

UN SISTEMA PARA LA REPETITIVIDAD Y EDICIÓN DE CURVAS DE TOSTIÓN DE CAFÉ

5 CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se relaciona con un sistema que garantice la repetitividad de las curvas de tostión durante los procesos de torrefacción de café y permita la edición dinámica de las curvas en un entorno gráfico. Además, se busca desarrollar un equipo
10 de bajo costo y de altas prestaciones.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

La problemática que se resuelve con esta invención ha sido identificada a partir de la
15 interacción directa con productores de cafés quienes han manifestado la necesidad de desarrollar un sistema automatizado para la torrefacción de café que garantice el cumplimiento de las curvas de tostión en cada lote. Tradicionalmente el proceso es realizado de forma manual por una persona denominada como tostador quien controla la cantidad de llama y aire presente en el proceso de tostión con el fin de aplicar una curva
20 de temperatura determinada a un lote de café en verde. El problema se observa cuando el tostador desea repetir el proceso de tostión aplicando la curva de temperatura del lote anterior. Para que una persona pueda replicar el mismo proceso de tostión es necesario que lleve un registro de la cantidad de llama y aire que debe aplicar en cada instante de tiempo lo que resulta inviable dada la cantidad de información que debe considerar y la
25 rapidez con que debe manipular las palancas, válvulas y accionamientos mecánicos necesarios para controlar la máquina de torrefacción. Sumado a esto, se deben considerar aspectos relacionados con variables medio ambientales y condiciones internas de la máquina, lo que hace más difícil que el tostador obtenga la misma curva de temperatura en cada proceso. Esta imposibilidad hace que el café sea diferente lote
30 tras lote, y con ello no se logre una estandarización en la calidad del producto. Se concluye entonces que, al tostador le es imposible replicar con un alto grado de exactitud la misma curva de temperatura en lotes sucesivos y en consecuencia no se obtiene una calidad estandarizada en el café tostado.

35 En el mundo existen equipos de torrefacción automatizados con algunas similitudes. A nivel comercial se encuentran los siguientes equipos:

- Tostadoras Probat: Su sistema de control incluye una interfaz HMI con PLC, el cual permite la creación de perfiles de tueste, la administración de recetas y el
40 control sobre el flujo de aire y llama de los quemadores. Incluye una función de

limpieza automática que ayuda a minimizar los tiempos de inactividad y los costos de mantenimiento.

- 5 • Tostadoras Diédrico IR – SR: Su software de automatización, brinda la capacidad de ajustar y controlar el proceso de tostión. Diedrich provee de pantallas simplificadas, hardware de grado industrial y la capacidad de controlar de forma remota la máquina de tostión.
- 10 • Tostadoras Quantik: Posee un sistema que permiten monitorear el proceso de tostión y visualizar la temperatura de tostión a través de una pantalla con la que es posible programar diferentes tipos de curvas. Estas curvas se programan con base en 4 temperaturas que suceden durante la tostión: To Inicial, To Equilibrio, To Crepitación y To Final. Igualmente, con este sistema de control, es posible grabar cada receta y tenerla disponible para el usuario.
- 15 • Tostadoras Bühler: Su software de control hace posible la creación de diferentes perfiles de tostión, permitiéndole al usuario ajustar la relación tiempo-temperatura y la relación aire-grano para variar el aroma y el sabor del café. Así mismo, el sistema de control basado en PLC es fácil de usar a través de un panel táctil
- 20 integrado, el cual permite la administración de recetas, el monitoreo de variables y la creación de reportes por lotes.

También en patentes este tema se ha abordado de desde diferentes aspectos como puede ser el ejemplo la patente **US2012265364A1** donde se muestra una La tecnología actual gestiona automáticamente los datos asociados con el tostado de los granos de café, informa de los datos, ayuda a realizar un seguimiento del inventario de los datos y proporciona un mecanismo para compartir los datos con otros usuarios. Los datos pueden incluir datos de granos de café, datos de tostado de granos de café, datos de cata para un tostado, datos de inventario, predicciones o sugerencias para granos de café o datos de tostado de granos de café y mezclas de granos de café para tostar. El servicio le permite a un usuario crear una cuenta con el servicio de administración de tueste, permitir que el servicio administre los datos, tener informes y otra información proporcionada por el servicio y administrar la información de la cuenta personal con el servicio. Se pueden cargar diferentes tipos de datos de café en un servicio de red, por ejemplo, desde una aplicación de registro de tueste del cliente en comunicación con el servicio de gestión de tueste.

La patente **US2006266229 (A1)** muestra un proceso de la invención comprende medios de micro procesamiento que utilizan un algoritmo para controlar el proceso de tostado de los granos de café. El algoritmo utiliza técnicas de ajuste de curvas para calcular los

coeficientes polinomiales con el fin de generar una curva suave durante el proceso de tostado. Mediante el uso de múltiples puntos de ajuste y datos históricos reales, se generan los coeficientes polinomiales, los cuales se utilizan para trazar un gráfico que indica la ruta que el proceso de tostado intentará mantener.

5

En la patente **TW201136537 (A)** se muestra un método de tostado de granos de café y un aparato para su realización, en el que se proporciona un sistema de control y se introduce una hoja de datos de configuración en este. Las secciones de control se dividen en el tiempo de tostado, la temperatura y una tasa de aumento / disminución de la temperatura. De esta manera, el equipo puede ser accionado efectivamente para llevar a cabo el tostado de acuerdo con el valor introducido. Cuando finaliza la operación de tostión, la curva generada se graba en una tabla y se registra en el sistema de control. Después de saborear el café, se ajustan las secciones de control de manera adecuada, y la tostión se repite hasta que se obtiene los niveles óptimos de tostado, de modo que el registro se puede almacenar y el sabor del café se puede obtener repetidamente.

10

15

20

25

En la patente **KR20140107850** se describe un método para controlar un tostador de granos de café basado en el perfil de temperatura que incluye establecer un perfil de temperatura objetivo; medir la temperatura de los granos de café dentro de una cámara de tostado; y controlar las operaciones de un calentador de tostado y un ventilador de enfriamiento para que el valor de temperatura medido siga el conjunto de perfil de temperatura objetivo. El método de tostado de granos de café puede establecer un rango de perfil de temperatura objetivo, por lo que incluso los no profesionales pueden obtener fácilmente el mejor aroma y sabor de café.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

30

La figura 1 presenta la vista del esquema general de funcionamiento del proceso de la presente invención.

La figura 2 presenta la vista de conexiones específicas de los elementos que componen el sistema.

35

La figura 3 presenta la vista los elementos específicos del sistema.

La figura 4 muestra la configuración de elementos y conexiones del proceso

La figura 5 es un diagrama de funcionamiento del proceso de la presente invención

40

OBJETO DE LA INVENCION

El objeto de la invención está relacionado con un sistema para la repetitividad y edición
5 de curvas de tuestión de café que transforma el café verde en café tostado a través del
proceso de torrefacción mediante un programa informático que permite la manipulación
y el control de una máquina de tuestión a partir de 2 modos de funcionamiento (modo
automático y modo editor de curva), por medio de una interfaz gráfica en una pantalla
táctil. Estos modos de operación en conjunto permiten la estandarización de la tuestión
10 mediante un programa de control que asegura la repetitividad de la curva de temperatura
en cada proceso de tueste. Con este sistema, los productores de café especial podrán
estandarizar su calidad y variar la dinámica del sabor del café según la curva de
temperatura deseada teniendo así la posibilidad de generar diferentes tipos de café
tostado dependiendo del gusto del consumidor y de los nichos de mercado.

