

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



DISEÑO DE UN SISTEMA MECATRÓNICO PARA EL
CORTADO DE CEBOLLAS PARA USO EN RESTAURANTES

Tesis para optar el Título de **Ingeniero Mecatrónico**, que presenta el bachiller:

Carlos Alberto Rivera Loyola

ASESOR: Gustavo Kato Ishizawa

Lima, Marzo del 2013

Resumen

La utilización de máquinas que realicen tareas repetitivas en la cocina surgió para hacernos la vida más fácil ya que permite optimizar el tiempo utilizado en ellas. En la actualidad se encuentra gran variedad de sistemas que tienen múltiples funciones como cortar, rebanar o picar pero hay otros que se fabricarán para cumplir otras tareas particulares de acuerdo a la necesidad.

El realizar manualmente cortes en cebollas es una rutina que ha permanecido vigente en restaurantes o nuestro hogar, se sabe que se invierte un tiempo no despreciable para realizarlos y peor aún si se calcula el total gastado por un chef en una cevichería, la cual atiende un gran número de comensales, el resultado de este cálculo nos obliga a pensar si es necesario la intervención de un chef para realizar dicha tarea secundaria sabiendo que es de más utilidad que este se enfoque en la calidad y preparación de los platos que el de realizar cortes en cebollas.

El objetivo de esta tesis es diseñar un sistema mecatrónico que realice 2 diferentes tipos de corte en cebollas. El sistema cuenta con sensores infrarrojos para detectar la presencia de estas. Utiliza motores DC para dosificar, transportar, seleccionar el tipo y ejecutar el corte. El control de estos actuadores electrónicos para las tareas anteriormente mencionadas, se da por un microcontrolador ATmega16. Además está diseñado en base a las normas sanitarias correspondientes a proceso con alimentos y a uno ergonómico para su fácil manipulación. Otro requerimiento es su presentación (estética) para que sea atractiva para su venta.

El desarrollo de esta tesis está compuesto por 5 capítulos. En primer lugar se explica la problemática cuya solución se dará a través del sistema mecatrónico. En segundo lugar se expone los requerimientos mecánicos, eléctricos, electrónicos, de control y además se presenta por medio de las vistas frontal, lateral, superior e isométrica al sistema. En el tercer capítulo se explica el funcionamiento por medio del diagrama de bloques, se describe a los sensores y actuadores utilizados, y cada plano mecánico, esquemático y diagrama de flujo del programa de control. En cuarto lugar se detalla un presupuesto para la implementación del sistema indicando cada componente con su respectivo proveedor o fabricante.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: PROBLEMÁTICA	1
CAPÍTULO 2: REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA MECATRÓNICO Y PRESENTACIÓN DEL CONCEPTO	2
2.1. Requerimientos del sistema mecatrónico	2
2.2. Concepto de solución	3
CAPÍTULO 3: SISTEMA MECATRÓNICO	6
3.1. Diagrama de funcionamiento del sistema mecatrónico	6
3.2. Sensores y actuadores	8
3.2.1. Sensores	8
3.2.1.1. Presencia: Emisor y receptor infrarrojo - Contador	8
3.2.1.2. Presencia: Emisor y receptor infrarrojo - Mínimo	9
3.2.1.3. Posición: Fotointerruptores ópticos con ranura – Posición de la hélice selectora	10
3.2.1.4. Presencia: Emisor y Receptor Infrarrojo – Detección de cebolla en zonas de corte 1 y 2	12
3.2.2. Actuadores: Motores DC	14
3.2.2.1. Faja transportadora	14
3.2.2.2. Hélice selectora	15
3.2.2.3. Prensor	16
3.3. Planos del sistema mecatrónico	16
3.3.1. Almacenamiento	17
3.3.1.1. Apilador	17
3.3.1.2. Tapa protectora	17
3.3.2. Dosificación	18
3.3.3. Transporte	18

3.3.3.1. Faja	18
3.3.3.2. Eje motriz principal	19
3.3.3.3. Eje motriz secundario	19
3.3.3.4. Soportes: Mesa para faja.....	20
3.3.4. Cortes: Mallas de cuchillas	20
3.3.4.1. Pluma	20
3.3.4.2. Mitad: Juliana – Etapa 1	21
3.3.4.3. Juliana – Etapa 2	21
3.3.4.4. Soporte de cuchillas Pluma	22
3.3.4.5. Soporte de cuchillo Mitad: Juliana – Etapa 1	22
3.3.4.6. Soporte de cuchilla Juliana – Etapa 2	23
3.3.5. Selección mecánica	23
3.3.5.1. Hélice selectora	23
3.3.5.2. Hélice prensora	24
3.3.6. Prensor: Mecanismo Biela Manivela	25
3.3.6.1. Manivela	25
3.3.6.2 Acople motor biela-manivela.....	25
3.3.6.3. Biela	26
3.3.7. Carcasa	26
3.3.8. Bandeja de servicio.....	27
3.4. Diagramas esquemáticos de los circuitos del sistema mecatrónico.....	28
3.4.1. Circuito de control.....	28
3.4.2. Sensor de presencia.....	29
3.4.3. Controlador de motor de la faja transportadora	29
3.4.4. Controlador de motor del prensor	30
3.4.5. Sensor de posición	31
3.4.6. Visualizador de 7 segmentos	31

3.4.7. Zumbador piezoeléctrico con circuito oscilador incorporado	32
3.5. Diagramas de flujo del programa de control	33
CAPÍTULO 4: PRESUPUESTO	38
4.1. Electrónica	38
4.2. Mecánica	39
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	42
ANEXOS	

Capítulo 1

Problemática:

El Perú se encuentra actualmente en un boom gastronómico el que impulsa el aumento del consumo en restaurantes, en especial de la comida marina en la que encontramos a la cebolla en la mayoría de los platos como el acompañante ideal del pescado (ingrediente principal). Ante este hecho cada restaurante marino (enfocándonos principalmente a los de este tipo) tiene como objetivo principal cubrir toda la demanda que se presente a diario en su jornada sin perder la calidad y es ahí donde el personal encargado de la cocina de forma individual tiene un rol importante.

En la actualidad la preparación de las cebollas para su consumo en platos marinos como el ceviche son un trabajo repetitivo ya que los(as) chefs continuamente estarán cortando las cebollas en el instante en que se necesite servir el plato con el objetivo de mantener la frescura del mismo, esta rutina con el tiempo causaría fatiga sobre el chef, quemazón e irritación en los ojos debido a algunos compuestos que contienen azufre desprendidos al realizarse un corte, adicionalmente corren el riesgo a accidentarse con el cuchillo por algún descuido. Para ello, se propone en este documento una solución que facilite estas tareas, la cual mejorará la calidad y productividad de trabajo del chef y reducirá la intervención del usuario, es decir no se aburrirá realizando los cortes y disminuirá la posibilidad de accidentarse. La cocina se volverá más eficiente generando ahorro de tiempo y dinero.

Capítulo 2

Requerimientos del sistema mecatrónico y presentación del concepto

2.1 Requerimientos del sistema mecatrónico:

Ante lo expuesto anteriormente en el Capítulo 1, se requiere diseñar y construir una máquina que se encargue de realizar los diferentes tipos de cortes en cebollas de manera automática. Es decir, solo el usuario por medio de una interfaz seleccionará el tipo de corte y la cantidad necesaria, después la máquina procesará la información y en el menor tiempo posible se obtendrán las cebollas cortadas. Para ello se diseñará un sistema mecatrónico que por medio de mecanismos, circuitos de control, sensores y actuadores cumpla con los siguientes requerimientos:

- ✓ Capacidad de realizar 2 tipos de corte en cebollas.
- ✓ Almacenamiento para mantener un stock de 7 unidades.
- ✓ Fácil mantenimiento.
- ✓ Dimensiones máximas: 50cmx50cmx25cm para que sea transportable.
- ✓ Se procesarán cebollas sin los polos superior e inferior (cortados) y sin capas secas (peladas).
- ✓ Buen diseño estético para que sea atractiva para su venta.
- ✓ Realizará cada corte por cebolla en menos de 8 segundos.
- ✓ El diseño cumplirá con las normas sanitarias correspondientes a procesos con alimentos.
- ✓ Se contará con sensores y con respecto a los cortes se utilizarán actuadores electrónicos.
- ✓ Interfaz de fácil uso para el usuario.

- ✓ Circuito electrónico de control (microcontrolador) cuyas señales electrónicas sean compatibles con los sensores y controle a los actuadores.
- ✓ Cada parte que manipule el usuario estará diseñado bajo un buen diseño ergonómico para su fácil uso.
- ✓ Se utilizará los siguientes softwares para el diseño, programación y simulación del sistema:
 - SolidWorks
 - AutoCAD Mechanical
 - Eagle
 - Matlab
 - GeoGebra

2.2 Concepto de la solución:

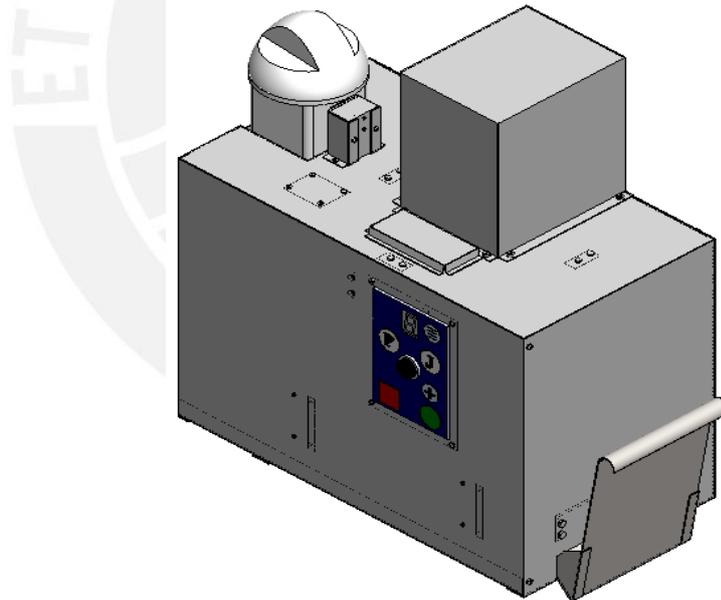


Fig. 2-1: Vista Isométrica

En la figura 2-1 se muestra una vista general de cómo sería el Multicortador de Cebollas, se observa al apilador de cebollas por el lado superior izquierdo encargado de almacenar y mantener un stock de estos tubérculos para su futuro proceso; esta cuenta con una capacidad máxima de 7 cebollas de acuerdo al consumo diario en restaurantes marinos, dicha información fue dada por un chef

profesional la cual se detalla en el Anexo 1. Por el lado derecho se encuentra la bandeja ergonómica encargada de almacenar a las cebollas ya cortadas.

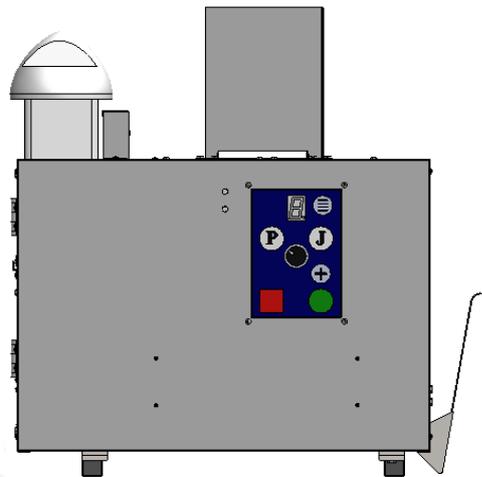


Fig. 2-2: Vista Frontal

En la figura 2-2 se ve con más detalle el panel de control, en donde se aprecia que cuenta con 2 opciones de corte por medio de un selector, corte tipo Pluma denominada con la letra P y J lo correspondiente al corte Juliana. Asimismo, se observa un visualizador de 7 segmentos el cual mostrará la cantidad actual de cebollas en el interior de la máquina, un zumbador piezoeléctrico se utilizará para dar aviso al operario que ya se terminó el proceso de corte, un pulsador que por cada vez que se presione aumentará en uno la cuenta de cebollas a cortar, y sus 2 botones respectivos de "Inicio" y "Parada".

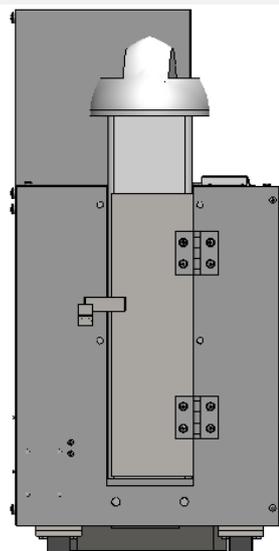


Fig. 2-3: Vista Lateral

En la figura 2-3 se muestra la ubicación del apilador con su tapa de protección, también se observa una puerta que contendrá a dicho recipiente, solo bastará que el usuario gire la llave en forma de rectángulo para que pueda abrirla y así en poco

tiempo retirarlo de la máquina para su correspondiente lavado después de la jornada, cabe resaltar que el material de este contenedor es de polietileno (resina transparente) ya que este es no higroscópico, es decir, no absorbe humedad por lo que no sería afectado en sus características tanto mecánicas como químicas, además de no reaccionar con alimentos.

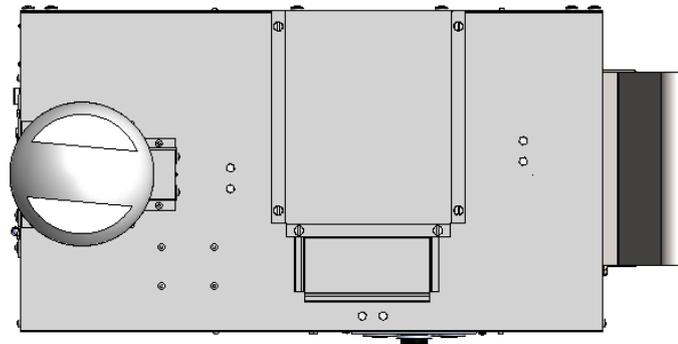


Fig. 2-4: Vista Superior

En la figura 2-4 se observa la disposición de su carcasa de acero inoxidable, diseñado lo más simple posible para facilitar el acceso a la máquina a la hora de hacer el mantenimiento.

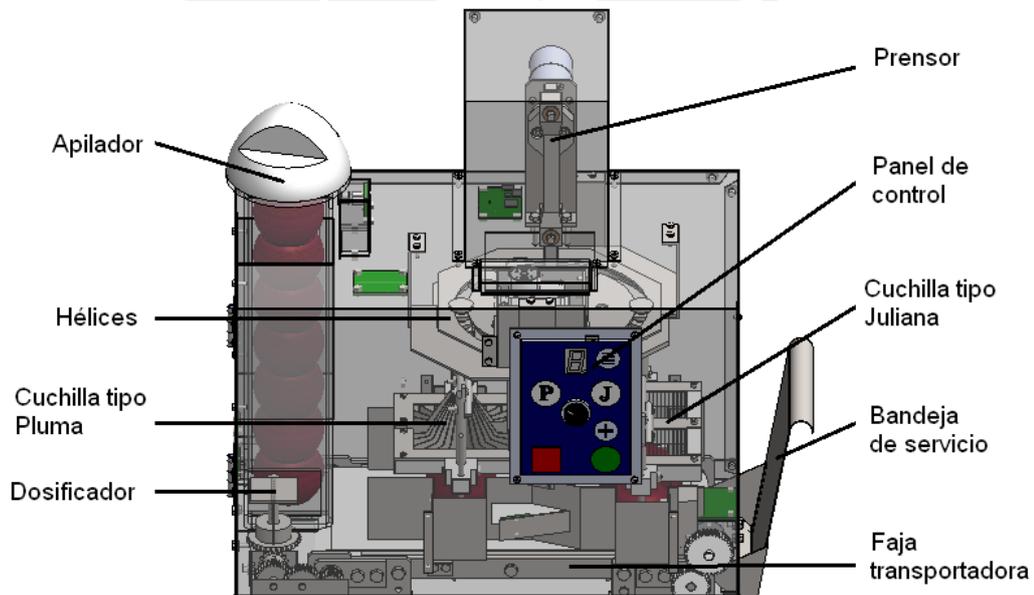


Fig. 2-5: Componentes del sistema mecatrónico

En la figura 2-5 se presenta a los componentes más importantes que tiene el sistema mecatrónico para tener una mayor visualización de su funcionamiento. Se tiene al apilador que es el contenedor de las cebollas, al prensor que es el mecanismo que realizará los cortes, faja transportadora la cual trasladará hacia las zonas de corte, la paleta dosificadora encargada de suministrar unidad por unidad al proceso de corte.

