



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
SEDE – LATACUNGA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E  
INSTRUMENTACIÓN**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA AUTOMATICO  
PARA SECADO DE FIDEO EN PRESECADOR Y SECADOR  
CONTINUO PARA LA PLANTA INDUSTRIAL PACA”**

**BAGNER BENJAMÍN RIOFRIO PACHECO**

**LATACUNGA – ECUADOR**

**DICIEMBRE DEL 2009**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente proyecto de grado fue desarrollado en su totalidad por el señor BAGNER BENJAMÍN RIOFRIO PACHECO, previo a la obtención de su Título de

Ingeniero Electrónico en Instrumentación.

Latacunga, Diciembre del 2009

-----  
Ing. Marcelo Silva M.

DIRECTOR

-----  
Ing. José Bucheli A.

CODIRECTOR

## **AUTORIZACIÓN**

Yo, Bagner Benjamín Riofrío Pacheco, como autor de la tesis “DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA AUTOMATICO PARA SECADO DE FIDEO EN PRESECADOR Y SECADOR CONTINUO PARA LA PLANTA INDUSTRIAL PACA”, autorizo la publicación del presente proyecto de grado en la biblioteca virtual de la ESPE.

Latacunga, Diciembre del 2009

-----  
Bagner Benjamín Riofrío Pacheco

## **DECLARACIÓN**

Yo, Bagner Benjamín Riofrío Pacheco, declaro que soy el autor y responsables de la tesis "DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA AUTOMATICO PARA SECADO DE FIDEO EN PRESECADOR Y SECADOR CONTINUO PARA LA PLANTA INDUSTRIAL PACA".

Latacunga, Diciembre del 2009

-----  
Bagner Benjamín Riofrío Pacheco

***“El principio de la sabiduría es el temor a Dios;  
Los insensatos desprecian la sabiduría  
y la enseñanza.”  
Proverbios: 1; 7***

## **AGRADECIMIENTO**

- Primeramente a Dios ya que con su gran sabiduría e infinito amor podemos desarrollarnos plenamente y alcanzar todas las metas deseadas.
- A mi padre, ya que con su ejemplo de dedicación y perseverancia supo arraigar estos valores en mi vida, los cuales me ayudaron a no desmayar en los momentos más difíciles.
- A mi madre que con su gran amor y comprensión es un apoyo en mi vida, con el cual me ayudo a afirmar mi compromiso pleno con un Dios vivo.
- A mis hermanos los cuales siempre me incentivaron a no desmayar con su ánimo y sinceridad.
- A los maestros que con vocación supieron transmitir sus conocimientos para formar en nosotros bases sólidas y permanentes en nuestra formación profesional.
- A todos y cada uno de mis compañeros ya que con su amistad y compañerismo se desarrolló un ambiente pleno y grato para un completo aprendizaje.

## **DEDICATORIA**

Ante todo a Dios que es el eje fundamental de mi vida, a mis padres, que con su esfuerzo, ejemplo y valores han inspirado en mí las ganas de salir adelante a pesar de las adversidades, para mis hermanos, que son mi apoyo incondicional además que este logro sea un incentivo a ellos para que alcancen muchos éxitos en sus vidas.

# ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>9</b>
1.1.- GENERALIDADES DEL SISTEMA .....	12
1.2.- SISTEMAS DE SECADO DE PASTA.....	12
1.2.1.- HORNOS DE SECADO.....	13
1.3.- PLC .....	15
1.3.1.- MÓDULOS DE ENTRADAS Y SALIDAS ANALÓGICAS.....	16
1.4.- VARIADOR DE FRECUENCIA .....	20
1.4.1.- PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO .....	21
1.5.- RELÉ .....	22
1.5.1.- DESCRIPCIÓN.....	22
1.5.2.- TIPOS DE RELÉS .....	23
1.5.3.- RELÉS TÉRMICOS .....	25
1.5.4.- VENTAJAS DEL USO DE RELÉS.....	26
1.6.- PANTALLA TÁCTIL.....	27
1.7.- INTERFAZ HUMANO-MÁQUINA (HMI) .....	28
1.8.- SISTEMAS DE CONTROL.....	29
1.8.1.- PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVO .....	29
1.8.2.- EL CONTROLADOR ON-OFF (SI-NO O TODO Y NADA) .....	36
1.9.- SOFTWARE PARA MANEJAR UN HMI.....	37
1.9.1.- INTOUCH .....	37
1.9.2.- LabVIEW.....	38
1.9.3.- WinCC .....	39
1.10.- VARIABLES DEL PROCESO.....	40
1.10.1.- HUMEDAD.....	41
1.10.2.- HUMEDAD ABSOLUTA.....	41
1.10.3.- HUMEDAD ESPECÍFICA .....	41
1.10.4.- HUMEDAD RELATIVA .....	41
1.10.5.- TEMPERATURA.....	43
1.11.- ESTÁNDARES DE CALIDAD.....	44
1.11.1.- ASEGURAMIENTO DE CALIDAD .....	44
1.11.2.- FICHA TÉCNICA DE HARINA PARA PASTAS .....	44
1.11.3.- FICHA TÉCNICA PARA PASTAS.....	46

<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>49</b>
2.1.- EVALUACIÓN PRELIMINAR .....	49
2.1.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA. ....	49
2.1.2.- ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES DE LA EMPRESA PARA EL.....	51
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>54</b>
3.1.- DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE.....	54
CONTROL.....	54
3.1.1. - DISEÑO DE HARDWARE .....	54
3.1.2. - DISEÑO DE SOFTWARE .....	61
3.1.3. – IMPLEMENTACIÓN.....	86
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>89</b>
4.1.- ANÁLISIS DE RESPUESTA DEL SISTEMA.....	89
4.1.1.- VALORES DE HUMEDAD PREVIOS A LA AUTOMATIZACIÓN. ....	89
4.1.2.- VALORES DE HUMEDAD FINALIZADA LA AUTOMATIZACIÓN.....	92
4.2.- PRUEBAS EXPERIMENTALES.....	96
4.2.1.- AJUSTES A LOS VALORES DE HUMEDAD .....	96
4.2.2.- REAJUSTES A LOS VALORES DE HUMEDAD .....	100
4.3.- ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO .....	105
4.3.1.- ANÁLISIS TÉCNICO.....	105
4.3.2.- ANÁLISIS ECONÓMICO .....	106
<b>CAPÍTULO V</b> .....	<b>108</b>
5.1.- CONCLUSIONES .....	109
5.2.- RECOMENDACIONES .....	110

## **ANEXO A**

### **PROGRAMA DEL PLC DE CONTROL DEL PROCESO**

A.1.- PROGRAMA DEL PLC S7200.....a1

## **ANEXO B**

### **PROGRAMA DEL PANEL TACTIL PARA CONTROL Y MONITOREO DEL PROCESO**

B.1.- PROGRAMA DEL PANEL TACTIL.....b1

## **ANEXO C**

### **DIAGRAMAS DE CONEXIÓN**

C.1.- DIAGRAMA DE CONEXIONES DEL PROCESO.....c1

## **ANEXO D**

### **MANUAL DE USUARIO**

D.1.- MANUAL DE USUARIO PARA EL MANEJO DE LA PANTALLAS.....d1

## ENLACES Y REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- <http://materias.fi.uba.ar/7609/material/Clase%2001%20Intro/07%20-%20Control%20Todo%20o%20Nada.pdf>
- <http://www.udb.edu.sv/Academia/Laboratorios/electronica/Sistemas%20de%20Control%20Automatico/guia4CA.pdf>
- [http://csdnewcastle.edu.au/SpanishPages/clase\\_slides\\_download/on\\_off.pdf](http://csdnewcastle.edu.au/SpanishPages/clase_slides_download/on_off.pdf)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Rel%3%A9>
- <http://www.misrespuestas.com/que-es-un-plc.html>
- [http://www.automation.siemens.com/fea/html\\_78/s7-200.htm](http://www.automation.siemens.com/fea/html_78/s7-200.htm)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Humedad#Evaluaci.C3.B3n\\_de\\_la\\_humedad\\_el\\_aire\\_ambiente](http://es.wikipedia.org/wiki/Humedad#Evaluaci.C3.B3n_de_la_humedad_el_aire_ambiente)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Temperatura#Nociones\\_generales](http://es.wikipedia.org/wiki/Temperatura#Nociones_generales)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Variador\\_de\\_frecuencia](http://es.wikipedia.org/wiki/Variador_de_frecuencia)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Rel%3%A9>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla\\_t%C3%A1ctil](http://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla_t%C3%A1ctil)

- [http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/ESTRUCTURAS/ESTRUCTURA%20INTERNA/SECCION%20DE%20ES/seccion de es.htm](http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/ESTRUCTURAS/ESTRUCTURA%20INTERNA/SECCION%20DE%20ES/seccion_de_es.htm)
- <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=ll&objId=22148598&lang=es&siteid=cseus&aktprim=0&objaction=csview&display=p>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Proporcional\\_integral\\_derivativo](http://es.wikipedia.org/wiki/Proporcional_integral_derivativo)
- <http://www.udb.edu.sv/Academia/Laboratorios/electronica/Sistemas%20de%20Control%20Automatico/guia4CA.pdf>
- <http://www.slideshare.net/JavaSlide/intouch-1700628>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/LabVIEW>
- [http://www.infoplc.net/NOTICIAS/noticia\\_012.htm](http://www.infoplc.net/NOTICIAS/noticia_012.htm)
- [http://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/es/brochure\\_simatic-wincc-flexible\\_es.pdf](http://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/es/brochure_simatic-wincc-flexible_es.pdf)
- <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>
- <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20081118083301AAVxtqx>
- [http://www.nammisa.com/descargas/actu\\_valv.pdf](http://www.nammisa.com/descargas/actu_valv.pdf)

# **CAPÍTULO I**

## **FUNDAMENTOS**

### **1.1.- GENERALIDADES DEL SISTEMA**

PASTIFICO AMBATO CA. Es una empresa que se dedica al procesamiento de diversos tipos de productos o materias primas como es el caso del maíz, trigo entre otros, con la finalidad de obtener productos de consumo masivo, como fideos, pastas, etc.

### **1.2.- SISTEMAS DE SECADO DE PASTA**

Con el almacenamiento de la materia prima en los silos o bodegas comienza el proceso de elaboración de los productos, en este caso vamos a detallar el proceso para la elaboración de un producto específico como es el fideo, el cual desde los silos la materia prima pasa al molino el cual los tritura y se mezcla con diferentes elementos específicos para el fideo, luego de ello la mezcla obtenida es vertida en una máquina de la cual resulta una sabana de pasta con un grosor específico que pasa por una cortadora en forma de moldes de los cuales sale el fideo dado su forma para acceder al sistema de presecado en el cual se elimina parte de la humedad de este, saliendo de allí pasa al sistema de secado en el cual el fideo adopta la humedad necesaria para salir al mercado brindando las garantías necesarias, ya teniendo listo el fideo se procede a enfundarlo empacarlo y este está listo para su distribución.

### 1.2.1.- HORNOS DE SECADO

Un horno es un dispositivo que genera calor y que lo mantiene dentro de un compartimento cerrado. Se utiliza generalmente en la cocina para preparar, calentar o secar alimentos.

La energía calorífica utilizada para alimentar un horno puede obtenerse directamente por combustión (leña, gas u otro combustible), radiación (luz solar), o indirectamente por medio de electricidad (horno eléctrico).

El sistema de secado presente en la fábrica esta hecho en base a vapor sobrecalentado y está compuesto de 2 etapas: la primera etapa la constituye el *presecado* que consiste en un contenedor de dimensiones 2mx3mx5m el cual está constituido de 9 bandas transportadoras y una segunda etapa llamada de *secado*, que se realiza en una estación de 4mx3mx15m en donde también existen 9 bandas transportadoras por donde el producto recorre hacia el final del proceso de secado.



Contenedor de etapa de *presecado*.

Figura 1.1: Horno de Presecado

El calor se genera mediante un sistema de convección del calor, por donde recorre agua caliente y ésta genera el calor necesario dentro de los contenedores, el calor generado actúa sobre el fideo y evapora el agua contenida generando humedad, la misma que es controlada mediante 24 y 48 ventiladores instalados en los contenedores respectivos para expulsar el exceso de humedad a través de unas compuertas fijas en los paneles y tratar de mantener el ambiente adecuado para que el producto conserve su calidad.



Contenedor de etapa de *secado*.

Figura 1. 2: Horno de Secado

Las bandas tienen un sistema continuo en el cual no presenta ningún control se accionan con la activación de un switch y este se detiene únicamente con la desactivación del dicho switch, si en el peor de los casos una de estas bandas sufre algún daño como una rotura, no tienen control absoluto en ningún punto, con esto si el operador no se percata de dicho daño lo más probable es que se tenga una

pérdida total de la banda, considerando que cada una de ellas tiene un costo de alrededor de doce mil dólares, por consiguiente esto será una pérdida para la empresa.

Para poder mantener un control adecuado de este proceso y de cada uno de los parámetros es necesaria la utilización de un PLC, variadores, relés, térmicos y otros dispositivos que permitan el correcto funcionamiento.

### **1.3.- PLC<sup>1</sup>**

El término PLC proviene de las siglas en inglés para Programmable Logic Controller, que traducido al español se entiende como “Controlador Lógico Programable”. Se trata de un equipo electrónico, que, tal como su mismo nombre lo indica, se ha diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real. Por lo general, es posible encontrar este tipo de equipos en ambientes industriales.

Para que un PLC logre cumplir con su función de controlar, es necesario programarlo con cierta información acerca de los procesos que se quiere secuenciar. Esta información es recibida por captadores, que gracias al programa lógico interno, logran implementarla a través de los accionadores de la instalación.

Un PLC es un equipo comúnmente utilizado en maquinarias industriales de fabricación de plástico, en máquinas de embalajes, entre otras; en fin, son posibles encontrarlos en todas aquellas maquinarias que necesitan controlar procesos secuenciales, así como también, en aquellas que realizan maniobras de instalación, señalización y control.

---

<sup>1</sup> <http://www.misrespuestas.com/que-es-un-plc.html>

Dentro de las funciones que un PLC puede cumplir se encuentran operaciones como las de detección y de mando, en las que se elaboran y envían datos de acción a los preaccionadores y accionadores. Además cumplen la importante función de programación, pudiendo introducir, crear y modificar las aplicaciones del programa.

Dentro de las ventajas que estos equipos poseen se encuentra que, gracias a ellos, es posible ahorrar tiempo en la elaboración de proyectos, pudiendo realizar modificaciones sin costos adicionales. Por otra parte, son de tamaño reducido y mantenimiento de bajo costo, además permiten ahorrar dinero en mano de obra y la posibilidad de controlar más de una máquina con el mismo equipo. Sin embargo, y como sucede en todos los casos, los controladores lógicos programables, o PLC's, presentan ciertas desventajas como es la necesidad de contar con técnicos calificados y adiestrados específicamente para ocuparse de su buen funcionamiento.

### **1.3.1.- MÓDULOS DE ENTRADAS Y SALIDAS ANALÓGICAS.<sup>2</sup>**

La sección de entradas mediante el interfaz, adapta y codifica de forma comprensible para la CPU las señales procedentes de los dispositivos de entrada o captadores.

Hay dos tipos de entradas:

- Entradas digitales
  
- Entradas analógicas

La sección de salida también mediante interfaz trabaja de forma inversa a las entradas, es decir, decodifica las señales procedentes de la CPU, y las amplifica y

---

<sup>2</sup>[http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/ESTRUCTURAS/ESTRUCTURA%20INTERNA/SECCION%20DE%20ES/seccion\\_de\\_es.htm](http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/ESTRUCTURAS/ESTRUCTURA%20INTERNA/SECCION%20DE%20ES/seccion_de_es.htm)

envía con ellas a los dispositivos de salida o actuadores como lámparas, relés... aquí también existen unas interfaces de adaptación a las salidas de protección de circuitos internos.

Hay dos tipos de salidas:

- Salidas digitales
- Salidas analógicas

#### **1.3.1.1.- Entradas digitales**

Los módulos de entrada digitales permiten conectar al autómata captadores de tipo todo o nada como finales de carrera pulsadores.

Los módulos de entrada digitales trabajan con señales de tensión, por ejemplo cuando por una vía llegan 24 voltios se interpreta como un "1" y cuando llegan cero voltios se interpreta como un "0"

El proceso de adquisición de la señal digital consta de varias etapas.

- Protección contra sobretensiones
- Filtrado
- Puesta en forma de la onda
- Aislamiento galvánico o por optoacoplador.

### **1.3.1.2.- Entradas analógicas**

Los módulos de entrada analógicas permiten que los autómatas programables trabajen con accionadores de mando analógico y lean señales de tipo analógico como pueden ser la temperatura, la presión o el caudal.

Los módulos de entradas analógicas convierten una magnitud analógica en un número que se deposita en una variable interna del autómata. Lo que realiza es una conversión A/D, puesto que el autómata solo trabajar con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (numero de bits) y cada cierto intervalo de tiempo (periodo muestreo).

Los módulos de entrada analógica pueden leer tensión o intensidad.

El proceso de adquisición de la señal analógica consta de varias etapas:

- Filtrado
- Conversión A/D
- Memoria interna

### **1.3.1.3.- Salidas digitales**

Un módulo de salida digital permite al autómata programable actuar sobre los preaccionadores y accionadores que admitan ordenes de tipo todo o nada.

El valor binario de las salidas digitales se convierte en la apertura o cierre de un relé interno del autómata en el caso de módulos de salidas a relé.

En los módulos estáticos (bornero), los elementos que conmutan son los componentes electrónicos como transistores o triacs, y en los módulos electromecánicos son contactos de relés internos al módulo.

Los módulos de salidas estáticas al suministrar tensión, solo pueden actuar sobre elementos que trabajan todos a la misma tensión, en cambio los módulos de salida electromecánicos, al ser libres de tensión, pueden actuar sobre elementos que trabajen a tensiones distintas.

El proceso de envío de la señal digital consta de varias etapas:

- Puesta en forma
- Aislamiento
- Circuito de mando (relé interno)
- Protección electrónica
- Tratamiento cortocircuitos

#### **1.3.1.4.- Salidas analógicas**

Los módulos de salida analógica permiten que el valor de una variable numérica interna del autómata se convierta en tensión o intensidad. Lo que realiza es una conversión D/A, puesto que el autómata solo trabaja con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (numero de bits) y cada cierto intervalo de tiempo (periodo muestreo).

Esta tensión o intensidad puede servir de referencia de mando para actuadores que admitan mando analógico como pueden ser los variadores de velocidad, las etapas de los tiristores de los hornos, reguladores de temperatura permitiendo al autómeta realiza funciones de regulación y control de procesos continuos.

El proceso de envío de la señal analógica consta de varias etapas:

- Aislamiento galvánico
- Conversión D/A
- Circuitos de amplificación y adaptación
- Protección electrónica de la salida

Como se ha visto las señales analógicas sufren un gran proceso de adaptación tanto en los módulos de entrada como en los módulos de salida. Las funciones de conversión A/D y D/A que realiza son esenciales. Por ello los módulos de E/S analógicos se les consideran módulos de E/S especiales.

## **1.4.- VARIADOR DE FRECUENCIA<sup>3</sup>**

Un variador de frecuencia (*siglas VFD, del inglés: Variable Frequency Drive o bien AFD Adjustable Frequency Drive*) es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la

---

<sup>2</sup>[http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/ESTRUCTURAS/ESTRUCTURA%20INTERNA/SECCION%20DE%20ES/seccion\\_de\\_es.htm](http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/ESTRUCTURAS/ESTRUCTURA%20INTERNA/SECCION%20DE%20ES/seccion_de_es.htm)

<sup>3</sup>[http://es.wikipedia.org/wiki/Variador\\_de\\_frecuencia](http://es.wikipedia.org/wiki/Variador_de_frecuencia)

frecuencia de alimentación suministrada al motor. Un variador de frecuencia es un caso especial de un variador de velocidad. Los variadores de frecuencias son también conocidos como drivers de frecuencia ajustable (AFD), drivers de CA, microdrivers o inversores. Dado que el voltaje es variado a la vez que la frecuencia, a veces son llamados drivers VVVF (variador de voltaje variador de frecuencia).

#### **1.4.1.- PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO<sup>2</sup>**

Los dispositivos variadores de frecuencia operan bajo el principio de que la velocidad síncrona de un motor de corriente alterna (CA) está determinada por la frecuencia de CA suministrada y el número de polos en el estator, de acuerdo con la relación:

$$RPM = \frac{120 \times f}{p} \quad \text{(Ecuación 1.1)}$$

Donde:

RPM = Revoluciones por minuto

$f$  = frecuencia de suministro AC (Hertz)

$p$  = Número de polos (a dimensional)

Las cantidades de polos más frecuentemente utilizadas en motores síncronos o en Motor asíncrono son 2, 4, 6 y 8 polos que, siguiendo la ecuación citada resultarían en 3600 RPM, 1800 RPM, 1200 RPM y 900 RPM respectivamente para motores síncronos únicamente. Dependiendo de la ubicación funciona en 50Hz o 60Hz.

En los motores asíncronos las revoluciones por minuto son ligeramente menores por el propio asincronismo que indica su nombre. En estos se produce un desfase mínimo entre la velocidad de rotación (RPM) del rotor (velocidad "real" o "de salida")

comparativamente con la cantidad de RPMs del campo magnético (las cuales si deberían cumplir la ecuación arriba mencionada tanto en Motores síncronos como en motores asíncronos ) debido a que sólo es atraído por el campo magnético exterior que lo aventaja siempre en velocidad (de lo contrario el motor dejaría de girar en los momentos en los que alcanzase al campo magnético).

## **1.5.- RELÉ<sup>4</sup>**

El relé o relevador, del francés *relais*, relevo, es un dispositivo electromecánico, que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

Fue inventado por Joseph Henry en 1835.

Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico. Como tal se emplearon en telegrafía, haciendo la función de repetidores que generaban una nueva señal con corriente procedente de pilas locales a partir de la señal débil recibida por la línea. Se les llamaba "relevadores". De ahí "relé".

### **1.5.1.- DESCRIPCIÓN<sup>5</sup>**

Se denominan contactos de trabajo aquellos que se cierran cuando la bobina del relé es alimentada y contactos de reposo a los cerrados en ausencia de alimentación de la misma. De este modo, los contactos de un relé pueden ser normalmente abiertos,

---

<sup>4</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9>

<sup>5</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9>

NA o NO, *Normally Open* por sus siglas en inglés, normalmente cerrados, NC, *Normally Closed*, o de conmutación. la lamina central se denomina lamina inversora o de contactos inversores o de conmutación que son los contactos móviles que transmiten la corriente a los contactos fijos.

Los contactos normalmente abiertos conectan el circuito cuando el relé es activado; el circuito se desconecta cuando el relé está inactivo. Este tipo de contactos es ideal para aplicaciones en las que se requiere conmutar fuentes de poder de alta intensidad para dispositivos remotos.

Los contactos normalmente cerrados desconectan el circuito cuando el relé es activado; el circuito se conecta cuando el relé está inactivo. Estos contactos se utilizan para aplicaciones en las que se requiere que el circuito permanezca cerrado hasta que el relé sea activado. Los contactos de conmutación controlan dos circuitos: un contacto NA y uno NC con una terminal común.

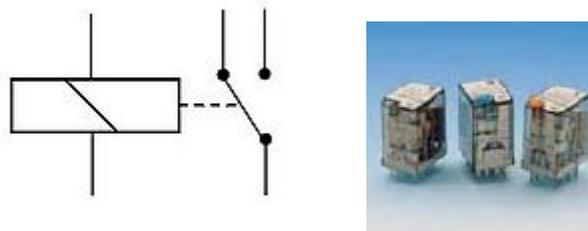


Figura 1.3: Relé

### 1.5.2.- TIPOS DE RELÉS

Existen multitud de tipos distintos de relés, dependiendo del número de contactos, de la intensidad admisible por los mismos, tipo de corriente de accionamiento, tiempo de activación y desactivación, etc. Cuando controlan grandes potencias se les llama contactores en lugar de relés.

### **1.5.2.1.- Relés Electromecánicos**

*Relés de tipo armadura:* pese a ser los más antiguos siguen siendo los más utilizados en multitud de aplicaciones. Un electroimán provoca la basculación de una armadura al ser excitado, cerrando o abriendo los contactos dependiendo de si es NA o NC.

*Relés de núcleo móvil:* a diferencia del anterior modelo estos están formados por un émbolo en lugar de una armadura. Debido su mayor fuerza de atracción, se utiliza un selenoide para cerrar sus contactos. Es muy utilizado cuando hay que controlar altas corrientes.

*Relé tipo reed o de lengüeta:* están constituidos por una ampolla de vidrio, con contactos en su interior, montados sobre delgadas láminas de metal. Estos contactos conmutan por la excitación de una bobina, que se encuentra alrededor de la mencionada ampolla.

*Relés polarizados o biestables:* se componen de una pequeña armadura, solidaria a un imán permanente. El extremo inferior gira dentro de los polos de un electroimán, mientras que el otro lleva una cabeza de contacto. Al excitar el electroimán, se mueve la armadura y provoca el cierre de los contactos. Si se polariza al revés, el giro será en sentido contrario, abriendo los contactos ó cerrando otro circuito.

### **1.5.2.2.- Relé De Estado Sólido**

Se llama relé de estado sólido a un circuito híbrido, normalmente compuesto por un optoacoplador que aísla la entrada, un circuito de disparo, que detecta el paso por cero de la corriente de línea y un triac o dispositivo similar que actúa de interruptor de

potencia. Su nombre se debe a la similitud que presenta con un relé electromecánico; este dispositivo es usado generalmente para aplicaciones donde se presenta un uso continuo de los contactos del relé que en comparación con un relé convencional generaría un serio desgaste mecánico, además de poder conmutar altos amperajes que en el caso del relé electromecánico destruirían en poco tiempo los contactos.

#### **1.5.2.3.- Relé De Corriente Alterna**

Cuando se excita la bobina de un relé con corriente alterna, el flujo magnético en el circuito magnético, también es alterno, produciendo una fuerza pulsante, con frecuencia doble, sobre los contactos. Es decir, los contactos de un relé conectado a la red, en Europa oscilarán a 50 Hz y en América a 60 Hz. Este hecho se aprovecha en algunos timbres y zumbadores, como un activador a distancia. En un relé de corriente alterna se modifica la resonancia de los contactos para que no oscilen.

