

## Exergía: Una oportunidad para el desarrollo tecnológico

-Reflexiones preliminares-

*María Cecilia Rodríguez Marulanda  
Ingeniera Mecánica  
Docente de cátedra  
Instituto Tecnológico Pascual Bravo  
Colombia  
mmarula@epm.net.co*

### *Resumen*

*El presente artículo muestra algunas reflexiones preliminares que el grupo de investigación del Instituto Tecnológico Pascual Bravo ha formulado sobre el aprovechamiento de algunas energías alternativas (exergía de baja calidad o energías de fuentes naturales) mediante la optimización de los procesos de base mecánica; estudiando su naturaleza, características y repercusiones en el medio ambiente y el desarrollo sostenible.*

**Palabras Claves.** *Exergía, energía eólica, optimización, procesos mecánicos*

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la eficiencia es un tema obligado para quienes estamos comprometidos con el desarrollo de una empresa, una ciudad, un país o cualquier tipo de institución.

Un país será competitivo cuanto más alta sea su capacidad para sostener y expandir su participación en los mercados internacionales y elevar simultáneamente el nivel de vida de su población. Esto exige el incremento de la productividad y por ende, la incorporación de progreso tecnológico [CCM00]

Si lo anterior se quiere aplicar al sector industrial colombiano, el interrogante es ¿Con qué contamos para ser más eficientes y competitivos?, ¿Cómo producir más con menos?

Las respuestas a estos interrogantes serán múltiples y acordes con las diversas ciencias y técnicas existentes. En el campo de la ingeniería mecánica una opción sería el aprovechamiento de la exergía de baja calidad que se puede obtener de la energía que los

diferentes procesos de base mecánica desechan por considerarse poco útil dentro de su línea de producción, como también el aprovechamiento de la energía exergía con que contamos en nuestro entorno.

## 2. ARGUMENTACIÓN

Hacemos parte de una sociedad que se esta capacitando para enfrentar los desafíos que implica el libre mercado o en otras palabras la internacionalización y globalización de la economía mundial. Dicha tarea, es una invitación a desarrollar procesos industriales con uso sostenible de los recursos del medio ambiente. ¿Cómo?

Una de estas respuestas, quizá nueva para muchos de nosotros, pero en la que se empezó a trabajar sutilmente desde 1875 en un Trabajo titulado «On the equilibrium of Heterogeneous Substances»[GIB76], y que tuvo un gran apogeo con la crisis del petróleo a principios de la década de los setenta, que desafió a las economías de los países a buscar nuevas formas

## Tecnología

de energía, disminuir gastos de combustible y hacer un uso más eficiente de los recursos energéticos con que se contaban.; es el aprovechamiento de la EXERGÍA disponible en nuestro entorno.

### 2.1 EXERGÍA

La Exergía, término introducido por Rant en 1956, «es el trabajo que puede ser extraído de un fluido o de un sistema como resultado de condición de no equilibrio relativo a alguna condición de referencia»[RIV90], en otras palabras es la porción de energía que puede ser transformada en trabajo mecánico (la parte restante, sin utilidad práctica, recibe el nombre de anergía).

La exergía es por lo tanto la medida cuantitativa de la máxima cantidad de trabajo que puede obtenerse de un desequilibrio entre un sistema físico y el ambiente que lo rodea, determina de forma cuantitativa el valor termodinámico de cualquier recurso y permite analizar rigurosamente el desperdicio de los recursos en las actividades de una sociedad, estableciendo pautas cuantitativas para su ahorro y uso eficiente

Encontramos exergía acumulada en los mares tropicales por la diferencia de temperatura entre el fondo y la superficie - Colombia tiene dos extensas zonas costeras, una bañada por el océano Atlántico y otra por el océano Pacífico-; también encontramos exergía en la masa de agua de una presa que se encuentra por encima del nivel del mar debido a la diferencia de alturas -Colombia, gracias a sus recursos hídricos, cuenta con hidroeléctricas construidas a lo largo de su territorio-. Además, encontramos la exergía en una masa de vapor de agua en el subsuelo por la diferencia de presión y temperatura con respecto al aire de la atmósfera, o en una masa de petróleo o carbón por la posibilidad de combustión en la atmósfera. Se reconocen, entonces, fuentes renovables (como la energía solar, la geotérmica, entre otras) y no renovables (como el carbón, petróleo, uranio, el gas natural) de exergía

