

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE TABLERO DE CONTROL ELÉCTRICO PARA MAQUINA MULTIFORMADORA # 2

Stiven de Jesús Borja Ramírez

Ingeniería Mecatrónica

Orlando Zapata Cortes

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

13/07/2017

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

Este trabajo de grado presenta el desarrollo de un tablero de control eléctrico para la maquina multiformadora # 2, en la empresa tostaditos Susanita S A. Este tablero de control debe ser diseñado desde cero, ya que el tablero actual que posee la máquina, tiene fallas eléctricas constantes las cuales significan pérdidas para la empresa, además esta nunca ha tenido una intervención preventiva la cual garantice que estas falencias en la máquina no se vuelvan a presentar, solo se aplican acciones de tipo correctivo por lo que se incide en pérdidas por los paros inesperados de producción y altos costos de repuestos, reparaciones y mano de obra.

Esta multiformadora de lengua es única en el proceso, lo cual lo hace una maquina critica, por tanto se deben evitar paros prolongados y retrasos en la producción, que se traduce finalmente como perdidas de dinero para la empresa que pueden ser significativa dependiendo de la complejidad del daño. Para evitar estos paros inesperados de maquinaria se implementa un tablero de control eléctrico con sus respectivas normas, además de implementar un formato en el cual se especifica cómo hacer el mantenimiento y datos técnicos de la máquina. Con esta implementación se observa un mejor rendimiento de la maquina debido a que se logra corregir el problema eléctrico principal evitando así los paros de maquinaria continuos. Gracias a esta implementación y a que se aumenta la frecuencia de los mantenimientos preventivos y las inspecciones de maquinaria.

Palabras clave: Maquina multiformadora de lengua, tablero de control eléctrico, fallas eléctricas, maquina crítica, inspecciones de maquinaria.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

Principalmente a Dios por haberme permitido vivir esta experiencia y bendecirme en todo momento.

Al profesor y director de esta tesis Orlando Zapata Cortes por su colaboración y ayuda técnica en este trabajo.

A la profesora Laura Inés Zapata Roldan por su constante colaboración.

A mi jefe de área en la empresa Julián Guisao por su apoyo y aporte a esta tesis.

A mis compañeros de área por siempre aportarme sus conocimientos de maquinaria.

A Camila Aponte por ayudarme y apoyarme incondicionalmente.

A mi familia por apoyarme incondicionalmente en cada paso que di a lo largo del programa ingenieril.

A todos los profesores de ingeniería mecatrónica por los conocimientos que siempre nos impartieron, a lo largo de la carrera, por habernos formado como profesionales íntegros y competentes.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

A: Ampere, flujo de carga eléctrica por unidad de tiempo

AC: Siglas en ingles que hacen referencia a la corriente alterna.

BT: Baja tensión, tensiones que están entre 50 y 1000V

CTR: Hace referencia al contactor, este es un dispositivo de control, accionado por medio de un sistema electromagnético, normalmente utilizados para protección de los motores eléctricos.

CTL: Control

CTO: Son los contactos que tienen los diferentes elementos de control y potencia que son normalmente abiertos (NO) o normalmente cerrado (NC).

MOJE: Expresión utilizada por los operarios para llamar a la masa con la que hacen el pan. Con la cantidad de mojes miden la eficiencia de la línea.

MOT: Motor, dispositivo que permite la transformación de energía eléctrica en energía mecánica, esto por medio de la rotación del eje del motor generado por un campo magnético que es inducida por la corriente.

POT: Potencia.

RETIE: Reglamento técnico para instalaciones eléctricas.

TR: Tierra, Es la protección de los elementos del tablero de control eléctrico, por convención su potencial eléctrico es igual a cero.

V: Volt, unidad para medir la tensión de determinado dispositivo eléctrico.

VFD: Variador de frecuencia, estos son dispositivos utilizados para el control de velocidad de un motor de corriente alterna.

W: Watt, velocidad con que se transfiere la energía en un segundo.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	
2.	OBJETIVOS	
2.1	Objetivo general	
2.2	Objetivos específicos	
3.	MARCO TEÓRICO.....	
4.	METODOLOGÍA	
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
6.	CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	
6.1	Conclusiones	
6.2	Recomendaciones.....	
6.3	Trabajos futuros.....	
	REFERENCIAS	
	APÉNDICE.....	

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

Con la constante necesidad de hacer las plantas industriales más productivas y competentes en el mercado, estas han optado por hacer uso de estrategias y tecnologías, las cuales garanticen un alto grado de efectividad, calidad y velocidad en sus procesos de tal forma que se generen altos volúmenes de producción y menos pérdidas por productos no conformes. Ante estas necesidades han surgido tecnologías y con estas, máquinas modernas que han dado soluciones a dichos problemas garantizando los parámetros requeridos, pero una gran solución muchas veces requiere una gran inversión, es decir el acceso económico a esta modernización tecnológica muchas veces requiere de grandes inversiones con la que muchas veces no se cuenta, es ahí donde los gerentes y jefes de áreas buscan ingenieros o practicantes con ideas innovadoras que ayuden a mejorar y modernizar tanto los procesos, como las máquinas, optimizando todos los recursos con los que se cuentan y haciendo más asequible la innovación.

