

# SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE COCCION DE 6 COCEDORES DE FRIJOL SOYA EN LA PLANTA DE ALIMENTOS DE AVIDESA MAC POLLO S.A.

José Antonio Correa Figueroa

Andrea Juliana Ortiz Cuadros

Proceso de automatización de la cocción del frijol soya en la planta de alimentos de Avidesa Mac Pollo S.A. Principal fuente de alimento para el crecimiento de un pollo sano y de engorde, haciendo de este el pollo numero uno a nivel nacional para el consumo humano. Aumentando la producción de la soya se aumenta de forma directamente proporcional la exportación y a su vez los ingresos para la empresa haciendo del proceso automatizado una parte importante del desarrollo productivo y crecimiento de la empresa.

## I. INTRODUCCION

Según grandes estudios de científicos especializados en productos alimenticios la soya es un frijol de clase vegetal el cual proporciona proteínas de calidad, de este frijol se pueden sacar derivados tales como el queso, carne, leche entre otros.

La importancia de la soya en la alimentación tanto humana como animal es esencial debido a que la soya aporta altos niveles nutricionales gracias a su composición homogénea de 30 a 50% de proteínas, 20% de grasa y 24% de hidratos de carbono, lípidos, sales minerales, magnesio, calcio hierro y fósforo.

Por lo tanto, es un producto que resulta óptimo para la construcción de tejidos musculares y un crecimiento sano en las aves.

El buen manejo de la materia prima en la industria es esencial para obtener productos de alta calidad.

En el sector alimenticio la calidad de cada producto es lo más importante, por lo cual es necesario mantener procesos con la última tecnología y garantizando un ambiente libre de contaminación.

El desarrollo de un sistema de cocción de frijol soya en la planta de alimentos de Avidesa Mac Pollo S.A es un sólido ejemplo del trabajo que se realiza en la empresa para mejorar sus procesos y se produce mediante sistemas automáticos de tecnología de punta e ingredientes naturales como soya y maíz, un alimento balanceado para obtener una excelente nutrición para

las aves.

## II. JUSTIFICACION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En vista del aumento en la producción de alimento presentado en los años 2005 y 2006 en la planta de alimentos de Avidesa Mac Pollo S.A., se hace necesario incrementar también la producción de frijol soya, utilizado en la alimentación de las aves.

Debido a este incremento se ha tomado la decisión en conjunto con el Ing. Javier Consuegra de la implementación de nuevos cocedores para el aumento significativo de la producción de frijol soya, para este proyecto se cuenta con mas de un año de estudio en costos y con la aprobación de los socios mayoritarios de la planta. (Por seguridad industrial no se pueden dar dichos costos).

Se pondrán en funcionamiento activo 2 nuevos cocedores y se dejara como opción a corto plazo 2 más.

¿Que había antes de iniciar el proyecto en la planta de frijol soya de Avidesa Mac Pollo?

Se encontraban 4 cocedores realizando el proceso de cocción de frijol soya, cada cocedor se encuentra con un control individual de plc festo lo cual suma 4 plc para el control automático del sistema no siendo esta la forma mas eficiente de realizar el proceso.

Adicional a esto se encontraba un quinto plc siemens s7-200 el cual manejaba el programa de alimentación y un visualizador.

El visualizador estaba encargado solo de mostrar las magnitudes de las temperaturas en cada plato de cada cocedor, con esto se buscaba tener un control visual de las pt100 y de la cocción del frijol soya.

¿Que se quería tener en la planta de frijol soya de Avidesa Mac Pollo?

Se instalaron dos cocedores más para el aumento de la producción de frijol soya y se dejó el espacio para dos más a corto plazo.

Se desarrolló un programa que controla ocho cocedores con su respectiva alimentación, este programa se realizó solo con dos plc FEC-FC600-FST siendo este el método más eficiente para el desarrollo del proceso.