Ahora, es necesario considerar en la eficiencia de todos los procesos mecánicos factores que antes no se consideraban muy importantes como por ejemplo la contaminación ambiental, mayor eficiencia en el uso de los recursos energéticos, la reducción de la producción de desechos, entre otros. Según el Dr. Marcos Lujan, el análisis de exergía puede ser

utilizado como un criterio de eficiencia absoluto que tomaría en cuenta todos los aspectos necesarios para un proceso productivo sostenible y no es necesario realizar cálculos complicados para encontrar soluciones óptimas en base al análisis de exergía [LUJ92].

De allí que la optimización de un proceso productivo puede establecerse en dos vías:

1. El mejoramiento del proceso para que se genere menos energía de desecho y se aumente la eficiencia del mismo.
2. El aprovechamiento de la energía de desecho en procesos que requieran de baja exergía y que mejore las condiciones ambientales del lugar de trabajo y por ende la salud ocupacional de las empresas.

Esta segunda vía para la optimización de procesos, no solo es aplicable a los establecimientos industriales, también puede ser considerada para mejorar las condiciones de vida en zonas residenciales, hospitales, almacenes e instituciones educativas donde las cargas térmicas aumentan considerablemente debido a factores como:

- ✓ La transferencia de calor por conducción, radiación y convección a través de los techos, causada por la diferencia de temperatura entre la superficie de las tejas o planchas de concreto y el interior del establecimiento.
- ✓ El intercambio de calor de las personas por medio de la transpiración.
- ✓ El calor generado por la iluminación, los equipos de oficina, los electrodomésticos, entre otros.

Asimismo el aumento de la temperatura del globo terrestre causado por la industrialización y el "progreso" desenfrenado, nos esta obligando o soportar estados de verano asfixiantes, condiciones que disminuyen el rendimiento físico y mental del ser humano. Buscando una repuesta al cuestionamiento de cómo disminuir estas cargas térmicas en el interior de estos lugares de una forma económica, funcional y durable, se encontraron diferentes alternativas que utilizando la energía eólica mejoraban notablemente las condiciones ambientales.

### 2.1.1 La Energía Eólica

La energía solar da lugar a la energía eólica por calentamiento y movimiento de las masas de aire, a la energía hidráulica por evaporación y precipitación del agua, y a la energía de la biomasa que es energía solar acumulada por la acción de las plantas verdes.

“La energía solar directa proviene de la corona solar, que está a una temperatura de 6.000 grados absolutos. Tiene por tanto un contenido en exergía del 95%, aunque dicho contenido no es fácil de obtener. Las energías eólica e hidráulica no son calor, luego su contenido exergético es del 100%, siendo además fácil de obtener toda esta exergía” [CDH99].

Colombia por estar localizada entre los 12°27'N y los 4°12'S pertenece a la zona de confluencia intertropical de los vientos alisios del norte y del sur. Estas condiciones especiales y la existencia de vientos locales importantes en algunas zonas del país hacen que en la mayoría del territorio colombiano prevalezcan vientos suaves, los cuales no logran liberar por convección las cargas térmicas acumuladas en algunas regiones por la radiación solar, que en la zona tropical es más directa.

El mapa de energía eólica en nuestro país aún no cuenta con una información completa de este recurso en la mayor parte del territorio, por otra parte su enfoque esta directamente relacionado con la generación de potencia y no con la visión de un aprovechamiento menos exigente, es decir en procesos que requieran baja exergía y con los cuales se puedan proporcionar mejores soluciones a los problemas que la escasez de energía causa en lugares alejados de las redes rurales, procesos que pueden disminuir el nivel de necesidades insatisfechas en nuestros campesinos con soluciones que alivien problemas como la conservación de sus cosechas, la ventilación de habitaciones, entre muchos otros.

### 3. CONCLUSIONES

Es esta la motivación de uno de los proyectos que adelanta el Grupo de Investigación de Tecnología Mecánica del Instituto Tecnológico Pascual Bravo, **“La Caracterización De Procesos Mecánicos Con Fundamento En La Baja Exergía”**. Proyecto que implica una amplia zona de investigación con la que podemos contribuir a la preservación del medio ambiente y al mejoramiento de la calidad de vida de campesinos y ciudadanos, a través de las adaptaciones,

*Exergía - Una oportunidad para el desarrollo tecnológico*

la innovación y el desarrollo tecnológico con el uso de energías alternativas.

