



## XVIII SIE

### **AUTOMATIZACIÓN, ROBÓTICA Y SISTEMAS COMPUTACIONALES.**

#### **Modernización del Sistema Automático de Separador Centrifugo de Jugo Alfa-Laval VNPX 417.**

#### *Modernization of the Automatic System of Centrifugal Juice Separator Alfa-Laval VNPX 417.*

Yanier Rodríguez Dulzaides<sup>1</sup>.

- 1- UEB Industrial Ceballos, Empresa Agroindustrial Ceballos, Cuba. E-mail:  
[automatizacion@natio.co.cu](mailto:automatizacion@natio.co.cu) , [yanierrodriguez2018@gmail.com](mailto:yanierrodriguez2018@gmail.com)

#### **Resumen:**

Teniendo en cuenta la importancia que representa Separador Centrifugo de Jugo Alfa-Laval VNPX 417 para el proceso productivo y las constantes averías provocadas por los más de 35 años de explotación continua. Se decidió por los especialistas de la UEB Industrial Ceballos desarrollar un proyecto de modernización del Separador Centrifugo Alfa-Laval VNPX 417. Sustituyendo el sistema antiguo de automatismos por otro más moderno y confiable. Que permitiría junto a la disminución considerable de paradas innecesarias del proceso, aumentar la eficiencia industrial y el rendimiento de los productos que son procesados en esta máquina. Basándose en la observación, entrevistas, estudio bibliográfico y la programación, se logró automatizar completamente el proceso. Instalando un PLC (Programmable Logic Controller) asociado a un HMI (Human Machine Interface) con matriz táctil y un variador de frecuencia, utilizando componentes adquiridos dentro de Cuba. Como resultado se logró disminuir considerablemente el nivel de averías, mayor seguridad para los operadores y el equipamiento. Además de automatizar otras funciones con la que no contaba. Esto permitió mejorar los rendimientos productivos, afectados por la pérdida de producto en el funcionamiento



incorrecto. Haciendo más eficiente la industria y ahorrándole miles de Euros en una inversión que era necesaria.

**Abstract:**

*Taking into account the importance of the Centrifugal Juice Separator Alfa-Laval VNPX 417 for the productive process and the constant breakdowns caused by more than 35 years of continuous exploitation. It was decided by the specialists of the UEB Industrial Ceballos to develop a modernization project for the Alfa-Laval Centrifugal Separator VNPX 417. Replacing the old automation system with a more modern and reliable one. That would allow, together with the considerable decrease of unnecessary stops in the process, increase the industrial efficiency and the performance of the products that are processed in this machine. Based on observation, interviews, bibliographical study and programming, the process was completely automated. Installing a PLC (Programmable Logic Controller) associated with an HMI (Human Machine Interface) with touch matrix and a frequency inverter, using components purchased within Cuba. As a result, it was possible to considerably reduce the level of breakdowns, greater safety for operators and equipment. In addition, to automate other functions that did not count. This allowed to improve the productive yields, affected by the loss of product in the incorrect operation. Making the industry more efficient and saving you thousands of Euros in an investment that was necessary.*

**Palabras Clave:** Separador Centrífugo; Automatización; Controlador Lógico Programable (PLC).

**Keywords:** Centrifugal separator; Automation; Programmable Logic Controller (PLC).

## 1. Introducción

La entidad Industrial Ceballos, única en su tipo en la región central de Cuba, se dedica al procesamiento de frutas, hortalizas y tubérculos. Contamos con modernas tecnologías y otras que se encuentran en explotación hace muchos años y que son muy importantes en



el proceso productivo de la industria. En este caso se encuentra el Separador Centrifugo Alfa-Laval VNPX 417. Figura 1, adquirido por nuestra entidad en el año 1981.



Figura 1. Separador Centrifugo de Jugo Alfa-Laval VNPX 417.