#### **1.5.2.4.- Relé De Láminas**

Este tipo de relé se utilizaba para discriminar distintas frecuencias. Consiste en un electroimán excitado con la corriente alterna de entrada que atrae varias varillas sintonizadas para resonar a sendas frecuencias de interés. La varilla que resuena acciona su contacto; las demás, no. El desarrollo de la microelectrónica y los PLL integrados ha relegado estos componentes al olvido.

Los relés de láminas se utilizaron en aeromodelismo y otros sistemas de telecontrol.

#### **1.5.3.- RELÉS TÉRMICOS<sup>6</sup>**

---

<sup>6</sup> <http://www.monografias.com/trabajos11/contact/contact.shtml>

Son elementos de protección únicamente contra sobrecargas, cuyo principio de funcionamiento se basa en la deformación de ciertos elementos (bimetales) bajo el efecto del calor, para accionar, cuando este alcanza ciertos valores, unos contactos auxiliares que desenergicen todo el circuito y energicen al mismo tiempo un elemento de señalización.

El bimetálico está formado por dos metales de diferente coeficiente de dilatación y unidos firmemente entre sí, regularmente mediante soldadura de punto. El calor necesario para curvar o reflexionar la lámina bimetálica es producido por una resistencia, arrollada alrededor del bimetálico, que está cubierto con un material de asbesto, a través de la cual circula la corriente que va de la red al motor. Se ubica en el circuito de potencia.

Los bimetálicos comienzan a curvarse cuando la corriente sobrepasa el valor nominal para el cual han sido dimensionados, empujando una placa de fibra hasta que se produce el cambio de estado de los contactos auxiliares que lleva. El tiempo de desconexión depende de la intensidad de la corriente que circule por las resistencias.

#### **1.5.4.- VENTAJAS DEL USO DE RELÉS<sup>7</sup>**

La gran ventaja de los relés electromagnéticos es la completa separación eléctrica entre la corriente de accionamiento, la que circula por la bobina del electroimán, y los circuitos controlados por los contactos, lo que hace que se puedan manejar altos voltajes o elevadas potencias con pequeñas tensiones de control. También ofrecen la posibilidad de control de un dispositivo a distancia mediante el uso de pequeñas señales de control.

---

<sup>7</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9>

## 1.6.- PANTALLA TÁCTIL<sup>8</sup>

Una pantalla táctil (*touchscreen* en inglés) es una pantalla que mediante un contacto directo sobre su superficie permite la entrada de datos y órdenes al dispositivo. A su vez, actúa como periférico de salida, mostrando los resultados introducidos previamente. Este contacto también se puede realizar con lápiz u otras herramientas similares. Actualmente hay pantallas táctiles que pueden instalarse sobre una pantalla normal. Así pues, la pantalla táctil puede actuar como *periférico de entrada* y *periférico de salida* de datos.

Las pantallas táctiles se han ido haciendo populares desde la invención de la interfaz electrónica táctil en 1971 por el Dr. Samuel C. Hurst. Han llegado a ser comunes en TPVs, en cajeros automáticos y en PDAs donde se suele emplear un estilo para manipular la interfaz gráfica de usuario y para introducir datos. La popularidad de los teléfonos inteligentes, de las PDAs, de los vídeos consolas portátiles o de los navegadores de automóviles está generando la demanda y la aceptación de las pantallas táctiles.

Las pantallas táctiles de última generación consisten en un cristal transparente donde se sitúa una lámina que permite al usuario interactuar directamente sobre esta superficie, utilizando un proyector para lanzar la imagen sobre la pantalla de cristal. Se sale de lo que hasta hoy día se entendía por pantalla táctil que era básicamente un monitor táctil.

Las pantallas táctiles son populares en la industria pesada y en otras situaciones, tales como exposiciones de museos donde los teclados y los ratones no permiten una interacción satisfactoria, intuitiva, rápida, o exacta del usuario con el contenido de la exposición.

---

<sup>8</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla\\_t%C3%A1ctil](http://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla_t%C3%A1ctil)

## 1.7.- INTERFAZ HUMANO-MÁQUINA (HMI)<sup>9</sup>

Una interfaz Hombre - Máquina o HMI ("Human Machine Interface") es el aparato que presenta los datos a un operador (humano) y a través del cual éste controla el proceso.

Los sistemas HMI se los puede pensar como una "ventana de un proceso". Esta ventana puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en un ordenador. Los sistemas HMI en ordenadores se los conoce también como software HMI o de monitorización y control de supervisión. Las señales del proceso son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en el ordenador, PLC's (Controladores lógicos programables), PAC's (Controlador de automatización programable), RTU (Unidades remotas de I/O) o DRIVER's (Variadores de velocidad de motores). Todos estos dispositivos deben tener una comunicación que entienda el HMI.

La industria de HMI nació esencialmente de la necesidad de estandarizar la manera de monitorizar y de controlar múltiples sistemas remotos, PLC's y otros mecanismos de control. Aunque un PLC realiza automáticamente un control pre-programado sobre un proceso, normalmente se distribuyen a lo largo de toda la planta, haciendo difícil recoger los datos de manera manual, los sistemas SCADA ("*Sistem Communication And Data Acquisition*") lo hacen de manera automática. Históricamente los PLC no tienen una manera estándar de presentar la información al operador. La obtención de los datos por el sistema SCADA parte desde el PLC o desde otros controladores y se realiza por medio de algún tipo de red, posteriormente esta información es combinada y formateada. Un HMI puede tener también vínculos con una base de datos para proporcionar las tendencias, los datos de diagnóstico y manejo de la información así como un cronograma de procedimientos de

---

<sup>9</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla\\_t%C3%A1ctil](http://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla_t%C3%A1ctil)

mantenimiento, información logística, esquemas detallados para un sensor o máquina en particular, incluso sistemas expertos con guía de resolución de problemas.

Desde cerca de 1998, virtualmente todos los productores principales de PLC ofrecen integración con sistemas HMI/SCADA, muchos de ellos usan protocolos de comunicaciones abiertos y no propietarios. Numerosos paquetes de HMI/SCADA de terceros ofrecen compatibilidad incorporada con la mayoría de PLCs, incluyendo la entrada al mercado de ingenieros mecánicos, eléctricos y técnicos para configurar estas interfaces por sí mismos, sin la necesidad de un programa hecho a medida escrito por un desarrollador de software.

SCADA es popular debido a esta compatibilidad y seguridad. Ésta se usa desde aplicaciones pequeñas, como controladores de temperatura en un espacio, hasta aplicaciones muy grandes como el control de plantas nucleares.

## **1.8.- SISTEMAS DE CONTROL**

### **1.8.1.- PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVO<sup>10</sup>**

Un PID (Proporcional Integral Derivativo) es un mecanismo de control por realimentación que se utiliza en sistemas de control industriales. Un controlador PID corrige el error entre un valor medido y el valor que se quiere obtener calculándolo y luego sacando una acción correctora que puede ajustar al proceso acorde. El algoritmo de cálculo del control PID se da en tres parámetros distintos: el proporcional, el integral, y el derivativo. El valor Proporcional determina la reacción del error actual. El Integral genera una corrección proporcional a la integral del error,

---

<sup>10</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla\\_t%C3%A1ctil](http://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla_t%C3%A1ctil)

esto asegura que aplicando un esfuerzo de control suficiente, el error de seguimiento se reduce a cero.

El Derivativo determina la reacción del tiempo en el que el error se produce.

La suma de estas tres acciones es usada para ajustar al proceso vía un elemento de control como la posición de una válvula de control o la energía suministrada a un calentador, por ejemplo. Ajustando estas tres constantes en el algoritmo de control del PID, el controlador puede proveer un control diseñado para lo que requiera el proceso a realizar. La respuesta del controlador puede ser descrita en términos de respuesta del control ante un error, el grado el cual el controlador llega al "set point", y el grado de oscilación del sistema. Nótese que el uso del PID para control no garantiza control óptimo del sistema o la estabilidad del mismo. Algunas aplicaciones pueden solo requerir de uno o dos modos de los que provee este sistema de control. Un controlador PID puede ser llamado también PI, PD, P o I en la ausencia de las acciones de control respectivas. Los controladores PI son particularmente comunes, ya que la acción derivativa es muy sensible al ruido, y la ausencia del proceso integral puede evitar que se alcance al valor deseado debido a la acción de control.

Para el correcto funcionamiento de un controlador PID que regule un proceso o sistema se necesita, al menos:

- Un sensor, que determine el estado del sistema (termómetro, caudalímetro, manómetro, etc).
- Un controlador, que genere la señal que gobierna al actuador.
- Un actuador, que modifique al sistema de manera controlada (resistencia eléctrica, motor, válvula, bomba, etc).

El sensor proporciona una señal analógica o digital al controlador, la cual representa el *punto actual* en el que se encuentra el proceso o sistema. La señal puede representar ese valor en tensión eléctrica, intensidad de corriente eléctrica o frecuencia. En este último caso la señal es de corriente alterna, a diferencia de los dos anteriores, que son con corriente continua.

El controlador lee una señal externa que representa el valor que se desea alcanzar. Esta señal recibe el nombre de punto de consigna (o punto de referencia), la cual es de la misma naturaleza y tiene el mismo rango de valores que la señal que proporciona el sensor.

El controlador resta la señal de punto actual a la señal de punto de consigna, obteniendo así la señal de error, que determina en cada instante la diferencia que hay entre el valor deseado (consigna) y el valor medido. La señal de error es utilizada por cada uno de los 3 componentes del controlador PID.

Las 3 señales sumadas, componen la señal de salida que el controlador va a utilizar para gobernar al actuador. La señal resultante de la suma de estas tres se llama variable manipulada y no se aplica directamente sobre el actuador, sino que debe ser transformada para ser compatible con el actuador que se use.

Las tres componentes de un controlador PID son: parte Proporcional, acción Integral y acción Derivativa. El peso de la influencia que cada una de estas partes tiene en la suma final, viene dado por la constante proporcional, el tiempo integral y el tiempo derivativo, respectivamente. Se pretenderá lograr que el bucle de control corrija eficazmente y en el mínimo tiempo posible los efectos de las perturbaciones.

#### **1.8.1.1.- Proporcional**

La parte proporcional consiste en el producto entre la señal de error y la constante proporcional como para que hagan que el error en estado estacionario sea casi nulo,

pero en la mayoría de los casos, estos valores solo serán óptimos en una determinada porción del rango total de control, siendo distintos los valores óptimos para cada porción del rango. Sin embargo, existe también un valor límite en la constante proporcional a partir del cual, en algunos casos, el sistema alcanza valores superiores a los deseados. Este fenómeno se llama sobreoscilación y, por razones de seguridad, no debe sobrepasar el 30%, aunque es conveniente que la parte proporcional ni siquiera produzca sobreoscilación. Hay una relación lineal continua entre el valor de la variable controlada y la posición del elemento final de control (la válvula se mueve al mismo valor por unidad de desviación). La parte proporcional no considera el tiempo, por lo tanto, la mejor manera de solucionar el error permanente y hacer que el sistema contenga alguna componente que tenga en cuenta la variación respecto al tiempo, es incluyendo y configurando las acciones integral y derivativa.

La fórmula del proporcional está dada por:

$$P_{sal} = K_p e(t) \quad (\text{Ecuación 1.2})$$

En la figura 1.4 se muestra acción proporcional para todos los valores de ganancia KP

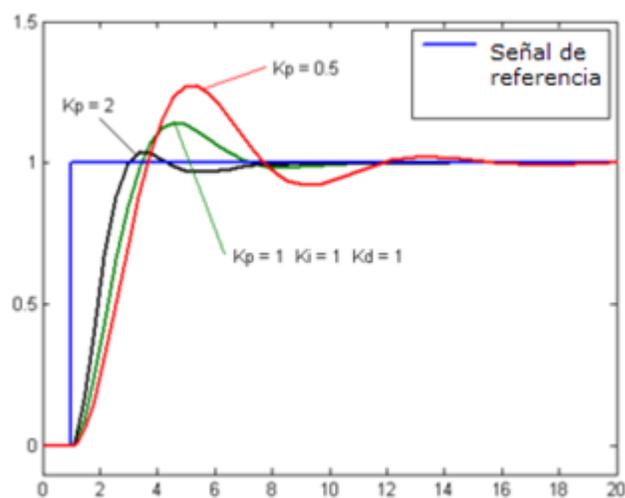


Figura 1.4: Grafica de acción proporcional

### 1.8.1.2.- Integral

El modo de control Integral tiene como propósito disminuir y eliminar el error en estado estacionario, provocado por el modo proporcional. El control integral actúa cuando hay una desviación entre la variable y el punto de consigna, integrando esta desviación en el tiempo y sumándola a la acción proporcional.

El *error* es integrado, lo cual tiene la función de promediarlo o sumarlo por un periodo de tiempo determinado; Luego es multiplicado por una constante  $K_i$  representa la constante de integración. Posteriormente, la respuesta integral es adicionada al modo Proporcional para formar el control P + I con el propósito de obtener una respuesta estable del sistema sin error estacionario.

El control integral se utiliza para obviar el inconveniente del offset (desviación permanente de la variable con respecto al punto de consigna) de la banda proporcional.

La fórmula del integral está dada por:

$$P_{i_{sal}} = K_i \int_0^t e(\tau) d\tau \quad (\text{Ecuación 1.3})$$

En la figura 1.5 se encuentra la respuesta de un control integral para obtener valores de la constante integral.

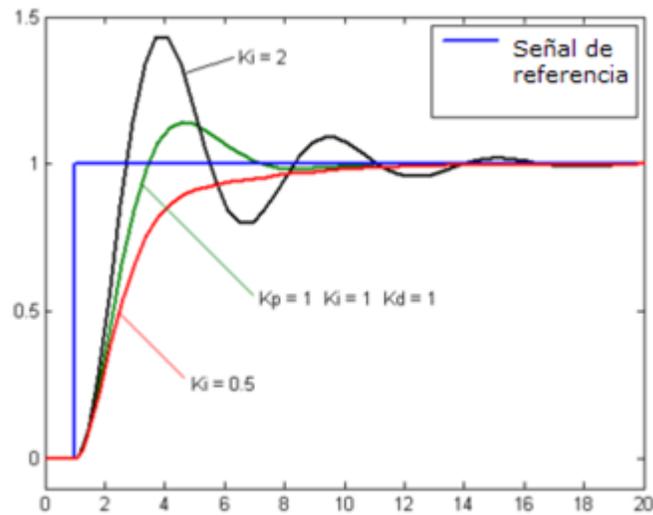


Figura 1.5: Grafica de acción integral

### 1.8.1.3.- Derivativo

La acción derivativa se manifiesta cuando hay un cambio en el valor absoluto del error; (si el error es constante, solamente actúan los modos proporcional e integral).

El *error* es la desviación existente entre el punto de medida y el valor consigna, o "*Set Point*".

La función de la acción derivativa es mantener el error al mínimo corrigiéndolo proporcionalmente con la misma velocidad que se produce; de esta manera evita que el error se incremente.

Se deriva con respecto al tiempo y se multiplica por una constante D y luego se suma a las señales anteriores (P+I). Es importante adaptar la respuesta de control a los cambios en el sistema ya que una mayor derivativa corresponde a un cambio más rápido y el controlador puede responder acordeamente.

La fórmula del derivativo está dada por:

$$D_{\text{sal}} = K_d \frac{de}{dt} \quad (\text{Ecuación 1.4})$$

El control derivativo se caracteriza por el tiempo de acción derivada en minutos de anticipo. La acción derivada es adecuada cuando hay retraso entre el movimiento de la válvula de control y su repercusión a la variable controlada.

Cuando el tiempo de acción derivada es grande, hay inestabilidad en el proceso.

Cuando el tiempo de acción derivada es pequeño la variable oscila demasiado con relación al punto de consigna. Suele ser poco utilizada debido a la sensibilidad al ruido que manifiesta y a las complicaciones que ello conlleva.

El tiempo óptimo de acción derivativa es el que retorna la variable al punto de consigna con las mínimas oscilaciones.

La figura 1.6 muestra el control derivativo para diferentes constantes.

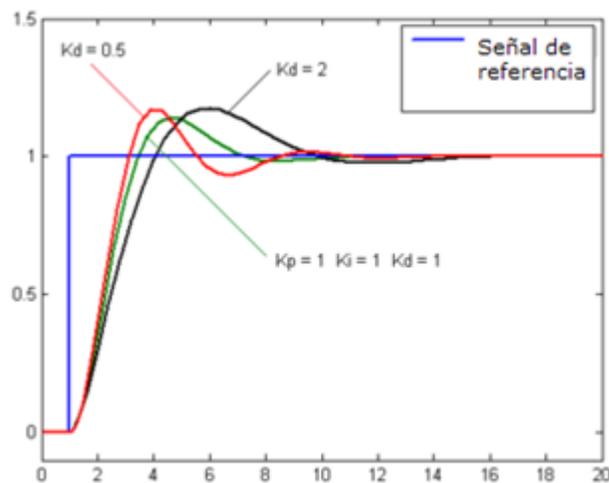


Figura 1.6: Grafica de acción derivativa

#### **1.8.1.4.- Ajuste de parámetros del PID**

El objetivo de los ajustes de los parámetros PID es lograr que el bucle de control corrija eficazmente y en el mínimo tiempo los efectos de las perturbaciones; se tiene que lograr la mínima integral de error. Si los parámetros del controlador PID (la ganancia del proporcional, integral y derivativo) se eligen incorrectamente, el proceso a controlar puede ser inestable. Ajustar un lazo de control significa ajustar los parámetros del sistema de control a los valores óptimos para la respuesta del sistema de control deseada.

Hay varios métodos para ajustar un lazo de PID. El método más efectivo generalmente requiere del desarrollo de alguna forma del modelo del proceso, luego elegir P, I y D basándose en los parámetros del modelo dinámico. Los métodos de ajuste manual pueden ser muy ineficientes. La elección de un método dependerá de si el lazo puede ser "desconectado" para ajustarlo, y del tiempo de respuesta del sistema. Si el sistema puede desconectarse, el mejor método de ajuste a menudo es el de ajustar la entrada, midiendo la salida en función del tiempo, y usando esta respuesta para determinar los parámetros de control. Ahora describimos como realizar un ajuste manual.

#### **1.8.2.- EL CONTROLADOR ON-OFF (SI-NO O TODO Y NADA)<sup>11</sup>**

La salida del controlador ON-OFF, o de dos posiciones, solo puede cambiar entre dos valores al igual que dos estados de un interruptor. El controlador no tiene la capacidad para producir un valor exacto en la variable controlada para un valor de referencia dado pues el controlador produce una continua desviación del valor de referencia.

---

<sup>11</sup><http://www.udb.edu.sv/Academia/Laboratorios/electronica/Sistemas%20de%20Control%20Automatico/guia4CA.pdf>

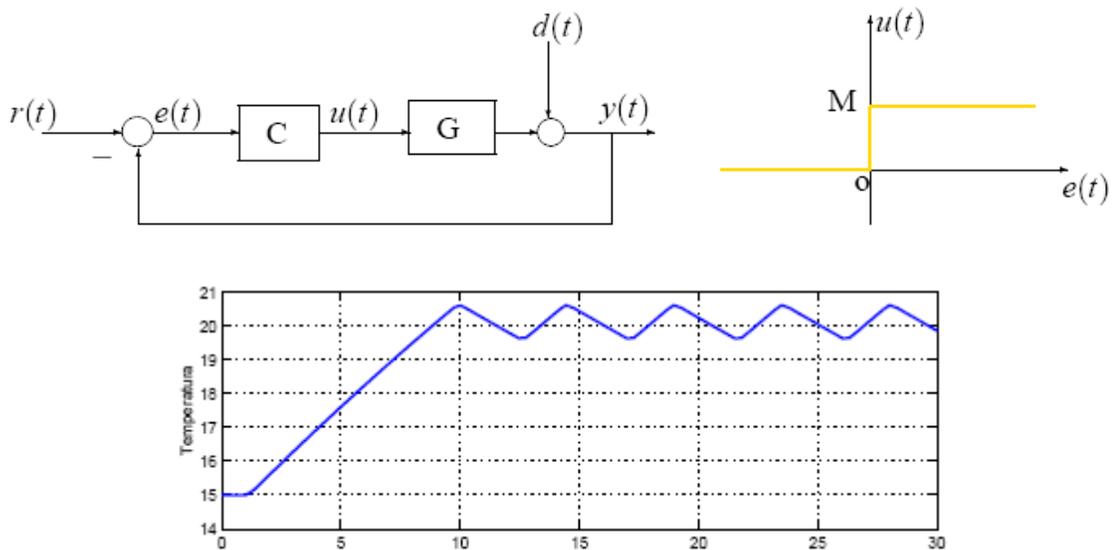


Figura 1.7: Control ON-OFF

Los controladores mecánicos de dos posiciones normalmente poseen algo de histéresis, por el contrario los controladores electrónicos usualmente funcionan sin histéresis.

La histéresis está definida como la diferencia entre los tiempos de apagado y encendido del controlador. El usar un controlador de acción de dos posiciones da como resultado una oscilación de la variable controlada,  $x$ .

## 1.9.- SOFTWARE PARA MANEJAR UN HMI

### 1.9.1.- INTOUCH<sup>12</sup>

Les permite a ingenieros, supervisores, administradores y operadores visualizar e interactuar con el desarrollo de toda una operación a través de representaciones gráficas de sus procesos de producción

<sup>12</sup> <http://www.slideshare.net/JavaSlide/intouch-1700628>

¿Para qué sirve INTOUCH?

Permite a supervisores y administradores visualizar (sin alterar) datos del área de producción de la planta en tiempo real desde una PC de escritorio ubicada en cualquier lugar de la red. También contiene una útil herramienta de software que le ayuda a los usuarios a crear sus propios “Wizards” (objetos preconfigurados).

InTouch permite realizar presentaciones muy entendibles, y las interfaces finales son de muy fácil manejo no solo para el diseñador, sino para cualquier extraño que quiera manipular el sistema

InTouch se puede acoplar a módulos de SQL para ayudar a los usuarios a satisfacer una variedad de requisitos de presentación de informes de la industria. Los campos de acción abarcan el mundo en una gran variedad de mercados verticales incluyendo la elaboración de alimentos, los semiconductores, el petróleo y el gas, automotriz, química, farmacéutica, pulpa y papel, transporte, servicios públicos y más.

### **1.9.2.- LabVIEW<sup>13</sup>**

LabVIEW es una herramienta gráfica para pruebas, control y diseño mediante la programación. El lenguaje que usa se llama lenguaje G, donde la G simboliza que es lenguaje Gráfico.

Este programa fue creado por National Instruments (1976) para funcionar sobre máquinas MAC, salió al mercado por primera vez en 1986. Ahora está disponible para las plataformas Windows, UNIX, MAC y Linux. La versión actual 8.6, publicada en Agosto de 2008, cuenta también con soporte para Windows Vista.

---

<sup>13</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/LabVIEW>

Los programas desarrollados con LabVIEW se llaman Instrumentos Virtuales, o VIs, y su origen provenía del control de instrumentos, aunque hoy en día se ha expandido ampliamente no sólo al control de todo tipo de electrónica (Instrumentación electrónica) sino también a su programación embebida. Un lema tradicional de LabVIEW es: *"La potencia está en el Software"*, que con la aparición de los sistemas multinúcleo se ha hecho aún más patente. Entre sus objetivos están el reducir el tiempo de desarrollo de aplicaciones de todo tipo (no sólo en ámbitos de Pruebas, Control y Diseño) y el permitir la entrada a la informática a profesionales de cualquier otro campo. LabVIEW consigue combinarse con todo tipo de software y hardware, tanto del propio fabricante -tarjetas de adquisición de datos, PAC, Visión, instrumentos y otro Hardware- como de otros fabricantes.

### **1.9.3.- WinCC<sup>14</sup>**

Simatic Maintenance Station, la nueva opción de WinCC, sirve de asistente al técnico de mantenimiento. El software se instala en paralelo al sistema base WinCC, lo que permite al operador cambiar cómodamente de visualización de proceso a mantenimiento y viceversa. La estación de mantenimiento es muy fácil de configurar.

En la herramienta de ingeniería Step 7, el usuario elige los controladores que quiere visualizar mientras que la estación de mantenimiento identifica a partir de esa selección los equipos pertenecientes al sistema y genera automáticamente una imagen de estructura jerárquica la base de sinópticos WinCC ya interconectados.

El operador puede programar no sólo las respuestas a las anomalías sino además las operaciones de mantenimiento adecuadas para así aprovechar con eficiencia los recursos de mantenimiento disponibles.

---

<sup>14</sup> [http://www.infopl.net/NOTICIAS/noticia\\_012.htm](http://www.infopl.net/NOTICIAS/noticia_012.htm)

Las opciones WinCC incluyen otras innovaciones más: WinCC/Audit incluye ahora una herramienta añadida para la gestión de versiones de proyectos. Otra novedad es WinCC/ChangeControl, un sistema de gestión general y de versiones de proyectos dotado de trazabilidad.

WinCC/Redundancy permite ahora comparar adicionalmente acuses de recibo, comentarios y estados de alarmas así como variables internas en las estaciones WinCC redundantes.

Con WinCC/Web Navigator se han integrado por último los clientes web en Simatic Logon, la administración de usuarios centralizada a escala de planta, cumpliéndose así los severos requisitos que imponen las industrias farmacéutica y alimentaria en materia de trazabilidad.

## **1.10.- VARIABLES DEL PROCESO**

Las variables que se está tomando en consideración en este proceso de presecado y secado son:

- Humedad
  
- Temperatura

### **1.10.1.- HUMEDAD<sup>15</sup>**

Es el contenido de vapor de agua del aire. Puede expresarse como humedad absoluta, específica, relativa o razón de mezcla.

### **1.10.2.- HUMEDAD ABSOLUTA<sup>15</sup>**

La humedad absoluta es la cantidad de vapor de agua presente en el aire. Se expresa en gramos de agua por unidad de volumen ( $\text{g/m}^3$ ). A mayor temperatura, mayor es la cantidad de vapor de agua que permite acumular el aire.

### **1.10.3.- HUMEDAD ESPECÍFICA<sup>16</sup>**

La humedad específica es la cantidad de vapor de agua contenido en el aire medido en gramos de vapor por kilogramo de aire húmedo ( $\text{g/kg}$ ).