Dentro de este campo de investigación se ubica **“La Caracterización De Procesos Mecánicos Para Extracción De Aire Con Fundamento En Baja Exergía”** y **“La Caracterización De Las Propiedades De Frutas Secas Mediante La Evaluación De Tecnología De Secado En Frio Para Frutas Tropicales”**.

Este último proyecto incluye en sus variables de estudio la velocidad de aire, la temperatura y la humedad relativa del medio en que se conservan las frutas; variables éstas que se presentan siempre en los análisis de exergía disponible.

Actualmente el grupo de investigación busca una documentación completa de las formas más eficientes de aprovechamiento de la exergía y posteriormente se pretende generar soluciones tecnológicas que faciliten el aprovechamiento del recurso exergético con que cuenta nuestra región. Así mismo, se está documentando sobre las diferentes tecnologías aplicadas en la conservación de alimentos

### Referencias

- [CCM00] La Ventaja Competitiva De La Actividad Empresarial Antioqueña Hacia El Siglo XXI – Cámara de Comercio de Medellín 1998-2000, pag10
- [CDH99] Centro de Documentación de Humedales y Zonas Costeras para Meso-América Reseñas Bibliográficas Archivo 1999 volumen 2, No. 4
- [GIB76] Gibbs, J.W. «On the Equilibrium of Heterogeneous Substances». Proc. Conn. Acad, octubre 1875 - May 1876
- [LUJ92] Dr. Marcos Lujan “El Análisis Termodinámico en la Optimización de Procesos Industriales”.1992
- [RIV90] Ricardo Rivero R, Gisela Montero A. Ricardo Pulido “Terminología para la aplicación del método de Exergía” Subdirección de Ingeniería de Proyectos de Plantas Industriales I.M.P. Revista del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos. A.C. Septiembre-Octubre de 1990
- [LUJ92] Dr. Marcos Lujan “El Análisis Termodinámico en la Optimización de Procesos Industriales”.1992

## Módulo didáctico para sistemas de producción automatizados

Carlos Fernando Cárdenas Pérez

Técnico en electrónica SENA, Ingeniero en Electrónica UCC. Seminarios de Potencia Fluida y Robótica en FESTO México, Jefe de Proyectos y Desarrollos Panamco Colombia S.A. Especialista electrónico en COCA-COLA FEMSA. Docente desde 2001 en áreas de automatización industrial, PLC, Sensórica, Pneumática en la UCC, El Instituto Tecnológico Pascual Bravo, el SENA y la Institución Universitaria de Envigado IUE. Coordinador del Grupo de interés en automatización y robótica de la IUE –GIAR-2003. Coinvestigador de grupo de Investigación y Desarrollo tecnológico IDT, del Tecnológico Pascual Bravo.

### Resumen

*El grupo de Investigación y Desarrollo Tecnológico IDT, del Tecnológico Pascual Bravo, presenta la descripción y los avances de este proyecto de investigación en el área de Mecatrónica. El módulo didáctico para sistemas de producción automatizados es un centro de producción industrializado a baja escala, que le permitirá el aprendizaje a todo el estudiantado en el conocimiento, la aplicación y la utilización de sistemas de control automáticos, que están siendo actualmente aplicados a nivel industrial.*

**Palabras Claves.** *Microcontrolador: Es un circuito integrado que contiene la arquitectura de un microcomputador, es decir: CPU, RAM, ROM y circuitos de entrada y salida, que pueden operar en ambientes eléctricamente adversos. Robot Industrial: Es un manipulador multifuncional reprogramable, capaz de mover materiales, piezas, herramientas o dispositivos especiales, según trayectorias variables, programadas para realizar tareas diversas. Sensor: Artefacto usado para detectar cambios. Normalmente es un dispositivo digital. Las salidas de los sensores cambian de estado cuando detectan un cambio de corriente. Los sensores pueden ser de naturaleza digital o analógica.*

## 1. INTRODUCCIÓN

Con el ánimo de fomentar la investigación formativa de los estudiantes de las tecnologías mecánica y electrónica, El Tecnológico Pascual Bravo, conciente de las dinámicas globales del conocimiento y del desarrollo científico y tecnológico, comprometido con su dimensión de Institución Tecnológica como generadora de cultura, propicia espacios de formación académica, entre los cuales están los grupos de investigación.

