

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
PREGADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
BOGOTÁ D.C.**

**LICENCIA CREATIVE COMMONS:** Licencia (sitio web) Atribucion-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia ( CC BY-NC-ND 2.5)

**AÑO DE ELABORACIÓN:** 2016

**TÍTULO:** Diseño e implementación de máquina electrónica para el corte de tallo y raíz de la cebolla cabezona

**AUTOR (ES):** Ruiz Martínez, Sergio Alejandro y Zapata Castañeda, Cesar Alejandro

**DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES):**

Ávila Velandia, Daniel Eduardo

**MODALIDAD:**

Proyecto de investigación tecnológico.

**PÁGINAS:** 89 **TABLAS:** 1 **CUADROS:** 4 **FIGURAS:** 61 **ANEXOS:** 4

## CONTENIDO:

INTRODUCCIÓN.....	19
1. GENERALIDADES .....	20
1.1 ANTECEDENTES.....	20
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	24
1.2.1 Descripción del problema.....	24
1.2.2 Formulación del problema.....	24
1.3 OBJETIVOS.....	24
1.3.1 Objetivo general.....	24
1.3.2 Objetivos específicos.....	24
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	24
1.5 DELIMITACIÓN .....	25
1.5.1 Espacio.....	25
1.5.2 Tiempo.....	25
1.5.3 Contenido.....	25
1.5.4 Alcance.....	25
1.6 MARCO REFERENCIAL .....	25
1.6.1 Marco Conceptual.....	25
1.6.1.1 Allium Cepa (Cebolla cabezona).....	25
1.6.1.2 Mecanismos capaces de cortar tallo y raíz de la cebolla.....	26
1.6.1.3 Método de recolección (corte tallo y raíz de la cebolla).....	27
1.6.2 Marco teórico.....	28
1.6.2.1 Motor eléctrico.....	28
1.6.2.2 Sistemas.....	31
1.6.2.3 Microcontrolador PIC 16F877A.....	31
1.6.2.4 Actuador.....	33
1.6.2.5 Sensor.....	33
1.7 Metodología.....	36
1.7.1 Tipo de estudio.....	36

1.7.2 Fuentes de información.....	37
1.8 Diseño metodológico.....	37
CONCLUSIONES.....	65
RECOMENDACIONES.....	66
BIBLIOGRAFÍA.....	67
ANEXOS.....	70
Anexo A.....	70
Anexo B.....	74
Anexo C.....	82
Anexo D.....	84

**DESCRIPCIÓN:** En la agricultura colombiana existe una carencia de desarrollo e implementación de tecnología, por lo que en todas las fases de cultivo se realizan con métodos que agregan muy poco valor al producto, derivando en baja competitividad y baja calidad del producto en el mercado nacional e internacional. Específicamente en el cultivo de la cebolla cabezona, los procesos de arreglar el producto para su comercialización, se realiza con riesgo de corte de cuchillas afiladas. Como alternativa a este problema y mejorar la calidad del producto, brindándole competitividad al agricultor, se realiza una máquina semiautónoma, que mediante unos brazos de apertura sujetan la cebolla, adaptado a una banda de transporte tipo oruga que traslada el bulbo a un sistema de corte capaz de adaptarse al tamaño y forma del bulbo para realizar el corte del tallo y raíz de manera precisa. El movimiento de la banda es originado por un motor reductor controlado por una señal PWM que permite controlar la velocidad de giro del motor DC, por otro lado, se realiza el conteo de los productos terminados con un sensor de barrera, el proceso de visualiza en una LCD. El sistema es alimentado por una fuente conectada a la red de energía AC. Debido a la disminución de la manipulación de los bulbos, se logra reducir el riesgo de lesiones en los trabajadores, además de la disminución de daño o pérdida de producto.