### **1.10.4.- HUMEDAD RELATIVA<sup>16</sup>**

La humedad relativa es la humedad que contiene una masa de aire, en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir sin producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica. Esta es la forma más habitual de expresar la humedad ambiental. Se expresa en tanto por ciento. (%)

---

<sup>15</sup>[http://es.wikipedia.org/wiki/Humedad#Evaluaci.C3.B3n\\_de\\_la\\_humedad\\_el\\_aire\\_ambiente](http://es.wikipedia.org/wiki/Humedad#Evaluaci.C3.B3n_de_la_humedad_el_aire_ambiente)

<sup>16</sup>[http://es.wikipedia.org/wiki/Humedad#Evaluaci.C3.B3n\\_de\\_la\\_humedad\\_el\\_aire\\_ambiente](http://es.wikipedia.org/wiki/Humedad#Evaluaci.C3.B3n_de_la_humedad_el_aire_ambiente)

$$RH = \frac{P(H_2O)}{P^*(H_2O)} \times 100\% \quad (\text{Ecuación 1.5})$$

Donde

$P(H_2O)$  es la presión parcial de vapor de agua en la mezcla de aire;

$P^*(H_2O)$  es la presión de saturación de vapor de agua a la temperatura en la mezcla de aire; y

$RH$  es la humedad relativa de la mezcla de aire que se está considerando.

La importancia de esta manera de expresar la humedad ambiente estriba en que refleja muy adecuadamente la capacidad del aire de admitir más o menos vapor de agua.

Si tomamos en consideración que en la actualidad se necesita mantener los límites en los cuales la empresa y el consumidor estén satisfechos tanto en los réditos económicos como en la calidad del producto este debe presentar las características necesarias para que esto acontezca.

Si no se consideraríamos adecuadamente a este parámetro los efectos del producto sería que el consumidor tendría a este de menor calidad, y al momento de su enfundado ya que se lo realiza por peso, el volumen de este en cada funda tendría a variar, en algunos casos su cantidad sería menor ya que si está muy húmedo su peso es mayor y por ende la cantidad en cada empaque sería menor, si ocurriera lo contrario el peso de cada fideo sería menor y por consiguiente en cada envoltura o funda la cantidad sería mayor lo que acarrearía pérdidas a la empresa.

Con esto se puede demostrar la importancia de mantener la humedad del fideo en un punto adecuado.

#### **1.10.5- TEMPERATURA**<sup>17</sup>

La temperatura es una magnitud referida a las nociones comunes de calor o frío. Por lo general, un objeto más "caliente" tendrá una temperatura mayor.

Físicamente es una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico. Más específicamente, está relacionada directamente con la parte de la energía interna conocida como "energía sensible", que es la energía asociada a los movimientos de las partículas del sistema, sea en un sentido traslacional, rotacional, o en forma de vibraciones. A medida que es mayor la energía sensible de un sistema se observa que está más "caliente" es decir, que su temperatura es mayor.

Si se considero que la humedad es unos de los parámetros importantes en la fabricación del fideo, la temperatura también juega un papel muy importante ya que gracias a esta podemos graduar la temperatura internas del proceso, tanto en presecador y secador con la finalidad de elevarla o disminuirla para con esto lograr que el fideo resulte más seco o húmedo de acuerdo a las exigencias que este necesite.

Si damos una mayor temperatura al proceso en la etapa de presecado y secador obtendremos un fideo más seco y con menor humedad, si realizamos todo lo contrario los resultados seria que al final de este se obtendrá un fideo mucho más húmedo, y a todo esto se tendría las consecuencias ya descritas anteriormente.

---

<sup>17</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Temperatura#Nociones\\_generales](http://es.wikipedia.org/wiki/Temperatura#Nociones_generales)

Por todo esto se considero que no solo la humedad sino también la temperatura son factores o parámetros que debemos considerar para obtener un resultado de calidad.

### **1.11.- ESTÁNDARES DE CALIDAD<sup>18</sup>**

Los estándares de calidad determinan el nivel mínimo y máximo aceptable para un indicador. Si el valor del indicador se encuentra dentro del rango significa que se está cumpliendo con el criterio de calidad que se había definido y que las cosas transcurren conforme a lo previsto, se está cumpliendo con nuestro objetivo de calidad. Si, por el contrario, estamos por debajo del rango significa que no cumplimos nuestro compromiso de calidad y deberemos actuar en consecuencia (o bien la apuesta fue demasiado optimista para los medios disponibles). Por el contrario, si estamos por encima, o bien tendremos que redefinir el criterio o, desde luego, estamos gastando (en términos de esfuerzo) más de lo que pensábamos que era necesario (o fuimos pesimistas para fijar el rango o pecamos de inexpertos).

El estándar, por consiguiente, determina el mínimo nivel que comprometería la calidad de ese proceso. Por debajo del estándar la práctica (producto o servicio) no reúne calidad suficiente.

#### **1.11.1.- ASEGURAMIENTO DE CALIDAD**

#### **1.11.2.- FICHA TÉCNICA DE HARINA PARA PASTAS**

Producto obtenido por la molienda y tamizado del endospermo del grano de trigo (*triticum vulgare*, *triticum durum*) con grado de extracción bajo. Fortificada con

---

<sup>18</sup> Datos técnicos proporcionados por PACA

vitaminas como Vitamina “C” o Ácido Ascórbico, Tiamina, Niacina, Riboflavina, Ácido Fólico y minerales como Calcio y Hierro, entre otros micros nutrientes.

#### 1.11.2.1.- Requerimientos Bromatológicos

Tabla 1.1: Requerimientos bromatológicos

<b>ESPECIFICACIONES</b>	<b>MÍNIMA (%)</b>	<b>MÁXIMA (%)</b>
Humedad	-	14
Cenizas	-	0.65
Proteína (base seca)	12	-
Gluten húmedo	31.	-
Absorción	64	68
Estabilidad	10	
Granulometría (>250)	0,4	0.6
Falling Number Clásico	300	-

#### 1.11.2.2.- Requerimientos Microbiológicos

Tabla 1.2: Requerimientos microbiológicos

<b>ESPECIFICACIONES</b>	<b>MÍNIMA (ufc)</b>	<b>MÁXIMA (ufc)</b>
Aerobios	Ausencia	< 3
Coliformes	Ausencia	< 10
Mohos y Levaduras	Ausencia	< 300

### 1.11.2.3.- Requerimientos Organolépticos

Tabla 1.3: Requerimientos organolépticos

ESPECIFICACIONES	REQUERIMIENTO
Olor	Agradable característico
Color	Blanco cremoso homogéneo
Sabor	Agradable característico

### 1.11.2.4.- Usos

Harina usada como materia prima en pastificios especial para elaboración de fideos ya sean normales o especiales (huevo u otros ingredientes.)

### 1.11.2.5.- Método De Conservación

Conservar en un lugar limpio y fresco a temperatura ambiente.

### 1.11.2.6.- Envase Y Embalaje.

El producto final es envasado en fundas de polipropileno de grado alimenticio color blanco con impresión con tintas de grado alimenticio.

### 1.11.3.- FICHA TÉCNICA PARA PASTAS

Producto obtenido por la mezcla homogénea de agua potable purificada con harina fortificada con vitaminas y minerales. Esta mezcla es sometida a un proceso

controlado de laminación y deshidratación lenta conservando sus características fortificantes y con estricto control en sus procesos.

### 1.11.3.1.- Requerimientos Bromatológicos

Tabla 1.4: Requerimientos bromatológicos

<b>ESPECIFICACIONES</b>	<b>MÍNIMA (%)</b>	<b>MÁXIMA (%)</b>
Humedad		12.5
Cenizas		1
Proteína	12	

### 1.11.3.2.- Requerimientos Microbiológicos

Tabla 1.5: Requerimientos microbiológicos

<b>ESPECIFICACIONES</b>	<b>MÍNIMA (ufc)</b>	<b>MÁXIMA (ufc)</b>
Aerobios	Ausencia	< 3
Coliformes	Ausencia	< 3
Mohos y Levaduras	Ausencia	< 100

### 1.11.3.3.- Requerimientos Organolépticos

Tabla 1.6: Requerimientos organolépticos

<b>ESPECIFICACIONES</b>	<b>REQUERIMIENTO</b>
Olor	agradable
Color	Blanco cremoso homogéneo
Sabor	Agradable característico a al dente

Tiempo de cocción en la Sierra: 10 minutos

Tiempo de cocción en la Costa: 8 minutos

#### **1.11.3.4.- Método De Conservación**

Conservar en un lugar fresco a temperatura ambiente.

#### **1.11.3.5.- Envase Y Embalaje.**

El producto final es envasado en fundas de polipropileno de grado alimenticio con impresión con tintas de grado alimenticio y embalado en cartones corrugados y pegados conservando el producto por tiempos prolongados.

## **CAPÍTULO II**

### **ANÁLISIS PREVIO**

#### **2.1.- EVALUACIÓN PRELIMINAR**

Las etapas de *presecado* y *secado* representan un punto fundamental en la calidad del producto entregado, ya que la empresa genera alrededor de 8 toneladas diarias de fideo en sus diferentes variantes por la capacidad de los equipos de este sistema, en realidad estas dos etapas son las que nos permiten finalizar todo un proceso con determinadas características propias, como por ejemplo la humedad que debe presentar el fideo previo a su embasamiento.

##### **2.1.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.**

En el proceso de evaluación el control se lo realiza de forma manual, utilizando unos manómetros adheridos a cada uno de estos bloques para poder visualizar la temperatura de cada parte del proceso, cuando la temperatura se incrementa tanto en el presecado como en el secador, en el presecador se acciona la capsula de extracción que va a permitir extraer la humedad de su interior e ir graduando la temperatura de este bloque, con la finalidad de desfogar la humedad y regular la temperatura.

Para poder comprobar la humedad a la cual el fideo se encuentra y según esto poder tomar acciones como las mencionadas anteriormente, el laboratorio se encarga de tomar muestras del producto a la salida del presecador y también a la salida del secador con la finalidad de medir a que grado de humedad se encuentra, ya

realizado este análisis se procede a tomar las acciones correctivas que amerite el proceso.



Figura 2.1: Herramientas de Desfogue del Presecador

Al igual que en el presecador, en el secador también se acciona por medio de un swich el motor de la capsula de extracción que va a permitir extraer la humedad de su interior e ir graduando la temperatura de este bloque.



Figura 2.2: Capsula de Extracción del Secador

Además en el interior de estas dos etapas existen bandas transportadoras, por medio de las cuales el fideo circula recorriendo nueve niveles en el presecador y cinco niveles en el secador, que al final de cada uno de estos presenta una respectiva humedad de acuerdo a las características deseadas.

En vista de lo importante que es cada una de estas bandas, en el proceso realizo un control de la velocidad y además un monitoreo de cada una de ellas con la finalidad de evitar un daño definitivo en estas al momento que alguna resulte rota debido a su uso.

### **2.1.2.- ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES DE LA EMPRESA PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.**

Con todos los problemas que se puede expresar en los diferentes etapas del proceso, existe la necesidad de implementar un sistema automático que controle cada una de las variables del proceso y las variaciones que están sufren, además un monitoreo permanente de cada unas de las bandas con la finalidad de evitar pérdidas graves a la empresa.

Para poder solucionar estos problemas se colocan en cada una de las bandas sensores, los que nos van a permitir obtener un aviso inmediato con la activación de una luz de emergencia que alertará a los operarios y además la visualización en la pantalla de una forma precisa si alguna ellas ha sufrido un daño como rotura, el sistema propuesto se detendrá la etapa del proceso que se encuentre afectada con la finalidad de evitar daños mayores, tendrán mayor seguridad los operarios porque ya se identificará con anterioridad cual es la banda colapsada y como el proceso está detenido, estos podrán acceder a su interior a repararla sin ningún riesgo. Finalizada la reparación y presionando un botón de reset o reinicio el sistema vuelve a su

funcionamiento adecuado y está listo para cualquier otra emergencia que esté presente.

Para poder mantener la temperatura a los valores requeridos, colocaremos sensores en la parte lateral de los bloques, que estarán distribuidos en la parte superior e inferior de estos, dichos sensores van a permitir obtener lecturas tanto de la temperatura y además se logrará mantener un monitoreo de las variaciones de la temperatura.



Figura 2.3: Colocación del sensor de temperatura

Además para un obtener lecturas de humedad se deberán colocar un sensor de humedad en cada bloque con la finalidad de poder monitorearla.



Figura 2.4: Colocación del sensor de humedad

Toda la información obtenida de estos sensores será llevada a través de cables a un tablero en donde se la procesará y tratará con la finalidad mantener un control adecuado sobre todas y cada una de las variables.

## **CAPÍTULO III**

### **DISEÑO DEL HARDWARE Y SOFTWARE**

#### **3.1.- DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL**

Para poder mantener un control adecuado de todas las variables es necesario mantener un orden, un diseño y además una relación plena tanto del hardware como software, con la finalidad de que exista un equilibrio en dicho proyecto.

##### **3.1.1. - DISEÑO DE HARDWARE**

La implementación de diversos componentes adicionales a los existentes en la empresa nos va a permitir tener un control en todo el sistema.

###### **3.1.1.1.- Elementos Físicos**

Como elementos físicos podemos describir todos los componentes necesarios que utilizaremos para poder realizar este proyecto con todas la exigencias que la empresa necesite.

Las marcas de los dispositivos que utilizaremos son previstas por la empresa, ya que esta sigue un estándar para poder tenerlos en stock o disponibles en bodega, con la finalidad de que no exista aglomeraciones innecesarias.

Utilizaremos un PLC marca *SIEMENS S7-200* cuya CPU es la 226, módulos de expansión de entradas y salidas analógicas 231, 232, 235 además una batería *logo* de 24V y dos variadores, de la marca *WEG* de la serie *CFW-10*, relés y relés térmicos de la marca *telemecanic*, una válvula eléctrica *GES Ginice*, además para la obtención de los valores de temperatura utilizamos cuatro *PT 100* cuya marca es *Dong Yang Sensor*, para los valores de la humedad se colocarán sensores de humedad marca *GINICE* modelo *GDHO-420( ¾)*.

#### 3.1.1.1.1.- *Plc Siemens S7-200 Cpu 226*<sup>19</sup>



Figura 3.1: PLC SIEMENS S7-200 CPU 226

La gama *S7--200* comprende diversos sistemas de automatización pequeños (*Micro-PLCs*) que se pueden utilizar para numerosas tareas.

Gracias a su diseño compacto, su bajo costo y su amplio juego de operaciones, los sistemas de automatización *S7 - 200* son idóneos para controlar tareas sencillas.

---

<sup>19</sup> [http://www.automation.siemens.com/fea/html\\_78/s7-200.htm](http://www.automation.siemens.com/fea/html_78/s7-200.htm)

La gran variedad de modelos S7 - 200 y el software de programación basado en Windows ofrecen la flexibilidad necesaria para solucionar las tareas de automatización.

Gran capacidad de comunicación, diseño modular y compacto – Máximo rendimiento en un espacio reducido.

El micro-PLC SIMATIC S7 - 200 lo tiene todo, a pesar de su reducido tamaño, es muy potente (sobre todo en lo que se refiere al comportamiento en tiempo real) y rápido, posee una capacidad de comunicación extraordinaria y tanto el software como el hardware resultan extremadamente cómodos de manejar.

El micro - PLC SIMATIC S7 - 200 está concebido, consecuentemente, con un diseño modular para soluciones específicas del cliente que hoy no están sobredimensionadas y que mañana podrán ampliarse en cualquier momento. Por todo ello, SIMATIC S7-200 es una alternativa verdaderamente económica dentro de los equipos de control de gama baja y resulta muy adecuado para todo tipo de aplicaciones de automatización que apuesten por la innovación y las ventajas para el cliente.

El SIMATIC S7-200 es un micro-PLC muy sencillo de programar, lo que permite crear aplicaciones con gran rapidez, y el nuevo software tipo toolbox simplifica y agiliza más las cosas. Este micro-PLC ya ha demostrado su valía en millones de aplicaciones, ya sea como solución aislada o en conexión con otros equipos. Descubra todos los secretos del SIMATIC S7-200

➤ Normas:

Los productos SIMATIC S7--200 cumplen los requisitos y criterios de la norma IEC 611312, Autómatas programables Especificaciones y ensayos de los equipos.

➤ Catalogación en el conjunto de la documentación

Tabla 3.1: Catalogación en el conjunto de la documentación

Gama de productos	Documentación	Nº de referencia
S7-200	S7-200 PointtoPoint Interface Communication Manual (inglés/alemán)	6ES7 298-8GA00-8XH0
	Manual de usuario del visualizador de textos (TD) SIMATIC (contenido en el CD de documentación de STEP 7-Micro/WIN)	Ninguna
	HMI device OP 73micro, TP 177micro (WinCC Flexible) Operating Instructions (inglés)	6AV6 691-1DF01-0AB0
	SIMATIC HMI WinCC flexible 2005 Micro User's Manual (inglés)	6AV6 691-1AA01-0AB0
	SIMATIC NET CP 243-2 AS-Interface Master Manual (inglés)	6GK7 243-2AX00-8BA0
	SIMATIC NET CP 243-1 Communications processor of Industrial Ethernet Technical Manual (inglés)	J31069-D0428-U001-A2-7618
	SIMATIC NET CP 243-1 IT Communications Processor of Industrial Ethernet and Information Technology Technical Manual (inglés)	J31069-D0429-U001-A2-7618
	SIMATIC NET S7Beans / Applets for IT-CPs Programming Tips (inglés)	C79000-G6976-C180-02
	SIMATIC NET GPRS/GSM-Modem SINAUT MD720-3 System manual (inglés)	C79000-G6976-C211
	SIMATIC NET SINAUT MICRO SC System manual (inglés)	C79000-G6900-C210
	SIWAREX MS Device Manual (inglés) (incluido con el dispositivo)	Ninguna
	Manual del sistema de automatización S7-200 (inglés)	6ES7 298-8FA24-8BH0

➤ EM 231 RTD

Si solo se utiliza un canal de entradas en el módulo EM 231 RTD, el canal no utilizado se conecta en paralelo con el canal utilizado o se cortocircuita con una resistencia. Si el canal no utilizado no se conecta, se enciende el LED de fallo SF en el módulo EM 231 RTD y en la información de la CPU se muestra el estado del módulo "Desbordamiento de zona". El LED SF sirve para reconocer "rotura de hilo" en la entradas conectadas. Si las entradas no se conectan, se señala "Rotura de hilo" en el LED SF del módulo.

➤ *Conexión en paralelo del canal A y B*

La figura 3.2 muestra un módulo EM 231 RTD que sólo utiliza el canal A. Las entradas del canal B se asocian 1:1 al canal A.

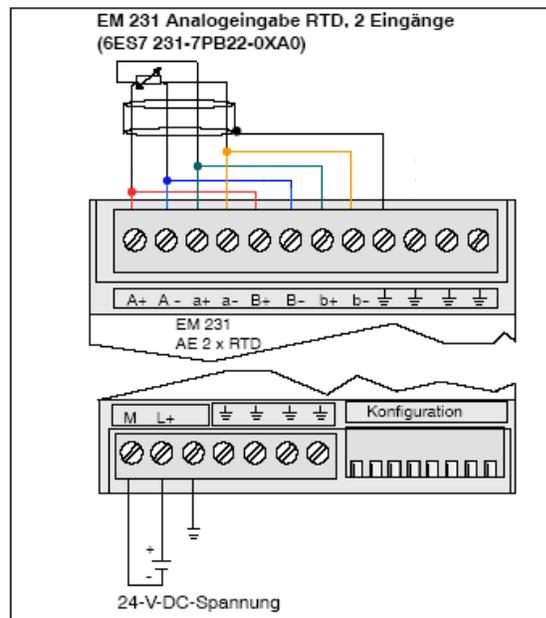


Figura 3.2: Conexión paralelo

➤ *Canal B con resistencia "en cortocircuito"*

La figura 3.3 muestra un módulo EM 231 RTD que sólo utiliza el canal A. El canal B se conecta como sensor a 2 hilos, tal como muestra la figura.

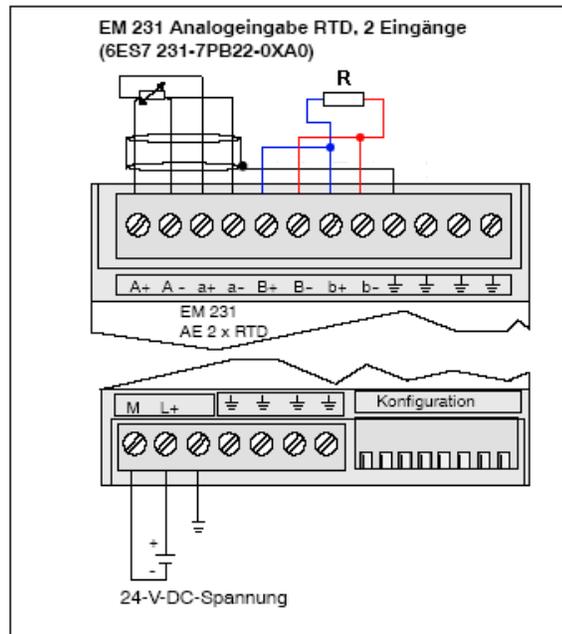


Figura 3.3: Puenteo del canal B

Para la resistencia R, hay que seleccionar un valor de resistencia dependiendo del tipo de sensor ajustado en los interruptores DIL.

RTD Typ	R (in Ohm)
PT100	-> 100 $\Omega$
PT200	-> 200 $\Omega$
PT500	-> 500 $\Omega$
PT1000	-> 1000 $\Omega$

Figura 3.4: Valores de las resistencias

Se cablea el módulo, sin la alimentación conectada. Las modificaciones en el interruptor DIL sólo son efectivas después de hacer un OFF/ON en la alimentación de la CPU.

Cuando el módulo analógico EM 235 se enciende, la salida de +/-10 VDC del módulo se pone a -10 VDC hasta que la salida analógica se borra (véase el apartado de soluciones - Opción #1 mostrada más abajo comenta el borrado de la salida). El error

puede producirse en cualquier sistema que utilice una CPU del S7-200 y un módulo EM 235 (6ES7 235-0KD22-0XA0).

El módulo EM235 ofrece un canal de salida analógico que permite al usuario seleccionar o una señal de salida analógica de +/-10 VDC o de 0 a 20 mA. El error sólo se produce sobre la señal de salida analógica de tensión de +/-10 VDC y no afecta a la señal analógica de intensidad de 0 a 20 mA. Siemens recomienda que en todos los sistemas de la gama S7-200 que estén utilizando el módulo EM 235 (número de referencia 6ES7 235-0KD22-0XA0) se lleve a cabo alguno de los remedios dados en esta actualización SIMATIC si se emplea la señal analógica de salida de +/-10 VDC.

- Actuadores De Válvula Digital Proporcional (GEA- 20PD, 35PD)



Figura 3.5: VALVULA GEA- 20PD, 35PD

El Actuador lineal digital, proporcional y eléctrico intenta funcionar como un actuador superior que incrementa fuerza y velocidad en el poder de rotación del motor sincrónico desde los dispositivos de engranaje de reducción apropiada y de suministro de energía; los modelos GEA-20PD y 35PD son los apropiados para la válvula de globo como tipo lineal solamente, y la función precisa de control de

retroalimentación hace más fácil monitorear digitalmente por medio del indicador de la válvula desde 0 a 100% con su sistema multifuncional.

Este actuador operado con suministro de energía eléctrica (24V (220V) A.C., señal de control 0 – 10V, 2-10V, 4-20mA, puede mostrar el estado de la válvula de manera digital y eventualmente efectuar sub-salida que puede ser una señal eléctrica controlada.

### **3.1.2. - DISEÑO DE SOFTWARE**

Para esta etapa se necesita utilizar el software indicado tanto para la programación del PLC SIEMENS, como para la pantalla táctil.

Para acceder a la programación de las variables, logrando mantener un control de las mismas se utiliza en el PLC el Software *Micro Win Step 7* que es propio de dicho dispositivo.

Para acceder a programar la pantalla táctil se debe utilizar el software *SIMATIC Win CC flexible*, que este es compatible con dicho dispositivo.

#### **3.1.2.1.- Software utilizado para programar el PLC “MICRO WIN STEP 7”**

A continuación pasaremos a explicar algunas de las opciones del software utilizado para “programar” el autómata.

### 3.1.2.1.1.- Aspecto general

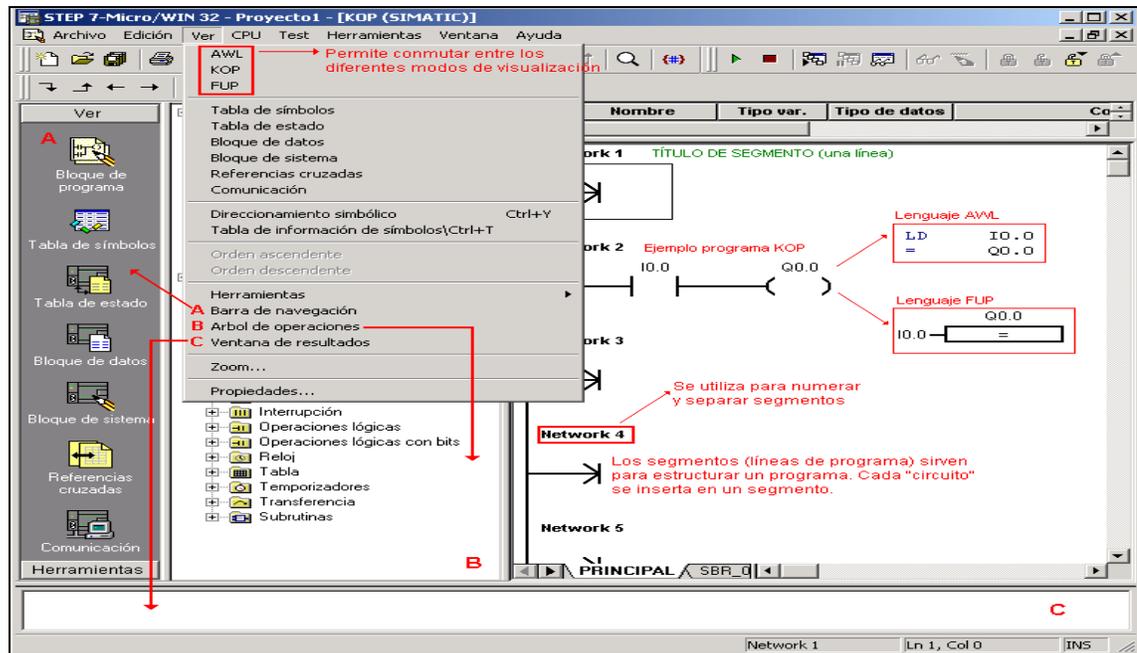


Figura 3.6: Aspecto General

Como se desprende de la figura 3.6, la pantalla se divide principalmente en 4 partes (además de los menús e iconos de acceso rápido):

- Barra de navegación nos permite acceder a las opciones más comunes de forma rápida.
- Árbol de operaciones en donde se sitúan todas las órdenes de programación aceptadas por el autómata.
- Ventana de resultados en la que se visualiza el estado de la compilación del programa, errores, etc.