Capítulo 3

Sistema mecatrónico

3.1 Diagrama de funcionamiento del sistema mecatrónico:

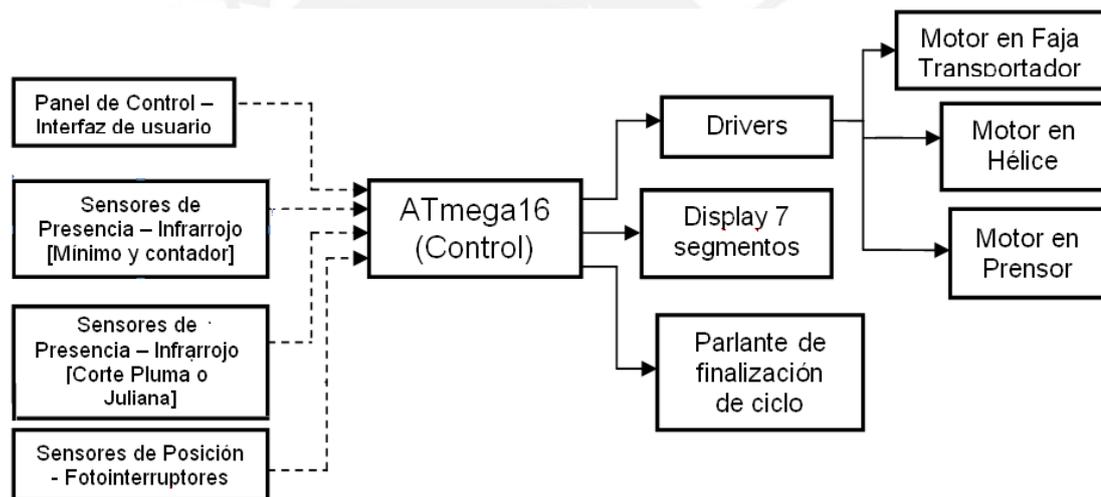


Fig. 3-1: Diagrama de Bloques

En la figura 3-1 se presenta el diagrama de bloques del sistema mecatrónico, el cual se explicará por etapas:

- **Selección de los tipos de corte y almacenamiento o apilamiento de cebollas:**

Al inicio, el usuario por medio del Panel de Control seleccionará a través de un selector el tipo de corte que desee (Pluma o Juliana) y por medio de un pulsador contabilizará el número de cebollas cortadas requeridas, previamente tiene que haber introducido cebollas en el apilador ya que en el visualizador de 7 segmentos se mostrará un número solo hasta la cantidad de cebollas ingresadas a la máquina.

Posterior a la selección e ingreso de la cantidad deseada, el usuario podrá presionar el botón “Iniciar” para realizar los cortes respectivos.

En la etapa de almacenamiento se cuenta con 2 sensores de presencia ubicados en la parte superior e inferior del apilador, los cuáles establecen las condiciones necesarias para que se pueda iniciar el ciclo. Toda la información obtenida del panel de control y de los sensores será enviada de forma digital al microcontrolador ATmega16 para su posterior procesamiento.

- **Transporte y ejecución de cortes de las cebollas:**

Una vez inicializado el proceso, la faja transportadora movilizará a las cebollas una por una en cada ciclo de corte hasta que sean detectadas por los sensores de presencia IR. Posterior a la detección y dependiendo del tipo de corte seleccionado, se accionará la hélice selectora y el mecanismo que funciona como prensor para realizar el corte con las cuchillas. Finalmente, se volverá a accionar la faja transportadora para entregar la cebolla cortada.

- **Visualización y aviso de finalización:**

En un visualizador de 7 segmentos se mostrará la cantidad de cebollas a cortar por la máquina, la cual será menor o igual al número de cebollas ingresadas dentro del apilador con el objetivo de que el usuario sepa qué cantidad de cebollas han sido cortadas o faltan cortar.

Una vez finalizado todo el ciclo de corte, el programa enviará una señal digital al zumbador piezoeléctrico para emitir un sonido que indique la finalización de todo el proceso.

3.2 Sensores y Actuadores:

3.2.1 Sensores

3.2.1.1 Presencia: Emisor y Receptor Infrarrojo – Contador

El diodo emisor y fototransistor receptor infrarrojos son los que se usarán en conjunto como detector de presencia. Dichos elementos están en configuración auto réflex como se observa en la figura 3.2-1(a), es decir, el emisor estará enviando luz infrarroja y cuando algún objeto interfiera rebotará hacia el receptor, indicando la presencia del objeto. Este sistema se usará en la etapa de conteo de cebollas para indicar al usuario cuántas han sido introducidas y dicho número se mostrará por medio de un visualizador de 7 segmentos.

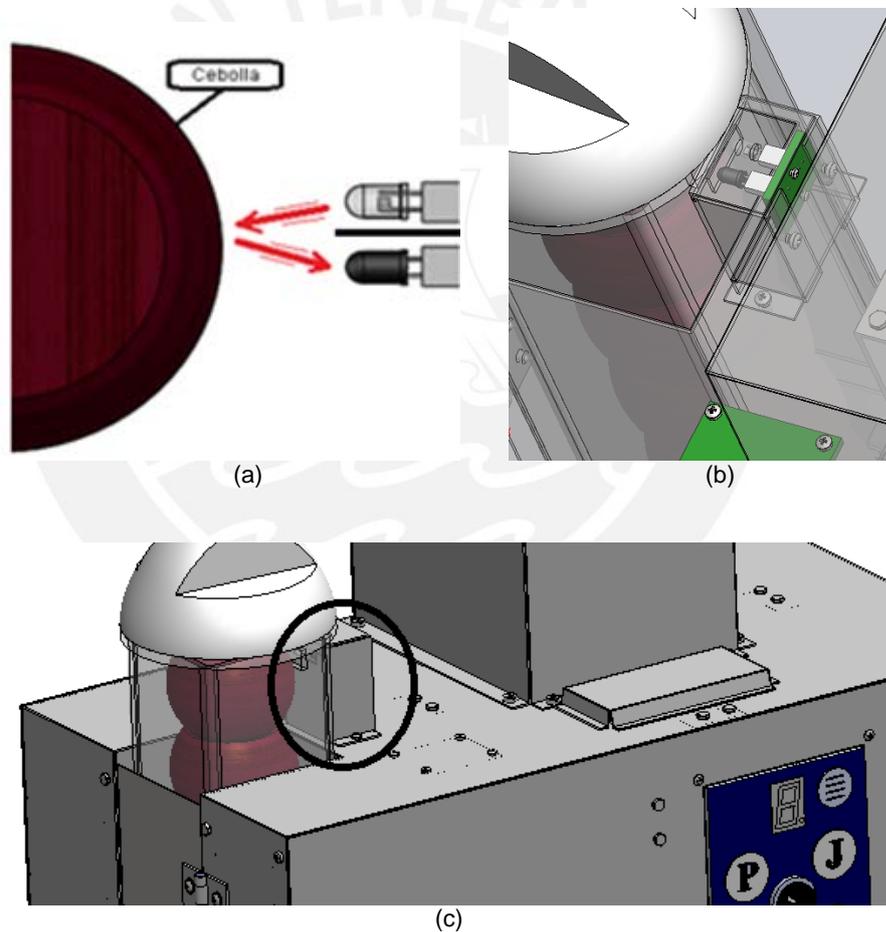


Fig. 3-2-1:

- (a) Sensor IR configuración auto réflex.
- (b) Ubicación del sensor y tarjeta (pequeña que porta a los IR, y la otra es su circuito principal).
- (c) Ubicación del soporte en vista auxiliar.

3.2.1.2 Presencia: Emisor y Receptor Infrarrojo – Mínimo

El emisor y receptor son de los mismos tipos y modelos usados en la etapa de conteo. Dependerá del sensor de mínimo para iniciar el proceso de los cortes; es decir, hasta que no se confirme la presencia de al menos una cebolla, no se pondrá a funcionar la máquina.

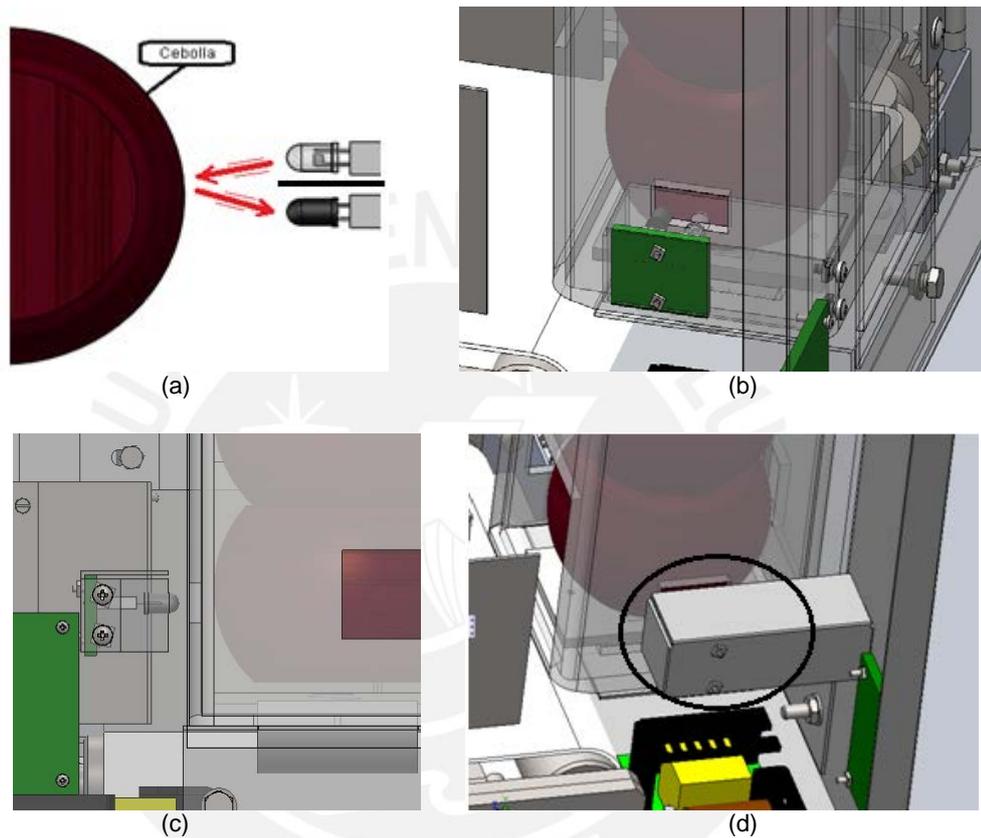


Fig. 3-2-2:

- (a) Sensor IR configuración auto réflex.
- (b) Ubicación del sensor y tarjetas (pequeña que porta a los IR, y la otra es su circuito principal).
- (c) Ubicación del sensor en vista lateral.
- (d) Ubicación del Soporte

3.2.1.3 Posición: Fotointerruptores ópticos con ranura – Posición de la Hélice Selectora

Los fotointerruptores EE-SX1070 son los que se usarán como sensores de posición de la hélice selectora. Dichos elementos vienen con una ranura en la cual se está emitiendo luz IR y cuando es interrumpida por el rotador como se ve en la figura 3-2-3 (b), el sensor enviará una señal al microcontrolador indicándole su posición. La hélice tiene 2 posibilidades de sentido giro: antihorario corresponde al tipo Pluma y horario al de Juliana.

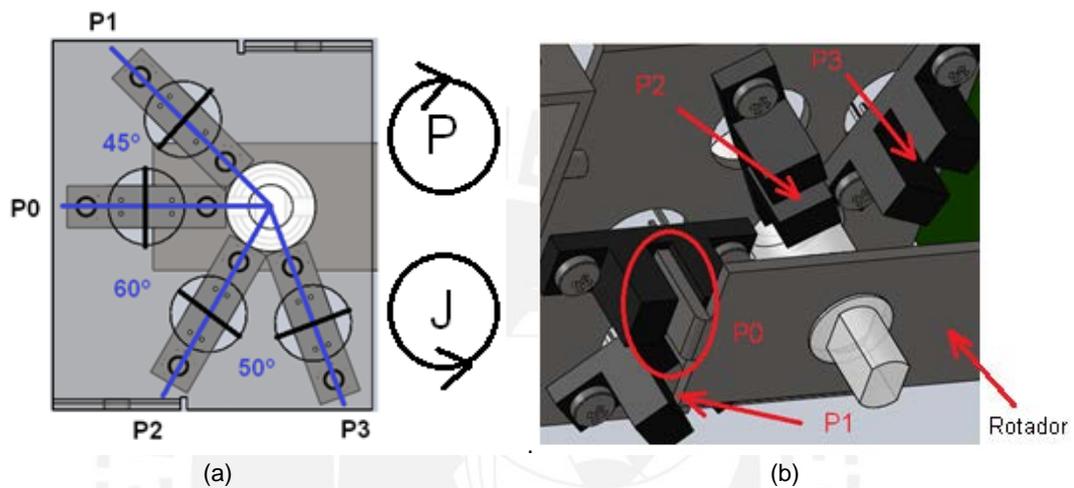


Fig. 3-2-3:

- (a) Posiciones: P0, P1, P2 y P3 con sus ángulos respectivos, horario a Pluma y antihorario a Juliana.
- (b) Geometría del rotador y sus posibles posiciones en la ranura de cada fotointerruptor.

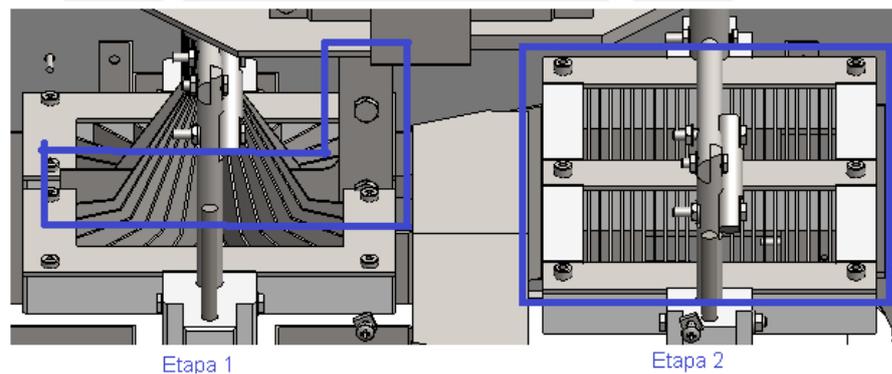


Fig. 3-2-4: Etapas del corte tipo Juliana

En la figura 3-2-4 se muestra las 2 etapas del tipo de corte Juliana, la primera consiste en partir por la mitad a la cebolla y la segunda de hacerle cortes en paralelo para obtener el tipo Pluma.

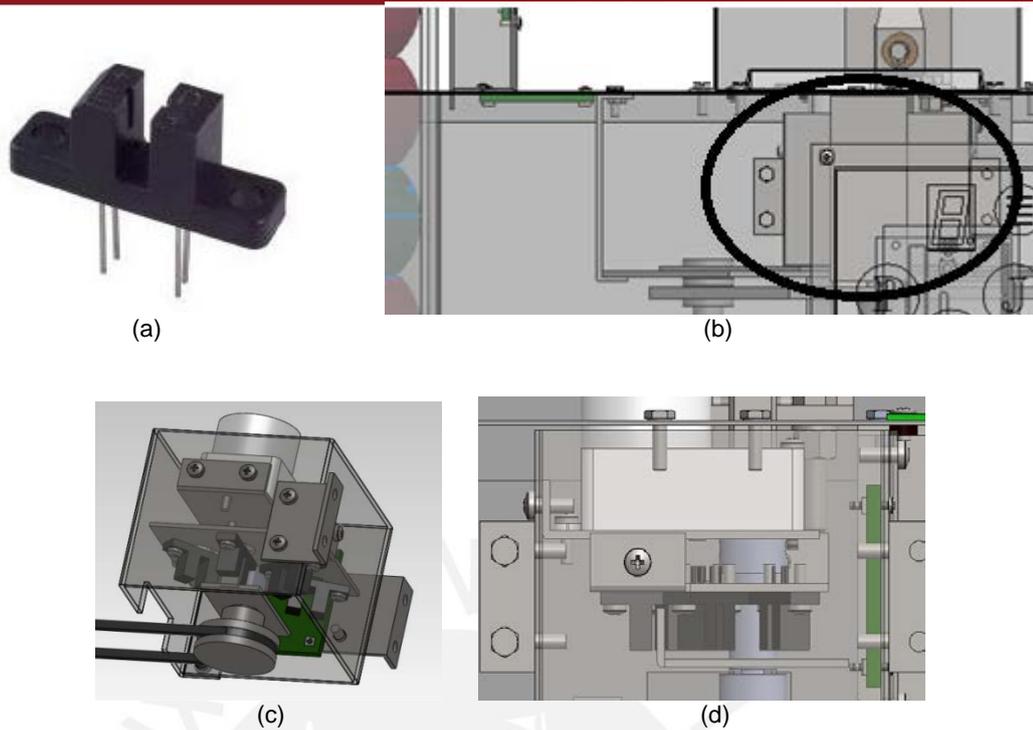
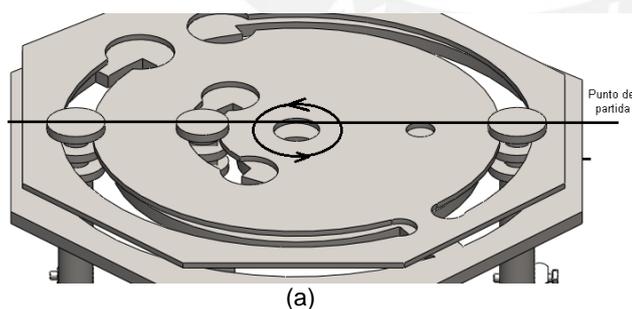


Fig. 3-2-5:

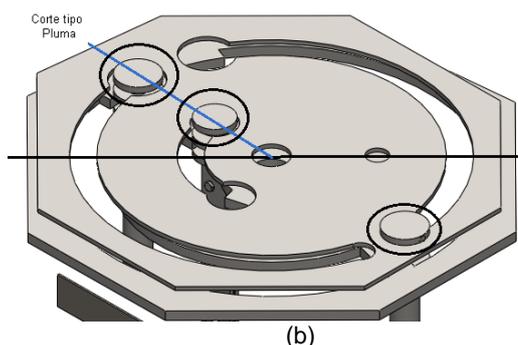
- (a) Fotointerruptor óptico con ranura.
- (b) Ubicación de los sensores en vista frontal.
- (c) Vista del ensamble la cual incluye su caja protectora, transmisión y tarjeta.
- (d) Vista frontal ampliada

▪ **Funcionamiento de la hélices (Corte tipo Pluma):**

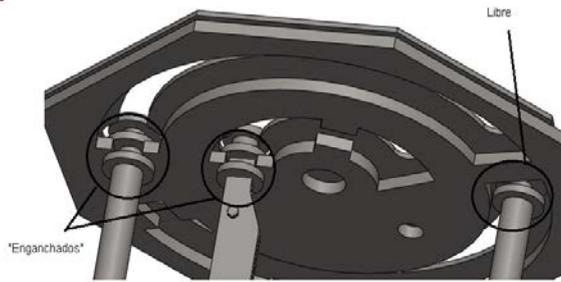
A continuación se explicará el funcionamiento de las 2 hélices para el tipo de corte Pluma.



