

DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDOS, PARA LA ELABORACION DE HELADOS CONTROLADO POR TECNOLOGÍA DE DISPOSITIVOS MÓVILES

Sánchez Wilson, Jacho Nancy, Pacheco Yessenia, Pazmiño Juan Pablo

Ingeniería Mecatrónica. Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Latacunga, Ecuador

wesanchez@espe.edu.ec

npjacho@espe.edu.ec

yessenia.yess@gmail.com

jppv100@gmail.com

Resumen La industria heladera, tiende a innovar la producción de helados en distintos tipos y sabores; utiliza el sistema de congelación denominado salmuera para solidificar los helados de paleta.

El ambiente de trabajo al que el operador se expone le causa enfermedades laborales como: estrés térmico, problemas lumbares y respiratorios debido a las bajas temperaturas. Considerando esta situación, se diseñó e implementó un sistema de dosificación de líquidos de diferentes densidades, controlado mediante tecnología de dispositivos móviles.

Con la información recopilada acerca de dosificadores se seleccionó un dosificador de tornillo sin fin, que permite racionar elementos sólidos equitativamente; el acero inoxidable y polímeros fueron los materiales ideales en la construcción de piezas y partes aptos para el ambiente alimenticio en el que se trabajó.

El sistema de control empleado está basado en un AVR (microcontrolador) acondicionado mediante una tarjeta Arduino; conectado a una pantalla Touch, que permite la selección de la receta y el arranque de la producción, esto puede realizarse también de forma inalámbrica mediante un Smartphone, cuya aplicación fue desarrollada en AppInventor2.

Cabe recalcar que el sistema de control y su programación se desarrollaron bajo licencias de hardware y software libres; así también la aplicación para Android, soportada desde Gingerbread (versión 2.3).

La máquina permite una producción de 256 helados por lote en un tiempo aproximado de 45 minutos, minimizando tiempo de producción y optimizando los recursos para la homogenización del producto, mientras resguarda la salud del operador.

Palabras claves: Dosificación, Arduino, Smartphone, Android, Touch.

Abstract The ice cream industry tends to the innovation of the production in different types and flavors; using the system called brine freezing to solidify popsicles.

The work environment to which the operator is exposed causes illnesses as: heat stress, back problems and breathing due to low temperatures. Considering this situation, it has been designed and implemented a system for dispensing liquids of different densities, controlled by mobile technology.

With the information collected about dispensers, a dispenser dosing worm that allows rationing fairly solid elements was selected; stainless steel and polymer materials were ideal in the construction of suitable pieces and parts for the food environment in which it works.

The control system used is based on an AVR (microcontroller) conditioned by an Arduino board; connected to a touch screen, which allows selection of the recipe and the start of production, this can also be done wirelessly using a Smartphone, the application was developed in AppInventor2.

The control system and programming was developed under free hardware and software licenses; well as the Android app, supported from Gingerbread (version 2.3).

The machine allows the production of 256 ice creams per batch in approximately 45 minutes, minimizing production time and optimizing resources for the homogenization of the product and also preserving the health of the operator.

Keywords: Dosage, Arduino, Smartphone, Android, Touch.

I. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto describe el Diseño e implementación de un sistema de dosificación de líquidos de diferentes densidades, controlado mediante tecnología de dispositivos móviles para la microempresa Full Cream con el objetivo de optimizar su proceso productivo.

Este proyecto está dividido en cinco capítulos, el capítulo I, la introducción de la investigación (estado del arte).

El capítulo II, contiene una descripción general de los temas más relevantes de este proyecto; sistemas de tornillo sin fin materiales, sistema de control Arduino y plataforma Android

En el capítulo III, se describe el análisis de los requerimientos de la máquina, del software y de las plataformas para el desarrollo; como también diseño mecánico, eléctrico y la selección de componentes a ser utilizados.

En el capítulo IV, se detalla la implementación, el montaje de los elementos mecánicos, componentes del sistema de control, el montaje eléctrico, la creación del programa para Arduino, el desarrollo del aplicativo en Android, la evaluación del proyecto y análisis de los resultados obtenidos de las pruebas realizadas.

En el capítulo V, se presenta las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

II. DESARROLLO DE CONTENIDOS

A. Tornillo sin fin

El tornillo sin fin permite el transporte y dosificación de materiales.