Desde entonces se ha mantenido en funcionamiento cada año de forma ininterrumpida enfrentando largas campañas y dando muestra de la calidad de su fabricación, una mecánica muy precisa y duradera, y un sistema automático basado en relés y temporizadores que para su época era novedoso, pero luego de 38 años de explotación comenzó a presentar fallas, Figura 2, las cuales se hacían cada vez más difíciles de resolver debido a la obsolescencia de sus componentes.



Figura 2. Panel eléctrico de VNPX 417 antes de la modernización.

Es por esto que se decidió comenzar este proyecto de modernización de todo su sistema automático, trazándonos los objetivos de sustituir todo el sistema de control a base de relés, temporizadores y otros componentes de control por un PLC asociado a un HMI con matriz táctil, donde además se pudiera observar el flujo del proceso, la detección de fallas o averías de forma más rápida e implementar un variador de frecuencia en el motor principal del equipo, integrándolo al nuevo controlador, con un arranque suave, censando cualquier falla y sustituyendo el arranque estrella delta con el que contaba. Aumentando además el rendimiento y la eficiencia industrial de los productos que son procesados en esta máquina.

## 2. Funcionamiento y definición de un separador centrífugo.

La centrifugación es un método por el cual se pueden separar sólidos de líquidos de diferente densidad mediante una fuerza centrífuga. La fuerza centrífuga es provista por una máquina llamada centrifugadora, la cual imprime a la mezcla un movimiento de rotación que origina una fuerza que produce la sedimentación de los sólidos o de las partículas de mayor densidad. Los componentes más densos de la mezcla se desplazan fuera del eje de rotación de la centrífuga, mientras que los componentes menos densos de la mezcla se desplazan hacia el eje de rotación (Food Technology.1981).

Las centrifugas son instrumentos que permiten someter un producto a intensas fuerzas que producen la sedimentación en poco tiempo de las partículas que tienen una densidad



mayor que la del medio que las rodea. La base física de la separación es la acción de la fuerza centrífuga sobre las partículas en rotación, que aumenta con el radio del campo rotacional y con la velocidad de rotación. La velocidad de sedimentación se determina por la densidad de las partículas (WATTS, B.; LIMAKI, G. y ELÍAS, L. 1992).

Una centrífuga como parte de un proceso o equipo es una pieza que separa las partículas sólidas de líquidos o separa los líquidos de la mezcla líquida. Se suele aplicar en las industrias de productos químicos, petróleo, alimentos, farmacéutica mina, carbón, tratamiento de aguas, naval, etc. (PEDRERO, D. y PANGBORN, R. 1996).

### **3. Metodología y desarrollo del Proyecto.**

Primeramente, se comenzó a realizar un proceso de investigación, partiendo de la observación, realizando pruebas y comprendiendo su funcionamiento general. Se tomaron notas de cuestiones importantes. A lo que ayudó mucho realizar entrevistas a los operadores especializados, haciéndoles preguntas relacionadas con su experiencia de trabajo en el equipo, los puntos vulnerables de seguridad para las personas y el propio equipo, y problemas más frecuentes en su funcionamiento.

Luego se realizó un estudio exhaustivo de toda la bibliografía existente, lo que junto a las acciones anteriores nos permitió realizar una descripción del sistema, caracterización de los equipos del sistema y el diagrama de flujo de su funcionamiento. Para posteriormente determinar si se contaba en la industria con un PLC idóneo para su empleo con los requerimientos que se determinaron (Balcells Joseph, Romeral José Luis.1999).

Luego programar el PLC y HMI, y realizar todas las pruebas y puesta en marcha, así como elaborar una nueva documentación técnica que correspondiera a los cambios realizados (Dieter George 1991); (Siemens. 6ES7298-8FA01-8DH0).

En el nuevo sistema automático se utilizaron elementos muy económicos, y de muy buenas prestaciones, como fue el caso del PLC Unimat 200. Figura3.



Figura 3. PLC Unimat 200. (Unimat Automation Technology Co; Ltd.)

