



PLANTA CERÁMICA PROTOTIPO AUTOMATIZADA



MANUAL DE
OPERACIÓN

CONTENIDO

1. Introducción	4
2. Descripción de la Planta Cerámica Prototipo Automatizada.....	4
3. Imágenes de planta cerámica prototipo automatizada.....	5
4. Recomendaciones de seguridad para el manejo y funcionamiento	6
4.1 Recomendaciones.....	7
5. Características Principales de los Componentes	7
6. Manual de Operación.....	8
7. Funcionamiento	19
8. Conclusiones y recomendaciones	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción por Etapas del Módulo vista Frontal.....	5
Tabla 2. Descripción de las Partes de Cada Etapa Correspondiente a la Figura 2.....	6
Tabla 3. Características de los componentes de la planta	8

INDÍCE DE FIGURAS

Figura 1. Módulo Vista Frontal Descrita por Etapas	5
Figura 2. Módulo Vista Lateral.....	6
Figura 3. Pantalla de Inicio	9
Figura 4. Pantalla de Menú	9
Figura 5. Pantalla de Manual Parte 1	10
Figura 6. Pantalla de Manual Parte 2	11
Figura 7. Pantalla de Automático.....	12
Figura 8. Pantallas de Estado Activo (Esperando Molde)	12
Figura 9. Pantalla de Alarma 1(Máquina Está en Stop).....	13
Figura 10. Pantalla de Alarma 1(Máquina Está en Stop).....	14
Figura 11. Pantalla de Receta Parte1	15
Figura 12. Botón Para Crear Una Nueva Receta	15
Figura 13. Pantalla receta parte 2.....	16
Figura 14. Nombre de la receta.....	16
Figura 15. Posición de receta	17
Figura 16. Setpoint de temperatura	17
Figura 17. Botón para guardar la receta nueva	18
Figura 18. Botón de confirmación para guardar cambios y comparación	18
Figura 19. Molde en posición correcta para iniciar.....	19
Figura 20. Inyector activado	19
Figura 21. Actuador lineal #1 empujando el molde a la banda #1	20
Figura 22. Rampa #1	20
Figura 23. Molde banda transportadora #1	20
Figura 24. Molde llegando al sensor inductivo #2.....	21
Figura 25. Molde siendo forjado.....	21
Figura 26. Rampa #2 y molde ubicado en el horno	22
Figura 27. Horno prendido llegando al Setpoint deseado	22
Figura 28. Actuador lineal #2 esperando que el horno llegue al setpoint deseado	23
Figura 29. Actuador lineal sacando el molde del horno.....	23
Figura 30. Molde en la banda transportadora #2 llegando al brazo selector.....	23
Figura 31. Molde cayendo por la rampa final.....	24

1. Introducción

El siguiente manual presenta los parámetros de operación y funcionamiento, de la Planta Cerámica Prototipo Automatizada, del laboratorio de automatización del Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), diseñado con el fin de apoyar al equipo del laboratorio y a sus estudiantes durante las sesiones de clase y extra clase; además de describir cada una de las partes que lo componen, explicando sus respectivas conexiones y de esta manera evitar problemas en el momento de su funcionamiento.

2. Descripción de la Planta Cerámica Prototipo Automatizada

La Planta Cerámica Prototipo Automatizada, está conformada por actuadores lineales, sensores inductivos, PT100, micro-switch, pantalla HMI, Arduino y un controlador principal (PLC), donde se almacena la secuencia que es programada en el software TIA Portal v 14, el cual envía a los módulos las entradas y salidas del PLC para su correcto funcionamiento; de este modo, generar las órdenes para que los actuadores, las bandas y el horno funcionen adecuadamente; el transporte es manejado por medio de dos bandas transportadoras, el cual consta de 4 etapas (inyección, forjado, cocción y selección), dichas son controladas de manera secuencial por medio de los micro-switch, ubicados al inicio y al final de cada actuador lineal, con el fin de ser controlados por el PLC.

La Planta Cerámica Prototipo Automatizada esta equipada con tres sensores, dos inductivos y una termo-cupla (PT100), responsables de emitir la señal y activar cada actuador lineal cuando el molde llega a su posición correcta; en el momento que la PT 100 alcanza su temperatura programada, se genera la expulsión del molde; se cuenta con un brazo selector, controlado por una tarjeta de desarrollo llamada “Arduino”, que da la señal a un servomotor, para moverse de derecha a izquierda, dependiendo de la receta escogida o programada por el PLC Siemens S7-300 y por una pantalla HMI KTP 700 (Ver Figura 1).

3. Imágenes de planta cerámica prototipo automatizada

En la Figura 1 se presenta las etapas en las cuales se encuentra distribuida la Planta Cerámica Prototipo Automatizada.

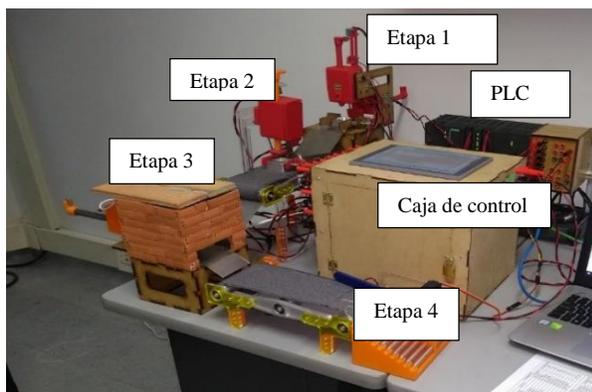


Figura 1. Módulo Vista Frontal Descrita por Etapas

Se presenta en la Tabla 1, la descripción de las etapas que se observan en la Figura 1, sobre las etapas presentadas en el Módulo Vista Frontal.

