



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

INFORME TÉCNICO

TEMA:

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MÁQUINA DOSIFICADORA DE HELADOS DE
CREMA PARA LA INDUSTRIA ARTESANAL**

AUTOR: KAREN ALEJANDRA SIMBAÑA ARÉVALO

DIRECTOR: XAVIER ROSERO

IBARRA – ECUADOR

2016

“DISEÑO Y CONSTRUCCION DE MAQUINA DOSIFICADORA DE HELADOS DE CREMA PARA LA INDUSTRIA ARTESANAL”

Karen Alejandra Simbaña Arevalo

Universidad Técnica del Norte
(UTN), Ibarra- Ecuador

RESUMEN:

El presente proyecto está enfocado al sector que se dedica a la producción artesanal y comercialización de helados de crema en la parroquia Caranqui de la ciudad de Ibarra; el proyecto contribuye con el desarrollo de la matriz productiva del país al mejorar tiempo y recursos humanos en el proceso de fabricación, mediante la aplicación de conocimientos de ingeniería y la utilización de elementos industriales.

La máquina consta de tres partes principales las cuales son: la estructura, la tolva y el sistema de dosificación. El propósito final es optimizar el tiempo y producción del proceso de fabricación de los helados de crema, para lo cual inicialmente se diseñó las partes de la máquina en 3D utilizando el

software CAD Inventor Profesional, para visualizar su forma, posteriormente se realizó el diseño mecánico y los resultados se comparan con los datos obtenidos de las simulaciones de esfuerzos y las simulaciones del factor de seguridad que se realizaron en el software, para verificar de esta manera la veracidad del diseño mecánico. La máquina está en la capacidad de dosificar hasta 13 litros de helado de crema en cada proceso en conos de 45ml.

I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El proceso de elaboración de helados actualmente es un poco elevado y al realizarse diariamente se convierte en un proceso fatigoso y repetitivo.

El mercado actual ofrece máquinas de dosificar helados o cremas pero están enfocadas a nivel industrial con miras a grandes empresas pues sus capacidades sobrepasan los 40 litros, productos que conllevan por ende precios sumamente elevados, los cuales no se encuentran al alcance de la industria artesanal.

Sería imposible, y en ocasiones destructivo, comprobar todos y cada uno de los productos elaborados para asegurarse de que cumplen todos los requerimientos de seguridad y calidad“ (University, Tecnología de los alimentos, 2007).

II. PROCESO ARTESANAL DE FABRICACION DE HELADOS DE CREMA

EXTRACCIÓN DE PULPAS DE FRUTAS

El primer paso para la elaboración artesanal del helado consiste en la obtención de la pulpa de fruta. La pulpa es sometida al proceso que se detalla a continuación

PROCESO DE BATIDO DEL HELADO

Para obtener los helados de crema se utiliza una batidora industrial con capacidad de 13 litros, en el recipiente de la batidora se coloca crema de leche, pulpa de fruta obtenida del proceso anterior, leche, endulzantes, espesantes o saborizantes para sabores artificiales.

Una vez colocados se procede a batir hasta obtener una mezcla homogénea, la cual está lista para ser dosificada en los moldes.

PROCESO DE DOSIFICACIÓN MANUAL

Este es el proceso que conlleva más tiempo en la elaboración de helados, la mezcla aproximadamente de 13 litros obtenida es colocada en jarras individuales de 2 litros para desde ella dosificar cada helado, este proceso lleva aproximadamente 15 minutos por cada bandeja de 35 helados, además de lo señalado anteriormente se obtiene como resultado una dosificación no uniforme lo cual hace que el resultado del producto final sea un helado más grande que otro y se obtienen variaciones entre producción y producción de aproximadamente 8 a 10 helados por cada producción promedio de 70 helados.



FIGURA 1. Dosificación manual del helado

Fuente: Autor

III. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUINA DOSIFICADORA

Introducción

Para optimizar el tiempo de fabricación y la calidad del producto final se opta por diseñar y construir una máquina dosificadora de helados de crema. Se toma como punto de partida el criterio sanitario, para garantizar la seguridad durante la limpieza, los materiales de los componentes de la máquina no deben reaccionar al producto de limpieza ni desinfectantes por lo tanto, deben ser resistentes a la corrosión, y diseñados de manera que la superficie del material no sufra alteraciones. (Wager), por ende se utiliza el acero inoxidable Aisi 304 en la construcción de la máquina.