Adicional a esto se realizó un sistema de control y supervisión de adquisición de datos (SCADA) en el cual se puede manipular los elevadores, los transportadores y se visualiza el estado de los equipos en tiempo real, tiempo y etapa del proceso, magnitud de las temperaturas por zona, gráfica de temperaturas por Cocedor con las cinco (5) zonas en diferente color con histórico mes a mes, hoja de calibración y manejo de variables con límites de acceso. Todo esto desarrollado en Visual Basic.

### III. PROCESO SIMPLE DE COCCIÓN DE FRÍJOL SOYA

El proceso de cocción del frijol soya en la planta de alimentos de Avidesa Mac Pollo S.A se describe a continuación:

Una vez cargado el silo de frijol soya, por medio del transportador de cadena 1, elevador 1 y transportador de cadena 2 respectivamente se carga la tolva de consumo, este es el primer paso para comenzar el proceso de cocción. (Ver figura 1)

Luego, por medio del elevador 2 se envía el frijol soya a la tolva de alimentación, encargada de llenar el cocedor, Una vez llena la tolva de alimentación se carga el primer plato, a este plato se le inyecta agua a 98°C y tiene un tiempo  $t$  de cocción.

Terminado el tiempo de cocción el frijol que se encontraba en el primer plato pasa al segundo e inmediatamente el proceso comienza otra vez desde el principio con más frijol.

Después del mismo tiempo  $t$  de cocción el frijol que se encuentra en el segundo plato pasa al tercero, el del primero al segundo y el de la tolva de alimentación al primero, todo esto se sigue repitiendo hasta que el frijol que se descarga por primera vez termine los cinco platos, cuando esto sucede se maneja el término “descarga del bache” esto quiere decir que cierta cantidad de frijol inicial terminó el proceso de cocción completo y está listo para enfriarse.

Al descargar el quinto plato a la enfriadora es necesario hacer una prueba química al frijol para saber si está bien cocido y es apto para su consumo, esta prueba se

llama rojo de fenol y se hace manualmente por un operario.

La prueba rojo de fenol consiste en triturar el frijol y rociarle cierta cantidad de rojo de fenol encima, si el frijol se pone rojo está crudo en cambio si mantiene su color amarillento es comestible.

Todo este proceso se realiza hasta que el frijol soya que salió desde el silo pase por la tolva de consumo, tolva de alimentación, cinco platos del cocedor, prueba de rojo fenol y termina el proceso en la enfriadora.

De la enfriadora está listo el frijol para el consumo y para el despacho del mismo.

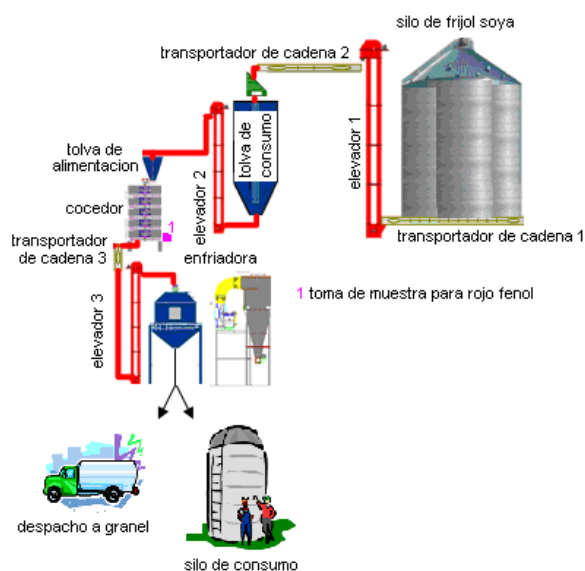


Figura 1. Proceso simple de cocción del frijol soya Tomada de un proceso real desarrollado en la planta de frijol soya de Avidesa Mac Pollo S:A