En la figura (a) se muestra la posición inicial de trabajo de las hélices, en dónde la **hélice selectora** “Engancha” a las 3 cuchillas de los dos tipos de corte.



En la figura (b) se muestra que cuando gire a la posición de corte tipo **Pluma**, por la parte superior se “libera” a las cuchillas de dicho corte y se “engancha” al de Juliana.



(c)

En la figura (c) se muestra que mientras por la parte superior se “libera”, en la inferior se “engancha” a las cuchillas que realizarán el corte debido a la **hélice prensora**, la cual con ayuda de un prensor se desplazará en forma vertical para ejecutar el corte correspondiente.

Fig. 3-2-6: Funcionamiento de la hélice

(a) 1 – Giro hacia corte tipo Pluma.

(b) 2 – “Libera” por la parte superior a las cuchillas tipo corte Pluma.

(c) 3 - “Engancha” por la parte inferior a las cuchillas tipo corte Pluma.

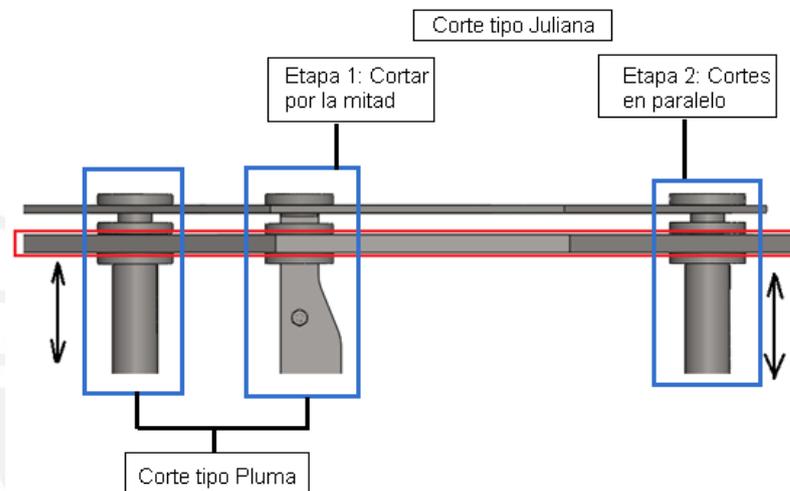


Fig. 3-2-7: Disposición de las cuchillas: Baja y retorna a su posición inicial.

En la figura 3-2-7 se muestra el funcionamiento de cada cuchilla. En el corte tipo Pluma se cuenta con 2 cuchillas, la cuáles son accionadas al mismo tiempo mientras que en el tipo Juliana es de 2 etapas: primero el cuchillo que se encargará de cortar por la mitad a la cebolla y finalmente a estas 2 mitades hacerles cortes paralelos para obtener el tipo Juliana

3.2.1.4 Presencia: Emisor y Receptor Infrarrojo – Detección de cebolla en zonas de corte 1 y 2:

Al igual que en los puntos 3.2.1.1 y 3.2.1.2, se utilizarán los mismos componentes: ya que las necesidades de detección son las mismas, la detección a corta distancia. Como necesitamos que los cortes sean los más precisos posibles, es decir, que sean finos, se requiere que la cebolla este ubicada en la sección donde se producirá el corte, cada una será trasladada por la faja transportadora hasta que sea detectada, al instante en que el sensor IR confirme su

presencia en la zona de corte 1 al que le corresponde al tipo de corte Pluma o a Mitad (primera etapa de corte Juliana), el sensor enviará una señal al microcontrolador para detener al motor de la faja y accionar al prensor con su malla de cuchillas corte Pluma o sólo al cuchillo correspondiente al corte Mitad como se ve en la figura 3-2-7.

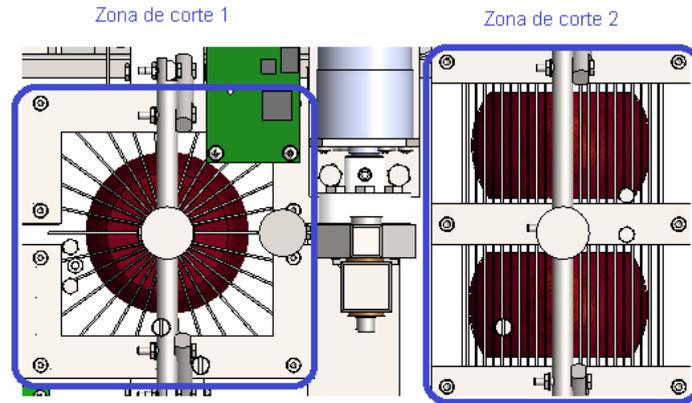


Fig. 3-2-8: Zona de corte 1 y 2.

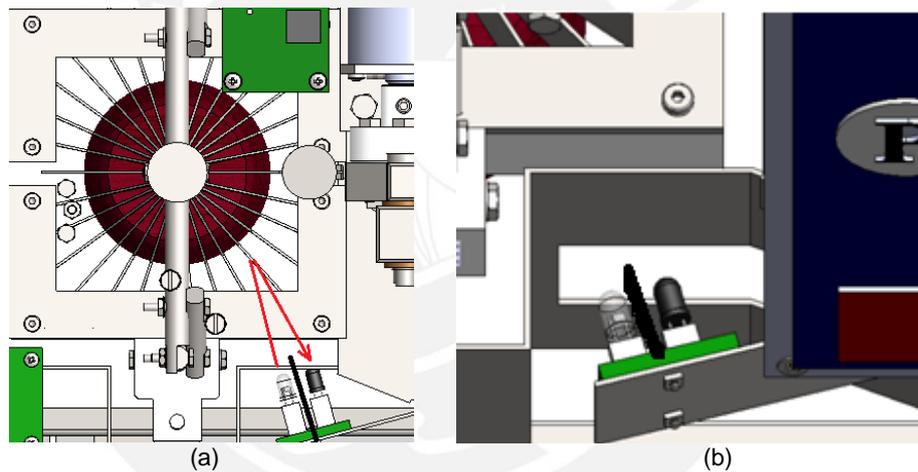


Fig. 3-2-9: Zona de corte 1.

- (a) Ubicación del sensor IR en vista superior para corte Pluma y Mitad.
- (b) Ubicación del sensor IR para corte Pluma y Mitad con su soporte – Vista auxiliar.

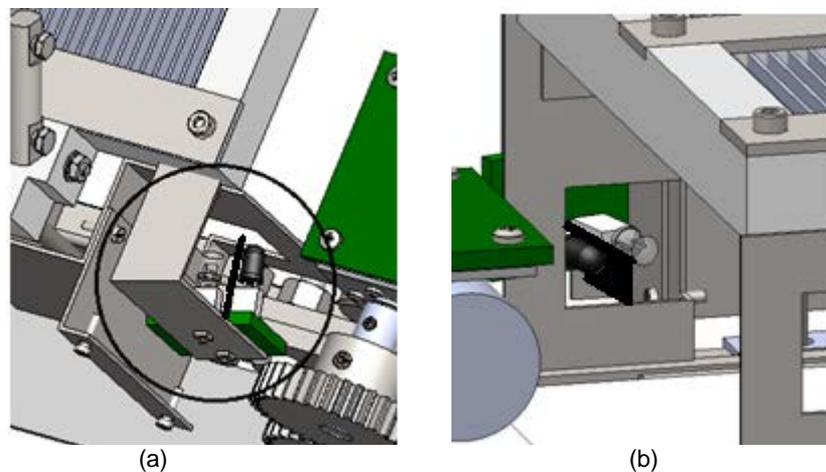


Fig. 3-2-10: Zona de corte 2.

- (a) Ubicación del sensor IR con su soporte en vista auxiliar para corte Juliana.
- (b) Ubicación del sensor en vista auxiliar para corte Juliana.

3.2.2 Actuadores: Motores DC

3.2.2.1 Faja transportadora:

El actuador a utilizar en la etapa de transporte en el Multicortador de cebollas es el motor Pololu Metal Gearmotors 25Dx56L mm con una reducción incluida de 172:1 la cual genera una velocidad de 33rpm a 6V con un torque de 1.2Nm, que según los cálculos en el Anexo 2 cumple con las especificaciones dadas en dicha sección mas no la velocidad, por ello como se puede apreciar en las figura 3-2-11(c) al motor se le adicionó una relación de transmisión de 39/31:1 por medio de 2 engranajes rectos para llegar a una velocidad de 41.5rpm en el eje motriz la cual hará mover a la faja y por ende a la cebolla con una velocidad de 5.5cm/s. El encendido y apagado de este motor será controlado por el microcontrolador ATmega16, la cual envía señales a su driver o tarjeta de potencia. En el Anexo 18 se adjunta su hoja de datos.

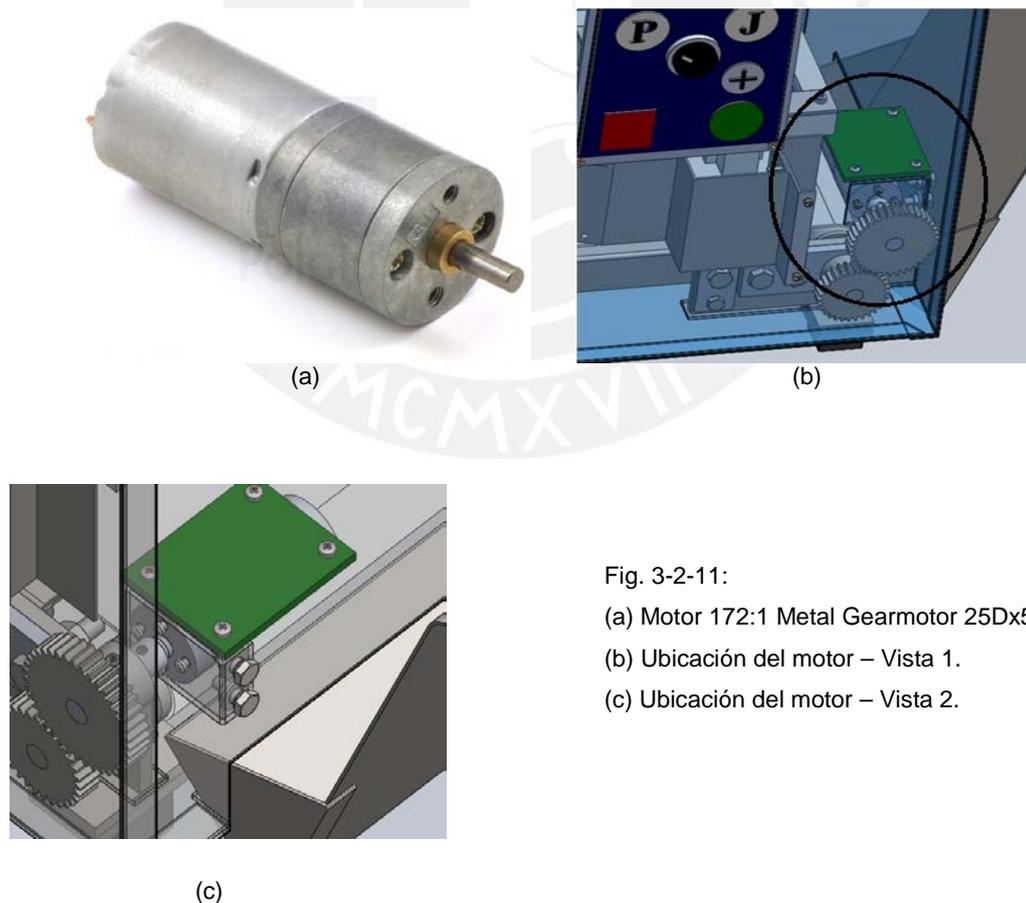


Fig. 3-2-11:

- (a) Motor 172:1 Metal Gearmotor 25Dx56L mm.
- (b) Ubicación del motor – Vista 1.
- (c) Ubicación del motor – Vista 2.

3.2.2.2 Hélice selectora:

En la etapa de selección el actuador a usar es el motor DC Solarbotics Gear Motor 17 HE Offset Shaft con una reducción de 228:1 entregando una velocidad de 46.9rpm a 9V con un torque de 0.74Nm el cual cumple con los requerimientos dados en el Anexo 5. La hélice funciona como un selector mecánico de 3 tipos de cuchillas: Pluma, Mitad y Juliana las cuáles tienen sus posiciones respectivas: P1, P2 y P3, mientras que P0 pertenece a su posición inicial.

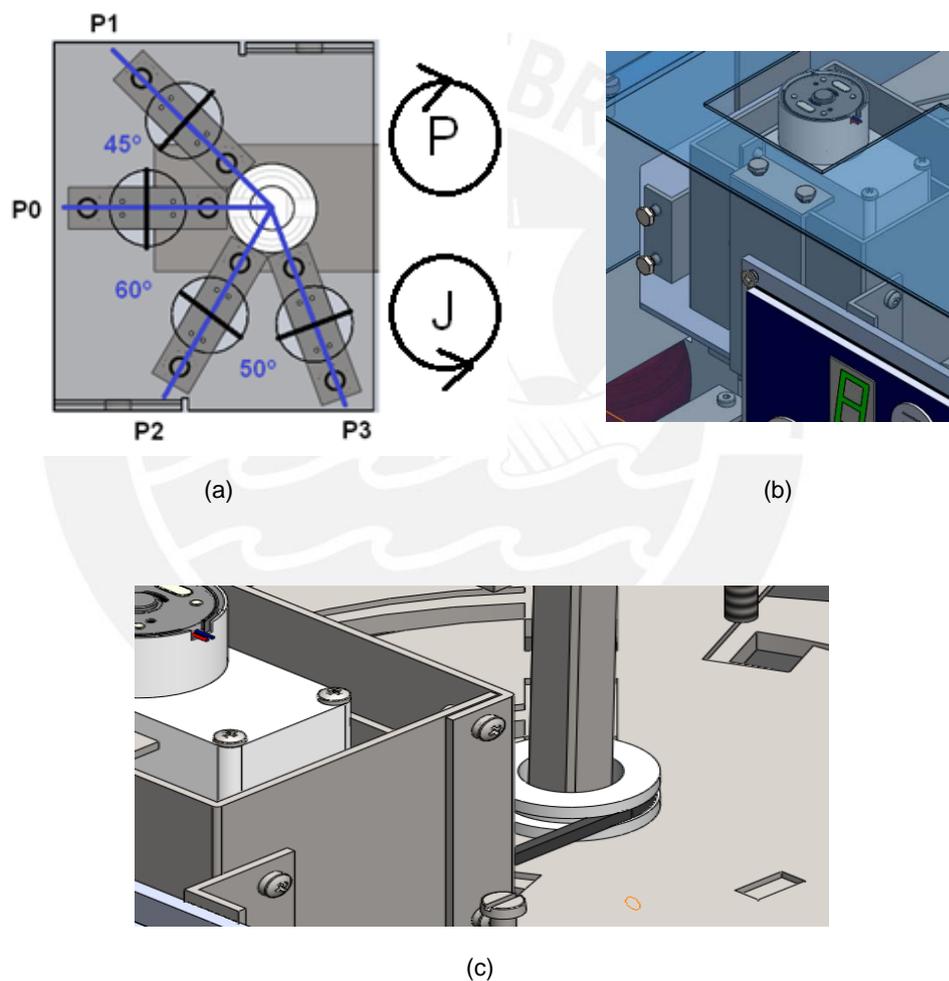


Fig. 3-2-12:

- (a) Posiciones: P0, P1, P2 y P3 para hélice selectora.
- (b) Ubicación del motor Solarbotics.
- (c) Transmisión por medio de una correa en V a la hélice selectora.

