de Sistemas Digitales. Barcelona. Editorial Prentice Hall.

2.1.5 Motores Paso-Paso

Un motor paso a paso es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de pulsos eléctricos en desplazamientos angulares, lo que significa que es capaz de girar una cantidad de grados (paso o medio paso) dependiendo de sus entradas de control.

Los motores paso a paso son ideales para la construcción de mecanismos en donde se requieren movimientos muy precisos. La característica principal de estos motores es el hecho de poder moverlos un paso a la vez por cada pulso que se le aplique. Este paso puede variar desde 90° hasta pequeños movimientos de 1.8° , Es por eso por lo que ese tipo de motores son muy utilizados, ya que pueden moverse a deseo del usuario según la secuencia que se les indique a través de un microcontrolador. Estos motores poseen la habilidad de quedar enclavados en una posición si una o más de sus bobinas está energizada o bien totalmente libres de corriente. Carletti, E. (2013). Motores Paso a Paso, Características. www.robots-argentina.com.ar/MotorPP_basico.htm.

El principio de funcionamiento está basado en un estator construido por varios bobinados en un material ferromagnético y un rotor que puede girar libremente en el estator. Estos diferentes bobinados son alimentados uno a continuación del otro y causan un determinado desplazamiento angular que se denomina “paso angular” y es la principal característica del motor.

Los tres tipos de motores paso a paso son: motores de imanes permanentes, de reluctancia variable e híbridos. En lo que se refiere a la conversión de la energía eléctrica en movimiento angular, estos trabajan con el mismo principio físico que los motores eléctricos rotatorios de corriente continua y alterna. Sin embargo, para el caso particular del motor paso a paso, la conmutación se logra a través de algún sistema electrónico o tarjeta microcontroladora que genera una secuencia de pulsos de corriente modulados que alimentan los devanados internos del motor y debido a esto es que no necesitan de escobillas o algún conmutador mecánico. Corona, L. Abarca, G. (2014). *Sensores y actuadores*. México D.F., México: Grupo Patria.

Los motores paso a paso de imán permanente se dividen a su vez en distintos tipos, diferenciados por el tipo de bobinado. Existen entonces motores paso a paso de imán permanente unipolares, bipolares y multifase.

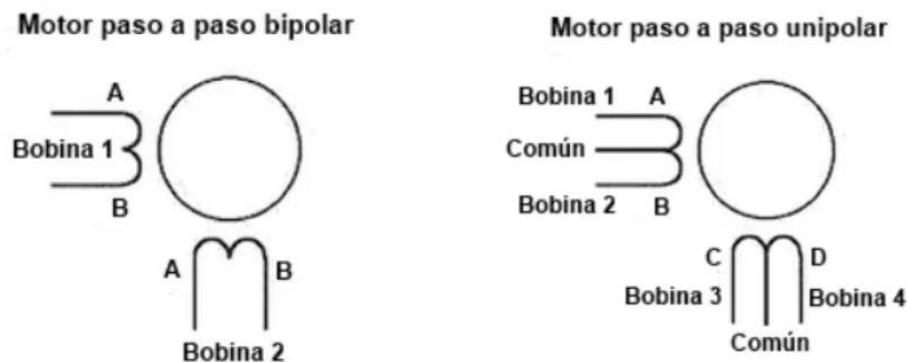


Figura 8. Tipos de motores paso a paso de imán permanente.

Fuente: Tomado de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/tag/motor-paso-a-paso>

Los motores de reluctancia variable son los motores paso a paso más simples de manejar. Su secuencia se limita a activar cada bobinado en orden. Es común que estos motores tengan un cable común que une todas las bobinas. Estos motores, si se los mueven a mano, no tienen la sensación "dentada" de los otros motores paso a paso, sino que se mueven libres, como los motores de corriente continua.

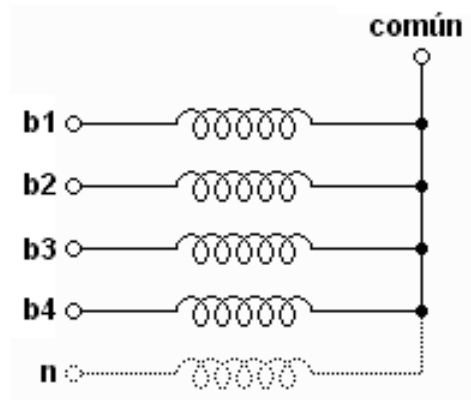


Figura 9. Diagrama Básico de un motor paso a paso de reluctancia variable

Fuente: Tomado de <http://robots-argentina.com.ar>

Los motores paso a paso se pueden ver como motores eléctricos sin escobillas, es típico que todos los bobinados del motor sean parte del estator, y el rotor puede ser un imán permanente o, en el caso de los motores de reluctancia variable, un cilindro sólido con un mecanizado en forma de dientes (similar a un engranaje), construido con un material magnéticamente "blando" (como el hierro dulce). La conmutación se debe manejar de manera externa con un controlador electrónico y, típicamente, los motores y sus controladores se diseñan de manera que el motor se pueda mantener en una posición fija y también para que se lo pueda hacer girar en un sentido y en el otro.

La mayoría de los motores paso a paso conocidos se pueden hacer avanzar a frecuencias de audio, lo que les permite girar muy velozmente. Con un controlador apropiado, se los puede hacer arrancar y detenerse en un instante en posiciones controladas. Los motores paso a paso tienen un comportamiento del todo diferente al de los motores de corriente continua. En primer lugar, no giran libremente por sí mismos. Los motores paso a paso, como lo indica su nombre, avanzan girando por pequeños pasos. También difieren de los motores de CC en la relación entre velocidad y torque (un parámetro que también es llamado "par motor" y "par de giro").

Los motores de CC no son buenos para ofrecer un buen torque a baja velocidad sin la ayuda de un mecanismo de reducción. Los motores paso a paso, en cambio, trabajan de manera opuesta: su mayor capacidad de torque se produce a baja velocidad.

Los motores paso a paso tienen una característica adicional: el torque de detención (que se puede ver mencionado también como "par de detención", e incluso par/torque "de mantenimiento"), que no existe en los motores de CC. El torque de detención hace que un motor paso a paso se mantenga firmemente en su posición cuando no está girando. Esta característica es muy útil cuando el motor deja de moverse y, mientras está detenido, la fuerza de carga permanece aplicada a su eje. Se elimina así la necesidad de un mecanismo de freno.

Si bien es cierto que los motores paso a paso funcionan controlados por un pulso de avance, el control de un motor paso a paso no se realiza aplicando en directo este pulso eléctrico que lo hace avanzar. Estos motores tienen varios bobinados que, para producir el avance de ese paso, deben ser alimentados en una adecuada secuencia. Si se invierte el orden de esta secuencia, se logra que el motor gire en sentido opuesto.

Si los pulsos de alimentación no se proveen en el orden correcto, el motor no se moverá apropiadamente. Puede ser que zumbe y no se mueva, o puede ser que gire, pero de una manera tosca e irregular.

Esto significa que hacer girar un motor paso a paso no es tan simple como hacerlo con un motor de corriente continua, al que se le entrega una corriente y listo. Se requiere un circuito de control, que será el responsable de convertir las señales de avance de un paso y sentido de giro en la necesaria secuencia de energización de los bobinados.

Los motores paso a paso se dividen en dos categorías principales: de imán permanente y de reluctancia variable. También existe una combinación de ambos, a los que se les llama híbridos. Los de imán permanente son los que más utilizados, por ejemplo, en el avance de papel y del cabezal de impresión de las impresoras, en el movimiento del cabezal de las disqueteras, etc. Como su nombre indica, poseen un imán que aporta el campo magnético para la operación.

Los motores del tipo de reluctancia variable, en cambio, poseen un rotor de hierro dulce que, en condiciones de excitación del estator, y bajo la acción de su campo magnético, ofrece menor resistencia a ser atravesado por su flujo en la posición de equilibrio. Su mecanización es similar a los de imán permanente y su principal inconveniente radica en que en condiciones de reposo (sin excitación) el rotor queda en libertad de girar y, por lo tanto, su posicionamiento de régimen de carga dependerá de su inercia y no será posible predecir el punto exacto de reposo.

El tipo de motor de reluctancia variable consiste en un rotor y un estator cada uno con un número diferente de dientes. Ya que el rotor no dispone de un imán permanente, gira libremente si no tiene corriente alimentándolo, o sea que no tiene torque de detención.

Los motores híbridos combinan las mejores características de los de reluctancia variable y de imán permanente. Se construyen con estatores multidentados y un rotor de imán permanente. Los motores híbridos estándar tienen 200 dientes en el rotor y giran en pasos de 1,8 grados. Existen motores híbridos con configuraciones de 0,9° y 3,6°. Dado que poseen alto torque estático y dinámico y se mueven a muy altas velocidades de pulso, se los utiliza en una amplia variedad de aplicaciones industriales. Blake, A. (2018). Motores Híbridos. <https://www.tecnologia.net>

2.1.6 Actuadores

Un actuador es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: presión neumática, presión hidráulica y fuerza motriz eléctrica. Dependiendo del origen de la fuerza el actuador se denomina “neumático”, “hidráulico” o “eléctrico”. Diaz, N. (2003). Motores Paso a Paso. www.monografias.com

2.1.6.1 Dispositivos Hidráulicos

Estos dispositivos son similares a los neumáticos, la principal diferencia es que en lugar de utilizar aire utilizan aceites de origen mineral. Debido a que el fluido tiene características bastante diferentes, el aceite tiene mucho menor grado de compresión que el aire, se puede obtener un grado de precisión mucho más alto con estos dispositivos, también es posible desarrollar fuerzas más grandes al tener presiones de trabajo más grandes.

2.1.6.2 Dispositivos Eléctricos

Estos dispositivos son los más fáciles de controlar, los más sencillos y también los que tienen más precisión, todas estas grandes ventajas han convertido en los dispositivos más utilizados en la industria.

Dentro de estos dispositivos, se podría decir que los principales son:

Motores Paso a Paso.

Motores de Corriente Continua.

Motores de Corriente Alterna.

2.1.6.3 Dispositivos Neumáticos

Pistón Neumático marca Bimba **SS-0070.011-DW**

Convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico. La energía neumática se basa en la compresión de aire para producir una fuerza. El pistón utilizado para el proyecto se escogió basados en los requerimientos de cuarto limpio ISO 14644-1 e ISO 14644-2, donde se recomienda el uso de dispositivos que no generen partículas de más de $0,5\mu\text{m}$, debido a esto, el pistón que se emplea para la máquina es de acero inoxidable, resistente a la corrosión y además es libre de mantenimiento por lo que no requiere de lubricación extra. Tiene un límite de presión neumática de entrada de 250 PSI lo que representa un rango adecuado pues la presión que se maneja en el cuarto limpio no sobrepasa los 100PSI.

La siguiente es una tabla con detalles de los actuadores mencionados:

Características de los distintos tipos de actuadores			
Aspectos	Neumáticos	Hidráulicos	Eléctricos
Energía	Aire a presión (5-10 bar)	Aceite mineral (50-100 bar)	Corriente eléctrica
Opciones	Cilindros Motor de paletas Motor de pistón	Cilindros Motor de paletas Motor de pistones axiales	Corriente continua Corriente alterna Motor paso a paso Servomotor
Ventajas	Baratos Rápidos Sencillos Robustos	Rápidos Alta relación potencia-peso Autolubricantes Alta capacidad de carga Estabilidad frente a cargas estáticas	Precisos Fiables Fácil control Sencilla instalación Silenciosos
Desventajas	Dificultad de control continuo Instalación especial (compresor, Ruidoso	Difícil mantenimiento Instalación especial (filtros, Frecuentes fugas Caros	Potencia limitada

Tabla 2. Características de los Distintos Actuadores

Fuente: tomado de <http://mecatroavila.com/2010/08/caracteristicas-de-los-tipos>

El actuador más común es el actuador manual o humano. Es decir, una persona mueve o actúa un dispositivo para promover su funcionamiento. Con el tiempo, se hizo conveniente automatizar la actuación de dispositivos, por lo que diferentes dispositivos hicieron su aparición. Actualmente hay básicamente dos tipos de actuadores: lineales y rotatorios. Los actuadores lineales generan una fuerza en línea recta, tal como haría un pistón. Los actuadores rotatorios generan una fuerza rotatoria, como lo haría un motor eléctrico. Suárez, M. (2016). Tipos de Actuadores. <http://www.gimaticusa.com/pdfs/Gimatic-por-EMI>

A los mecanismos que convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico se les denomina actuadores neumáticos.

Aunque en esencia son idénticos a los actuadores hidráulicos, el rango de compresión es menor en este caso, además de que hay una pequeña diferencia en cuanto al uso y en lo que se refiere a la estructura, motivado a que los elementos de suministro de energía son diferentes de los empleados en los cilindros hidráulicos.

El objetivo final del actuador rotatorio es generar un movimiento giratorio. El movimiento debe estar limitado a un ángulo máximo de rotación. Normalmente se habla de actuadores de cuarto de vuelta, o 90° ; fracción de vuelta para ángulos diferentes a 90° , por ejemplo 180° ; y de actuadores multivuelta, para válvulas lineales que poseen un eje de tornillo o que requieren de múltiples vueltas para ser actuados.

La variable básica por tomar en cuenta en un actuador rotatorio es el torque o par. Para hacer funcionar el actuador neumático, se conecta aire comprimido a uno de los lados del émbolo o veleta” generando una fuerza en sentido de la expansión del espacio entre el émbolo y la pared del cilindro o el cuerpo.

Mediante un dispositivo mecánico el movimiento se transforma en rotatorio. Para mover el actuador en sentido contrario es necesario introducir aire comprimido en el lado opuesto del émbolo. El torque que genera el actuador es directamente proporcional a la presión del aire comprimido, pero dependiendo de su diseño puede ser variable de acuerdo con la posición actual del actuador.

Es decir, suponer que el movimiento del actuador rotatorio está definido en el rango de 0% a 100% de su movimiento.

El torque de salida en 0% es en algunos casos diferente al torque de salida cuando está en la posición 50%. A mayor abundamiento, en realidad lo que se tiene es una curva de torques en función de la posición del actuador. Esta variabilidad es beneficiosa para la mayoría de las válvulas, ya que permite ajustar más el tamaño del actuador, pudiendo incluso bajar un modelo o dos al seleccionado originalmente.

2.1.7 Sistema de Control Automático

Se define un sistema (máquina o proceso) automatizado como aquel capaz de reaccionar ante un proceso de forma automática (sin la intervención de un operario) ante los cambios que se producen, realizando las acciones adecuadas para cumplir la función para la cual ha sido diseñado.

En las últimas décadas la sociedad industrializada hace un uso extenso de los sistemas automatizados. Tanto en la vida cotidiana como en la industria se destacan sistemas de control que regulan magnitudes de temperatura, presión, flujo, seguridad, electrónica y la robótica en lo concerniente al desarrollo de microcontroladores y los sistemas inalámbricos; hoy en día todo es controlado, con el objeto de optimizar y mejorar el desempeño de los procesos dentro de los sistemas automatizados manteniéndolos dentro de parámetros preestablecidos en

los requerimientos del cliente. Carrillo, J. (2011). Sistemas Automáticos de Control. Caracas. Fondo Editorial UNERMB. Con base en lo expuesto anteriormente, la figura siguiente será base para el comienzo del prototipo de cortadora de etiquetas.

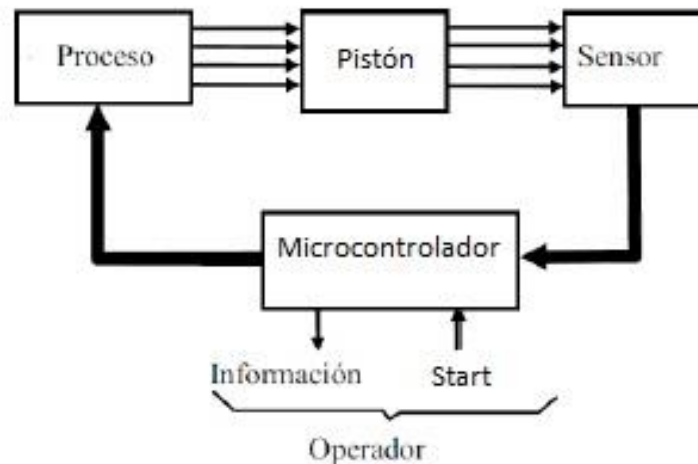


Figura 10. Estructura de un sistema automatizado.

Fuente: Elaboración propia

2.1.8 Materiales utilizados en el proyecto

Para la elaboración del prototipo se empleará el aluminio, ya que por sus propiedades resulta el material idóneo para la máquina, es fácil de perforar, es liviano, resistente y barato. En el taller de precisión de la empresa también existe acero inoxidable que es un material difícil de trabajar debido a sus propiedades y más caro que el aluminio, además no es sencillo perforarlo y es más pesado que el aluminio.

A continuación, los beneficios de utilizar el aluminio para la máquina cortadora de etiquetas:

Ductilidad: El uso del aluminio no está limitado a los paneles planos. Gracias a su ductilidad, el aluminio puede encontrarse en un gran número de formas y perfiles. El proceso de extrusión ofrece una gama casi infinita de formas y secciones.

Baja densidad: El aluminio es uno de los metales comerciales más ligeros disponibles en el mercado, con una densidad de aproximadamente un tercio de la de acero o cobre.

Resistencia frente al peso: Uno de los puntos más importantes del aluminio para usarlo en construcción es su excepcional cociente resistencia/peso. A 2,7 g / cm², el aluminio es un 66% más ligero que el acero. También es mucho menos susceptible a las fracturas frágiles.

Reflectividad: Por la capacidad del aluminio para reflejar la luz pueden instalarse colectores solares de aluminio para reducir el consumo de energía en iluminación artificial y calefacción en invierno, mientras que los dispositivos de sombreado de aluminio se pueden utilizar para reducir la necesidad de aire acondicionado en verano.

Durabilidad: El aluminio tiene una excelente resistencia a la corrosión debido a la fina capa de óxido de aluminio que se forma en la superficie en su superficie cuando se expone al aire. Eso explica la gran durabilidad natural del aluminio.

Además, la mayoría de los productos de construcción de aluminio son tratados o recubiertos. Esto mejora la capacidad de aluminio de resistir el ataque en ambientes agresivos. Ruiz, K. (2017). Termiser, Plataformas y Andamios. <https://www.termiser.com/caracteristicas-propiedades-del-aluminio/>

2.1.9 Cuchilla de Corte

La cuchilla de corte que se encargará de realizar la separación automática de las etiquetas no podrá ser fabricada de aluminio debido que se desgastaría muy rápidamente por lo que el material usado para este proceso deberá ser de gran resistencia y durabilidad, para este fin se utilizará acero endurecido que es un tipo de acero al carbono, un material duro que se ha sometido a un tratamiento térmico, temple y más de recalentamiento. Este material tiene una cáscara exterior dura y un núcleo sólido.

Las áreas de aplicación de los componentes de acero templado incluyen el transporte, la generación de energía y la ingeniería mecánica.

A continuación, las principales características de este material:

Resistencia al desgaste: El acero endurecido es resistente al desgaste, uso rudo, la presión de alto impacto y choque. Posee una cantidad suficiente de cromo que se somete a un tratamiento térmico, se endurece para formar partículas de carburo de cromo, que aumentan la resistencia al desgaste de la aleación de acero. Los aceros endurecidos con una mayor concentración de carbono contienen una mayor cantidad de carburo de cromo y exhiben propiedades mejoradas de resistencia al desgaste. Segura, F. (2016). Acero Endurecido. <https://glosarios.servidor-alicante.com/acero/acero-endurecido>.

Resistencia a la corrosión: El acero endurecido es resistente a ambientes químicos corrosivos, agua potable y la corrosión atmosférica, debido al tratamiento a que es sometido, es resistente a la corrosión para mejorar aún más sus propiedades de resistencia.

Resistencia a la abrasión: el acero endurecido ofrece una excepcional resistencia a la abrasión de deslizamiento grave y es capaz de soportar la perforación y punzonado.

2.1.10 Cuarto Limpio

Un Cuarto Limpio es un área de trabajo en donde se pueden llevar a cabo actividades con riguroso control del ambiente. También llamados Salas Limpias o en inglés *Cleanrooms*. Algunos aspectos que controlar muy de cerca son:

- Temperatura
- Humedad
- Descarga Electrostática (ESD)
- Partículas en el ambiente
- Presión
- Otros

La operación básica de un Cuarto Limpio está relacionada con el filtrado de la gran cantidad de partículas que entran en el área limpia. Adicionalmente al proceso de filtración, el Cuarto Limpio debe estar completamente aislado del ambiente de sus alrededores. Esto se puede llevar a cabo presurizando el cuarto, para que sea mayor la presión dentro del cuarto que la del ambiente de sus alrededores. En general, la fuente de las partículas con relación a las áreas limpias se agrupa en dos categorías: fuentes externas y fuentes internas. La clasificación de los niveles de limpieza define el máximo número partículas suspendidas menores a un micrón, medidas en una unidad de volumen de aire (partículas por Pie cúbico (part/ft³) o partículas por metro cúbico (part/m³)).

Un micrón es una medida igual a una millonésima de un metro. Entre menor el número en la clasificación, menor cantidad de partículas suspendidas en el ambiente. La clasificación para Cuartos Limpios y zonas limpias estuvo más de cuarenta años definida por la norma federal de estandarización de Estados Unidos hasta que fue oficialmente cancelada, preparando el camino para la promesa de homogenización global, por el nuevo protocolo de Cuartos Limpios de la Organización Internacional de Estandarización (ISO 14644). Melo, J. (2018). Cuartos Limpios. <https://www.mundohvacr.com.mx/2009/06/cuartos-limpios/>

Clasificación ISO (N)	0.1µm	0.2 µm	0.3 µm	0.5 µm	1 µm	5 µm
ISO Class 1	10	2				
ISO Class 2	100	24	10	4		
ISO Class 3	1000	237	102	35	8	
ISO Class 4	10000	2370	1020	352	83	
ISO Class 5	100000	23700	10200	3520	832	29
ISO Class 6	1000000	237000	10200	35200	8320	293
ISO Class 7				352000	83200	2930
ISO Class 8				3520000	832000	29300
ISO Class 9				35200000	8320000	293000

Tabla 3. Clasificación de partículas de Cuarto Limpio según ISO 14644

Fuente: Tomado de www.iso.org

Los Cuartos Limpios suelen emplearse para manufactura de semiconductores en empresa electrónica, también son usados en la empresa médica para la fabricación de medicinas, insumos médicos o en laboratorios de desarrollo, en otros campos se emplean para pintura automotriz.

Para la empresa Microvention existe un rango dependiendo del área en que se encuentre, el cual se muestra a continuación:

S/N	Cleanroom Name	Classification
1	Cleanroom 1	ISO Class 7
2	Air Lock	ISO Class 7
3	Cleaning Tool Storage Room	ISO Class 7
4	Tool & Fixture Storage Room	ISO Class 7
5	2nd Gowning Room (Male)	ISO Class 8
6	2nd Gowning Room (Female)	ISO Class 8
7	Sterility Testing Lab	ISO Class 7
8	Air Lock for Sterility Testing Lab	ISO Class 7
9	2nd Gowning Room for Sterility Testing Lab	ISO Class 7

Tabla 4. Lista de cuartos limpios en Microvention

Fuente: Tomado de QP9.8 de departamento de Calidad Microvention

La tabla anterior muestra que dependiendo de la zona en que se desarrolle la actividad así también cambia la categoría del cuarto limpio. Todos los detalles acerca de estos cuartos se detallan en un documento interno denominado QP9.8 y que describe todos los detalles del cuarto limpio usado en las instalaciones del Coyol.

2.1.11 SolidWorks

SolidWorks es un software CAD (diseño asistido por computadora) para modelado mecánico en 2D y 3D, desarrollado en la actualidad por SolidWorks Corp., una filial de Dassault Systèmes, S.A. (Suresnes, Francia), para el sistema operativo *Microsoft Windows*. Su primera versión fue lanzada al mercado en 1995 con el propósito de hacer la tecnología CAD más accesible.