### **METODOLOGÍA:**

La primera fase del proyecto consiste en delimitar la necesidad del cultivador, determinar las condiciones de trabajo del sistema, y el cliente objetivo, por lo que se destina el proyecto a los pequeños productores de cebollas, ya que es el punto más neurálgico en el desarrollo y aplicación de tecnología, se analiza la función que debe cumplir el dispositivo y el producto con el cual se debe tratar. Esto represento el inicio de toma de decisiones en los posibles prototipos, ya que el bulbo no tiene un tamaño estándar y el tallo y la raíz pueden presentarse de diferentes tamaños y rigidez. En base a lo anteriormente mencionado se determina que el mecanismo en donde irán sujetas las hojas de corte, debes ajustarse al tamaño del tallo y la raíz para realizar un corte justo en la base del tallo y raíz de la cebolla.

En segunda fase, se comienza a definir el sistema de transporte y corte de las cebollas y cuál sería el mecanismo más óptimo y eficiente en la ejecución de la tarea. Se utiliza la herramienta SketchUp para modelar la estructura preliminar con el fin de generar el mejor modelo para el funcionamiento ideal de la máquina.

La tercera fase de diseño del prototipo, está basada en un sistema en el cual la cebolla sea ubicada horizontalmente, y se desplaza por una banda transportadora inclinada, adaptada a una cadena, ya que se puede hacer provecho de la fuerza de gravedad en el sostenimiento de la cebolla, dirigiendo el bulbo a dos cuchillas de corte ubicadas en cada parte lateral, seguido cae a una tolva de almacenamiento.

Finalmente, para lograr el sistema de control que permita la correcta operación de la máquina, se instala una LCD 16x2 que permita la visualización de la operación de la máquina, adicional se usa el microcontrolador PIC 16F877A debido a que es versátil y su uso es sencillo de aplicar. Se busca controlar la velocidad con la que la banda se desplaza, esto hace referencia a dos pulsadores configurados, uno para el aumento de la velocidad del motor, y otro para la disminución de la velocidad de este, además un botón de emergencia de parada, en caso dado de una avería o accidente. Para esto se programa en el PIC una salida de PWM (Modulación por Ancho de Pulso), esta salida tiene una variación entre 0 a 255, donde 0 es el 0% de ciclo útil (Figura 36), y 255 es el 100% de ciclo útil (Figura 37), para fines prácticos se decide en el display la visualización de una velocidad que va de 0% a 100%, donde 0 es el motor en reposo, y 100% es el motor en marcha en su máxima velocidad, para esto se realiza una regresión lineal en donde el valor en "Y" cuando "X" es igual a 0 debe ser 0, y el valore en "Y" cuando

“X” es 255 debe ser 100, con la ayuda de la herramienta Excel se logra realizar la regresión lineal

**PALABRAS CLAVE:** ADITAMENTO, AGRÍCOLA, BULBO, CATAFILOS, DESRABAR, DISCO BASAL, FILO, IMPRESIÓN 3D, MODULACIÓN POR ANCHO DE PULSO, NEMATODO, PALPADOR, TÚNICA, VÁSTAGO, YEMA LATERAL

**CONCLUSIONES:** La carencia de desarrollo tecnológico para el desarrollo del agro colombiano fue fundamental en la creación, prospección y fabricación del proyecto. La máquina aporta gran valor a los cultivadores a pequeña escala, ya que le permite automatizar los procesos de cultivo y brinda competitividad en el mercado, adicional mejora su producto a comercializar, agregándole un valor agregado.

La máquina cortadora de tallos y raíces de cebolla semiautónoma brinda una herramienta al agro colombiano, específicamente para el cultivo de las cebollas, que otorga ventaja competitiva, además la labor de eliminación de tallo y raíz que realizan los trabajadores, ahora pueden hacer uso de la maquina semiautónoma, que les permite visualizar la cantidad de cebollas a las que se les ha eliminado el tallo y raíz y la velocidad a la que la banda de transporte de desplaza, ya que la labor artesanal trae riesgos de cortaduras y lesiones en su integridad, además de la pérdida del producto en maltratos que le pudieran ocasionar a los bulbos de las cebollas cabezonas.