El tornillo sin fin tiene forma de rosca helicoidal que gira acoplado a un motor reductor para la transmisión de movimiento rotativo.

Existen varios tipos de aplicaciones y formas de empleo dependido de las dimensiones y la función a cumplir. [1]

B. Materiales

Un material es un elemento que puede transformarse y agruparse en un conjunto. Los elementos del conjunto pueden tener naturaleza real (tangibles), naturaleza virtual o ser totalmente abstractos.

- ACERO INOXIDABLE

Al acero inoxidable lo caracteriza su alto nivel de resistencia a la corrosión. Para ser clasificada como acero inoxidable, la aleación debe tener al menos 10% de contenido de cromo. En su mayor parte tienen entre 12 y 18% de cromo.

- POLIMEROS

Los plásticos incluyen una extensa variedad de materiales formados por moléculas de gran tamaño a las que se les asigna el nombre de polímeros. Los miles de plásticos distintos se producen al combinar diferentes polímeros con diferentes productos químicos para formar cadenas moleculares largas.

C. Arduino

Arduino es una herramienta para la fabricación de computadoras que pueden detectar y controlar más del mundo físico que el equipo de escritorio. Es una plataforma de computación física de código abierto basado en una placa electrónica simple, y un entorno de desarrollo para escribir software para la placa.

El lenguaje de programación Arduino es una implementación de Wiring, una plataforma de computación física similar, que se basa en el entorno de programación y procesamiento multimedia. [2]

D. Android

Android es una plataforma de código abierto. Esto quiere decir, que cualquier desarrollador puede crear y desarrollar aplicaciones escritas con lenguaje C u otros lenguajes y compilarlas a código nativo de ARM (API de Android).

E. App inventor

App inventor es un framework creado inicialmente por el MIT (Instituto tecnológico de Massachusetts) y fue acogido por google, para que cualquier persona pueda crear sus propias aplicaciones móviles, ya sea para su empresa, para su casa u otros intereses. [3]

III. CASOS DE ESTUDIO

El diseño del sistema de dosificación de líquidos de diferentes densidades, controlado mediante tecnología de dispositivos móviles para la microempresa Full Cream esta seccionado por dos estaciones.

PRIMERA ESTACIÓN

En la primera estación (0) se tiene un contenedor para las frutas picadas, el coco rallado, las pasas, y todos los sólidos que formarán parte del helado. En la parte inferior de la tolva se tiene un tornillo sinfín de centro hueco; conformado por eje de acero inoxidable de 7.94 mm de diámetro, el mismo que transporta los elementos que descienden por un sistema telescópico conectado a un transportador de nylon que realizando un movimiento en el Eje X se posiciona en los 4 moldes alternadamente.

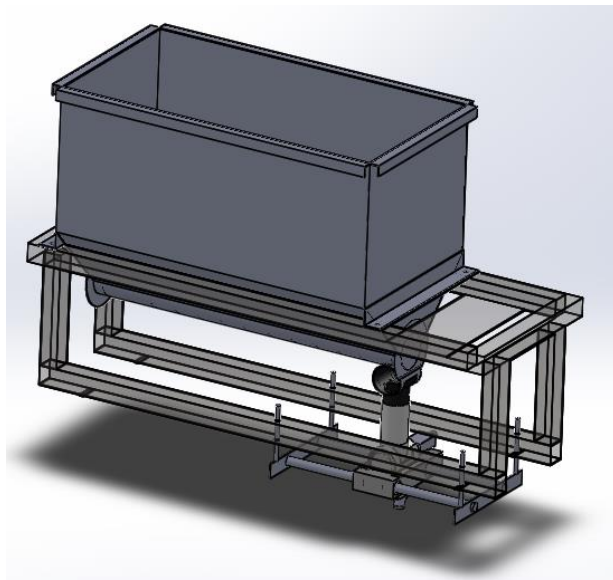


Figura 1. Primera estación

SEGUNDA ESTACIÓN

La segunda estación (02) tiene su estructura diseñada con tubo cuadrado de una pulgada de acero inoxidable, aquí se sujeta una bisagra de nylon que permite el almacenamiento de paletas en cuatro posiciones, éstas serán dispuestas todas a la vez por el empuje de una peinilla que tiene movimiento longitudinal. Un lado de la bisagra gira 90°, en su borde se encuentra un rodillo encargado de depositar las paletas en su destino final junto con la mermelada.