3.2.2.3 Prensaor:

Por último tenemos al motor de mayor potencia, que es el Pololu Metal Gearmotor 37Dx57L mm con una reducción de 100:1 la cual nos da una velocidad de 100rpm a 12V con un torque de 1.55Nm, el cual es suficiente para mover a nuestro prensaor según lo simulado y calculado en el Anexo 7. El prensaor en conjunto con las cuchillas ejecutará el tipo de corte seleccionado por cada cebolla. En el Anexo 8 se adjunta la hoja de datos del motor.

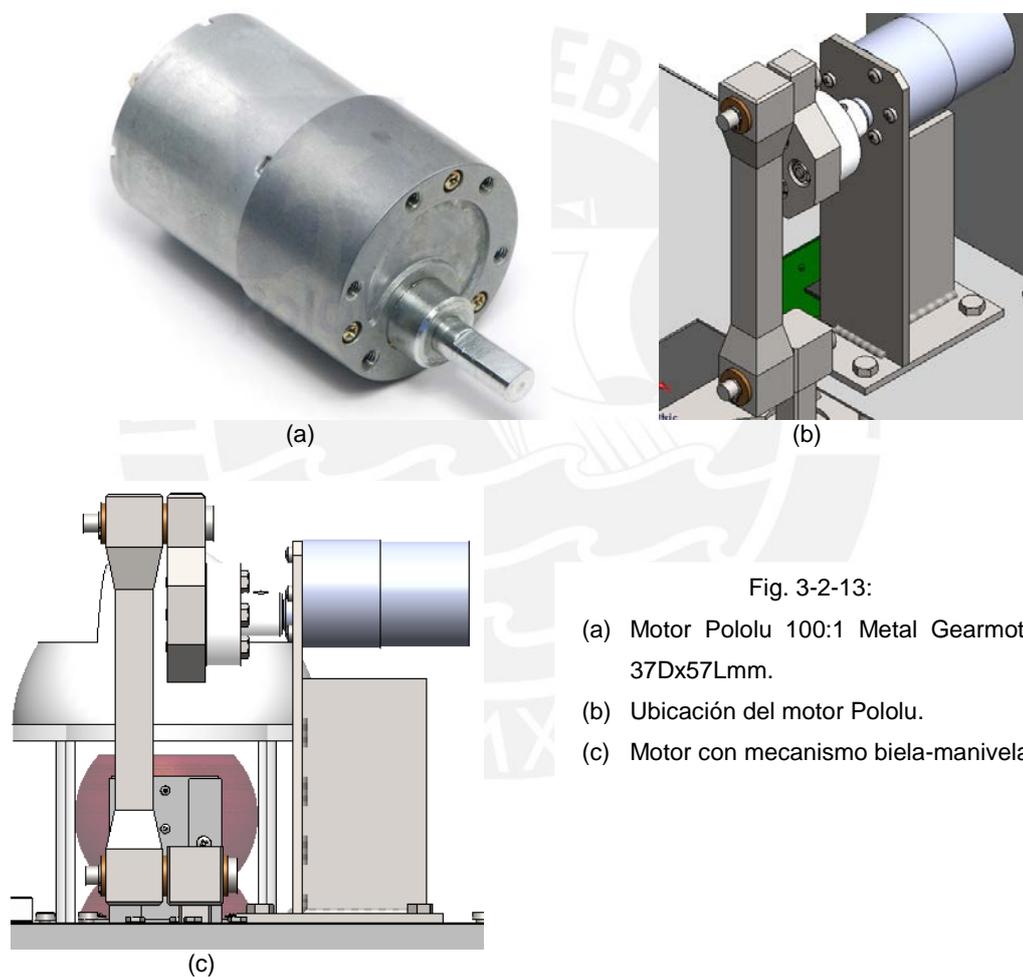


Fig. 3-2-13:

- (a) Motor Pololu 100:1 Metal Gearmotor 37Dx57Lmm.
- (b) Ubicación del motor Pololu.
- (c) Motor con mecanismo biela-manivela.

3.3 Planos del sistema mecatrónico:

A continuación se explicarán los componentes mecánicos de mayor importancia del Multicortador de Cebollas por etapas.

3.3.1 Almacenamiento:

Consta de 3 partes, la tapa de protección que evita cualquier agente contaminante a las cebollas, el apilador que contendrá a estas y la base amortiguadora que absorberá los impactos producidas por los golpes debido a que son soltadas desde una altura significativa.

3.3.1.1 Apilador

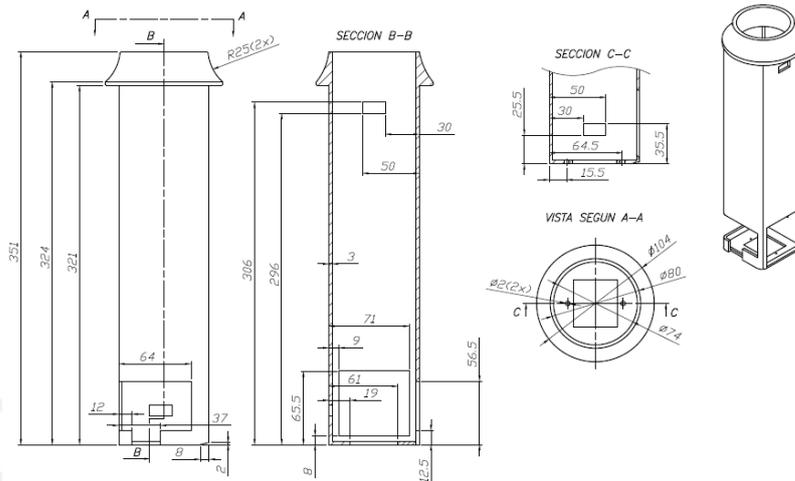


Fig. 3-3-1: Apilador de cebollas, L1-A3.

En la figura 3-3-1 se observa al apilador, que está constituido por un envase de polietileno de alta densidad ya que estos son no higroscópicos, es decir, no absorben humedad por lo que no se afectarán por estar en contacto casi siempre con la cebolla, que por sí misma es, especialmente cuando se quitan las primeras capas de cáscara, húmeda. La parte superior en forma de sombrero es para soportar a la tapa, el diseño fue pensado en que sea lo más ergonómico posible. Encontramos 2 agujeros rectangulares (más pequeños) ubicados en la parte lateral y trasera en donde estarán interactuando los sensores de presencia (contador y mínimo). Las paredes laterales serán de 3mm de espesor.

3.3.1.2 Tapa protectora

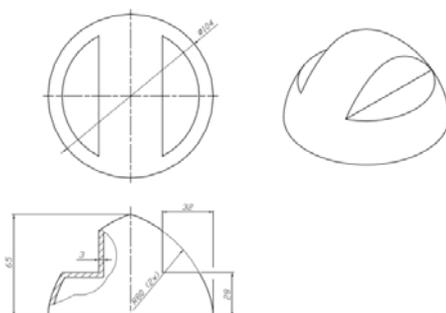


Fig. 3-3-2: Tapa protectora, L2-A3.

En la figura 3-3-2 se muestra a la tapa protectora de polietileno de alta densidad, material a usarse para su fabricación por las mismas razones expuestas en el punto 3.3.1.1. Tiene 2 cortes: izquierdo y derecho, a una altura de 28mm por motivos de ergonomía, en ese espacio estarán apoyados los dedos del usuario cuando éste desee retirarla. Todo el elemento tendrá un espesor de 3mm.

3.3.2 Dosificación:

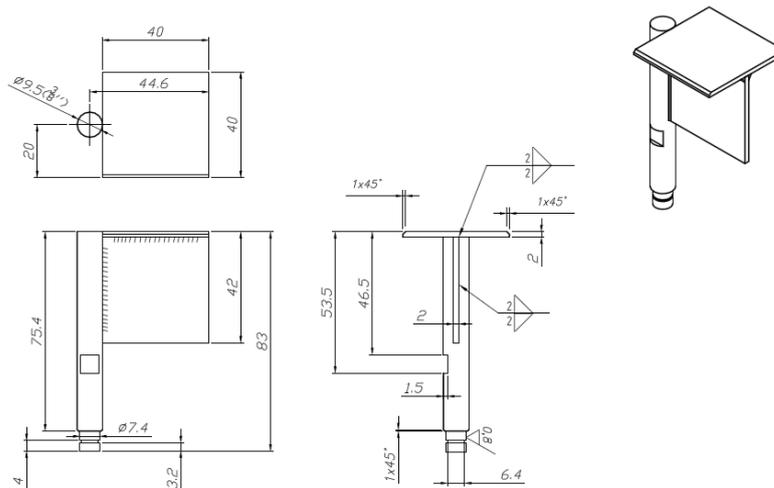


Fig. 3-3-3: Paleta dosificadora, L3-A3.

En la figura 3-3-3 se ve al elemento dosificador, consta de 3 elementos soldados de material AISI 316L, 2 placas de la misma geometría con una barra circular de 3/8" de diámetro, este sistema dosificará una por una a las cebollas en cada secuencia de corte.

3.3.3 Transporte:

Consta principalmente de 3 partes, la faja que transportará a las cebollas, ejes principal y secundario los que producen el movimiento en la faja, y por último sus soportes, que cumplen la función de resistir, absorber impactos y volver rígido al sistema.

3.3.3.1 Faja

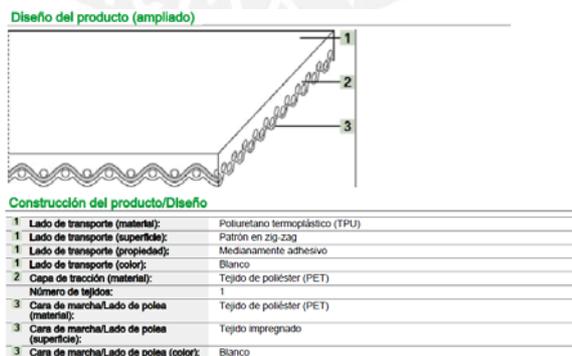


Fig. 3-3-4: Faja de poliuretano - T07/U Mars Embossed Habasit, Anexo 9.

En la figura 3-3-4 se aprecia a la faja de poliuretano (material que no reacciona con alimentos y además es resistente) TT12 con 1.2mm de espesor con medidas de 137 de ancho con 702mm de largo (sin fin), T07/U Mars Embossed color blanco marca Habasit.

3.3.3.2 Eje motriz principal

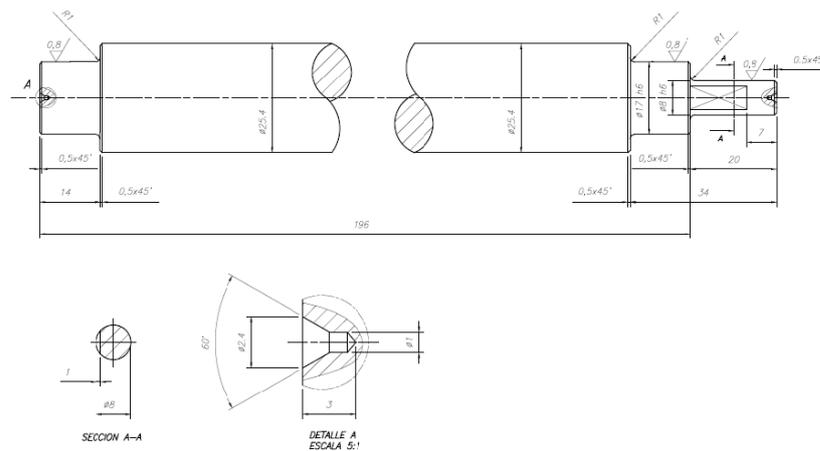


Fig. 3-3-5: Eje motriz, L4-A3.

Como elemento conductor tenemos al eje motriz principal de acero inoxidable AISI 316 como se aprecia en la figura 3-3-5, el cual por medio de engranajes rectos, cuyas especificaciones se ven en el Anexo 13, recibirá la potencia necesaria para realizar el movimiento. Como se observa en el lado derecho, tenemos un rebaje para el engranaje, y en las 2 secciones de 17mm de diámetro estarán ubicados los rodamientos 61803-SKF respectivamente, cuya hoja de datos se encuentra en el Anexo 15.

3.3.3.3 Eje motriz secundario

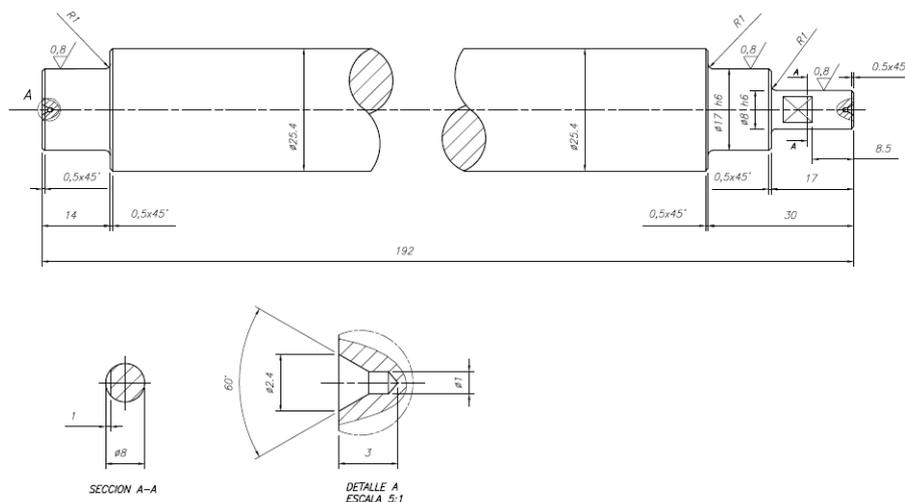


Fig. 3-3-6: Eje secundario, L5-A3.

Como segundo elemento conductor tenemos al eje motriz de acero inoxidable AISI 316 al cual se muestra en la figura 3-3-6, el cual por medio de la faja recibirá parte de la potencia entregada inicialmente para transmitirla por un juego de engranajes

rectos a la paleta dosificadora, la cual estará dosificando a las cebollas dependiendo de la posición de la faja. Como se observa en el lado derecho también tenemos un rebaje para el engranaje, y continuo a este y en el lado izquierdo otras 2 secciones de 17mm de diámetro para las chumaceras del mismo tipo mencionadas en el punto 3.3.3.2.

3.3.3.4 Soportes: Mesa para faja

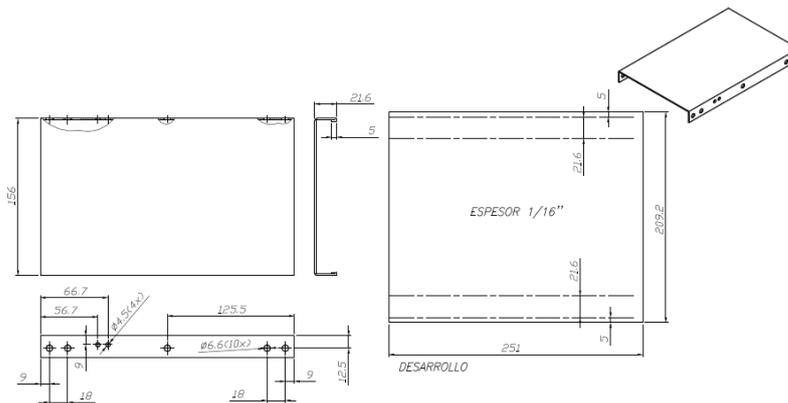


Fig. 3-3-7: Mesa para faja, L6-A3.

En la figura 3-3-7 se observa a la mesa de la faja transportadora, la cual estará soportando cargas debido al prensor y el peso de las cebollas en cada ciclo de corte. Será fabricado en chapa de acero inoxidable AISI 316 con espesor de 1/16”.

3.3.4 Cortes: Mallas de Cuchillas

3.3.4.1 Pluma

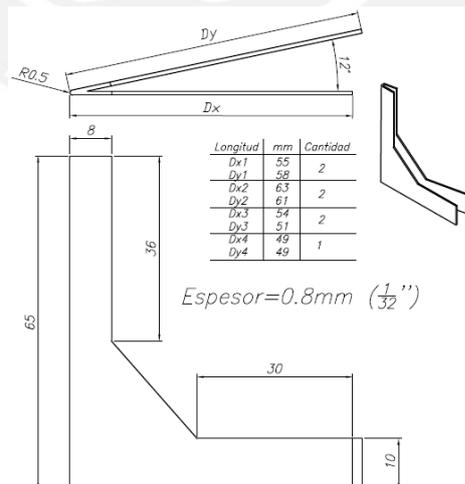


Fig. 3-3-8: Cuchillas corte tipo Pluma, L1-A4.