- Ventana de programación situada a la parte derecha y dividida por Networks (líneas de programación). En este lugar elaboraremos el programa que ha de gobernar al PLC.

Su aspecto varía según el lenguaje elegido (KOP, AWL ó FUP) y que podremos seleccionar a través de las teclas que llevan sus mismos nombres. Hay que señalar que el programa es capaz de traducir a cualquiera de estos lenguajes, es decir si estamos programando en AWL y seleccionamos el lenguaje KOP, se realizará automáticamente una traducción del programa de AWL a KOP.

### 3.1.2.1.2.- Introducir órdenes

A partir de ahora todas las explicaciones versarán sobre el lenguaje KOP, por tratarse de los lenguajes más intuitivos debido a su carácter eléctrico.

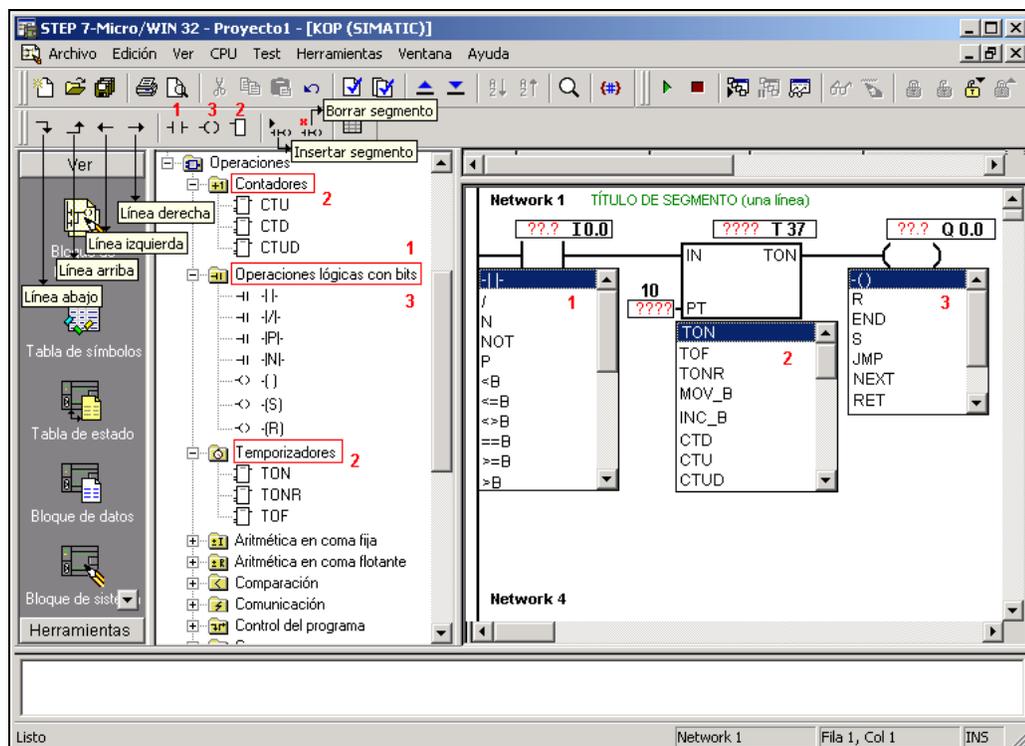


Figura 3.7: Introducción de Ordenes

El programa presenta varias maneras de introducir contactos, bobinas o cuadros:

Desde el *Árbol de direcciones*, abriendo las distintas carpetas existentes dentro de Operaciones.

Bien a través de los iconos que aparecen como marcados en el dibujo como:

- (contactos) → para insertar entradas.
- (bobinas) → para insertar salidas.
- (cuadros) → para insertar funciones ya programadas (contadores, temporizadores, etc).

Una vez introducido el elemento seleccionado, debemos darle nombre, para ello nos colocamos en las interrogantes situadas en la parte superior del elemento y teclear la estructura explicada con anterioridad para entradas y salidas (el resto de elementos serán explicados más adelante).

Para realizar combinaciones (serie, paralelo, mixto...) de funciones/elementos deberemos utilizar "las líneas", que permiten realizar ramificaciones a partir de una única línea.

#### *3.1.2.1.3.- Ayuda*

Como cualquier programa, que se precie, disponemos de menús de ayuda de cualquier elemento.

Para acceder a él, basta con seleccionar el objeto del que se quiere obtener la ayuda y presionar F1 sobre el teclado:

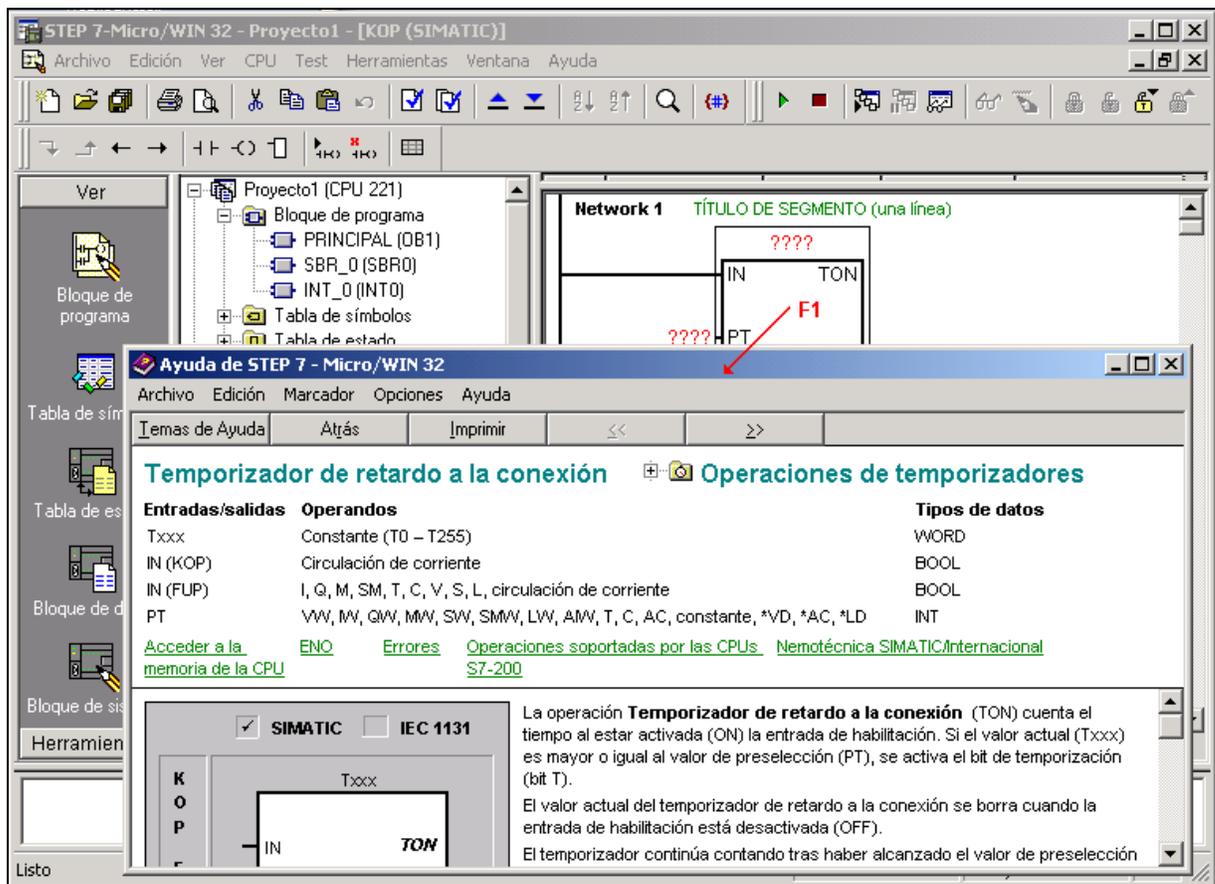


Figura 3.8: Ayudas

#### 3.1.2.1.4.- Introducir comentarios

Podemos introducir comentarios dentro de cada segmento que faciliten la interpretación del programa:

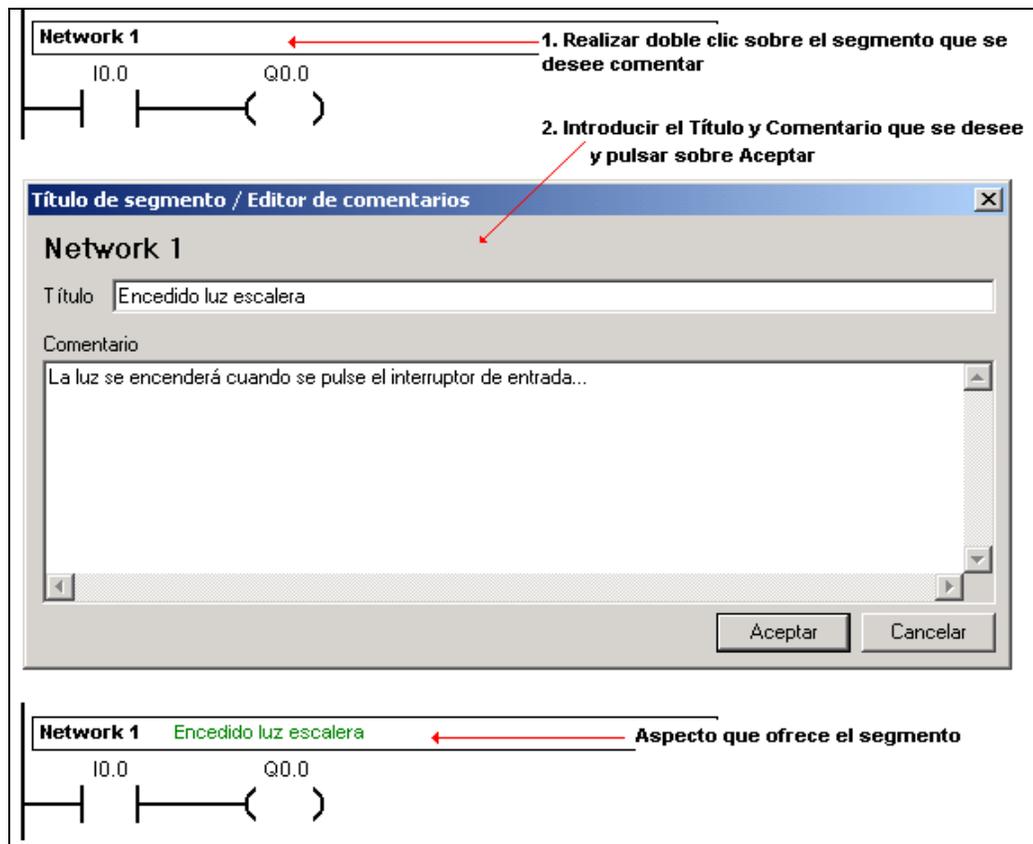


Figura 3.9: Introducción de Comentarios

El editor de comentarios se dividen en:

- Título del segmento. Se visualiza en pantalla.
- Comentario. No aparece en pantalla, para poderlo observar deberemos realizar doble clic sobre el segmento/Network correspondiente.
- Bien imprimir el programa, especificando que se impriman dichos comentarios.

Para imprimir los comentarios introducidos:

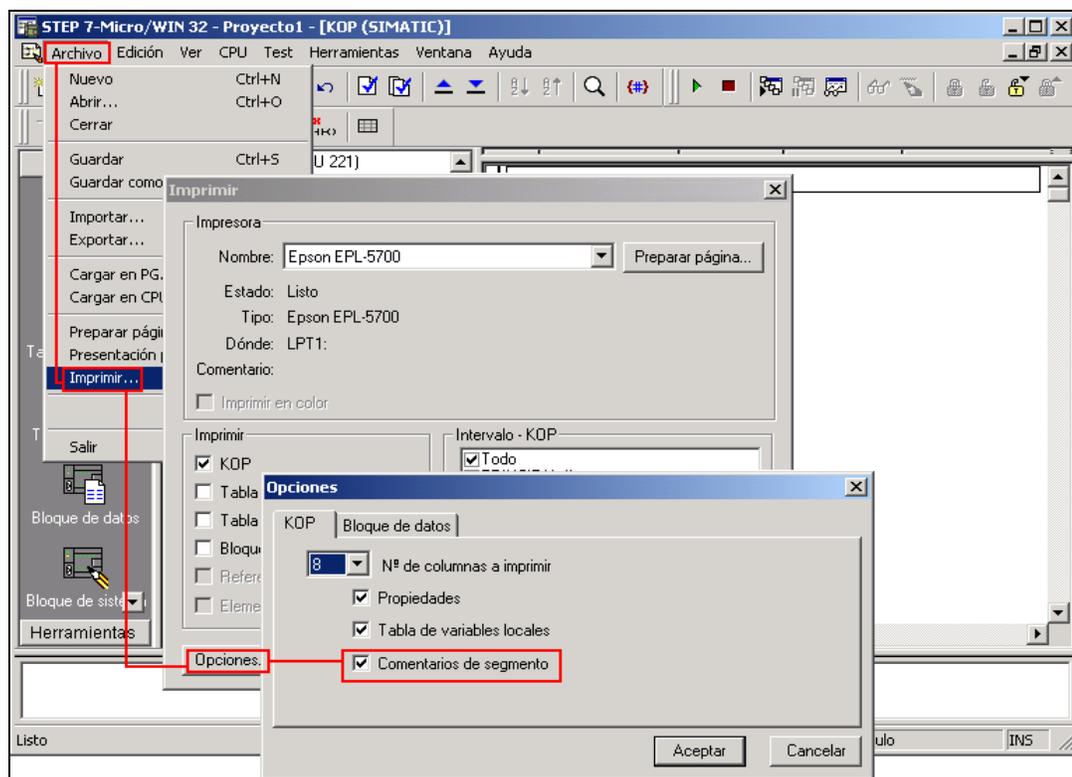


Figura 3.10: Impresión de Comentarios

#### 3.1.2.1.5.- Direccionamiento simbólico

Hasta ahora hemos editado el programa del PLC utilizando operandos en el “idioma del PLC” (I 0.0, Q 0.0, etc.). Sin embargo, con un programa muy largo, este tipo de operandos dificulta su lectura y comprensión. Sería muy útil poder trabajar con las denominaciones de los interruptores o con un texto explícito, es decir, en lugar de I 0.0 utilizar “pulsador de marcha”.

Para ello, hemos de recurrir al direccionamiento simbólico, al cual podemos acceder a través de la *Barra de navegación* o bien recurriendo a las opciones del menú *Ver*, seleccionando en ambos casos la opción *Tabla de símbolos*.

Con ello obtendremos una ventana para editar la tabla de símbolos:

- Bajo “nombre” introduciremos lo que luego se visualizará como texto explícito.
- Bajo “direcciones” se introducen los operandos que deben ser sustituidos por los nombres simbólicos.
- Bajo “comentario” podemos introducir un texto explicativo.

Para que tenga efecto, no deberemos olvidar guardar el trabajo realizado.

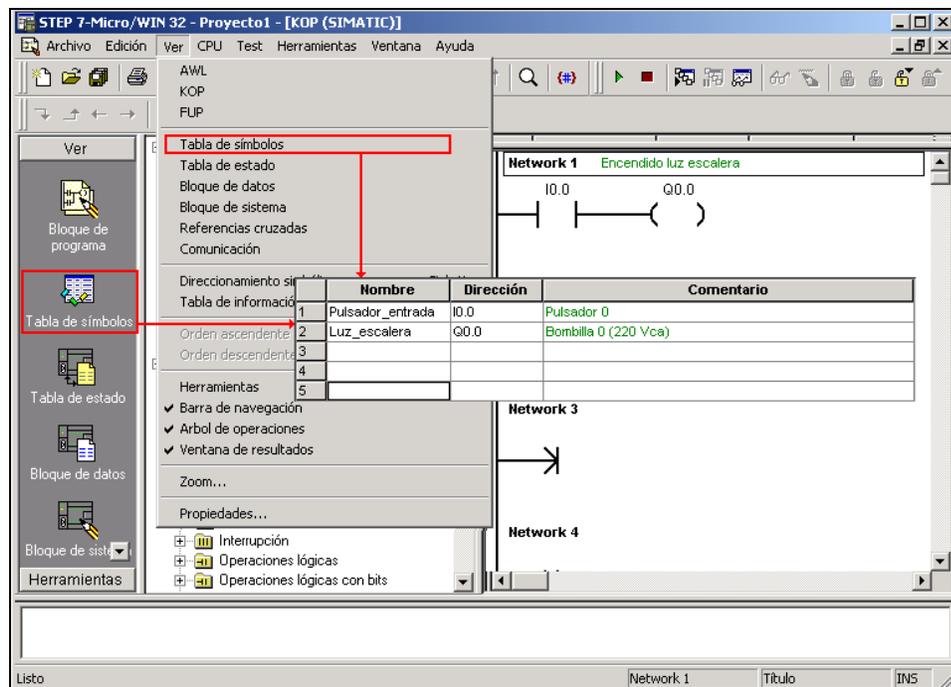


Figura 3.11: Guardar en Tabla de Símbolos

Finalmente, debemos activar el direccionamiento simbólico. Para ello, a través del menú *Ver* seleccionaremos la opción *Direccionamiento simbólico*:

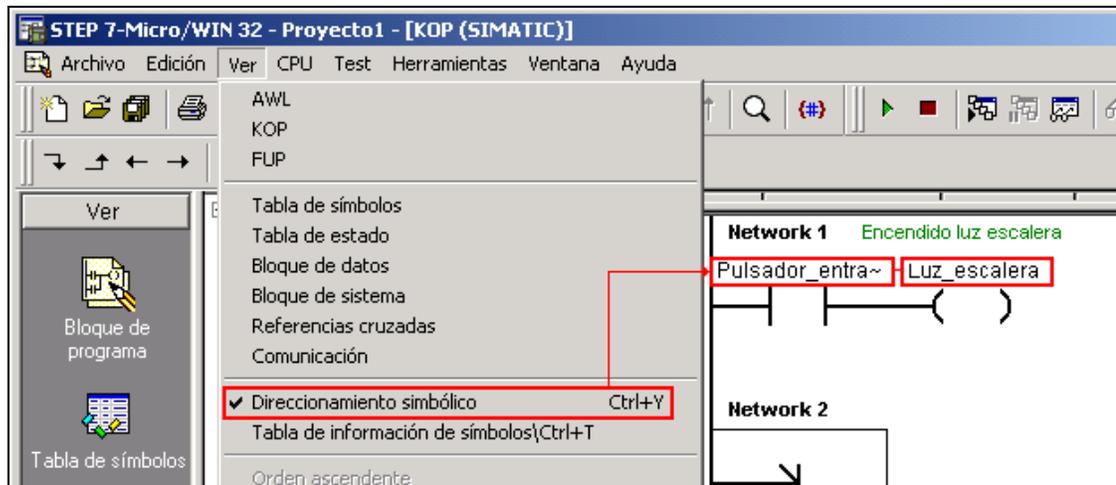


Figura 3.12: Activación de Direccionamiento de Símbolos

### 3.1.2.1.6.- Compilar-ejecutar

A continuación explicaremos la secuencia a seguir para una correcta transmisión y ejecución del programa diseñado:

- En primer lugar **compilaremos** el programa, con la finalidad de depurar posibles “errores ortográficos”. El resultado de la compilación aparecerá en la Ventana de resultados



Figura 3.13: Ventana de Resultados de Compilación

Si existe algún error deberemos subsanarlo, en caso contrario pasamos al siguiente punto.

- Llegados a este punto debemos transferir el programa elaborado al autómata, para ello seleccionaremos el icono Cargar en CPU.

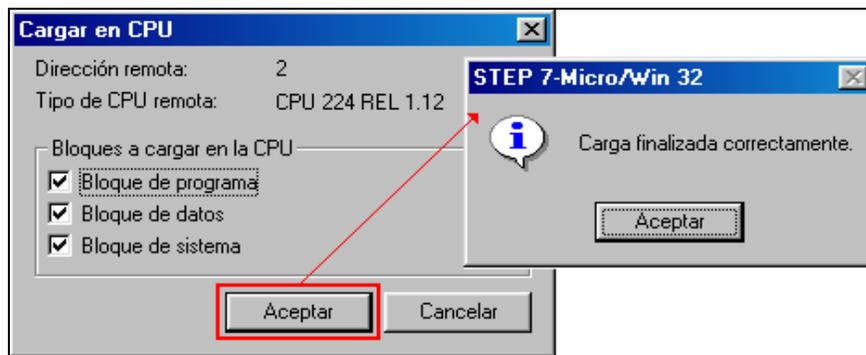


Figura 3.14: Cargar en CPU

La opción Cargar en PG realiza el proceso contrario, es decir, carga el programa que tiene el autómata en memoria al MicroWin.

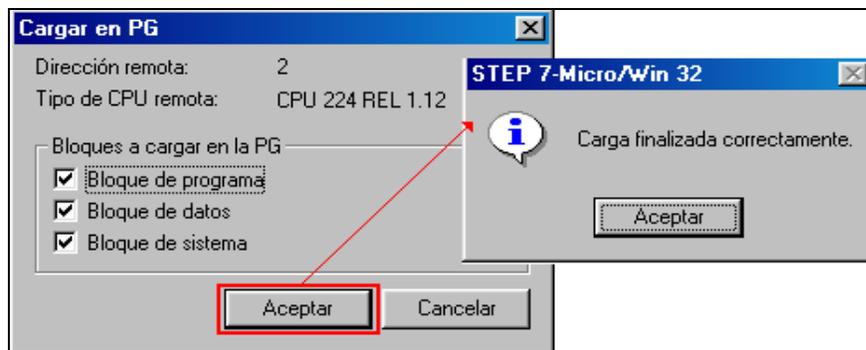


Figura 3.15: Cargar en PG

- Por fin podemos ejecutar el programa, mediante la opción RUN, y observar su funcionamiento real a través del PLC. Debemos recordar que el autómata debe tener su selector en posición *TERM*.

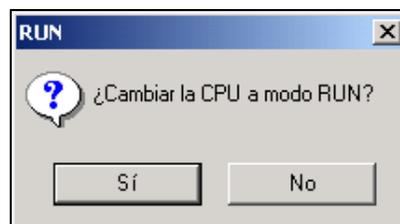


Figura 3.16: Confirmación de Cambio a Modo RUN

Cuando queramos detener la ejecución, será suficiente con presionar el icono STOP.

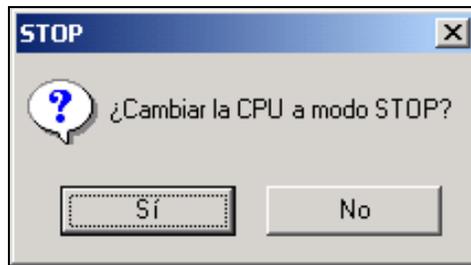


Figura 3.17: Cambiar La CPU a Modo STOP

- Existe la posibilidad de visualizar el desarrollo del programa a través del MicroWin y de este modo poder depurar y perfeccionar el código elaborado). Esto es posible mediante la opción Estado del programa, de este modo cuando se active un contacto su interior aparecerá de color azul.

Debemos tener cuidado con esta opción, pues cuando se encuentra activada no permite realizar ninguna modificación al programa.

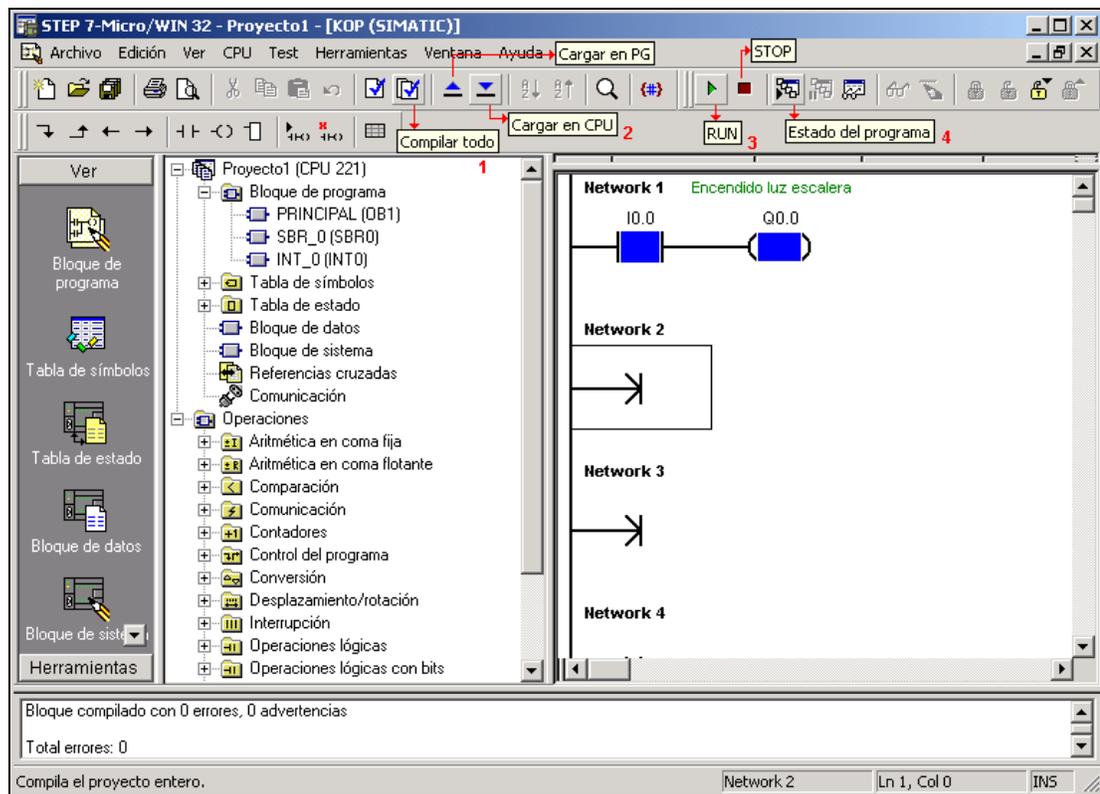


Figura 3.18: Visualización el desarrollo del programa a través del MicroWin

Cualquier modificación realiza al programa, para que surja efecto, deberá ser transferida de nuevo al autómeta

#### 3.1.2.1.7.- Simulador S7\_200

El problema que plantea el programa anterior reside en el hecho de que no permite simular el programa diseñado a no ser que conectemos una autómeta.