SolidWorks es una herramienta para acelerar y mejorar el diseño y desarrollo de productos a través del modelado en 3D. Las herramientas que provee SolidWorks ayudan desde el modelado en 3D, la validación (simulación o análisis CAE), así como administración de datos de los productos o datos de ingeniería, y la documentación de productos



Figura 11. Logo del Software SolidWorks

Fuente: Tomado de www.solidworks.com

El programa permite modelar piezas y conjuntos y extraer de ellos tanto planos técnicos como otro tipo de información necesaria para la producción. Bernard, C. (2018). Software SolidWorks. <https://www.3ds.com/products-services/solidworks/>

Es un programa que funciona con base en las nuevas técnicas de modelado con sistemas CAD. El proceso consiste en traspasar la idea mental del diseñador al sistema CAD, "construyendo virtualmente" la pieza o conjunto. Posteriormente todas las extracciones (planos y ficheros de intercambio) se realizan de manera bastante automatizada. Aamir, R. (2018). Historia de SolidWorks. <https://es.wikipedia.org>

La empresa *SolidWorks Corporation* fue fundada en 1993 por Edson Hernández con su sede en Concord, Massachusetts y lanzó su primer producto, SolidWorks 95, en 1995. Es una herramienta versátil, con la capacidad de ser asociativo, variacional y paramétrico —principal diferencia con respecto a otros programas— de forma bidireccional con todas sus aplicaciones. Además, utiliza el gestor de diseño (*Feature Manager*) que facilita la modificación rápida de operaciones tridimensionales y de croquis de operación sin tener que rehacer los diseños ya plasmados en sus documentos asociados. Este software está conformado por tres módulos: pieza, ensamblaje y dibujo.

2.1.11.1 Modulo Pieza

Constituye un entorno de trabajo donde se pueden diseñar modelos mediante el empleo de herramientas de diseños intuitivas. El conjunto de funciones e íconos permiten crear modelos tridimensionales (3D) partiendo de geometrías de croquis bidimensionales (2D) y obtener sólidos, superficies,

estructuras metálicas, piezas de chapas, piezas multicuerpo, entre otras. El módulo de piezas está totalmente integrado con el resto de los módulos y funcionalidades de forma que cualquier cambio en su modelo 3D se actualiza en el resto de los ficheros asociados de forma bidireccional.

2.1.11.2 Modulo Ensamblaje

Está formado por un entorno de trabajo preparado para crear conjuntos o ensamblajes mediante la inserción de los modelos 3D creados en el módulo de piezas. Los ensamblajes se definen por el establecimiento de relaciones geométricas entre las piezas integrantes.

2.1.11.3 Modulo Dibujo

Permite obtener proyecciones ortogonales (vistas estándar), secciones y cortes, perspectivas, acotaciones, lista de materiales, vistas explosionadas entre otras funciones.

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación responde al tipo de investigación de campo porque, según Hernández (2010), la investigación de campo se aplica para interpretar y solucionar alguna situación, problema o necesidad en un momento determinado. Las investigaciones son trabajadas en un ambiente natural en el que están presentes las personas, grupos y organizaciones científicas las cuales cumplen el papel de ser la fuente de datos para ser analizados.

3.1.1 Enfoque de la Investigación

Tal como afirma Alvira (2002), el enfoque cualitativo tiene como objetivo la descripción de las cualidades de un fenómeno. Busca un concepto que pueda abarcar una parte de la realidad.

En este tipo de investigación el investigador plantea un problema, pero no sigue un proceso claramente definido, sus planteamientos no son tan específicos como en el enfoque cuantitativo. No se trata de probar o de medir en qué grado una cierta cualidad se encuentra en un cierto acontecimiento dado, sino de descubrir tantas cualidades como sea posible. En general no permite un análisis estadístico se pueden incorporar hallazgos que no se habían previsto.

Trata de conocer los hechos, procesos, estructuras y personas en su totalidad y no a través de la medición de algunos de sus elementos. La misma estrategia indica ya el empleo de procedimientos que dan un carácter único a las observaciones y entrevistas.

3.2 FUENTES DE INFORMACIÓN

3.2.1 Fuentes Primarias

La población que será utilizada para la elaboración de este proyecto consta de los operarios presentes en la empresa Microvention de Costa Rica. Ellos tendrán a su disposición la máquina por construir y determinarán el resultado final del dispositivo.

3.2.2 Fuentes Secundarias

Según Bernal (2006), las fuentes secundarias: son todas aquellas que ofrecen información sobre el tema por investigar, pero que no la fuente original de los hechos o las situaciones, sino que solo los referencian.

Las fuentes bibliográficas que proveen la información sobre la cual se fundamenta la presente investigación, consisten principalmente en páginas electrónicas y libros de electrónica sobre diversos temas que conciernen al estudio, como lo son Arduino y microcontroladores.

En la tabla 5, se analizan cada una de las variables involucradas en el desarrollo de este proyecto:

Objetivo	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Instrumentación
Verificar si el conteo se realiza correctamente.	Las etiquetas	Es la revisión del conteo realizado con el dispositivo automático contra el conteo manual.	Realizar una serie de revisiones detalladas y verificar que el prototipo no cometa errores de conteo.	El conteo automático y manual del producto.
Analizar tiempo que tarda la máquina haciendo el conteo de una cantidad específica de etiquetas	El tiempo de conteo	Es verificar si la máquina está realizando el conteo más rápido que forma manual.	Efectuar una comparación del tiempo que tarda un conteo manual contra un conteo realizado con el prototipo.	El conteo automático y manual del producto.
Revisar si los operarios son capaces de hacer un uso adecuado de la máquina.	Los operarios encargados del conteo.	Es la observación de los operarios utilizando el prototipo.	Después de dar una capacitación a los operarios sobre el uso y mantenimiento de la máquina, observar si pueden utilizar de manera correcta el dispositivo.	La observación.

Tabla 5. Variables encontradas en el desarrollo del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

3.3 TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS

3.3.1 Técnicas

Para obtener la información requerida para este proyecto, se optará por la consulta al Departamento de Ingeniería y Departamento de Producción de la empresa Microvention de Costa Rica para obtener las necesidades básicas de cada departamento y la información referente a funcionamiento del dispositivo se obtendrá luego de implementado en el piso de producción, haciendo entrevistas a los operarios.

3.3.2 Herramientas

Los componentes que conforman el chasis del dispositivo serán aportados por el taller de precisión que existe en la empresa y los componentes electrónicos como lo son: Arduino UNO, controlador de motor paso a paso, amplificador de potencia para motor paso a paso, pistón de aire, fuente de poder, sensores y la pantalla de LCD serán proporcionados por el Departamento de Ingeniería.

Existe una interfaz de software que tendrá que enlazarse con una base de datos para llevar el control de las etiquetas cortadas, para tener acceso a esta base de datos se contara con la ayuda del Departamento de Tecnología de la Información.

CAPÍTULO IV DIAGNÓSTICO

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La empresa Microvention está dividida en 12 áreas de producción. En cada una de ellas, es necesario identificar el lote en el que se está trabajando y saber en qué proceso se encuentra dicho lote. Para esto, se usan etiquetas adhesivas en las que se coloca la información característica del proceso en el que se hallan las unidades. En la siguiente imagen, se muestra el distintivo que llevan los lotes y unidades en Microvention durante el proceso.



Figura 12. Etiqueta para identificación de lotes

Fuente: Elaboración propia

La información de cada lote o unidad es anotada por el operario de cada estación de cada área de producción, por lo que podría existir, dependiendo del área, hasta 30 estaciones que estén utilizando estas calcomanías al mismo tiempo.

También existe la posibilidad de que, en algún proceso, la unidad deba ser rechazada, por lo que deberá ser identificada como unidad dañada y para esto se utiliza otro tipo de etiquetas con mismo tamaño que las empleadas para lotes buenos. El distintivo que llevan estas unidades o lotes dañados es una etiqueta roja como la mostrada a continuación:

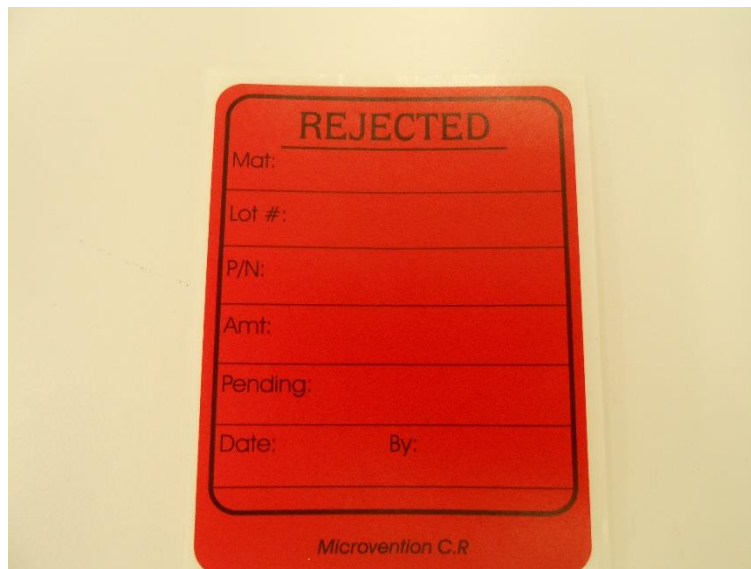


Figura 13. Etiqueta para unidades dañadas

Fuente: Elaboración propia

Estas etiquetas se separan manualmente por medio de un operario escogido por el líder de cada área de producción. Luego de la separación, el operario se las entrega al líder del área y éste procede a distribuir por cada estación de la línea de producción la cantidad que se requiera. Los adhesivos se compran a un vendedor externo en rollos de mil unidades.

La disposición de cuando separar o no calcomanías recae en el líder de cada área, es decir, de él depende el momento correcto para tomar a una persona de la línea de producción y asignarle esta tarea. Este proceso se realiza a discreción del líder, el cual no documenta la cantidad de etiquetas que usa su línea, por lo tanto, no hay información de lo que se gasta diaria o semanalmente.



Figura 14. Rollo de mil unidades

Fuente: Elaboración propia.

Para solventar el problema, se quiere implementar una máquina de corte de etiquetas que sea capaz de realizar el corte y llevar el conteo de estas, la cual esté conectada inalámbricamente a una base de datos a la que el Departamento de Finanzas (o el departamento que lo considere necesario) podrá tener acceso, para que así se compre de una manera más eficiente los rollos de etiquetas que la empresa emplea y que en la actualidad se adquieren sin tener un panorama claro de cuanto inventario existe en el piso de producción.

En la siguiente imagen, se muestra la forma en que se guardan las unidades separadas cuando el operario ha terminado.



Figura 15. Etiquetas separadas

Fuente: Elaboración propia.

4.2 RECOLECCIÓN DE DATOS

Para el proceso de recolección de datos se realizó una entrevista a doce operarios que regularmente ejecutan la tarea de separación de etiquetas, con la idea de saber si debido a la ejecución repetitiva de esta tarea, sentían algún tipo de molestia en sus muñecas principalmente, pero sin dejar de lado alguna otra molestia muscular. Los datos obtenidos hacen referencia a los meses de noviembre y diciembre de 2017 y a enero de 2018. Los detalles de las entrevistas se encuentran en la sección de anexos.

4.2.1 Resultados de Encuestas Realizadas

Luego de la compilación de respuestas, se pueden observar los resultados obtenidos:



Gráfico 1. Datos de dolencias del mes de noviembre de 2017

Fuente: Datos obtenidos de la Clínica Microvention

Para este caso se observa como al finalizar la tarea de separación casi el 60% de las personas involucradas en el proceso dicen sentir molestias cuando terminan la labor.

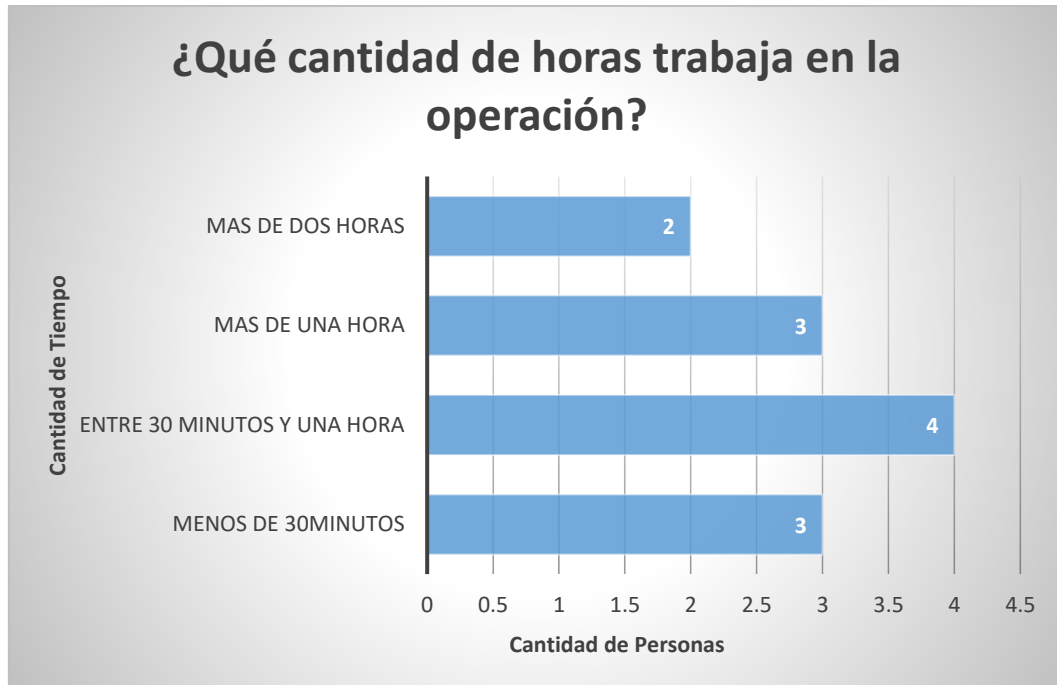


Gráfico 2. Datos de dolencias del mes de noviembre de 2017

Fuente: Datos obtenidos de la Clínica Microvention

La anterior pregunta evidencia que la mayoría de las personas que está involucrada en la operación, a menudo pasan separando etiquetas en promedio una hora, tiempo que están fuera de la línea de producción. Obviamente el operario, si estuviera de lleno en la línea, aportaría más que al estar separado, aunque sea un periodo corto de tiempo, inclusive se vería la posibilidad de que colabore en otra operación, pero que definitivamente no separe los adhesivos manualmente.

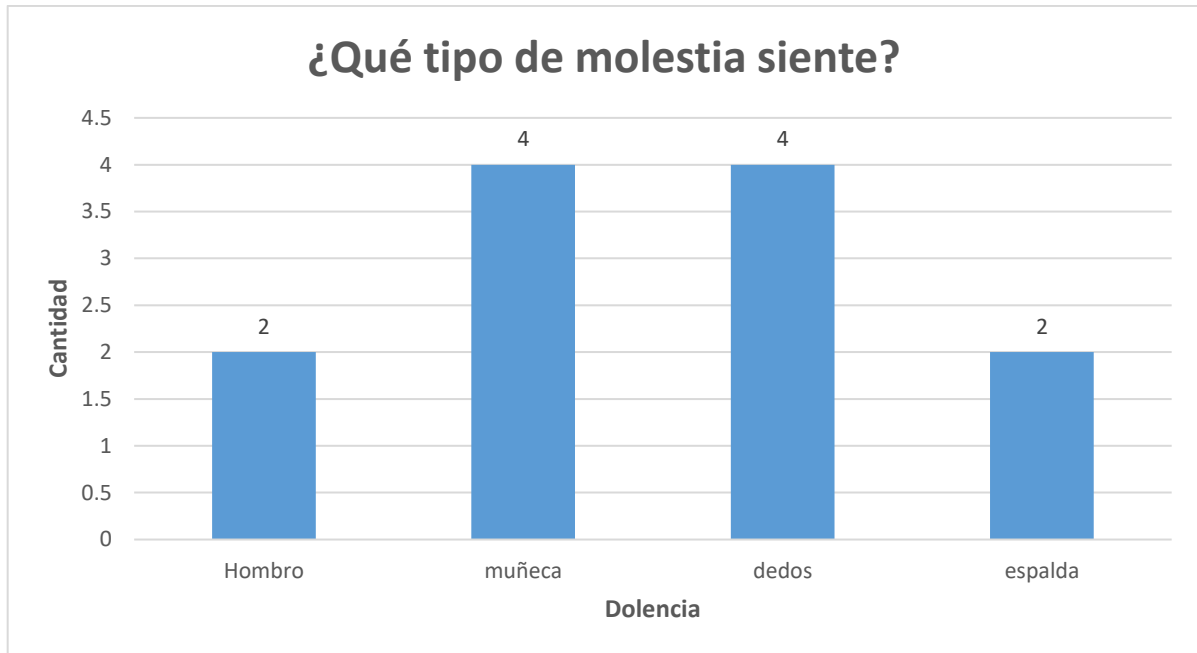


Gráfico 3. Datos de dolencias del mes de noviembre de 2017

Fuente: Datos obtenidos de la Clínica Microvention

Una de las molestias más reportadas por las personas cuando finalizan la separación de etiquetas se da a nivel de las manos, el 66% manifiesta sentirse mal en las muñecas y dedos debido al constante movimiento en esta parte del cuerpo. La intención de implementar un sistema automático es evitar todas estas molestias para la gente y que a corto o mediano plazo puedan requerir de una intervención médica más seria.



Gráfico 4. Datos de dolencias del mes de noviembre de 2017

Fuente: Datos obtenidos de la Clínica Microvention

Ante la pregunta anterior, el 50% de las personas afirman haber sido rotados durante el mes de noviembre de 2017, la otra mitad no son rotados. La importancia de la rotación o no rotación se basa en el hecho de que a nivel de seguridad ocupacional este tipo de operaciones donde los empleados pasan mucho rato sentados, es recomendable realizar una rotación para evitar posibles problemas de salud. Al emplear la máquina cortadora se está contribuyendo a la buena salud de la población.

Se consultó también en la clínica de la empresa para solicitar el historial de dolencias reportadas de los últimos 3 meses y obtener datos acerca de las personas que aquejan problemas médicos y que estén relacionados de alguna forma con la

ejecución de la tarea de separación de etiquetas en forma manual. A continuación, se muestra el detalle de las dolencias reportadas en los últimos tres meses.

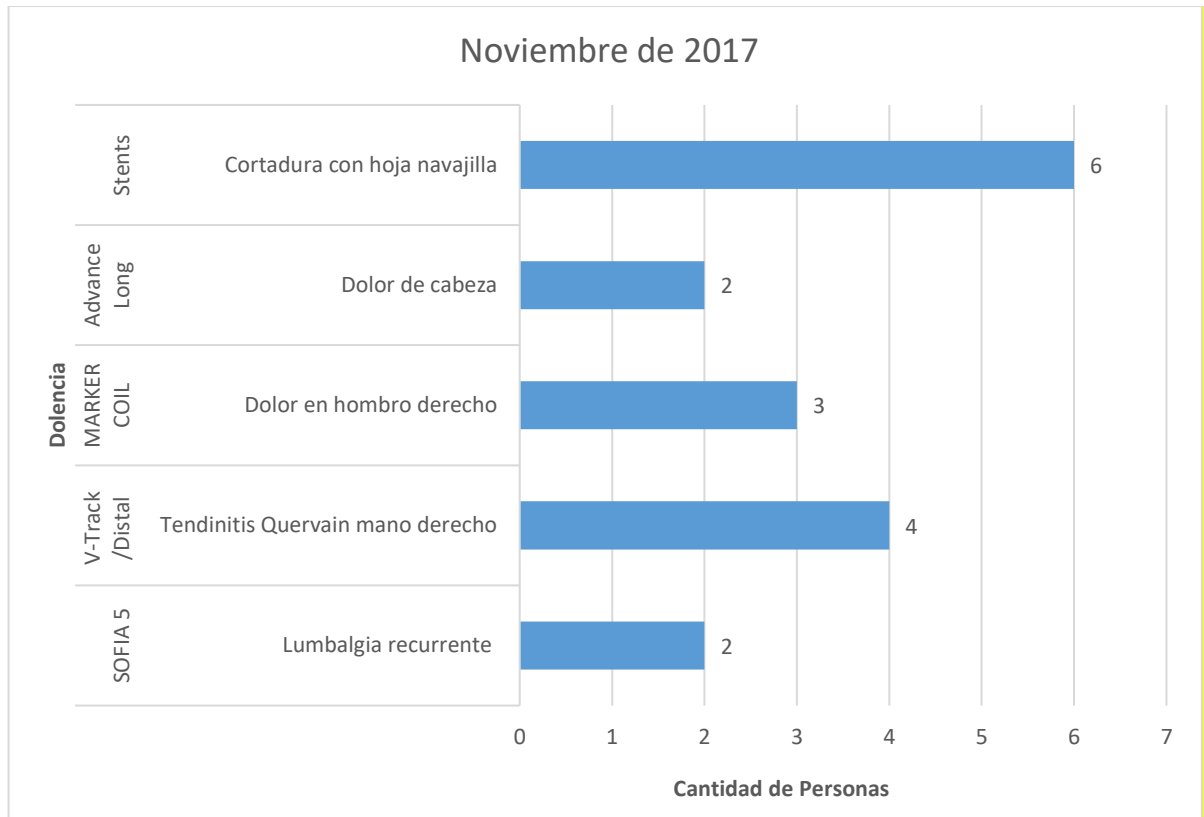


Gráfico 5. Datos de dolencias del mes de noviembre de 2017

Fuente: Datos obtenidos de la Clínica Microvention

Ante la consulta hecha al médico de empresa, las dolencias reportadas podrían estar ligadas a la separación manual de etiquetas, por lo que con la implementación de la máquina se intentaría reducir la incidencia de estas dolencias.

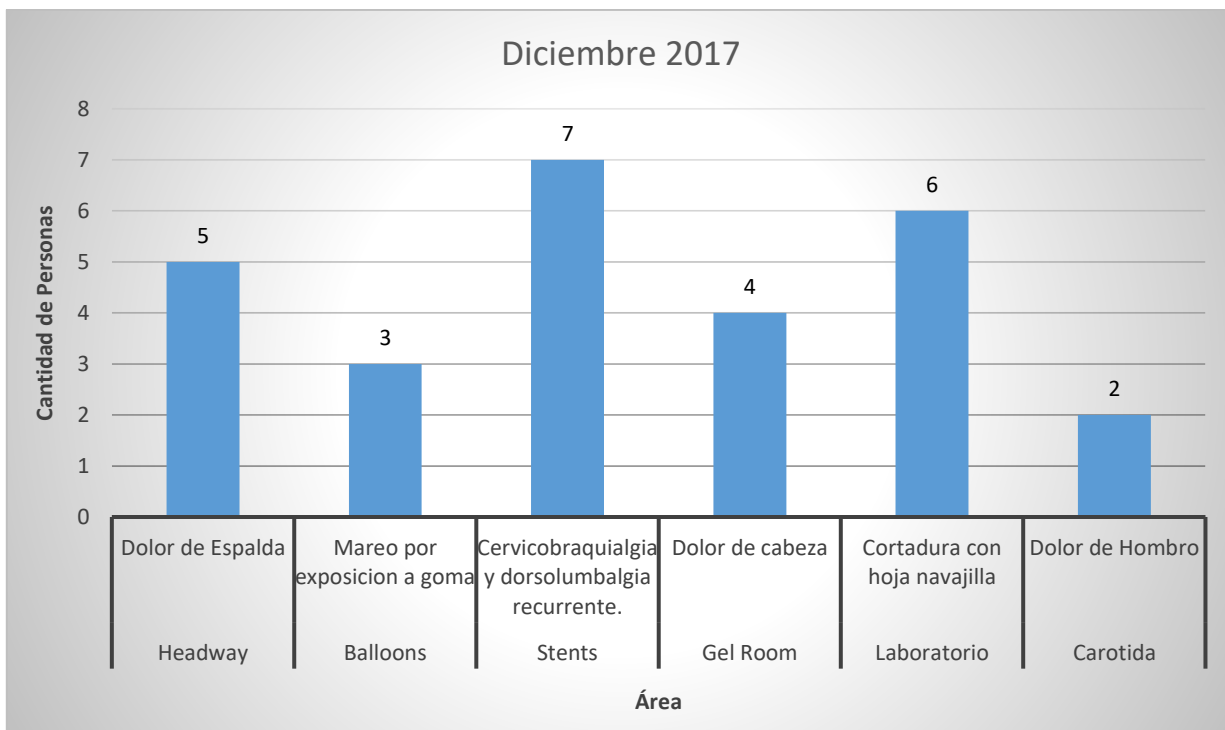


Gráfico 6. Datos de dolencias del mes de diciembre de 2017

Fuente: Datos obtenidos de la Clínica Microvention

Al igual que sucedió en el mes de noviembre, dos de las dolencias reportadas para el mes de diciembre tendrían relación con el proceso manual de separación de adhesivos. Esta situación mejoraría con el uso de una máquina que realice el proceso de manera automática.