Diseño de la tolva de alimentación

Para el proceso de dosificación se necesita utilizar una tolva que tenga la misma medida que posee el bowl de la batidora pues lo ideal en un futuro es realizar el batido e inmediatamente iniciar el proceso de dosificación.

Según la fórmula

$$d = \frac{m}{v}$$

Ecuación 1 Fórmula para calcular la densidad de una sustancia

Fuente: (Martín, 2011)

$$mh = mt - mb$$

Ecuación 2 Cálculo de la masa del helado

El bowl sin contener ninguna cantidad de producto posee $mb=1.59$ Kg.

Haciendo los cálculos se obtiene la siguiente densidad promedio

$$Dh= 395.22 \text{ Kg/ m}^3$$

Entonces el diseño de la tolva deberá soportar un peso de 4.546 kg que es el peso del helado que se va a dosificar.

Cálculo del volumen de la tolva

Volumen tolva = volumen cilindro+
volumen semi-esfera

$$V_c = \pi * r^2 * h$$

Ecuación 3 Volumen de un cilindro

Fuente: (Colección Mi Academia)

V_c = volumen del cilindro [m^3]

$$V_c = \pi * 0.12^2 * 0.19$$

$$V_c = 0.0085954 [m^3]$$

Cálculo de volumen de la esfera

$$V_e = \frac{4}{3} \pi * r^3$$

Ecuación 4 Volumen de una esfera

Fuente: (Colección Mi Academia)

V_e = volumen esfera [m^3]

$$V_e = 0.007238 [m^3]$$

Como la forma de la tolva es
media esfera:

$$Volumen semiesfera = 0.003619 [m^3]$$

$$Volumen tolva = V_{cilindro} + V_{semiesfera}$$

$$Volumen tolva = 0.01221 [m^3]$$

Cálculo de la presión interna del cilindro

$$P = \rho * g * h$$

Ecuación 5 Cálculo de la presión interna de un cilindro

Fuente: (Budinas & Nisbett, 2008)

$$P = 395.22 * 9.81 * 0.31$$

$$P = 1201.90 [Pa]$$

Cálculo del espesor del material según teoría de esfuerzo

“El esfuerzo se define como la fuerza por unidad de área en unidades Psi o Mpa en un elemento sometido a ciertas fuerzas, se distribuye como una función que varía constantemente dentro del continuo del material. Cada elemento infinitesimal del material puede experimentar esfuerzos diferentes al mismo tiempo”.
(Norton, 2011)

Esfuerzo tangencial:

$$\sigma_t = \frac{p * (d_i)}{2t}$$

Ecuación 6 Esfuerzo tangencial de la tolva

Fuente: (Budinas & Nisbett, 2008)

Esfuerzo longitudinal:

$$\sigma_L = \frac{p * d_i}{4t}$$

Ecuación 7 Esfuerzo longitudinal

Fuente: (Budinas & Nisbett, 2008)

En donde:

p = presión [Pa]

d_i = diámetro promedio interno

[m]

$$d_i = \frac{0.24 + 0,0254}{2}$$

$$d_i = 0.1327 \text{ [m]}$$

t = espesor de la pared del cilindro [m]

$$\sigma_t = \frac{1201.90 \cdot 0.1327}{4t}$$

$$\sigma_L = \frac{1201.90 \cdot 0.1327}{4t}$$

$$\sigma_L = \frac{39.873}{t}$$

Aplicando la teoría del esfuerzo cortante máximo para poder determinar el espesor del cilindro, la cual según (Budinas & Nisbett, 2008) menciona que:

$$\sigma_e = \sigma_t + \sigma_L \leq \frac{S_y}{n}$$

Ecuación 8 Esfuerzo cortante máximo

Fuente: (Budinas & Nisbett, 2008)

$S_y = 241$ [Mpa] según las tablas, además (Mott, 2006) en la sección 5.7 da a conocer los factores de seguridad tomando $n=2$ para el

diseño de estructuras bajo cargas estáticas, en las que haya un alto grado de confianza en todos los datos del diseño.

$$\sigma_e = \frac{79.746}{t} + \frac{39.873}{t} \leq$$

$$\frac{241 \cdot 10^6}{2}$$

$$\frac{119.619}{t} \leq 120.5 \cdot 10^6$$

$$t = 0,000992 \text{ mm}$$

Al estar la placa sometida a muy bajos esfuerzos el espesor de esta es muy pequeño, sin embargo para efectos de soldadura y acabados finales superficiales se utilizará el material acero inoxidable 304 de 1.5mm de espesor.