15

DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

Una de las problemáticas que aborda la presente invención respecto a los equipos
comerciales existentes tipo Probat y Bühler, es lo referente a los sistemas electrónicos
20 usados para el control y el monitoreo. Estos sistemas comerciales utilizan un PLC con
interfaz HMI, mientras que la presente invención utiliza un sistema de cómputo con
sistema operativo Windows, y un monitor táctil. De manera particular, la presente
invención utiliza una configuración maestro-esclavo entre la tarjeta electrónica embebida
basada en Windows y una tarjeta electrónica basada en microcontrolador que a su vez
25 interactúan con un conjunto de tarjetas electrónicas de potencia y elementos de
protección eléctrica. En todos los sistemas comerciales mencionados el operario debe
accionar de forma manual el mecanismo de entrada de café cuando observa que se
cumple la condición de precalentamiento; mientras que en la presente invención el
sistema de control activa un dispositivo electromecánico que permite el ingreso del café,
30 una vez se alcanza la temperatura de precalentamiento. El desarrollo de una interfaz que
permite el ajuste de las curvas de tuestión a través de un entorno gráfico en donde se
puede variar la forma de la curva, el tiempo de tuestión, la temperatura de
precalentamiento y la cantidad de café. Al variar alguno de estos parámetros, la curva en
general se ajusta de manera dinámica de acuerdo con modelos matemáticos
35 preestablecidos mediante la caracterización del comportamiento del café.

Esta solución transforma el café verde en café tostado a través del proceso de
torrefacción, mediante un proceso que permite la manipulación y el control de una
máquina de tuestión a partir de 2 modos de funcionamiento (modo automático y modo
40 editor de curva) por medio de una interfaz gráfica en una pantalla táctil. Estos modos de

operación en conjunto permiten la estandarización de la tostión mediante un proceso de control que asegura la repetitividad de la curva de temperatura en cada proceso de tueste. Con este sistema los productores de café especial podrán estandarizar su calidad y variar la dinámica del sabor del café según la curva de temperatura deseada teniendo así la posibilidad de generar diferentes tipos de café tostado dependiendo del gusto del consumidor y de los nichos de mercado.

La forma como interactúan los diferentes elementos constitutivos y la secuencia de sus conexiones se observa en las figuras presentadas, donde la interfaz gráfica desarrollada en el software Matlab es manipulada por el usuario a través de la pantalla táctil, datos que son recibidos y procesados en una tarjeta de control (MiniPC Morefine basada en Intel) que envía la señal de control definida por el proceso matemático interno hacia la tarjeta de adquisición Arduino ADK, quien transforma estos datos en señales físicas de voltaje. Sin embargo, una última fase es necesaria una etapa de potencia para que amplifique tanto voltaje como corriente para el correcto funcionamiento del sistema, esta fase la realiza la tarjeta de relés de 16 canales, que además permite la inversión de giro de los cilindros telescópicos lineales, además de la activación de los motores del tambor y del sistema de enfriamiento. El sistema es sensado por una termocupla tipo J, cuya señal es acondicionada por un módulo MAX6675 que permite la correcta lectura de la temperatura en tiempo real.

Los elementos observados en las figuras se enumeran a continuación

1. Switch central, led indicador y botón de emergencia
2. Sistema de cómputo Morefine basado en Intel.
3. Breaker y borneras.
4. Relés de estado sólido. (Para fuentes y resistencia de encendido de llama piloto)
5. Fuente 12 V (Para actuadores Lineales)
6. Fuente 5V (Para servomotores)
7. Sistema de acondicionamiento Arduino Mega.
8. Tarjetas de potencia

Para la implementación del sistema automatizado, se requiere el montaje de 2 etapas de eléctricas; la primera es la etapa de potencia que realiza la manipulación de los motores monofásicos de 110 Vac con sus respectivas protecciones. La segunda es la etapa electrónica que se encarga del control de la secuencia y activación de cada uno de los elementos en voltaje directo y voltaje alterno.

El diseño asegura que los tres motores monofásicos (para tambor, vasca y ciclón), funcionen de forma adecuada y su conmutación eléctrica no genere interferencias al

sistema electrónico (tarjetas de control) o saturación a la red eléctrica. Para esto la activación no puede realizarse desde relé electromecánico como dispositivos de corriente directa, sino en su configuración clásica conformada por contactor, guardamotor, motor y señal de control

5

Los motores son monofásicos, es decir que su alimentación es a 110Vac, conmutados desde elementos bifásicos, lo que genera que una línea este libre en cada dispositivo; la secuencia de funcionamiento es básica, pero asegura un óptimo funcionamiento de los motores. Para el encendido o apagado de estos, se genera una señal de control individual (KM1, KM2 y KM3) desde la etapa electrónica (pues es quien controla la secuencia), como se observa en la imagen siguiente; esta señal de 110v es dirigida hacia el contactor para su activación, pero anterior a esta conexión, pasa por un contacto normalmente cerrado del guardamotor (F1, F2 y F3) para ser aislado en caso de sobrecorriente; una vez la señal de control activa el contactor, se energiza el respectivo motor y se genera el movimiento.

15

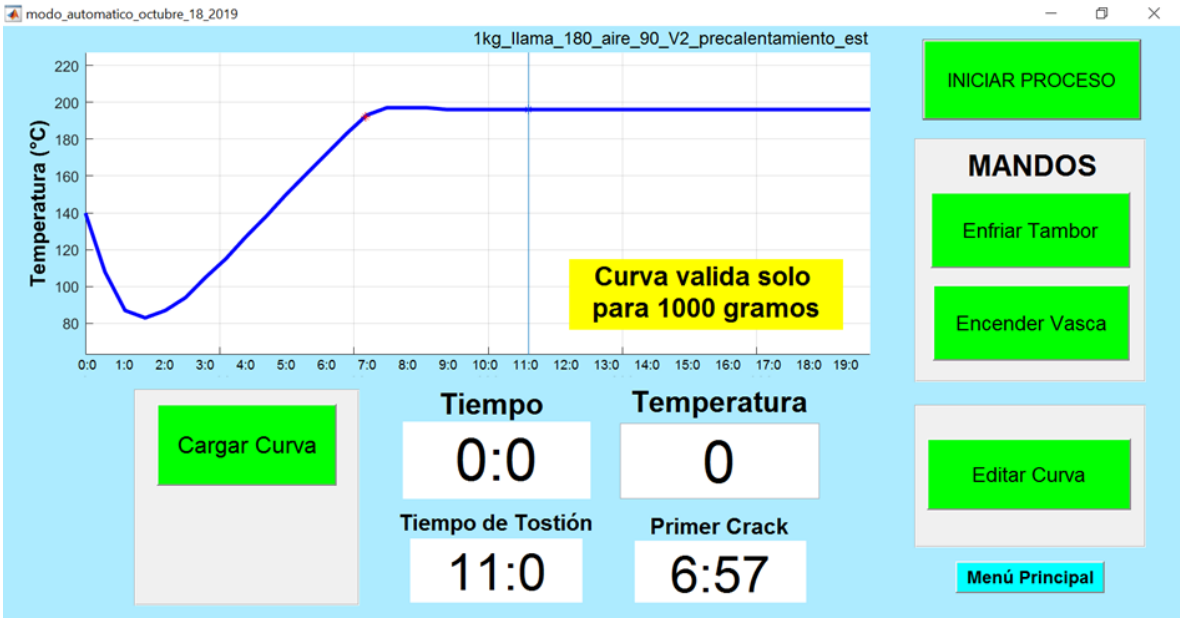
El Modo Automático permite realizar el proceso de tuestión de manera automática, con una intervención mínima del operario. En ella el algoritmo de control PID toma como referencia una curva almacenada en la base de datos, y calcula la señal de control necesaria para determinar las posiciones que deben adoptar las válvulas de llama y de aire en cada instante de tiempo, para replicar así la curva de temperatura prediseñada. Este proceso garantiza la repetitividad de una curva de tuestión, independiente de las condiciones internas o externas de la máquina. Este modo de operación ejecuta el proceso de torrefacción de café de forma 100% automatizada y garantiza la repetitividad de la curva de tuestión en cada lote de producción, de esta manera se garantiza una estandarización en la calidad, lo que favorece los procesos de transformación de café verde en café tostado, mejorando la comercialización del producto. A su vez la maquina aporta altos niveles de seguridad y precisión durante el proceso de producción; además de características de usabilidad enfocadas a la optimización de la interacción entre el usuario y la máquina, lo que permite tanto a usuarios experimentados como a inexpertos un uso eficiente del equipo