Los grupos de Investigación en ciencia y tecnología (investigación científica y tecnología), son un equipo humano constituido por estudiantes, docentes e investigadores de una o varias disciplinas, comprometidos con el tema de la investigación, los

cuales están en capacidad de formular y ejecutar proyectos de investigación. Las diferentes temáticas, apoyan las líneas de investigación matriculadas en el Centro de Investigación tecnológica CINTEX, y se constituyen en la unidad fundamental para la generación de conocimiento.

Uno de los proyectos de este grupo de Investigación es el desarrollo del *Módulo Didáctico para sistemas de Producción Automatizados*.

En él se viene trabajando desde el semestre 01 del 2003, con un grupo interdisciplinario de alumnos y docentes de las tecnologías de Mecánica y Mecatrónica, de las jornadas presencial y semi-presencial de la institución.

## 2. ALCANCE DEL PROYECTO

La construcción del *Módulo Didáctico para sistemas de producción automatizados*, es un proyecto que consta de cinco estaciones:

*Estación de Proceso y clasificación de piezas*  
*Estación de distribución de piezas clasificadas*  
*Estación de empaque*  
*Estación de transporte*  
*Estación Robotizada de Paletizado*

Con estos módulos se tendrá un sistema de producción industrial a baja escala, en donde los estudiantes podrán aplicar sus conocimientos y destrezas para el desarrollo de controles utilizados en empresas manufactureras.

El módulo didáctico contiene aplicaciones prácticas en las siguientes disciplinas:

*Sensórica Industrial*  
*Controles Lógicos Programables -PLC-*  
*Encoders*  
*Neumática*  
*Mecanismos de transmisión de velocidad*  
*Robótica*  
*Tecnología de Vacío*

## 3. FUNCIONAMIENTO DEL CONJUNTO DE ESTACIONES

Las cinco estaciones estarán unidas mecánicamente a través de bandas transportadoras, y estarán

sincronizadas eléctricamente unas con otras a través de señales digitales que le entregará cada uno de los PLC's de cada uno de los procesos a los demás.

Se manufacturarán piezas cilíndricas de 50 mm de diámetro por 50 mm de altura. Las piezas están fabricadas de tres diferentes tipos de materiales, Aluminio, Madera y Plástico. Existen dentro de éstas, piezas defectuosas (con 5 mm mas de alto), que el sistema debe reconocer y rechazar dentro del paquete de piezas defectuosas.

Las piezas se alimentarán entonces a la primera estación, allí se seleccionarán, se clasificarán por material y se rechazarán las que no cumplan con los estándares, las demás pasarán a la estación de distribución en donde a través de 3 bandas se almacenaran de manera independiente de acuerdo al tipo de material de la pieza.

Posteriormente se empaquetarán las piezas en cajitas de cartón conteniendo de a nueve unidades en cada una.

Posteriormente un sistema robotizado de paletizado empaquetará las cajas en estibas.

En la figura 1 se aprecia una visión general del Módulo, en donde se encuentran las estaciones y el flujo de las piezas manufacturadas a lo largo de todo el proceso.