Tabla 1. Descripción por Etapas del Módulo vista Frontal

Etapas del Módulo Vista Frontal	Descripción.
Etapa 1	Inyección
Etapa 2	Forjado
Etapa 3	Cocción
Etapa 4	Selección
PLC	Computador Industrial.
Caja de Control	En esta se almacenan: Relés, fuente, Arduino y los bornes de conexión.

Elaboración propia

En la Figura 2 se presentan las piezas que compone cada etapa de la Planta Cerámica Prototipo Automatizada desde una visión lateral.

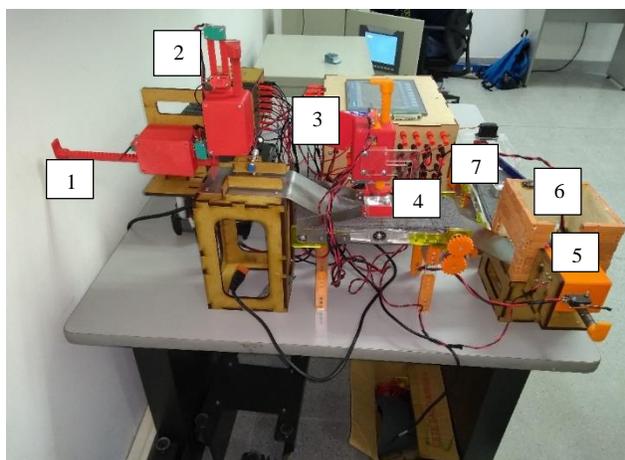


Figura 2. Módulo Vista Lateral

En la Tabla 2 se realiza una descripción de cada una de las partes que componen las etapas mostradas Figura 2, con el fin de generar mayor claridad y comprensión en cada pieza de la Planta Cerámica Prototipo Automatizada.

Tabla 2. Descripción de las Partes de Cada Etapa Correspondiente a la Figura 2

Identificación	Descripción
1	Actuador Lineal 1
2	Inyector
3	Forjador
4	Banda Transportadora #1
5	Actuador Lineal 2
6	Horno
7	Banda Transportadora #2

Elaboración propia

4. Recomendaciones de seguridad para el manejo y funcionamiento

En harás de garantizar la seguridad, precaución y adecuado funcionamiento de la Planta Cerámica Prototipo Automatizada, para el equipo del laboratorio de automatización y de los estudiantes que requieran utilizarla en sus proyectos estudiantiles, se construye un manual de usuario con las precauciones y advertencias necesarias que eviten posibles daños y accidentes durante su operación.

Antes de dar inicio con la operatividad de la planta, es importante revisar las recomendaciones e instrucciones de seguridad, ya sea para dar inicio a su funcionamiento o programación y evitar su deterioro o fallas en su operación; a continuación, se brindan las recomendaciones e instrucciones de seguridad necesarias, que facilitaran el correcto uso de la planta.

4.1 Recomendaciones

- a) Cuando se encienda la planta por primera vez, se debe llamar al respectivo encargado para estar seguro de que todos los cables se encuentren correctamente conectados y ajustados, con el fin de evitar que algún cable ocasione un corto en la caja de control.
- b) Cada que desconecte algún componente o pieza del módulo para reemplazarla por otra o para agregarle una nueva, ya sea una entrada o salida análoga/digital, se debe realizar con el PLC y la pantalla HMI apagados, para evitar quemar alguna entrada o salida de este.
- c) Para controlar los peligros se recomienda a cada estudiante conocer la operatividad del módulo y de esta forma evitar una inadecuada conexión en este y generar daños. Recuerde que los componentes de dicho modulo son de alto costo y el laboratorio los requiere en perfectas condiciones para que todos los estudiantes puedan hacer uso de estos.
- d) Cabe resaltar que el módulo solamente fue realizado con fines educativos, donde las practicas las destina única y exclusivamente los docentes de automatización, para llevar al estudiante a realizar sus labores industriales.
- e) Al finalizar las actividades educativas, se recomienda dejar el módulo completamente apagado, para esto es importante realizar la entrega del equipo al encargado, para que este revise que se encuentra en perfectas condiciones.

5. Características Principales de los Componentes

En la Tabla 3 se observan las características principales del prototipo, en el cual se indicará el tipo de motor que llevan las bandas transportadoras y los actuadores lineales con su respectivo voltaje, de este modo evitar que se alimente un componente con un nivel de tensión superior al nominal,

previniendo así daños del mismo; se observa en la Tabla 3, las características de los sensores y el tipo de señal, ya sea análoga o digital.

Tabla 3. Características de los componentes de la planta

N°	Componente	Descripción
1	Actuador Lineal 1	Motorreductor 5VDC
2	Actuador Lineal 2	Motorreductor 5VDC
3	Actuador Lineal 3	Motorreductor 5VDC
4	Actuador Lineal 4	Motorreductor 5VDC
5	Banda 1	Motorreductor 12VDC - 12 Kg/cm
6	Banda 2	Motorreductor 12VDC - 12 Kg/cm
7	PLC	Siemens S7-300
8	Horno	Resistencia 600W
9	Brazo selector	Servomotor 5VDC
10	Caja de Control	En la caja de controles están ubicados los relés, fuentes de 5VDC Y 12VDC, Arduino, fuente H, disyuntor y bornes de conexión.
11	Pantalla HMI	KTP-700

Elaboración propia

6. Manual de Operación

Antes de iniciar el encendido de la pantalla, se debe observar que el borne ubicado en la caja de control, se encuentre conectado a la pantalla HMI; es importante tener claridad que para encender la pantalla se debe alimentar a 24 VDC con su respectivo borne. Al estar energizada la caja de control esta arroja la siguiente interfaz MENÚ y APAGAR, si se presiona el botón APAGAR se sale automáticamente a la configuración inicial, para cargar la pantalla nuevamente o para cargar otro programa, al presionar MENÚ se accede a la siguiente pantalla (ver Figura 3).