20

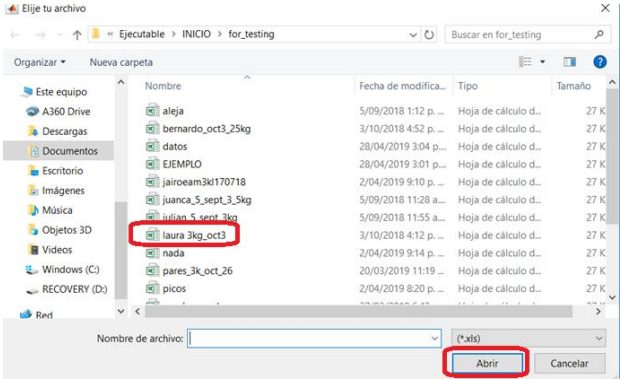
25

30

Una vez cargado el modo automático se habilitan los siguientes botones:



Cargar curva: Permite elegir una curva almacenada en la base de datos, para ello seleccione un archivo de texto plano (.txt) del listado presentado en la ventana emergente y presione el botón “Abrir”.



El sistema lee los datos y grafica la curva seleccionada con 1 asterisco de color rojo que indica el momento del primer de crack y 1 asterisco azul que indica el tiempo de finalización de tosti3n.

Enfriar tambor: Al presionar este bot3n, se ejecuta la siguiente secuencia de acciones:

- Se encienden los motores del cicl3n y tambor.
- Se abre la compuerta del tambor.
- Se abre la mariposa de aire al m3ximo.
- Se muestra un mensaje que advierte que es necesario finalizar el enfriamiento para iniciar un proceso de tosti3n.



Fin enfriamiento tambor: Al presionar este botón, se ejecuta la siguiente secuencia de acciones:

- Se apagan los motores del ciclón y tambor.
- Se cierra la compuerta del tambor.
- Se cierra la mariposa de aire al máximo.
- Se habilita el botón que permite iniciar un proceso de tosti3n.

Fin Enfriamiento Tambor

Encender vasca y apagar vasca: Permite encender las asp3s de la vasca de enfriamiento, con el prop3sito de desplazar el caf3 hacia la compuerta de salida. Esta opci3n estar3 habilitada en todo momento excepto durante el proceso de tosti3n.

Encender Vasca

Apagar Vasca

Editar curva: Cierra la interfaz del modo autom3tico y abre la interfaz de “Editor de Curva”, modo que se explica posteriormente.

Editar Curva

Iniciar proceso: Al presionar este bot3n, se ejecuta la siguiente secuencia de acciones:

INICIAR PROCESO

- Se extraen granos residuales que se encuentran al interior del tambor de tosti3n.
- Se enciende la llama piloto.
- Se ejecuta un algoritmo PID para alcanzar y estabilizar la temperatura de precalentamiento leída de la curva cargada.
- Se ingresa el caf3 de manera autom3tica una vez se ha estabilizado la temperatura de precalentamiento.
- Se ejecuta un algoritmo PID para la manipulaci3n autom3tica de la cantidad de llama y aire para el seguimiento preciso de la curva cargada.

- Se inicia el visualizador del tiempo del tostión.
- Se grafica en tiempo real la curva de tostión.
- Se habilita el botón para indicar el momento del primer crack.
- Se habilita el botón para adicionar minuto al tiempo de tostión leído de la curva cargada.
- Se habilita el botón para forzar la salida del café de manera manual y anticipada si así se requiere.
- Se extrae el café de manera automática una vez se ha alcanzado el tiempo de tostión leído de la curva cargada.
- Se inicia el proceso de enfriamiento del café dentro de la vasca.
- Se detiene el visualizador del tiempo del tostión y tiempo de crack.
- Se habilitan los botones para apagar la vasca y para finalizar el enfriamiento del café.
- Se habilitan los botones para guardar y cargar curva.

Primer crack: Permite marcar en la curva de tostión el tiempo donde el café hizo el primer crack. Presionando este botón se grafica un asterisco negro sobre la curva de tostión e inicia un cronometro secundario que muestra el tiempo transcurrido después del crack.



Adicionar minuto: Adiciona un minuto al tiempo de tostión leído de la curva cargada.



Forzar salida: Al presionar este botón, se ejecuta la siguiente secuencia de acciones:

- Se da por terminado el proceso de tostión.
- Se abre la compuerta del tambor para la extracción del café tostado.
- Se inicia el proceso de enfriamiento del café dentro de la vasca.
- Se detiene el visualizador del tiempo del tostión y tiempo de crack.
- Se habilitan los botones para apagar la vasca y para finalizar el enfriamiento del café.
- Se habilitan los botones para guardar y cargar curva.

Forzar Salida

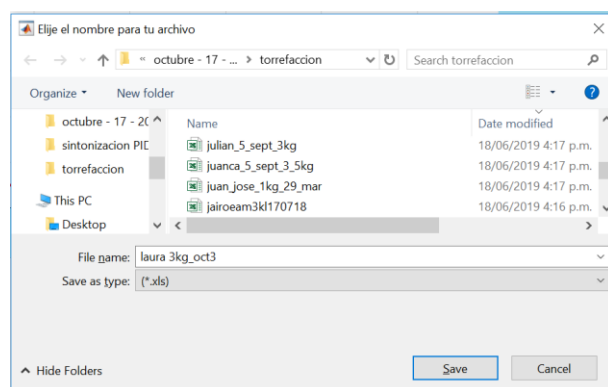
Fin enfriamiento café: Al presionar este botón, se ejecuta la siguiente secuencia de acciones:

- 5
 - Detiene el proceso de enfriamiento, apagando la vasca y el ciclón.
 - Se habilita el botón para enfriar tambor.
 - Se habilita el botón para enfriar iniciar de nuevo un proceso de tostión.