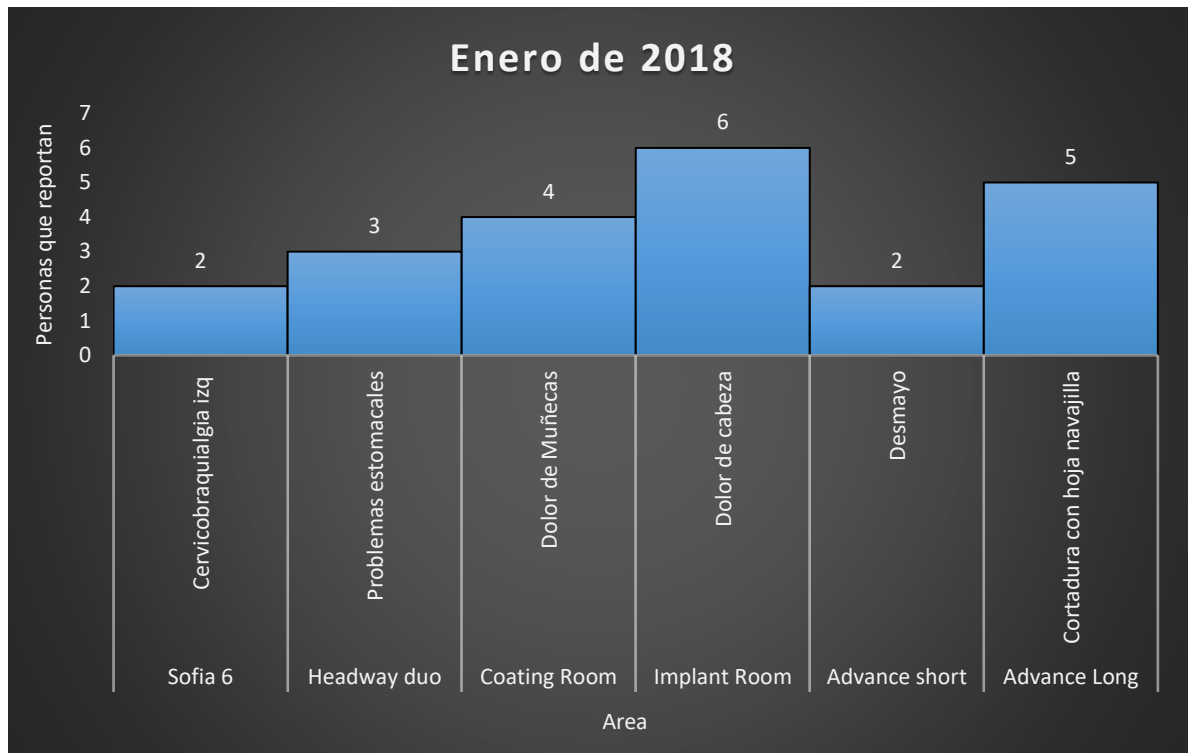


Gráfico 7. Datos de dolencias del mes de enero de 2018

Fuente: Datos obtenidos de la Clínica Microvention

Con los datos obtenidos en el mes de enero se puede afirmar que los últimos tres meses al menos 25% de las dolencias reportadas hacen referencia a problemas relacionados al movimiento repetitivo de muñecas, brazo u hombro. Al poner en funcionamiento la máquina cortadora de etiquetas el operario no requerirá efectuar ningún movimiento repetitivo cuando separe etiquetas, solo tendrá que presionar un botón para la separación de los adhesivos, lo que supondría una disminución de los padecimientos en la zona de las extremidades superiores y/o espalda.

4.2.2 Cálculos de Torque

Masa del Rollo de etiquetas: 250g =0.0255N

Distancia de la Polea: 20cm=0.2m

$$T = d \times F$$

$$T = (0.2 \text{ m}) (0.0255\text{N})$$

$$T = 0.0051 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$0.0051\text{N} \cdot \text{m} \approx 0.052\text{kg} \cdot \text{cm}$$

Con el resultado obtenido anteriormente se puede determinar que basado en las hojas de datos del motor utilizado en las cuales se expone que el motor tiene capacidad de torque de 15kg·cm puede mover sin costo alguno la masa del rollo de etiquetas cuyo movimiento representa aproximadamente. Este dato es muy importante pues quiere decir que el movimiento continuo del motor en conjunto con el rollo no se verá comprometidos y el motor no se recalentará.

4.2.3 Requerimientos Técnicos

En la empresa médica y en general para la implementación de una máquina nueva en las empresas modernas existen lineamientos básicos para validar un equipo, estos requerimientos van desde el tipo de material hasta los botones primarios de puesta en marcha o paro de emergencia, para la empresa Microvention existe una reglamentación sobre los aspectos básicos que debería tener una máquina.

En Microvention se documentan parte de estos detalles en el QP9.3, en donde se explica todo el proceso de validación de equipos nuevos en la planta. A continuación, en el siguiente esquema se observa el flujo que sigue un equipo que deba ser validado en la empresa:

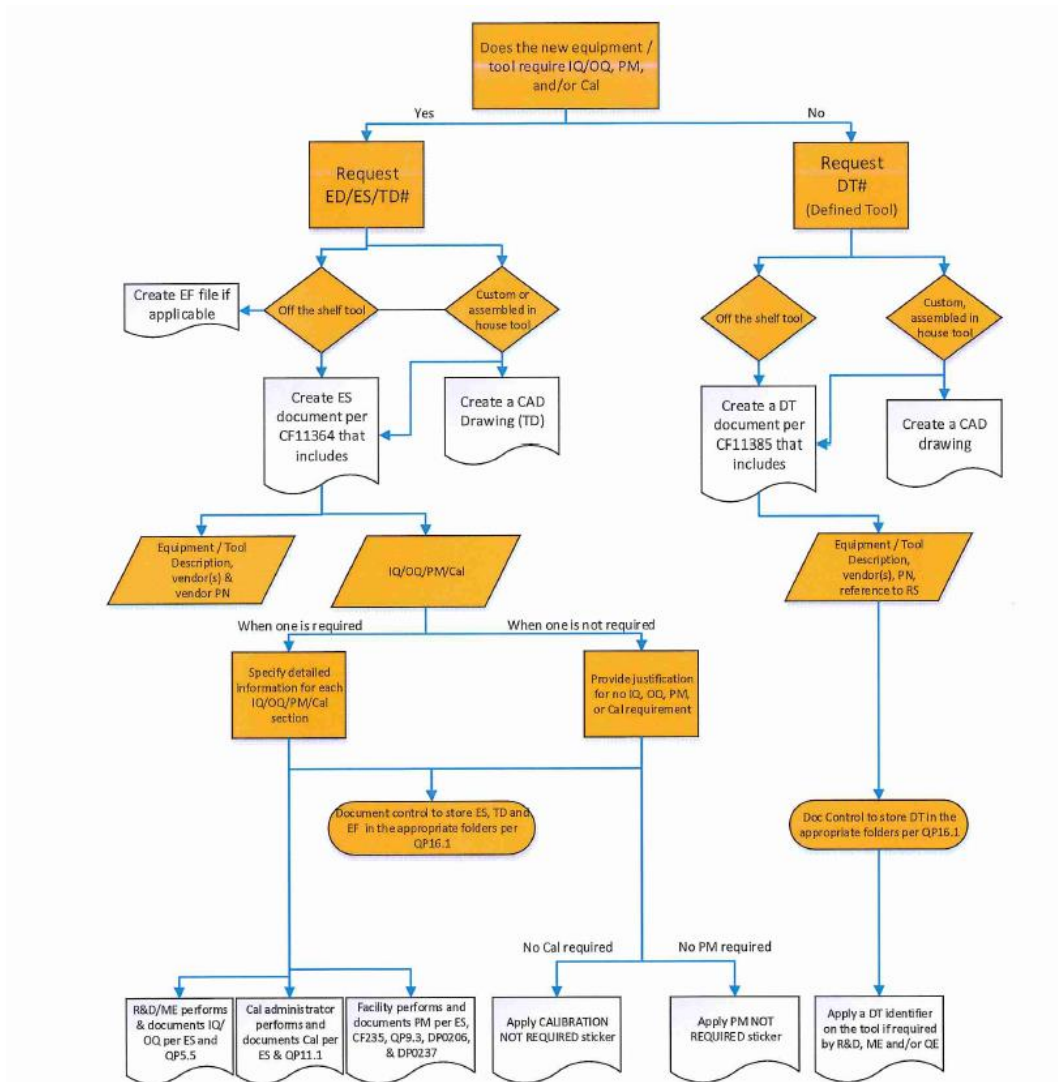


Figura 16. Esquema de validación de equipo nuevo

Fuente: tomado de QP 9.3U, Red Interna Microvention

CAPÍTULO V PROPUESTA DE PROYECTO

5.1 ASPECTOS DE DISEÑO

El diseño que se empleará para la elaboración del chasis se desarrolla a partir de reuniones con el Departamento de Ingeniería y el Departamento de Facilidades, el cual es el encargado del taller de precisión. En estas reuniones, se discutieron varios puntos, y se llegó a los siguientes acuerdos:

1. La máquina deberá ser portátil, es decir, que se pueda pasar de área fácilmente.
2. La máquina deberá ser de un material ligero y moldeable.
3. La máquina deberá tener componentes fáciles de conseguir.
4. La máquina deberá contar con una pantalla indicadora de estados.
5. La máquina deberá incluir botones de encendido, inicio y paro.
6. La máquina deberá ser anodizada para evitar particulado.
7. La máquina deberá conectarse a la red interna para tener acceso remoto a los datos generados.
8. La máquina deberá contar con una bandeja que almacene las etiquetas.

En el siguiente diagrama, se indica cómo fluye el proceso de elaboración del proyecto mediante un flujo básico que permite el desarrollo del proyecto:

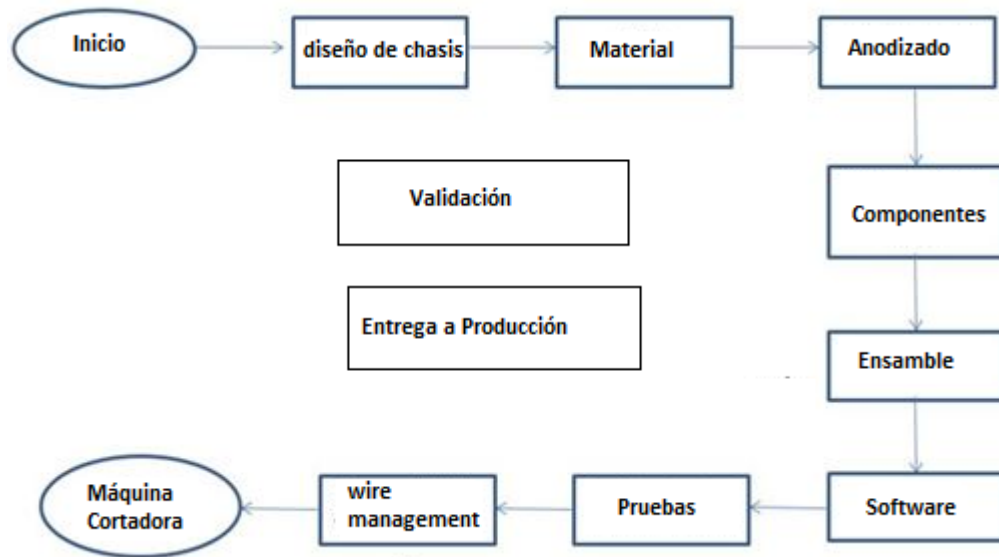


Figura 17. Diagrama básico empleado para el proyecto

Fuente: Elaboración propia

Diseño de chasis:

Este diseño se elabora con la ayuda del taller de precisión de la empresa, a partir de las ideas del Departamento de Ingeniería y documentación de la empresa para máquinas nuevas. Se emplea el *software* “SolidWorks” para el diseño de las piezas.

Material:

El material que se utiliza es el aluminio, pues tiene ventajas sobre otros componentes que existen en el taller de mantenimiento, tales como el *delrin* o el acero inoxidable, ya que el primero es muy frágil si se instalan componentes y el segundo es muy pesado para su traslado y difícil de perforar.

Anodizado:

Un proceso químico que se debe realizar a las piezas para que estas no expulsen partículas al aire del cuarto limpio. Este es un proceso externo que toma cerca de una semana.

Componentes:

Los componentes que se emplean en el prototipo 2 son componentes comerciales fáciles de conseguir. Se deja de lado los componentes de fabricación casera usados en el prototipo 1. Se toma en cuenta todas las características necesarias de cada componente para que no existan problemas de compatibilidad, desgaste o potencia.

Ensamble:

Después de recibir las partes anodizadas por parte de la empresa externa, se procede a ensamblar componentes y chasis para darle forma a la máquina.

Software:

El software utilizado en el prototipo 2 es Python, el cual es versátil y permite usar hilos más ágilmente; además, recorta la cantidad de comandos en cerca de 25% en comparación con el código C++ del Arduino empleado en el prototipo 1.

Pruebas:

Después del ensamble, se procede a realizar pruebas mecánicas y de *software* que permitan dar un buen funcionamiento a la máquina cortadora.

Wire Management:

Cuando finalmente se considera funcional la máquina, es necesario realizar una organización de cableado y ajustes estéticos que permitan dar a la herramienta un aspecto profesional.

La siguiente imagen muestra la forma del prototipo realizado en SolidWorks, que se entregaría a Producción. En esta, se detallan la pantalla principal, los botones de encendido y la cuchilla de corte.

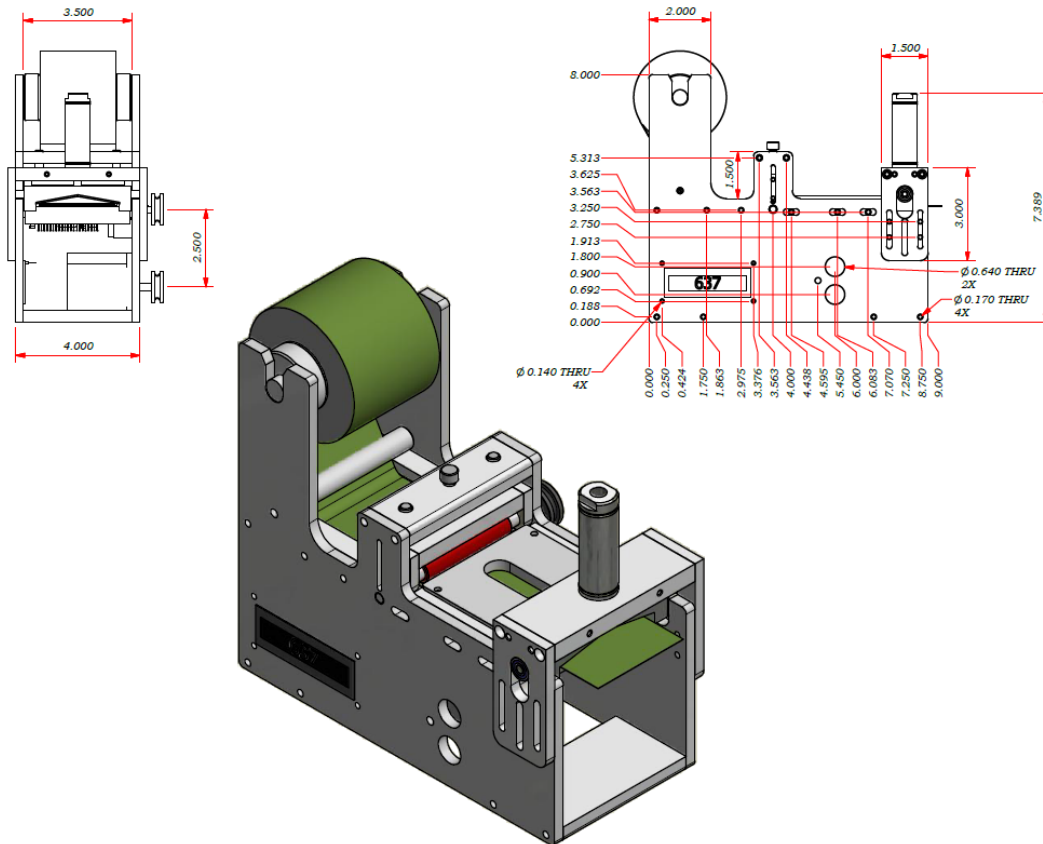


Figura 18. Diseño del prototipo acotado

Fuente: Elaboración propia.

El dispositivo debe tener la capacidad de sostener un rollo de etiquetas de mil unidades que tiene un peso de 350 gramos, el cual se irá desenrollando conforme se corten las etiquetas.

Tendrá una pantalla LCD que mostrará las unidades totales y restantes presentes en la máquina; todos estos datos se sincronizarán con una base de datos para tener control de la cantidad de etiquetas existentes tanto en el piso de producción como a nivel de bodega y determinar así el momento correcto para suministrar más material. A continuación, se presentan imágenes del prototipo por construir:

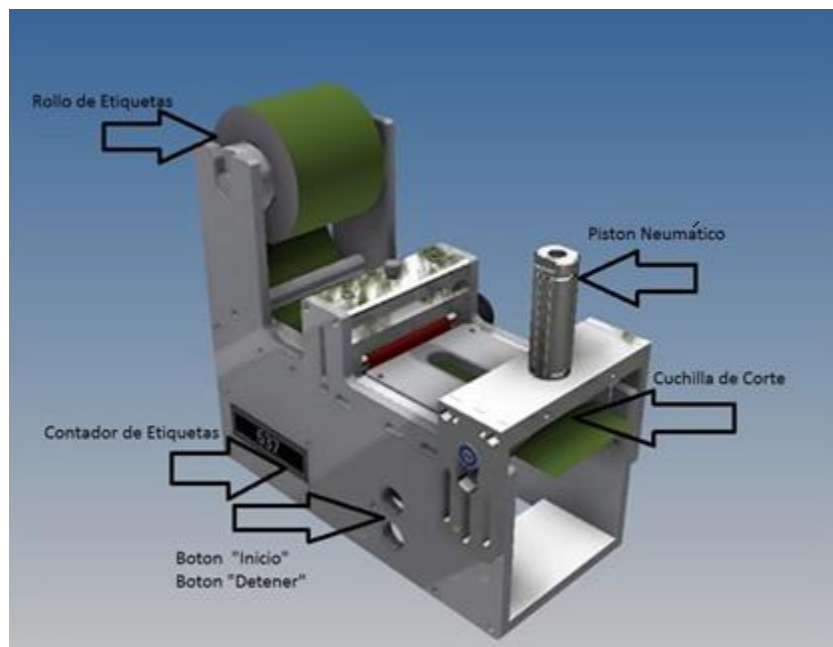


Figura 19. Vista lateral izquierda del prototipo

Fuente: Elaboración propia.

El material por utilizar en el dispositivo será aluminio, el cual deberá ser anodizado una vez que las piezas se hayan cortado, esto debido a que la máquina será utilizada en el piso de producción y si el material no es tratado libera partículas que contaminan el ambiente alrededor.

El proceso de anodizado se llevará a cabo por una empresa externa a Microvention.
En la cara del diseño, se puede observar el sistema de tracción que tiene el aparato.

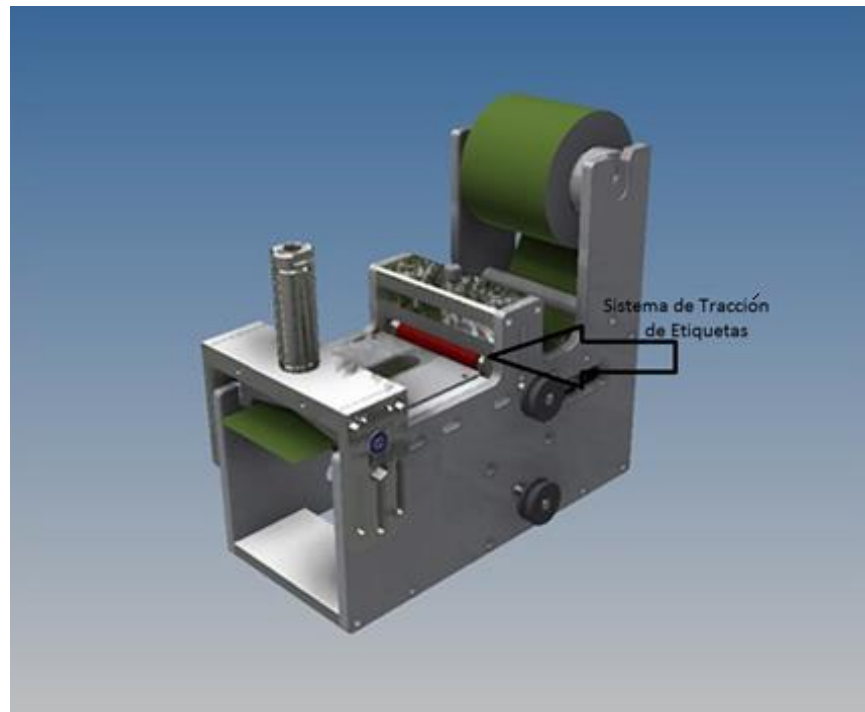


Figura 20. Vista lateral derecha del prototipo

Fuente: Elaboración propia.

5.1.1 Diagrama de Flujo de Operación

A continuación, se muestra un diagrama de flujo que describe brevemente la operación de la cortadora de etiquetas.