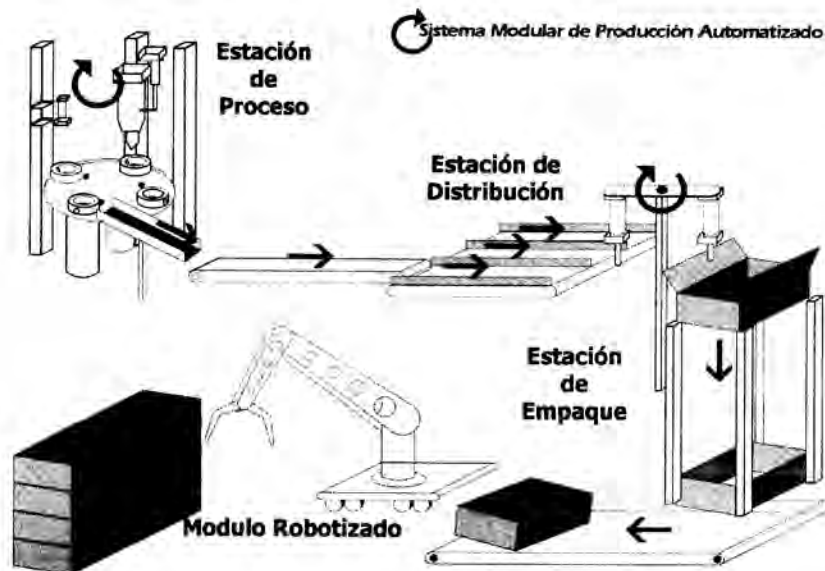


Figura 1: Visión general del Módulo

*Módulo didáctico para sistemas de producción automatizados*

## Tecnología

### 4. FUNCIONAMIENTO DE CADA UNA DE LAS ESTACIONES DE TRABAJO

#### 4.1 ESTACIÓN DE PROCESO Y CLASIFICACIÓN DE PIEZAS

Dentro del proceso de la fábrica industrial a escala, la primera de las estaciones, es la del procesamiento de las piezas. Este sistema consiste en una mesa rotativa de 6 posiciones, en cada una de ellas se realiza una tarea específica; tarea que debe ser controlada de manera sincrónica desde el equipo principal de control.

Cada una de las posiciones tiene una tarea específica dentro del proceso de la manufactura de la pieza, estas posiciones son:

*4.1.1 Posición 1 – Magazín de alimentación.* El sistema cuenta con un dispensador de piezas vertical que sirve de magazín de alimentación al proceso, cada que se presenta una rotación, el sistema de frenado de piezas permite la alimentación de una y solo una pieza en el plato.

Esta pieza iniciará su recorrido a lo largo de las seis posiciones.

El sistema de alimentación recibe piezas cilíndricas tanto buenas como piezas defectuosas. Se deben entregar en una posición precisa en el plato. Una vez la pieza es ubicada en la posición, un sensor electrónico envía una señal que indica la presencia de la pieza y que garantiza que pueda realizarse el próximo movimiento.

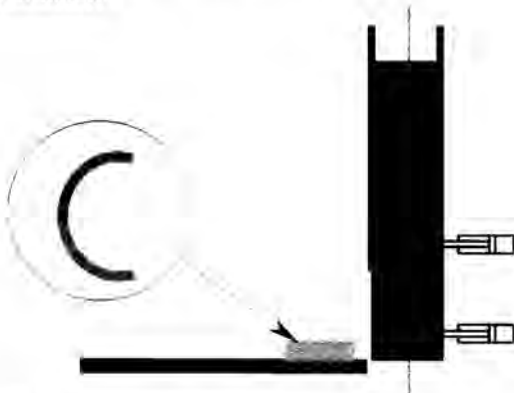


Figura 2. Alimentador de piezas

*4.1.2 Posición 2 – Detección de piezas defectuosas.* En esta posición se deben medir la altura de las piezas,

con el fin de determinar las piezas buenas y las piezas defectuosas. La diferencia entre unas y otras es de 1 mm. La medida de esta diferencia de alturas se realiza a través de sensores ópticos de fibra óptica.

Una vez identificadas las defectuosas, la señal debe ser llevada a un registro de corrimiento para posteriormente ser rechazada en la posición de evacuación de defectuosas.

*4.1.3 Posición 3 – Perforado de piezas buenas.* Una vez identificadas las piezas buenas, deben ser perforadas con una broca de 3/16" a una profundidad de 1".

Para poder perforar las piezas se requiere que la pieza se encuentre en posición, que la pieza sea buena, es decir, que cumpla con la altura estipulada, y que el taladro tenga broca.

Con esos requisitos, una vez la pieza esté en posición, el taladro debe desplazarse linealmente 1" y posteriormente retirarse después de haber realizado la perforación.

Una vez el taladro haya regresado a su posición envía la señal para que el plato pueda realizar su próximo movimiento.