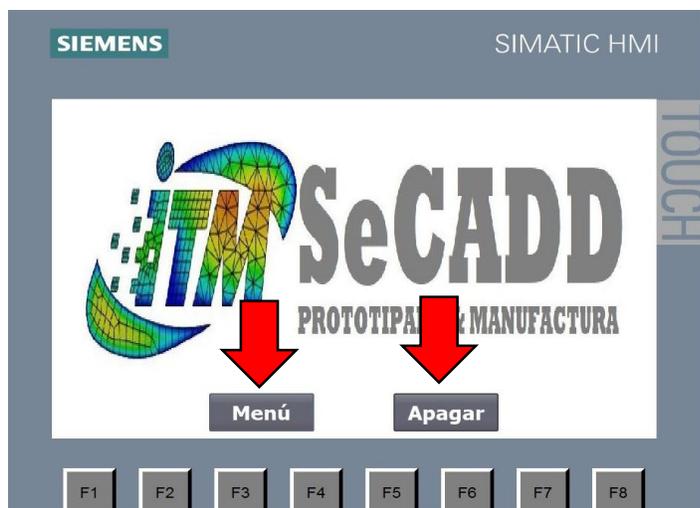


Figura 3. Pantalla de Inicio

Al acceder a la pantalla de MENÚ, se encuentran las siguientes opciones:

- **VOLVER:** acción que hace retroceder a la pantalla de inicio.
- **MODO MANUAL:** es donde se opera la máquina para hacer un mantenimiento o para operar la máquina paso por paso.
- **MODO AUTOMÁTICO:** es donde se opera la secuencia programada.
- **RECETAS:** es donde se definen los parámetros con los que se desea hacer el plato (ver Figura 4)

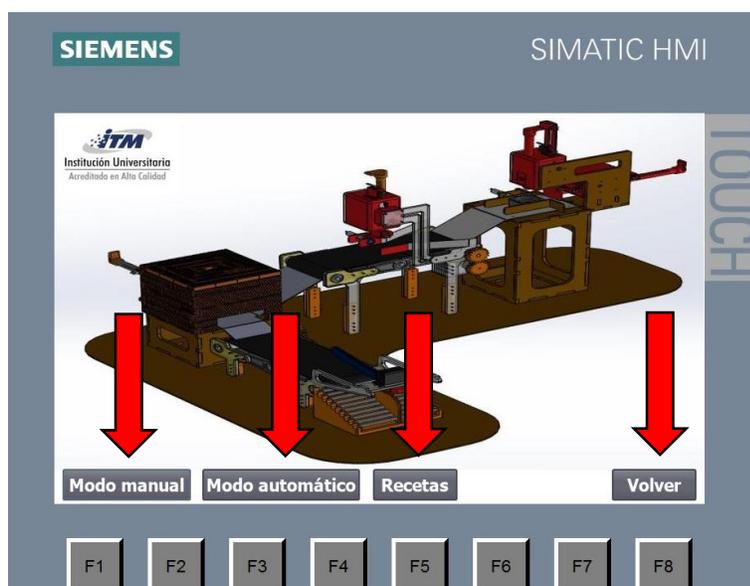


Figura 4. Pantalla de Menú

Al ingresar a la opción de MODO MANUAL se encuentra lo siguiente (ver Figura 5).

En las siguientes figuras se observa cada uno de los componentes del prototipo con sus respectivos nombres, los cuales deben ser presionados para ser probados de forma individual, como se encuentra detallado en cada figura, dónde cada componente tiene una animación y cambia cuando se oprime por la persona que manipula el equipo; en pocas palabras se logra observar cuando el HORNO está APAGADO (ver Figura 5) muestra una LUZ ROJA y ENCENDIDO (ver Figura 6) muestra una LUZ VERDE, así mismo estos indicativos muestran el funcionamiento de las BANDAS TRANSPORTADORAS y pueden avisarle al estudiante si está o no en funcionamiento; es importante observar las figuras en este caso la Figura 6, ya que la LUZ VERDE se ENCIENDE siempre que el sistema se encuentre en movimiento.