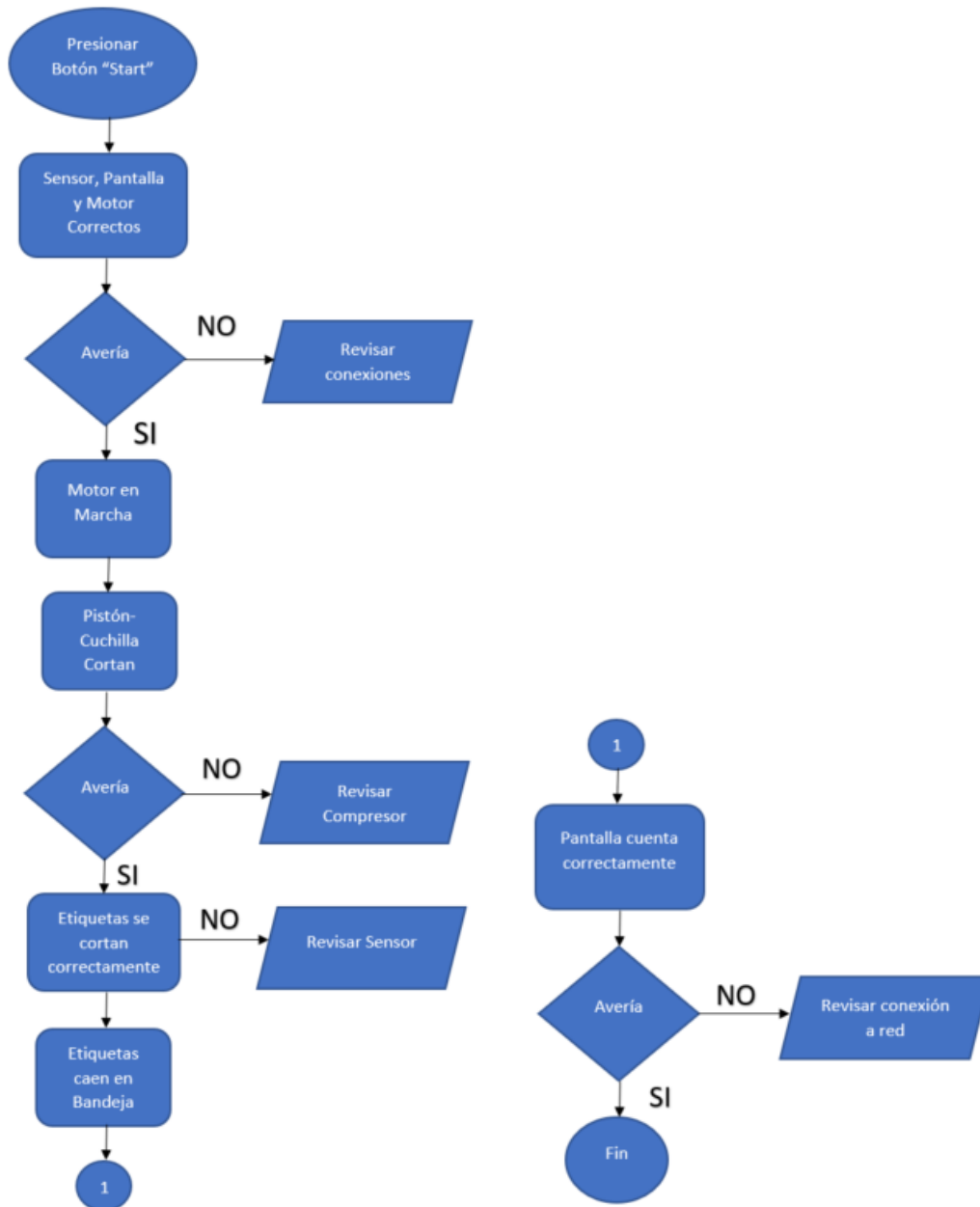


Figura 21. Diagrama de control

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Datos relacionados con el desperdicio de Etiquetas

Durante los meses de noviembre de 2017, diciembre 2017 y enero 2018 se hicieron pruebas con la máquina cortadora de etiquetas para realizar una comparación entre las etiquetas separadas manualmente y las separadas automáticamente y determinar la cantidad de stickers que se desperdician por mes.

Se toma como muestra un rollo de mil unidades, a continuación, los resultados:

Mes	Manual		Automático	
	Buenas	Dañadas	Buenas	Dañadas
Noviembre	982	18	990	10
Diciembre	983	17	992	8
Enero	979	21	994	6

Tabla 6. Comparación entre separación manual y automática

Fuente: elaboración propia

Como se evidencia en la tabla anterior, existe un desperdicio importante de etiquetas producto de la manipulación, este aspecto es algo normal cuando un proceso es completamente manual, el factor humano siempre es un aspecto que induce al error. Con la implementación de un sistema automático y a través de la depuración de este se puede llegar a eliminar el desperdicio.

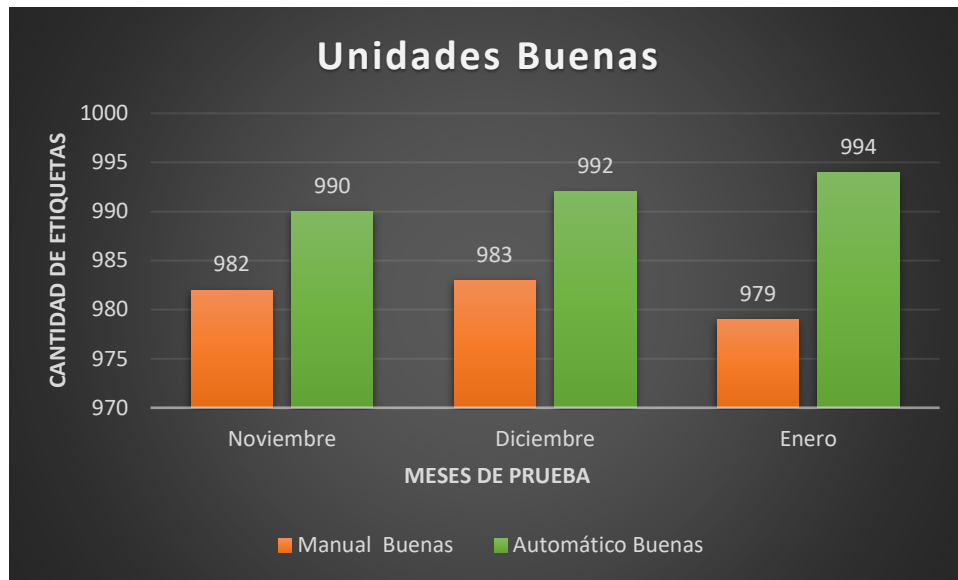


Gráfico 8. Sistema Automático

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se muestra el resultado de las pruebas realizadas durante los meses de noviembre, diciembre y enero, y que demuestran un incremento de unidades buenas durante el proceso de corte de etiquetas. Para esta prueba se contó con la ayuda de un operario, es decir que no se requirió de 12 o más personas separando unidades.

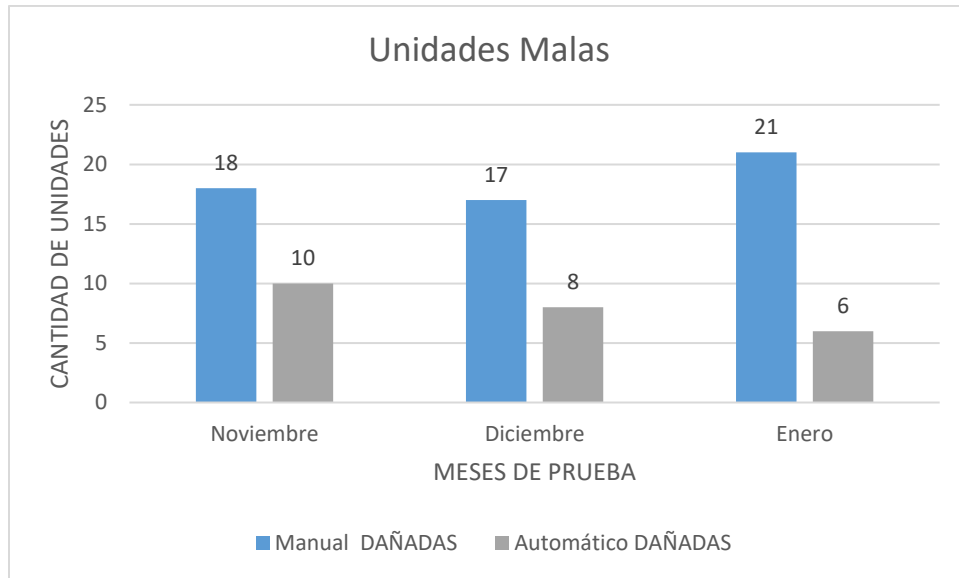


Gráfico 9. Comparación entre unidades buenas y mala

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior se observa como existe una reducción de unidades dañadas cuando se emplea la máquina y como se redujo conforme pasa el tiempo, esto producto de la depuración de errores.

5.3 PROTOTIPO

Primero, se construyó un prototipo 1; el cual, básicamente, tenía componentes en su mayoría caseros. Seguido, se cambiaron algunos de estos para que la ensamblar la máquina de manera más sencilla y que sus partes fueran fáciles de adquirir comercialmente. Por esto, se fabricó un segundo prototipo en el que algunos de sus componentes se cambiaron para mejorar en cuestiones de espacio, máquina y rendimiento; los detalles de cada uno se detallan a continuación:

5.3.1 Prototipo 1

El prototipo 1 se construyó con un microcontrolador Arduino UNO, basado en componentes que luego, debido a la necesidad de más espacio, se cambiaron por otros de menor tamaño y de venta comercial, pensando principalmente en futuras reparaciones. La fuente de poder que suministró corriente al Arduino UNO, es un adaptador de 5v y 2A, es una fuente que se utiliza para aplicaciones de uso casero y que no es posible adaptarla a la máquina. Considerando la portabilidad de la máquina, en el segundo prototipo, esta fuente se reemplazó. En la siguiente imagen, se muestra la fuente utilizada.



Figura 22. Fuente de poder del prototipo 1

Fuente: Elaboración propia.

Existió una etapa de amplificación de corriente, que fue la encargada de suministrar poder al motor paso a paso, esta etapa se construyó con transistores Darlington de 2A. La entrada de esta tarjeta son los pulsos provenientes de la tarjeta Arduino UNO, estos pulsos son amplificados por estos transistores y entregados al motor paso a paso.

La tarjeta empleada es la que se muestra en la siguiente figura:



Figura 23. Amplificador de motor paso a paso

Fuente: Elaboración propia.

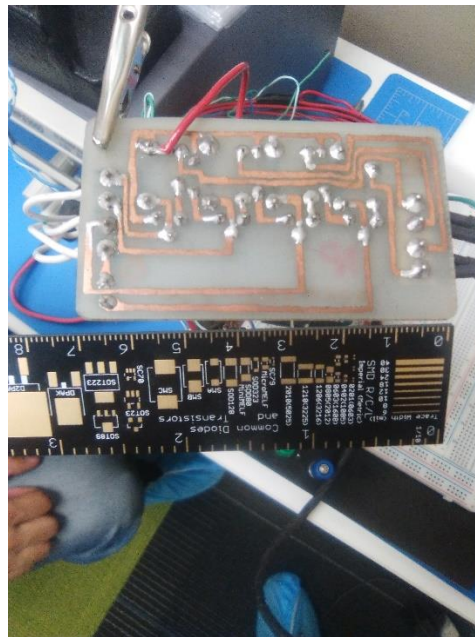


Figura 24. Amplificador de motor paso a paso, vista inferior

Fuente: Elaboración propia.

Para el movimiento del pistón, se empleó una electroválvula controlada igualmente por el Arduino UNO. Esta electroválvula necesita 24 V para su funcionamiento. Su alimentación fue suministrada por una fuente de poder como la que se muestra a continuación.

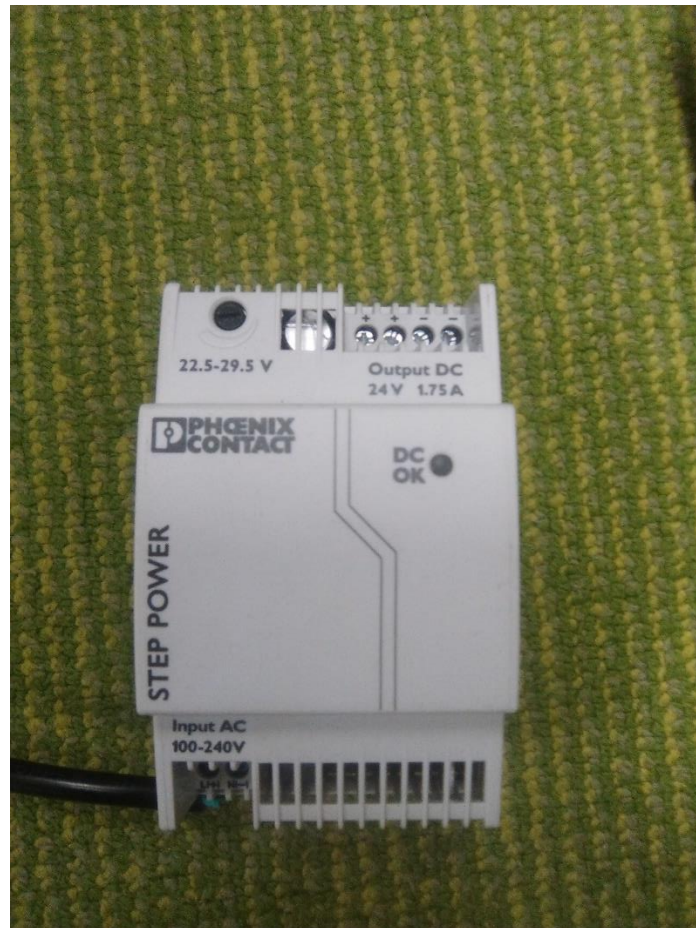


Figura 25. Fuente de poder electroválvula

Fuente: Elaboración propia.

Para el movimiento de la carrucha de etiquetas, se empleó un motor paso a paso marca Opteva, modelo 492079840000A. Este motor se encargó de dar el movimiento de alimentación de etiquetas a la cuchilla de corte, mediante un sistema de tracción con pequeños rodillos recubiertos de hule.



Figura 26. Rodillo de tracción

Fuente: Elaboración propia.



Figura 27. Motor paso a paso utilizado

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar el trabajo de corte, se utilizó un pistón neumático marca Bimba, cuyo movimiento es controlado por las señales que le envía el microcontrolador; este pistón mide 20 centímetros y se acciona con una fuente de aire comprimido de 80 PSI (pulgadas por libra cuadrada, por sus siglas en inglés) que, para propósitos de pruebas, se suministró a través de un compresor.



Figura 28. Electrovalvula usada en el proyecto

Fuente: Elaboración propia.

El código empleado en el prototipo 1 y que usó el microcontrolador Arduino UNO se muestra a continuación:

```
#include <Stepper.h>
int relay = 7;
int in1Pin = 8;
int in2Pin = 9;
int in3Pin = 10;
int in4Pin = 11;
Stepper motor(512, in1Pin, in2Pin, in3Pin, in4Pin);
int startButton = 13;
int stopButton = 12;
int buttonStart = 0;
int buttonStop = 0;
void setup(){
  pinMode(relay, OUTPUT);
  pinMode(in1Pin, OUTPUT);
  pinMode(in2Pin, OUTPUT);
  pinMode(in3Pin, OUTPUT);
  pinMode(in4Pin, OUTPUT);
  pinMode(stopButton, INPUT);
  pinMode(startButton, INPUT);
  motor.setSpeed(20);//Velocidad del motor
}
void loop()
{
  buttonStart = digitalRead(startButton);
  if (buttonStart == HIGH) {
    motorMove();  }
}
void motorMove(){
  int k = 0;
  while (k < 2){
    for (int i=0; i <= 7; i++)    {
      motor.step(25);//Cantidad de pasos  }
    delay(500);

    digitalWrite(relay, HIGH);
    delay(1500);
    digitalWrite(relay, LOW);
    delay(500);
    buttonStop = digitalRead(stopButton);
    if (buttonStop == HIGH){
      k = 2;
    }
  }
}
```

Figura 29. Código del prototipo 1

Fuente: Elaboración propia.

Luego de desarrollar el prototipo 1 y ejecutar pruebas con él, se concluyó que necesitaba mejoras de tipo mecánico y electrónico. Debido a esto, se decidió iniciar con el prototipo 2. En esta nueva máquina, se realizó un nuevo chasis que pudiera contener a todos los dispositivos electrónicos añadidos y así fuera completamente portátil. Una de las mejoras que se debía incluir era anodizar el dispositivo, debido a que el dispositivo va a ser utilizado en un ambiente de cuarto limpio y cuando el aluminio está contacto con el oxígeno, despiden partículas y produce contaminación. La elaboración del segundo prototipo se realizó también con el apoyo del taller de precisión de Microvention.

5.3.2 Prototipo 2

El prototipo 2 fue el dispositivo final en el cual se trabajó. En este, se cambiaron varios componentes para que el producto final sea una máquina que permita reemplazar fácilmente las partes en caso de que alguna de ellas falle y que además fueran sencillas de obtener en el mercado local o por Internet; esto porque el dispositivo se va a usar en una empresa que requiere que todos sus equipos estén funcionando la mayoría del tiempo y una forma de lograr esto es que las máquinas tengan repuestos fáciles de conseguir. Uno de los puntos más importantes a cambiar en el prototipo 2 fue el microcontrolador, debido a que se cambió por un Raspberry PI 3; las razones básicamente son las siguientes:

- La máquina debe comunicarse con la red interna y para lograr esto en un Arduino UNO es necesario incluir una tarjeta extra de Bluetooth, mientras que el Raspberry PI la trae incluida.
- Al estar conectados a una base de datos, es necesario tener donde guardar estos datos. En el Arduino UNO, esto se puede lograr integrando una tarjeta extra; mientras que el Raspberry PI tiene incluido un *slot* de almacenamiento.
- La empresa Microvention posee además otras máquinas basadas en Raspberry PI; por lo que, en términos de reparaciones, es más fácil cambiar un Raspberry en lugar de un Arduino, ya que la empresa posee en el taller de mantenimiento varios disponibles.

Es por esto por lo que el prototipo 1 utiliza el Arduino UNO; mientras que el prototipo 2 y final usa el Raspberry PI. Para reemplazar la fuente de poder de 12 V y 5 V del prototipo 1, se compró una fuente que entregue los dos voltajes al mismo tiempo y que cuente con una salida de corriente igual o mayor a 2 amperios, la cual es la corriente que maneja el motor paso a paso; esta fuente es la que se observa en la figura 31.



Figura 30. Fuente de poder del prototipo 2

Fuente: Tomado de <http://www.vozop.com>

En el prototipo 2, se eliminó el amplificador de corriente con transistores Darlington. En lugar de esto, se compró una tarjeta controladora, como la mostrada en la figura 32 con capacidad de 3A. La intención de este cambio fue reducir el espacio, es decir, que la máquina luciera más despejada, pues el primer *driver* abarcaba mucho espacio. Ahora en lugar de tener una tarjeta casera que, en caso de fallar, habría que desoldar sus componentes y cambiar uno a uno, se va a tener una tarjeta controladora de fácil acceso comercial. Este tipo de mejoras ayudan a reducir el tiempo de reparación de la máquina.

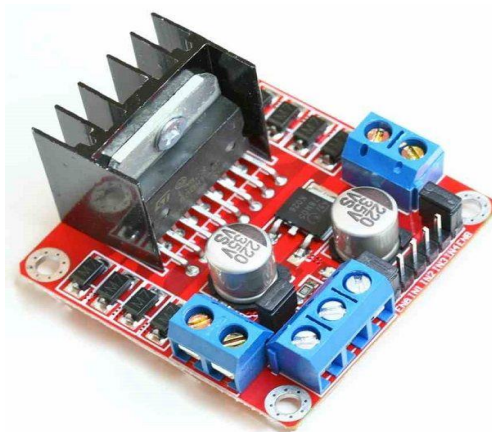


Figura 31. Controlador de corriente de motor

Fuente: Elaboración propia.

El prototipo final se puede observar en la siguiente figura.



Figura 32. Prototipo 2 ¹

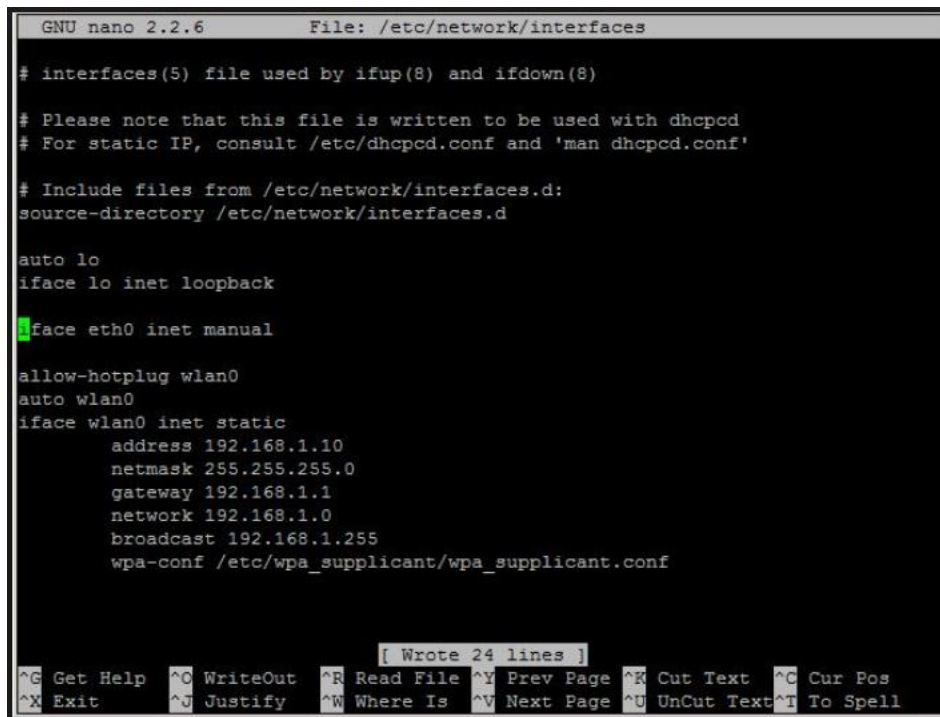
Fuente: Elaboración propia.

Para la implementación de la base de datos, se contó con la colaboración del Departamento de Tecnología de la Información (IT). La máquina se conecta a la red interna por medio de WiFi y accede la base de datos SQL Server por medio de una aplicación Python que posee el código, la cual está protegida por una contraseña. El protocolo de comunicación que se utiliza es el "Secure Shell" (SSH). El acceso al Raspberry tiene protección por contraseña. Tanto la contraseña de la aplicación Python como la que da acceso al Raspberry son exclusivas del Departamento de TI.

¹. *Más fotos del prototipo #2 pueden consultarse en la sección de anexos.*

La aplicación Python que maneja la cortadora funciona con hilos que permiten realizar múltiples tareas al mismo tiempo; por ejemplo, mientras la rutina principal está en funcionamiento (en un hilo), cada botón es parte de otro hilo independiente, que "escucha" cuando el botón es pulsado y permite interrumpir el proceso para detenerlo complemente o pausarlo.

En la figura 34, se muestra la forma en cómo se comprueba la conexión con el dispositivo.



```
GNU nano 2.2.6 File: /etc/network/interfaces
# interfaces(5) file used by ifup(8) and ifdown(8)
# Please note that this file is written to be used with dhcpcd
# For static IP, consult /etc/dhcpcd.conf and 'man dhcpcd.conf'
# Include files from /etc/network/interfaces.d:
source-directory /etc/network/interfaces.d
auto lo
iface lo inet loopback
iface eth0 inet manual
allow-hotplug wlan0
auto wlan0
iface wlan0 inet static
    address 192.168.1.10
    netmask 255.255.255.0
    gateway 192.168.1.1
    network 192.168.1.0
    broadcast 192.168.1.255
    wpa-conf /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf
[ Wrote 24 lines ]
^G Get Help  ^O WriteOut  ^R Read File ^Y Prev Page ^X Cut Text  ^C Cur Pos
^X Exit      ^J Justify   ^W Where Is  ^V Next Page ^U UnCut Text ^T To Spell
```

Figura 33. Prueba de conexión con el dispositivo

Fuente: Elaboración propia.

5.4 DEPURACIÓN DE ERRORES Y RESULTADOS

El dispositivo inicialmente se construyó con componentes diferentes a la máquina final, debido a esto fue necesario construir otro chasis para que los componentes electrónicos finales quedaran correctamente instalados y que fueran fáciles de reemplazar ante una eventual falla.

El prototipo inicial contaba con una tarjeta amplificadora de corriente hecha de forma casera, la cual fue reemplazada con una tarjeta fácil de adquirir comercialmente. Esta tarjeta casera fue construida con transistores Darlington NTE 2332 con capacidad de 2A y 12V, esta corriente es suministrada al motor paso a paso 49200502000A, marca Diebold.

Para alimentar el resto del circuito, se utilizó un cargador de 5 voltios y 1 amperio, que aportaba la alimentación a la placa Raspberry Pi, al controlador del pistón, a la pantalla LCD, básicamente. Luego, en la versión mejorada, se cambió el hecho de tener dos fuentes que alimenten partes distintas del circuito y se colocó una fuente que proporcionara los dos voltajes, pero que además tuviera la capacidad de brindar 2 amperios o más.

Uno de los problemas encontrados con el prototipo 1 fue el hecho de encontrar cuándo era el momento correcto para empezar a cortar, pues no se contaba con un sensor o dispositivo de inicio; por lo que era necesario colocar la carrucha de

stickers de modo que coincidiera con el inicio de la cuchilla de corte para que cortara las calcomanías correctamente.

Esto se intentó corregir utilizando un *encoder* en el motor y de esta forma contar los pasos que se producen en el motor y cortar las etiquetas con el largo correcto. Luego de esto, el problema se redujo, pero no se eliminó. En ocasiones, el arrastre de la carrucha de etiquetas no era correcto y se perdía la sincronía, por lo que fue necesario usar otra opción. Esta mejora fue dada por un sensor láser que funcionaría como un sensor de *home* que detecta la distancia entre un *sticker* y otro para llevar la carrucha a inicio correcto.

