

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA CAPSULADORA PARA ENVASES PLÁSTICOS TAPA ROSCA DE 250 MILILITROS HASTA 1000 MILILITROS CON UNA CAPACIDAD DE 26 BOTELLAS POR MINUTO PARA LA MICROEMPRESA ANDIPACK.”**

Andrés Vladimir Campaña Enríquez

Pablo Marcelo Contreras Jácome

Carrera de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica del Ejército - Av. Progreso S/N,  
Sangolquí, Ecuador

---

## **RESUMEN**

La microempresa ANDIPACK se vio en la necesidad de mejorar su proceso productivo debido a la exigencia del mercado durante el año 2010, de ahí nace el presente proyecto de grado, cuyos objetivos son el de mejorar la eficiencia del proceso de producción y optimizar recursos de mano de obra en la microempresa mediante la implementación de la máquina capsuladora (máquina encargada de sellar tapas rosca en envases plásticos por aplicación de un torque).

La ejecución del proyecto tuvo varias etapas como el análisis del funcionamiento del proceso de envasado ANDIPACK, alternativas de diseño de los diferentes mecanismos, diseño de la máquina capsuladora, construcción y adquisición de elementos, montaje, pruebas de funcionamiento y análisis económico - financiero.

La influencia de este proyecto está encaminada hacia el sector industrial dedicado al envasado de bebidas con envases plásticos de tapa rosca, motivando a la pequeña y mediana empresa a automatizar sus procesos e incrementar su capacidad de producción.

## **ABSTRACT**

ANDIPACK Company wants to improve the production process due to market demand during 2010, this thesis covers the company's necessity, whose objectives are to improve production efficiency process and optimize labor resources force in the company by implementing the capping machine.

The project had several stages: analysis of ANDIPACK packaging process, design alternatives of different mechanisms, capping machine design, construction and acquisition of elements, installation, performance testing and economic financial analysis.

The influence of this project is directed towards the industrial sector dedicated to the beverages packaging with plastic bottles and screw caps, encouraging small and medium enterprises to automate their processes and increase production capacity.

---

## **1. INTRODUCCIÓN**

El sector industrial ecuatoriano dedicado a la elaboración de bebidas, ha tecnificando sus procesos con el transcurso del tiempo, adquiriendo maquinaria específica para cada etapa del proceso a manera que la demanda del producto aumenta; es así como tenemos en la actualidad gran variedad de maquinaria de acuerdo al nivel de producción de cada empresa sea a volúmenes altos, medios o bajos. Las grandes empresas envasadoras de bebidas en el Ecuador tienen varias líneas de llenado completamente automatizadas quienes manejan altos volúmenes de producción y disponen de máquinas capsuladoras con capacidades de 32000 envases por hora; sin embargo existen otras industrias más pequeñas que todavía manejan procesos de capsulado manual donde se alcanzan producciones

muy bajas de alrededor de 200 envases por hora.

ANDIPACK nace el 13 de Septiembre del 2003 y empieza su actividad económica como un taller artesanal dedicado a la producción y comercialización de bebidas siendo su primer producto un jugo de naranja llamado POON C. En el año 2007 firma un contrato con la empresa PARAMOUNT BISHOP para envasar un zumo de limón para comidas conocido como CITRUS, producto que se sigue envasando hasta la actualidad.

Esta microempresa se encuentra dentro de las empresas de bajos volúmenes de producción, sin embargo, ha decidido ampliar su volumen de producción a un nivel medio para los siguientes periodos, motivo por el cual, la implementación de una maquinaria especializada para sus procesos es de vital importancia para

cumplir con sus objetivos y no incrementar el número de trabajadores necesarios en su cadena de producción.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. RECONOCIMIENTO DE LA NECESIDAD DE LA EMPRESA

La microempresa ANDIPACK cuenta con un proceso de elaboración de bebidas (jugos con saborizantes) conformado por un tanque de mezclado, un pasteurizador, un presurizador y una línea de llenado con cuatro inyectores, el proceso de llenado es semiautomático, una persona se encarga de colocar las botellas plásticas bajo cada inyector y activa un micro-switch para suministrar el líquido durante un tiempo controlado por un temporizador. El proceso de sellado es realizado por uno o dos operadores, los cuales se encargan de colocar y sellar las tapas-rosca manualmente dando como resultado un proceso poco eficaz.