### IV. PROCESO DEL SISTEMA DE COCCIÓN DE FRÍJOL

#### CARGUE DE CADA COCEDOR

Al detectar un nivel bajo en la tolva de alimentación de cada cocedor se abre una compuerta que está ubicada en la tolva de diario para esto se enciende el elevador y el transportador los cuales son los encargados de llenar la tolva de alimentación. (Ver tabla 1)

CARGA DE COCEDOR
* Nivel bajo tolva alimentación cocedor
* Poner cambia vías en posición
* Enciende TC alimentación cocedores
* Enciende elevador
* Abre compuerta de tolva de consumo

* Llenado tolva de alimentación
* Nivel alto tolva de alimentación
* Cierra compuerta de tolva de consumo
* tbarrido
* Apagar elevador cargue de cocedores
* Apagar TC alimentación cocedores

Tabla 1. Carga de cocedor

### PROCESO DE COCCIÓN

Después que cada cocedor se encuentra con su respectiva carga, emitiendo una señal de nivel alto hacia el programa de cocción, él hace que se abra la compuerta de acceso al primer plato del cocedor iniciando así la carga de primer plato y transcurrido un tiempo t se cierra la compuerta de acceso al primer plato y se inicia la inyección de agua a 98°C al plato. Inmediatamente comienza de nuevo el proceso desde el paso 2, y transcurrido un tiempo t2 se abre la compuerta de descargue del primer al segundo durante un tiempo t3.

Este proceso se hace de plato a plato hasta que los 5 platos estén llenos.

Cuando descarga completamente al plato siguiente la compuerta se cierra y se empieza a llenar el anterior. (Ver tabla 2)

<b>COCCION</b>	
* Abrir compuerta tolva de alimentación	
* tdescargue tolva al plato 1	
* Cierre compuerta tolva de alimentación	
* Inyección de agua al plato 1	
* tcocción	
* Abrir compuerta del plato 1	
* tdescargue del plato	
* Cerrar compuerta plato 1	
* tcocción	
* Abrir compuerta del plato 1	
* tdescargue del plato	
* Cerrar compuerta plato 1	
* tcocción	
* Abrir compuerta del plato 2	
* tdescargue del plato	
* Cerrar compuerta plato 2	
* tcocción	
* Abrir compuerta del plato 3	
* tdescargue del plato	
* Cerrar compuerta plato 3	
* tcocción	

* Abrir compuerta del plato 4
* tdescargue del plato
* Cerrar compuerta plato 4
* tcocción
* Abrir compuerta del plato 5
* tdescargue del plato
* Cerrar compuerta plato 5
* tcocción

Tabla 2. Cocción

### PROCESO DE ENFRIAMIENTO

Se inicia con el descargue del quinto plato hacia un transportador sin fin que a su vez conduce a un elevador el cual se encarga de llenar la enfriadora contraflujo permitiendo que se enfríe el producto por medio del ingreso de aire fresco y extracción de calor, una vez allí después de alcanzar un nivel predeterminado este envía una señal para el accionamiento de una parrilla que se encarga de vaciar gradualmente el producto frío y enfriando el caliente. (Ver tabla 3)

<b>ENFRIAMIENTO</b>	
* Encender TC salida cocedores	
* Encender elevador a enfriadora	
* Descargue del plato 5	
* Cargue TC salida cocedores	
* Cargue elevador a enfriadora	
* Llenar enfriadora contraflujo	
* Leer nivel alto de enfriadora	
* Descargue de la enfriadora contraflujo	
* Leer nivel bajo de enfriadora	
* Paro descargue de la enfriadora	

Tabla 3. Enfriamiento

### TRASLADO A TOLVA DE DIARIO

Después del descargue de la enfriadora el producto es llevado por un elevador hacia unas tolvas de paso y de ahí por medio de un transportador de cadena se lleva hacia una báscula de paso que se encarga de pesar el producto, a través de un elevador y un transportador de cadena se lleva el producto listo hacia los silos de consumo para ser utilizados en la producción de alimento. (Ver tabla 4a)