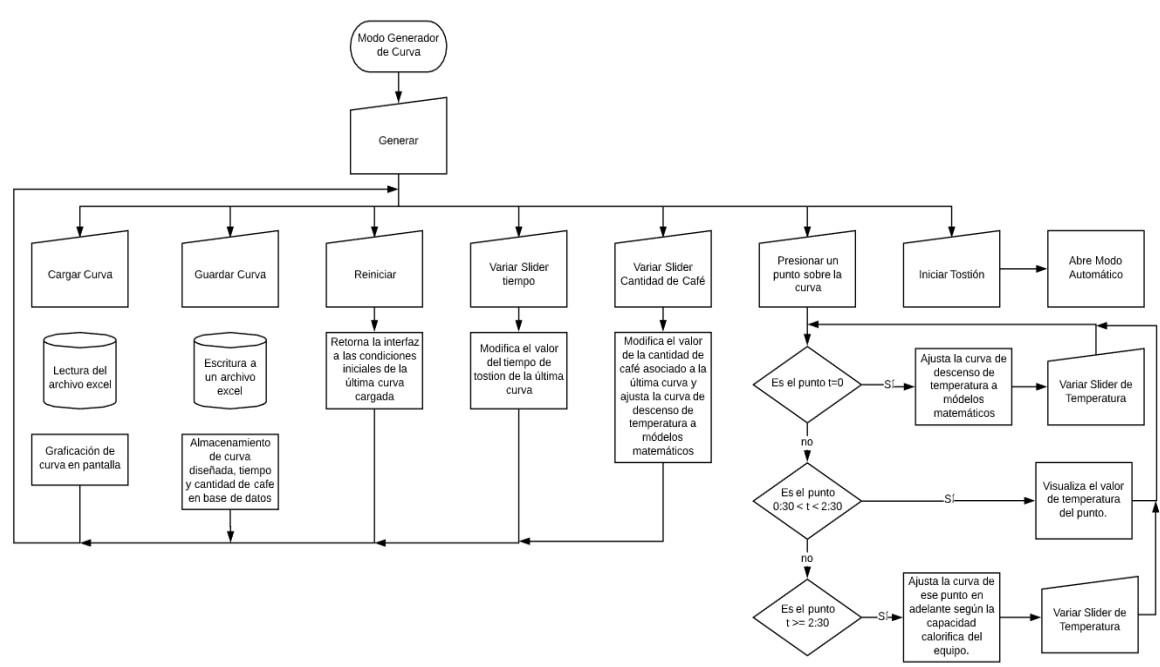
Fin Enfriamiento Café

- 10 Guardar curva: Permite almacenar una curva en la base de datos después de realizar la tostión de forma automática. Para ello indique el nombre deseado en la ventana emergente y presione el botón “Guardar”.

Guardar Curva

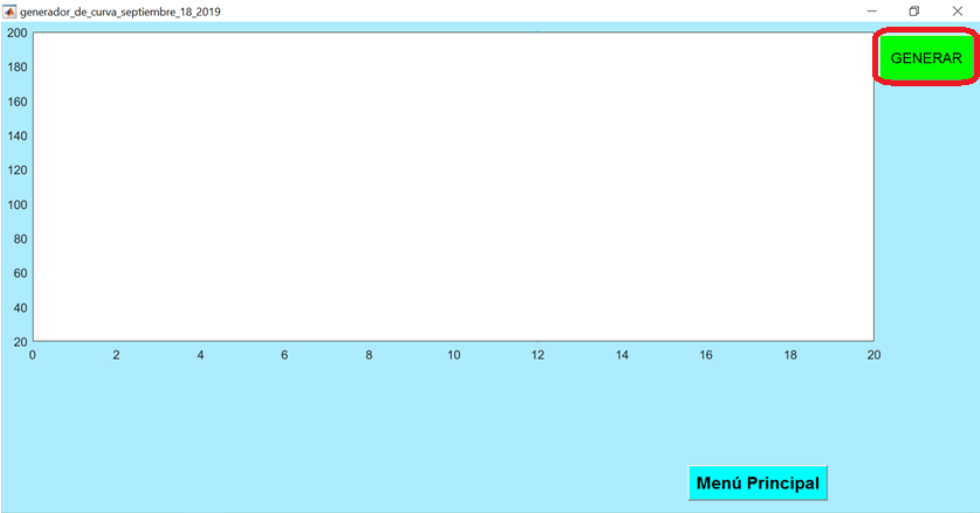


- 15 Por otra parte, en el modo de operación editor de curva es posible hacer ajustes a una curva de temperatura preestablecida, o diseñar desde cero una curva deseada. Esto se realiza en un entorno gráfico, cada ajuste se hace de manera intuitiva cambiando la forma de la curva al deslizar el dedo sobre la pantalla táctil. Al finalizar estas acciones, la curva es almacenada en una base de datos para su posterior utilización en el modo automático.
- 20 A su vez esta interfaz genera una predicción del comportamiento térmico de la tostión, basado en la cantidad de café y la temperatura de precalentamiento ingresados por el usuario. Este proceso libera al operario del uso de registros manuales y de la necesidad de imaginar la curva de temperatura que describen los datos registrados.

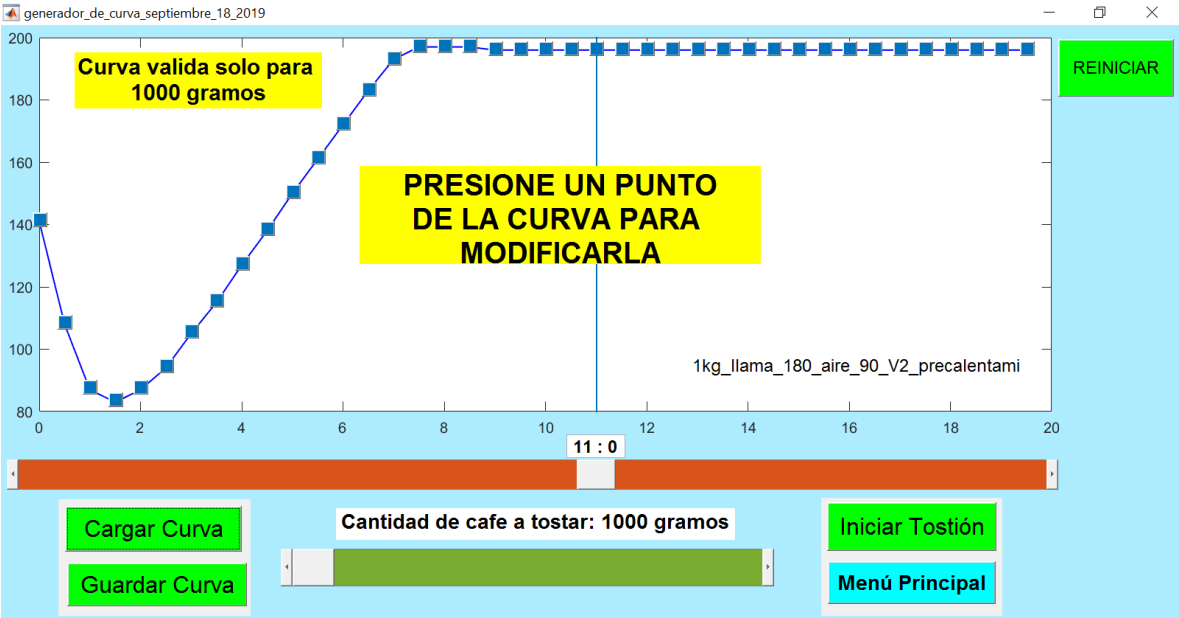


Una vez cargado el modo editor de curva presione el botón “GENERAR”: para iniciar con las actividades de edición y generación.