Para subsanar este hecho utilizaremos un simulador, desde el cual podamos probar nuestros diseños sin necesidad de tener un PLC. A continuación se detallan los pasos a seguir:

### 3.1.2.1.8.- Adecuar el archivo

Una vez diseñado y compilado el programa, para asegurarnos de que no existen errores, lo guardaremos... al *guardar* se crea un archivo de extensión MWP con el nombre que le indiquemos, por ejemplo Prueba.mwp

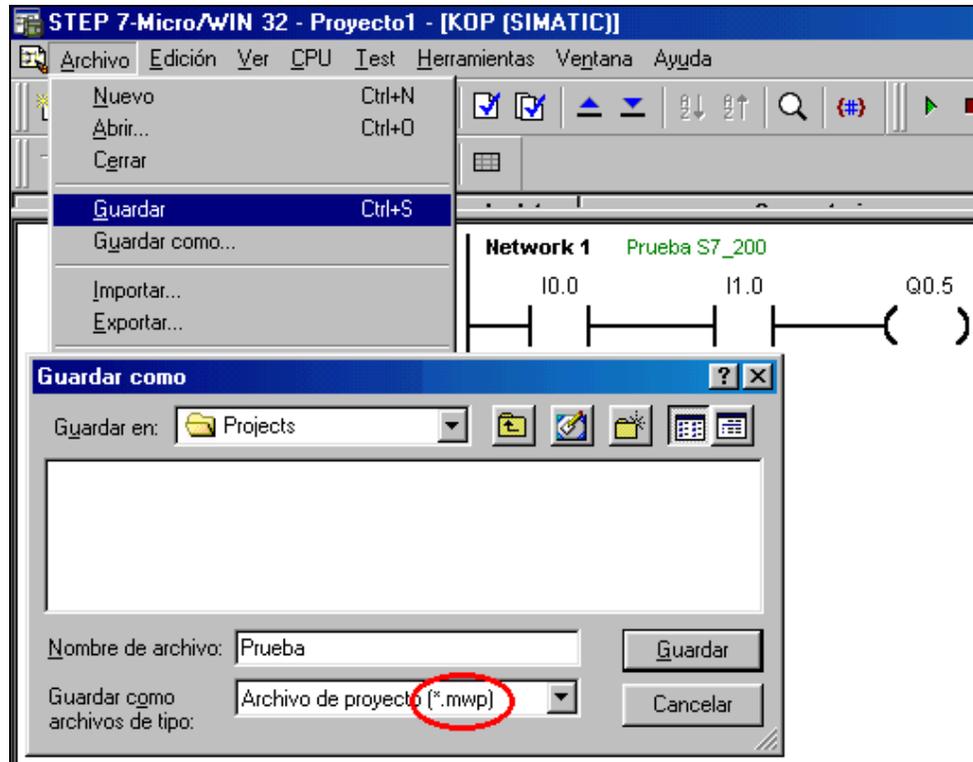


Figura 3.19: Guardar el Proyecto en punto mwp

Este archivo no es adecuado, ya que el simulador sólo acepta archivos con extensión AWL.

Por ello, una vez guardado, deberemos *exportar* el programa para conseguir un archivo con extensión AWL, que es la extensión aceptada por el simulador. Podemos darle, por ejemplo, el nombre Prueba.awl

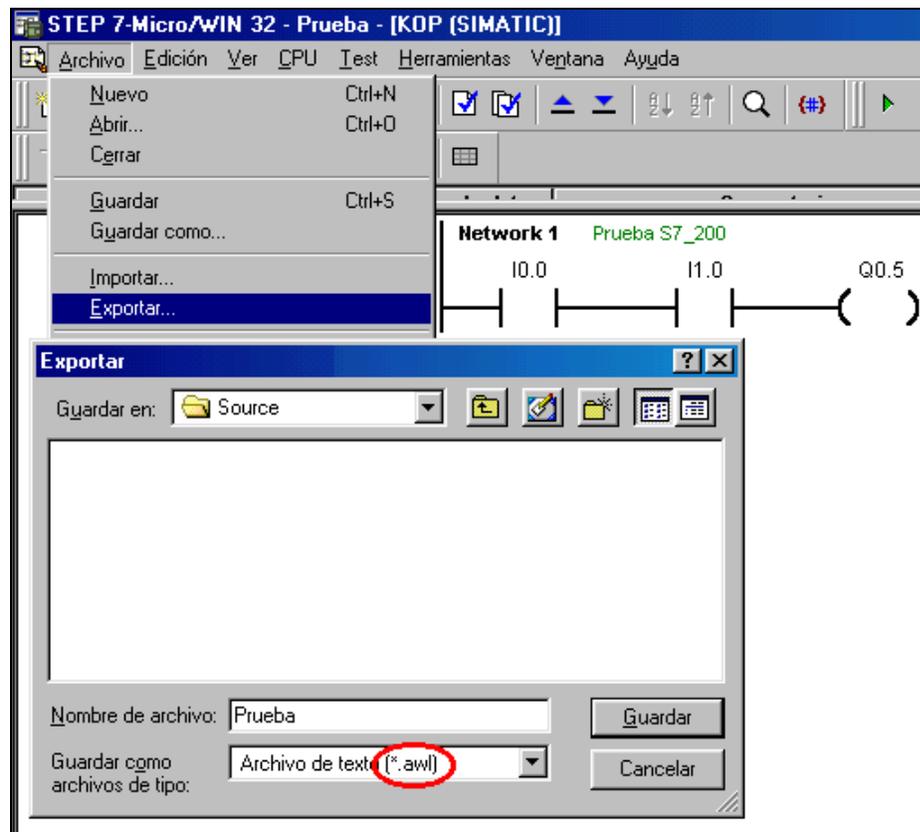


Figura 3.20: Explorar proyecto punto awl

### 3.1.2.1.9.- Ejecutar el simulador

Cada vez que ejecutemos el simulador, nos pedirá una contraseña que deberemos introducir de forma correcta para habilitar sus funciones...

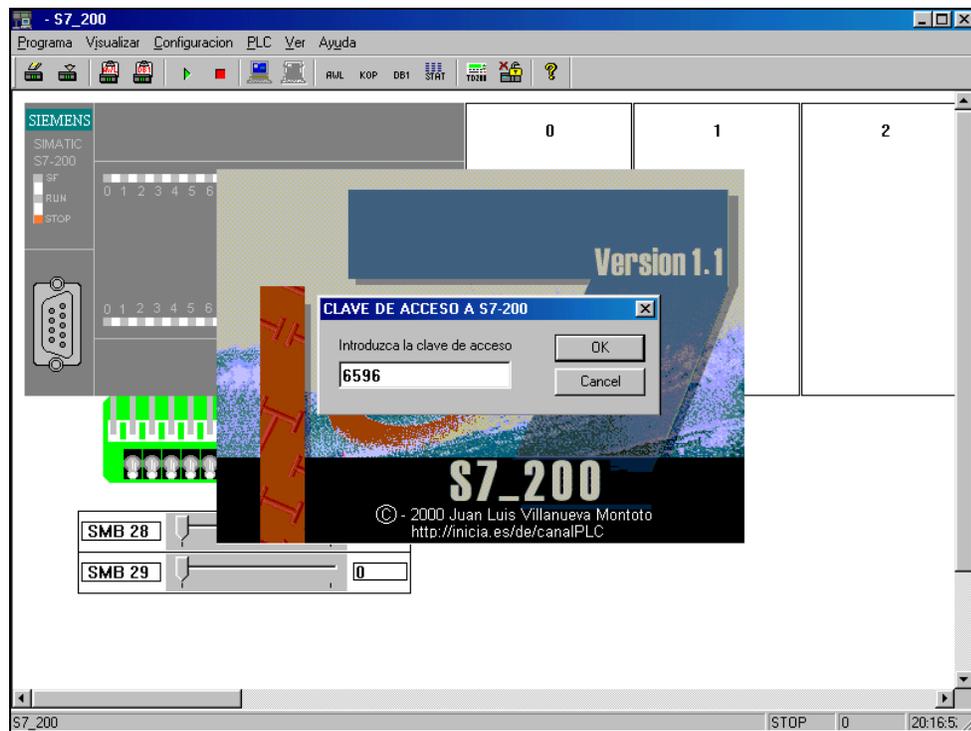


Figura 3.21: Ejecución del Simulador

#### 3.1.2.1.10.-Configurar el tipo de CPU

Antes de cargar algún programa, se debe configurar correctamente el tipo de autómatas en nuestro caso, recordemos que se trata de la CPU 226.

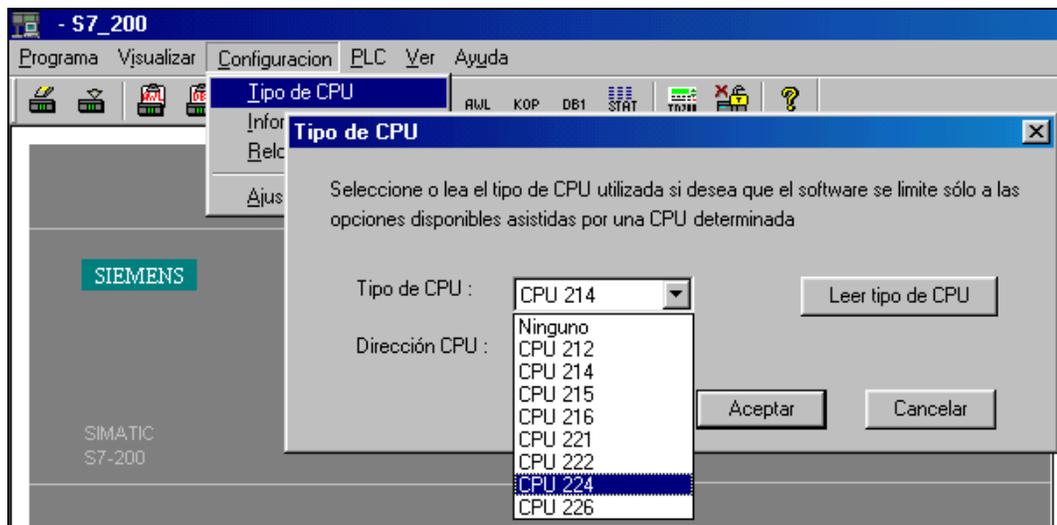


Figura 3.22: Selección del Tipo de CPU

#### 3.1.2.1.11.- Cargar el programa

Ahora ya se puede cargar el programa que queremos simular, se debe tener en cuenta la versión del MicroWin utilizada para el diseño del programa.

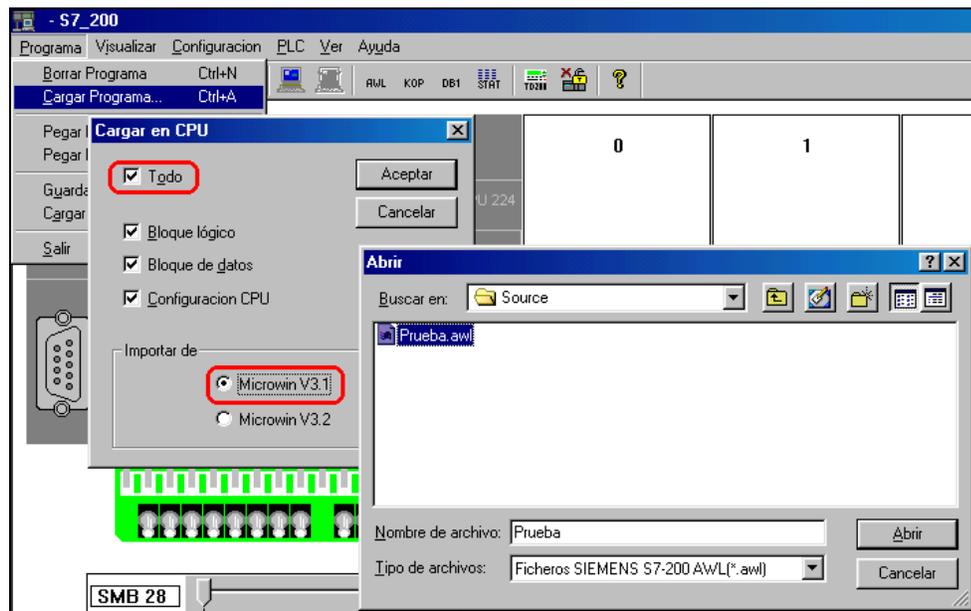


Figura 3.23: Cargar el Programa a Simular

#### 3.1.2.1.12.- RUN y simular

Finalmente ya solo queda poner en RUN el simulador y “jugar” con la botonera.

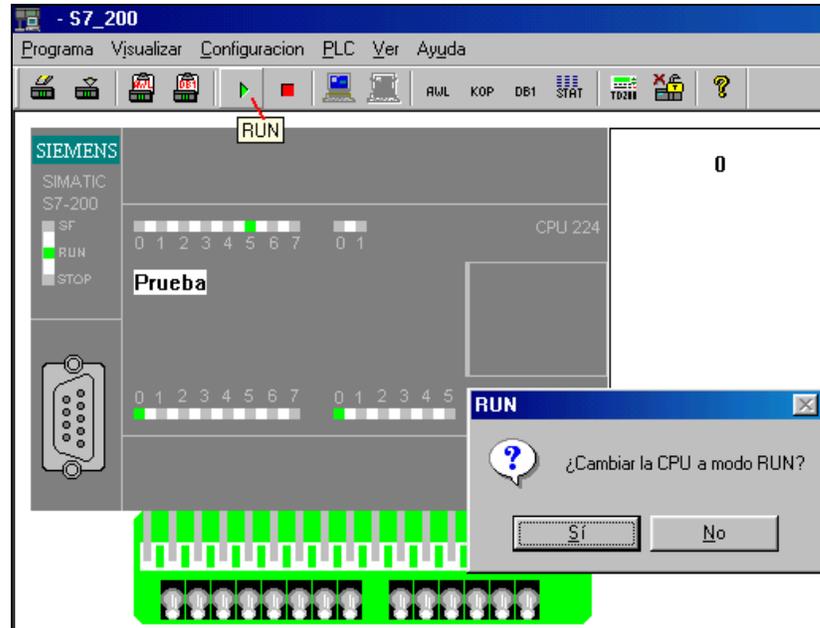


Figura 3.24: Cambio a Modo RUN la CPU

### ***3.1.2.2.- Software utilizado para programar la pantalla táctil “SIMATIC WIN CC FLEXIBLE”***

Flexibilidad y seguridad de inversión

SIMATIC HMI (Human Machine Interface) ofrece una amplia variedad de paneles de mando y PC para todas las tareas de manejo y visualización. Para la configuración están disponibles dos familias de software.

#### ***3.1.2.2.1.- Manejo y visualización a pie de máquina y a pie de proceso.***

SIMATIC WinCC flexible es el innovador software HMI ejecutable en Windows para todas las aplicaciones a pie de máquina en el ámbito de la construcción de maquinaria, maquinaria de serie e instalaciones. La gama de paneles de mando abarca desde los Micro Panels, que están pensados para aplicaciones con controladores SIMATIC S7-200, hasta soluciones locales con SIMATIC Panel PC o IPC.

WinCC flexible es sinónimo de la máxima eficiencia en configuración: librerías con objetos preprogramados, bloques gráficos reutilizables, herramientas inteligentes, hasta incluso la traducción de textos automatizada para proyectos multilingües.

#### *3.1.2.2.2.-Visualización de procesos escalable*

Para aplicaciones basadas en PC más complejas en la construcción de instalaciones, el sistema de visualización de procesos SIMATIC WinCC. WinCC proporciona funcionalidad SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). El abanico de aplicaciones abarca desde sistemas monopuesto hasta sistemas multipuesto distribuidos con servidores redundantes y soluciones diversificadas geográficamente con clientes web. Con la base de datos de procesos integrada (MS SQL-Server), WinCC proporciona una plataforma de información para la integración vertical y a nivel de empresa.

La HMI adquiere cada vez mayor importancia como ventana al proceso.

*Indicar cual software utilizó usted*

#### *3.1.2.2.3.- Flexible en todas las aplicaciones*

WinCC flexible resulta idóneo como interfaz hombre-máquina (HMI) para todas las aplicaciones a pie de máquina y a pie de proceso en el ámbito de la construcción de maquinaria, maquinaria de serie e instalaciones. WinCC flexible está diseñado para cubrir todos los sectores y ofrece software de ingeniería para todos los paneles de mando SIMATIC HMI, desde el más pequeño Micro Panel hasta el Multi Panel, así como software de visualización runtime para soluciones individuales basadas en PC bajo Windows Vista/XP. Los proyectos pueden transferirse a diversas plataformas HMI y ejecutarse en ellas sin necesidad de operaciones de conversión.

#### *3.1.2.2.4.- Software de ingeniería SIMATIC WinCC flexible*

WinCC flexible contiene innovadoras herramientas de ingeniería para la configuración homogénea de todos los paneles de mando SIMATIC HMI y está disponible en diferentes variantes escalonadas por precio y prestaciones. Estas variantes se basan unas en las otras y están adaptadas de forma óptima a cada clase de panel de mando. Además, cada paquete de software contiene las posibilidades de configuración incluidas en los paquetes inferiores.

- SIMATIC WinCC flexible Micro: Micro Panels
  
- SIMATIC WinCC flexible Compact: como WinCC flexible Micro y además Basic Panels Mobile Panels de la serie 170 Panels de las series 70 y 170
  
- SIMATIC WinCC flexible Standard: como WinCC flexible Compact y además Mobile Panels de la serie 270 Panels de la serie 270 Multi Panels de las series 270 y 370

#### *3.1.2.2.5. - SIMATIC WinCC flexible Runtime Software*

El software de runtime está incluido en los paneles de mando SIMATIC HMI y ofrece diferentes funcionalidades HMI y volúmenes, según la composición de hardware del equipo.

Existen diferentes variantes de WinCC flexible Runtime para plataformas PC, clasificables de acuerdo con el número de PowerTags utilizados (128, 512, 2048 ó 4096).

Se denominan PowerTags exclusivamente a las variables de proceso que poseen una conexión con el PLC. Además de ellas se dispone de otras variables sin conexión con el proceso, límites constantes de variables y avisos (hasta un máximo de 4000), que son prestaciones adicionales del sistema.

#### *3.1.2.2.6.- Posibilidades de conexión*

- A SIMATIC S7 mediante PPI, MPI, PROFIBUS DP y PROFINET (TCP/IP).
- A SIMATIC S5 y SIMATIC 500/505 (no bajo MS Vista).
- A SIMOTION y SINUMERIK.
- Los drivers para PLC de los principales fabricantes, entre ellos: Uni-Telway (Telemecanique) o Ethernet/IP (Allen-Bradley)

Así como la comunicación no propietaria a través de OPC garantizan la conexión correcta a las más diversas soluciones de automatización.

WinCC flexible es compatible con PROFINET, el innovador estándar para la comunicación industrial desde el nivel de campo hasta el de gestión corporativa. Los datos de tiempo crítico que se introducen en los paneles de mando mediante teclas directas o volantes, pueden transmitirse en tiempo real mediante PROFINET IO.

#### *3.1.2.2.7.- Interfaz de usuario sencilla y cómoda*

El software contiene una serie de editores y herramientas para diversas tareas de configuración, es posible configurar con técnica de niveles en 32 niveles de pantalla. Para la configuración de imágenes pueden usarse una serie de cómodas funciones, ampliar/reducir, rotar y alinear.

WinCC flexible permite adaptar el entorno de trabajo a las necesidades del usuario. En el proceso de ingeniería, aparece en la pantalla del PC de configuración un entorno de trabajo orientado a la tarea concreta de configuración que se desea llevar a cabo. En ella encontrará todo lo que necesita para trabajar con comodidad:

- la ventana del proyecto, que muestra la estructura del proyecto (árbol del proyecto) y permite administrarlo.
- la caja de herramientas, que contiene diversos objetos y permite acceder a la librería de objetos.
- la ventana de objetos, en la que pueden seleccionarse objetos ya creados (p. ej., copiándolos mediante arrastrar y soltar).
- el área de trabajo, en la que pueden crearse las imágenes (presentación y animación).

- la ventana de propiedades, para la parametrización de los objetos del área de trabajo.

### 3.1.2.2.8.- Herramientas inteligentes para una configuración eficiente

WinCC flexible le ofrece toda una serie de herramientas inteligentes para una configuración eficiente.

Por ejemplo, con el asistente de proyectos se puede crear un proyecto básico con navegación e imágenes del sistema, sin necesidad de introducir muchos datos. En diversos cuadros de diálogo se guía al usuario por la navegación para seleccionar los objetos necesarios, y luego se puede crear el proyecto pulsando un botón.

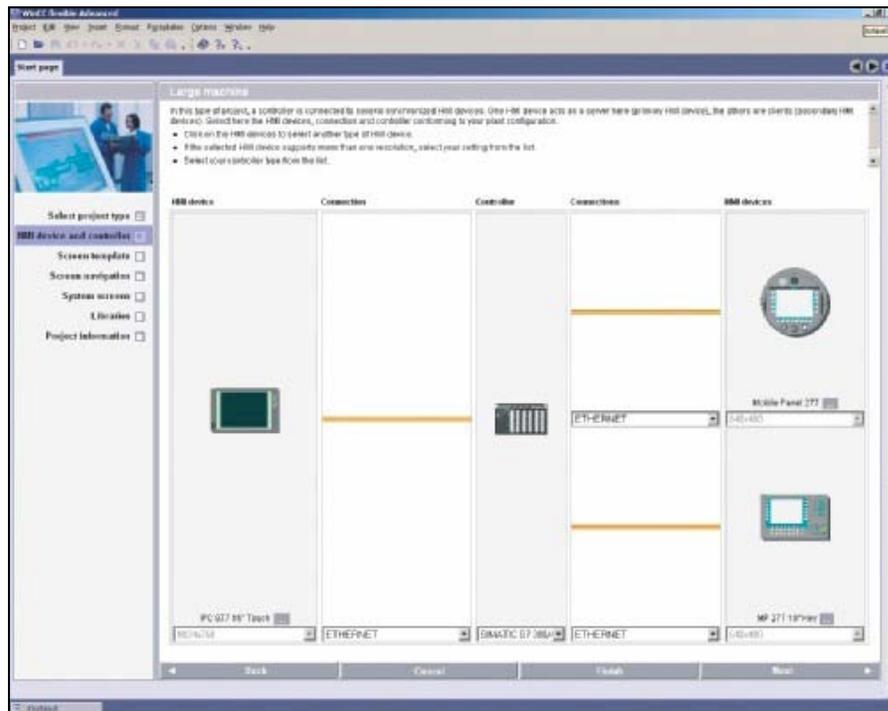


Figura 3.25: Configuración con el asistente de proyectos

Por supuesto, las opciones seleccionadas con el asistente de proyectos se pueden modificar a posteriori manualmente.

Tareas complejas de configuración como la definición de trayectorias de movimientos de objetos de imágenes o la creación de la jerarquía de imágenes y la guía del operador se simplifican gracias a la configuración gráfica.

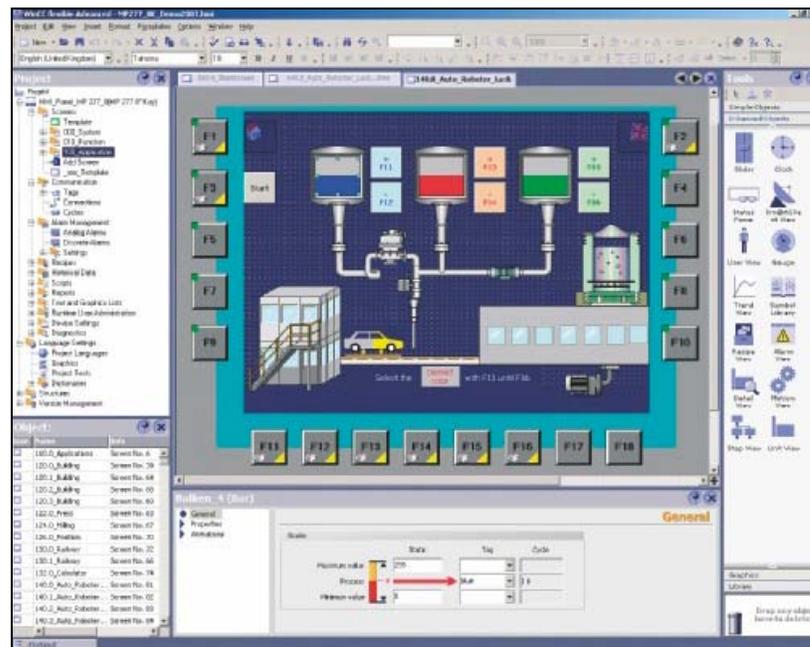


Figura 3.26: Claridad de las ventanas orientadas a tareas

### 3.1.2.2.9.- Archivo de valores de proceso y avisos

El archivado de valores de proceso y avisos con WinCC flexible/ Archives sirve para recopilar y posprocesar datos de proceso de una máquina o planta industrial. Posteriormente, la evaluación de los datos de proceso archivados proporciona información sobre el estado operativo en el transcurso del proceso industrial (producción, mecanizado, procedimientos, etc.). Puede documentarse la evolución

del proceso, controlarse la tasa de carga o la calidad de los productos o evidenciarse los estados de fallo que se repiten.