Este es fabricado por una empresa China llamada Unimat Automation Technology Co; Ltd. Asentada en 2006, es capaz de producir motores, servos, Interfaz Hombre-Máquina, Controlador Lógico Programable, Variadores de Frecuencia y otros elementos de automática. (Siemens. 6ES7298-8FA01-8DH0). Pero lo más curioso es que sus productos son exactamente iguales a los fabricados por la gran empresa Siemens, se programan con los mismos softwares, incluso se habla en algunas páginas de Internet que son el "Reemplazo Económico de Siemens".

Por otra parte, como HMI se utilizó otro de la familia china, muy económico también, pero con muchas posibilidades de trabajo y capacidad para integrarse a varios tipos de PLC. Estamos hablando de Samkoon SK-070AS. De la empresa Seawens Technology Co. Figura 4.



Figura 4. Interfaz Hombre-Máquina Samkoon SK-070AS. (Seawens Technology Co.)



El variador de frecuencia empleado fue de la familia de Schneider específicamente el ATV212HD37N4 teniendo en cuenta que el motor principal es de 32 KW. Figura 5  
Todos estos elementos fueron suministrados por la empresa CEDAI de la provincia de Ciego de Ávila.



Figura 5. Variador de Frecuencia ATV212HD37N4. (Schneider Electric.)

En el funcionamiento del Separador Centrifugo Alfa-Laval VNPX 417 interviene el funcionamiento de un motor principal, que es el encargado de transmitir la fuerza necesaria para el movimiento de la centrífuga, además intervienen un gran número de válvulas, muchas de las cuales se les incorporaron accionamientos neumáticos para que trabajaran de forma automática durante los ciclos de trabajo. En el programa realizado incorporó, una pantalla principal donde se presentan todas las acciones de operación, incluyendo el arranque del motor principal Figura 6.





Figura 6. Pantalla Principal de Centrifuga Alfa-Laval VNPX 417 Modernizada. (Simulador del Software de programación SKWorkshop)

Este arranque está condicionado a varios estados de sensores que representan entradas al PLC, como se muestra en el segmento de programación de la figura 7.

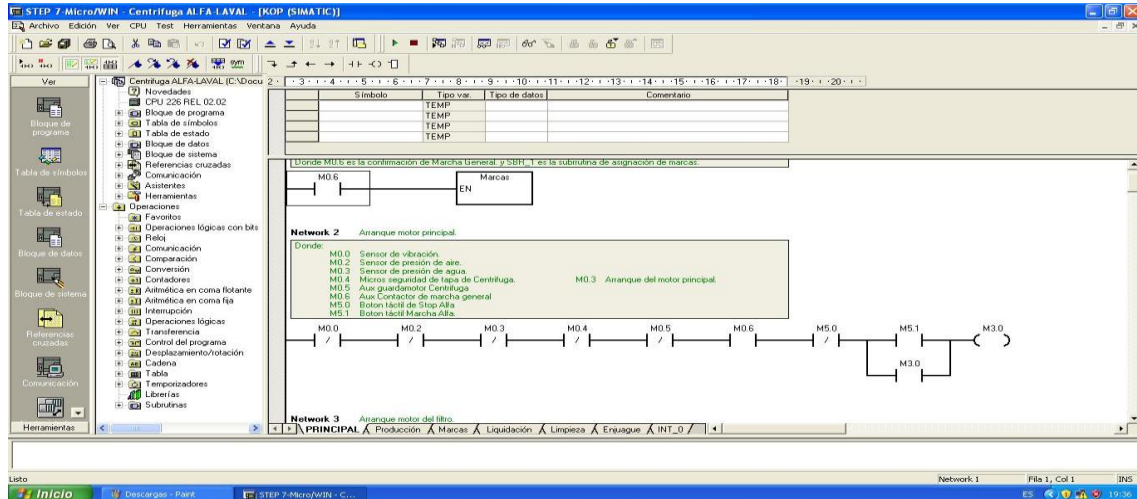


Figura 7. Segmento de Arranque del Motor Principal. (Software de Programación S7 Micro-Win SP1)

Se incorporó también una pantalla donde se establecen los parámetros de las descargas, estos se ajustan por el operador en dependencia de la indicación que le dé el departamento de calidad, teniendo en cuenta el nivel de pulpa en jugo que exige el cliente al que estará destinada la producción, a menor tiempo entre descargas menor será el contenido de pulpa y más clarificado estará el producto. Además, el operador puede realizar descargas de forma manual, si lo exige el proceso en alguna ocasión, como se muestra en la figura 8.