El mecanismo de apertura de las hojas de corte resultó fundamental en el proceso, ya que permite a las hojas poder acomodarse suavemente a las dimensiones del bulbo, así generar un corte preciso y efectivo sin generar mayores traumatismos al bulbo.

El control desarrollado para la operación de la máquina, le permite al operario graduar la velocidad a la que el sistema debe cortar las cebollas, además le otorga al motor la posibilidad de parada de emergencia con un pulsador, en caso de mal funcionamiento o accidente, recursos vitales para el correcto funcionamiento de la máquina.

**FUENTES:**

**BIBLIOGRAFÍA**

- Alegsa.* (14 de Julio de 2016). (Leandro Alegsa) Recuperado el 24 de Octubre de 2016, de <http://www.alegsa.com.ar/Dic/sistema.php>
- BELMONTE FERNANDEZ, J. G. (24 de Mayo de 2016). *Patentados*. Obtenido de <http://en.patentados.com/ipc-2013/devices-topping-or-skinning-onions>
- Calafell, M. G. (2008). *Maquina desrabadora o cortadora de cuellos y raices y otros*.
- Ceron, C. S. (2001). *Maquina automatica para cortar las raices y tallos a los ajos y otros vegetales*.
- Cometel Systems.* (26 de Octubre de 2016). Obtenido de <http://www.interempresas.net/FotosArtProductos/P80766.jpg>
- Definicion ABC.* (s.f.). Recuperado el 23 de Octubre de 2016, de <http://www.definicionabc.com/tecnologia/impresion-3d.php>
- Definicion ABC.* (s.f.). Recuperado el 23 de Octubre de 2016, de <http://www.definicionabc.com/general/agricola.php>
- Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española.* (s.f.). Recuperado el 26 de Octubre de 2016, de <http://dle.rae.es/?id=DRJKrsh>
- Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española.* (s.f.). Recuperado el 26 de Octubre de 2016, de <http://dle.rae.es/?id=Y2AFX5s>
- Electric Motor Warehouse.* (26 de Octubre de 2016). Obtenido de [http://cdn3.bigcommerce.com/s-sqg85bm/products/8727/images/25057/20UH01\\_\\_88856.1435083510.356.300.jpg?c=2](http://cdn3.bigcommerce.com/s-sqg85bm/products/8727/images/25057/20UH01__88856.1435083510.356.300.jpg?c=2)
- Electron tools.* (26 de Octubre de 2016). Obtenido de <http://www.electrontools.com/Home/WP/2016/03/09/regulador-de-voltaje-7805/>

- Electrontools*. (26 de Octubre de 2016). Obtenido de <http://www.electrontools.com/Home/WP/2016/03/09/regulador-de-voltaje-7805/>
- Fernandez, J. B. (2009). *Sistema automatico para el corte de tallos y raices de cabezas de ajos*.
- fértil, T. (26 de Octubre de 2016). *Tierra fértil*. Obtenido de <http://www.tierrafertil.com.mx/wp-content/uploads/2015/12/file7111280634066.jpg>
- Fortea, J. F. (1999). *Cortadora de cabezas y rabos y peladoras de cebollas*.
- Gil, F. y. (2001). *Maquina cortadora y peladora de cebollas*.
- ISA. (25 de Mayo de 2016). *ISA*. Obtenido de <http://www.isa.cie.uva.es/~maria/sensores.pdf>
- Jimenez, M. (2016). *Bulbos*.
- La Guia*. (s.f.). Recuperado el 25 de Octubre de 2016, de <http://biologia.laguia2000.com/tecnicas-en-biologia/taxonomia/clasificacion-de-los-seres-vivos-los-filos-o-divisiones>
- MCI*. (s.f.). (<http://cursos.olimex.cl/modulacion-por-ancho-de-pulsos/>) Recuperado el 24 de Octubre de 2016, de <http://cursos.olimex.cl/modulacion-por-ancho-de-pulsos/>
- Mecanización*. (s.f.). Recuperado el 25 de Octubre de 2016, de <http://www.cebollas-papas.com/agricultura/agricultura-plagas/agricultura-plagas-ditylenchus.php>
- Microchip*. (26 de Octubre de 2016). Obtenido de [http://www.microchip.com/\\_images/ics/medium-PIC16F877A-PDIP-40.png](http://www.microchip.com/_images/ics/medium-PIC16F877A-PDIP-40.png)
- Microchip. (s.f.). <http://www.microchip.com/wwwproducts/en/PIC16F877A>. Recuperado el 25 de Octubre de 2016, de <http://www.microchip.com/wwwproducts/en/PIC16F877A>
- Muahlers. (24 de Mayo de 2016). *Huerto de Urbano*. Obtenido de <http://huertodeurbano.com/como-cultivar/cebolla>