#### *3.1.2.2.10.- Visualización de curvas*

Para la presentación y evaluación de los valores de procesos archivados, puede usar en sus imágenes una visualización de curvas configurable. Para facilitar la lectura de los valores, se utiliza una línea de lectura.

Las visualizaciones de curvas se pueden alimentar con valores de distintas maneras, según las características del proyecto:

- Fichero: para representar los valores archivados de una variable.
- Tiempo real cíclico: para la representación de valores controlada por tiempo.
- Tiempo real disparado por bit: para la representación de valores controlada por eventos.
- Búfer disparado por bit: para la representación disparada por eventos con adquisición de datos respaldada.

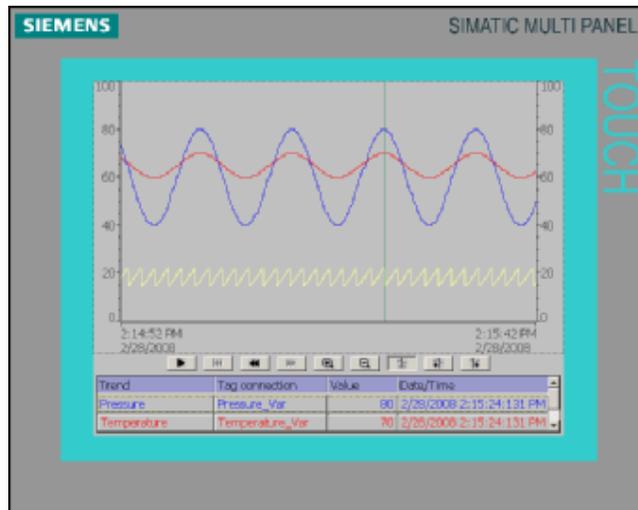


Figura 3.27: Diagrama de curvas mediante visualizaciones de curvas configurables.

#### 3.1.2.2.11.- Archivado de avisos

WinCC permite también archivar avisos, así como documentar estados operativos y anomalías de la planta industrial. Todos los avisos de una determinada clase de avisos se almacenan en el mismo fichero de avisos, si bien en principio es posible asignar varias clases de avisos a un único fichero. Los avisos se pueden archivar automáticamente o de forma controlada por el operador. A su vez, la ubicación de almacenamiento de un fichero puede ser una base de datos ODBC (sólo para PC) o un fichero. Para procesar y evaluar los datos archivados posteriormente podrá aprovechar toda la funcionalidad de la base de datos.

#### 3.1.2.2.12.- Intercambio de datos con el PLC, almacenamiento y registro

A través de una vinculación directa de variables con las variables del PLC, se pueden acoplar los elementos de registro con el proceso. Es posible la transmisión de los registros en ambas direcciones, es decir, las especificaciones realizadas en las estaciones de mando dan como resultado datos de servicio procedentes del PLC. Gracias a potentes interfaces se garantiza el intercambio de datos sincronizado con

el PLC. Los propios registros pueden almacenarse en soportes de datos locales o en unidades de red, y, si se desea, importarse y exportarse en formato CSV. Para documentar datos concretos de producción y procesos, pueden guardarse los registros en forma de informes de lotes o turnos.

Entry Name	Value
Colour_Amount_Yellow	21
Colour_Amount_Red	22
Colour_Amount_Blue	23
Filling_Quantity	60

Figura 3.28: Vista de recetas

### ***3.1.2.3. - Programa De Control Para El PLC***

- ANEXO A

### ***3.1.2.4. - Programa De Control Para El Panel Táctil***

- ANEXO B

## **3.1.3. – IMPLEMENTACIÓN**

Consideramos que una implementación es básicamente la unión y aplicación del software al hardware, sabiendo que cada variable del software debe estar

correctamente direccionada para que el PLC pueda aplicar a cada dispositivo todas las ordenes de control que este requiera.

Para el control de la temperatura utilizamos cuatro Pt100 de la Dong Yang Sensor, las cuales se encuentran distribuidas, una en el presecador y tres en el secador.

Colocada ya la Pt100 en el presecador, es cableada directamente hacia el modulo de expansión analógica EM 231, este recepta todos los valores que van a ser transmitidos al PLC con la finalidad de procesarlos, en dicho bloque circula agua caliente y gracias a los ventiladores existentes que se encuentran direccionados a los bloques de tuberías, el aire caliente producirá un incremento de la temperatura y por consiguiente de la humedad.

Como podemos darnos cuenta en el punto anterior con la expulsión de aire caliente por medio de los ventiladores este proceso genera humedad, con la finalidad de poder obtener lecturas de dicha variable se coloco dos sensores de humedad de la marca GINICE modelo GDHO-420( $\frac{3}{4}$ ), distribuidos de la siguiente manera, uno en el presecador y uno en el secador, estos sensores luego de su colocación son cableados directamente al modulo de expansión analógico EM 232 el cual receptará todos estos valores que los transmitirá al PLC para ser procesados, este transmitirá información a cada bloque con la finalidad de mantener la humedad requerida, en el caso del presecador se activará el motor del extractor ubicado en la parte superior lo que va a permitir graduar la humedad.

En el secador el proceso es el mismo con la diferencia de que tenemos una electroválvula de la marca *JOHNSON CONTROLS*, que permitirá graduar el paso de agua caliente a dicho bloque, cuyo proceso es el mismo que ya se describió para el presecador.

Para el monitoreo de las bandas se colocó sensores inductivos en cada una de ellas con la finalidad de que nos den señales cuando esta sufra algún desperfecto como ruptura por ejemplo, los sensores de ambos bloques son cableados directamente a la entradas del PLC, con esta información cuando dichos sensores detecten algún cambio el PLC acciona una señal de emergencia y detiene los motores que accionan dichas bandas hasta que se verifique su correcto estado o caso contrario se realice las reparaciones debidas, para continuar con el proceso se acciona el botón de reset

Además de lo indicado anteriormente se realiza un control de la velocidad de los motores que accionan las bandas de ambos bloques, con la finalidad de de aumentar o disminuir la velocidad de estas en el caso de necesitarse.

La velocidad de estos motores es controlada por dos variadores de frecuencia que se encuentran conectados por medio de relés a los módulos de expansión EM 235 que van recibir la información y este a su vez la transmitirá al PLC con la finalidad de que exista el control deseado.

Toda la información recibida por el PLC es procesada por medio del software *Micro Win Step 7*, que se encuentra diseñado y cargado en el, dicho software está ya descrito en los puntos anteriores y su diseño en el Anexo A, además el PLC se conecta directamente al Panel Táctil, por medio de la cual podemos manipular las variables de temperatura, humedad, velocidad y demás visualizar la fallas existentes, todo esta programación está descrito en pasos anteriores y el diseño de la programación para el panel táctil en el Anexo B.

### ***3.1.3.1.- Diagramas De Implementación del sistema***

- ANEXO C

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS Y PRUEBAS DEL SISTEMA**

#### **4.1.- ANÁLISIS DE RESPUESTA DEL SISTEMA**

Como en cualquier proyecto de automatización existente, siempre se considera valores de las variables previos a la automatización, en este caso vamos a analizar los valores de humedad que es uno o porque no decirlo el más importante en la elaboración del fideo.

##### **4.1.1.- VALORES DE HUMEDAD PREVIOS A LA AUTOMATIZACIÓN.**

Los valores de humedad que consideraremos son tomados del 21 al 31 de julio del 2009 a distintas hora y en diferentes secciones, como por ejemplo el laminado es al inicio del proceso de presecado es decir el fideo que sale de la etapa de empastado, luego en la parte media que es a la salida del presecador y por ultimo al culminar todo el proceso a la salida del secador previo al enfundado, son los lugares más óptimos para poder realizar este tipo de muestras.

Tabla 4.1: Valores de Humedad previos a la automatización

FECHA	HORA	LAMINADO(%)	PRESECADO(%)	SECADOR(%)
21-jul	16:00	29,91	22,1	11,71
21-jul	11:30	28,6	21,29	11,7
21-jul	15:00	28,69	21,11	10,29
21-jul	17:00	29,19	21	12,01
22-jul	7:48	29,6	21,01	10,7
22-jul	9:53	29,59	22,5	10,91
22-jul	12:40	29,71	22,3	10,36
22-jul	14:45	29,31	20,71	10,3
22-jul	16:40	29,6	22,71	12,5
22-jul	17:29	29	23,39	10,3
23-jul	13:17	30,41	21,11	12,01
24-jul	9:18	29,8	21,8	12,19
24-jul	11:30	28,6	21,29	11,7
24-jul	15:00	28,69	21,11	10,29
24-jul	17:00	29,19	21	12,01
27-jul	8:00	29,3	21,3	11,9
27-jul	15:00	29,09	24,99	12,81
27-jul	17:20	29,41	22,8	11,91
27-jul	19:03	29,19	22,51	9,96
28-jul	9:00	29,3	19,79	11,91
28-jul	10:54	29,99	21,09	11,29
28-jul	13:15	29,3	21,69	10,81
28-jul	15:15	29,71	21,31	10,74
29-jul	8:45	28,89	20,3	11,7
29-jul	9:20	29,8	20,31	11,74
29-jul	11:20	27,89	20,31	11,6
29-jul	16:30	28,89	23,5	12
30-jul	8:40	28,2	20,9	10,6
30-jul	11:20	28,49	20,89	11
30-jul	15:00	28,1	20,31	11,23
31-jul	8:40	28,09	21,49	10,12
31-jul	11:20	28,71	21,1	11,8
31-jul	15:00	28	22,5	11,65

4.1.1.1.- Gráfica de valores de humedad previa a la automatización.

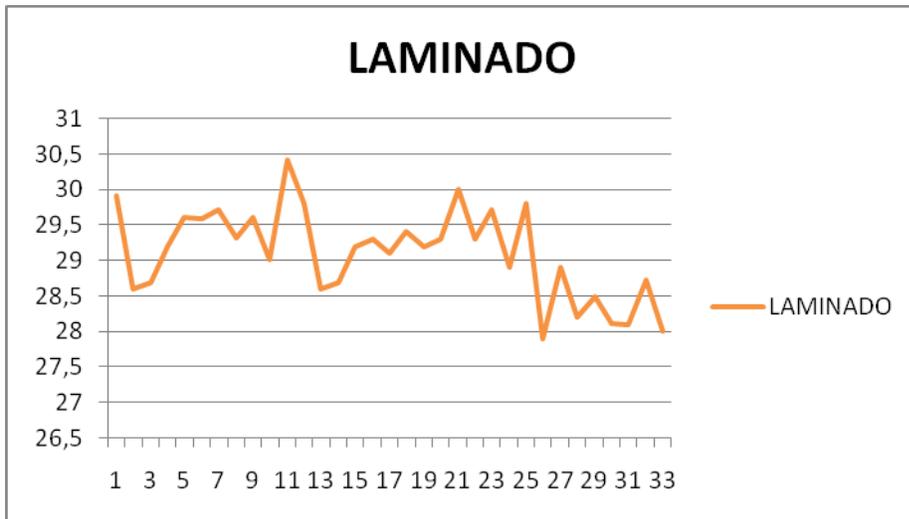


Figura 4.1: Respuesta etapa Laminado

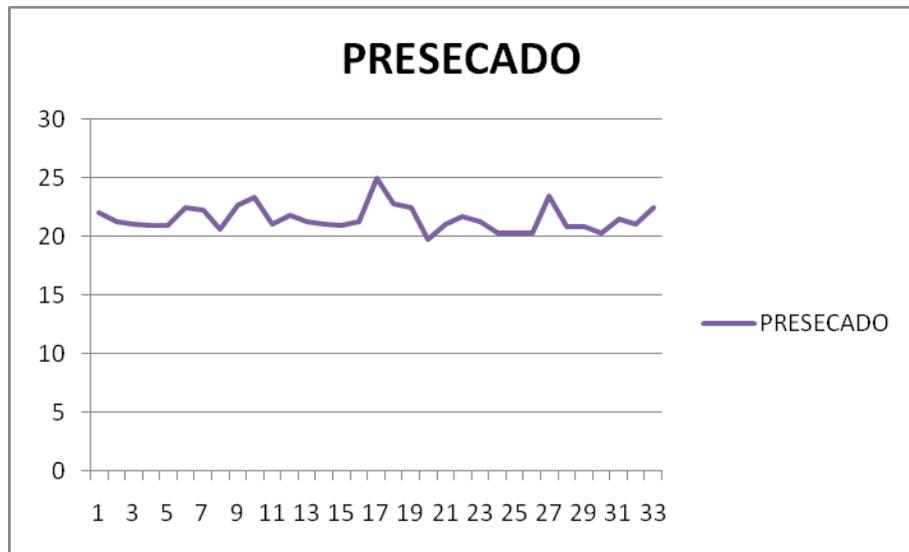


Figura 4.2: Respuesta etapa Presecado

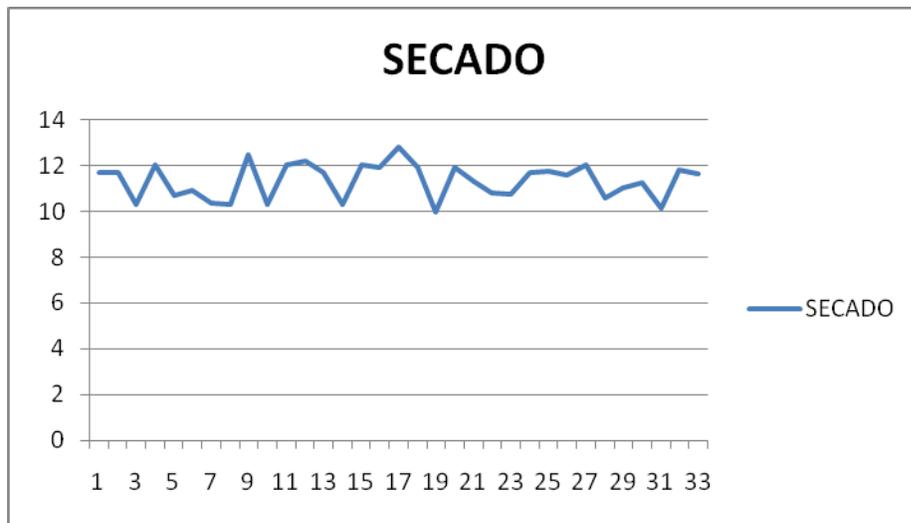


Figura 4.3: Respuesta Etapa Secado

Realizando un analisis a las graficas obtenidas de los valores de humedad previos a la automatizacion podemos observar que en cada sección esta es muy variable debido a que no existe control alguno.

#### 4.1.2.- VALORES DE HUMEDAD FINALIZADA LA AUTOMATIZACIÓN.

Los valores de humedad que consideraremos son tomados del 12 al 29 de octubre del 2009 a distintas hora y en diferentes secciones, como por ejemplo el laminado es al inicio del proceso de presecado es decir el fideo que sale de la etapa de empastado, luego en la parte media que es a la salida del presecador y por ultimo al culminar todo el proceso a la salida del secador previo al enfundado.

Tabla 4.2: Valores de humedad con la automatización pero sin Ajustes

FECHA	HORA	LAMINADO(%)	PRESECADO(%)	SECADO(%)
12-oct	14:20	29,61	21,5	10,0
12-oct	15:20	29,36	21,39	10,3
12-oct	16:20	29,11	21,29	10,6
12-oct	17:20	29,5	23,6	10,8
12-oct	18:20	29,3	22,45	10,7
13-oct	8:30	29,79	23,1	11,19
13-oct	10:00	29,19	21,71	11,00
13-oct	14:10	29,99	21,4	8,59
13-oct	15:30	29,59	21,91	10,89
13-oct	17:00	30,21	23,51	11,00
13-oct	19:00	29,79	21,69	11,90
13-oct	21:00	29,81	23	11,89
13-oct	23:00	29,81	22,31	12,31
14-oct	1:00	30,51	23,69	11,59
14-oct	3:00	30,29	25,01	11,40
14-oct	5:00	29,8	22,09	10,70
14-oct	8:00	30,01	23,3	12,01
14-oct	15:00	30,1	22,29	12,10
14-oct	17:42	29,6	23,2	11,31
15-oct	0:00	29,61	22,8	10,81
17-oct	12:45	29,7	21,6	8,10
18-oct	8:00	29,3	23	11,71
18-oct	10:00	30,11	23,8	11,90
18-oct	11:45	30,71	23,2	10,91
18-oct	15:05	30	22,39	11,50
18-oct	18:41	30,3	22,34	11,71
19-oct	9:30	30,09	21,61	9,80
19-oct	10:00	30,4	23,9	9,70
19-oct	11:45	30,4	24,61	10,50
19-oct	15:00	30,41	20,1	12,01
20-oct	8:00	30,99	23,2	11,80
20-oct	10:00	30,21	23,59	11,71
20-oct	14:00	30	19,3	11,75

21-oct	8:00	28,91	23,29	10,91
21-oct	10:20	29,29	20,41	10,91
21-oct	15:00	29,81	22,81	11,41
24-oct	8:00	30,51	22,2	9,11
24-oct	10:00	30,39	21,49	9,59
24-oct	12:00	30,29	23,1	10,01
24-oct	15:00	30,51	22,4	10,09
24-oct	17:00	30,59	23,01	10,09
25-oct	10:00	29,69	23,19	9,21
25-oct	12:00	30,29	21	11,29
25-oct	14:30	29,99	23,59	11,61
25-oct	16:30	29,91	23,59	11,61
26-oct	8:00	30,69	24,59	11,11
26-oct	10:00	29,99	22,91	11,71
26-oct	11:40	30,1	22,1	11,71
26-oct	14:30	29,31	23,24	11,55
26-oct	16:30	30,1	23,11	11,80
27-oct	8:00	30,49	23,81	10,19
27-oct	10:00	29,69	23,69	12,30
27-oct	14:00	29,7	23,7	12,20
28-oct	8:00	29,9	23,09	12,00
28-oct	10:00	29,99	23,61	12,80
28-oct	14:30	29,7	22,89	12,32
29-oct	12:00	30,39	24,2	11,20

4.1.2.1.- Grafica de valores de humedad con el sistema automatizado pero sin ajustes.

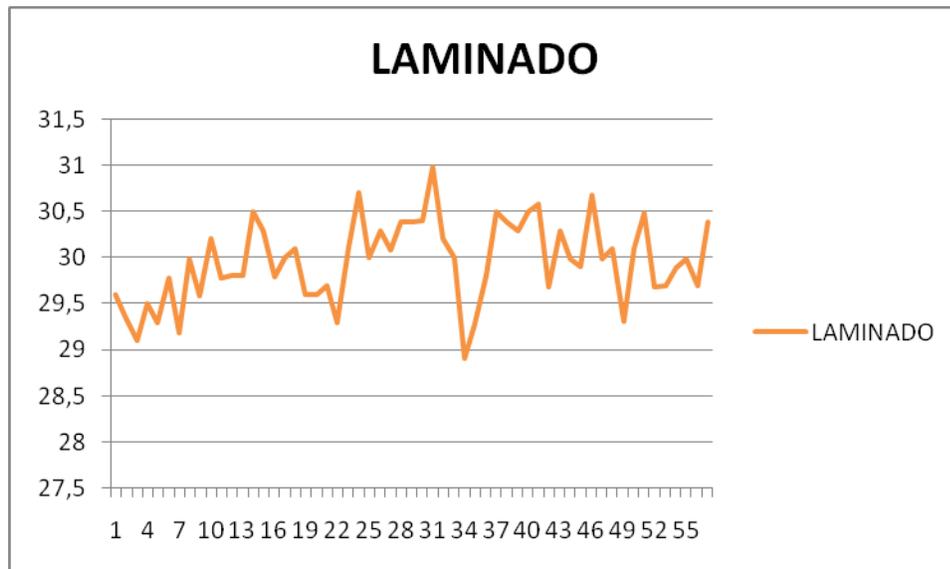


Figura 4.4: Respuesta Etapa Laminado

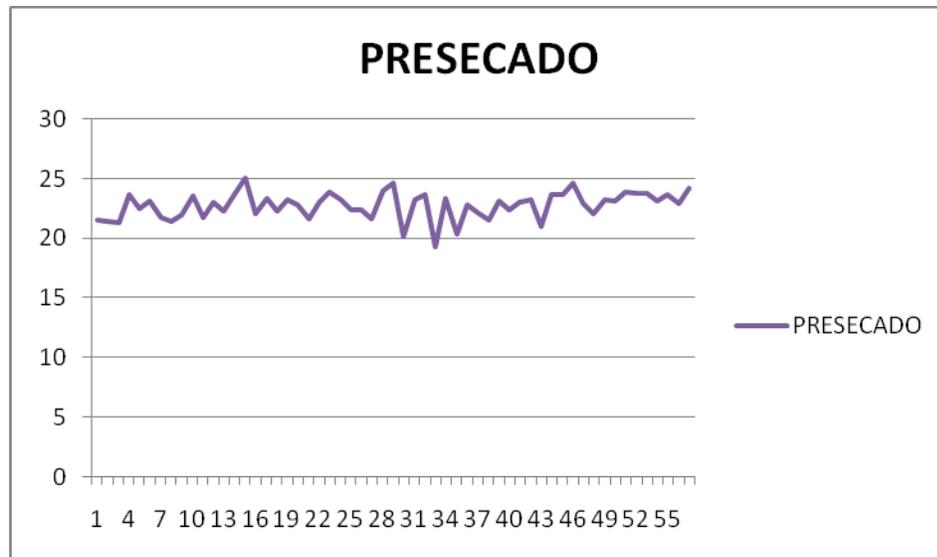


Figura 4.5: Respuesta Etapa Presecado

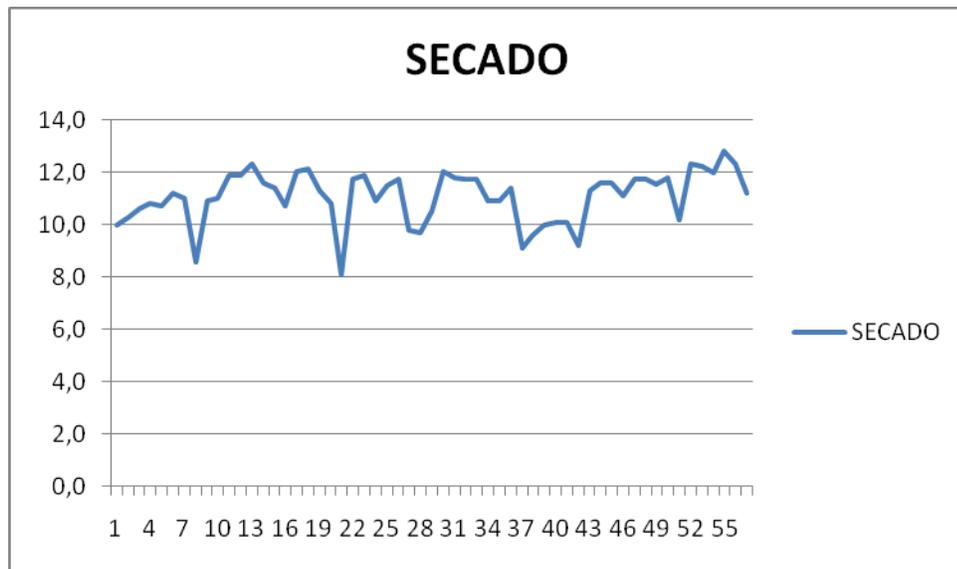


Figura 4.6: Respuesta Etapa Secado

Observando las graficas de respuesta de la humedad en un sistema ya automatizado esta presenta unas pequeñas variaciones con respecto al valor fijado lo que nos permite darnos cuenta de la estabilidad en el sistema.

## 4.2.- PRUEBAS EXPERIMENTALES.

Para realizar un análisis completo de cada una de las reacciones a la cual el sistema está expuesto, realizamos un ajuste o incremento a los valores de la temperatura y humedad con la finalidad de ir alcanzando dicha estabilidad.

### 4.2.1.- AJUSTES A LOS VALORES DE HUMEDAD

Incrementaremos los valores de humedad de un 10% y de temperatura en 10 grados más a los ya establecidos en el paso anterior.