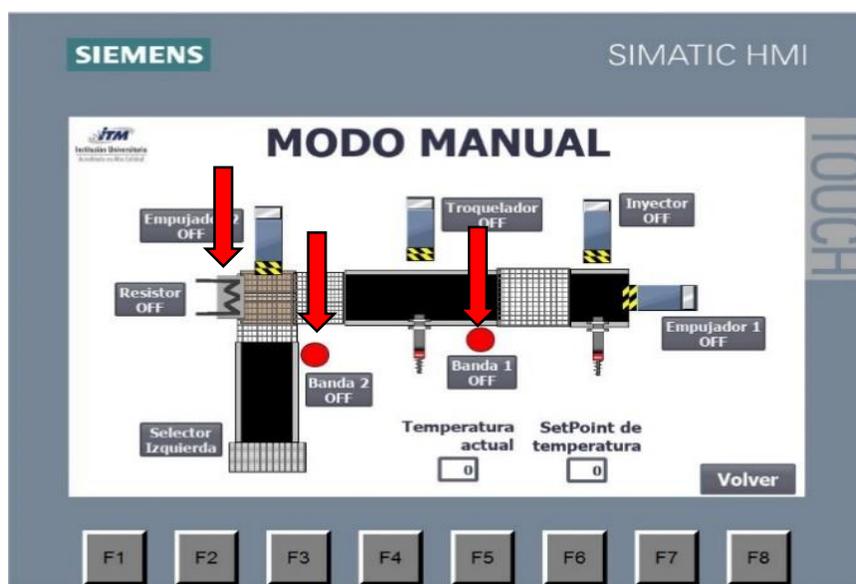


Figura 5. Pantalla de Manual Parte 1

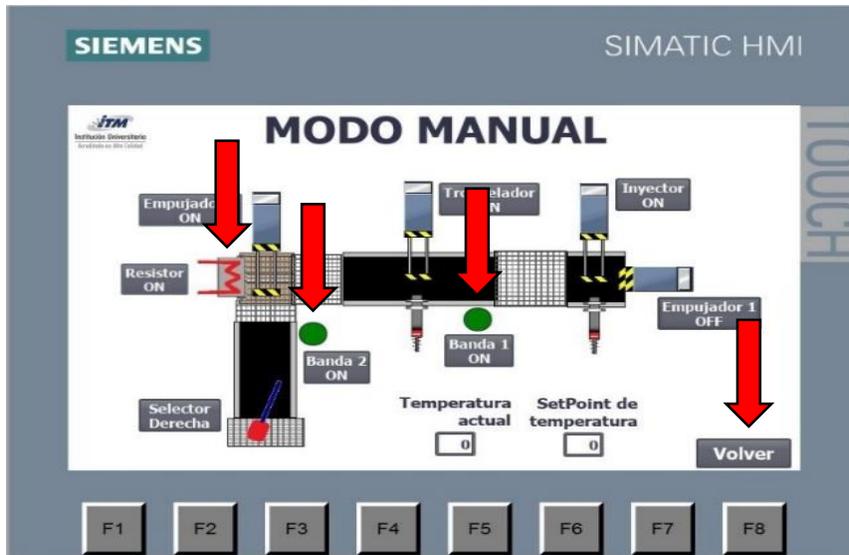


Figura 6. Pantalla de Manual Parte 2

Cuando se ingresa al MODO AUTOMÁTICO, en la pantalla se muestra la barra de estado donde se observan el comportamiento de la máquina, los cuales son estado de INICIO y ESPERANDO MOLDE; en la Figura 7 se evidencia la secuencia del proceso para darle inicio a la funcionalidad de la máquina; además de analizar qué es lo que esta necesita para ser operada, ya que si el SENSOR INDUCTIVO 1, no detecta el molde o no SENSEA nada, la máquina no inicia. En la Figura 7 se observan varios recuadros entre ellos: dos recuadros donde puede observarse la temperatura deseada que es el setpoint y la temperatura actual en la que se encuentra el horno; además los botones de INICIAR, PARAR, PAUSAR Y VOLVER (ver Figura 7).

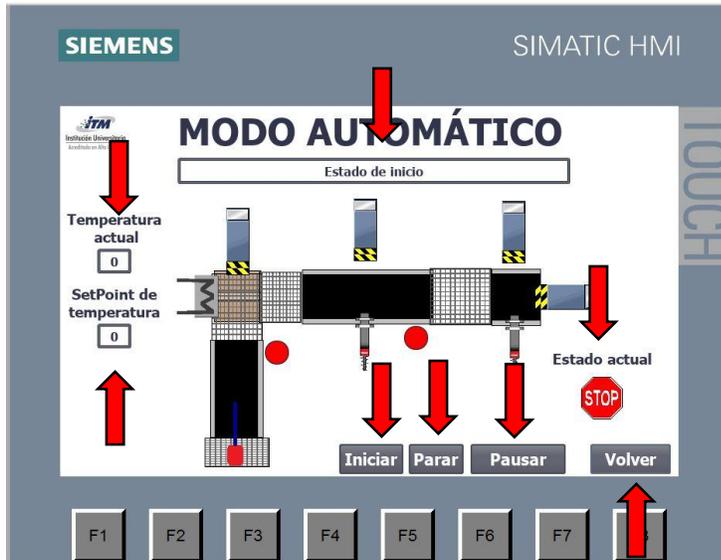


Figura 7. Pantalla de Automático

Si se observa en la Figura 8 al pulsar el botón de INICIAR, el estado de la máquina cambia y se queda esperando el molde hasta que el sensor inductivo envía la señal al PLC y de este modo, poder iniciar su proceso, el cual es animado en la pantalla de COLOR VERDE indicando que se encuentra en las condiciones adecuadas para iniciar su proceso.

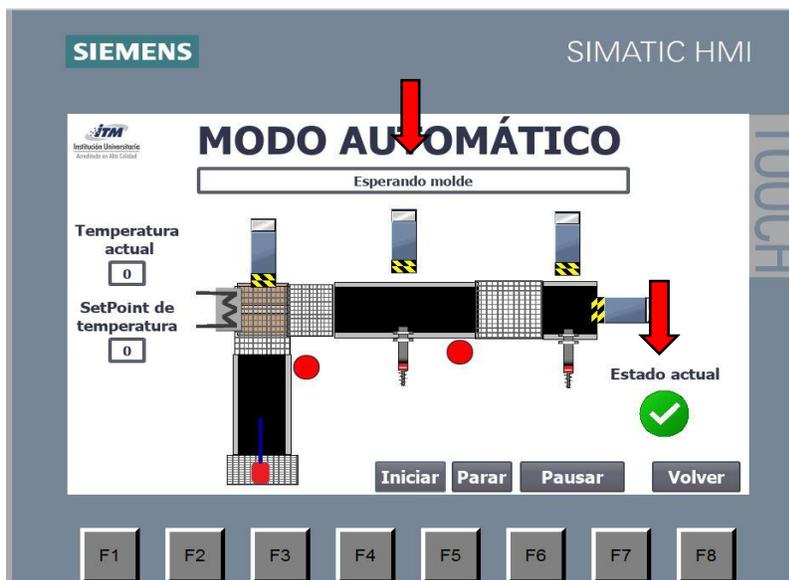


Figura 8. Pantallas de Estado Activo (Esperando Molde)

Es importante que se identifique en qué momento se debe utilizar el botón “PARAR” (ver Figura 9), ya que este se presiona siempre y cuando algo dentro del proceso no esté operando adecuadamente, recurriendo a una revisión para verificar las fallas. En este proceso la máquina se encuentra semaforizada en ROJO (STOP) y cancela toda la operación programada, luego de realizar todas las verificaciones, se da INICIAR nuevamente al proceso y este arranca desde cero, puesto que el material se debe retirar para hacer los ajustes requeridos.