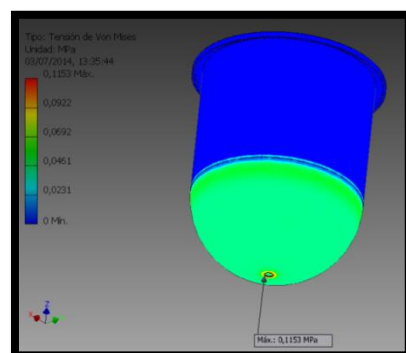


FIGURA 2 Análisis de esfuerzo de Von Mises

Fuente: Autor

No existe fluencia pues no se cumple lo estipulado en la ecuación de fluencia.

$$0,1153 \geq 241$$

Cálculo del cilindro dosificador

Para el cálculo del volumen del molde se utiliza la fórmula de volumen del cono truncado;

$$V_{ct} = \frac{1}{3} * (\pi * h + (r^2 + R^2 + (R * r)))$$

Ecuación 9 Volumen cono truncado

Fuente: (Colección Mi Academia)

$$V_{ct} = \frac{1}{3} * (\pi * 8.697 + (1.498 + 3.0383^2 + (3.0383 * 1.498)))$$

Reemplazando los valores:

$$V_{ct} = 145,96 [cm^3]$$

Volumen cilindro = 2vct

$$volumen cilindro = 291,92 [cm^3]$$

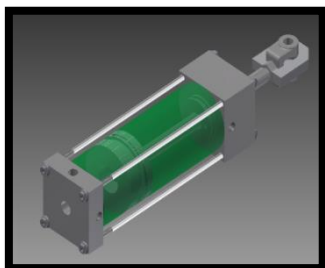


FIGURA 3 Diseño del cilindro dosificador

Fuente: Autor

Diseño De La Estructura De La Máquina Utilizando Cad Inventor Profesional

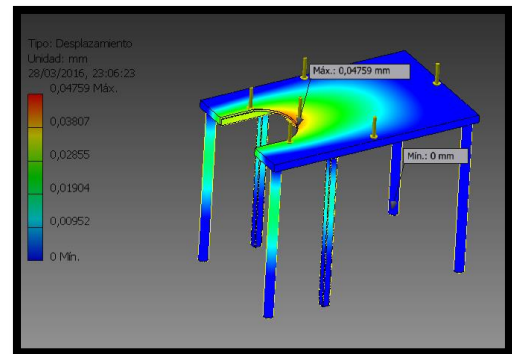


FIGURA 4 Análisis de desplazamiento en Inventor

Fuente: Autor

Al analizar los resultados de la simulación figura se puede observar que el desplazamiento en el tubo cuadrado es de 0.04759 mm, lo cual es casi imperceptible. Esto se debe a que existe la fuerza de la carga aplicada sobre la estructura.

Para determinar si ocurre la fluencia en la estructura se utilizará la teoría de falla de la Energía de Distorsión o de Von Mises que es la teoría de falla con la que trabaja el CAD Inventor Profesional.

$$\sigma' = \left(\sigma_x^2 - \sigma_x * \sigma_y + \sigma_y^2 + 3T_{2xy}^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación 10 Esfuerzo Von Mises

Fuente: (Budinas & Nisbett, 2008)

Por cuestiones de diseño se establece que el esfuerzo normal en el plano X, es en si el esfuerzo flexionante (σ_F) en el mismo plano:

$$\sigma_x = \sigma_F = \sigma'$$

Ecuación 11 Esfuerzo flexionante

Fuente: (Budinas & Nisbett, 2008)

Se calcula el valor del esfuerzo flexionante presente en el soporte medio de la máquina, que es el lugar en donde se aplicará la mayor carga.

$$\sigma_F = \sigma' = (M * c) / I$$

Ecuación 12 Esfuerzo flexionante

Fuente: (Budinas & Nisbett, 2008)

Dónde:

$$M = F * x$$

Ecuación 13 Cálculo del momento flector

Fuente: (Budinas & Nisbett, 2008)

$$M = 220 \text{ N} * 0.3375 \text{ m} = 71.14 \text{ Nm}$$

c= magnitud máxima de Y =

$$0,010414 \text{ m}$$

I= segundo momento de área de

tubo cuadrado de acero inoxidable I= 4.20 cm⁴.