Tabla 4.3: Ajustes a los valores de humedad

FECHA	HORA	LAMINADO(%)	PRESECADO(%)	SECADO(%)
31-oct	14:20	29,61	21,9	11,05
01-nov	15:20	29,36	21,29	11,35
01-nov	16:20	29,11	21,27	10,67
01-nov	17:20	29,5	22,6	10,8
01-nov	18:20	29,3	22,45	10,7
02-nov	8:30	29,79	23,1	11,19
02-nov	10:00	29,19	21,71	11
02-nov	14:10	29,99	21,4	9,97
02-nov	15:30	29,59	21,91	10,89
02-nov	17:00	30,21	22,51	11
02-nov	19:00	29,79	21,69	11,9
02-nov	21:00	29,81	23	11,89
02-nov	23:00	29,81	22,31	12,31
03-nov	1:00	30,51	23,69	11,59
03-nov	3:00	30,29	23,01	11,4
03-nov	5:00	29,8	22,09	10,7
03-nov	8:00	30,01	23,3	12,01
03-nov	15:00	30,1	22,29	12,1
03-nov	17:42	29,6	23,2	11,31
04-nov	0:00	29,61	22,8	10,81
05-nov	12:45	29,7	21,6	9,86
07-nov	8:00	29,3	23	11,71
07-nov	10:00	30,11	23,76	11,9
07-nov	11:45	30,71	23,2	10,91
07-nov	15:05	30	22,39	11,5
07-nov	18:41	30,3	22,34	11,71
08-nov	9:30	30,09	21,61	9,89
08-nov	10:00	30,4	23,82	9,78
08-nov	11:45	30,4	23,61	10,5
08-nov	15:00	30,41	20,95	12,01
09-nov	8:00	30,99	23,2	11,8
09-nov	10:00	30,21	23,59	11,71
09-nov	14:00	30	21,3	11,75

10-nov	8:00	28,91	23,29	10,91
10-nov	10:20	29,29	20,41	10,91
10-nov	15:00	29,81	22,81	11,41
11-nov	8:00	30,51	22,2	9,81
11-nov	10:00	30,39	21,49	9,97
11-nov	12:00	30,29	23,1	10,01
11-nov	15:00	30,51	22,4	10,09
11-nov	17:00	30,59	23,01	10,09
12-nov	10:00	29,69	23,19	9,98
12-nov	12:00	30,29	21	11,29
12-nov	14:30	29,99	23,59	11,61
12-nov	16:30	29,91	23,59	11,61
14-nov	8:00	30,69	23,59	11,11
14-nov	10:00	29,99	22,91	11,71
14-nov	11:40	30,1	22,1	11,71
14-nov	14:30	29,31	23,17	11,55
14-nov	16:30	30,1	23,11	11,8
15-nov	8:00	30,49	22,81	10,19
15-nov	10:00	29,69	23,69	11,6
15-nov	14:00	29,7	23,7	12,2
16-nov	8:00	29,9	23,09	12
16-nov	10:00	29,99	23,61	12,3
16-nov	14:30	29,7	22,89	12,32
17-nov	12:00	30,39	22,2	11,2

4.2.1.1.- Gráfica de los valores de humedad con el proceso de ajuste

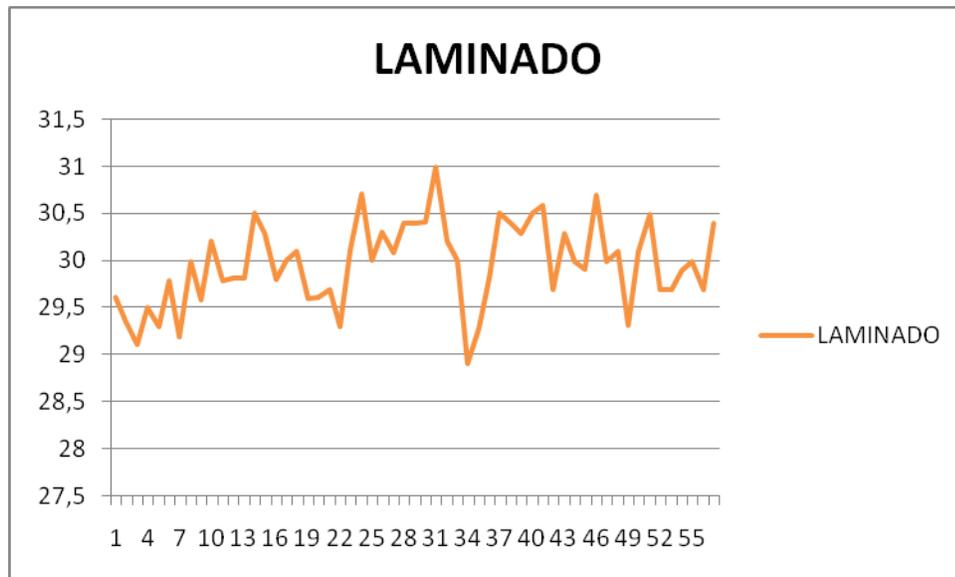


Figura 4.7: Respuesta Etapa Laminado

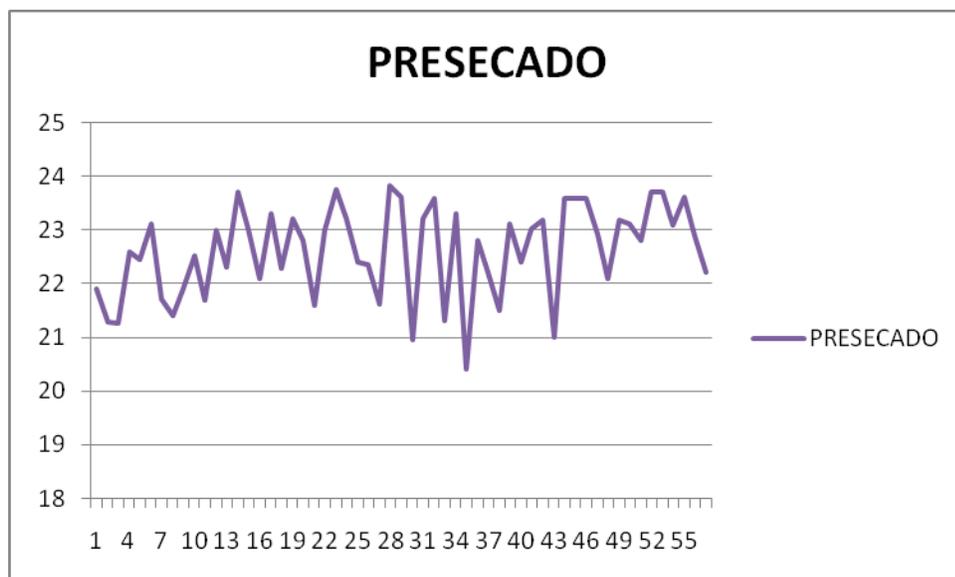


Figura 4.8: Respuesta etapa Presecado

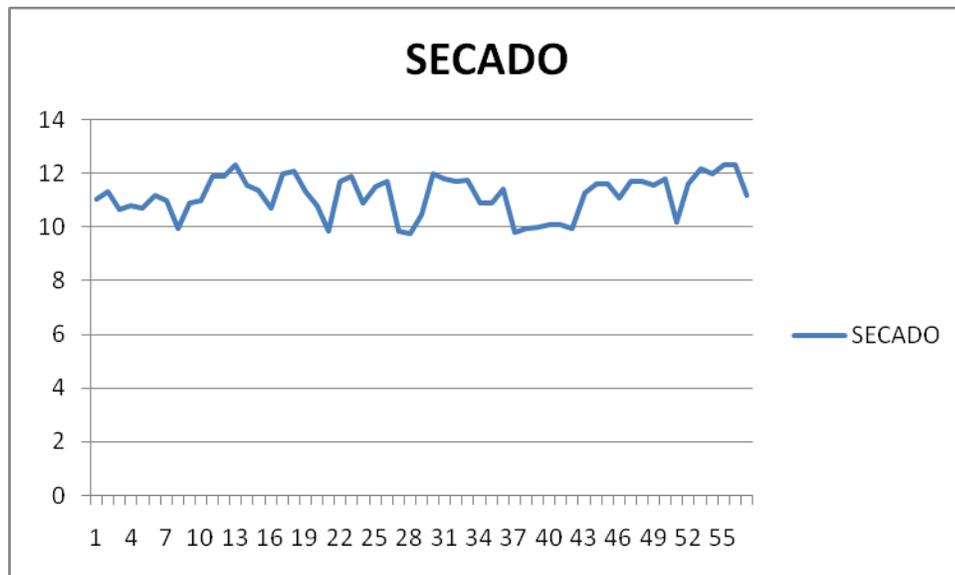


Figura 4.9: Respuesta etapa Secado

El sistema está entregando valores que nos permiten darnos cuenta de la estabilidad en el sistema ya que sus valores se encuentran variando entre el 10 y el 12 por ciento, además presenta una disminución en el número de oscilaciones en las etapas de presecado y secado. Al observar que en todo este proceso ya se realiza un control porque automáticamente están intentando compensar a la humedad.

#### 4.2.2.- REAJUSTES A LOS VALORES DE HUMEDAD

Posteriormente se realizó un ajuste de una manera más precisa, colocando en el presecador la humedad al 45% y la temperatura a 73 grados, de manera similar en el secador la humedad al 43% y la temperatura 76 grados.

Tabla 4.4: Reajustes a los valores de humedad

FECHA	HORA	LAMINADO	PRESECADO	SECADO
18-nov	14:20	29,61	22,7	11,05
18-nov	15:20	29,36	22,29	11,35
18-nov	16:20	29,11	22,27	10,76
18-nov	17:20	29,5	22,6	10,8
18-nov	18:20	29,3	22,45	10,7
19-nov	8:30	29,79	23,1	11,19
19-nov	10:00	29,19	21,81	11,11
19-nov	14:10	29,99	21,7	10,97
19-nov	15:30	29,59	21,91	10,89
19-nov	17:00	30,21	22,51	11,16
19-nov	19:00	29,79	21,89	11,9
19-nov	21:00	29,81	23	11,89
19-nov	23:00	29,81	22,31	12,15
21-nov	1:00	30,51	23,49	11,59
21-nov	3:00	30,29	23,01	11,4
21-nov	5:00	29,8	22,09	10,7
21-nov	8:00	30,01	23,3	12,01
21-nov	15:00	30,1	22,29	12,1
21-nov	17:42	29,6	23,2	11,31
22-nov	0:00	29,61	22,8	10,81
22-nov	12:45	29,7	22,6	10,68
23-nov	8:00	29,3	23	11,71
23-nov	10:00	30,11	23,76	11,9
23-nov	11:45	30,71	23,2	10,91
23-nov	15:05	30	22,39	11,5
23-nov	18:41	30,3	22,34	11,71
24-nov	9:30	30,09	21,61	10,6
24-nov	10:00	30,4	23,82	10,67
24-nov	11:45	30,4	23,61	10,73
24-nov	15:00	30,41	21,05	12,01
25-nov	8:00	30,99	23,2	11,8
25-nov	10:00	30,21	23,59	11,71
25-nov	14:00	30	21,3	11,75

<b>26-nov</b>	8:00	28,91	23,29	10,91
<b>26-nov</b>	10:20	29,29	21,15	10,91
<b>26-nov</b>	15:00	29,81	22,81	11,41
<b>28-nov</b>	8:00	30,51	22,2	10,91
<b>28-nov</b>	10:00	30,39	21,49	10,97
<b>28-nov</b>	12:00	30,29	23,1	10,87
<b>28-nov</b>	15:00	30,51	22,4	10,89
<b>28-nov</b>	17:00	30,59	23,01	10,89
<b>29-nov</b>	10:00	29,69	23,19	10,98
<b>29-nov</b>	12:00	30,29	21	11,29
<b>29-nov</b>	14:30	29,99	23,59	11,61
<b>29-nov</b>	16:30	29,91	23,59	11,61
<b>30-nov</b>	8:00	30,69	23,59	11,11
<b>30-nov</b>	10:00	29,99	22,91	11,71
<b>30-nov</b>	11:40	30,1	22,1	11,71
<b>30-nov</b>	14:30	29,31	23,17	11,55
<b>30-nov</b>	16:30	30,1	23,11	11,8
<b>01-dic</b>	8:00	30,49	22,81	11,79
<b>01-dic</b>	10:00	29,69	23,69	11,6
<b>01-dic</b>	14:00	29,7	23,7	12,1
<b>02-dic</b>	8:00	29,9	23,09	12,15
<b>02-dic</b>	10:00	29,99	23,61	12,1
<b>02-dic</b>	14:30	29,7	22,89	12,12
<b>03-dic</b>	12:00	30,39	22,5	11,8

4.2.2.1.- Gráfica de reajustes a los valores de humedad

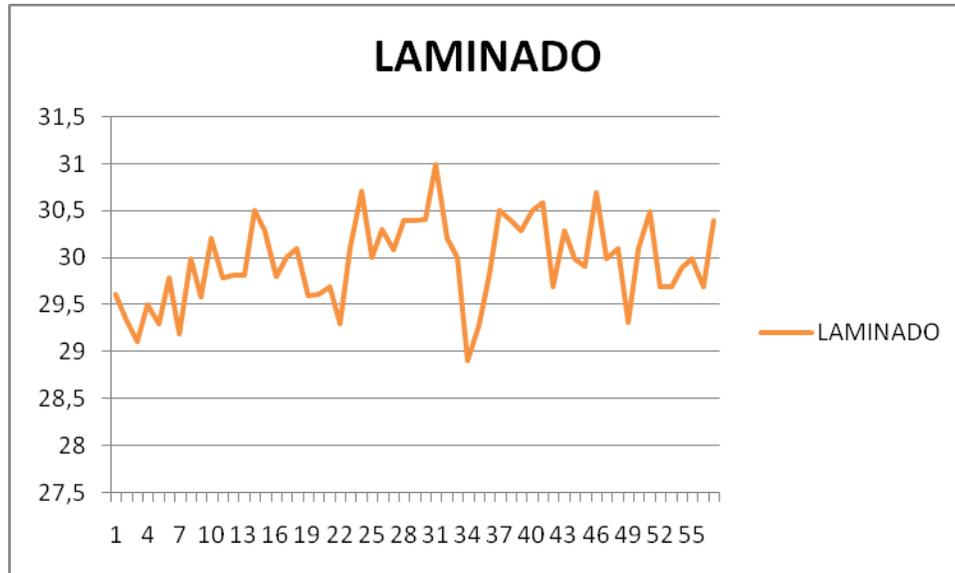


Figura 4.10: Respuesta Etapa Laminado

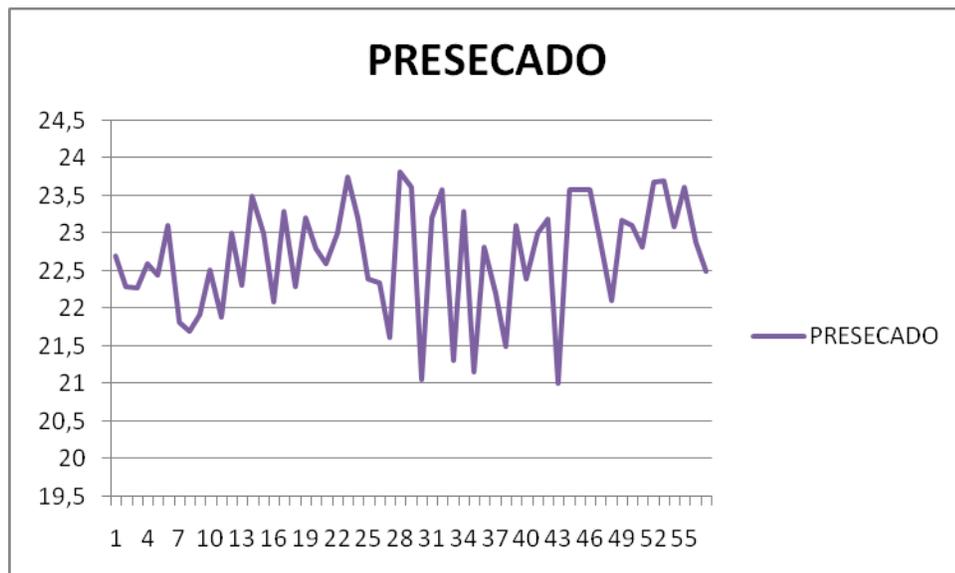


Figura 4.11: Respuesta Etapa Presecado

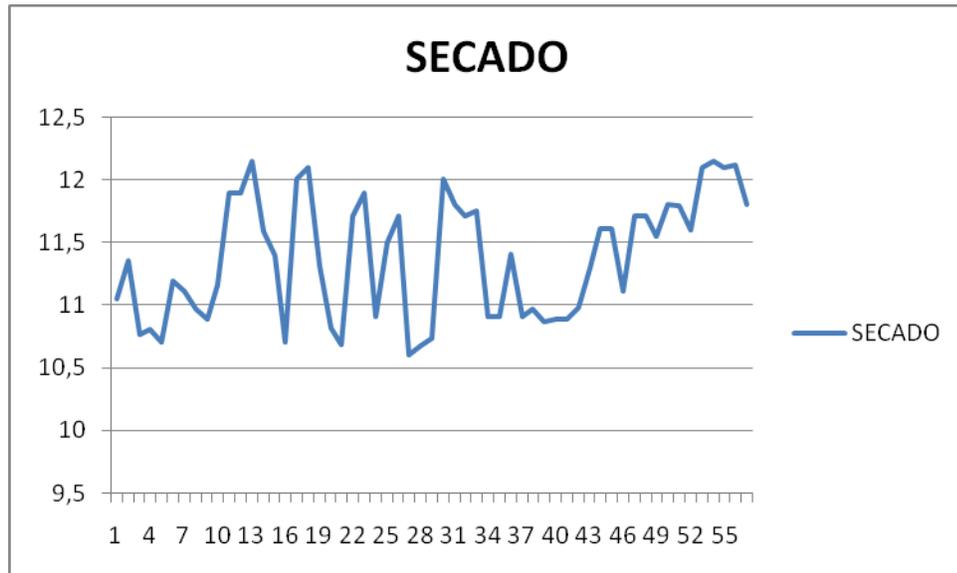


Figura 4.12: Respuesta Etapa Secado

Según las normas establecidas por *Pastificio Ambato CA*, y del departamento de control de calidad se exige que los valores a los que debe mantenerse la humedad del producto sea de un máximo de 12.5, pero para una mejor calidad deberá estar entre (10.5 y 12.5) %.

Considerando estos valores se analiza principalmente la grafica del secado ya que en esta es donde regirá esta norma, como podemos darnos cuenta los valores de humedad que está entregando el sistema se encuentran entre (10.6 y 12.15) %, con esto vemos que están dentro de los rangos a los cuales el fideo presenta su mayor calidad.

### 4.3.- ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO

#### 4.3.1.- ANÁLISIS TÉCNICO

Gracias al análisis comparativo de las dos señales tanto de presecador como del secador podemos anotar determinadas características en la automatización realizada.

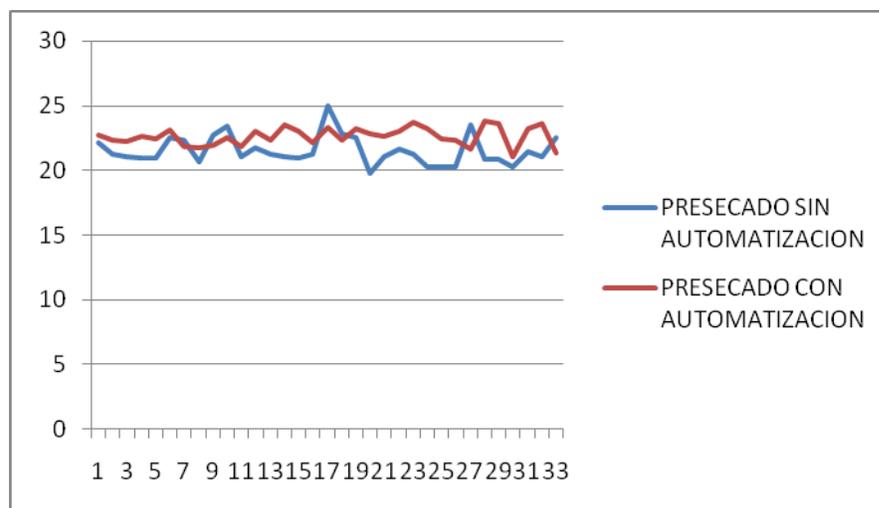


Figura 4.13: Respuesta del Presecador

En la figura 4.13 se encuentra las señales del presecador antes y después de la automatización, analizando dichas graficas podemos ver que la señal antes de la automatización presenta mayor irregularidades, picos de humedad que ocasionaría que la humedad del producto no sea uniforme.

Todo lo contrario sucede con señal automatizada como se visualiza en la figura 4.13 el proceso tiende a generar menor número de picos lo que ocasiona una mayor estabilidad al proceso.

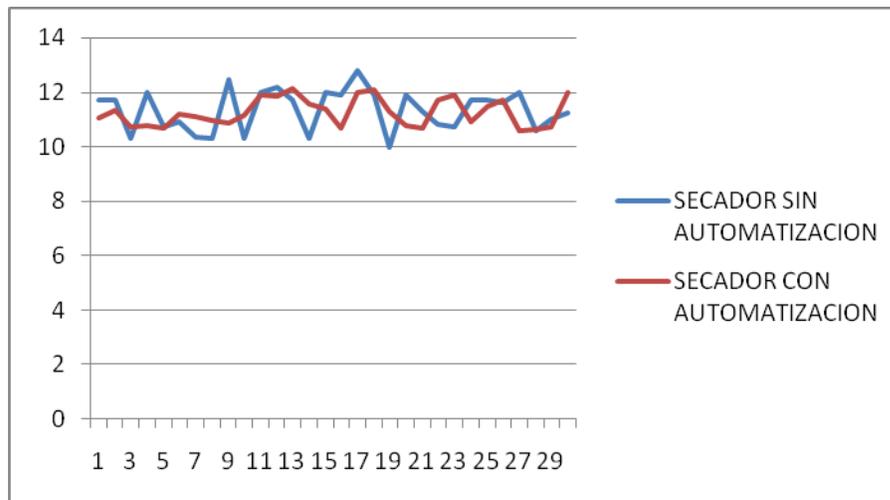


Figura 4.14: Respuesta del Secador

Al igual que con la figura 4.13 del presecador las señales de la figura 4.14 del secador acontece características similares. En la grafica azul vemos como se genera un mayor número de picos de humedad los que ocasiona una inestabilidad, todo lo contrario acontece con la señal roja que es del proceso ya automatizado, se observa que no existe picos bruscos de humedad lo que brinda mayor estabilidad y por consiguiente que la humedad sea más uniforme

#### 4.3.2.- ANÁLISIS ECONÓMICO

Como en todo proyecto de automatización se requiere de una determinada inversión con la finalidad de que exista mayor agilidad en los procesos y esta inversión se vea reflejada de una manera optima en los productos.

Como se describió anteriormente con el proceso ya automatizado se logra mantener los niveles humedad requeridos, además de un mejor control de las variables como es la humedad y la temperatura, también se mantiene un control de la bandas que transportan el fideo por el interior del presecador y secador con la finalidad de que si en algún momento alguna de estas sufre daños, evitar la pérdida total de dicha

banda y consiguiente perdidas a la empresa ya que cada una de esta tiene un costo de alrededor de 12 mil dólares.

#### **4.3.2.1.- Descripción de materiales utilizados**

Los materiales descritos a continuación son los que permitieron la obtención de los resultados deseados

Tabla 4.5: Materiales Utilizados

<b>Cant.</b>	<b>Descripción</b>
1	PLC SIEMENS CPU 226 110/220 V Salidas a relé
1	Módulo de ampliación analógico 4 entradas de V/I
2	Módulo de ampliación analógica 2 entradas para RTD
2	Módulo de ampliación analógica 2 salidas V/I
1	Panel Táctil TP 177
1	Botonera on/off 1NA/1NC con lámpara roja y verde
1	Fuente LOGO 24 DC
1	Pulsadores de emergencia
100	m Cable # 18 AWG
1	Tablero plástico
4	Pulsadores
10	Luz piloto
1	Arrancador directo para motor 1 HP
1	Disyuntor de 2 polos para control
5	Relés auxiliares
11	Fusibles y porta fusibles
4	RTD
1	Luz roja alarma (licuadora) 220 Vac
1	Ventilador armario 220 vac

1	Cable PC/PPI
2	Sensores de humedad
2	Válvula con actuador electrónico o neumático
2	Variador de frecuencia
100	m cable sucre 3 * 16
2	Reguladores de presión 20 psi
2	Convertidores de 4 a 20 mA a 3 a 15 psi
14	Sensor inductivo

***4.3.2.2.- Descripción general del costo de los materiales utilizados***

Los costos generales de los equipos para la elaboración del proyecto de automatización se indican en la tabla siguiente

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1.- CONCLUSIONES**

- a)** Se diseñó e implementó un sistema automático para secado de fideo en presecador y secador continuo, utilizando un PLC SIEMENS S7-200 y HMI SIEMENS TOUCH SCREEN, logrando el control de humedad y temperatura de secado.
- b)** Se aplicó los conocimientos principalmente de Control e Instrumentación y se desarrollo un sistema con el fin de obtener el título en Ingeniería en Electrónica e Instrumentación.
- c)** El sistema de secado era netamente manual sin ningún control ni seguridades que eviten accidentes a los operarios.
- d)** La humedad así como la temperatura son los principales parámetros a tomar en cuenta en el proyecto con la finalidad de mantener un control en todo el proceso de fabricación del fideo
- e)** El sistema de control desarrollado permite controlar, monitorear y manipular las variables del proceso con sus respectivas alarmas, facilitando además una mejor manipulación por parte de los operarios.
- f)** La pantalla táctil con una adecuada programación presenta un ambiente amigable y fácil de manipular por los operarios.
- g)** Diseñando el sistema control y seleccionando adecuadamente los elementos y equipos se logró un funcionamiento correcto de acuerdo a las exigencias de la empresa.

- h)** Con el control ya implementado se logró mantener los porcentajes de humedad en un nivel óptimo para el secado del fideo.
- i)** El manual de usuario que contiene el documento permite solucionar problemas de manejo de la pantalla a las personas que necesiten operarlas, además los diagramas ayudarán a los técnicos a solucionar problemas que surjan en el futuro o a facilitar un adecuado mantenimiento.
- j)** Se implementó en base a sensores un sistema de seguridad para impedir un colapso total de las bandas y evitar costos elevados a la empresa.
- k)** El sistema ya automatizado permite una fácil y rápida identificación de las fallas lo que ahorrará gastos innecesarios a la empresa

## ***5.2.- RECOMENDACIONES***

- a)** La persona a operar el sistema debe saber el proceso de elaboración del fideo y tener un conocimiento básico sobre el funcionamiento del sistema implementado para evitar una mala operación y por lo tanto gastos a la empresa.
- b)** Revisar periódicamente las medidas de las variables para comprobar el buen funcionamiento del sistema y en caso de requerir calibración esto lo debe realizar un técnico con el suficiente conocimiento del tema.