SISTEMA DE CONTROL ARDUINO

Para la automatización de la máquina, se requiere de un controlador, que se encarga de realizar las siguientes acciones: recibir, interpretar y procesar datos proporcionados por los sensores, dar señales a los actuadores, facilitar la comunicación con el usuario a través de una interfaz y gestionar la comunicación inalámbrica.

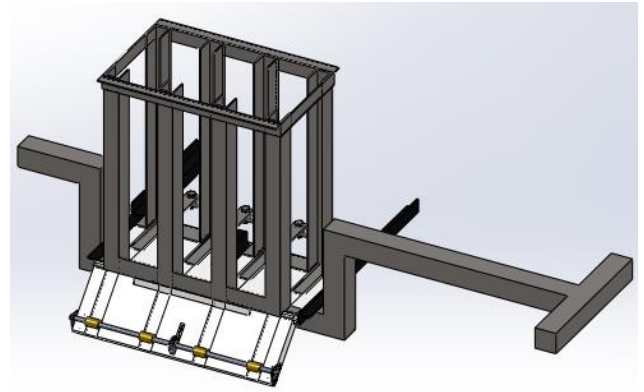


Figura 2. Segunda estación

REQUISITOS FUNCIONALES (RF)

RECIBIR, INTERPRETAR Y PROCESAR SEÑALES DE SENSORES.

RF001.- El controlador recibirá una señal de temperatura.

Para iniciar el proceso, es necesaria una temperatura base de trabajo (-15°C), por tal motivo, este requisito es esencial para el proceso.

RF002.- Monitorear señal de 2 sensores digitales de presencia.

Es preciso conocer la ubicación de la jaba en ciertos puntos críticos del proceso, para lo cual se utilizan sensores de presencia, cuya señal está ligada directamente al controlador.

RF003.- Interpretar y procesar señal de los sensores.

Esto hace referencia a que el controlador estará en la capacidad de permitir el ingreso e interpretación de varios tipos de señales, así como de procesarlas, como es el caso de la temperatura.

PERMITIR LA INTERACCIÓN CON EL OPERADOR.

RF004.- Soportar una interfaz de comunicación con el usuario.

Es necesario que se facilite el ingreso de una receta; y el monitoreo constante al proceso del operador, contando con un dispositivo compatible con el controlador, amigable con el usuario y con capacidad de soportar gráficos.

ENVIAR SEÑALES A LOS ACTUADORES Y ELEMENTOS DE CONTROL.

RF005.- Contar con 10 salidas digitales.

Como mínimo se requiere contar con esta cantidad de salidas debido a que hay diversos elementos de control que únicamente soportan 2 estados, o requieren de un estado lógico para su funcionamiento respectivamente.

RF006.- Contar con 3 salidas análogas (PWM).

En el sistema mecánico, es esencial el posicionamiento de 3 mecanismos, los cuales están comandados por servomotores (el movimiento de carro de traslación en la primera estación, el movimiento de la peñila y bisagra en la segunda estación)

ENVIAR Y RECIBIR DATOS VÍA BLUETOOTH.

RF007.- El controlador debe permitir la conexión a un dispositivo Bluetooth.

Es necesario que el hardware utilizado como controlador soporte la conexión bluetooth, que en este caso sería vía Serial.

APLICATIVO ANDROID

El sistema tendrá la capacidad de comunicarse vía inalámbrica de forma bidireccional con el controlador de la máquina, cumpliendo con los requisitos funcionales (RF):

CONECTARSE Y DESCONECTARSE DEL CONTROLADOR.

RF001.- El operador podrá conectar o desconectar el Smartphone al controlador:

Mostrado en la interfaz gráfica de la aplicación, habrá un botón con el texto CONECTAR o DESCONECTAR según el caso, enviando al presionarse un texto vía Bluetooth para enlazarse con el controlador.

ENCENDIDO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO Y MONITOREO DE DATOS DE TEMPERATURA.

RF002.- El operador podrá encender el sistema de enfriamiento desde el Smartphone:

Habrà un botón mostrado en la pantalla principal con el texto ENFRIAR o ENFRIANDO según el caso, que enviando un texto hacia el controlador permitirá encender o apagar el sistema de enfriamiento de la máquina.