En la figura 3-3-8 se observa a las hojas de corte de acero inoxidable AISI 316 en

forma de "V" con ángulo de 12° con espesor de 0.8mm ($1/32''$) y ancho 10mm, la longitud de cada aleta variará acorde a la tabla mostrada debido a la geometría del soporte, como se aprecia en la fig. 3-3-11.

3.3.4.2 Mitad: Juliana - Etapa 1

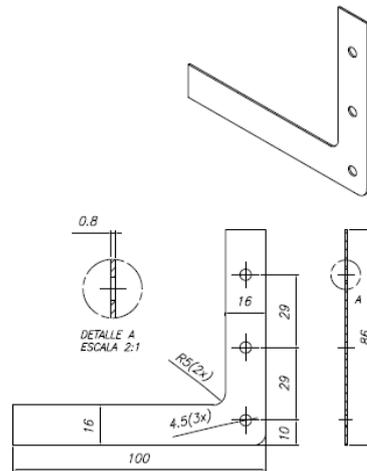


Fig. 3-3-9: Cuchillo corte mitad, L2-A4.

En la figura 3-3-9 se muestra al cuchillo de acero inoxidable AISI 316 que cortará por la mitad a la cebolla, debido a que recibirá esfuerzos mayores a comparación de las otras, tendrá 3 tornillos M4 para su fijación, en el Anexo 16 se simuló los esfuerzos a causa de las fuerzas actuantes a lo que estaría sometido dicho elemento.

3.3.4.3 Juliana - Etapa 2

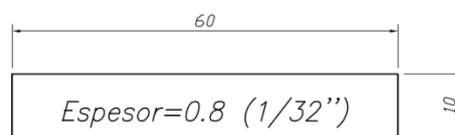


Fig. 3-3-10: Cuchillas corte tipo Juliana - etapa 2, L3-A4.

En la figura 3-3-10 se ve la geometría de cada cuchilla de acero inoxidable AISI 316 en cada uno de los 2 conjuntos ubicados en el soporte, como se ve en la figura 3-3-13.

3.3.4.4 Soporte de cuchillas Pluma:

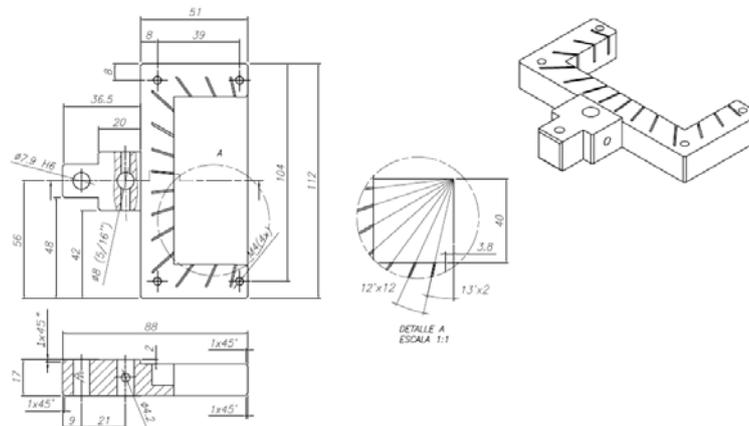


Fig. 3-3-11: Soporte de cuchillas Pluma, L7-A3.

En la figura 3-3-11 se observa a uno de los dos soportes de cuchillas tipo Juliana, cuyo material es de polietileno de alto peso molecular ya que no reaccionan con alimentos, no absorben humedad pero si impactos. Se fijará a las cuchillas con una placa de acero inoxidable y 4 tornillos Allen.

3.3.4.5 Soporte de cuchillo Mitad: Juliana – Etapa 1:

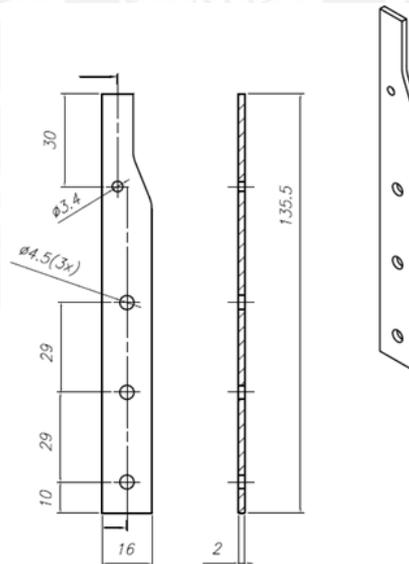


Fig. 3-3-12: Soporte de cuchillo Mitad, L3-A4.

En la figura 3-3-12 se ve a uno de los dos soportes de acero inoxidable AISIN 316 rn donde estará fijado el cuchillo por medio de 3 tornillos M4 y otro adicional que evitará alguna flexión no deseada por la parte superior.

del corte. Tiene 3 ranuras, las 2 del lado izquierdo son para la zona de corte 1: tipo de corte Pluma y primera etapa de corte Juliana mientras que el derecho es para la segunda etapa. La ranura de sección circular es la que habilitará para el prensor que cuchilla se usará para realizar el corte.

3.3.5.1 Hélice prensora

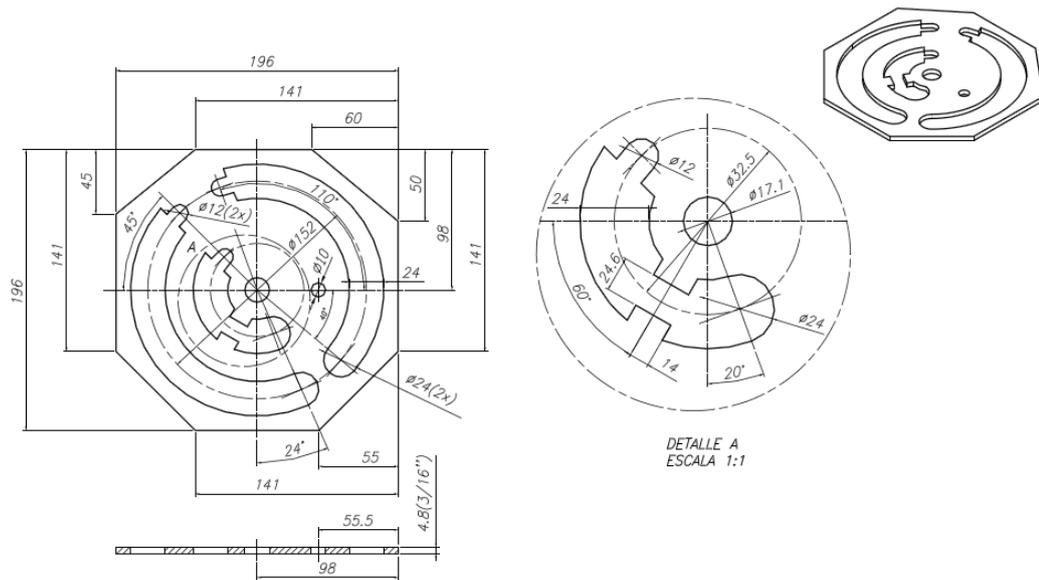


Fig. 3-3-15: Hélice prensora, L10-A3.

En la figura 3-3-15 se observa la geometría de la hélice prensora de acero inoxidable AISI 316, que a diferencia de la selectora, esta es la que participa en la ejecución del corte, como su nombre dice, actúa como un prensor. Tiene 3 ranuras igual que en la selectora, las 2 del lado izquierdo corresponde al tipo de corte Pluma y primera etapa del tipo Juliana mientras que la tercera del lado derecho a la segunda etapa del tipo Juliana. La ranura de mayor ancho es para dejar pasar al mecanismo que hará el corte mientras que el de menor espesor “enganchará” a los que no deben participar.

3.3.6 Prensa: Mecanismo Biela Manivela

3.3.6.1 Manivela

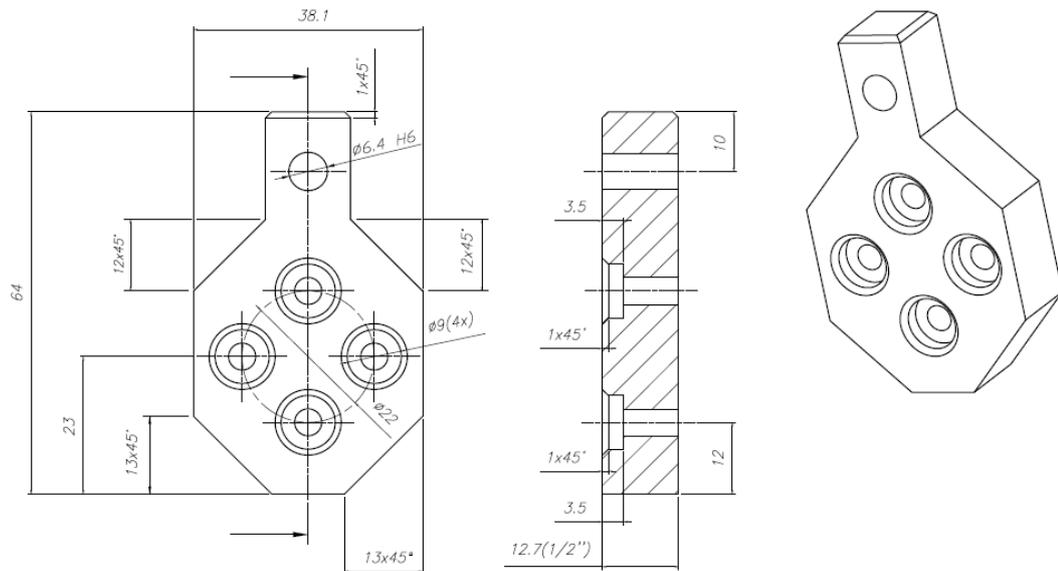


Fig. 3-3-16: Manivela, L11-A3.

En la figura 3-3-16 se muestra a la manivela de acero inoxidable AISI 316, la cual por medio de 4 tornillos hexagonales estará fijada al acople del motor prensor. Por el lado superior se introducirá un pasador de diámetro 6.4mm (1/4") con ajuste de apriete para evitar movimiento relativo entre ellos.

3.3.6.2 Acople motor biela-manivela

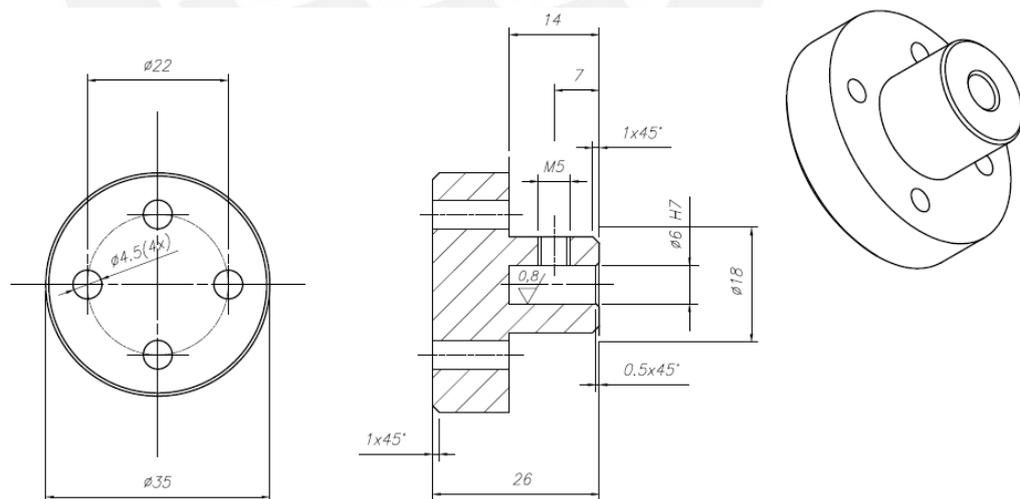


Fig. 3-3-17: Acople para motor del prensor, L16-A3.

En la figura 3-3-17 se muestra al acople de nylon más importante, el cual une el eje del motor de prensor con la manivela por medio de 4 tornillos hexagonales.

3.3.6.3 Biela

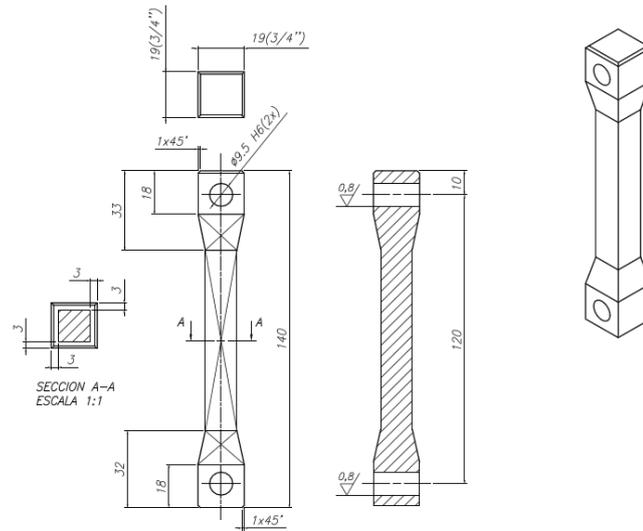


Fig. 3-3-18: Biela, L12-A3.

En la figura 3-3-18 se muestra a la biela de acero inoxidable AISI 316, la cual hará el movimiento lineal para el prensor. Por el lado superior se introducirá una bocina de bronce de diámetro exterior 9.5mm (3/8”) e interior 6.4mm (1/4”) para que la biela rote sobre el pasador (proveniente de la manivela) con la menor fricción posible.

3.3.7 Carcasa:

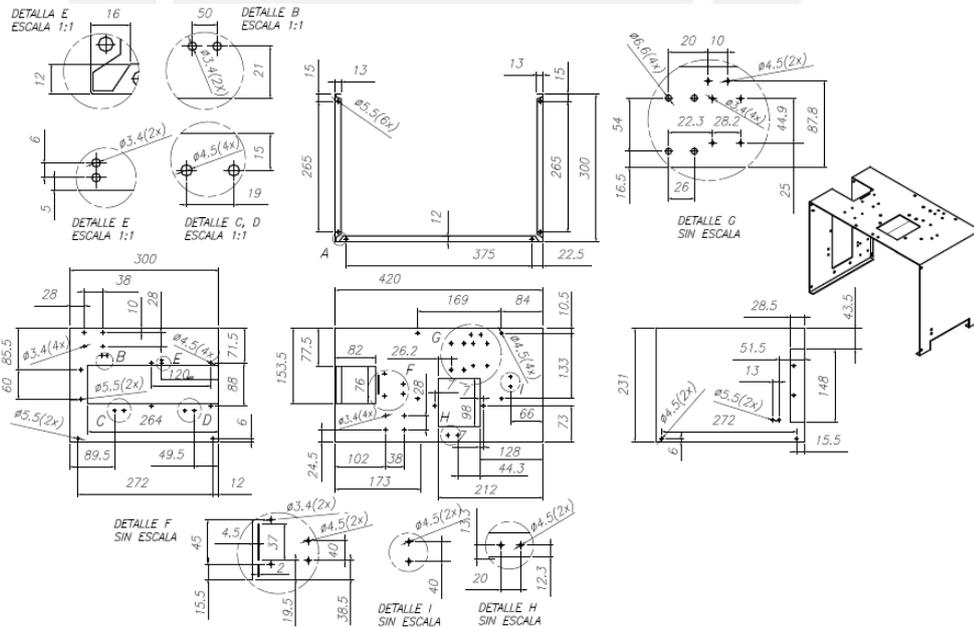


Fig. 3-3-19: Carcasa – Principal, L13-A3.

En la figura 3-3-19 se muestra a una de las partes de la carcasa, la cual contiene agujeros debido a que sujetará: circuitos de los sensores, drivers de motores,

circuito de control del microcontrolador, al soporte del apilador, a los soportes de los motores, al panel de control, etc. Será fabricado en chapa de acero inoxidable AISI 316 con espesor de 1mm'.

3.3.8 Bandeja de servicio:

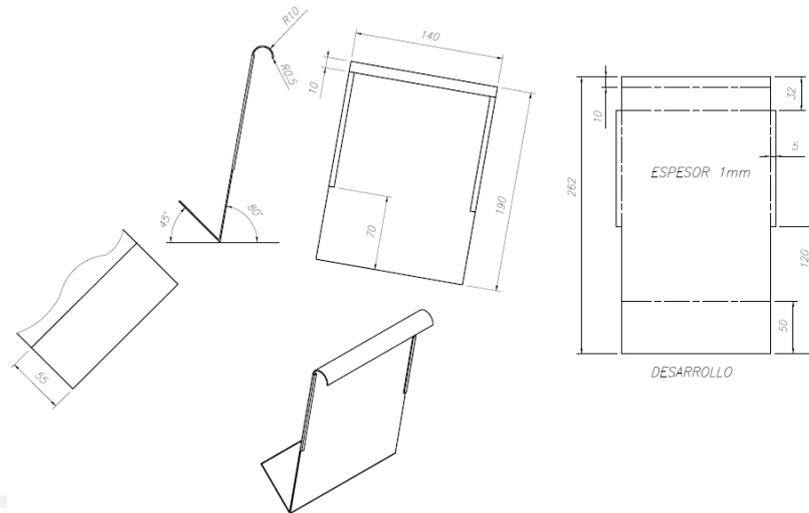


Fig. 3-3-20: Bandeja, L14-A3.