<b>TRASLADO A SILO DE CONSUMO</b>	
* encender elevador a tolvas de paso	
* encender tc tolvas de paso	

* encender elevador bascula de paso
* encender elevador silos de concreto
* cargue elevador a tolvas de paso
* llenar tolvas de paso
* cargue tc tolvas de paso
* cargue elevador bascula de paso
* pesaje en bascula de paso
* cargue elevador a silos de concreto
* cargue tc puente a silos de concreto
* llenar silo de concreto

Tabla 4a. Traslado de silo de consumo.

### EMPAQUE Y DESPACHO A GRANEL

En ciertas ocasiones se hace necesario el despacho de frijol hacia diferentes consumidores el cual se realiza una vez terminado el pesaje abriendo una compuerta existente en el transportador que conduce hacia los silos. (Ver tabla 4b)

<b>DESPACHO A GRANEL</b>	
* Encender elevador a tolvas de paso	
* Encender TC tolvas de paso	
* Encender elevador bascula de paso	
* Encender elevador silos de concreto	
* Cargue elevador a tolvas de paso	
* Llenar tolvas de paso	
* Cargue TC tolvas de paso	
* Cargue elevador bascula de paso	
* Pesaje en bascula de paso	
* Cargue elevador a silos de concreto	
* Cargue TC puente a silos de concreto	
* Llenar mula	

#### 4b. Despacho a granel

### V. PROCESO DE AUTOMATIZACION

Para el sistema de control se escogió la implementación de dos plc festo FEC-FC600-FST, uno ellos cuenta con dos (2) entradas análogas, 32 entradas digitales y 48 salidas digitales, ambas (I/O) alimentadas a 24 VDC.

El otro cuenta con dos (2) entradas análogas, 8 entradas digitales, 24 salidas digitales, ambas (I/O) alimentadas a 24 VDC.

Teniendo claro cual es el proceso a realizar se procede a determinar las entradas y salidas a utilizar en los plc, para dar inicio a la programación.

PLC 1: Dos (2) entradas análogas, 8 entradas digitales (ver tabla 5), 24 salidas digitales (ver tabla 6), ambas (I/O) alimentadas a 24 VDC.

Este plc esta encargado del control del cocedor 3 y 4. Todas las entradas y salidas son digitales exceptuando la conexión de los multiplexores estos son análogos.

<b>ENTRADAS</b>	
i0.0	termico motor cooker 3
i0.1	termico motor cooker 4
i0.2	sensor nivel alto cooker 3
i0.3	sensor nivel alto cooker 4
i0.4	sensor rasera carga cooker 3
i0.5	sensor rasera carga cooker 4
i0.6	sensor cambiavias cooker 3
i0.7	sensor cambiavias cooker 4

Tabla 5. Entradas al plc 1

<b>SALIDAS</b>	
<b>COCEDOR 3</b>	
o0.0	raseracargue
o0.1	piso_1
o0.2	piso_2
o0.3	piso_3
o0.4	piso_4
o0.5	piso_5
o0.6	liquido
o0.7	motor
<b>COCEDOR 4</b>	
o1.0	raseracargue
o1.1	piso_1
o1.2	piso_2
o1.3	piso_3
o1.4	piso_4
o1.5	piso_5
o1.6	liquido
o1.7	motor
<b>MAS SALIDAS</b>	
o2.0	multiplexor
o2.1	multiplexor
o2.2	raseracarga principal
o2.3	transp-elevador carga
o2.4	raseracarga 3 transp carga
o2.5	raseracarga 4 transp carga
o2.6	cambiavias 3
o2.7	cambiavias 4

Tabla 6. Salidas del plc 1

PLC 2: Dos (2) entradas análogas, 32 entradas digitales (Ver tabla 7) y 48 salidas digitales (Ver tabla 8), ambas (I/O) alimentadas a 24 VDC.