RF003.- El operador podrá Monitorear temperatura:

Al encontrarse el sistema de enfriado encendido, y el botón en estado ENFRIANDO, el operador podrá visualizar datos de temperatura en la interfaz gráfica enviados por el controlador.

RF004.- El operador recibirá una notificación alcanzada la temperatura ideal:

Cuando la máquina haya alcanzado su temperatura ideal de trabajo, la aplicación emitirá una notificación habilitando simultáneamente el paso a seleccionar una nueva receta.

RF005.- El operador puede apagar la máquina antes de salir.

Al presionar la tecla de atrás característica en los Smartphones, encontrándose en la pantalla inicial, o en la pantalla de producción; en un cuadro de diálogo, la aplicación pedirá confirmación al operador para apagar la máquina antes de salir o cancelar el proceso respectivamente.

SELECCIÓN Y ENVÍO DE LA RECETA A REALIZARSE.

RF006.- El operador puede seleccionar el tipo de receta a realizarse:

Al encontrarse en la pantalla receta, la interfaz gráfica de la aplicación, esta permite seleccionar entre tipo A la dosificación de solo líquidos y B la dosificación de líquidos y sólidos.

RF007.- El operador puede seleccionar la cantidad de helados a producirse:

En la interfaz visual de la aplicación, esta permite seleccionar entre 128 o 256, valores estimados en función de la capacidad de la máquina.

RF008.- El operador puede enviar la receta al controlador:

Una vez seleccionados el tipo y la cantidad de helados a realizarse, al presionar el botón aceptar, un cuadro de selección permitirá confirmar o no la receta para pasar a la pantalla proceso siempre y cuando se hayan seleccionado el tipo y la cantidad.

RF009.- De no desear, el operador puede cancelar la receta:

Si no está de acuerdo con producir, el operador puede cancelar la receta y regresar a la pantalla inicial ya sea presionando el botón cancelar de la aplicación o atrás del Smartphone.

ARRANQUE DEL PROCESO DE DOSIFICACIÓN Y MONITOREO DE LA CANTIDAD DE HELADOS PRODUCIDOS.

RF010.- El operador puede decidir cuándo arrancar el proceso:

Una vez se encuentra el sistema listo para producir, el operador presiona el botón iniciar.

RF011.- Se puede monitorear el número de helados producidos:

Al iniciarse el proceso, la aplicación mostrará en la interfaz gráfica el número de helados que se van produciendo.

RF011.- El operador podrá confirmar la finalización del proceso:

Terminado el proceso, el operador mediante la aplicación puede dejar en resumen la máquina luego de la producción o regresarla a su estado inicial.

IV. IMPLEMENTACIÓN

La implementación permite poner en práctica, el análisis diseño y selección de los componentes de la máquina, para comprobar la hipótesis del proyecto elaborado.

Concluido el diseño del sistema de dosificación automática se inicia con el proceso de construcción, de todos los componentes que conforman el sistema, en este capítulo se muestra el montaje de la parte mecánica, eléctrica y de control.

Después de realizar el correcto ensamblaje de cada una de las piezas en cada estación se observa en la 0 el montaje de toda la estructura mecánica la primera y la segunda estación.



Figura 3. Implementación de la máquina

La implementación del sistema eléctrico se observa en la 0 y el nombre de los elementos que constan en el tablero de control se describe en la 0

Tabla 1. Descripción de elementos del tablero de control

#	Elemento
1	Breaker de caja moldeada
2	Breaker para motor de 3 Hp para el sistema de refrigeración
3	Breaker para motor de 1Hp agitador
4	Breaker para sistema de traslación
5	Breaker para las fuentes de alimentación
6	Breaker para las bobinas de contactores
7	Relé para la bomba peristáltica
8	Relé para el agitador
9	Relé para el sistema de refrigeración
10	SSR sistema de traslación
11	SSR para la electroválvula
12	Contactador para el agitador
13	Contactador para el sistema de refrigeración
14	Relé térmico para el agitador
15	Relé térmico para el sistema de refrigeración
16	Tarjeta de potencia 24V a 5V
17	Tarjeta de aislamiento óptico 5V
18	Fuente de alimentación 5V- 12V- 24V
19	Fuente auxiliar
20	Borneras