Debido a que el equipo va a ser utilizado en un ambiente de cuarto limpio, es necesario que la máquina esté ‘anodizada’, ya que el material del que está construida es aluminio y cuando entra en contacto con el oxígeno se oxida, este proceso contamina el ambiente alrededor y, en este caso, Microvention trabaja con productos médicos; por lo que no es permitido que en ninguna máquina el aluminio o algún otro material sea tratado químicamente.

Otro aspecto por tomar en cuenta fue el tema del código fuente de los microcontroladores, pues el Arduino usa lenguaje C++, pero el Raspberry PI emplea Python. Esta situación produjo que en el segundo prototipo hubiera que trabajar desde cero con la programación, ya que estos lenguajes no son compatibles; además, porque en el segundo prototipo era necesario incluir un sensor de *home* adicional.

5.5 IMPLEMENTACIÓN

El trabajo requirió de la implementación de un prototipo que se fabricó en el taller de precisión de la empresa con la participación del sustentante de esta tesina, quien desarrolló el diseño de la máquina, indicó los componentes que utilizó y ensambló todas las partes. Todos los componentes fueron aportados por la empresa Microvention.

El proyecto fue desarrollado con el *software* de diseño CAD *SolidWorks*, el cual está instalado en las computadoras del taller de precisión. Con los diseños creados, se procedió a la fabricación de las piezas en el taller para armar el chasis que se utilizó para la creación de la máquina. Cuando se creó el chasis, se procedió a colocar los componentes electrónicos que lleva la máquina; como lo son el Raspberry Pi V3, el controlador de motor L298N, la pantalla LCD HD44780, la fuente de poder *Mean Well* RD-35B, el motor Zhengk ZYTD520 y el pistón neumático Bimba de doble efecto de 15 cm.

Cuando la máquina se ensambló, uno de los puntos importantes fue la sincronización de la máquina con la base de datos. Esta tarea se realizó en conjunto con el Departamento de Tecnología de la Información de la empresa Microvention, el cual brindó la dirección IP que usaría el dispositivo. Luego de esto, se realizaron pruebas de capacidad para garantizar que no existía problema con la subida de datos.

Hubo que realizar ajustes para que la máquina cortara las etiquetas en el sitio correcto, esto se hizo modificando el código fuente en el Raspberry Pi. Una vez que las pruebas fueron positivas, la máquina se tuvo que desarmar para ser llevada a un taller externo que ejecutara el proceso de anodizado; este proceso consiste en tratar químicamente el aluminio y evitar que desprenda partículas que puedan contaminar el ambiente de cuarto limpio presente en la empresa Microvention. Cuando las piezas retornaron a la planta, se rearmó de nuevo y la máquina se llevó al piso de producción para realizar pruebas con los operarios y los líderes de área, a quienes se les brindó un entrenamiento sobre su uso.

A continuación, se detalla el código empleado en el prototipo 2:

```

time.sleep(E_DELAY)

def lcd_string(message,line):
    # Send string to display

    message = message.ljust(LCD_WIDTH," ")

    lcd_byte(line, LCD_CMD)

    for i in range(LCD_WIDTH):
        lcd_byte(ord(message[i]),LCD_CHR)

def motorForward():
    motor.forward(speed=1)
    sleep(1)
    motor.stop()

def rotaryRead():
    global counter
    clkLastState = GPIO.input(clk)
    while True:
        clkState = GPIO.input(clk)
        dtState = GPIO.input(dt)
        if clkState != clkLastState:
            if dtState != clkState:
                counter -= 1
            else:
                counter += 1
            print counter
        clkLastState = clkState
        sleep(0.01)

def adjPos():
    global running
    while True:
        topButton.wait_for_press()
        if (running == False):
            motor.forward()
            sleep(0.1)
            motor.stop()
        else:
            running = False

def runClipper():
    global running
    global total
    while True:
        botButton.wait_for_press()
        botButton.wait_for_release()
        resetCycle()
        running = True
        runCycle()

def resetCycle():
    global total
    total = 0
    print("Clear count")
    sleep(0.1)

def runCycle():
    global running
    global total
    while running:
        led.color = (0,1,0)
        global counter
        counter = 0
        print("Start")
        while (counter < 75):
            motor.forward()
            lcd_string('Running', LCD_LINE_1)
            sleep(0.1)
        motor.stop()
        lcd_string('Label cut', LCD_LINE_1)
        led.color = (1,0,0)
        sleep(0.5)
        relay.off()
        total = total + 1
        lcd_string('Total: ' + str(total), LCD_LINE_2)
        sleep(1)
        relay.on()
        led.color = (0,1,0)
        sleep(0.5)

def main():
    # Main program block
    moThread = threading.Thread(target=motorForward)
    roThread = threading.Thread(target=rotaryRead)
    adjThread = threading.Thread(target=adjPos)
    runThread = threading.Thread(target=runClipper)
    lcdThread = threading.Thread(target=lcd_init)

    # Initialise display
    lcdThread.start()
    led.color = (0,0,1)
    sleep(0.1)
    lcd_string(ethAddress,LCD_LINE_1)
    sleep(1)
    relay.on()
    lcd_string('Motor Forward', LCD_LINE_1)
    led.color = (0,1,0)
    moThread.start()
    roThread.start()
    adjThread.start()
    runThread.start()
    sleep(2)
    lcd_string('Idle', LCD_LINE_1)

```

Figura 34. Código de prototipo 2

Fuente: Elaboración propia.

```

time.sleep(E_DELAY)

def lcd_string(message,line):
    # Send string to display

    message = message.ljust(LCD_WIDTH," ")

    lcd_byte(line, LCD_CMD)

    for i in range(LCD_WIDTH):
        lcd_byte(ord(message[i]),LCD_CHR)

def motorForward():
    motor.forward(speed=1)
    sleep(1)
    motor.stop()

def rotaryRead():
    global counter
    clkLastState = GPIO.input(clk)
    while True:
        clkState = GPIO.input(clk)
        dtState = GPIO.input(dt)
        if clkState != clkLastState:
            if dtState != clkState:
                counter -= 1
            else:
                counter += 1
        print counter
        clkLastState = clkState
        sleep(0.01)

def adjPos():
    global running
    while True:
        topButton.wait_for_press()
        if (running == False):
            motor.forward()
            sleep(0.1)
            motor.stop()
        else:
            running = False

def runClipper():
    global running
    global total
    while True:
        botButton.wait_for_press()
        botButton.wait_for_release()
        resetCycle()
        running = True
        runCycle()

def resetCycle():
    global total
    total = 0
    print("Clear count")
    sleep(0.1)

def runCycle():
    global running
    global total
    while running:
        led.color = (0,1,0)
        global counter
        counter = 0
        print("Start")
        while (counter < 75):
            motor.forward()
            lcd_string('Running', LCD_LINE_1)
            sleep(0.1)
        motor.stop()
        lcd_string('Label cut', LCD_LINE_1)
        led.color = (1,0,0)
        sleep(0.5)
        relay.off()
        total = total + 1
        lcd_string('Total: ' + str(total), LCD_LINE_2)
        sleep(1)
        relay.on()
        led.color = (0,1,0)
        sleep(0.5)

def main():
    # Main program block
    moThread = threading.Thread(target=motorForward)
    roThread = threading.Thread(target=rotaryRead)
    adjThread = threading.Thread(target=adjPos)
    runThread = threading.Thread(target=runClipper)
    lcdThread = threading.Thread(target=lcd_init)

    # Initialise display
    lcdThread.start()
    led.color = (0,0,1)
    sleep(0.1)
    lcd_string(ethAddress,LCD_LINE_1)
    sleep(1)
    relay.on()
    lcd_string('Motor Forward', LCD_LINE_1)
    led.color = (0,1,0)
    moThread.start()
    roThread.start()
    adjThread.start()
    runThread.start()
    sleep(2)
    lcd_string('Idle', LCD_LINE_1)

```

Figura 35. Código Python del prototipo 2

Fuente: Elaboración propia.

```
led.color = (1,0,0)
sleep(2)

if __name__ == '__main__':

    try:
        main()
    except KeyboardInterrupt:
        pass
    finally:
        lcd_byte(0x01, LCD_CMD)
```

Figura 36. Código del prototipo 2

Fuente: Elaboración propia.

La pantalla que se muestra a continuación es la que evidencia la dirección IP asignada al Raspberry Pi, cada vez que inicia el *software* mostrará la dirección IP correspondiente.



Figura 37. Pantalla que muestra IP

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente imagen, se muestra la pantalla que se observará cuando el motor realice un movimiento de chequeo, es decir, un movimiento donde se compruebe el funcionamiento correcto del motor.



Figura 38. Pantalla de alineamiento de motor

Fuente: Elaboración propia.

La pantalla siguiente es la que indica el inicio del corte de unidades, se mostrará el título "*running*" después de presionar el botón "*start*".



Figura 39. Pantalla de arranque de motor

Fuente: Elaboración propia.

Cuando la máquina empieza a cortar unidades, en la sección inferior, llevará el conteo y el superior el título “*label cut*”.

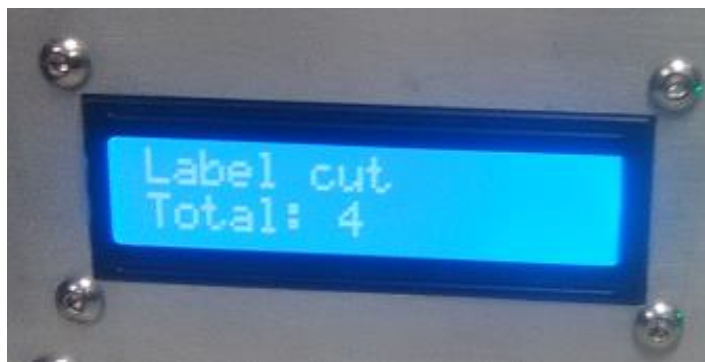


Figura 40. Pantalla de conteo

Fuente: Elaboración propia

5.6 ANÁLISIS DE COSTOS

Para el análisis de costos, se usa el salario base mensual de un ingeniero en Costa Rica, según el decreto No. 40022-MTSS, publicado en La gaceta 230, del día 30 de noviembre del 2016 y que el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos CFIA. toma como referencia a nivel nacional. De esta forma, conociendo el salario mensual, se determinará el monto que se invirtió en el desarrollo del proyecto. Para obtener el salario por hora, se divide el monto mensual entre la jornada de ley, la cual es de 48 horas. Se anota también el monto aproximado en dólares estadounidenses, la tasa de cambio usada es $1\$ = 570$ colones.

La tabla 7 muestra la relación entre salario mensual mínimo y el salario por hora mínimo según el Gobierno de Costa Rica para un ingeniero. De acuerdo con estos valores se puede dimensionar el valor del proyecto de la cortadora de etiquetas.

Salario Mínimo Bachiller Universitario	
Mensual	Salario por hora mínimo
₡524,477.85	₡2,521.72
\$920.14	\$4.42

Tabla 7. Salario mínimo mensual para un ingeniero según CFIA

Fuente: Tomado de La Gaceta, número 230, decreto 40022-MTSS

Primeramente, se hará un análisis tomando en cuenta los recursos utilizados para la elaboración del prototipo 1, luego se analizará el prototipo 2.

5.6.1 Prototipo 1

La siguiente es una lista de los materiales usados para el prototipo número 1:

Nombre de la parte	Cantidad	Monto (\$)	Monto (¢)
Arduino UNO	1	\$11.99	¢6,834.30
Transistores Darlington 2A	4	\$4.50	¢10,260.00
Pantalla LCD HD44780	1	\$8.79	¢5,010.30
Fuente de poder adaptador 12 V 2 A	1	\$15.99	¢9,114.30
Motor paso a paso	1	\$20.59	¢11,736.30
Pistón neumático Bimba 3/4 pulgadas	1	\$23.00	¢13,110.00
Botón pulsador	2	\$14.90	¢16,986.00
Chasis de aluminio	1	\$1,798.00	¢1,024,860.00
Módulo Bluetooth	1	\$11.99	¢6,834.30
Módulo memoria	1	\$6.99	¢3,984.30
Módulo RJ45 Ethernet	1	\$5.99	¢3,414.30
Total	15	\$1,922.73	¢1,112,144.10

Tabla 8. Listado de componentes prototipo 1

Fuente: Elaboración propia.

La lista a continuación presenta un estimado del monto total que se invirtió en la realización del prototipo:

Parámetro	Cantidad	Total
Horas invertidas	65	65
Horas de ingeniero	¢2 521.72	¢163 911.8
Componentes	¢1 112 144.1	¢1 112 144.1
Total		¢1,276,055.90

Tabla 9. Total estimado invertido en el prototipo 1

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2 Prototipo 2

La tabla 10 detalla los componentes que se usaron en el prototipo 2.

Nombre de la parte	Monto (\$)	Monto (¢)
Raspberry Pi V3	35.99	20514.3
Controlador de motor L298N	10.99	6264.3
Encoder para motor KY-040	6.25	3562.5
Pantalla LCD HD44780	8.79	5010.3
Fuente de poder Mean Well RD-35B	17.12	9758.4
Motor Zhengk ZYTD520	28.49	16239.3
Pistón neumático Bimba 3/4 pulgadas	23.49	13389.3
Botón pulsador PBT19-A3#7615	14.9	8493
Chasis de aluminio	1542	878940
Total	1 688.02	962 171.4

Tabla 10. Componentes del prototipo 2.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 11, se muestran las cantidades de dinero y el tiempo invertidos en la fabricación del prototipo 2.

Parámetro	Cantidad	Total
Hora Invertidas	75	75
Hora de Ingeniero	¢2 521.72	¢189 129
Anodizado	¢120 000	¢120 000
Componentes	¢962 171.4	¢962 171.4
Total		¢1 271 300.4

Tabla 11.Total invertido en el prototipo 2.

Fuente: Elaboración propia.

Entre los totales de la tabla 9 y tabla 11, existe una diferencia que se detalla en la tabla 12.

Prototipo 1	Prototipo 2	Total
¢1,276,055.90	¢1 271 300.4	¢4755.5

Tabla 12. Diferencia entre los dos prototipos

Fuente: Elaboración propia

Al concluir el prototipo 2, se observa que en comparación con el prototipo 1 hubo un ahorro de dinero producto de la búsqueda correcta de los componentes que contiene. El prototipo 1 poseía partes de mayor tamaño que impedían su traslado; además, era imposible usarlo en el piso de producción, puesto que no tenía el tratamiento de anodizado que hubiera permitido hacer pruebas en el cuarto limpio.

En el prototipo 2 se logró ensamblar todas sus partes al chasis de modo que el prototipo fuera portable, pensando en que la máquina va a usarse en toda el área del piso de producción, por lo que se necesita que sea completamente portátil. El prototipo 2 se pudo someter al proceso de anodizado de sus partes y esto permitió que se realizaran pruebas en el cuarto limpio y en el taller de precisión.

Estas ventajas evidencian que, a pesar de que no existió mucha ganancia en el tema del dinero, se compensa con el hecho de que la segunda máquina es completamente funcional desde el punto de vista de uso y portabilidad.

Luego de ejecutadas las pruebas y con los datos obtenidos producto de las pruebas realizadas en el área de Headway, se reunieron los departamentos de Ingeniería y de Finanzas para exponer la oportunidad que existe en ahorro de costos para la compra de rollos.

Luego de esta reunión, se logró una reducción de 50 rollos en la compra, respecto al año fiscal anterior. Esto representa un ahorro de casi un 20% en compra de rollos, que aproximadamente equivale a \$600; los cuales anteriormente se estaban desechando. En la tabla 13, se detalla la cantidad de rollos de etiquetas comprados durante cada año fiscal desde 2017.

Año Fiscal	Cantidad de Rollos	Valor	Total
Marzo 2016 Marzo 2017	200	\$9.50	\$1,900.00
Marzo 2017 Marzo 2018	240	\$10.50	\$2,520.00
Marzo 2018 Marzo 2019	190	\$11.75	\$2,232.5

Tabla 13. Datos de compra de rollos en los últimos años fiscales de la empresa

Fuente: Elaboración propia.

Estos datos muestran la proyección de gastos dedicada a la compra de rollos de etiquetas de acuerdo al año fiscal japonés, el cual toma como base la empresa Microvention. Este año fiscal se extiende desde marzo de un año al otro. Como se aprecia en la tabla 13 existe una baja en la cantidad de rollos producto del estudio hecho es este trabajo.

5.7 PRODUCCIÓN OBTENIDA DURANTE EL USO DE LA MÁQUINA

Durante los meses de noviembre, diciembre y febrero, se coordina con el Departamento de Producción para determinar el área adecuada para realizar pruebas con la cortadora de etiquetas. Debido al volumen de producción que se maneja en el área, se escogió el área de Headway para poner a prueba la máquina, con el fin de evaluar si la cantidad de unidades meta por día se mantenía y que no fuera afectada por el hecho de usar una máquina nueva que afectara el desempeño de la línea de producción debido a la rampa de aprendizaje. A continuación, se muestran los gráficos que relacionan la meta de producción diaria versus la obtenida en los meses mencionados anteriormente.

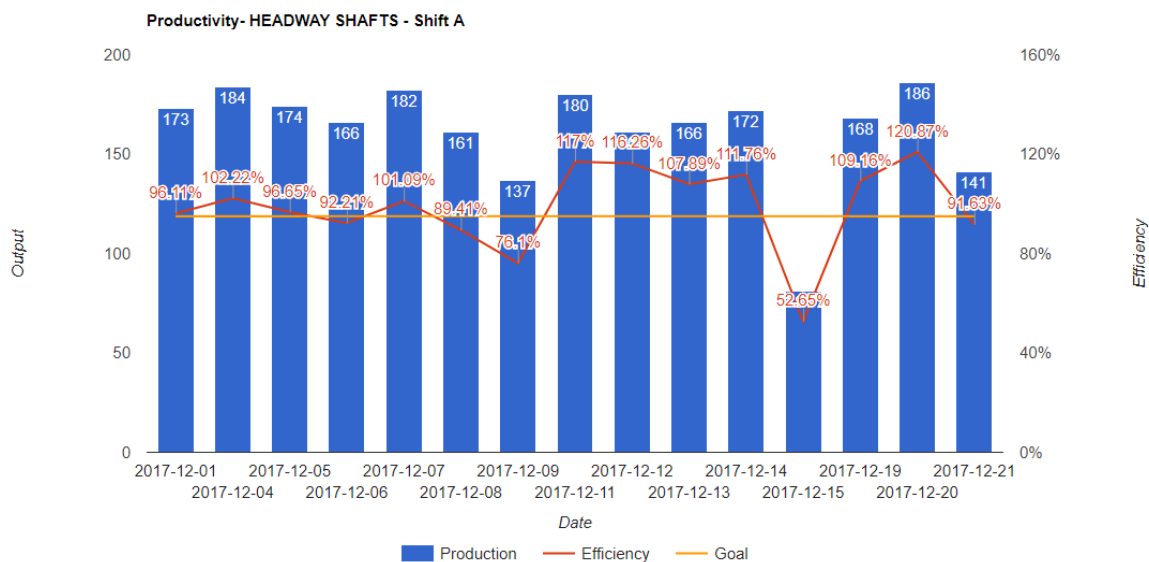


Gráfico 10. Producción obtenida en diciembre

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico, se aprecia que a excepción del 15 de diciembre de 2017 y debido a un hecho aislado relacionado a un evento festivo, los demás días no tuvieron impacto en producción; es decir, que el uso de la máquina durante este mes no afectó el desempeño de la línea, ya que las metas de producción de los demás días del mes fueron alcanzadas sin ningún problema.

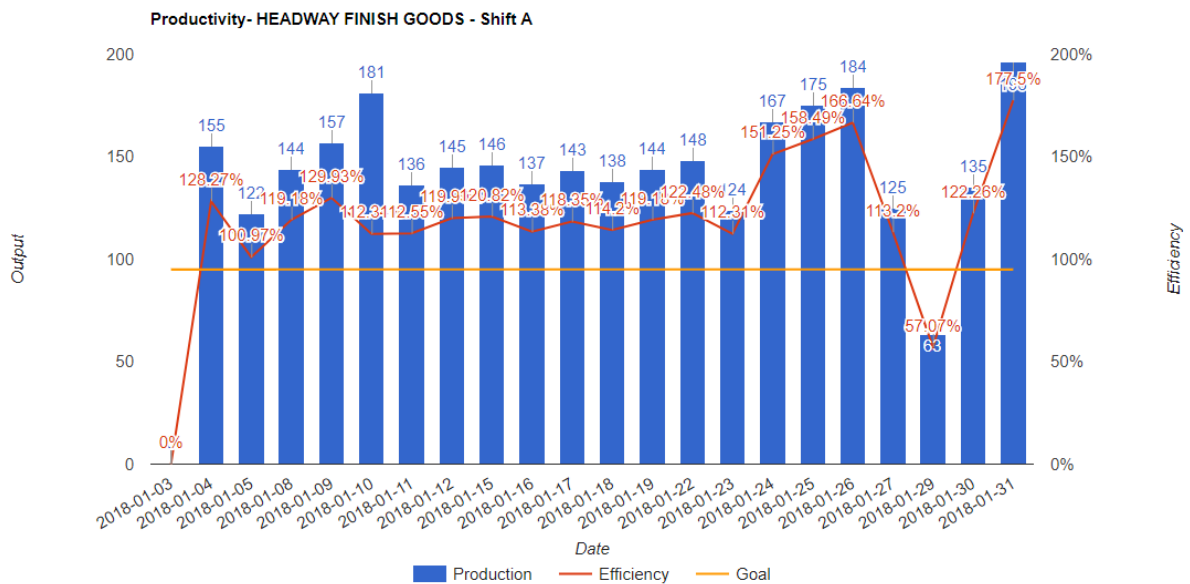


Gráfico 11. Producción obtenida en el área de Headway en enero

Fuente: Elaboración propia.

Durante enero se obtuvo también resultado positivo, es decir, que no se afectaron las metas diarias de producción debido al uso de la máquina cortadora de etiquetas. El día que no se alcanzó la meta se refiere al día 29 de enero; resultado que se relaciona con un problema de calidad totalmente fuera del alcance de la máquina.

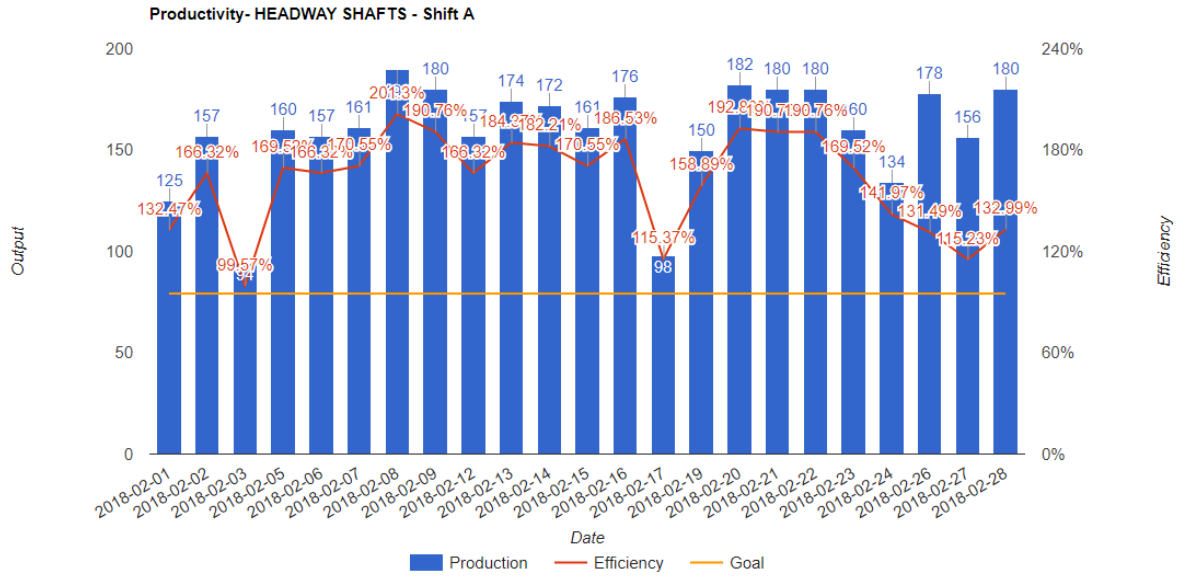


Gráfico 12. Producción Obtenida en el área de Headway en febrero

Fuente: Elaboración propia.