#### 2.1.1. ANALISIS DE TIEMPOS

El objetivo del análisis de tiempos es determinar el proceso que limita la producción (cuello de botella). En una muestra tomada durante 20 días de trabajo se obtuvo los siguientes promedios diarios de tiempos.

ÁREAS	LLENADO	SELLADO	ETIQUETADO
TIEMPO PROMEDIO POR UNIDAD (s)	6,53	11,15	8,10

**CUELLO DE BOTELLA**

### Capacidad de producción actual ANDIPACK

Tiempo (s)	Tiempo (h)	Botellas
11,15	0,0031	1
18000	5,00	1614
Cantidad diaria (5 horas de trabajo)		

Cantidad máxima mensual (20 días de trabajo)	35516
--	-------

### Capacidad de producción ANDIPACK incrementando la máquina capsuladora (velocidad 26 botellas por minuto [bpm.]).

ÁREAS	LLENADO	SELLADO	ETIQUETADO
TIEMPO PROMEDIO POR UNIDAD (s)	6,53	2,31	4,05

**CUELLO DE BOTELLA**

Tiempo (s)	Tiempo (h)	Botellas
6,53	0,0018	1
18000	5,00	2756,51
Cantidad diaria (5 horas de trabajo)		

Cantidad máxima mensual (20 días de trabajo)	55130
--	-------

### Capacidad propuesta por la microempresa ANDIPACK.

CANTIDAD MENSUAL	VELOCIDAD REQUERIDA	
	botellas/día	bpm.
140000	7000	23.33

FACTOR DE SEGURIDAD	bpm.
10 %	25.66

A la velocidad requerida se la incrementó un 10% de su valor para hallar la velocidad de operación de la maquina, dando como resultado una velocidad de **26 bpm.**

## 2.2. METODOLOGÍA

Para la ejecución de este proyecto, se evaluó varias alternativas de diseño por medio de matrices de ponderación y de toma de decisiones. Mediante un estudio de tiempos productivos y especificaciones facilitadas por la microempresa se determinó la velocidad de la máquina. Se realizó un análisis cinemático y dinámico del Mecanismo de Ginebra, se aplicó criterios de diseño de ejes tanto estáticos como a fatiga, diseño de engranajes por medio del método AGMA, investigación de la diversidad de tipos de capsuladores, determinación de potencia requerida para la máquina, selección de elementos mecánicos, neumáticos, eléctricos y automatización del sistema. Se utilizó criterios de procesos de manufactura para la construcción de los elementos y se realizó un análisis económico financiero para determinar costos y rentabilidad.

Para la facilidad de cálculos y análisis se utilizó varios softwares como son: Autodesk Inventor (diseño, simulación y elaboración de planos de elementos y conjuntos), Mathcad (cálculos), LOGO Confort (automatización) entre otros.

## 3. RESULTADOS

Como resultado se tiene la máquina capsuladora cien por ciento operativa cuyas características son:

### General

Rendimiento	Velocidad de la máquina	26 bpm.
Gama de trabajo	Volumen contenido en las botellas	250 hasta 1000 ml.