**ANEXO A**  
**PROGRAMA DE CONTROL PARA EL PLC**

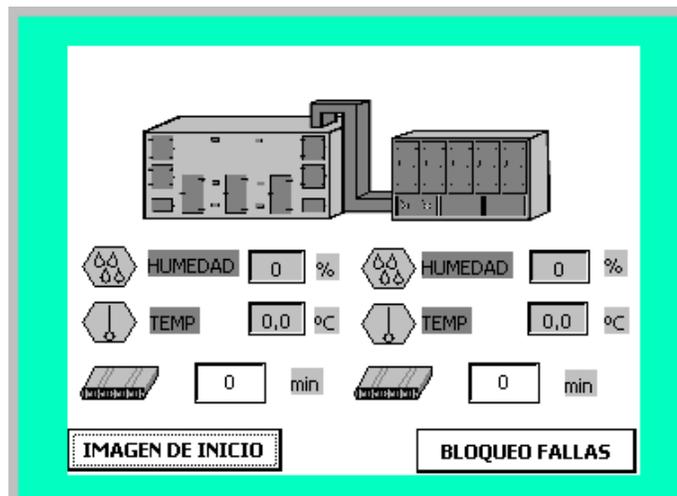
**ANEXO B**  
**PROGRAMA DE CONTROL PARA EL PANEL**  
**TÁCTIL**

## B.- SOFTWARE PARA EL HMI

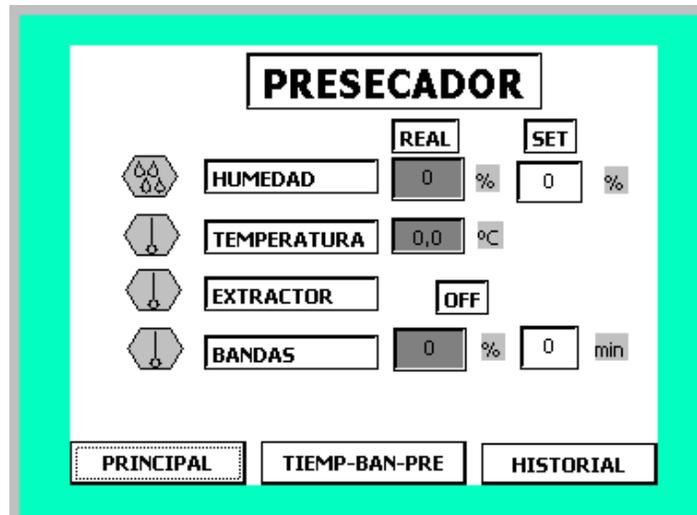
### B.1.- PANTALLA DE INICIO



### B.2.- PANTALLA PRINCIPAL



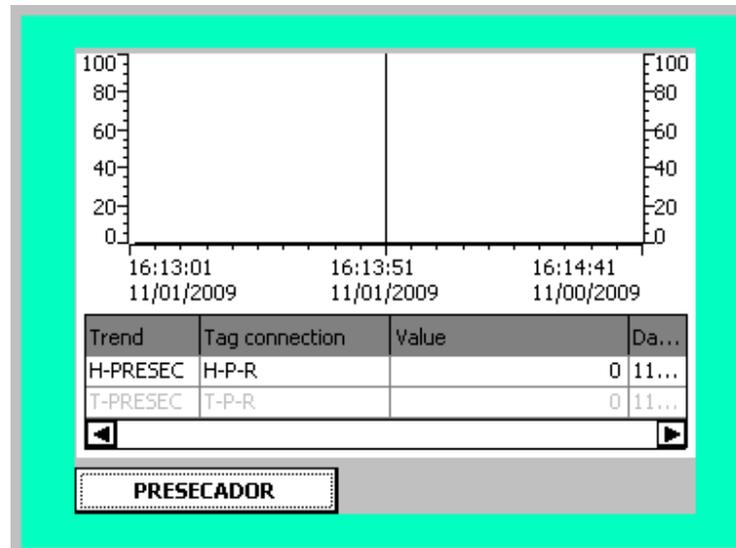
### B.3.- PANTALLA DEL PRESECADOR



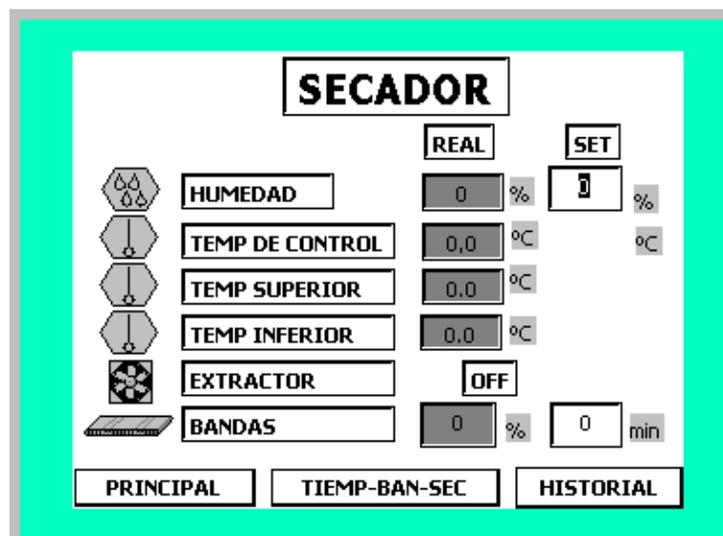
### B.4.- PANTALLA TIEMPO DE LAS BANDAS DEL PRESECADOR



## B.5.- PANTALLA DE HISTORIALES DEL PRESECADOR



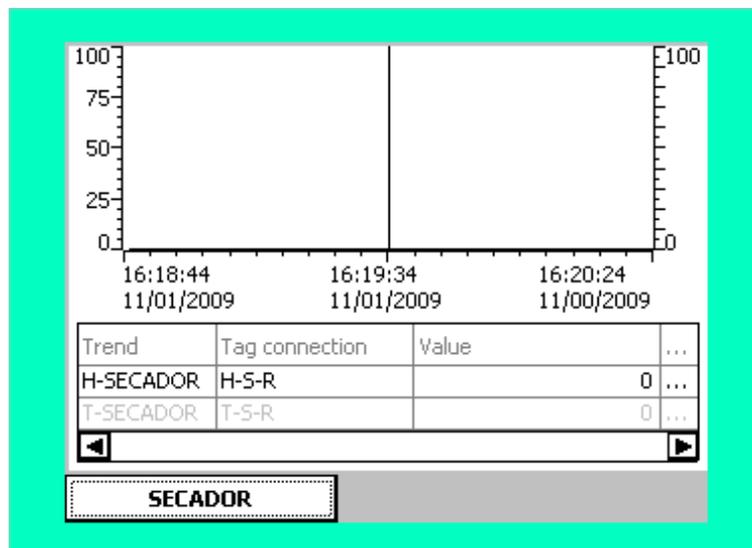
## B.6.- PANTALLA DEL SECADOR



## B.7.- PANTALLA DE TIEMPO DE BANDAS DEL SECADOR



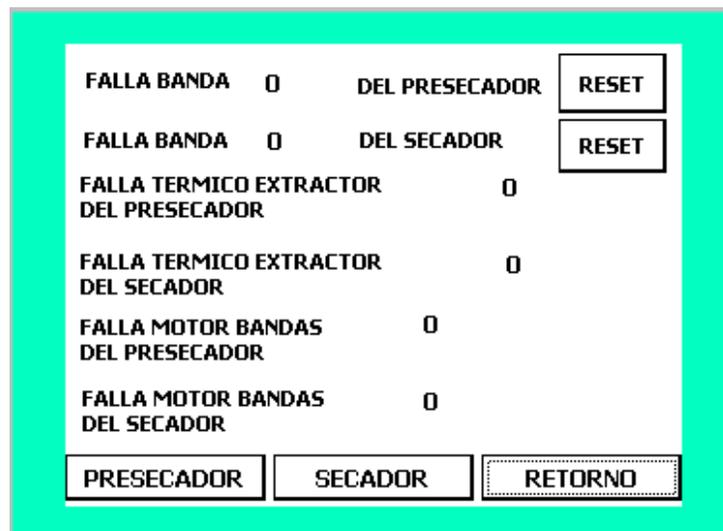
## B.8.- PANTALLA DE HISTORIALES DEL SECADOR



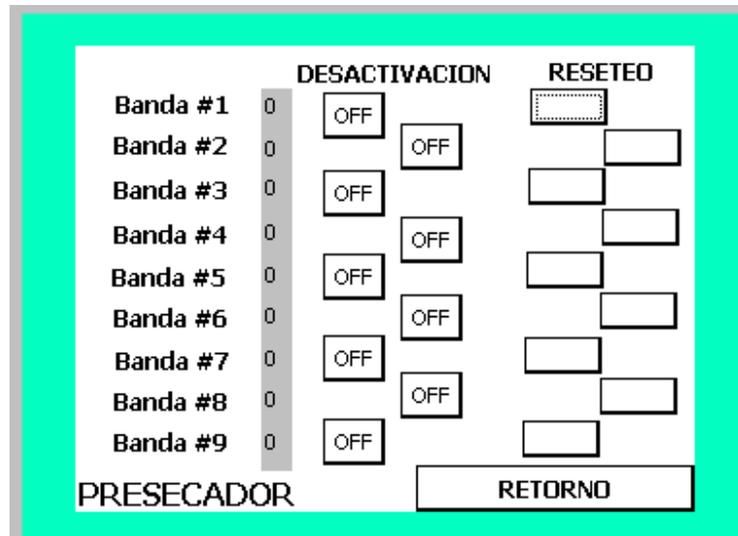
## B.9.- PANTALLA DEL BOLQUEO DE FALLAS



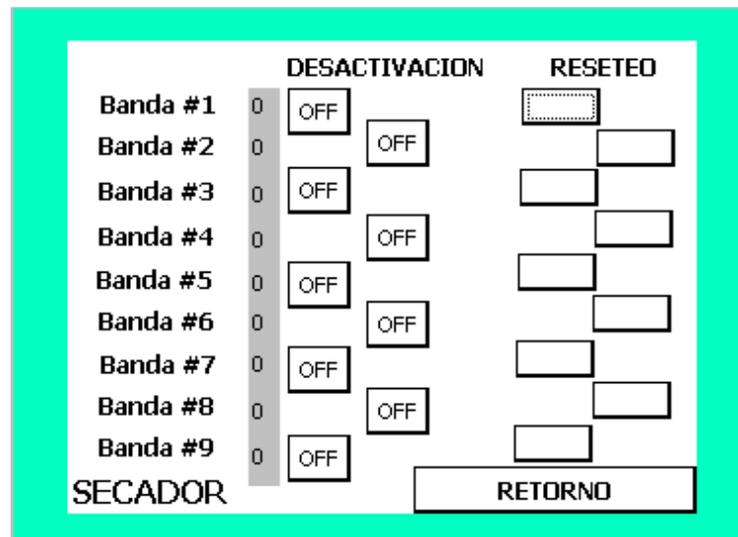
## B.10.- PANTALLA DE FALLAS



## B.11.- PANTALLA DE FALLAS DEL PRESECADOR



## B.12.- PANTALLA DE FALLAS DEL SECADOR



**ANEXO C**  
**DIAGRAMAS DE IMPLEMENTACIÓN**

**ANEXO D**  
**MANUAL DE USUARIO**

## **D.1.- MANUAL DE USUARIO PARA EL MANEJO DE LAS PANTALLAS Y CONTROL DEL PROCESO.**

La finalidad de este manual es el poder proporcionar de una ayuda práctica a los técnicos y operarios de Pastificio Ambato.

El panel táctil nos brinda la facilidad de poder manipular las variables del proceso con solo ir seleccionando en el monitor.

Para poder realizar todos estos cambios es necesario tener un diseño de las pantallas.

### **D.1.1.- PANTALLA DE INICIO**

Esta es la pantalla de portada la cual estará la que nos va a permitir un acceso a las demás pantalla, con solo pulsar en el recuadro de la propaganda.



Figura 1: Pantalla de Inicio

### D.1.2.- PANTALLA PRINCIPAL

Ya pulsado en la pantalla de inicio accedemos a la pantalla principal, la cual nos permite observar los valores de temperatura, humedad y la velocidad de los motores que controlan las bandas.

Como podemos visualizar en la figura 2 existen dos bloques, los cuales simbolizan el pequeño al presecador y el grande al secador además tenemos dos botones el primero es imagen de inicio y el segundo al bloqueo de fallas, por medio de la pulsación en cada uno de los bloques o botones accedemos a otras pantallas que son representadas por estos.

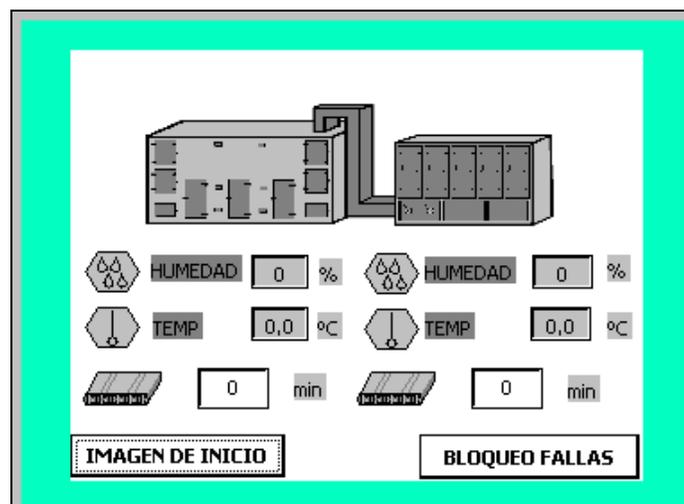


Figura 2: Pantalla Principal

Pulsando en la pantalla principal el bloque del presecador accedemos a la siguiente pantalla.

### D.1.3.- PANTALLA DEL PRESECADOR

En la pantalla del presecador tenemos la facilidad de visualizar los valores de la humedad, temperatura y la velocidad del motor que acciona las bandas, estos son los valores ubicados debajo de los del texto *REAL*.

En los recuadros existentes debajo del texto *SET* nos permite manipular los valores de temperatura y la velocidad del motor de acuerdo a las necesidades del proceso.

Además a todo esto existe tres botones *PRICIPAL*, *TIEM-BAN-PRE* (*TIEMPO DE LAS BANDAS DEL PRESECADOR*), *HISTORIAL*, con la pulsación de cualquiera de estos tres botones accedemos a la pantalla que estas representan.



Figura 3: Pantalla Presecador

Pulsando el botón de *TIEMP-BAN-PRE*.

#### **D.1.4.- PANTALLA TIEMPO DE LAS BANDAS DEL PRESECADOR**

Esta pantalla nos permite regular el tiempo de activación del sensor que se encuentra en cada una de las bandas, este dato permitirá mantener una regulación adecuada de cada sensor, con esto cuando exista una activación de las alarmas será porque necesariamente ocurrió algún desperfecto en alguna de ellas.



TIEMPO BANDAS PRESECADOR	
Banda #1	10
Banda #2	0
Banda #3	0
Banda #4	0
Banda #5	0
Banda #6	0
Banda #7	0
Banda #8	0
Banda #9	0

RETORNO

Figura 4: Tiempo de las Bandas del Presecador

En esta pantalla existe un botón de retorno que va a permitir acceder a la pantalla anterior que es la del presecador, ya en esta pulsamos el botón de historial y accedemos a esta pantalla.

#### **D.1.5.- PANTALLA DE HISTORIALES DEL PRESECADOR**

Esta pantalla nos permite acceder a un registro del funcionamiento del presecador que va permitir al técnico a mantener un control de su funcionamiento.

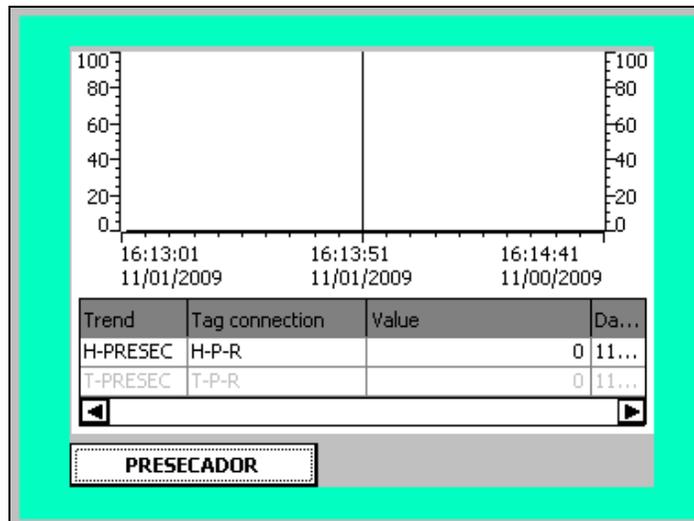


Figura 5: Historiales del Presecador

En esta pantalla tenemos un botón que nos va permitir regresar a la pantalla del presecador con la pulsación del botón, con la pulsación del botón principal accedemos a dicha pantalla, luego de esto pulsamos en la figura del secador y accedemos a esta pantalla.

#### **D.1.6.- PANTALLA DEL SECADOR**

En la pantalla del secador tenemos la facilidad de visualizar los valores de la humedad, temperatura de control, temperatura superior, temperatura inferior, la activación o desactivación del extractor y la velocidad del motor que acciona las bandas, estos son los valores ubicados debajo de los del texto *REAL*.

En los recuadros existentes debajo del texto *SET* nos permite manipular los valores de humedad, temperatura y la velocidad del motor de acuerdo a las necesidades del proceso.

Además a todo esto existe tres botones *PRICIPAL*, *TIEM-BAN-SEC* (*TIEMPO DE LAS BANDAS DEL PRESECADOR*), *HISTORIAL*, con la pulsación de cualquiera de estos tres botones accedemos a la pantalla que estas representan.

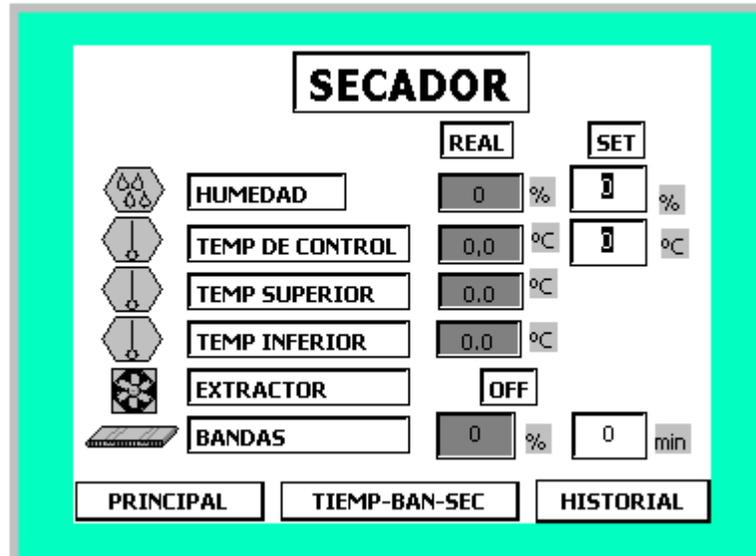


Figura 6: Pantalla del Secador

Pulsando el botón de *TIEMP-BAN-SEC*.

#### **D.1.7.- PANTALLA DE TIEMPO DE BANDAS DEL SECADOR**

Esta pantalla nos permite regular el tiempo de activación del sensor que se encuentra en cada una de las bandas, este dato permitirá mantener una regulación adecuada de cada sensor, con esto cuando exista una activación de las alarmas será porque necesariamente ocurrió algún desperfecto en alguna de ellas.

TIEMPO BANDAS SECADOR	
Banda #1	0
Banda #2	0
Banda #3	0
Banda #4	0
Banda #5	0
Banda #6	0
Banda #7	0
Banda #8	0
Banda #9	0

**RETORNO**

Figura 7: Tiempo de Bandas del Secador

En esta pantalla existe un botón de retorno que va a permitir acceder a la pantalla anterior que es la del secador, ya en esta pulsamos el botón de historial y accedemos a esta pantalla.

#### **D.1.8.- PANTALLA DE HISTORIALES DEL SECADOR**

Esta pantalla nos permite acceder a un registro del funcionamiento del presecador que va permitir al técnico a mantener un control de su funcionamiento.

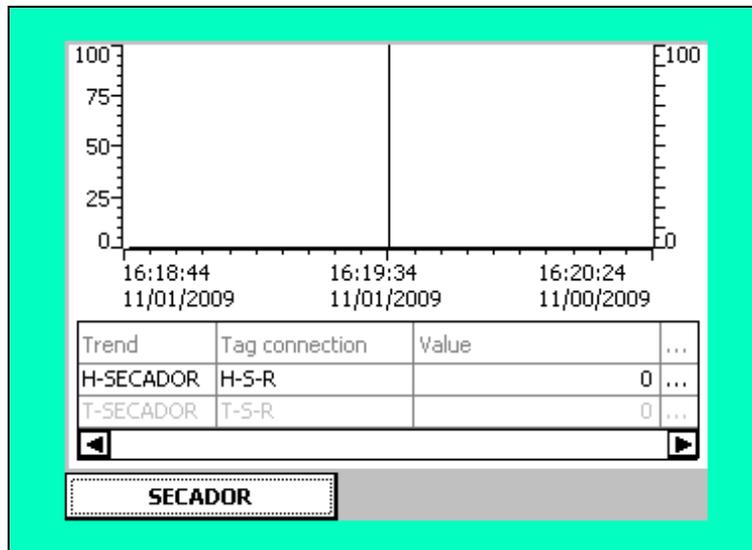


Figura 8: Pantalla del Historial del Secador

En esta pantalla tenemos un botón que nos va permitir regresar a la pantalla del secador con la pulsación del botón, con la pulsación del botón principal accedemos a dicha pantalla, luego de esto pulsamos en el botón bloqueo fallas y accedemos a dicha pantalla.

#### **D.1.9.- PANTALLA DEL BOLQUEO DE FALLAS**

En esta pantalla nos permite bloquear las alarmas de las fallas existentes tanto en el presecador, secador y en los extractores de ambos bloques con la pulsación de los botones redondos, además a todo esto existe dos botones rectangulares el uno es de retorno y el otro a de falla.



Figura 9: Pantalla de Bloqueo de Fallas

Pulsando el botón de fallas accedemos a dicha pantalla.

#### **D.1.10.- PANTALLA DE FALLAS**

En esta pantalla podemos visualizar si alguna falla se ha disparado tanto de las bandas del presecador, secador, los térmicos de ambos bloque y así mismo las motores que mueven las bandas en ambos bloques.

También tenemos dos botones de reset que van a permitir resetear las fallas de las bandas, para las otras fallas no existe un botón de rest, porque si fuera el caso se debe dar una solución inmediata por el técnico para impedir danos mas graves y este reseteará de forma manual a los térmicos.



Figura 10: Pantalla de Fallas

También existe tres botones el uno de retorno que facilitara la opción de retornar a la pantalla anterior, además los botones de presecador y secador que nos van a permitir acceder a las fallas de cada bloque.

Pulsando el botón de presecado accedemos a dicha pantalla.

#### **D.1.11.- PANTALLA DE FALLAS DEL PRESECADOR**

Esta pantalla nos permite visualizar el estado de cada banda del presecador, si en el bloque que esta subrayado cambia algún estado de cero a uno indica que banda está dando falla, también tenemos los botones de desactivación cuando este está en ON desactivara la falla de la banda seleccionada evitando que esta de alarma en la sirena o detenga al motor de accionamiento de las bandas de dió bloque pero en la zona sombreada marcara la falla para un control por parte de los técnicos o personas encargadas, además tenemos los botones en blanco que son para resetear las fallas presentadas para que continúe su correcto funcionamiento.

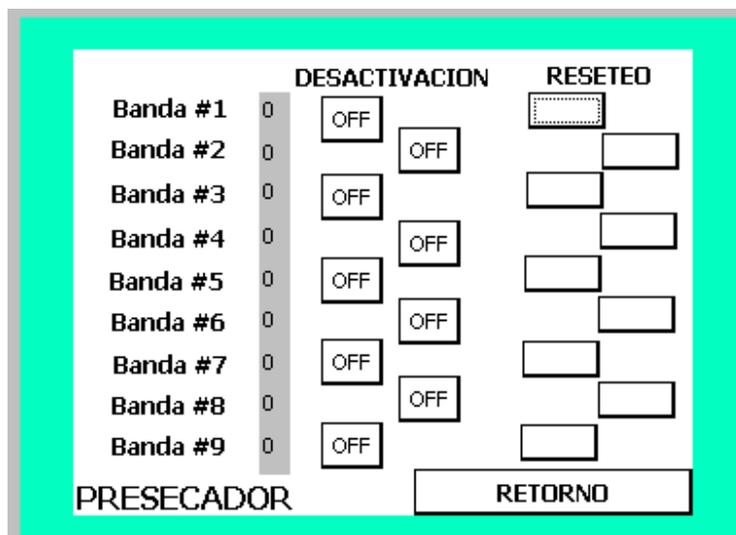


Figura 11: Pantalla de Fallas del Presecador

Con la pulsación del botón de retorno retornamos a la pantalla anterior y si el caso amerite realizamos otra selección.

Ya en la pantalla fallas seleccionamos pulsando el botón de secador y accedemos a dicha pantalla.

#### **D.1.12.- PANTALLA DE FALLAS DEL SECADOR**

Esta pantalla nos permite visualizar el estado de cada banda del secador, si en el bloque que esta subrayado cambia algún estado de cero a uno indica que banda está dando falla, también tenemos los botones de desactivación cuando este está en ON desactivara la falla de la banda seleccionada evitando que esta de alarma en la sirena o detenga al motor de accionamiento de las bandas de dio bloque pero en la zona sombreada marcara la falla para un control por parte de los técnicos o personas encargadas, además tenemos los botones en blanco que son para resetear las fallas presentadas para que continúe su correcto funcionamiento.

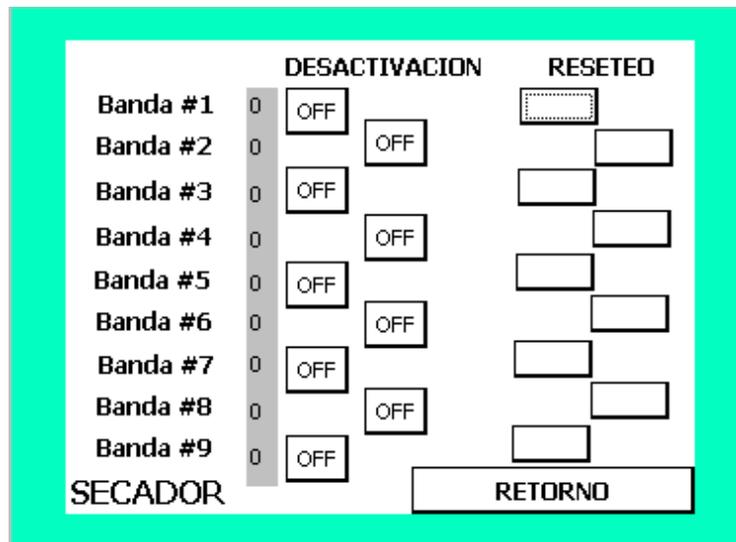


Figura 13: Pantalla de Fallas del Secador

Gracias a la utilización de estas pantallas podemos mantener un control adecuado de todo el proceso de presecado y secado de dicha línea.

**ELABORADO POR:**

---

**Bagner Benjamín Riofrío Pacheco**

**APROBADO POR:**

---

**Ing. Armando Álvarez S.**

**DIRECTOR DE LA CARRERA EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA E  
INSTRUMENTACIÓN**

**CERTIFICADOR POR**

---

**Dr. Eduardo Vásquez**

**JEFE DE LA UNIDAD Y ADMISIÓN Y REGISTRO**