Transformando

$$I = 0,0000000420 \text{ m}^4$$

Reemplazando valores:

$$\sigma_F = 18.3831 \text{ MPa}$$

$$\sigma_x = \sigma_F = \sigma' = 18.38 \text{ Mpa}$$

$$11.53 \text{ Mpa} \geq 241 \text{ Mpa.}$$

Los resultados de la simulación del Esfuerzo Von Misses en Inventor Profesional comprueban que el diseño de la estructura cumple con las necesidades, de esta manera garantiza estabilidad estructural

La teoría de la energía de distorsión o Esfuerzo de Von Mises establecía que si se cumplía la ecuación ocurría la fluencia. Para cuestiones de diseño y cálculo del FDS la ecuación se convierte en:

$$\sigma' = S_y / n$$

Ecuación 14 Factor de seguridad

Fuente: (Budinas & Nisbett, 2008)

Donde n es el factor de seguridad, reemplazando valores

$$n = S_y / \sigma'$$

$$n = 241 \text{ MPa} / 18.38 \text{ MPa}$$

$$n = 13.11 \text{ MPa}$$

Del resultado anterior se deduce que la estructura soporta tranquilamente 13.11 veces la carga que va aplicada sobre ella. Lo que demuestra que el diseño garantiza estabilidad estructural en la máquina.

Cálculo del FDS utilizando el CAD Inventor Profesional

El software Inventor Profesional permite determinar cuál es el factor de seguridad que debe tener la estructura de la máquina como indica la siguiente figura:

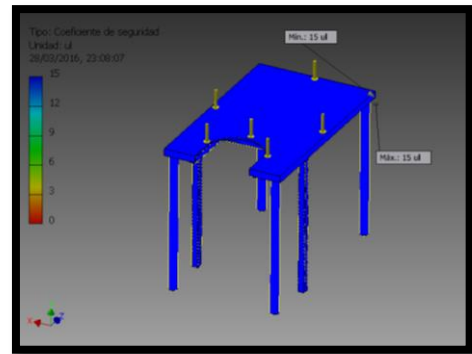


FIGURA 5 Análisis del factor de seguridad en Inventor

Fuente: Autor

El análisis del factor de seguridad en el software de diseño nos da un valor de 15; valores semejantes al obtenido en los cálculos de 13,11, por lo cual se concluye que el diseño proporciona fiabilidad; con un factor de seguridad de 15 la estructura soporta satisfactoriamente la carga aplicada.

Selección de la cinta transportadora

Por su eficiencia, fácil manufactura, fácil reemplazo de componentes y bajo costo se selecciona la banda de rodillos la cual se encuentra en el mercado con gran facilidad.

Se selecciona la banda de material tipo clina pues el ambiente será un transporte para alimentos. Se selecciona la banda transportadora del siguiente cuadro de características:

Tipo de banda	Cobertura superior				Cobertura inferior				Características especiales		
	Material	Color	Espesor mm	Acabado	Dureza *SHA	Material	Color	Espesor mm		Acabado	Dureza *SHA
C06 UF	PU	Ocre 01	0,30	Liso	86	PU	Crudo	0,10	Impregn.	FDA	▽ □
C06 K1F	PU	Ocre 01	0,32	Grainada K1	86	PU	Crudo	0,10	Impregn.	FDA	▽ □
C07 UF	PU	Bianco	0,30	Liso	86	PU	Crudo	0,10	Impregn.	FDA	▽ □
C07UFMT	PU	Bianco	0,30	Mate	86	PU	Crudo	0,10	Impregn.	FDA	▽ □
C07UFMS	PU	Bianco	0,30	Mate	88	PU	Crudo	0,10	Impregn.	FDA	● ▽ □
C07 UU	PU	Verde 16	0,10	Impregn.	86	PU	Verde 16	0,10	Impregn.	FDA	● ▽
C08 UF	PV	Bianco	0,30	Liso	86	PU	Crudo	0,10	Impregn.	FDA	▽ □
C08UFMT	PU	Bianco	0,30	Mate	93	PU	Crudo	0,10	Impregn.	FDA	● ▽ □
C08 UF	PU	Bianco	0,25	Liso	93	PU	Crudo	0,10	Impregn.	FDA	● ▽ □
C09 UF	PU	Bianco	0,25	Liso	93	PU	Crudo	0,10	Impregn.	FDA	● ▽ □
C09UFMT	PU	Bianco	0,25	Mate	93	PU	Crudo	0,10	Impregn.	FDA	● ▽ □
C09UFMS	PU	Bianco	0,30	Mate	88	PU	Crudo	0,10	Impregn.	FDA	● ▽ □
C10 FF	Crudo			Algodón-Poli		Crudo				FDA	▽
C10 UF	PU	Bianco	0,30	Liso	86	PU	Crudo	0,10	Impregn.	FDA	▽ □
C11 FF*	PU	Crudo	0,10	Impregn.		PU	Crudo	0,10	Impregn.	FDA	● ▽ □
C12 UF*	PU	Bianco	0,30	Liso	86	PU	Crudo	0,10	Impregn.	FDA	▽ □
C20 UF	PU	Bianco	1,00	Liso	93	PU	Crudo	0,10	Impregn.	FDA	● ▽ □

Temperatura en continuo (puntual) del producto transportado °C	Tejidos	Espesor banda mm	Peso banda kg/m ²	Carga de rotura a 20°C		Carga de trabajo al 1% alargamiento N/mm	Carga de trabajo al 2% alargamiento N/mm	Ancho máx. de fabricac. mm	Tipo de banda	
				A	B					
-10 (15) + 90 (110)	1 Rígida	0,80	0,90	10	30	60	6	8	2-3000	C06 UF
-10 (15) + 90 (110)	1 Rígida	0,82	0,90	10	30	60	6	8	2000	C06 K1F
-10 (15) + 90 (110)	1 Rígida	0,80	0,90	10	30	60	6	8	2-3000	C07 UF
-10 (15) + 90 (110)	1 Rígida	0,80	0,90	10	30	60	6	8	2000	C07UFMT
-10 (15) + 90 (110)	1 Rígida	0,80	0,80	5	15	50	5	7	3000	C07UFMS
-15 (25) + 90 (110)	1 Rígida	0,50	0,35	8	8	60	5	7	3000	C07 UU
-10 (15) + 90 (110)	1 Rígida	1,10	1,25	10	30	50	5	7	2000	C08 UF
-10 (15) + 90 (110)	1 Rígida	1,30	1,10	10	30	50	5	7	2000	C08UFMT
-10 (15) + 90 (110)	1 Rígida	1,30	1,25	10	30	50	5	7	2000	C08 UF
-10 (15) + 90 (110)	2 Rígida	1,25	1,45	15	40	100	9	15	2000	C09 Lf
-10 (15) + 90 (110)	2 Rígida	1,25	1,45	15	40	100	9	15	2000	C09UFMT
-10 (15) + 80 (100)	1 Rígida	1,30	1,40	15	40	80	6	8	3000	C09UFMS
-15 (25) + 90 (110)	2 Flexible	1,40	1,25	10	10	110	7	10	2200	C10 FF
-10 (15) + 90 (110)	2 Rígida	1,40	1,60	20	50	120	10	18	2000	C10 UF
-15 (25) + 80 (100)	2 Rígida	1,30	1,40	30	30	120	9	12	3000	C11 FF*
-10 (15) + 80 (100)	2 Rígida	1,60	1,80	40	60	120	10	16	2-3000	C12 UF*

FIGURA 6 Características de material de la banda

Autor: (Esbelt, 2008-2009)

Selección del motor para la banda transportadora

El motor es seleccionado en función de la velocidad necesaria en el proceso de dosificación, para esto hay que determinar los requerimientos para su funcionamiento.