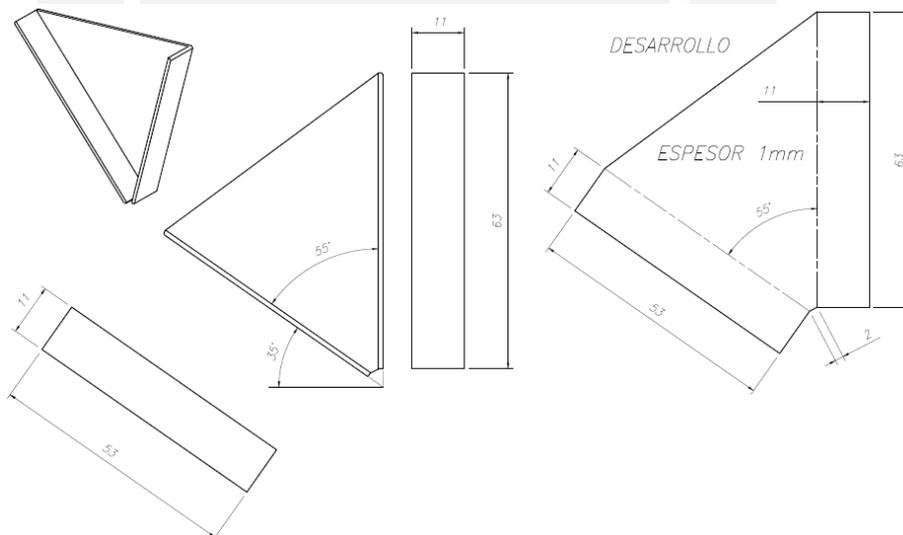


Fig. 3-3-21: Lateral de bandeja, L15-A3.

En la figura 3-3-20 y 3-3-21 se muestra a las dos partes de la bandeja de servicio, en dónde se almacenará a las cebollas cortadas. Estas dos son de acero inoxidable y se unirán a la bandeja por medio de soldadura por puntos.

3.4 Diagramas esquemáticos de los circuitos del sistema mecatrónico:

3.4.1 Circuito de control

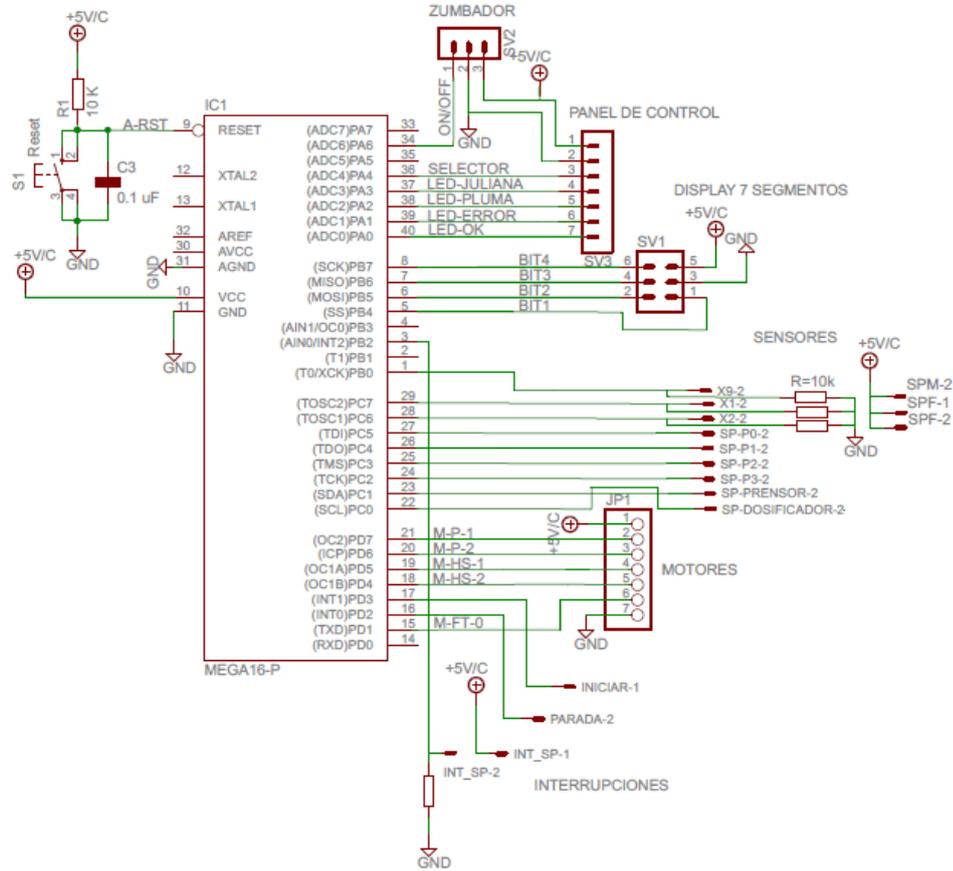


Fig. 3-4-1: Circuito de control.

En la figura 3-4-1 se observa al circuito principal del sistema mecatrónico, por medio de un ATmega16 que controlará al zumbador [puerto A], visualizador de 7 segmentos [puerto B], motores DC [puerto D], y por último recibirá información del panel de control [puerto A], sensores [puerto C] e interrupciones para realizar el control.

3.4.2 Sensor de presencia

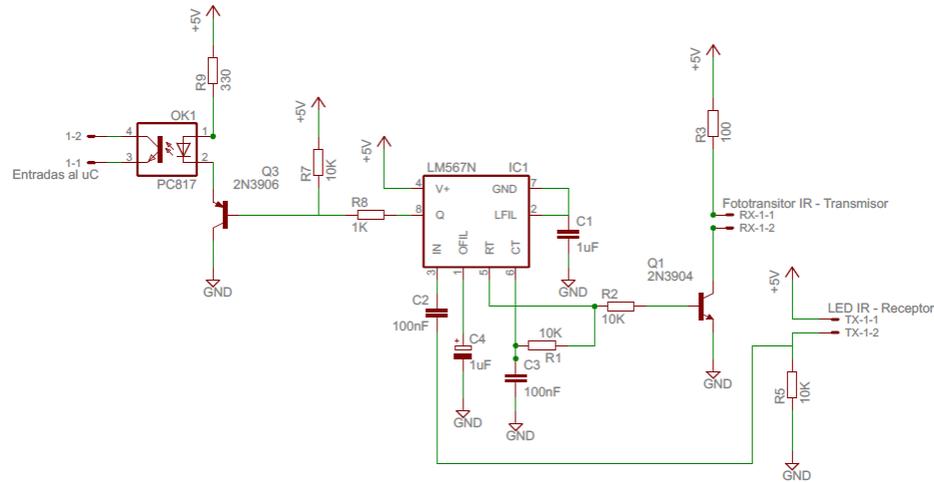


Fig. 3-4-2: Sensor de presencia IR con detector de tonos.

En la figura 3-4-2 se visualiza al circuito encargado de detectar la presencia de la cebolla por medio de un diodo emisor y fototransistor receptor IR. El primer elemento estará emitiendo luz infrarroja a una frecuencia establecida por el C.I. LM567 y este sólo activará una salida “Q” cuando llegue en el fototransistor la misma. Una vez activada la salida, enviará una señal al microcontrolador para indicar la presencia de la cebolla. El uso del C.I. LM567 es para evitar las interferencias que puedan existir por la luz del ambiente o controles remotos.

3.4.3 Controlador de motor de la Faja transportadora

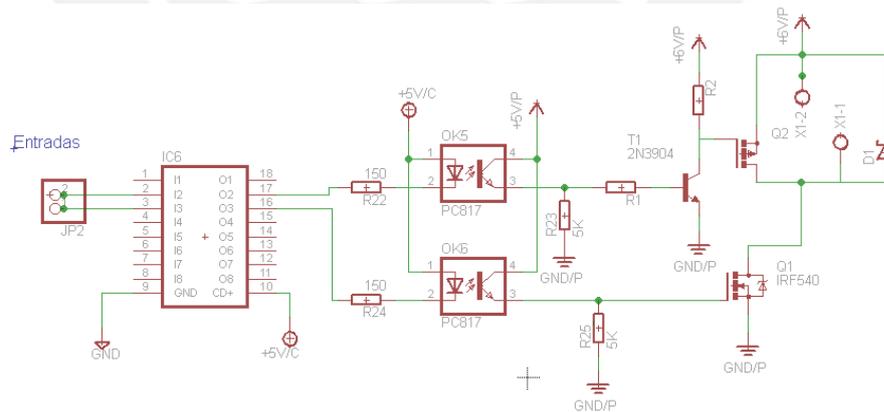


Fig. 3-4-3: Control del motor de la Faja transportadora.

En la figura 3-4-3 se muestra el driver a usarse para controlar el motor de la faja transportadora, el uso de los Mosfets de potencia IRF530 de Canal N y IRF9530 de Canal P son por el amperaje que pueda generarse por el motor, de optoacopladores PC817 para separar la parte digital de la potencia y buffer ULN2805 para obtener corriente y el voltaje necesario. Su configuración cuenta con

3 alternativas: Frenar, Apagar y Girar solo en un sentido ya que es lo que suficiente que se requiere para nuestra faja. En la figura 3-4-4 se muestra la lógica de este circuito.

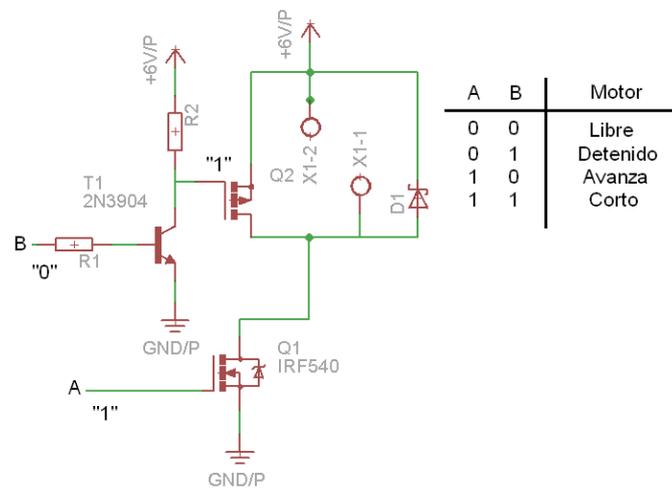


Fig. 3-4-4: Lógica de funcionamiento en motor de la faja transportadora y prensor.

Como se aprecia en la figura 3-4-4, cuando los transistores estén apagados el motor estará libre, es decir, aún estará girando por su inercia hasta que se detenga por cuenta propia. Si tenemos "1" en A y "0" en B el motor estará avanzando o girando, y si hay "0" en A y "1" en B detenemos o frenamos el motor si este está girando. No debe haber "1" en A y B al mismo tiempo ya que hacemos un corto.

3.4.4 Controlador de motor del Prensor

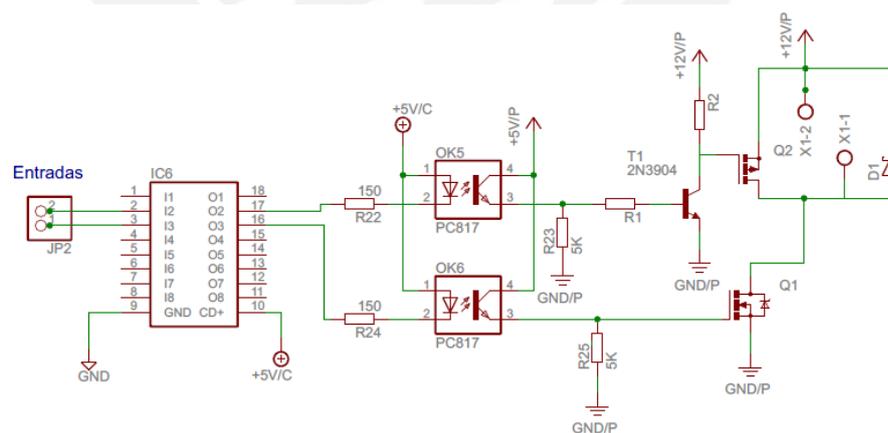


Fig. 3-4-5: Control de motor del Prensor.

En la figura 3-4-5 se muestra la misma configuración explicada en el punto 3.3.5.4 solo que cuenta con Mosfets de mayor potencia: IRF540 de Canal N y IRF9540N de Canal P debido al motor, ya que es de mayor amperaje que el anterior. La lógica es la misma explicada con la figura 3-4-4.

3.4.5 Sensor de posición

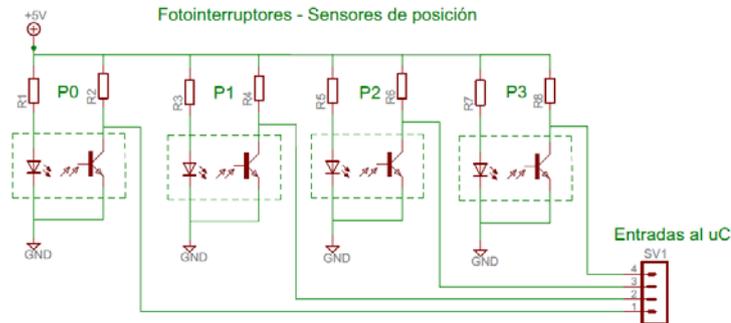


Fig. 3-4-6: Sensores de posición en hélice selectora.

En la figura 3-4-6 se muestra a los 4 fotointerruptores ópticos con ranura los cuáles son usados como sensores de posición de la hélice selectora. Cuando se interrumpa la luz emitida en la ranura, se enviará un “1” lógico al microcontrolador.

3.4.6 Visualizador de 7 segmentos

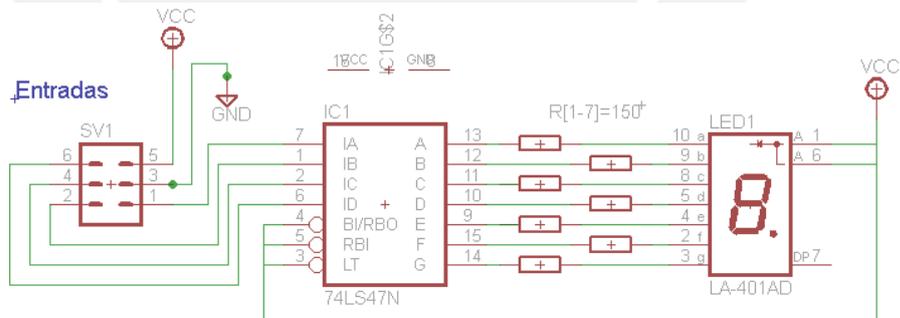


Fig. 3-4-7: Circuito del Visualizador de 7 segmentos.

En la figura 3-4-7 se observa al circuito del visualizador de 7 segmentos de ánodo común. El 74LS47, decodificador de BCD a 7 segmentos, recibe como entrada un número en binario (4 bits) y da como salida el mismo número pero mostrado en el visualizador.

3.4.7 Zumbador piezoeléctrico con circuito oscilador incorporado

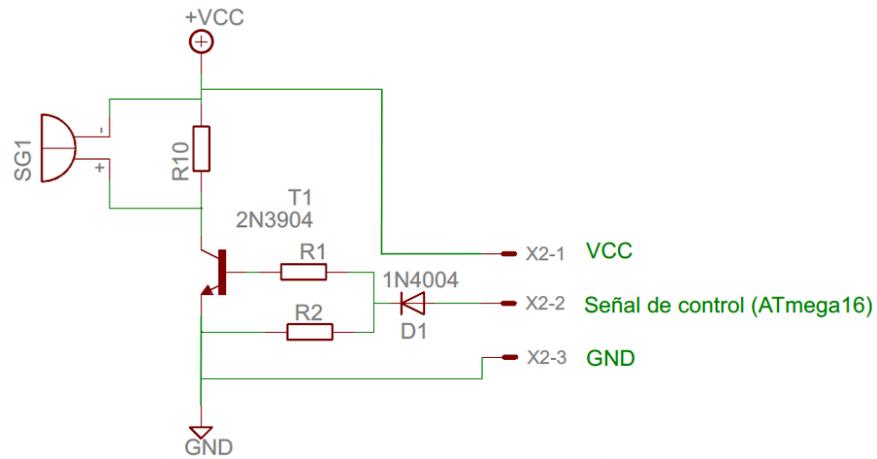


Fig. 3-4-8: Circuito para el control del zumbador piezoeléctrico.

En la figura 3-4-8 se observa el circuito para controlar al buzzer o zumbador piezoeléctrico, el cual ya tiene incorporado su circuito oscilador. Se colocó un diodo para mantener seguro al microcontrolador.