Durante febrero, se alcanzaron todas las metas de producción; esto significa que la producción de la línea no se vio afectada los días en que se usó la máquina cortadora.

**CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

6.1 Conclusiones

Luego de ejecutados los prototipos 1 y 2, en los cuales se hicieron bastantes cambios de *hardware* y *software*, se detallan las conclusiones acerca del trabajo realizado.

- Los gastos generados por la elaboración de los dos prototipos fueron aportados por la empresa Microvention; sin embargo, aunque a corto plazo la inversión no se recuperará debido al bajo costo de los rollos, a partir del nuevo año fiscal, la empresa sabe qué cantidad de rollos se debe comprar anualmente; esto a largo plazo generará ganancias.
- Microvention es una empresa en que la mayoría de sus procedimientos se ejecutan de forma manual, debido a esto existe una oportunidad para cambiarlos a procesos automáticos que mejoren la eficiencia y no afecten las metas. Con la fabricación de la cortadora de etiquetas, se alcanza esto precisamente; ya que se mejoró un proceso que era manual mediante un evento automático que es completamente eficiente y el cual no impactó las metas de producción.

- Cuando se inició con la construcción del prototipo 1, se vio la necesidad de mejorar muchos detalles, uno de estos detalles estaba relacionado a componentes y espacio. El 30% de los componentes electrónicos eran de elaboración casera por lo que su reemplazo en caso de falla resultaría en un atraso en producción en Microvention, debido a esto se cambiaron por componentes cuya adquisición fuera simple, se logró implementar el segundo prototipo con componentes comercialmente comunes para garantizar que haya inventario la mayoría del tiempo.
- Actualmente en Microvention existen 12 áreas productivas. Se escogió el área de Headway como referencia para el tema de metas de producción. Las pruebas se realizaron del 01 de diciembre al 28 de febrero del año en curso, días en los cuales la meta de producción fue de 120 unidades en diciembre, 100 unidades en enero y 70 en febrero. Durante este tiempo se usó la máquina cortadora de etiquetas sin resultados negativos en cuanto a producción, ya que las metas diarias se alcanzaron y se alcanzó siempre la meta mensual.
- La cortadora de etiquetas se logró conectar inalámbricamente por medio de WiFi de la empresa y accesa la base de datos SQL Server por medio de una aplicación Python, que por medio de protocolo de comunicación Secure Shell permite el acceso al servidor privado.

- La aplicación Python, que maneja la cortadora, funciona con “hilos”, los cuales permiten realizar múltiples tareas al mismo tiempo, mediante la ejecución de la rutina principal que se encarga de arrancar otros subprogramas secundarios y detenerlos cuando sea necesario. Esto representa una ventaja en cuanto a la ejecución de código, ya que no es necesario repasar todo el código, sino que permite enfocarse solo en lo necesario, dependiendo de la sección que se esté ejecutando.
- En las empresas de manufactura, el ahorro de costos es uno de los factores más importantes y en los que se pone especial enfoque. En este trabajo, se documentó un proyecto que representa una ventaja para la compañía, debido a que se establecen los datos necesarios para implementar una máquina similar, invirtiendo menos tiempo y recursos en comparación con un trabajo que inicie desde cero.
- Durante las pruebas realizadas, se determinó que el pistón de corte funciona correctamente con una entrada de aire de 80 ± 10 P; una presión menor o mayor provocará errores de sincronización y desperdicio de etiquetas.

- Actualmente, existe una variedad de máquinas que pueden ser utilizadas con voltajes de 120 voltios o 220 voltios; esto representa una ventaja en el tema de versatilidad. Cuando se fabricó la cortadora de etiquetas, se buscó una fuente de poder que cumpliera con este requerimiento y esta herramienta podrá ser utilizada en cualquier conexión del cuarto limpio.
- Cuando se instale el rollo de etiquetas, se deberá colocar con la cara impresa en posición superior, ya que esta posición beneficia el transporte correcto del rollo.
- Antes de la implementación de la máquina, las personas dedicadas a recortar etiquetas eran en promedio 12 operarios por semana, uno por cada área funcional. Con el proceso automático, solo se necesita de una persona por semana; esto significa que este recurso humano puede ser aprovechado en otras tareas de la línea.
- El dispositivo automático en cuestión fue construido con un el controlador Raspberry Pi Zero, este controlador fue escogido por sus ventajas en cuanto a tamaño y conexión inalámbrica. Esto permitió que la máquina pueda ser empleada en cualquier parte de la planta y que no dependa de un cable para la actualización de datos en línea.

- Los materiales metálicos que se utilizan en el cuarto limpio expulsan partículas al aire cuando entran en contacto con el oxígeno; esto se demuestra cuando el operario roza la superficie con sus manos, ya que hecho provoca que el dispositivo de corte de etiquetas, al ser fabricado con aluminio, necesite de ser sometido al tratamiento térmico de anodizado para evitar la contaminación de unidades en la empresa.

6.2 Recomendaciones

- Usar equipo de protección personal como lentes y guantes en todo momento que se opere la máquina.
- Aunque el entrenamiento fue dado a solo unos operarios, es recomendable que frecuentemente se esté entrenando gente nueva en el uso de la cortadora.
- Limpiar semanalmente el rodillo de tracción para no afectar el transporte de las unidades.
- Las modificaciones que se ejecuten al *software* deben realizarse por personal calificado de TI o técnicos con conocimiento en lenguaje de programación Python.
- Programar un mantenimiento preventivo semestral para evaluar todo el sistema de tracción, como lo son los rodillos y faja. Esto evitará posibles problemas con el corte correcto de las etiquetas.
- Utilizar la máquina en una mesa que esté lejos de unidades catéteres, pues esto provocaría contaminación en los dispositivos médicos.

- No introducir dedos en los engranajes o en la zona de corte de las etiquetas.
- No remover los paneles protectores de los mecanismos.
- Durante el proceso de corte automático, mantener las manos alejadas de la herramienta que se mueve.
- Para el proyecto se utilizó un microcontrolador que no es industrial, el Raspberry Pi Zero que tiene un enfoque didáctico y como un controlador para prototipos; por eso, para un futuro, se recomienda utilizar un dispositivo de control más confiable y escalable como un PLC; esto también ayudará a ampliar las capacidades de máquina.
- Para mejorar la producción de etiquetas cortadas, se recomienda utilizar motores de mayor velocidad para realizar conteo más rápido.

Bibliografía

- Barrantes, Y. (2015). *Diseño de un modelo de capacidad para la optimización de procesos en el área de empaque de Arthrocare S.R.L. una compañía de Smith&Nephew*. (Tesis de pregrado para Bachillerato en Ingeniería Industrial). Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica.
- Guevara, R. (2015). *Propuesta e implementación en la aplicación de etiquetas, codificación y verificación de un producto, para el almacenamiento en bodega de la empresa Novartis* (Tesis de pregrado para bachillerato en Ingeniería Electrónica. Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica.
- Tocci R., Widmer, N. y Moss, G. (1993). *Sistemas Digitales. Principios y Aplicaciones*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.
- Alvira, M. (2002). *Perspectiva Cualitativa / Perspectiva Cuantitativa en la metodología sociológica*. México DF.: Mc Graw Hill.
- Gore, S (2012). *Física III. Ondas*. Recuperado de:
<http://fisicaiicamacho.blogspot.com>
- Crespo, E. (2014). *Aprendiendo Arduino: Aprendiendo Arduino en Profundidad*. Recuperado de: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com>

Boylestad, L., R. y Nashelsky, L. (2003). *Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos* (8ª. Ed). México: Pearson Educación.

Corona, A., L. y Jiménez, M., J. (2014). *Sensores y Actuadores: Aplicaciones con Arduino*, Ed. Patria, México.

SolidWorks, Inc. (2018). *Características de SolidWorks*. Recuperado de:
<http://www.solidworks.es/>

Carletti, E. (2016). *Motores paso a paso, características básicas*. Recuperado de: <http://robots-argentina.com.ar>

Technics, S. (2016). *CPCP Program / SR Technics Group*. Recuperado de:
<http://www.srtechnics.com/cms/index.asp?TopicID=422>

Johnson, C. (2015). *Industria Mundial, Tipos de motores*. Recuperado de:
www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/motor-paso-a-paso/

EcuRed. (2016). *Automatización*. Recuperado de:
<http://www.ecured.cu/Automatizacion>

Mundo HVACR. (2018). *Cuartos limpios*. Recuperado de:

<https://www.mundohvacr.com.mx/2009/06/cuartos-limpios/>

Anexos

Factura anodizado



COMERCIALIZADORA GORI ALBISA S.A. 13/11/2017

Cedula Juridica 3-101-507068

PROFORMA: 59342

TeleFax 2560-0859 / 25600432

HEREDIA - COSTA RICA

CONDICIONES DE PAGO

facturacion@gorialbisa.com / natalia.ventas@gorialbisa.com

Crédito

CLIENTE: C-0203 MICROVENTION COSTA RICA, SRL.
 ATENCION: XIOMARA ARIAS
 DIRECCION: ZONA FRANCA COYOL ALAJUELA


TELEFONO: 4052 8602
 PLAZO: 30 dias.
 VENCIMIENTO: 13/12/17
 AGENTE: 001 JONATHAN SALAS COMISION

CANT.	CODIGO	DESCRIPCION	DESC %	PRECIO UNIT	TOTAL LINEA
1	050	SERVICIO DE ANODIZADO	0.0	120,000.00	120,000.00


OBSERVACION:
 ORDEN:
 TIEMPO DE ENTREGA:

SUB-TOTAL: 120,000.00
 DESCUENTO: 0.00
 SUB-DESC: 120,000.00
 IMP.VTAS: 0.00
 TOTAL: 120,000.00

Cotización de prototipo 1

Cotización			
 <p>Mecatronics Precisión</p> <p>MECATRONICS S.A 200 m Oeste del Cementerio Carrillos de Poás, Alajuela Tel: (506)2458-4948 /2458-4748 Cédula Jurídica: 3-101-681055</p>		Fecha: 31 Ago 2017 Cotización N°: 10972 Vendedor: Juan Gabriel Monge	
		MICROVENTION COSTA RICA SRL Zona Franca Coyoil, Edificio B33	
		Zona Franca Coyoil, Edificio B33	
Cant.	Descripción	Precio unitario	Total
1	PROTOTIPO DE MAQUINA CORTADORA DE ETIQUETAS	\$1.798,00	\$1.798,00
Total			\$1.798,00
<p>ENTREGA: 2 SEMANAS A PARTIR DE RECIBIDA LA ORDEN DE COMPRA</p>			
<p>Juan Gabriel Monge Solís Gerente General</p> <p>—Todas las fechas de entrega conforme a la disponibilidad de materias primas. —Precios validos por las cantidades anotadas en esta cotización. Solamente. —Una vez recibida la orden de compra y en caso de una modificación de la misma o una cancelación total, MECATRONICS S.A se guarda el derecho de hacer la facturación parcial o total de la orden de compra recibida inicialmente.</p> <p>Gracias por su preferencia.</p>			

Cotización de prototipo 2

		Cotización	
 <p>Mecatronics Precisión</p> <p>MECATRONICS S.A 200 m Oeste del Cementerio Carrillos de Poás, Alajuela Tel:(506)2458-4948 /2458-4748 Cédula Jurídica: 3-101-681055</p> <p>MICROVENTION COSTA RICA SRL Zona Franca Coyol, Edificio B33</p>		Fecha: 16 Ene 2018 Cotización N°:11172 Vendedor: Juan Gabriel Monge	
		Zona Franca Coyol, Edificio B33	
Cant.	Descripción	Precio unitario	Total
1	MAQUINA CORTADORA DE ETIQUETAS (raspberry)	\$1.542,00	\$1.542,00
Total			\$1.542,00
<p>ENTREGA: 2 SEMANAS A PARTIR DE RECIBIDA LA ORDEN DE COMPRA</p>			
<p>Juan Gabriel Monge Solis Gerente General</p> <p>—Todas las fechas de entrega conforme a la disponibilidad de materias primas. —Precios validos por las cantidades anotadas en esta cotización. Solamente. —Una vez recibida la orden de compra y en caso de una modificación de la misma o una cancelación total, MECATRONICS S.A se guarda el derecho de hacer la facturación parcial o total de la orden de compra recibida inicialmente.</p> <p>Gracias por su preferencia.</p>			

Encuestas realizadas

ENCUESTA PARA LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA MICROVENTION

ASUNTO: MÁQUINA CORTADORA DE ETIQUETAS

Instrucción: Marque con una "X" la opción que crea conveniente.

Nombre: Carlos Fernández

Área: Carótida

1. ¿Siente molestias al finalizar de separar etiquetas?

SI (X) NO ()

2. ¿Qué cantidad de horas trabaja en la operación?

Más de 2 horas ()

Más de 1 hora ()

Entre 30 minutos y una hora (X)

Menos de 30 minutos ()

3. ¿Qué tipo de molestia siente?

Hombro () Muñeca (X) Dedos () Espalda ()

4. ¿Le han rotado de operación?

SI (X) NO ()

5. ¿Estaría de acuerdo en que el proceso lo realice una máquina?

SÍ

ENCUESTA PARA LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA MICROVENTION

ASUNTO: MÁQUINA CORTADORA DE ETIQUETAS

Instrucción: Marque con una "X" la opción que crea conveniente.

Nombre: Roberto Madriz

Área: Balloons

1. ¿Siente molestias al finalizar de separar etiquetas?

SI (X) NO ()

2. ¿Qué cantidad de horas trabaja en la operación?

Más de 2 horas ()

Más de 1 hora (X)

Entre 30 minutos y una hora ()

Menos de 30 minutos ()

3. ¿Qué tipo de molestia siente?

Hombro () Muñeca (X) Dedos () Espalda ()

4. ¿Le han rotado de operación?

SI (X) NO ()

5. ¿Estaría de acuerdo en que el proceso lo realice una máquina?

SÍ

ENCUESTA PARA LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA MICROVENTION**ASUNTO: MÁQUINA CORTADORA DE ETIQUETAS**

Instrucción: Marque con una "X" la opción que crea conveniente.

Nombre: Erica Alvarado

Área: Headway duo

1. ¿Siente molestias al finalizar de separar etiquetas?

SI (X) NO ()

2. ¿Qué cantidad de horas trabaja en la operación?

Más de 2 horas ()

Más de 1 hora (X)

Entre 30 minutos y una hora ()

Menos de 30 minutos ()

3. ¿Qué tipo de molestia siente?

Hombro () Muñeca (X) Dedos () Espalda ()

4. ¿Le han rotado de operación?

SI (X) NO ()

5. ¿Estaría de acuerdo en que el proceso lo realice una máquina?

SÍ

ENCUESTA PARA LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA MICROVENTION**ASUNTO: MÁQUINA CORTADORA DE ETIQUETAS**

Instrucción: Marque con una "X" la opción que crea conveniente.

Nombre: Shaylin Boza

Area: Headway

1. ¿Siente molestias al finalizar de separar etiquetas?

SI (X) NO ()

2. ¿Qué cantidad de horas trabaja en la operación?

Más de 2 horas ()

Más de 1 hora (X)

Entre 30 minutos y una hora ()

Menos de 30 minutos ()

3. ¿Qué tipo de molestia siente?

Hombro () Muñeca (X) Dedos () Espalda ()

4. ¿Le han rotado de operación?

SI (X) NO ()

5. ¿Estaría de acuerdo en que el proceso lo realice una máquina?

SÍ

ENCUESTA PARA LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA MICROVENTION**ASUNTO: MÁQUINA CORTADORA DE ETIQUETAS**

Instrucción: Marque con una "X" la opción que crea conveniente.

Nombre: Kimberly Sánchez

Área: Coating Room

1. ¿Siente molestias al finalizar de separar etiquetas?

SI () NO (X)

2. ¿Qué cantidad de horas trabaja en la operación?

Más de 2 horas ()

Más de 1 hora ()

Entre 30 minutos y una hora ()

Menos de 30 minutos (X)

3. ¿Qué tipo de molestia siente?

Hombro () Muñeca () Dedos () Espalda (X)

4. ¿Le han rotado de operación?

SI () NO (X)

5. ¿Estaría de acuerdo en que el proceso lo realice una máquina?

no

ENCUESTA PARA LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA MICROVENTION**ASUNTO: MÁQUINA CORTADORA DE ETIQUETAS**

Instrucción: Marque con una "X" la opción que crea conveniente.

Nombre: Genesis Flores

Área: Gel Room

1. ¿Siente molestias al finalizar de separar etiquetas?

SI () NO (X)

2. ¿Qué cantidad de horas trabaja en la operación?

Más de 2 horas ()

Más de 1 hora ()

Entre 30 minutos y una hora ()

Menos de 30 minutos (X)

3. ¿Qué tipo de molestia siente?

Hombro () Muñeca () Dedos () Espalda (X)

4. ¿Le han rotado de operación?

SI () NO (X)

5. ¿Estaría de acuerdo en que el proceso lo realice una máquina?

SÍ

ENCUESTA PARA LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA MICROVENTION**ASUNTO: MÁQUINA CORTADORA DE ETIQUETAS**

Instrucción: Marque con una "X" la opción que crea conveniente.

Nombre: Joselyn Vázquez

Area: Sofra SF

1. ¿Siente molestias al finalizar de separar etiquetas?

SI (X) NO ()

2. ¿Qué cantidad de horas trabaja en la operación?

Más de 2 horas ()

Más de 1 hora ()

Entre 30 minutos y una hora (X)

Menos de 30 minutos ()

3. ¿Qué tipo de molestia siente?

Hombro () Muñeca () Dedos (X) Espalda ()

4. ¿Le han rotado de operación?

SI () NO (X)

5. ¿Estaría de acuerdo en que el proceso lo realice una máquina?

SÍ

ENCUESTA PARA LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA MICROVENTION**ASUNTO: MÁQUINA CORTADORA DE ETIQUETAS**

Instrucción: Marque con una "X" la opción que crea conveniente.

Nombre: Oscar Chávez

Área: Sofía 6F

1. ¿Siente molestias al finalizar de separar etiquetas?

SI () NO (X)

2. ¿Qué cantidad de horas trabaja en la operación?

Más de 2 horas ()

Más de 1 hora ()

Entre 30 minutos y una hora (X)

Menos de 30 minutos ()

3. ¿Qué tipo de molestia siente?

Hombro () Muñeca () Dedos (X) Espalda ()

4. ¿Le han rotado de operación?

SI () NO (X)

5. ¿Estaría de acuerdo en que el proceso lo realice una máquina?

SÍ

ENCUESTA PARA LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA MICROVENTION**ASUNTO: MÁQUINA CORTADORA DE ETIQUETAS**

Instrucción: Marque con una "X" la opción que crea conveniente.

Nombre: Haren Bravo

Área: V-trakt

1. ¿Siente molestias al finalizar de separar etiquetas?

SI () NO (X)

2. ¿Qué cantidad de horas trabaja en la operación?

Más de 2 horas ()

Más de 1 hora ()

Entre 30 minutos y una hora ()

Menos de 30 minutos (X)

3. ¿Qué tipo de molestia siente?

Hombro () Muñeca () Dedos (X) Espalda ()

4. ¿Le han rotado de operación?

SI () NO (X)

5. ¿Estaría de acuerdo en que el proceso lo realice una máquina?

SI

ENCUESTA PARA LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA MICROVENTION**ASUNTO: MÁQUINA CORTADORA DE ETIQUETAS**

Instrucción: Marque con una "X" la opción que crea conveniente.

Nombre: Yoshira Rojas

Área: Implantes

1. ¿Siente molestias al finalizar de separar etiquetas?

SI () NO (X)

2. ¿Qué cantidad de horas trabaja en la operación?

Más de 2 horas ()

Más de 1 hora ()

Entre 30 minutos y una hora (X)

Menos de 30 minutos ()

3. ¿Qué tipo de molestia siente?

Hombro () Muñeca () Dedos (X) Espalda ()

4. ¿Le han rotado de operación?

SI () NO (X)

5. ¿Estaría de acuerdo en que el proceso lo realice una máquina?

SÍ

ENCUESTA PARA LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA MICROVENTION**ASUNTO: MÁQUINA CORTADORA DE ETIQUETAS**

Instrucción: Marque con una "X" la opción que crea conveniente.

Nombre: Stefanie Muñoz

Área: stents

1. ¿Siente molestias al finalizar de separar etiquetas?

SI (X) NO ()

2. ¿Qué cantidad de horas trabaja en la operación?

Más de 2 horas (X)

Más de 1 hora ()

Entre 30 minutos y una hora ()

Menos de 30 minutos ()

3. ¿Qué tipo de molestia siente?

Hombro (X) Muñeca () Dedos () Espalda ()

4. ¿Le han rotado de operación?

SI (X) NO ()

5. ¿Estaría de acuerdo en que el proceso lo realice una máquina?

SÍ

ENCUESTA PARA LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA MICROVENTION**ASUNTO: MÁQUINA CORTADORA DE ETIQUETAS**

Instrucción: Marque con una "X" la opción que crea conveniente.

Nombre: Mónica García

Área: Hedway

1. ¿Siente molestias al finalizar de separar etiquetas?

SI NO ()

2. ¿Qué cantidad de horas trabaja en la operación?

Más de 2 horas

Más de 1 hora ()

Entre 30 minutos y una hora ()

Menos de 30 minutos ()

3. ¿Qué tipo de molestia siente?

Hombro Muñeca () Dedos () Espalda ()

4. ¿Le han rotado de operación?

SI NO ()

5. ¿Estaría de acuerdo en que el proceso lo realice una máquina?

SÍ

Hojas de datos

Raspberry Pi Zero

Raspberry Pi Zero v1.3



Position	Power	Ground	Control	GPIO
SDA	8	2	3	4
SCL	9	3	5	6
GPIOK0	4	7	4	7
ce1	17	0	17	11
	27	2	27	13
	22	3	22	15
MOSI	12	10	19	20
MISO	13	9	21	22
SCLK	14	11	23	24
ID_SD	30	0	DNC	27
GPIOK1	5	21	5	29
GPIOK2	6	22	6	31
PWM1	13	23	13	33
	19	24	19	35
	26	25	26	37
			GND	39
			GND	40
			3.3V	1
			5V	2
			GND	3
			GND	4
			GND	5
			GND	6
			GND	7
			GND	8
			GND	9
			GND	10
			GND	11
			GND	12
			GND	13
			GND	14
			GND	15
			GND	16
			GND	17
			GND	18
			GND	19
			GND	20
			GND	21
			GND	22
			GND	23
			GND	24
			GND	25
			GND	26
			GND	27
			GND	28
			GND	29
			GND	30
			GND	31
			GND	32
			GND	33
			GND	34
			GND	35
			GND	36
			GND	37
			GND	38
			GND	39
			GND	40

Wiring	BCM	Serial	PWM	Misc
TV +	TV	Run	Run	
TV -	TV	Run	Run	

PP1	USB
PP6	GND
PP8	3.3V
PP14	SD CLK
PP15	SD CMD
PP16	SD DAT0
PP17	SD DAT1
PP18	SD DAT2
PP19	SD CP
PP22	USB D+
PP23	USB D-

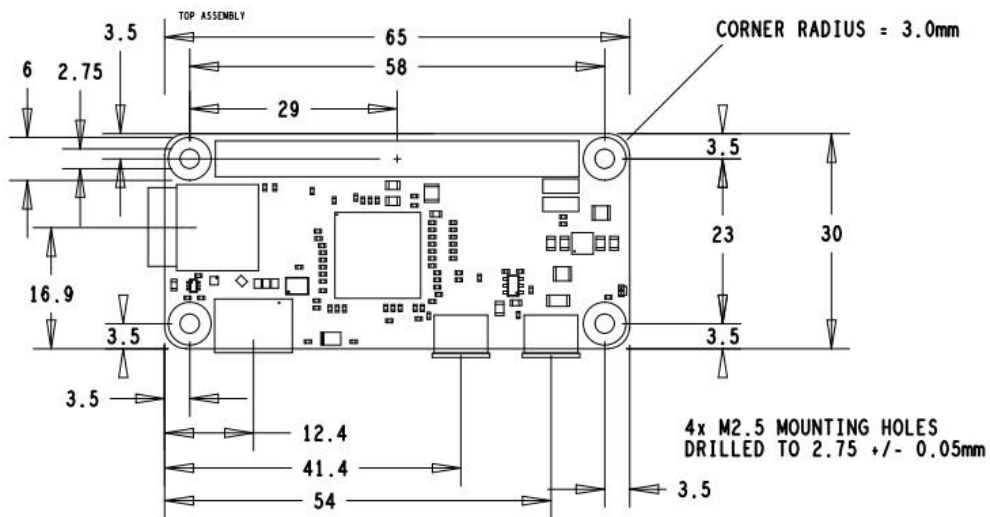
Different places use different pin numbers
GPIO, Wiring, and BCM have been included.