La velocidad aproximada de 2 [cm/s] y cada bandeja mide 55 [cm], entonces se da la siguiente relación para el cálculo:

$$2 [cm] \rightarrow 1 [seg]$$

$$55 [cm] \rightarrow ?$$

De aquí se obtiene la relación:

$$\frac{55 [cm]}{27.5 [seg]}$$

$$\frac{1 \text{ bandeja}}{27.5 [seg]}$$

Entonces la velocidad obtenida en minutos es 2.1818 [bandeja/ min]; de lo cual se obtiene la unidad en [m/min]

$$s = 1.2 \left[\frac{m}{min} \right]$$

Para determinar la velocidad en [ft/min], se incrementa un 30% como factor de seguridad y se obtiene:

$$1.2 \left[\frac{m}{min} \right] + 30\% (eficiencia) = 5.12 \left[\frac{ft}{min} \right]$$

$$s = 6 \left[\frac{ft}{min} \right]$$

Como factor de seguridad para la masa de la bandeja se toma un valor de 2, donde:

$$M \text{ bandeja} = 2 * 1 [Kg] = 2 [Kg]$$

$$= 4.4 \text{ lb}$$

M bandeja= masa total de la bandeja [Kg]

Para el cálculo de la potencia del motor Se toma el valor de la tabla del fabricante para ver el peso de la banda de la figura anterior donde:

Peso banda $w_b = 1.10 \left[\frac{Kg}{m^2} \right]$ y el coeficiente de fricción dado por el tipo de banda a utilizar es $f = 0.4$

$$HP = \frac{(W + w_b)(f)(s)}{33000}$$

Ecuación 15 Potencia del motor

Fuente: Autor

$$W_b = 1.10 \frac{Kg}{m^2} * (1.15m * 0.25 m)$$

$$= 0.31625 [Kg]$$

$$W_b = 0,3162 \text{ Kg} * \frac{2.2 \text{ lb}}{1 \text{ Kg}}$$

$$W_b = 0,69575 \text{ lb}$$

$$HP = \frac{(6.5 + 0,69575)(0.4)(6)}{33000}$$

$$HP = 0.00032 \text{ HP} * (1.5 \text{ factor de servicio})$$

$$HP = 0.00065$$

$$T = 8.4795 \text{ N.m}$$

IV. SISTEMA DE CONTROL

Para el control de la máquina en general se utiliza el Plc Logo 12/24 rc por la facilidad de instalación, por ser modular.

Distribución de entradas y salidas del plc.

Puerto Entrada	Descripción
I1	Encendido
I2	Paro de emergencia
I3	Sensor óptico
I4	Pausa
Puerto Salida	Descripción
Q1	Motor banda transportadora
Q2	Control electroválvula 1
Q3	Control electroválvula 2

V. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Pruebas de tiempo de apertura y cierre de válvulas

La válvula neumática que controla el cilindro de dosificación debe

permanecer abierto por 5 segundos para evitar errores en la dosificación del producto.

En la siguiente gráfica se observa la cantidad de producto dosificado en cada molde y se mantiene constante en el valor de 145 [ml]

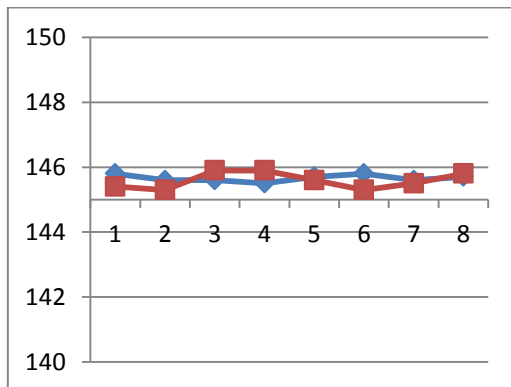


FIGURA 7 Grafica de prueba 5s
Autor

La válvula que controla el cilindro para la válvula de dosificación debe permanecer abierto por 9 segundos para evitar errores en la dosificación del producto.

En la siguiente gráfica se observa la cantidad de producto dosificado en cada molde y se mantiene constante en el valor de 145 [ml]

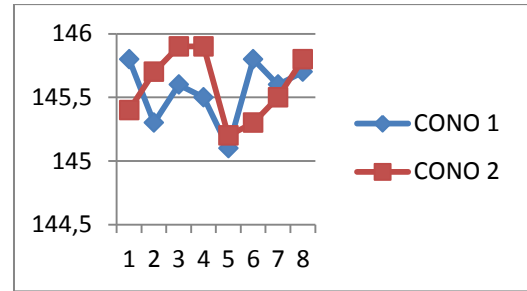


FIGURA 8 Grafica de prueba 5s
Autor

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

-La selección de los parámetros técnicos de diseño inciden directamente en el correcto funcionamiento de la máquina, con la ayuda del software Cad Inventor Profesional se logró seleccionar los elementos correctos, simular su funcionamiento y determinar los componentes adecuados.