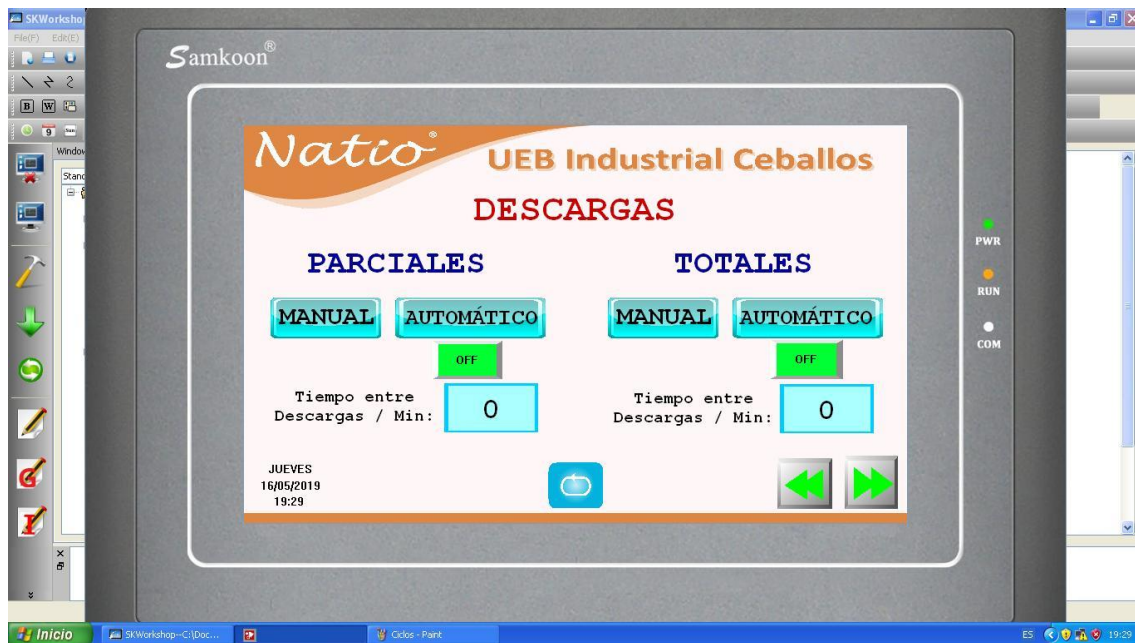


Figura 8. Pantalla de Parámetros de las Descargas. (Simulador del Software de programación SKWorkshop)

El proceso cuenta con cuatro ciclos de trabajo, incorporados en la modernización, los cuales responden a diferentes subrutinas, que son llamadas por el operador a través de la pantalla que se muestra en la figura 9, estos botones, cambian los distintos ciclos de trabajo, realizando llamados a las subrutinas, como se muestra en el segmento de programación de la figura 10, realizando de forma automática el accionamiento de los grupos de válvulas que intervienen en cada ciclo.