3.5 Diagrama de flujo del programa de control:

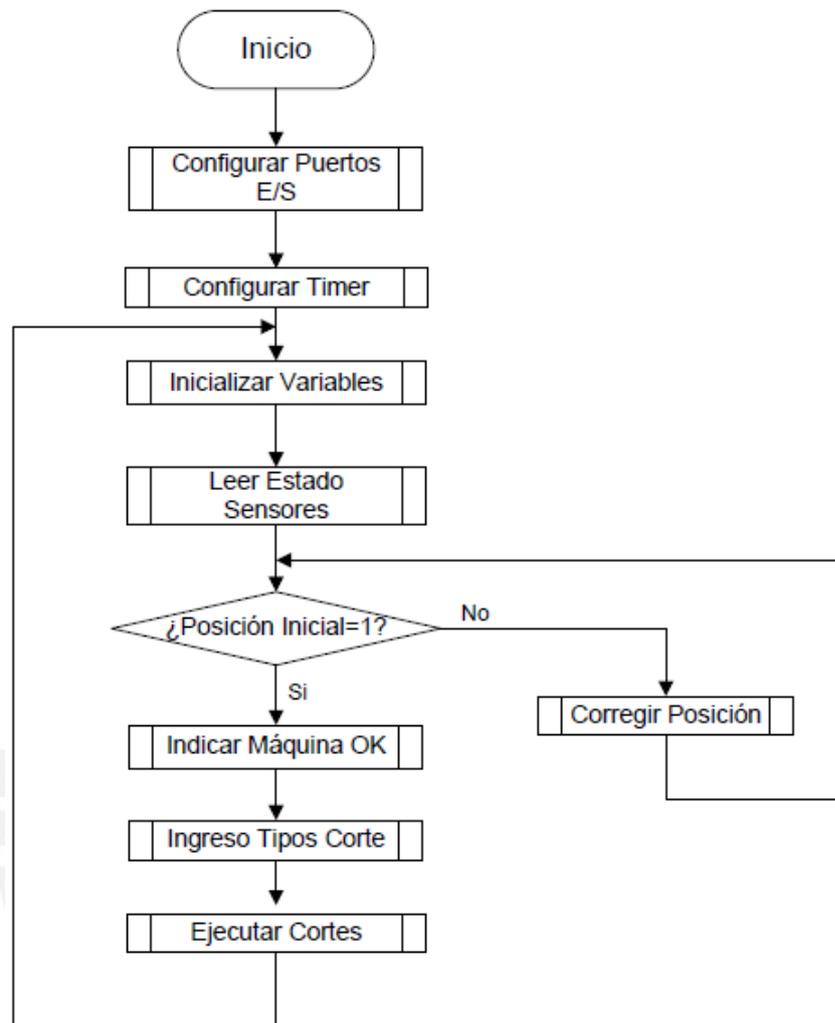


Fig. 3-5-1: Diagrama de flujo del programa principal

En la figura 3-5-1 se muestra el diagrama de flujo del programa de control, el cual configura puertos de entrada: sensores de posición, presencia y panel de control, salida: LEDs indicadores de tipo Pluma o Juliana, mostrar número de cebollas en visualizador o display de 7 segmentos, accionar 3 motores DC y activar un zumbador piezoeléctrico. Uso del timer para temporizar el cambio de estado en los controladores de los motores, inicializará variables por cada ciclo de corte, corregirá posiciones en caso sea necesario, indicará por medio de otro LED que la máquina esta apta para continuar con la elección del tipo y conteo de los cortes, y por último la inicialización de todo el proceso.

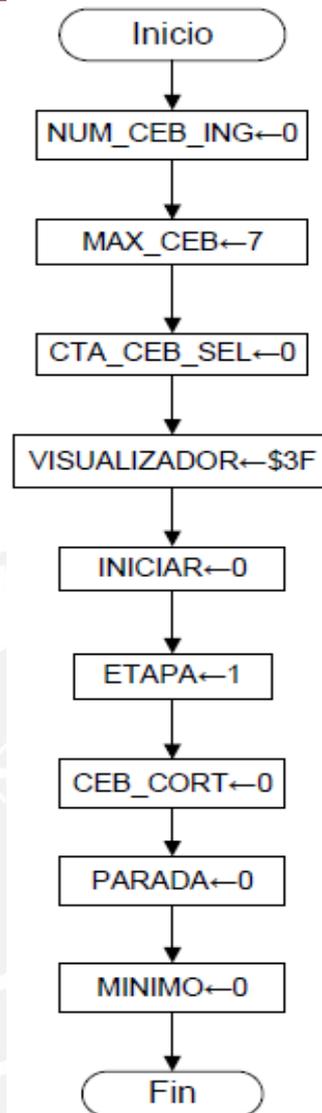


Fig. 3-5-2: Diagrama de flujo de inicialización de variables.

En la figura 3-5-2 se muestra que al inicio del programa y después de haber finalizado todo el proceso de cortes, se reiniciará las variables para estar a la espera de la siguiente secuencia de cortes. La descripción de cada variable se presenta a continuación:

NUM_CEB_ING: Número de cebollas ingresadas físicamente por el usuario.

MAX_CEB: Máxima capacidad de almacenamiento de cebollas.

CTA_CEB_SEL: Número de cortes a realizar establecido por el usuario.

VISUALIZADOR: "\$3F" Número expresado en sexagesimal que equivale en el visualizador de 7 segmentos a "0" ya que en un inicio no hay cebollas.

INICIAR: Variable que mientras sea "0" no se iniciará el proceso hasta que no tenga "1" como valor lógico.

ETAPA: Variable asignada para el tipo de corte Juliana, que consta de 2 etapas: Al inicio “1” para cortar por la mitad a la cebolla y después “2” para cortes paralelos sobre estas 2 mitades.

CEB_CORT: Número de cortes realizados por la máquina.

PARADA: Variable que mientras sea “0” no se reiniciará el proceso.

MINIMO: Variable que estará en “1” cuando detecte al menos una cebolla, en “0” no dejará iniciar los cortes.

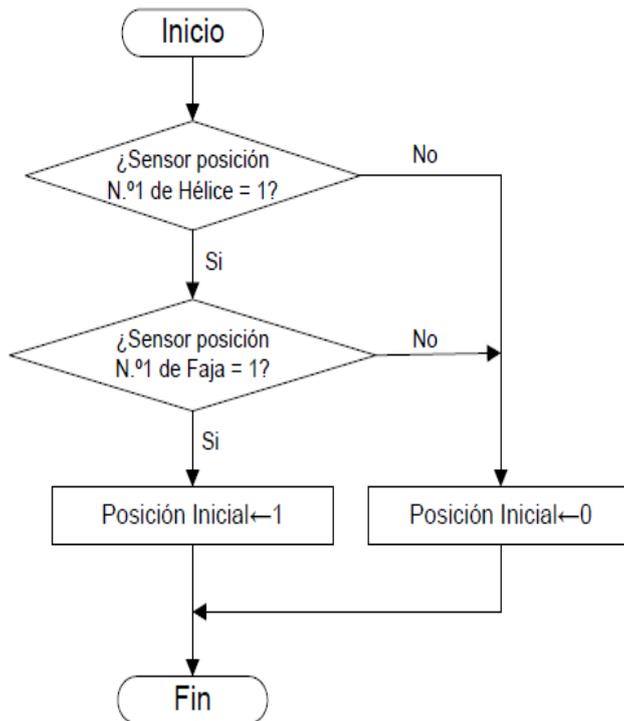


Fig. 3-5-4: Diagrama de flujo de verificación de posiciones.

En la figura 3-5-4 se muestra la lógica de lectura de posición de cada componente mecánico, los cuáles deben estar en su posición inicial establecida, en caso cumpla se guardará un “1” lógico o caso contrario “0” el cual indicará al microcontrolador que continúe con el proceso o corrija las posiciones respectivamente accionando los motores hasta llegar a las posiciones iniciales.

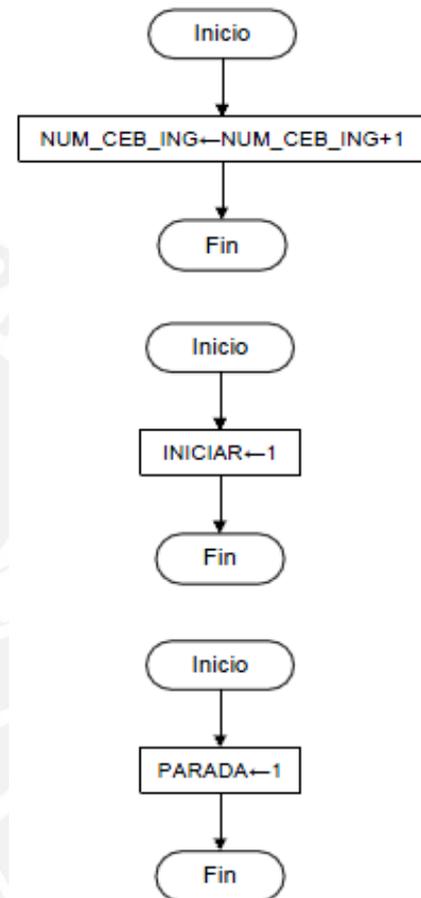


Fig. 3-5-5: Diagrama de flujo de verificación de posiciones.

En la figura 3-5-5 se muestra la función de cada rutina de servicio de interrupción, comenzando por el sensor IR contador, cada vez que el usuario ingrese una cebolla se aumentará la cuenta. En el segundo y tercero, es si este presionó el pulsador de “Iniciar” o “Parada” respectivamente, guardando un “1” en cada variable como se indica, la cual se estará leyendo continuamente para comenzar a realizar los cortes o reiniciar el proceso.

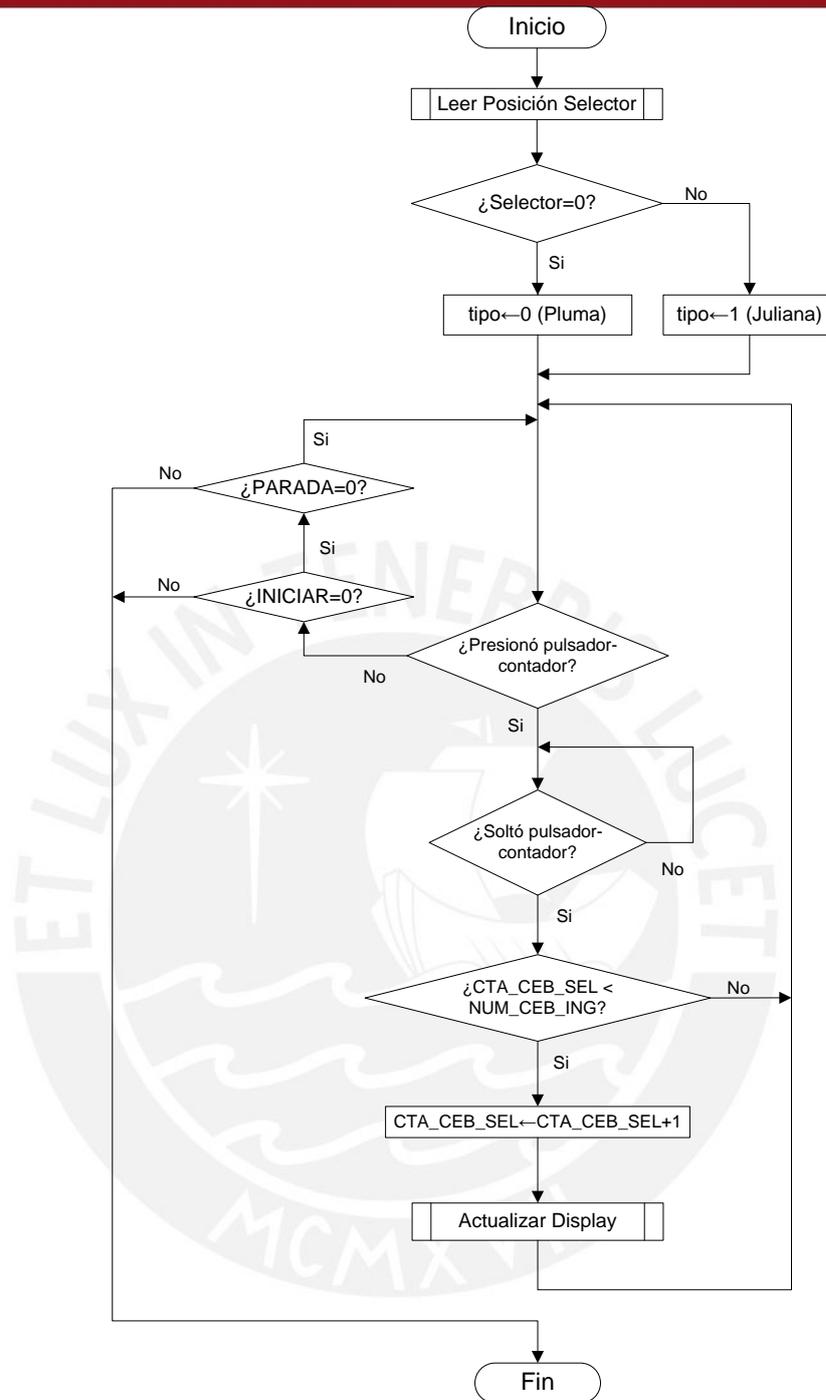


Fig. 3-5-6: Diagrama de flujo del ingreso de tipo y conteo de estos.

En la figura 3-5-6 se observa que en a un inicio se grabará el tipo de corte deseado y después se estará llevando la cuenta de cortes por cada vez que se presione el pulsador-contador, esta se estará mostrando en el visualizador de 7 segmentos para que el usuario sepa cuántos cortes de cebolla tendrá al finalizar el proceso. A su vez se estará verificando si llegó a su límite, es decir, que el número de cortes elegido no sea mayor al de las introducidas en el apilador por el usuario, y por otro lado si dio “Iniciar” o “Parada”.

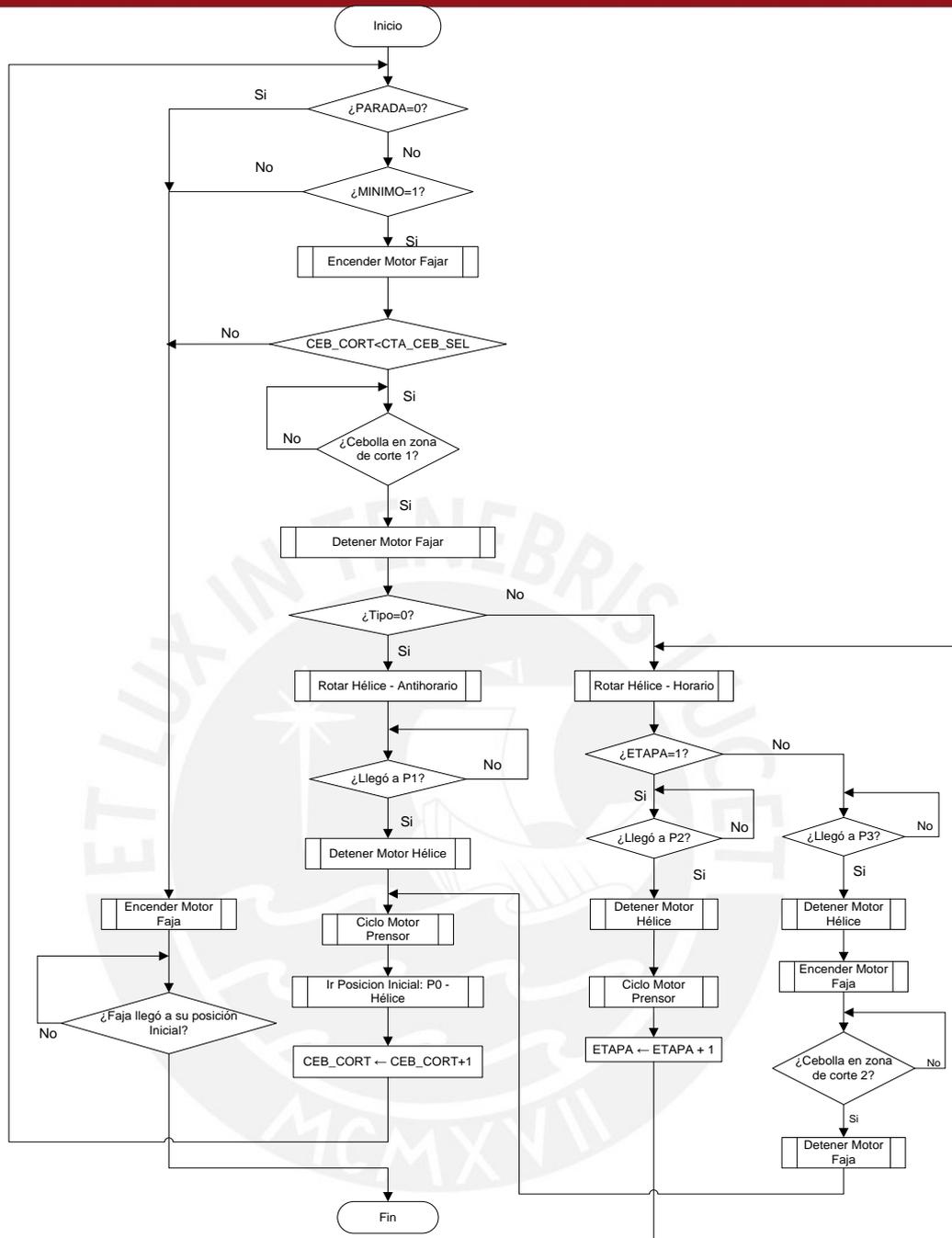


Fig. 3-5-7: Diagrama de flujo para la ejecución de los cortes tipo Pluma y Juliana.