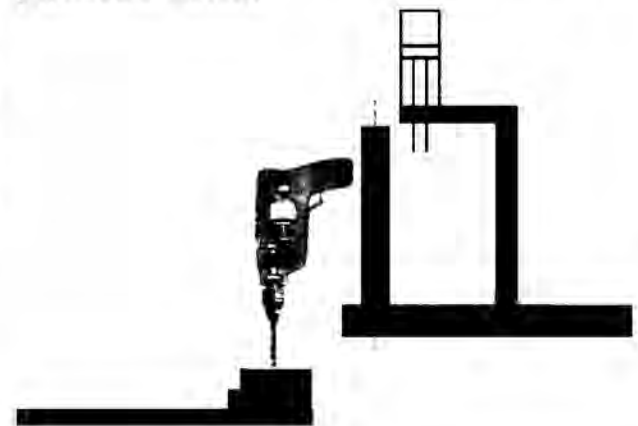
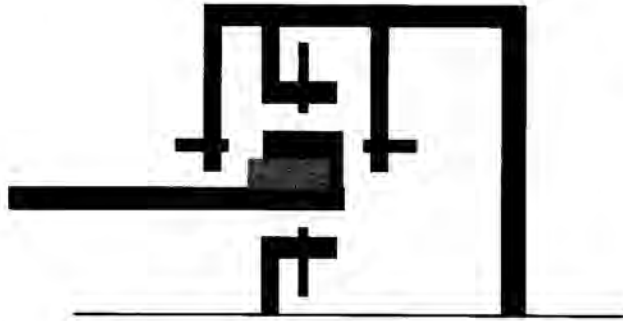


Figura 3. Perforación de piezas

*4.1.4 Posición 4 – Identificación de material de las piezas.* Las piezas que se manufacturaran en el módulo didáctico son de tres diferentes tipos de material: Aluminio, Madera y Plástico.

En esta posición el sistema, a través de sensores electrónicos, detectará e identificará cada uno de los diferentes tipos de materiales, con el fin de poder enviarle esta información a la siguiente estación.

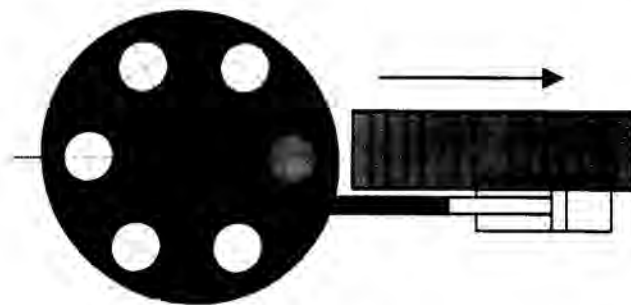


**Figura 4.** Identificación de piezas

**4.1.5 Posición 5 – Rechazo de piezas defectuosas.** En esta posición, se rechazarán, a través de un sistema neumático, las piezas que resultaron defectuosas en la posición 2.

Estas piezas serán retiradas del proceso de producción y continuarán dentro de la línea de distribución y empaclado únicamente las buenas.

La expulsión se realizará a una cubeta ubicada al lado de la estación de proceso de piezas y retornarán al magazín de manera manual cuando se requiera hacer un nuevo proceso.



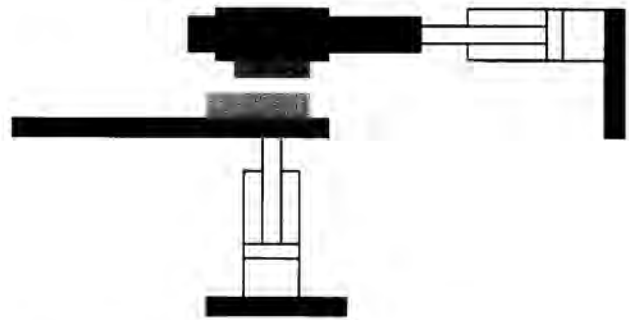
**Figura 5.** Rechazo piezas defectuosas

**4.1.6 Posición 6 – Expulsión de piezas buenas.** En esta posición, se expulsarán las piezas que cumplan con los estándares, de los diferentes materiales, a la siguiente estación de distribución clasificada de piezas.

La expulsión se realizará con ayuda de actuadores neumáticos de doble efecto, que van sincrónicos con los movimientos de la máquina.

Dentro de este proceso debe garantizarse que no haya presencia de atranques en el equipo.