5

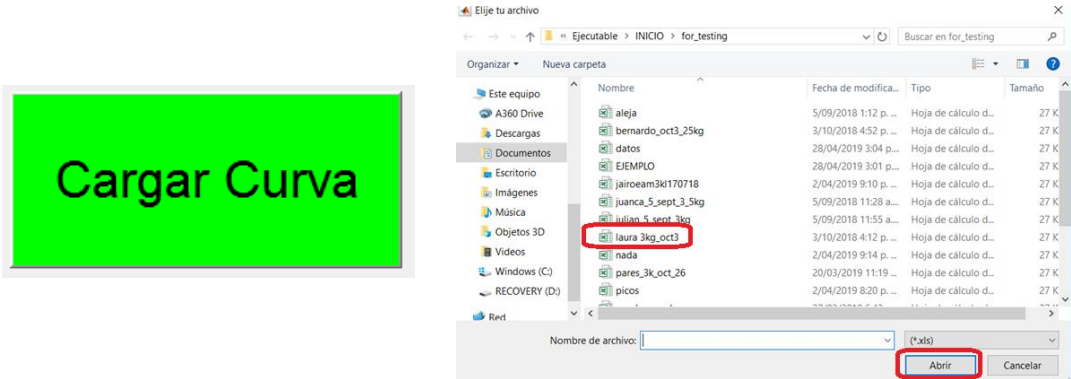


Una vez cargado el modo editor se habilitan los siguientes botones:



Cargar curva: Permite elegir una curva almacenada en la base de datos, que sirve de guía para una tosti3n manual. Para ello seleccione un archivo de texto plano (.txt) del listado presentado en la ventana emergente y presione el bot3n “Abrir”.

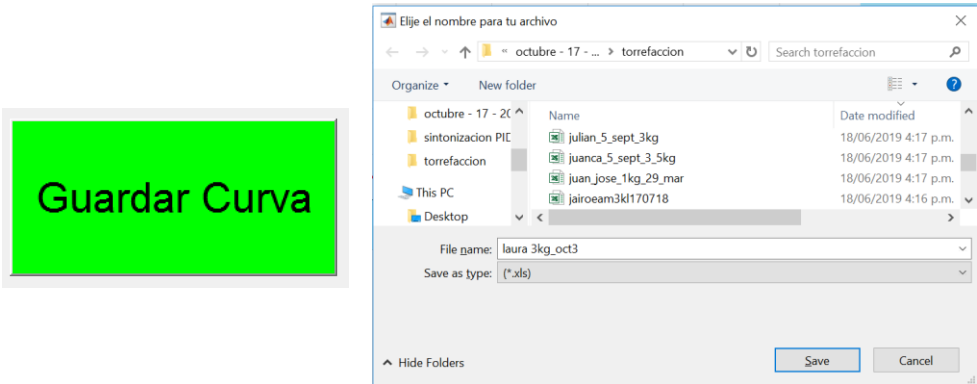
5



10 El sistema lee los datos y grafica la curva seleccionada con 1 asterisco de color rojo que indica el momento del primer de crack y 1 asterisco azul que indica el tiempo de finalizaci3n de tosti3n.

Guardar curva: Permite almacenar una curva en la base de datos despu3s de realizar las modificaciones necesarias. Para ello indique el nombre deseado en la ventana emergente y presione el bot3n “Guardar”.

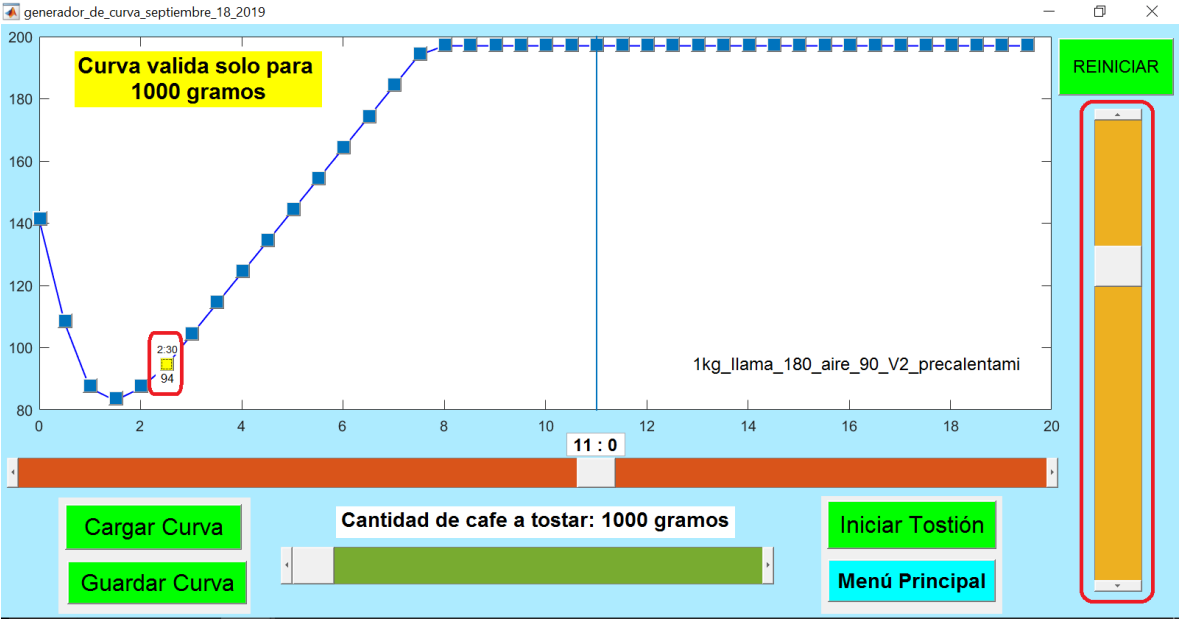
15



Puntos sobre la curva: Habilitan la edici3n del valor de temperatura a intervalos de 30 segundos. Los puntos editables son: El punto uno que indica la temperatura de precalentamiento y los puntos sobre la curva a partir del minuto 2:30 en adelante. Al presionar cualquiera de estos puntos se habilita el deslizador que permite variar el valor de temperatura de ese punto.

20

25



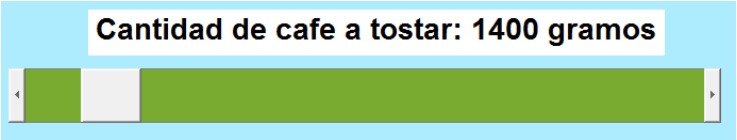
Deslizador de tiempo: Permite seleccionar el tiempo de tostión, con una duración máxima de 19:30 minutos.

5

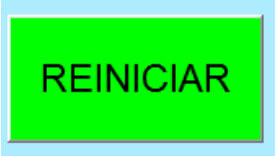


Deslizador de cantidad de café: Permite seleccionar la cantidad de café que se desea tostar, con una cantidad mínima de 1000 gramos y máxima de 4000 gramos, en intervalos de 100 gramos.

10



15 Reiniciar: Reinicia todos los parámetros de una curva cargada a sus valores originales.



Iniciar tostión: Exporta la curva diseñada al modo “Automático”, incluyendo la cantidad de café y el tiempo de tostión. En este proceso se cierra el modo “Editor” y abre el modo “Automático”.

20

Iniciar Tostión

Esta invención implementada por computador transforma el café verde en café tostado a través del proceso de torrefacción, mediante un programa informático que para ejecutarse necesita del apoyo de un computador, un sistema programable y unos elementos externos como sensores y accionamientos electromecánicos. El sistema programable es el responsable del acondicionamiento de las órdenes enviadas por el programa informático, y las adapta a los elementos externos de la máquina, como el sensor de temperatura y los motores eléctricos que permiten la apertura de compuertas y el movimiento proporcional de las válvulas de aire y gas.

El proceso de torrefacción inicia una vez el usuario ingresa los respectivos parámetros, es decir, la curva de tostión deseada o editada flexiblemente según su necesidad, el tiempo de tostión, la cantidad de café, la temperatura de precalentamiento y la orden de inicio. Una vez se alcanza la temperatura de precalentamiento, se ingresa el café automáticamente desde la tolva hacia el tambor, por la apertura de la compuerta de alimentación.