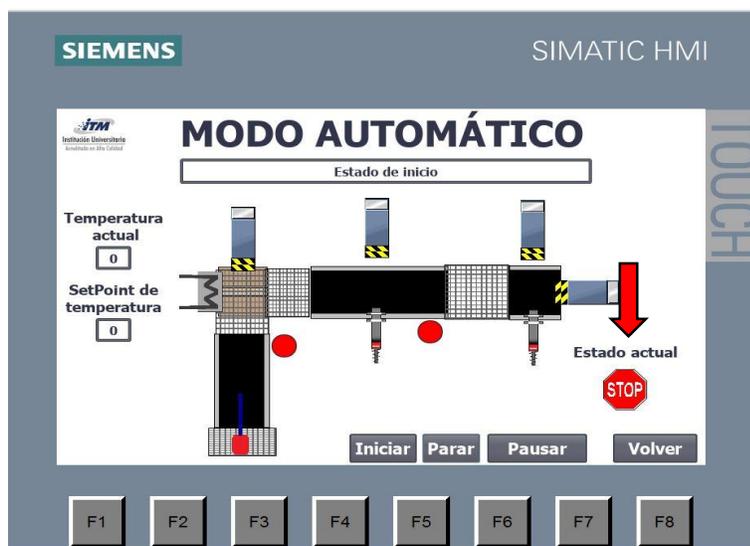


Figura 9. Pantalla de Alarma 1(Máquina Está en Stop)

Si se tiene iniciado un proceso y se presiona el botón PAUSAR (ver Figura 10), la máquina queda en estado de PAUSA hasta que el estudiante oprima nuevamente este botón, el cual debió cambiar con la palabra CONTINUAR y así darle continuidad al proceso.

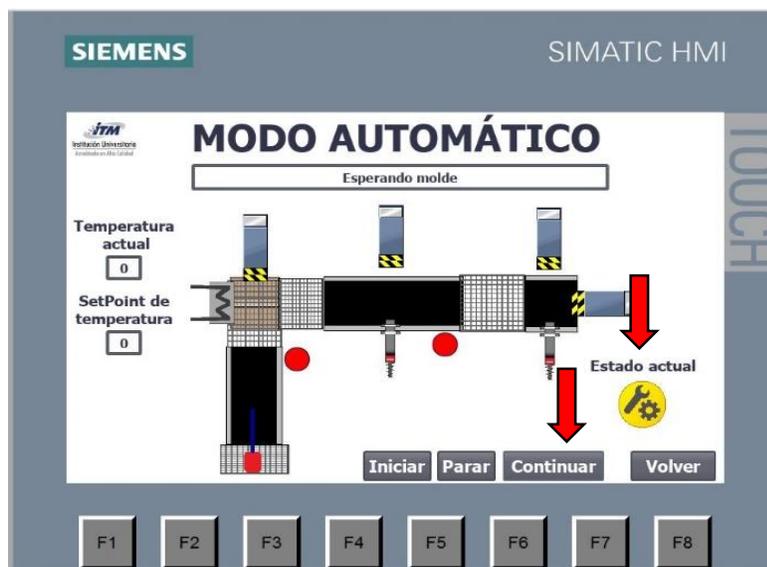


Figura 10. Pantalla de Alarma 1(Máquina Está en Stop).

Si se tiene alguna FALLA en el proceso o el MOLDE no se encuentra en posición, estas señales de alarma contribuyen para que el estudiante haga una revisión rápida del proceso o de la pantalla, ya que en algunos casos si se presiona un botón de manera inadecuada, la eficacia de la máquina no es igual, si no es posible solucionar se recomienda PARAR de manera inmediata y dar inicio nuevamente al proceso.

Para programar una secuencia, cambiar el SETPOINT DE TEMPERATURA, cambiar el TIEMPO DE COCCIÓN y la POSICIÓN en la que va a caer el molde, se presiona el botón RECETAS desde el MENÚ, de acuerdo a la representación de la Figura 4.

Al presionar el botón de RECETAS aparece la siguiente pantalla, en la cual se puede dar un NOMBRE a la receta, el registro además permite modificar los siguientes parámetros (ver Figura 11 y Figura 12)

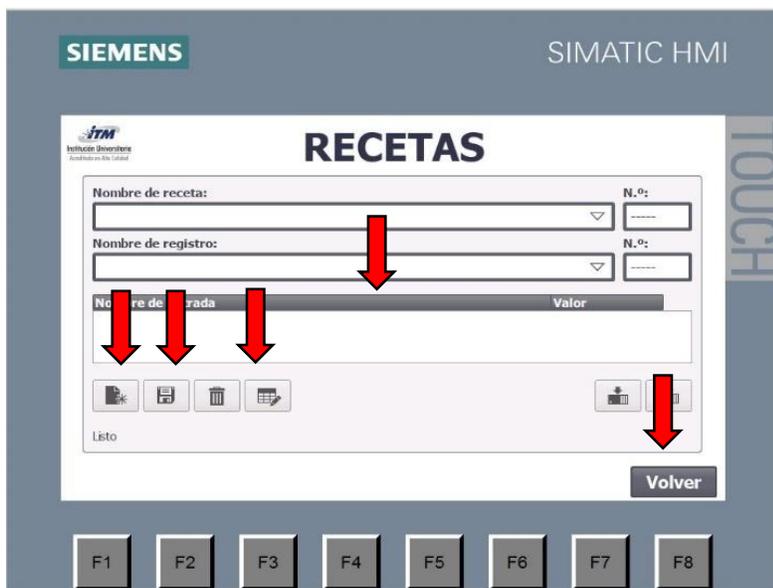


Figura 11. Pantalla de Receta Parte I



Figura 12. Botón Para Crear Una Nueva Receta

Para crear una nueva RECETA se debe presionar el botón de la Figura 12, inmediatamente este muestra las recetas guardadas previamente, permitiendo cambiar las directrices para su funcionamiento y/o crear una nueva receta, en este punto se pueden cambiar los diferentes parámetros como es, el SETPOINT de temperatura la cual es expresada en °C, la posición si es 1 el brazo selector gira a la derecha, si por el contrario el brazo selector es 2 gira a la izquierda y el tiempo de cocción el cual se expresa en segundos (ver Figura 13).