### Sistema neumático

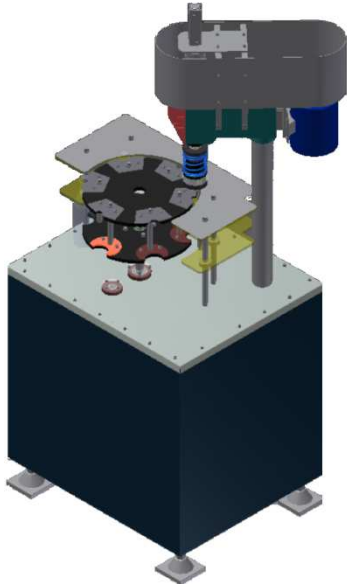
Aire a presión	Presión de abastecimiento	6 bar
	Presión de servicio (regulador 1)	4 bar
	Presión regulador 2	3 bar

### Sistema eléctrico

Tensión de servicio	Sistema de fuerza Sistema de control	220 V Trifásica 24 V DC
---------------------	---	----------------------------

### Lubricación

Grasa	Marca: Lubrication Engineers Producto: PYROSHIELD 5180	Uso en industria minera, engranajes abiertos que operan en las más severas condiciones de servicio.
-------	---	---



**Fig. 1 Máquina Capsuladora Modelado**

La máquina es de tipo rotativa por paso y su cabezal capsulador es de tipo magnético.



**Fig. 1 Máquina Capsuladora**

### 3.1. RENDIMIENTO

Medición No.	T (s)	Botellas producidas	Botellas selladas correctamente	Rendimiento (%)
1	60	26	26	100
2	60	26	26	100
3	60	26	26	100

El Periodo de la Cruz de Ginebra obtenido en mediciones alcanzó un valor de 2.31s, exactamente igual al valor teórico calculado en el Capítulo 4, dando como resultado una velocidad de la máquina de 26.02 bpm.

### 4. CONCLUSIONES

- El trabajo realizado por la máquina no requiere de altas potencias, fue necesario la implementación de un motor de 0.25 kw para el sistema posicionador de envases y un motor de 0.56 kw para el sistema capsulador, potencias que satisfacen ampliamente la demanda de trabajo y no representan un incremento notable en el consumo de energía de la empresa.
- Si la microempresa ANDIPACK en futuro actualizara la maquinaria de los demás procesos de envasado con velocidades superiores o iguales a 26 botellas por minuto, la producción mensual se incrementaría a 156000 unidades en 20 días laborables.

- La implementación de este tipo de maquinaria puede ser un elemento de gran ayuda para las microempresas y medianas empresas dedicadas al campo de elaboración de bebidas permitiéndoles automatizar los procesos e incrementar su capacidad de producción.
- El costo del proyecto teórico fue de 8184,88 dólares americanos, valor que puede ser recuperado en 8 meses de producción de la maquinaria, demostrando así que el proyecto es muy rentable y permitirá solucionar los problemas actuales y a futuro de la microempresa ANDIPACK.
- Algunos componentes del proyecto fueron obtenidos de segunda mano con el fin de reducir costos, el valor total de la máquina fue de 3000 dólares americanos.

## 5. REFERENCIAS

- ROTHBART, H. A. Mechanical And System Handbook. ed. Mc Graw Hill. sección 4. 1964.
- BICKFORD, J. H. Mechanisms for Intermittent Motion. New York: ed. Industrial Press. 1972.
- SHIGLEY, J.E. Diseño en Ingeniería Mecánica, 6ta ed. México, MacGraw Hill.
- AXTELL, B. Técnicas de Envasado y Empaque. Traducido del inglés por César Ruiz. Lima-Perú, ITDG. 1998.
- DEUTSCHAM, A. D. Diseño de Máquinas. Traducido del inglés por José Garza Cárdenas. México: ed. Continental S.A. 1987.
- OTI-BOATENG, P. ASHURST, P. R. Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices. 2da. ed. Hereford - United Kingdom: Blackwell Publishing, 2005.
- SEARS, F.W. ZEMANSKY, M.W. Física Universitaria, 11va ed.
- MOTT, ROBERT. L, Diseño de Elementos de Máquinas 4ed.
- DOBROVOLSKI, Elementos de máquinas. URSS. 1970.
- Catálogo Iván Bohman, Materiales de Ingeniería.

## 6. FIRMAS DE RESPONSABILIDAD Y REVISIÓN

---

DIRECTOR: Ing. Fernando Olmedo S.

---

COORDIRECTOR: Ing. Borys Culqui C.