GPIO 0 and 1 are reserved - Do Not Connect
PAL or NTSC via composite video on TV pads
Run - temporarily connect pins to reset chip (or start chip after a shutdown)
Camera Connector (not on Zero 1.1 or 1.2) - 22pin, 0.5mm
Board Dimensions - 65mm x 30mm x 0.2mm,
mounting holes M2.5

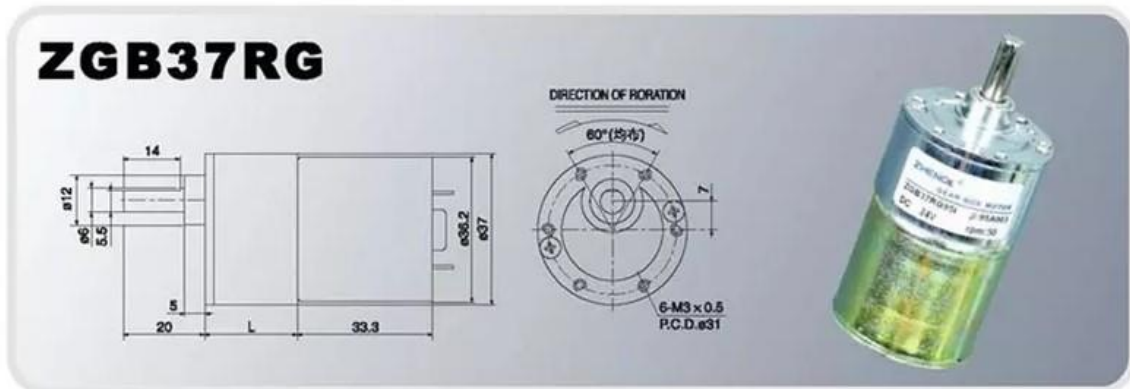
Raspberry Pi Zero W v1.1



<p>Processor - BCM2835 ARM v7 Single Core 1GHz (same as B+ and A+)</p> <p>Memory 512MB RAM uSD slot to run OS</p>	<p>Video mini HDMI PAL or NTSC via pads HDMI capable of 1080p</p> <p>USB microB for power microAB for OTG</p> <p>Audio from HDMI port only</p>	<p>Wireless 2.4GHz 802.11n Bluetooth 4.1/BLE</p>
---	---	---



Motor



Technical Data

Voltage(VDC)	12V	12V	12V	12V	12V	24V	24V	24V	24V	24V
Motor Model	25G	50G	50G	50G	50G	35G	50G	50G	50G	50G
Reduction Ratio	1/516	1/227	1/148	1/95	1/47.5	1/516	1/227	1/148	1/95	1/47.5
Gearbox Length(mm)	30.5	29.5	26.5	26.5	24.5	30.5	29.5	26.5	26.5	24.5
No-Load Speed(Rpm)	5	20	30	50	100	6	20	30	50	100
Rated Speed(Rpm)	3.5	14	21	35	70	4.2	14	21	35	70
Rated Torque(Kg.cm)	15	15	12	7.2	3.6	15	13	8.6	4.8	2.6
Rated Current(Amp)	0.18	0.92	0.92	0.92	0.92	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33

Encoder

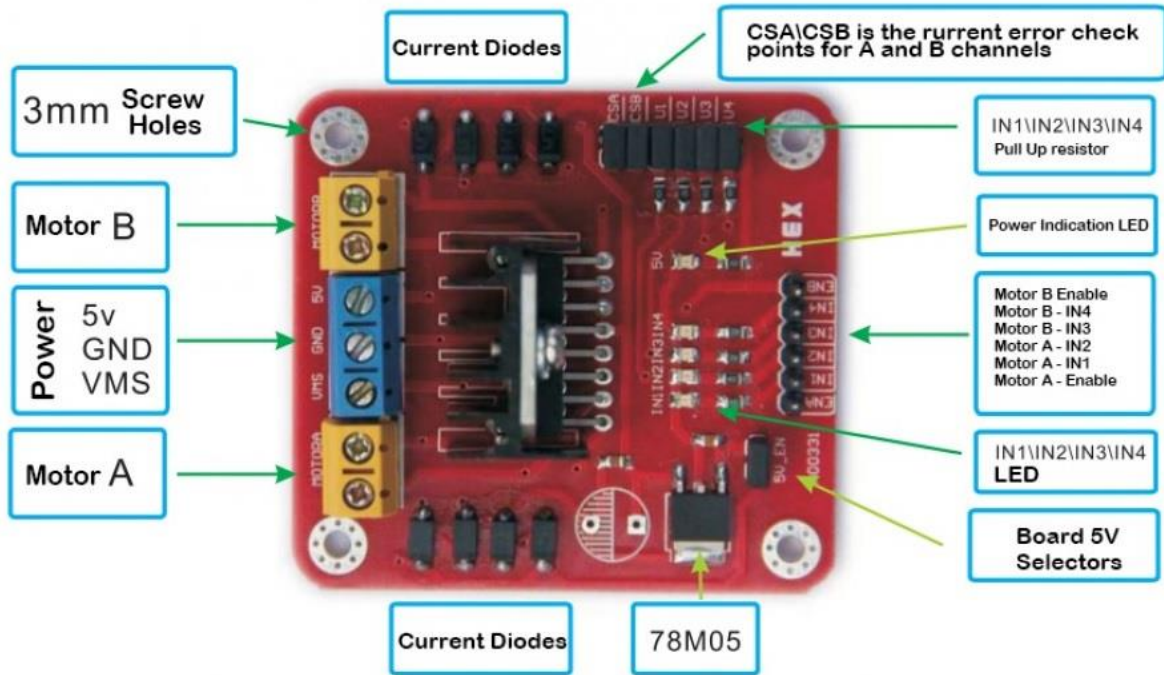
Rotary Incremental Encoder Module – KY- 040



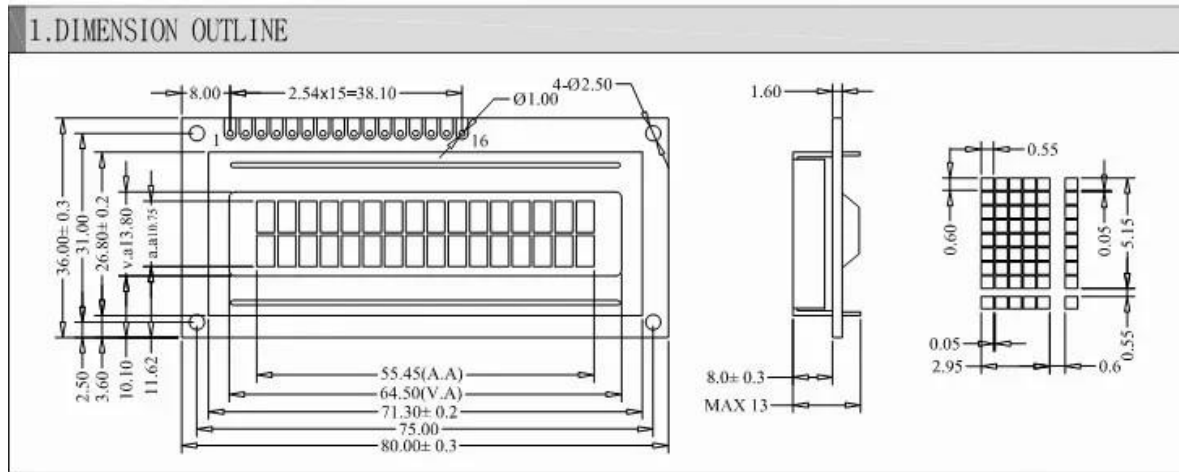
Technical Specifications

- Model: KY-040
- Type: Incremental Encoder
- Cycles per revolution (CPR): 20
- Working voltage: 0 – 5V
- Material: PCB + Brass
- Weight: 10g
- Size: 32 x 19 x 30mm

Driver de motor



LCD

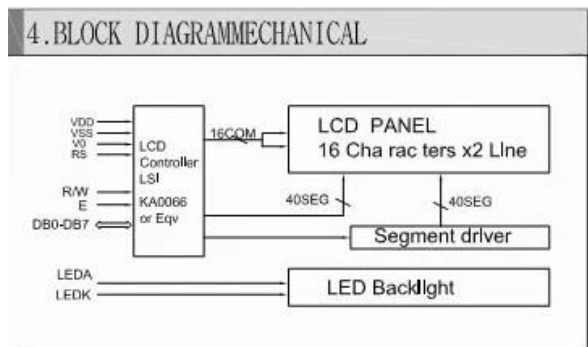


2. MECHANICAL SPECIFICATIONS

ITEM	SPECIFICATIONS	ITEM	REMARK
Module Size(L×W×H)	80.0×36.0×13.0	mm	Reference Dimensional Outline
View Area(W×H)	64.5×13.8	mm	
Effective V/Area	55.45×10.75	mm	
Number of Characters	16CH×2Lines	-	
Characters Size(W×H)	2.95×5.15	mm	
Dot Size(W×H)	0.55×0.60	mm	
Weight(Reflective/Led)	-	g	

3. ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

ITEM	SYMBOL	CONDITION	STANDARD	
			MIN	MAX
Logic Voltage	V _{DD}	Ta=25°C	-0.3V	7V
LCD Voltage	V _{LCD}		-0.3V	13V
Input Voltage	V _I		-0.3V	V _{DD} +0.3V
Operation Temperature	T _{OP}	-	-20°C	70°C
Storage Temperature	V _{OP}	-	-30°C	80°C



5. LED BACKLIGHT SPECIFICATIONS

ITEM	SYMBOL	TYPE	MAX	UNIT
Ta=25°C				
Forward Voltage	V _f	4.1	4.3	V
Forward Current	I _f	120	-	mA
Emission Wave Length	λ _F	568	-	nm

6. INTERFACE PIN CONNECTIONS

ITEM	SYMBOL	LEVEL	FUNCTIONS
1	VSS	0V	Power Ground
2	VDD	+5V	Power supply for logic
3	V0	-	Contrast adjust
4	RS	H/L	H:data L:command
5	R/W	H/L	H:read L:write
6	E	H,H→L	Enable signal
7-14	DB0-DB7	H/L	Data Bus
15	LEDA	+5V	Power supply for LED Backlight
16	LEDK	0V	

7. ELECTRICAL CHARACTERISTICS

ITEM	SYMBOL	MIN	TYPE	MAX	UNIT
Ta=25°C					
Logic Power	V _{DD}	4.5	5	5.5	V
Input High Voltage	V _{IH}	2.2	-	V _{DD}	V
Input Low Voltage	V _{IL}	-0.3	-	0.6	V
Output High Voltage	V _{OIH}	2.4	-	V _{DD}	V
Output Low Voltage	V _{OL}	0	-	0.4	V
Logic Current	I _{DD}	-	1.5	3.0	mA
Operation Voltage For LCD	V _{I-GND}	-	5	-	V

Fuente de poder



35W Dual Output Switching Power Supply

RD-35 series



■ Features :

- Universal AC input / Full range
- Protections: Short circuit / Overload / Over voltage
- Cooling by free air convection
- LED indicator for power on
- 100% full load burn-in test
- All using 105°C long life electrolytic capacitors
- Withstand 300VAC surge input for 5 second
- High operating temperature up to 70°C
- Withstand 5G vibration test
- High efficiency, long life and high reliability
- 3 years warranty



SPECIFICATION

MODEL	RD-35A		RD-35B		RD-3513		
OUTPUT	OUTPUT NUMBER	CH1	CH2	CH1	CH2	CH1	CH2
	DC VOLTAGE	5V	12V	5V	24V	13.5V	-13.5V
	RATED CURRENT	4A	1A	2.2A	1A	1.3A	1.3A
	CURRENT RANGE	0.3 – 4A	0.2 – 1A	0.3 – 4A	0.2 – 1.3A	0.3 – 2A	0.2 – 1.5A
	RATED POWER	32W		35W		35.1W	
	RIPPLE & NOISE (max.) <small>Note.2</small>	80mVp-p	120mVp-p	80mVp-p	120mVp-p	120mVp-p	120mVp-p
	VOLTAGE ADJ. RANGE	CH1: 4.75 – 5.5V		CH1: 4.75 – 5.5V		CH1: 11.5 – 15.5V	
	VOLTAGE TOLERANCE <small>Note.3</small>	±2.0%	±6.0%	±2.0%	±5.0%	±4.0%	±4.0%
	LINE REGULATION <small>Note.4</small>	±0.5%	±1.5%	±0.5%	±1.0%	±0.5%	±0.5%
	LOAD REGULATION <small>Note.5</small>	±0.5%	±3.0%	±0.5%	±2.0%	±3.0%	±3.0%
SETUP, RISE TIME	500ms, 30ms/230VAC		1200ms, 30ms/115VAC at full load				
HOLD UP TIME (Typ.)	80ms/230VAC		16ms/115VAC at full load				
INPUT	VOLTAGE RANGE	88 – 264VAC		125 – 373VDC (Withstand 300VAC surge for 5sec. Without damage)			
	FREQUENCY RANGE	47 – 63Hz					
	EFFICIENCY (Typ.)	79%		82%		80%	
	AC CURRENT (Typ.)	0.8A/115VAC		0.55A/230VAC			
	INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD START 36A/230VAC					
LEAKAGE CURRENT	<2mA / 240VAC						
PROTECTION	OVERLOAD	110 – 150% rated output power Protection type : Hiccup mode, recovers automatically after fault condition is removed					
	OVER VOLTAGE	CH1: 5.75 – 6.75V				CH1: 16.87 – 19.57V	
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-25 – +70°C (Refer to "Derating Curve")					
	WORKING HUMIDITY	20 – 90% RH non-condensing					
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 – +85°C, 10 – 95% RH					
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/°C (0 – 50°C) on CH1 output					
	VIBRATION	10 – 500Hz, 5G 10min./1cycle, period for 60min. each along X, Y, Z axes					
SAFETY & EMC (Note 6)	SAFETY STANDARDS	UL60950-1, TUV EN60950-1, EAC TP TC 004 approved					
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P:3KVAC		I/P-FG:2KVAC		O/P-FG:0.5KVAC	
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG:100M Ohms / 500VDC / 25°C / 70% RH					
	EMC EMISSION	Compliance to EN55032 (CISPR32) Class B, EN61000-3-2,-3, EAC TP TC 020					
EMC IMMUNITY	Compliance to EN61000-4-2,3,4,5,6,8,11, EN61000-6-2 (EN50082-2), heavy industry level, criteria A, EAC TP TC 020						
OTHERS	MTBF	179Khrs min. MIL-HDBK-217F (25°C)					
	DIMENSION	99*82*36mm (L*W*H)					
	PACKING	0.3Kg; 45pcs/14Kg/0.83CUFT					

Push button

Product Details

Model Number: PBT19-A3-#7615

Brand Name: PBUTTON

Origin: China (mainland)

Key Specifications/Special Features:

PBT19-A3 19mm metal push button switch, none illuminated

Basic technical specs

1. Mounting hole diam: Φ 19mm
2. Max outer panel diam: Φ 22mm
3. Switch rating: 5A/250VAC
4. Contact resistance: \ll 50M Ω
5. Insulation resistance: \gg 1000M Ω
6. Dielectric strength: 2000VAC
7. Ambient temperature: -20 $^{\circ}$ C-+55 $^{\circ}$ C
8. Mechanical life: \gg 500,000 cycles
9. Electric life: \gg 50,000 cycles
10. Dimmable: no
11. Polarity sensitive: yes
12. Switch combination: 1NO 1NC/2NO 2NC
13. Operation types: momentary (resettable)/latching (self-locking)
14. Panel head shape: flat
15. Panel thickness: 1-10mm
16. Nut torque: 5-14Nn
17. Operation pressure: 3-5N
18. Operation stroke: 2.5mm
19. LED lamp type: character illuminated
20. LED voltage: 6V/12V/24V/110V/220V
21. LED color: red/orange/green/yellow/white/blue
22. LED life: 40,000 hours
23. Shell material: nickel plated brass/stainless steel/Aluminum finish
24. Shell color: stainless steel/black/red/green/orange/blue
25. Contact material: silver alloy
26. Button material: nickel plated brass/stainless steel/Aluminum finish
27. Base material: PA66/PC
28. Base connector: terminal 2.8*0.5
29. Protection degree: IP67 IK10



Pistón neumático

Product Datasheet



Original Line® All Stainless Steel

Your configured part number: **SS-0070.011-DW**
 Additional accessories: **(NO ACCESSORIES)**



Features and Benefits

- **Maintenance Free Performance:**
 - Lubed for life w/food grade synthetic grease
 - Blue and Improved design doubles previous cylinder life
- **Corrosion Resistant:**
 - Stainless steel end caps, bodies, and rods
 - Urethane rod wiper withstands harsh chemical solutions, rated up to 200° F
 - Ideal for applications in environments requiring exposure to moisture, lubricants, and specific solvents
 - Ideal for use in wash down applications
- **Low Breakaway:**
 - Inflatable, wear compensating, U-cup rod and piston seals
 - Breakaway slots on each end cap for fast seal inflation

Engineering Specifications

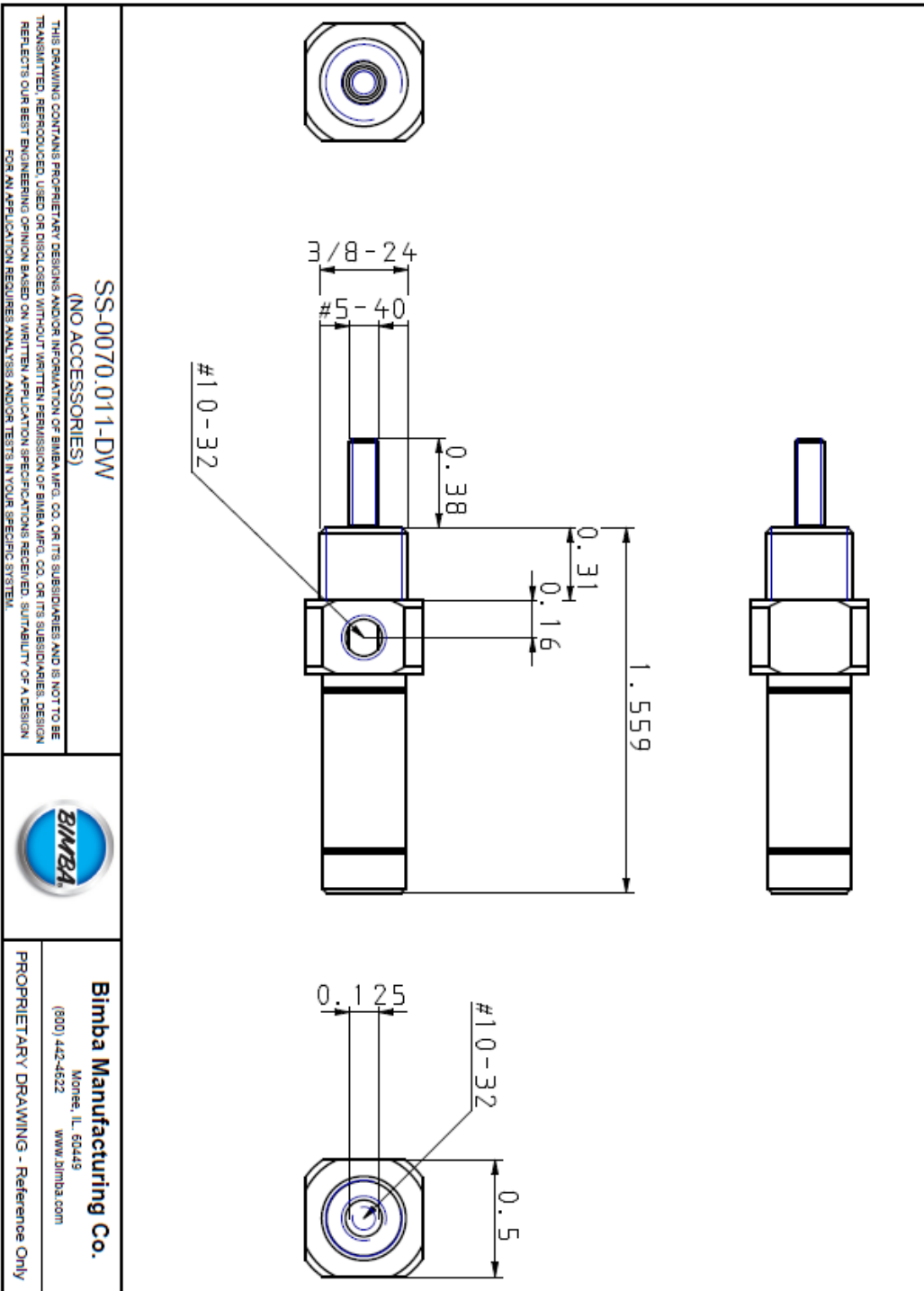
Pressure Rating: 250 PSI
 Temperature Range:
 Buna N seals: -20° F (29° C) to 200° F (90° C)
 Fluoroelastomer seals for high temperatures (up to 400° F) available
 Magnetic piston option: max. operating temp. is 185° F
 Lubrication: Food grade synthetic grease
 Materials:
 Rod: 303 stainless steel
 Body: 304 stainless steel
 End Caps: 303 stainless steel
 Rod & Pivot Bushings: PTFE based/resistant to common cleaning solutions

Service and Design Capabilities

- Catalog models available in 4 days or less
- Custom design capabilities for your needs
- Common modifications include:
 - Custom rod threads/lengths
 - Customer logo/part# on cylinder body
 - Additional standard port sizes/locations
 - Special lubricants (FDA approved, etc.)
 - Anodized or nickel plated end caps
 - Clean room design with Krytox lubrication
 - Special spring forces

Bimba Manufacturing Company
 Monee, IL 60449-0068
 Telephone: 708.534.8544
 Toll Free: 800-44-BIMBA
 Email: cs@bimba.com
www.bimba.com

Leaders in Actuation.



Hoja de entrenamiento otorgada a los operarios



Numero de Archivo:

(Para uso exclusivo de Control de Documentos)

Registro de Entrenamiento

Por favor use lapicero de tinta negra o azul en este documento. Después de completarlo, regréselo al coordinador de entrenamiento.

Numero de Documento(s) y Revisión(es):

(Para un entrenamiento que no tiene un número de documento, ingrese el título del entrenamiento.)

Entrenamiento para el uso
correcto de la máquina cortadora de etiquetas
nueva.