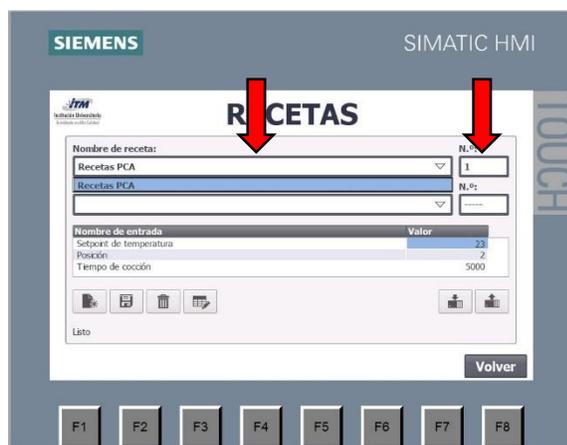


Figura 13. Pantalla receta parte 2

A continuación, se mostrará cómo crear una nueva receta paso a paso, ya que es una parte central del proceso; para ingresar el nombre de la receta, en la se desglosa un tablero en el cual se debe ingresar el nombre de la receta, en este punto se le asigna un nombre y se da ENTER al observar la Figura 15 se le da la posición de la receta explicada previamente en la Figura 13 se le da ENTER para salir de las opciones y de este modo añado la temperatura de cocción del horno en °C (ver Figura 16).

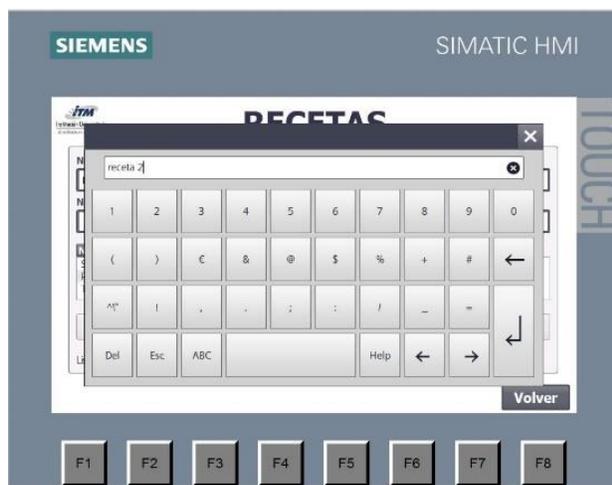


Figura 14. Nombre de la receta



Figura 15. Posición de receta



Figura 16. Setpoint de temperatura

Cualquier modificación que se realice en la programación, debe ser guardada para evitar pérdida de las recetas creadas y de este modo cada que sea encendida la máquina aparezcan los registros; si observan los recuadros que aparecen en la parte derecha de la pantalla con la letra N°, indica cuantas recetas hay creadas y la posición en la cual se encuentra, ya que al aumentar el número de recetas se aumentan los registros (ver Figura 17).



Figura 17. Botón para guardar la receta nueva

Por último se oprime el botón VOLVER y aparecerá el siguiente recuadro donde se deben guardar los cambios y este a su vez realiza el proceso de comparación de la información (ver Figura 18). La receta se realiza con los registros previamente guardados y verifica dicha información, en caso tal de tener similitud en los datos el registro no será exitoso.



Figura 18. Botón de confirmación para guardar cambios y comparación

7. Funcionamiento

Para preparar el proceso se debe verificar que el molde se encuentre en la posición adecuada (ver Figura 19), ya que estos deben tocar el sensor inductivo #1 para que pueda iniciar la operación, ya que este es el que acciona el inyector (ver Figura 20), puesto que al oprimir el botón INICIAR se acciona el inyector para vaciar el contenido al molde, se debe tener en cuenta que esto sucede siempre y cuando el sensor inductivo #1 se encuentra activo.

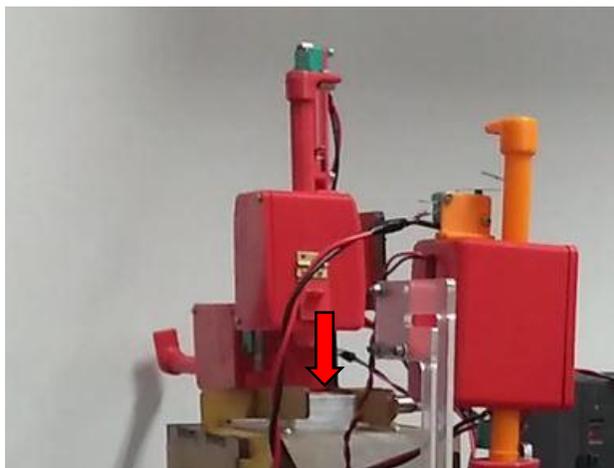


Figura 19. Molde en posición correcta para iniciar

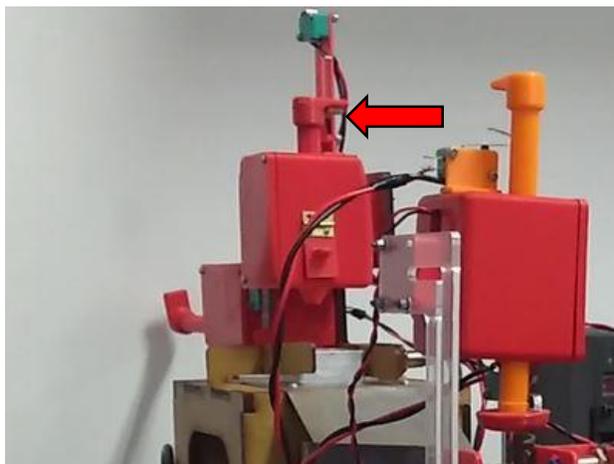


Figura 20. Inyector activado

Al terminar el proceso de inyección, el actuador activa un final de carrera que da paso para que el actuador lineal # 1 se active y empuje el molde a la primer rampa y baje a la banda transportadora # 1 (ver Figura 21).