- P., J. O.-C.-R.-A. (2008). Non-destructive technologies for fruit and vegetable size determination. *Sciense Direct*.
- Potencia Electromecanica*. (s.f.). Recuperado el 22 de Octubre de 2016, de <http://www.potenciaelectromecanica.com/calculo-de-un-motorreductor/>
- Potencia electromecanica*. (26 de Octubre de 2016). Obtenido de <http://www.potenciaelectromecanica.com/calculo-de-un-motorreductor/>
- Proton*. (24 de Mayo de 2016). Obtenido de : <http://proton.ucting.udg.mx/materias/robotica/r166/r68/r68.htm>
- R., H. P. (2009). Los cultivos de cebolla y ajo en Colombia. *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS*, 9.
- R., H. P. (30 de Abril de 2016). *Soccolhort*. Obtenido de <http://www.soccolhort.com/revista/pdf/magazin/vol3/vol.3%20no.1/Vol.3.No.1.Art.4.pdf>.
- RENISHAW. (2009). *Palpadores de precision*. RENISHAW.
- Richard, W. (2002). *Patente nº A1 20030073875*.
- S., D. P. (30 de Abril de 2016). *Universidad Javeriana*. Obtenido de <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/eambientales/tesis26.pdf>
- Sanz, F. J. (23 de Abril de 2016). *Universidad publica de navarra*. Obtenido de <http://academica-e.unavarra.es/handle/2454/18432>
- Sata*. (25 de Agosto de 2015). Recuperado el 24 de Octubre de 2016, de [http://laguiasata.com/joomla/index.php?option=com\\_content&view=article&id=691:liriomyza-huidobrensis&catid=68:nombres-cientifico&Itemid=70](http://laguiasata.com/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=691:liriomyza-huidobrensis&catid=68:nombres-cientifico&Itemid=70)
- ST Microelectronics*. (26 de Octubre de 2016). Obtenido de <http://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/datasheet/82/cc/3f/39/0a/29/4d/f0/CD00000240.pdf/files/CD00000240.pdf/jcr:content/translations/en.CD00000240.pdf>
- The Last Proyect*. (25 de Mayo de 2016). Obtenido de <http://thelastlabproject.blogspot.com.co/2010/12/clasificacion-de-los-sensores.html>



## RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE -



*Unicrom.* (s.f.). Recuperado el 22 de Octubre de 2016, de  
<http://unicrom.com/control-de-motor-dc-con-puente-h/>

*Universidad Nacional Autonoma de Mexico.* (23 de Octubre de 2015). Recuperado el 24 de Octubre de 2016, de  
<http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/parasitologia/nematodos-generalidades.html>

Van, O. (2006). *Patente nº A1 2006094837.*

*Vetco.* (26 de Octubre de 2016). Obtenido de  
<http://www.vetco.net/catalog/images/VUPN7162-1.jpg>

**LISTA DE ANEXOS:** Anexo A. código de programación, Anexo B. galería fotográfica, Anexo C. diseño de pcb, Anexo D. manual de operación