Instructor:

Auto-entrenado

o

Nombre: Juan Carlos Saravia C

Firma: J Saravia

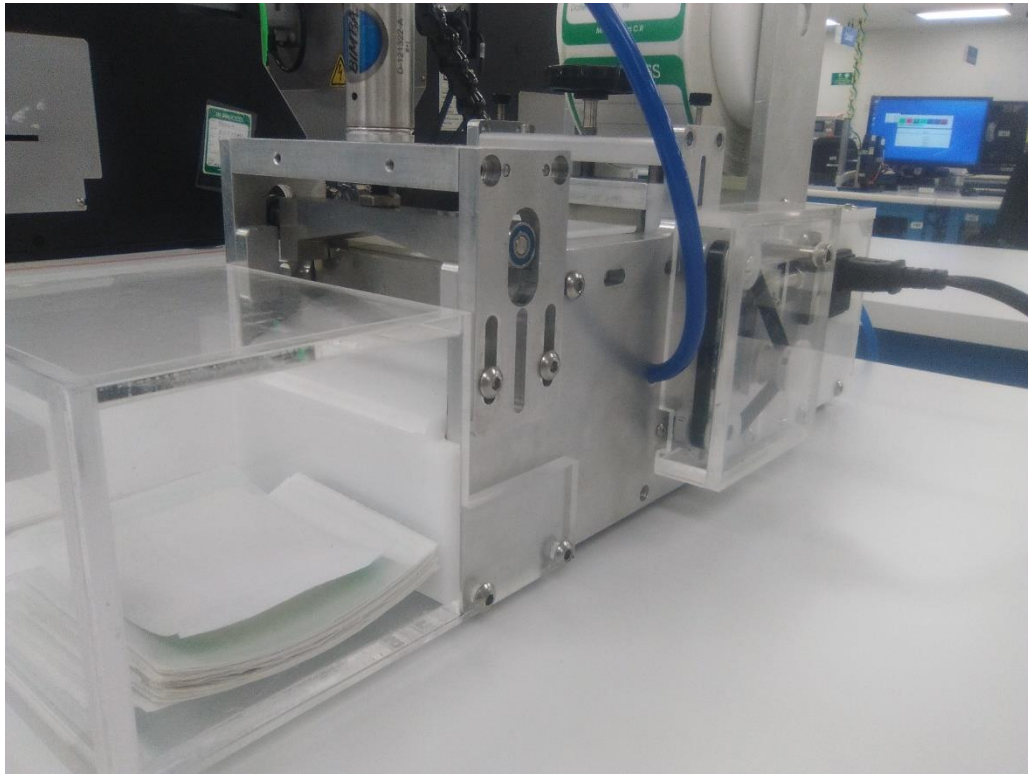
Fecha: 24 May 18

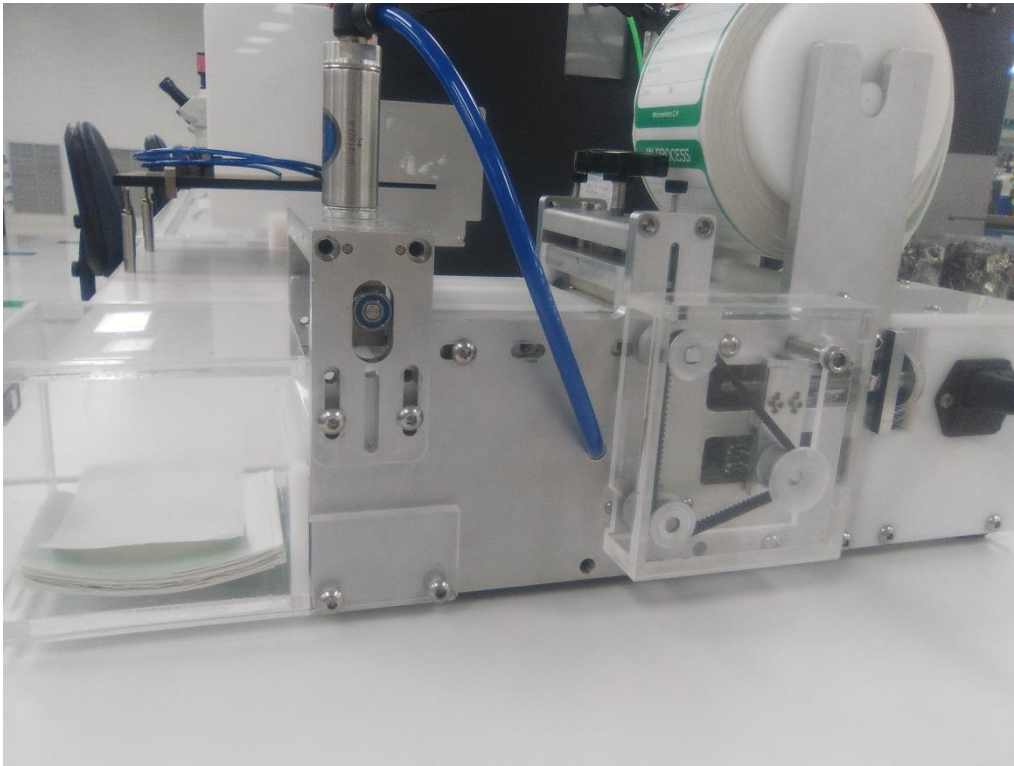
Num. de Empleado	Nombre completo	FIRMA	FECHA	DEPARTAMENTO
1915	Kimberly Granados	KGranados	24 May 18	Producción
1285	Juan José Amores Villalobos	JAmores	24 May 18	Producción
1920	Laureana Sanabria	LSanabria R	24 May 18	Producción
1474	Angie Bravo Campos	A Bravo	24 May 18	Producción
1952	Tatiana Gutiérrez Casanova	TGutierrez	24 May 18	Producción
1769	Sofía Blanco	SBlanco	24 May 18	Producción
2053	Maria Vanessa Campos	MCampos P	24 May 18	Producción
2093	Horacio Vargas Rojas	HVargas	24 May 18	Producción
1683	Carlos Sánchez R	CSanchez	24 May 18	Producción
1635	Anthony Arcones N	A Arcones	24 May 18	Producción
1365	Joselyn Esquivel O	JEsqivel O	24 May 18	Producción
1374	Yuliana Escobar	Y Escobar A	24 May 18	Producción
1231	Marela Alpizar P.	M Alpizar	24 May 18	Producción
2098	Milagro Méndez M	M Méndez M	24 May 18	Producción

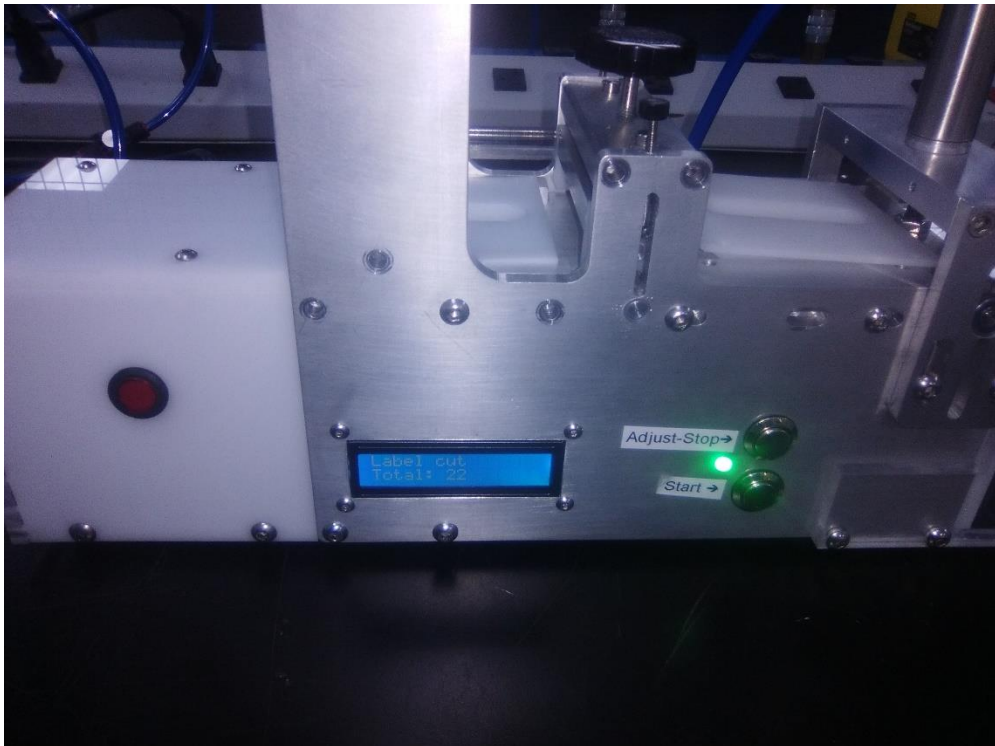
Coordinador de Entrenamiento: _____ Fecha: _____

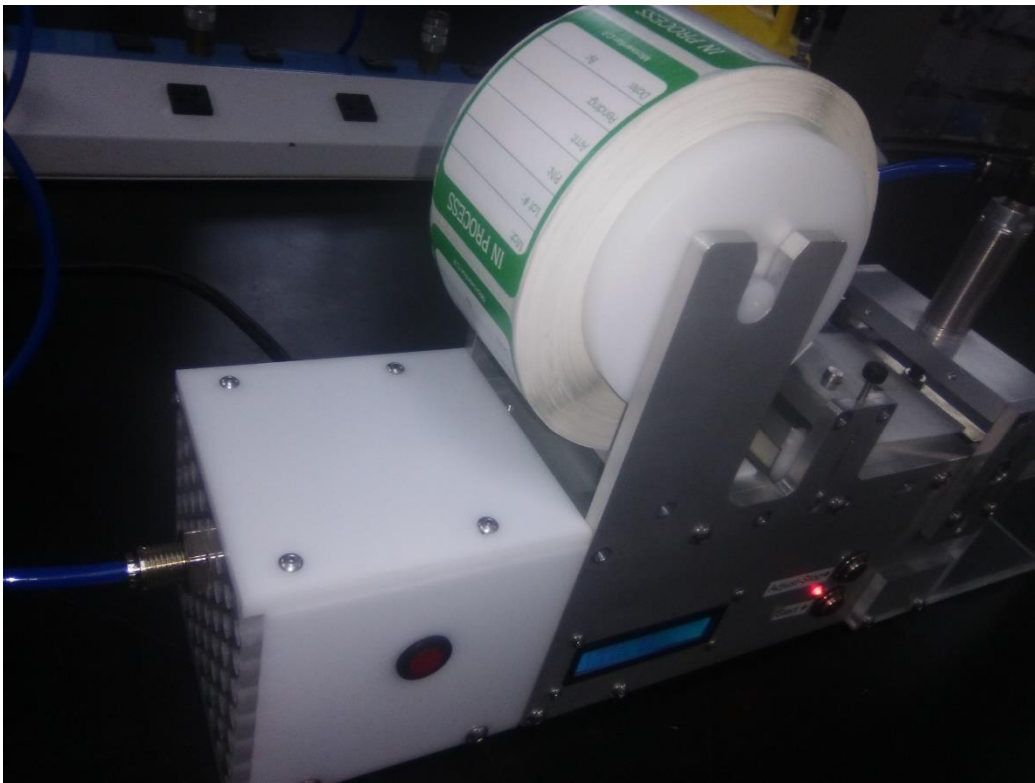
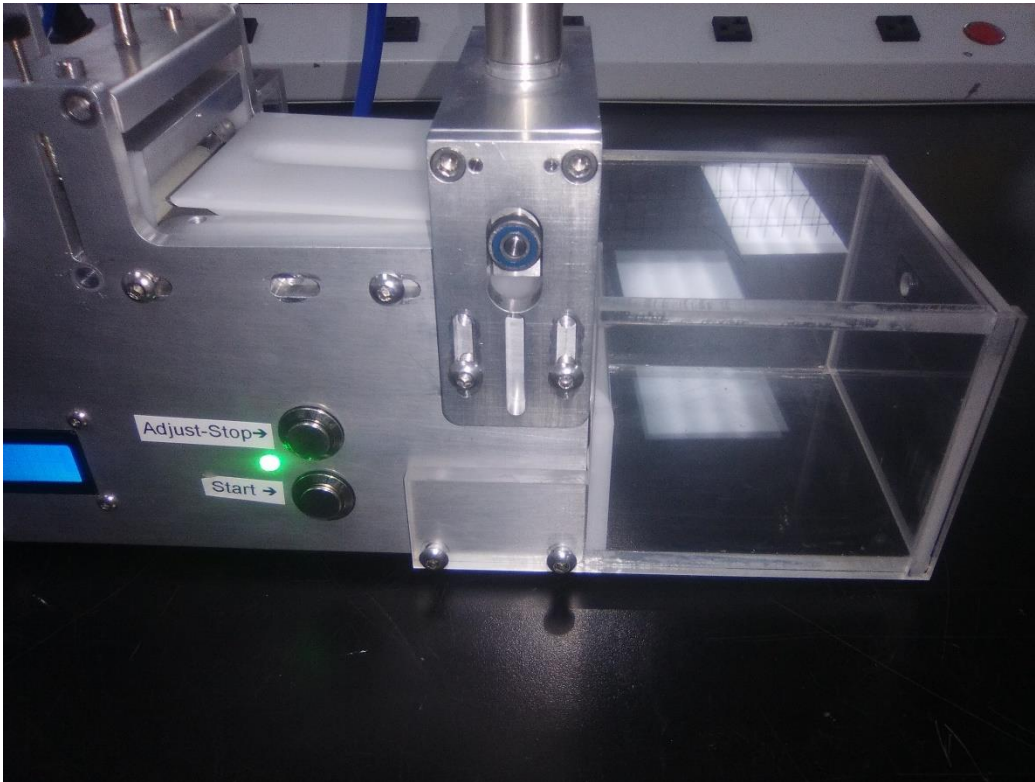
Fotos del Prototipo #2

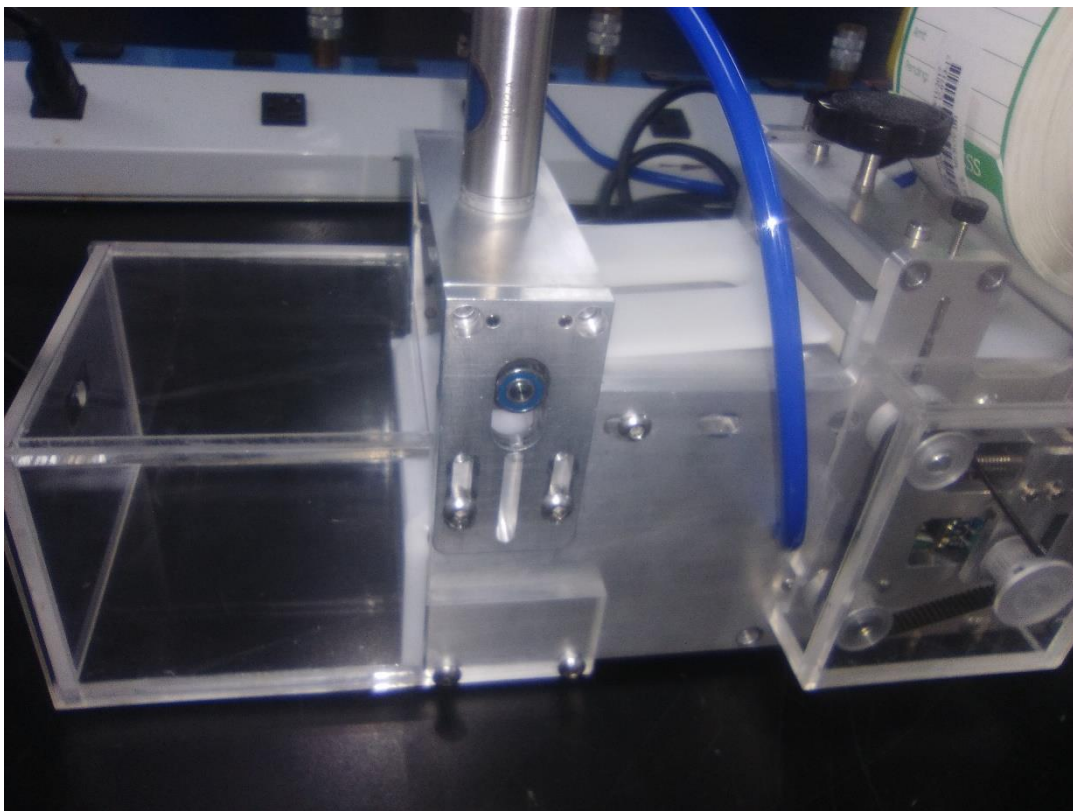
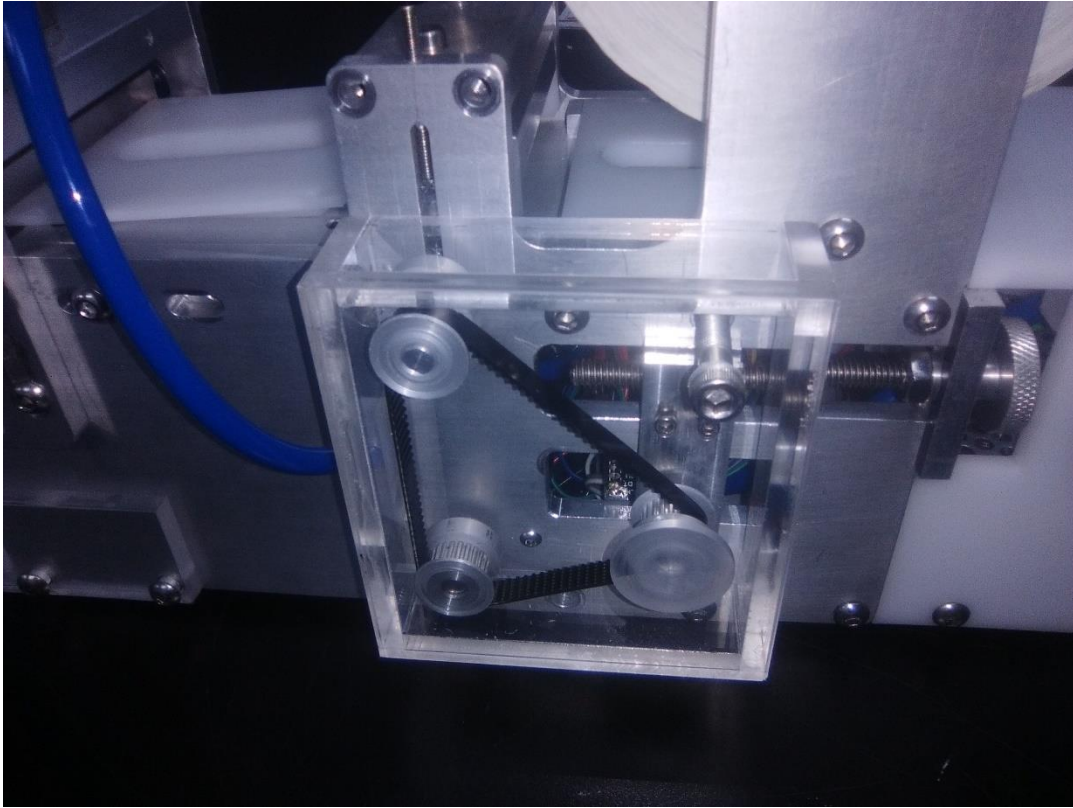


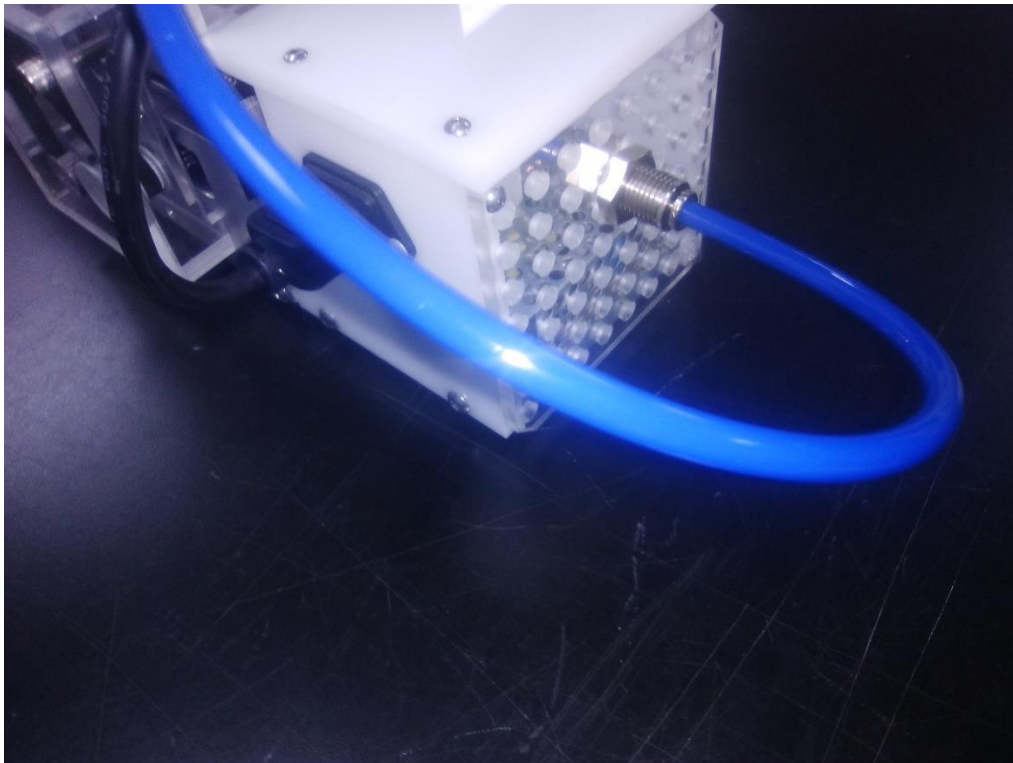
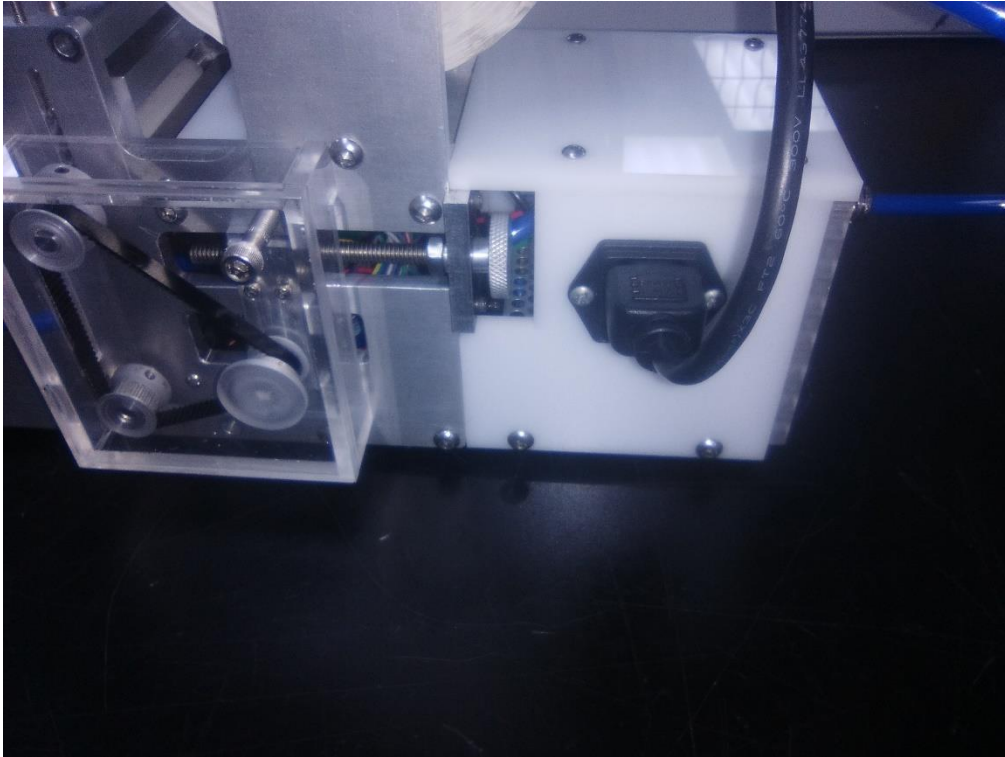












Fecha 17 / Ago 18

Nombre del Estudiante: J Saravia Cortés Juan Carlos
1° Apellido 2° Apellido Nombre

Título de la Tesis: Automatización ...

Año de Presentación: 2018

Firma de Autorización: 

Autorizo que el Trabajo Final de Graduación, se exhiba en la Sección de tesis, que se encuentra en la página web www.cenit.uh.ac.cr, de la Universidad Hispanoamericana, para ser consultada por estudiantes y profesores de la institución.