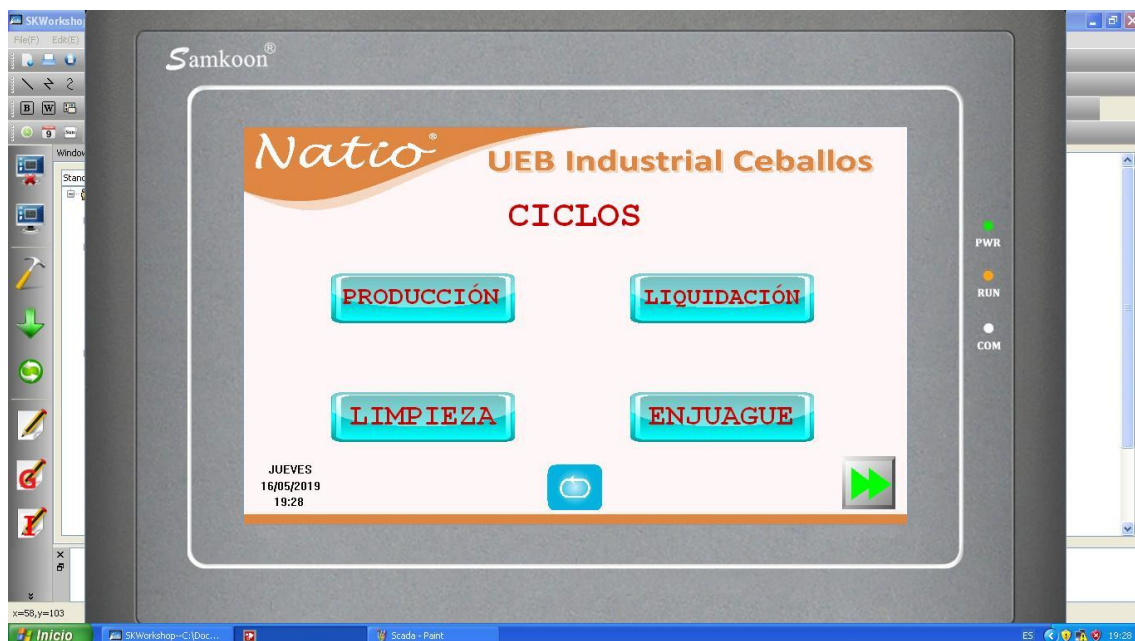


Figura 9. Ciclos del Funcionamiento de la Centrífuga Alfa-Laval VNPX 417 Modernizada. (Simulador del Software de programación SKWorkshop)

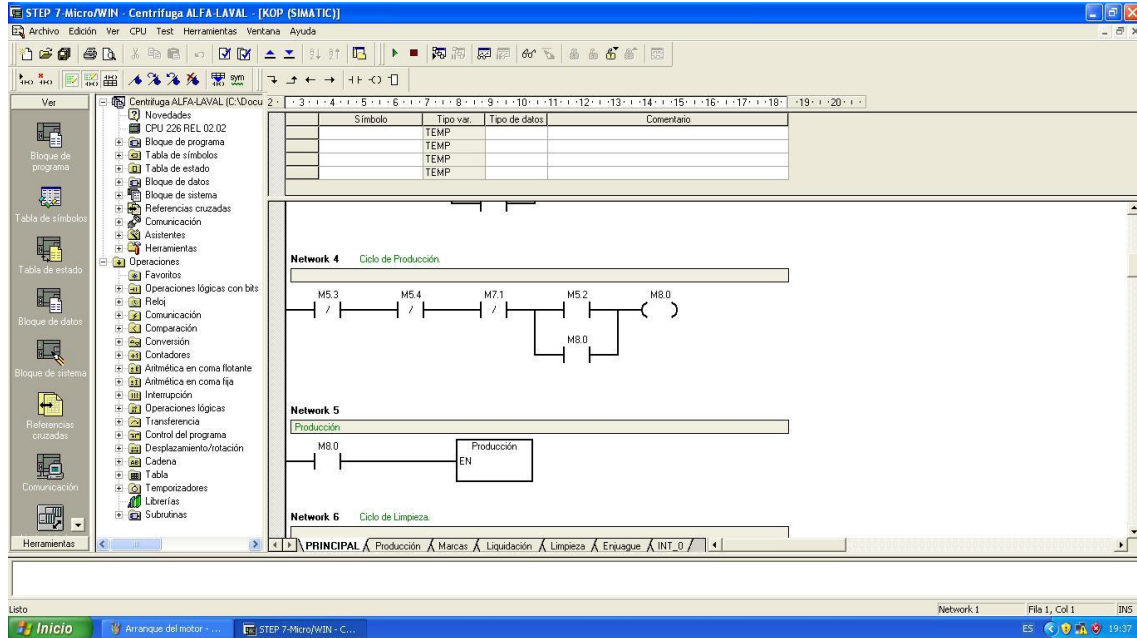


Figura 10. Segmento de Programación del Llamado de las Subrutinas de los Ciclos. (Software de Programación S7 Micro-Win SP1)