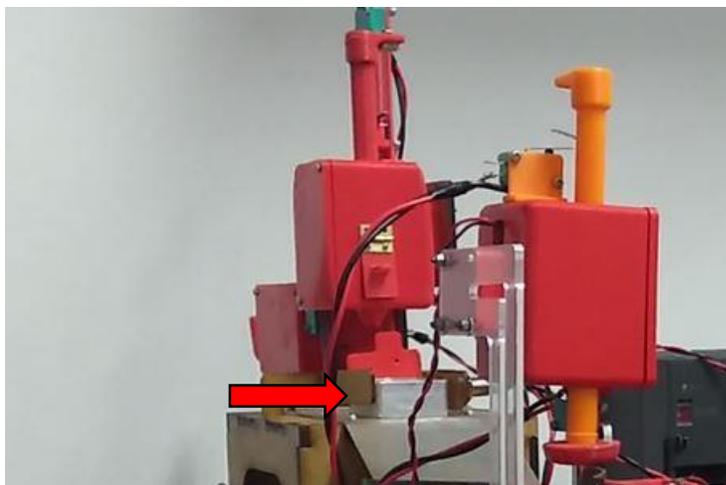


Figura 21. Actuador lineal #1 empujando el molde a la banda #1

Al molde tocar la banda #1 (ver Figura 21), este es llevado por la misma y posicionado por medio de un par de guías (ver Figura 23), de modo que pueda empezar la etapa de forjado una vez se acciona el sensor inductivo #2 (ver Figura 24).

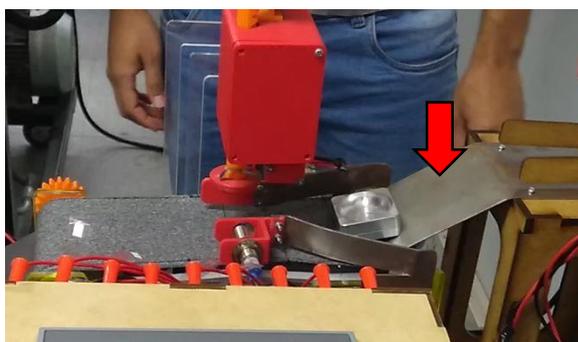


Figura 22. Rampa #1

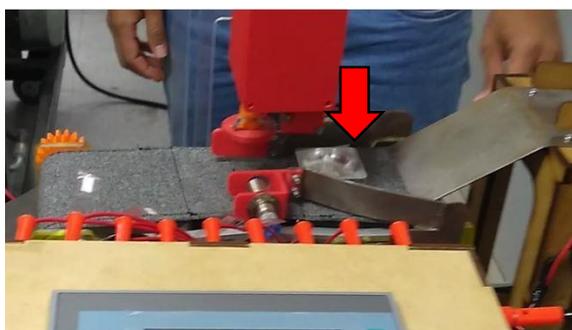


Figura 23. Molde banda transportadora #1

Cuando el sensor inductivo #2, recibe la señal, es decir, el molde se encuentra en la posición correcta (ver Figura 25), el PLC envía la señal al actuador de forjado, para que este realice el proceso de bajar y forjar el plato en el molde, cuando este realiza el proceso se activan los finales de carrera, los cuales son los responsables de controlar los tiempos de activación de la banda #1, para que el molde continúe con su recorrido.

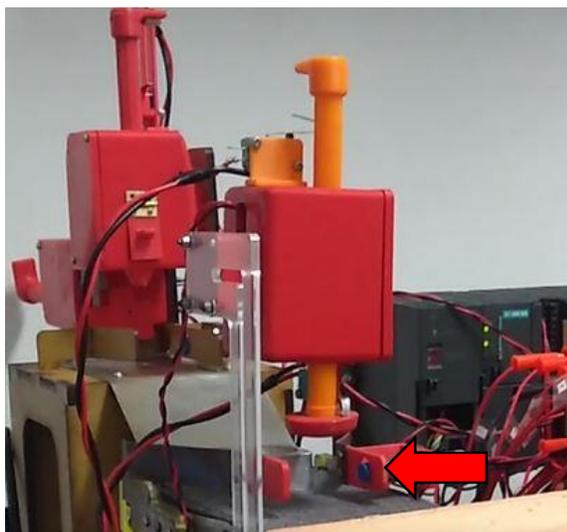


Figura 24. Molde llegando al sensor inductivo #2

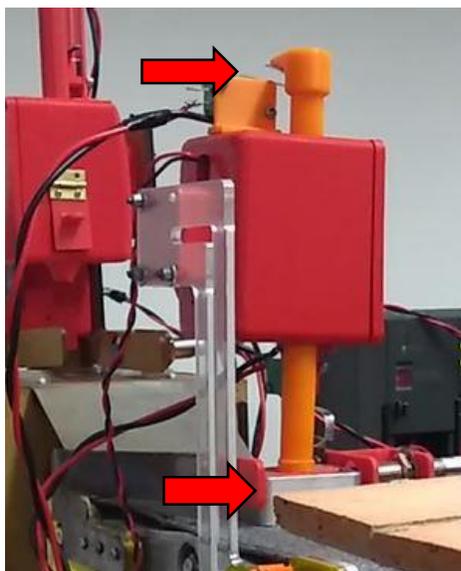


Figura 25. Molde siendo forjado

Al final de la banda transportadora #1 se encuentra la rampa #2 (ver Figura 26), la cual sirve de ingreso al horno, donde se va a calentar el molde para su respectiva cocción, este se lleva a la temperatura previamente programada en la RECETA y se controla la temperatura por medio de un sensor PT100 (ver Figura 27).