*Módulo didáctico para sistemas de producción automatizados*

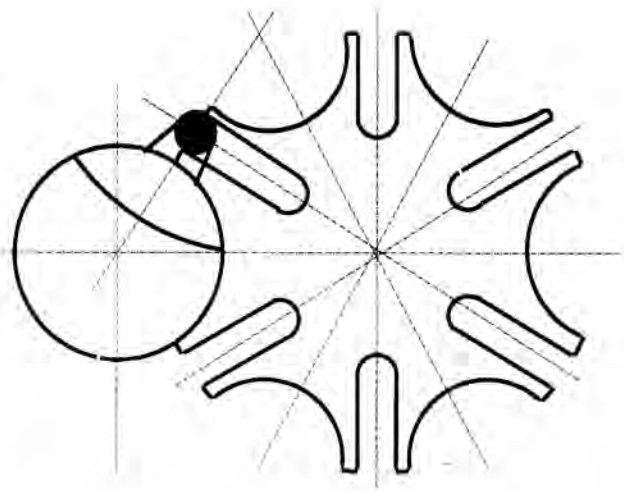


**Figura 6.** Expulsión piezas buenas

**4.1.7 Sistema Mecánico de la estación de procesamiento de piezas.** La mesa es una estructura metálica, de 90 cms. de alta. Cuenta con un sistema de tracción basado en un motor eléctrico trifásico y una caja reductora, que me permite tener 30 golpes por minuto.

Para garantizar que el plato divisor trabaje de manera adecuada y se puedan garantizar los paros precisos cada  $60^\circ$ , se cuenta con un mecanismo de transmisión conocido como Cruz de Malta de Ginebra.

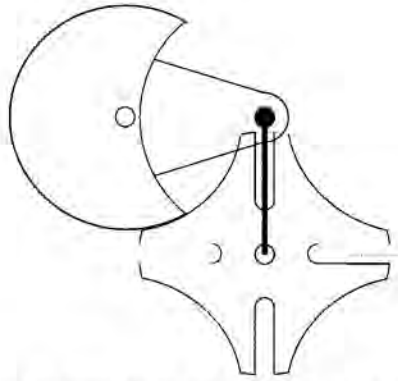
Este mecanismo me permite tener movimientos rotativos intermitentes, que me garantizan la ubicación precisa en cada una de las posiciones.



**Figura 7.** Mecanismo de 6 posiciones de la Cruz de Malta de Ginebra.

En la figura podemos apreciar el conjunto de elementos que conforman la cruz que se utilizará en la estación.

## Tecnología



**Figura 8.** Mecanismo de tracción que va acoplado a la caja reductora y que impulsa la Cruz de Malta de Ginebra.

### 4.2 ESTACIÓN DISTRIBUCIÓN DE PIEZAS

En esta estación se recibirán las piezas provenientes de la estación No. 1 de proceso.

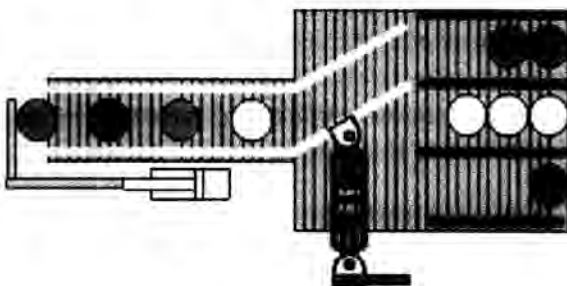
Previamente las piezas han sido analizadas de acuerdo a su material y su calidad con respecto a la norma. Estas señales son llevadas a través de registros de corrimiento hasta la estación distribuidora.

La estación de distribución cuenta con tres bandas transportadoras en las cuales se alojarán las piezas de los diferentes materiales.

Por el carril No. 1 irán las de aluminio, por el carril No. 2 irán las de madera, por el carril No. 3 irán las de plástico.

La banda cuenta con un sistema motriz de motores de corriente directa de alto torque, con el fin de poder desplazar de manera lineal e independiente cada grupo de piezas, para que queden listas a entregar a la estación No. 3 de empacado.

Una vez esté completo un grupo de nueve piezas se dará la señal al PLC del empacado para que inicie su proceso.



**Figura 9.** Estación Distribución de pieza

### 4.3 ESTACIÓN DE EMPACADO DE PIEZAS

La estación de empacado toma las piezas clasificadas y las empaca en unas pequeñas cajas de madera en paquetes de 9 unidades.