El personal designado para la operación del equipo tendrá además la posibilidad de observar todo el tiempo el comportamiento del proceso, incluyendo cambios de válvulas, niveles en el tanque de alimentación del producto, así como cualquier anomalía que se presente, a través de la pantalla que muestra el proceso a modo general, y desde el cual podrá acceder a las pantallas de accionamiento manual de válvulas y motores, Figura 11.

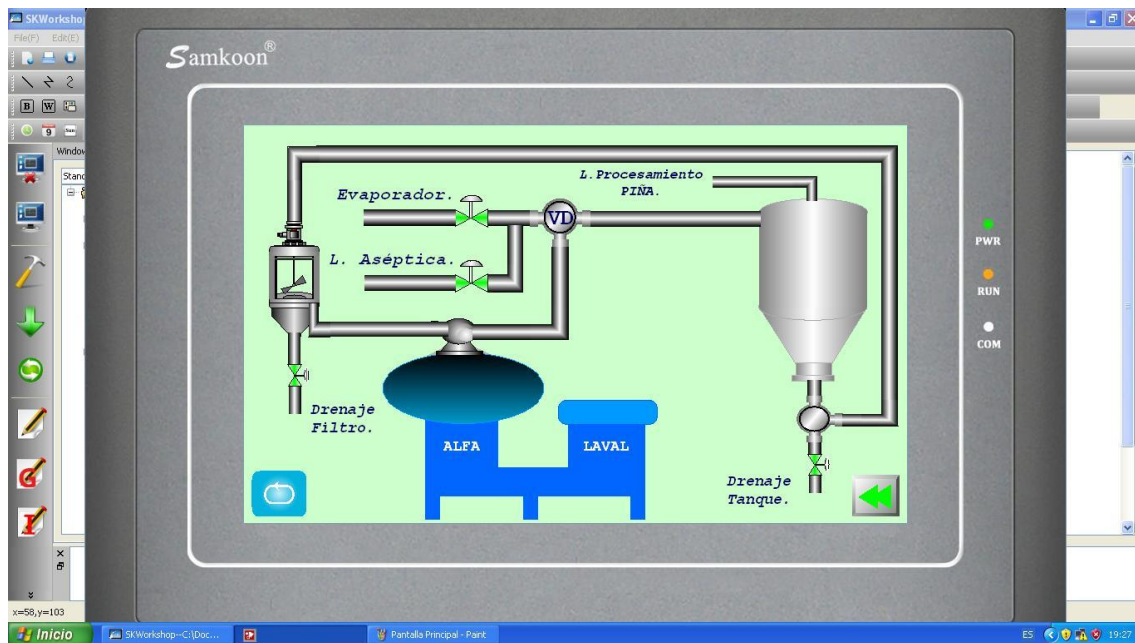


Figura 11. Pantalla que muestra la entrada de y destino del producto en el proceso. (Simulador del Software de programación SKWorkshop)

En la pantalla del proceso que muestra la figura 11, no se contempla el grupo de válvulas del sistema hidroneumático, que es el encargado de realizar las descargas de la centrífuga, debido a que los cambios en este sistema los realiza de forma automática el PLC, y alguna modificación solo debe realizarla personal especializado. Lo que le brinda una mayor seguridad al hombre que opera y al equipo.

#### 4. Resultados.

Los principales resultados obtenidos están relacionados con la implementación de un sistema automático moderno, de mayor confiabilidad, seguridad de trabajo y eficiencia técnica. La considerable mejora de la eficiencia industrial en el proceso donde interviene la máquina, además de los rendimientos del proceso productivo.