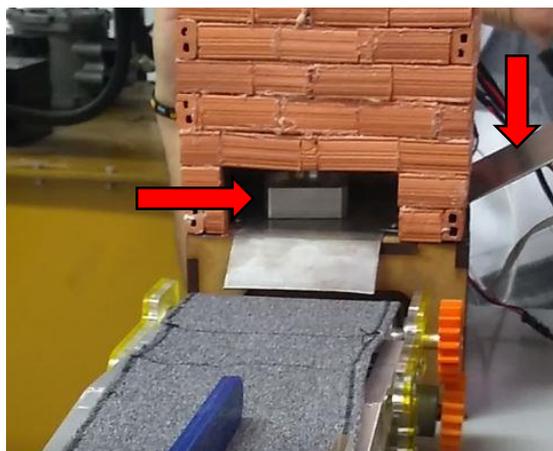


Figura 26. Rampa #2 y molde ubicado en el horno

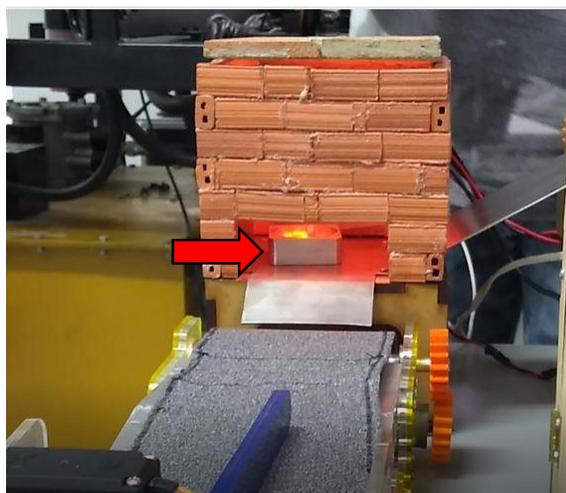


Figura 27. Horno prendido llegando al Setpoint deseado

Al horno llegar finalmente al SETPOINT de temperatura deseada (ver Figura 28), el actuador lineal #2, se encarga de expulsar el molde a la banda #2 (ver Figura 29), la cual se activa por medio de los finales de la carrera.

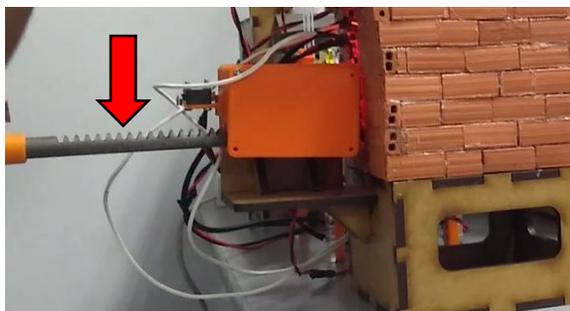


Figura 28. Actuador lineal #2 esperando que el horno llegue al setpoint deseado



Figura 29. Actuador lineal sacando el molde del horno

Por último, se encuentra el brazo selector (ver Figura 30), que se acciona dependiendo de la receta seleccionada y la rampa final que es por donde cae el molde (ver Figura 31).

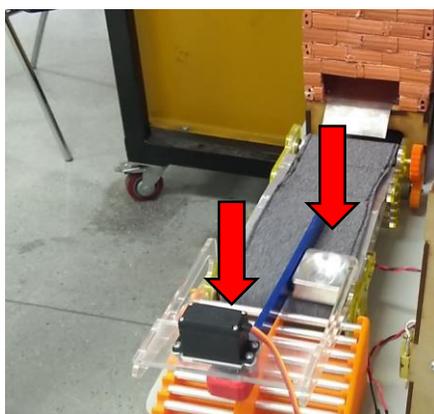


Figura 30. Molde en la banda transportadora #2 llegando al brazo selector

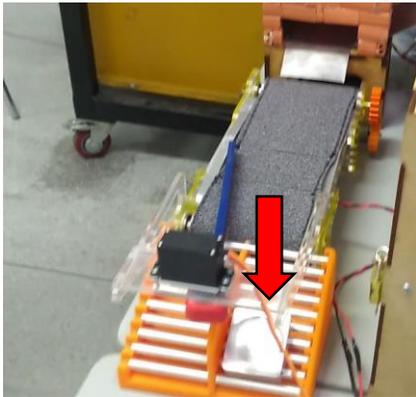


Figura 31. Molde cayendo por la rampa final

8. Conclusiones y recomendaciones

- a) El éxito del buen funcionamiento de la Planta Cerámica Prototipo Automatizado, depende de una buena programación y conexión del PLC a la caja de control y de esta a sus respectivos componentes; se recomienda verificar cada cable, ya que por un mal contacto puede que no se accione algún actuador o motor.
- b) Gracias a los conocimientos obtenidos en los semestres anteriores, el estudiante de mecatrónica tuvo la capacidad de entender, manipular, conectar y programar la Planta Cerámica Prototipo Automatizado y llevarlo a su óptimo funcionamiento.
- c) El prototipo debe ser operado en el laboratorio de automatización del ITM, ya que este requiere de otros elementos tales como PLC, pantalla HMI y switch scalance, que son necesarios para que la caja de control funcione y de este modo evitar daños físicos en la parte electrónica o de potencia.