En la figura 3-5-7 se observa la lógica para realizar cualquiera de los 2 tipos de corte seleccionado por el usuario. Se presentan 2 secuencias, una para Pluma y otra similar a esta que es Juliana solo que con una etapa adicional ya que en este tipo a la cebolla primero la cortamos por la mitad, y después a estas 2 partes se le hace cortes en paralelo por medio de las cuchillas correspondientes. Se estará comprobando en cada ciclo de corte la presencia de al menos una cebolla, se realizará un número de cortes no mayor a lo seleccionado por el usuario, en caso se haya dado “Parada” se detendrá y se reiniciará el proceso. Y por último se controlará la posición de cada elemento mecánico que participe.

Capítulo 4

Presupuesto

4.1 Electrónica

Tabla 4-1: Presupuesto de componentes electrónicos.

La importación de mercancías está gravada con los siguientes tributos:									
Tributos SUNAT									
Grávámenes vigentes		Valor							
Impuesto General a la Ventas		16%							
Impuesto de Promoción Municipal		2%							
Seguro		1.75%							
Ad / Valorem		6%							
Dolar Venta		2.59							
Componentes electrónicos									
Item	Hombre	Marca / Código	Precio unitario (USD)	Precio unitario (S/.)	SUNAT (S/.)	Shipping (S/.)	Cant.	Proveedor	Costo (S/.)
1	Diodo Emisor IR	TSU540	0.32	0.8	0.2	0.7	4	DigiKey	1.7
2	Fotodiodo Receptor IR	TEFD4300F	0.44	1.1	0.2	0.7	4	DigiKey	2.1
3	172:1 Metal Gearmotor 25Dx56Lmm	Pololu	17.96	46.5	9.2	5.7	1	Pololu	61.4
4	100:1 Metal Gearmotor 37Dx57Lmm	Pololu	18.66	48.3	9.5	5.7	1	Pololu	63.5
5	Gear Motor 17 - 228:1 HE Offset Shaft	Robotshop	4.53	11.7	2.3	1.1	1	Robotshop	15.2
6	Fotointerruptor óptico con ranura	EE-SX1070	1.4	3.6	0.7	0.7	6	DigiKey	5.0
7	ATmega16	-	3.94	10.2	2.0	INC	1	DigiKey	12.2
8	Resistencias	-	-	0.1	-	-	50	*	4
9	Transistor 2N3904	-	0.07	0.2	0.0	INC	6	DigiKey	1.3
10	Transistor 2N3906	-	0.07	0.2	0.0	INC	4	DigiKey	0.9
11	Mosfet IRF530	-	0.64	1.7	0.3	INC	1	DigiKey	2.0
12	Mosfet IRF9530	-	0.93	2.4	0.5	INC	1	DigiKey	2.9
13	Mosfet IRF540	-	1.09	2.8	0.6	INC	1	DigiKey	3.4
14	Mosfet IRF9540N	-	1.09	2.8	0.6	INC	1	DigiKey	3.4
15	Diodo Schottky	-	0.16	0.4	0.1	INC	2	DigiKey	1.0
16	Diodo 1N4004	-	0.08	0.2	0.0	INC	1	DigiKey	0.2
17	Zumbador piezoeléctrico	PT-2038VWQ	0.93	2.4	0.5	0.7	1	DigiKey	2.4
18	Espadines - H&M / Gral.	-	-	0.2	-	-	10	*	2.0

19	Borneras	-	-	0.7	-	-	6	*	4.2
20	Led Blanco	-	0.29	0.8	0.2	INC	2	DigiKey	1.8
21	Led Rojo	-	0.14	0.4	0.1	INC	2	DigiKey	0.9
22	Led Verde	-	0.15	0.4	0.1	INC	2	DigiKey	0.9
23	Display 7 segmentos - Anodo común	-	1.17	3.0	0.6	INC	1	DigiKey	3.6
24	CI 74LS47	-	1.14	3.0	0.6	INC	1	DigiKey	3.5
25	Optoacoplador PC817	-	0.25	0.6	0.1	INC	8	DigiKey	6.2
26	Buffer ULN2805	-	0.57	1.5	0.3	INC	3	DigiKey	5.3
27	Cables	-	-	-	-	-	L=5m (E)	*	2.0
28	Condensadores - Gral.	-	-	0.2	-	-	6	*	1.2
29	CI LM567	-	0.97	2.5	0.5	INC	4	DigiKey	12.0
30	Selector 2 posiciones	-	-	1.0	-	-	1	*	1.0
31	Pulsador	-	0.08	0.2	0.0	INC	4	DigiKey	0.9
32	FR4: Fibra de vidrio (Circuito Impreso)	-	2.5/pie²	-	-	-	25x25 cm² (E)	*	4.4
33	Canaletas para cables	-	-	-	-	-	L=5m (E)	*	5.0
34	Termoretractil para motores DC	-	-	-	0.0	-	L=1m (E)	*	3.0
35	CI L298	-	3.18	8.2	1.6	INC	1	DigiKey	9.9
36	Disipadores	-	0.25	0.7	0.1	INC	6	DigiKey	4.7
37	Fuente de alimentación	Antec Basic BP350	33.67	-	-	-	1	Computabs	87.2
Total + IGV (S/.)									342.4
Total + IGV con descuento estimado del 18% (S/.)									280.8

Tabla 4-1: Presupuesto de componentes electrónicos – continuación.

4.2 Mecánica

Tabla 4-2: Presupuesto de elementos mecánicos.

Elementos mecánicos		Dimensiones			Precio unitario		Cantidad cotizada	Prov.	Costo (*) (USD)	Costo (*) (S/.)	
Item	Nombre	Material	Ancho por Largo (mm²)	e (mm)	Ø (mm)	(USD)					(S/.)
e : Espesor.											
Ø : Diámetro.											
Prov. : Proveedor.									Dolar Venta 2.59		
Costo (*): Gasto en proporción a lo cotizado.									S.S.M : SANTOS & SOTO MECANICA FINA SRL		
									E*: Precio estimado		
1	Faja Color: Blanco Marca: Habasit	Poliuretano	137x702	1.2	-	41	106.2	1	V&V Import	41	106.2
2	Engranaje cilíndrico recto M1, 18D	Nylon	-	-	-	-	7.5	2	S.S. M.	-	15
3	Engranaje cilíndrico recto M1, 31D	Nylon	-	-	-	-	7.5	2	S.S. M.	-	15
4	Engranaje cilíndrico recto M1.25, 31D	Nylon	-	-	-	-	7.5	1	S.S. M.	-	7.5
5	Engranaje cilíndrico recto M1.25, 39D	Nylon	-	-	-	-	7.5	1	S.S. M.	-	7.5
6	Engranaje cónico de dientes rectos M1, 15D	Nylon	-	-	-	-	7.5	1	S.S. M.	-	7.5
7	Engranaje cónico de dientes rectos M1, 30D	Nylon	-	-	-	-	7.5	1	S.S. M.	-	7.5
8	Acople motor en faja transportadora	Nylon	-	-	-	-	5	1	S.S. M.	-	6
9	Acople en motor de hélice selectora	Nylon	-	-	-	-	5	1	S.S. M.	-	6

Tabla 4-2: Presupuesto de elementos mecánicos - continuación.

10	Acople en motor de prensor	Nylon	-	-	-	-	5	1	S.S. M.	-	6	
11	Apilador	Polietileno	-	-	-	-	15	1	S.S. M.	-	15	
12	Tapa protectora	Polietileno	-	-	-	-	5	1	S.S. M.	-	5	
13	Base amortiguador	Polietileno	-	-	-	-	5	1	S.S. M.	-	5	
14	Carcasa: Principal, Frontal y Trasera	AISI316	430x770, 240x570	1	-				1P	FAC METAL		
15	Guís laterales para cebollas	AISI316	120x480	1	-							
16	Bandeja de servicio	AISI316	430x280	1	-							
17	Cuñía separadora	AISI316	40x270	1	-							
18	SopORTE Apilador	AISI316	150x480	1	-	200	518			48.65	126	
19	SopORTE para Engranajes	AISI304	35x250	1/16"	-				1P	Polime-tales		
20	Caja protectora de fotointerruptores	AISI304	65x300	1/16"	-							
21	Carcasa: Base	AISI304	250x430	1/16"	-	130.2	337			7.00	18.2	
22	Mesa para Faja	AISI316	200x250	1/16"	-				1P	FAC METAL		
23	Paleta dosificadora	AISI316	20x40	1/16"	-							
24	Hélice Selectora	AISI316	200x200	1/16"	-							
25	Placa aseguradora Juliana	AISI316	48x100	1/16"	-							
26	Placa aseguradora Pluma	AISI316	102x112	1/16"	-	200	518			8.75	22.7	
27	Hélice Prensora	AISI316L	220x220	3/16"	-				1PL	Polime-tales		
28	SopORTes en Faja transportadora	AISI316L	40x320, 248x28	3/16"	-							
29	Patatas metálicas	AISI316L	40x208	3/16"	-	50.21	130	1PL		24.1	62.5	
30	Patatas de Goma	Caucho	-	-	-	-	0.5	4	E*	-	2	
31	Rodamientos en Faja	-	-	-	-	5.87	15.2	4	A.B.	23.5	60.8	
32	Barra circular - Ejes	AISI316L	L=420 mm	-	1"	119.6	310	L=3m	Polime-tales	16.75	43.4	
33	Barra cuadrada	AISI316L	L=280 mm	-	5/8"	95	246	L=3m	FAC METAL	8.87	23	
34	Bisagras	AISI304	-	-	-	-	5.8	3	Sodimac	-	3.9	
35	Tornillo Hexagonal M5	AISI304	-	-	-	-	0.25	250	S.S. M.	-	1	
36	Arandela D5	AISI304	-	-	-	-	0.2	250	S.S. M.	-	0.8	
37	Tuerca Hexagonal M5	AISI304	-	-	-	-	0.25	250	S.S. M.	-	1	
38	Barra circular 1 - Prensor	AISI316L	L=150 mm	-	10	47.1	122	L=3m	Polime-tales	-	6.1	
39	Barra circular 2 - Prensor	AISI316L	L=275 mm	-	5/16"	37.92	98.2	L=3m	Polime-tales	-	9	
40	Polea HS	-	-	-	-	-	15.6	100	Robots hop	-	15.6	
41	Correa en Polea HS	-	-	-	-	-	8	100	Robots hop	-	8	
42	Tornillo Parker o para chapa	AISI304	-	-	-	-	0.2	250	S.S. M.	-	2.4	
43	Tornillos Phillips de cabeza plana	AISI304	-	-	-	-	0.1	250	S.S. M.	-	2	
44	Arandelas cuadradas - General	AISI304	-	-	-	-	0.1	250	S.S. M.	-	2	
45	Tornillos Hexagonal M3	AISI304	-	-	-	-	0.15	250	S.S. M.	-	1.5	
46	Tuerca Hexagonal M3	AISI304	-	-	-	-	0.15	250	S.S. M.	-	1.5	
47	Arandela D3	AISI304	-	-	-	-	0.15	250	S.S. M.	-	1.5	
48	Tornillos Hexagonal M4	AISI304	-	-	-	-	0.2	250	S.S. M.	-	2	
49	Tuerca Hexagonal M4	AISI304	-	-	-	-	0.2	250	S.S. M.	-	2	
50	Arandela D4	AISI304	-	-	-	-	0.15	250	S.S. M.	-	1.5	
51	Bocinas de bronce	Bronce	-	-	-	-	0.8	250	S.S. M.	-	4	
52	Tornillos Allen	AISI304	-	-	-	-	0.1	250	S.S. M.	-	1	
53	Mecanizado	Doblado, fresa, torno, soldadura, cizalla								S.S. M.		150
										Total + IGV (S./.)	784.6	
										Total + IGV con descuento estimado del 18% (S./.)	643.4	

Tabla 4-3: Costo total.

Cotizacion		Costo (S/.)
1	Electrónica y Eléctrica	634.7
2	Mecánica	280.8
Total		915.5

Capítulo 5

Conclusiones

- El diseño del sistema mecatrónico propuesto fue simulado y según los cálculos realizados (Anexo 2) sería capaz de procesar siete cebollas en 56 segundos. Según una entrevista al chef Billy Mestas Auccapiña (Anexo 1), un chef en sus óptimas condiciones podría procesar únicamente cuatro cebollas en el mismo tiempo. El sistema Multicortador de Cebollas tiene buenas posibilidades de convertirse en un producto comercial cuyos principales compradores serían restaurantes en los cuales la demanda de platos que utilizan cebollas en cortes tipo Pluma y Juliana.

Bibliografía

- [1] ComoHacerPara
Cómo realizar los diferentes cortes de cebolla.
<<http://cocina.comohacerpara.com/n3862/como-realizar-los-diferentes-cortes-de-cebolla.html>> [Consulta 20 de Setiembre 2012]
- [2] Gastronomía&Cía
Tipos de corte Pluma.
<<http://www.gastronomiaycia.com/2010/06/10/tipos-de-corte-pluma>> [Consulta 20 de Setiembre 2012]
- [3] Electgpl
Detector con proximidad con LM567.
<<http://electgpl.blogspot.com/2009/03/detector-de-proximidad-con-pll-lm567.html>> [Consulta 23 de Octubre 2012]
- [4] Sensores emisión y receptor de infrarrojos
<http://perso.wanadoo.es/luis_ju/sensor/ir.html> [Consulta 29 de Octubre 2012]
- [5] NIEMANN, Elementos de máquinas, Barcelona, Labor, 1973. ISBN: 8433563262
- [6] NIEMANN, G., NEUMANN, B., Maschinenelemente - Band 3: Schraubrad-, Kegelrad-, Schnecken-, Ketten-, Riemen-, Reibradgetriebe, Kupplungen, Bremsen, Freiläufe, (Mecanismos de transmisión por tornillo sin fin, engranajes cónicos, cadenas, fajas, transmisión por fricción, acoplamientos, frenos, mecanismos de bloqueo.), Editorial Springer, 2004. ISBN: 978-3-540-10317-2
- [7] GROSSMANN, Federico
Polímeros y plásticos.
<http://zeus.dci.ubiobio.cl/~caaici/Apuntes/Materiales/apunte_07_-_polimeros_y_plasticos.pdf> [Consulta 03 de Noviembre 2012]
- [8] Tecnología de plásticos
Deshumidificación de plásticos.
<<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/deshimidificacion-de-plasticos.html>> [Consulta 29 de Octubre 2012]

- [9] James W. Kamman, Ph.D.
Western Michigan University.
ME 4590 Dynamics of Machinery [Consulta 9 de Octubre 2012]
- [10] SEA Studios.
Guía inteligente de plásticos.
<www.seastudios.org> [Consulta 30 de Octubre]
- [11] Consejos Prácticos Pro
Determinar potencia de un motor DC.
<<http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/calculo-motores-brushless/calculo-motores-brushless.pdf>> [Consulta 16 de Octubre 2012]
- [12] HPC Gears
Catálogos de engranajes, fajas y poleas de plástico.
<<http://www.hpcgears.com>> [Consulta 02 de Noviembre 2012]
- [13] La Comisión Europea
REGLAMENTO (UE) No 10/2011 DE LA COMISIÓN sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos.
<<http://eur-ex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:012:0001:0089:ES:PDF>> [Consulta 25 de Octubre 2012]
- [14] Forbo Siegling
Cálculo para banda transportadora.
<http://www.forbo-siegling.com/es/pages/brochures/technical/download/304-fms_transilon-calculo-de-la-banda-transportadora.pdf> [Consulta 17 de Octubre 2012]
- [15] Pro-Performance
El mecanismo biela manivela y su distribución.
<<http://www.pro-1performance.com/articulos tecnicos/articulotecnico3.htm>> [Consulta 10 de Octubre 2012]
- [16] Euro Inox, Steel Construction Institute
Manual de Diseño para Acero Inoxidable Estructural.
< www.euro-inox.org/htm/p_29_SP.html> [Consulta 03 de Noviembre 2012]
- [17] Transmisión por correas
Universidad Carlos III de Madrid.
<<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/material-de-clase-1/tema5-Engranajes.ppt>> [Consulta 18 de Octubre 2012]
- [18] SUNAT
Importación de mercancías.
<http://www.sunat.gob.pe/orientacionaduanera/importacion/consideraciones_generales.html> [Consulta 30 de Noviembre 2012]