El aumento de la eficiencia industrial fue un logro importante con este trabajo, debido a que esta, mide la cantidad de horas trabajadas realmente en un proceso con la cantidad que debía trabajar, de aquí se determina si es eficiente o no el trabajo de los equipos. En el caso del Separador Centrifugo de Jugo Alfa-Laval VNPX 417 la mejora de este indicador fue muy elevada, como se muestra en la Figura 12. Donde se puede observar la eficiencia de la máquina antes de la modernización, durante el período de pruebas, y después de terminado el trabajo.

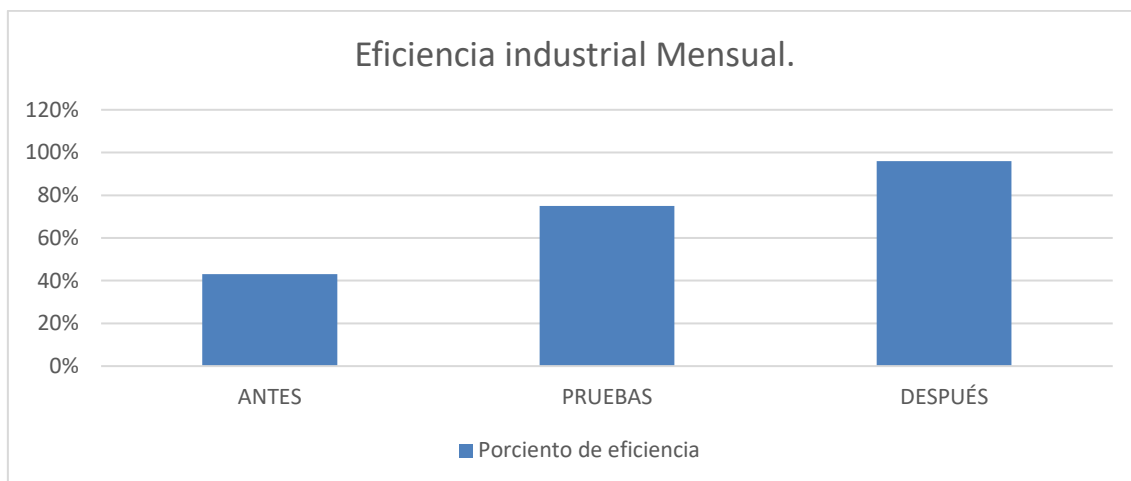


Figura 12. Eficiencia industrial obtenida de forma mensual. (Elaboración Propia)

Otro resultado importante que se ha logrado es la gran mejoría de los rendimientos. Teniendo en cuenta que antes de realizar la modernización, al fallar algún temporizador, o la entrada en funcionamiento de alguno de los componentes de la pizarra eléctrica, alteraba el correcto funcionamiento del sistema de descarga, aumentando excesivamente el tiempo de la misma, y provocando una gran pérdida de producto, lo que hacía que los rendimientos de la fruta se afectaran, representando pérdidas en el nivel de producción de la industria. En la Figura 13 se muestra un gráfico que representa una muestra de tres días de trabajo tomados aleatoriamente antes de la modernización y tres días tomados de la misma forma, después.