-En la actualidad existe un sinnúmero de componentes eléctricos y electrónicos, la determinación de cada uno de ellos se realizó en base a los costos de cada uno y la funcionalidad

presente entre las diferencias de cada uno, su correcto funcionamiento depende también de los demás elementos a trabajar en conjunto.

-En la parte de la implementación de la máquina se pudo observar que la velocidad de la máquina puede ser adaptada a otra línea de producción dependiendo de la necesidad de la producción, o la forma que tenga la misma.

-Este sistema puede ser utilizado para dosificar otros tipos de productos, pues se tomó como muestra a un producto viscoso el cual presenta problemas al momento de dosificar por la densidad que posee, pero al utilizar con sustancias líquidas este proceso se torna más fácil pues los líquidos tienden a caer por su propia gravedad.

-Se obtiene un mejor resultado al trabajar los elementos con el mismo

voltaje, en este caso 24 VDC, ya que la mayoría de instrumentos tienden a sólo utilizar este voltaje para la alimentación de los mismos.

RECOMENDACIONES

-Probar los elementos eléctricos y de control uno a uno para verificar su correcto funcionamiento antes de adaptar a la máquina.

-Revisar los puentes de las borneras y colocación de terminales, en el desarrollo de las pruebas 1 juego resultó defectuosos, y no permitía el paso de la corriente en una electroválvula lo que daba resultado de errores de la máquina.

-Cada cierto tiempo se deben ajustar la parte mecánica de los sensores, especialmente el sensor óptico porque como están en contacto con la banda puede moverse y no den la señal correcta.

-Se debe hacer un mantenimiento preventivo de limpieza de los elementos mecánicos, para que no se desgasten con mayor facilidad.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Bandas Industriales. (2014). Bandas Industriales Productos. Recuperado el 22 de Marzo de 2015, de <http://www.bandasindustriales.com/productos.html>

Budinas, R., & Nisbett, J. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley 8va Edición*. México: McGraw-Hill/Interamericana.

Colección Mi Academia. (s.f.). *Geometría*. Perú: San Marcos.

Esbelt. (2008-2009). *Bandas Transportadoras*. Recuperado el 23 de Abril de 2015, de Características técnicas: <http://pdf.directindustry.es/pdf/esbelt/bandas-transportadoras/11685-76056.html>

Manfix. (2015). *Cintas transportadoras de inspección*. Recuperado el 23 de Abril de 2015, de <http://www.manfix.es/servicio/cintas-transportadoras-de-inspeccion/>

Martín, A. (2011). *Apuntes de mecánica de fluidos*. California.

Mott, R. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*. México: Pearson.

Norton, R. L. (2011). *DISEÑO DE MÁQUINAS Un enfoque integrado*. Pearson Educacion.

University, A. I. (2007). *Tecnología de los alimentos*. Recuperado el 14 de 09 de 2013, de <http://www.aiu.edu/publications/student/spanish/TECNOLOG%C3%8DA%20DE%20LOS%20ALIMENTOS.html>

Wager, A. (s.f.). *Libro blanco-Seguridad alimentaria*. Recuperado el 23 de Marzo de 2014, de http://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/165833/White%20Paper%20-%20Food%20Safety_ES.pdf

VIII. BIOGRAFÍA



Karen Alejandra Simbaña Arévalo

(Autora), nació en la ciudad de Ibarra-Ecuador el 25 de octubre de 1990. Realizó sus estudios primarios en la escuela “Rafael Suarez Meneses”. Sus estudios secundarios los realizó en la Unidad Educativa Ibarra”. Actualmente es egresada de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, en la carrera de Ingeniería en Mecatrónica en el 2014. Actualmente trabaja en el área de soporte técnico de la empresa Saitel. Áreas de interés: Diseño mecánico, Automatización Industrial, Electricidad, y Electrónica.

karensita.sa@gmail.com