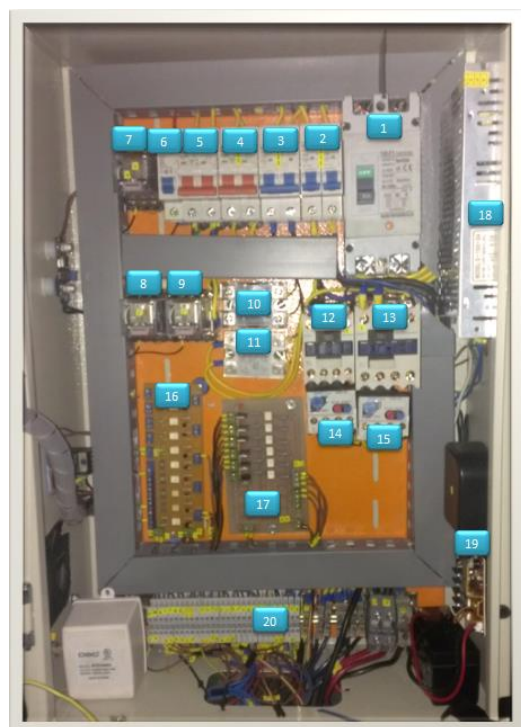


Figura 4. Instalaciones de tablero de control

Conociendo los requerimientos anteriormente nombrado se realizó el desarrollo de la aplicación para Android 0



Figura 5. Aplicación en Android

En el sistema de control también se realizó la programación de acuerdo a los requerimientos de los operarios como se observa en la 0



Figura 6. Pantalla Touch

V. CONCLUSIONES

- El sistema de dosificación se encuentra en la capacidad de realizar hasta 256 helados de por cada lote de producción; al dosificar paralelamente 4 moldes a la vez; se disminuye el tiempo de producción, aumentando la eficiencia del proceso.
- El material ideal para la aplicación en el sistema de dosificación, es el acero inoxidable AISI 304 aprobado en industria alimentaria, gracias a sus propiedades físico químicas.
- Arduino Mega 2560 REV 3, está creada bajo un diseño cuidadosamente desarrollado, que permite su aplicación en ambientes industriales sin necesidad de modificaciones con respecto a inmunidad al ruido, pues entre sus detalles principales trae elementos enfocados únicamente a este objetivo. Dando así confiabilidad, flexibilidad y robustez a cualquier sistema en el que se aplique.
- El ambiente de desarrollo Arduino gracias a su variedad de librerías, facilita en gran proporción el desarrollo de código, permitiendo comunicar múltiples sensores y actuadores: análogos y digitales desarrollados genéricamente para variedad de micro controladores, enfocando sus funcionalidades de forma flexible y ampliando las posibilidades de desarrollo, dando lugar también a dispositivos de comunicación inalámbrica con tendencia a abrir nuevos campos.
- En la implementación, gracias a la flexibilidad que por naturaleza da el software, resultó fácil la calibración para conseguir un óptimo acoplamiento entre el controlador y el Smartphone, al mismo tiempo que se obtuvo una precisa sincronización de movimientos en el sistema mecánico.

VI. RECOMENDACIONES

- Al tratarse del campo alimentario industrial, en el diseño mecánico, es fundamental considerar estrictamente normas sanitarias y materiales aptos para el efecto, pues esto garantizará la eficacia del proceso asegurándole al consumidor un producto de calidad.
- Para cualquier controlador basado en un microprocesador. En este caso particular, la tarjeta Arduino; con el objetivo de no sobrecargar sus elementos internos y evitar el recalentamiento con riesgo de daños, acondicionar las salidas con una tarjeta de potencia basada en elementos de bajo consumo de corriente como por ejemplo opto acopladores y utilizar enfriamiento forzado.
- Realizar un análisis exhaustivo de los requisitos a cumplir en la funcionalidad del aplicativo, pues de la complejidad de este depende la robustez del software de desarrollo.

REFERENCIAS

- [1] Arduino. (s.f.). *Arduino*. Recuperado el 14 de abril de 2013, de El lenguaje de programación Arduino es una implementación de cableado, una plataforma de computación física similar, que se basa en el entorno de programación procesamiento multimedia.
- [2] Jiménez, E. B. (20 de Agosto de 2012). *Guía de productos industriales*. (Transportadores de rosca) Recuperado el 3 de Febrero de 2014, de <http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/rosca%20helicodal.htm>
- [3] TuAppInventor. (s.f.). *App Inventor*. Obtenido de <http://www.tuappinventorandroid.com>