Una vez el café este adentro se encienden el motor del tambor que hace rotar el café de forma tal, que todo se encuentre en contacto con la pared que está transfiriendo el calor desde el quemador infrarrojo; el segundo motor es el ciclón que extrae la película plateada del equipo además permite la extracción de calor desde el tambor para el control de enfriamiento.

Paralelamente se empieza a ejecutar el algoritmo matemático de control PID (Proporcional, integral y derivativo) para que el sistema sea capaz de seguir la dinámica definida en la curva de tostión sin importar las perturbaciones que provengan del exterior, manipulando de forma “inteligente” la apertura de la válvula de paso de gas y los cilindros lineales que actúan sobre las mariposas para la extracción del aire caliente dentro del tambor.

Una vez cumplida la curva en el tiempo establecido se desactiva el motor del tambor, el quemador y el ciclón e inmediatamente se abre la compuerta que permite la salida del café desde el tambor hacia el sistema de enfriamiento (vasca) para disminuir la temperatura y evite que este se siga tostando. Finalmente, el enfriador se apaga y el sistema queda listo para un nuevo ciclo.

Aunque la presente invención ha quedado descrita con las realizaciones preferentes mostradas, queda entendido que las modificaciones y variaciones que conserven el espíritu y el alcance de esta invención se entienden dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