El sistema de sujeción es por vacío, utilizando el sistema venturi.

La distribución adecuada de la posición al interior de la caja se obtiene utilizando cilindros neumáticos unido por las tapas traseras.

### 4.4 ESTACIÓN PALETIZADO ROBOTIZADO DE PIEZAS

Golliath es un robot diseñado en estructura metálica de aluminio, con perforaciones a lo largo de su estructura que permite disminuir su peso estructural. El brazo robot posee cinco grados de libertad; uno sobre su propia base, que le permite realizar movimientos angulares de  $0^\circ$ ,  $90^\circ$  y  $180^\circ$ ; El segundo es el movimiento del brazo, que permite levantar tanto la estructura como la carga  $90^\circ$ ; El tercer movimiento permite el levantamiento y asentamiento del conjunto muñeca y pinza, este desplazamiento es de 20 cms.

La muñeca tiene sujeta a su eje una pinza angular de  $15^\circ$ , este conjunto tienen un desplazamiento rotacional de  $90^\circ$ . Por último se encuentra adherido a su muñeca, la pinza neumática, que le permite hacer la sujeción de las piezas de hasta 300 gramos.

Todos los accionamientos del brazo robot están accionados por actuadores neumáticos. Todo el sistema de accionamiento mecánico del robot Golliath está impulsado por energía neumática.

El sistema robótico posee además sensores magnéticos electrónicos que le dan la información al sistema de control sobre la posición de cada uno de los actuadores y de esta manera poder identificar de modo confiable la posición en la que se encuentra ubicado el robot.

La base del robot, está a su vez dotada de dos cilindros neumáticos de doble efecto, unidos por sus tapas traseras, lo que nos permite tener tres posiciones determinadas de desplazamiento.

El robot está ubicado sobre un par de rieles y una estructura metálica que permite que todo el conjunto





**Figura 10.** Robot Golliath

robot se desplace longitudinalmente hasta por 4 metros. El sistema de tracción se realiza a través de un mecanismo de cadena, acoplada a una caja reductora, impulsada por un motor eléctrico. Este conjunto puede rotar hacia ambos lados, lo que permite un desplazamiento adelante y atrás.

Todo el sistema de control está basado en dos tecnologías, la una un sistema microcontrolado, desde donde se comandan las funciones de recepción de señales del sistema y se entregan señales a los contactores que manejan la potencia. La otra es un sistema basado en un Control Lógico Programable PLC.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desarrollo de éste proyecto le ha permitido a los integrantes del grupo, aplicar los conocimientos específicos de las materias de aprendizaje, además de la investigación de otros que no forman parte directa de su estructura curricular, pero que han adquirido, bajo su propia tutoría, al trabajar en base a proyectos específicos de investigación.

Para finales del año 2003, se tendrán las estaciones 1 (De procesamiento de piezas) y 4 (Paletizado Robotizado) en operación y para el primer semestre del año 2005 las estaciones 2 (Distribución) y 3 (Empacado).

Con el desarrollo de este proyecto tanto los participantes como la comunidad académica en general, se beneficiarán de tener unos excelentes recursos para la adquisición del conocimiento, en diferentes áreas, entre las que podemos citar:

Diseño mecánico, cálculo de estructuras móviles, sistemas microcontrolados móviles, sensorica industrial aplicada, controles de motores DC, generación de vacío y aplicaciones de robótica, Controles Lógicos Programables, Variación de velocidad en motores AC, entre otros.

El diseño, la fabricación, el ensamble de piezas y componentes para cada uno de los módulos está siendo realizado con participación de alumnos, docentes y personal de laboratorios de la institución, con los recursos de la misma.

Es además el interés de los participantes en este proyecto, interactuar e intercambiar procesos con otros grupos de investigación en automatización industrial y robótica, y ser partícipes del cambio tecnológico fomentado desde la academia.

## Referencias

- BARRIENTOS, Antonio y otros. "Fundamentos de Robótica", primera edición, Mc Graw Hill 1999, p.9
- MORENO, Carlos Mario. "Microcontroladores PIC" Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, p.2
- STENERSON, Jon, "Fundamentals of programmable logic controllers, sensors, and communications", second edition. Prentice Hall, 1999, p. 556.