Este plc esta encargado del control de los cocedores 1, 2, 5 y 6.

Todas las entradas y salidas son digitales exceptuando la conexión de los multiplexores estos son análogos.

ENTRADAS	
i0.0	termico motor cooker 1
i0.1	termico motor cooker 2
i0.2	termico motor cooker 5
i0.3	termico motor cooker 6
i0.4	sensor nivel alto cooker 1
i0.5	sensor nivel alto cooker 2
i0.6	sensor nivel alto cooker 5
i0.7	sensor nivel alto cooker 6
i1.0	sensor rasera carga cooker 1
i1.1	sensor rasera carga cooker 2
i1.2	sensor rasera carga cooker 5
i1.3	sensor rasera carga cooker 6
i1.4	sensor cambiavias cooker 1
i1.5	sensor cambiavias cooker 2
i1.6	sensor cambiavias cooker 5
i1.7	sensor cambiavias cooker 6
i2.0	sensor cambiavias cooker 7
i2.1	sensor cambiavias cooker 8
i2.2	sensor cerrado rasera carga
i2.3	sensor cerr rasera transp carga 1
i2.4	sensor cerr rasera transp carga 2
i2.5	sensor cerr rasera transp carga 3
i2.6	sensor cerr rasera transp carga 4
i2.7	
i3.0	termico elevador carga
i3.1	termico transp carga
i3.2	termico transp descarga 1
i3.3	termico transp descarga 2
i3.4	termico elevador descarga 1
i3.5	termico elevador descarga 2
i3.6	termico ventilador 1
i3.7	termico ventilador 2

Tabla 7. Entradas al plc 2

COCEDOR 1	
o0.0	rasera cargue
o0.1	piso 1
o0.2	piso 2
o0.3	piso 3
o0.4	piso 4
o0.5	piso 5
o0.6	liquido
o0.7	motor
COCEDOR 2	
o1.0	rasera cargue
o1.1	piso 1
o1.2	piso 2
o1.3	piso 3
o1.4	piso 4
o1.5	piso 5
o1.6	liquido
o1.7	motor
COCEDOR 5	
o2.0	rasera cargue
o2.1	piso 1
o2.2	piso 2
o2.3	piso 3
o2.4	piso 4
o2.5	piso 5
o2.6	liquido
o2.7	motor
COCEDOR 6	
o3.0	rasera cargue
o3.1	piso 1
o3.2	piso 2
o3.3	piso 3
o3.4	piso 4
o3.5	piso 5
o3.6	liquido
o3.7	motor
MAS SALIDAS	
o4.0	multiplexor
o4.1	multiplexor
o4.2	rasera 1 transp carga
o4.3	rasera 2 transp carga
o4.4	cambiavias 1
o4.5	cambiavias 2
o4.6	
o4.7	