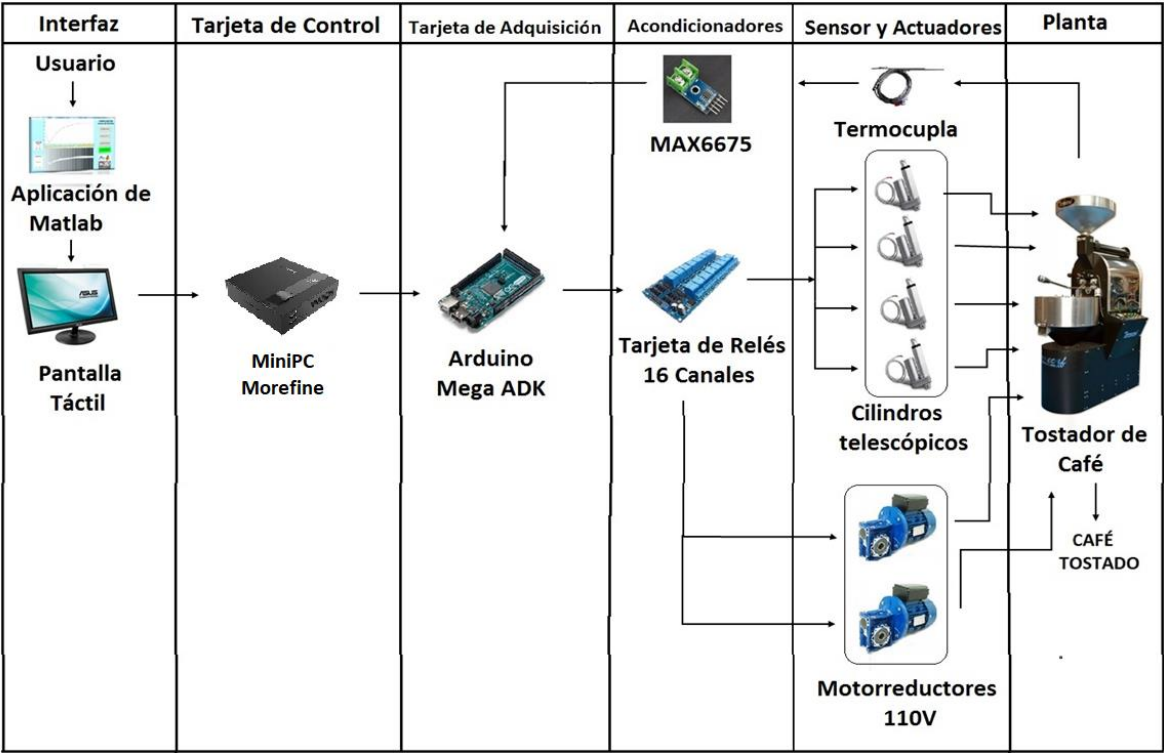


FIGURA 1

Etapa Electrónica

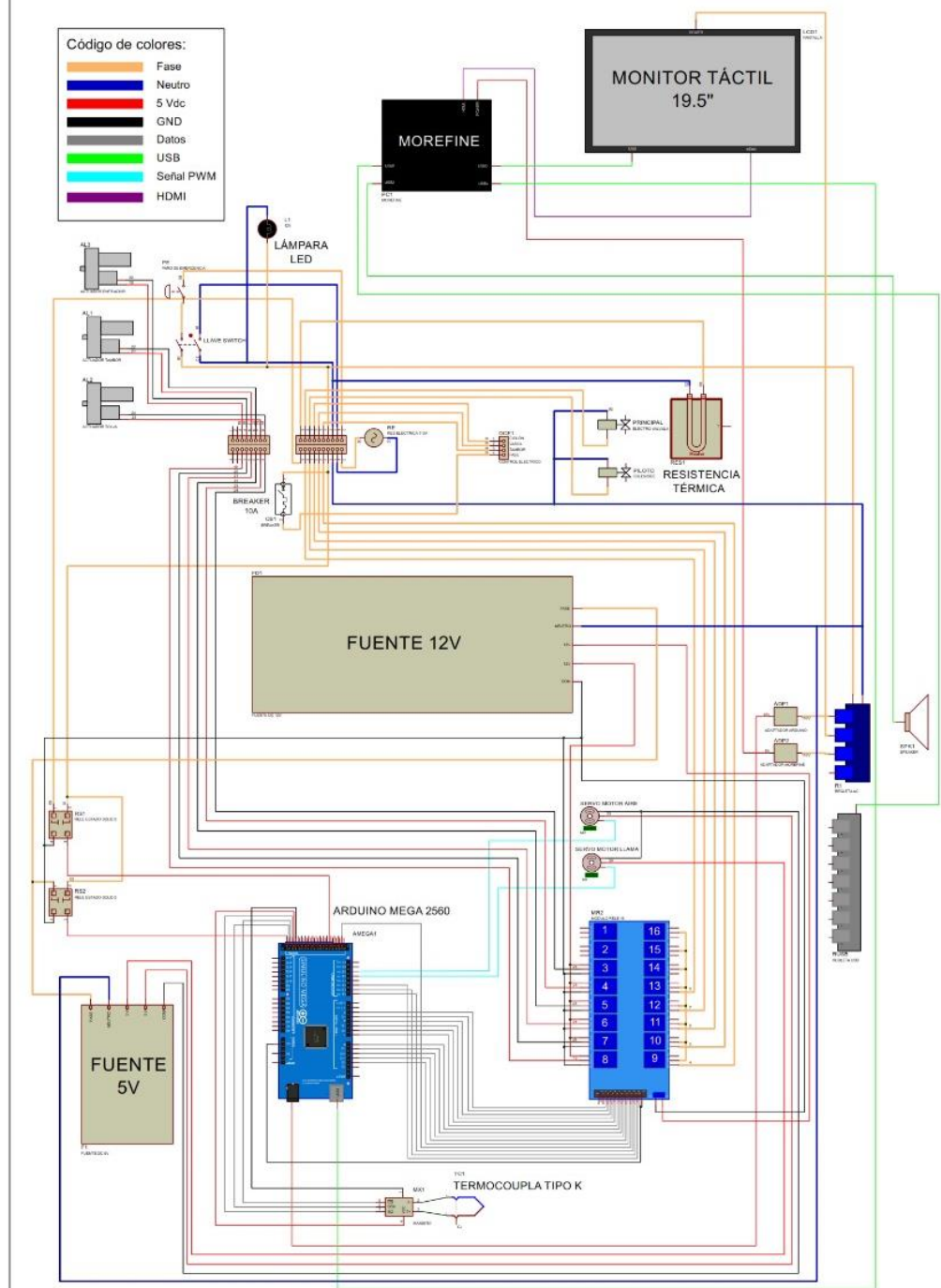


FIGURA 2

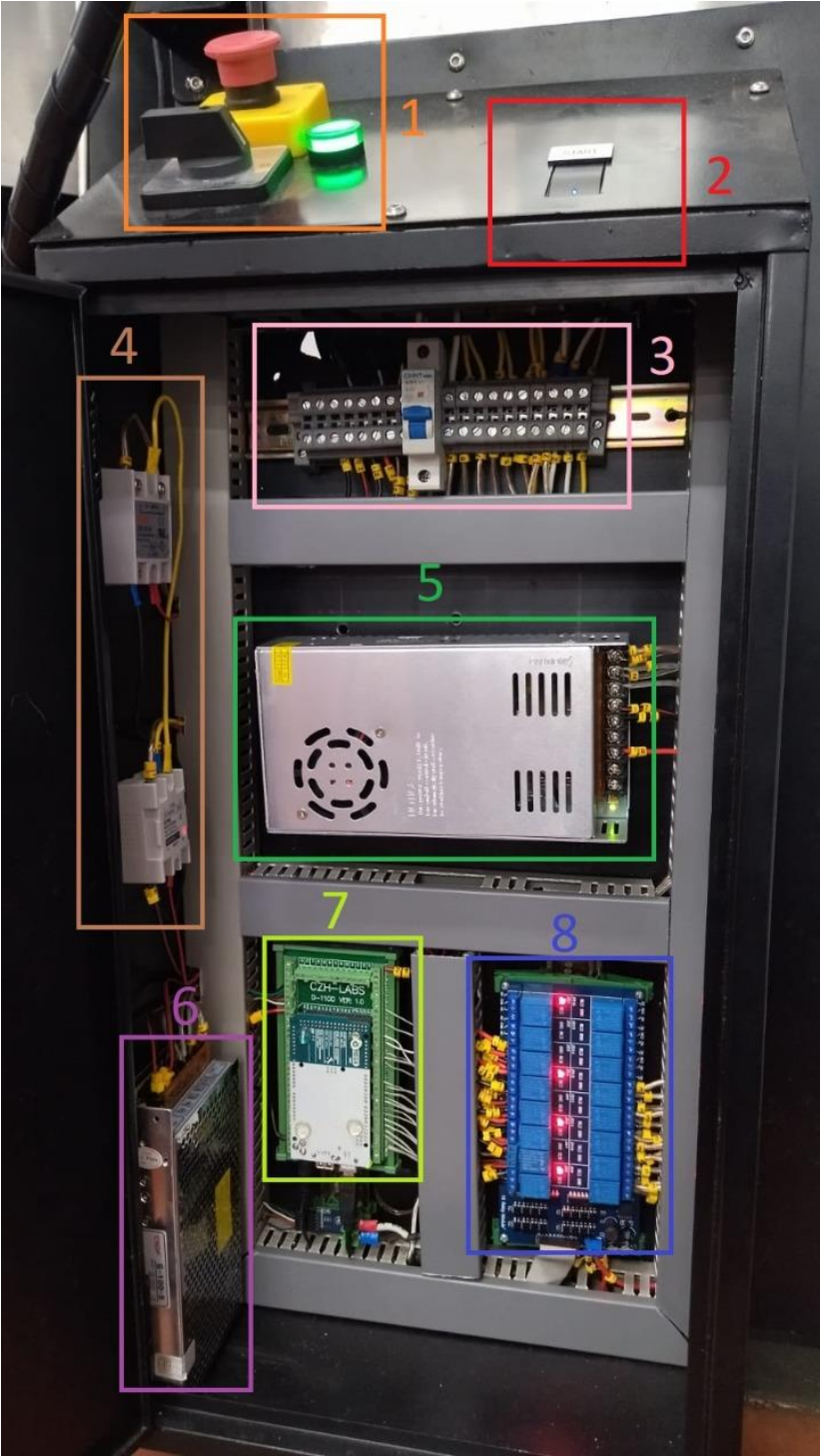


FIGURA 3

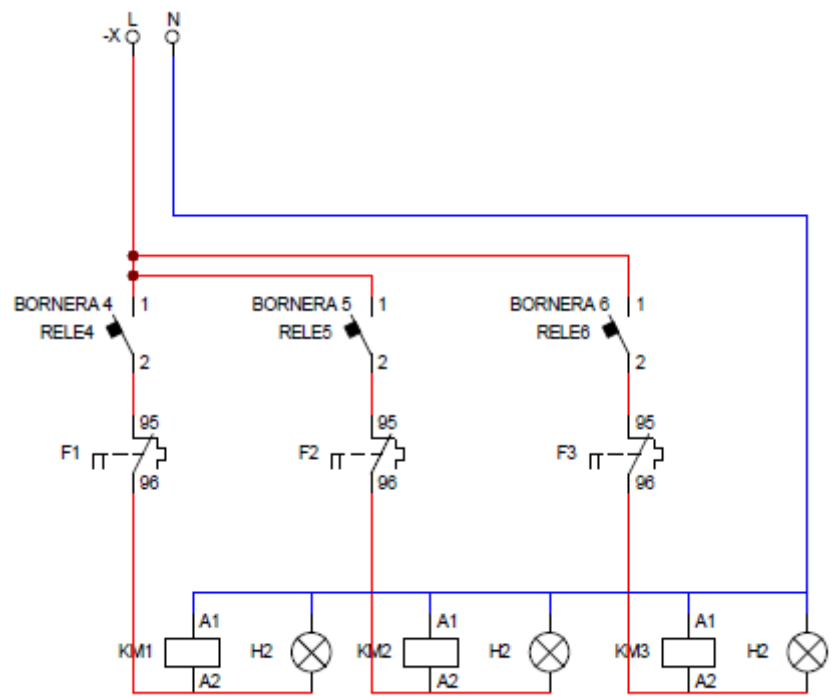
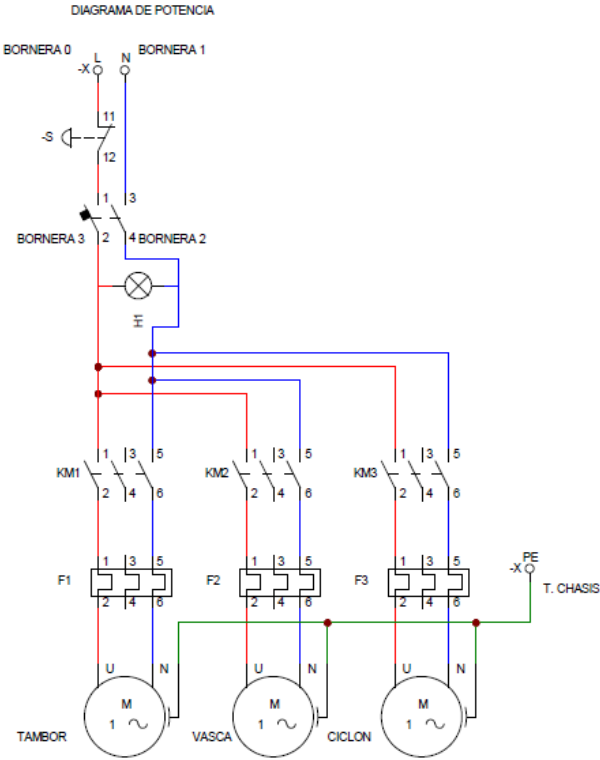