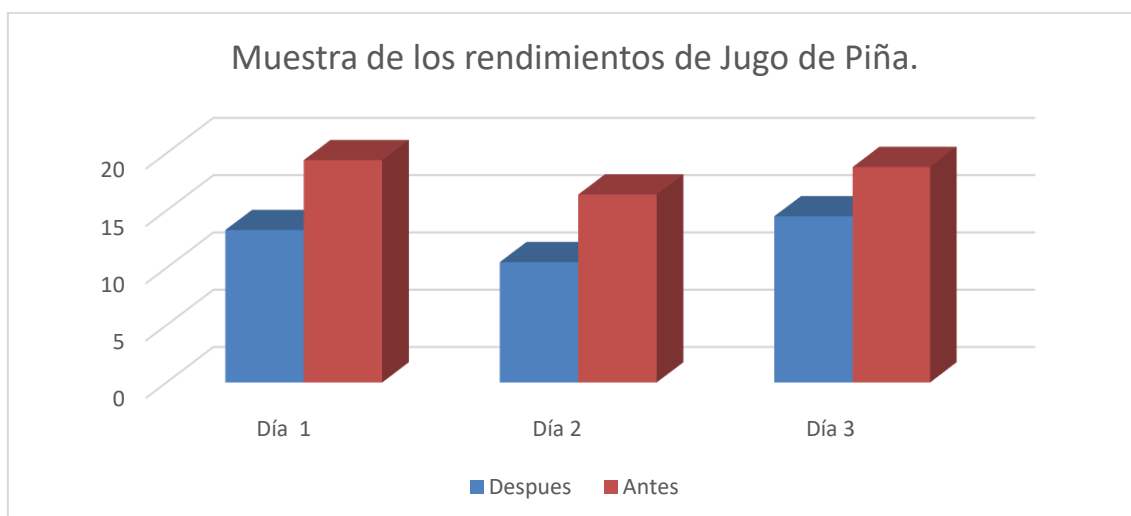




Figura 13. Grafico que representa los rendimientos industriales del jugo de piña antes y después de la modernización. (Elaboración Propia)

Donde se evidencia el incremento del rendimiento del Jugo de Piña tomando este producto como referencia para el análisis. En este caso para obtener 1T(tonelada) de jugo de piña se necesitan 15T de frutas de piña, por lo que el rendimiento normal debe ser de 15, y mientras más pequeño es este número mejor es el rendimiento, por encima de 15 no son correctos los rendimientos.

A continuación, se muestra en la Figura 14 una pequeña valoración económica del trabajo realizado. Realizando una comparación de lo que costó el proyecto desarrollado en la UEB Industrial Ceballos y el Valor al que ascendía realizado por una sucursal de Alfa Laval en Latinoamérica.

UEB industrial Ceballos		Alfa - Laval (Latinoamérica)
PLC Unimat 200	320.60 CUC	Automatización del sistema: separador centrifugo de Jugo Alfa- Laval VNPX 417. Oferta total por un valor de <b>100 380 USD.</b>
HMI Samkoon	178.99 CUC	
Variador Schneider 37KW	1350.00 CUC	
<b>TOTAL</b>	<b>1849,59 CUC</b>	

Figura 14. Tabla comparativa de la valoración económica del trabajo realizado. (Elaboración Propia).

## 5. Conclusiones

Se sustituyó todo el sistema automático por un PLC Unimat 200 y un HMI Samkoon de fabricación China con un bajo precio y buenas prestaciones. Disminuyendo las averías, funcionamientos incorrectos y errores de operación. Logrando un funcionamiento más seguro y eficiente. Se empleó un variador de velocidad Schneider ATV212HD37N4. Logrando una mayor eficiencia industrial, motivada por la disminución de averías, lo que propició el aumento de los rendimientos industriales y el trabajo confiable del equipamiento. Existiendo un ahorro considerable de elementos. Este trabajo pudiera ser utilizado como referencias para posteriores estudios de postgrados, además de servir



como punto de partida y guía para la modernización y automatización de otros procesos que lo requieran.

## **6. Referencias bibliográficas**

- 1- INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTIS. (1981). Sensory Evaluation Guide for Testing Food and Beverage Products. Food Technology. Vol.35. N° 11. 50-59 p.
- 2- WATTS, B.; LIMAKI, G. y ELÍAS, L. (1992). Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. CIID. Ottawa.
- 3- PEDRERO, D. y PANGBORN, R. 1996. Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos. Editorial Alhambra Mexicana. México.
- 4- Balcells Joseph, Romeral José Luis (1999) Autómatas programables, Alfaomega, México D. F.
- 5- Dieter George (1991) Engineering Desig: A Materials and Processing Aproach, Mc Graw Hill, Estados Unidos.
- 6- Siemens, 6ES7298-8FA01-8DH0, Sistema de automatización S7-200, Manual del sistema. Siemens.