Tabla 8. Salidas del plc 2

## VI. CONCLUSIONES

- Se implemento un sistema para el proceso de cocción de 6 cocedores de fríjol soya, en el cual se aplicaron conocimientos obtenidos durante la carrera, se adquirieron nuevos conocimientos en programación de PLCs FESTO y adquisición de datos con direccionamiento de variables utilizando VISUAL BASIC, mediante capacitaciones, obteniendo por resultado una interfaz humano-maquina amena y amigable.
- Se desarrollo e implemento un proceso automático para 6 cocedores físicos y 2 virtuales (los cuales se estarán instalando en un periodo de corto plazo) con el software de programación FST 4.1, para plc FEC de festo, siendo este un software sencillo para programación.
- Se desarrollo e implemento un sistema scada con animación para mejor visualización el cual controla los principales componentes del proceso, tales como transportador de cadena de cargue, elevador e cargue, sensor de nivel de la tolva de alimentación, actuadotes de compuertas de cada cocedor, que ayudara al operario a tener un control mas amplio del proceso de la planta de frijol soya.
- Se construyo e implemento un tablero de mando el cual controla cada componente del proceso de automatización, tanto manual como automático, de esta forma se podrá realizar mantenimiento individual a cada cocedor sin necesidad de afectar el proceso en los otros cocedores.
- Se construyo e implemento un tablero de control y potencia, para el arranque de los motores de la planta de soya el cual es controlado remotamente para dar facilidad al operario en el control de la planta.
- Es importante seleccionar los elementos apropiados para el sistema y esto se realizo teniendo en cuenta los recursos suministrados por la empresa, debido a que esta fue la patrocinadora de todo el proyecto.
- Se mejoraron los tiempos de cocción de fríjol debido a su cocción homogénea y esto hace que se produzca más fríjol soya.
- Al aumentar el número de cocedores se aumentó la producción, y gracias al proceso automatizado se homogenizó la cocción del fríjol haciendo de este un fríjol apto para la creación de alimento a base de soya, siendo este el objetivo directo del desarrollo de este proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA

1. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas Colombianas para la presentación de tesis y otros trabajos de grado. Quinta Actualización. Santa fe de Bogotá D.C.: ICONTEC, 2002. 34p NT 1486
2. GREENE, Richard W., Válvulas selección, uso y mantenimiento, México: Editorial McGraw – Hill, 1992.
3. MCNAUGHTON, Kenneth., Bombas selección, uso y mantenimiento, México: Editorial McGraw – Hill, 1992.
4. CREUS, Antonio Creus, Instrumentación Industrial, México: Alfaomega. Sexta Edición, 1998.
5. PRENTICE HALL Máquinas eléctricas rotativas y transformadores, México Hispanoamericana 1997.
6. TIZNADO SANTANA, Marco Antonio. Visual basic 6.0, Marco Antonio Tiznado, Santana Santafé de Bogotá, McGraw Hill 2000.
7. MILLÁN TEJA, Salvador. Automatización neumática y electroneumática Salvador, Millán Teja Bogotá Alfaomega 1998.
8. GUILLÉN SALVADOR, Antonio. Introducción a la neumática Antonio Guillén Salvador México Alfaomega 1999.
9. ALFAOMEGA. Oleohidráulica, básica: diseño de circuitos, México. 1998
10. NORMA Diccionario enciclopédico ilustrado Pág 2259 Colombia, 1994
11. [http://www.loporcaro.it/rosca\\_en\\_espiral.htm](http://www.loporcaro.it/rosca_en_espiral.htm)
12. [http://www.loporcaro.it/elevador\\_de\\_cangilones.htm](http://www.loporcaro.it/elevador_de_cangilones.htm)
13. <http://www.monografias.com/trabajos11/contact/contact.shtml>
14. <http://www.monografias.com/trabajos10/hidra/hidra.shtml>
15. <http://www.upv.es/amiga/216.htm>
16. <http://www.depeca.uah.es/alcabot/seminario2006/Trabajos/GuillermoAbadCarton>
17. [http://www.grupo-maser.com/el\\_plc](http://www.grupo-maser.com/el_plc)
18. [http://es.wikipedia.org/wiki/Visual\\_Basic](http://es.wikipedia.org/wiki/Visual_Basic)
19. [http://www.festo.com/INetDomino/coorp\\_sites/es/1c859a0c207cf1f7c1256b530029f4e0.htm](http://www.festo.com/INetDomino/coorp_sites/es/1c859a0c207cf1f7c1256b530029f4e0.htm)
20. <http://www.hemac.com.mx/es/imagen/hemac-transportador-cadena-01.jpg>
21. [http://www.loporcaro.it/rosca\\_en\\_espiral.htm](http://www.loporcaro.it/rosca_en_espiral.htm)
22. [http://www.loporcaro.it/elevador\\_de\\_cangilones.htm](http://www.loporcaro.it/elevador_de_cangilones.htm)