FIGURA 4

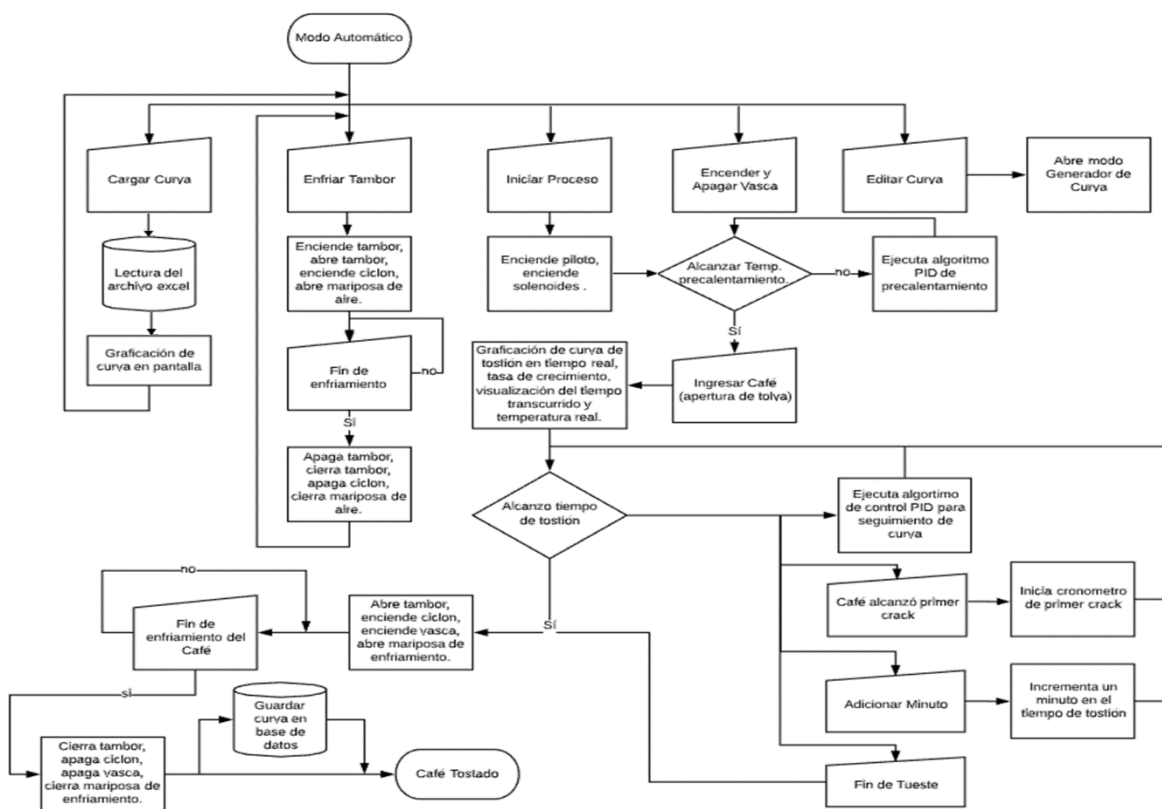


FIGURA 5

5

10

15

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para la repetitividad y edición de curvas de tuestión de café
5 caracterizado porque dicho sistema comprende un programa informático de control, unos elementos físicos que ejecutan el programa de control tales como un Switch central, led indicador y botón de emergencia, un sistema de cómputo basado en Windows, un breaker y borneras, unos relés de estado sólido, una
10 fuente 12 V para elementos actuadores lineales), una fuente de 5V (Para servomotores), un sistema de acondicionamiento Arduino Mega, unas tarjetas de potencia; elementos que en conjunto transforman el café verde en café tostado a través del proceso de torrefacción, mediante un programa informático que para ejecutarse necesita del apoyo de un computador, un sistema programable y unos
15 elementos externos como sensores y accionamientos electromecánicos, un sistema de alimentación o tolva, un sistema de enfriamiento, un quemador, unos elementos de válvulas, un elemento de tambor que presenta un motor para su accionamiento y una compuerta de alimentación del tambor. El sistema programable es el responsable del acondicionamiento de las órdenes enviadas por el programa informático, y las adapta a los elementos externos de la máquina, como el sensor de temperatura y los motores eléctricos que permiten la apertura
20 de compuertas y el movimiento proporcional de unos elementos de válvulas de aire y gas.
2. El sistema para la repetitividad y edición de curvas de tuestión de café de torrefacción de la reivindicación 1 caracterizado porque una vez el usuario ingresa
25 los respectivos parámetros de la curva de tuestión deseada donde se indica el tiempo de tuestión, la cantidad de café, la temperatura de precalentamiento y la orden de inicio. Una vez se alcanza la temperatura de precalentamiento, se ingresa el café automáticamente desde un sistema de tolva hacia el elemento tambor por la apertura de la compuerta de alimentación.
3. El sistema para la repetitividad y edición de curvas de tuestión de café de torrefacción de la reivindicación 1 caracterizado porque una vez el café este
30 adentro se encienden el motor del tambor que hace rotar el café de forma tal, que todo se encuentre en contacto con la pared que está transfiriendo el calor desde el quemador infrarrojo; además se presenta un segundo motor que es el ciclón que extrae la película plateada del equipo además permite la extracción de calor desde el tambor para el control de enfriamiento.
4. El sistema para la repetitividad y edición de curvas de tuestión de café de
40 torrefacción de la reivindicación 1 caracterizado porque el sistema es capaz de

seguir la dinámica definida en la curva de tuestión sin importar las perturbaciones que provengan del exterior, a partir de un algoritmo matemático de control tipo PID, quien manipula la apertura de la válvula de paso de gas y los cilindros lineales que actúan sobre las mariposas para la extracción del aire caliente dentro del tambor.

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
5. El sistema para la repetitividad y edición de curvas de tuestión de café de torrefacción de la reivindicación 1 caracterizado porque una vez cumplida la curva en el tiempo establecido se desactiva el motor del tambor, el quemador y el ciclón e inmediatamente se abre la compuerta que permite la salida del café desde el tambor hacia el sistema de enfriamiento para disminuir la temperatura y evitar que continúe la tuestión.
6. El sistema para la repetitividad y edición de curvas de tuestión de café de torrefacción de la reivindicación 1 caracterizado porque se almacenan las curvas de tuestión en una base de datos desde el modo automático y un modo editor de curva de manera que pueden cargarse en el dispositivo de tuestión desde cualquiera de estos modos.
7. El sistema para la repetitividad y edición de curvas de tuestión de café de torrefacción de la reivindicación 1 caracterizado porque las curvas de tuestión pueden ser editadas en el modo editor modificando la temperatura de precalentamiento a partir de modelos matemáticos, tiempo de tuestión, cantidad de café, valores de temperatura de la curva cada 30 segundos y ajuste dinámico de la forma curva de temperatura.

Resumen

La presente invención se relaciona con un sistema que garantice la repetitividad de las
5 curvas de tostón durante los procesos de torrefacción de café y permita la edición
dinámica de las curvas en un entorno gráfico. Además, se busca desarrollar un equipo
de bajo costo y de altas prestaciones.