Al comienzo de la experiencia empresarial dentro de la empresa Tostaditos Susanita S. A, se observa los diferentes procesos que se realizan para hacer cada producto, con el fin de detectar fallencias en las máquinas o dentro del proceso con la idea de hacer propuestas de mejoras que brinde beneficios a la empresa y permita al practicante aplicar los conceptos aprendidos durante su formación profesional. Dichos conceptos son los que le dan al estudiante la fundamentación teórica a la hora de presentar una mejora. Después de detallar cada proceso en la empresa, se observa fallencias eléctricas en la máquina multiformadora #2 dentro del proceso de lengua dulce. Es allí donde se centra este estudio y con el fin de optimizar la máquina se propone diseñar e implementar un tablero de control eléctrico y un formato de mantenimiento preventivo, de tal forma que se optimice el proceso, corrijan las fallas y modernice la máquina. Dentro de los diferentes sectores industriales el sector de alimentos es uno de los más importantes, es por ello la importancia de mantener las máquinas en óptimas condiciones de tal forma que el proceso sea continuo y llegue a la cantidad de productos requeridos.

Este trabajo de grado está organizado de la siguiente forma: en la sección [1] se hace la introducción, donde se dan ideas concretas de los diferentes aspectos que integran el trabajo, en la sección [2] están los objetivos que son las metas que se van alcanzar con la mejora, en [3] marco teórico, que es toda la teoría que fundamenta la implementación, en [4] la metodología con la que se va alcanzar los objetivos, en [5] resultados y discusión que se alcanzan, en la sección [6] están las conclusiones, recomendaciones y trabajo futuro, finalmente las referencias que apoyan esta tesis y los apéndices.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Diseñar e Implementar un tablero de control eléctrico para la maquina multiformadora # 2 en el proceso de lengua dulce.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar seguimientos continuos a la máquina para hacer un diagnóstico del estado actual de esta.
- Diseñar los planos eléctricos del tablero.
- Dimensionar gabinete eléctrico.
- Dimensionar los diferentes elementos de control y potencia que integran el gabinete eléctrico, dependiendo de la tensión y corriente que se manejen dependiendo de los actuadores.
- Implementar gabinete eléctrico en la máquina y verificar su buen funcionamiento.
- Medir rendimiento de la maquina antes y después de la implementación y compararlos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. MARCO TEÓRICO

Un tablero eléctrico es un gabinete el cual contiene en su interior diferentes elementos de control(CTL), potencia(POT), medición y protección los cuales están encargados de accionar y proteger los diferentes actuadores de la máquina.

Para diseñar un gabinete de control eléctrico es necesario conocer las normas técnicas a nivel eléctrico que existen en Colombia, de tal forma que se haga una mejora con toda la normatividad vigente. En Colombia existe la RETIE que es el reglamento técnico de instalaciones eléctricas, en este se encuentran las normas que regulan y garantizan la eficiencia, seguridad y confiabilidad en las instalaciones. A continuación se muestra las normas técnicas para gabinetes eléctricos de baja tensión y los diferentes elementos de control y potencia:

Tableros eléctricos de baja tensión

Estos gabinetes eléctricos deben ser fabricados teniendo en cuenta que las partes eléctricas peligrosas no deben de ser accesibles y las partes que se encuentren energizadas accesibles no deben generar ningún tipo de peligro a la persona que manipule la máquina, tanto en operación como en caso de falla.

- Tanto la envolvente como la tapa del tablero, debe ser construido en lamina de acero, de tal forma que pueda resistir esfuerzos de tipo eléctrico, mecánico y térmico.
- El tablero eléctrico debe ser accesible solo desde el frente, debe ser fabricado en lámina de acero de espesor de 0,9mm para tableros hasta de 12 circuitos y en lámina de acero de espesor de 1,2mm para tableros desde 13 hasta 42 circuitos. (Retie, 2013)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Partes conductoras de corriente para tableros de baja tensión: las partes conductoras de corriente del tablero eléctrico deben cumplir los siguientes requisitos:

- Las partes conductoras de corriente deben ser construidas en plata, aleación de plata, cobre, aleación de cobre, aluminio u otro metal que se comprobable su uso para esta aplicación, no se debe utilizar metales como el hierro o el acero en una parte donde se debe conducir corriente.
- Para asegurar los conectores a presión se deben utilizar tornillo y tuercas de acero con revestimiento de tal forma que sean resistentes a la corrosión, el cobre y el latón no son aceptables para recubrir tornillos de soporte. Toda terminal debe llevar tornillos de soporte de acero en conexión con una placa terminal no ferrosa.
- La capacidad de corriente de los barrajes de fase no debe ser menor que la proyectada para los conductores del alimentador del tablero. Todos los barrajes, incluido el neutro y la tierra (TR) se deben de montar sobre aisladores.
- La disposición de las fases de los barraje en los tableros trifásicos debe ser A, B, C tomada desde el frente hasta la parte posterior. Vista desde el frente del tablero.
- Las partes externas del panel deben ser puestas sólidamente a tierra mediante
- Todos los elementos internos que soportan equipos eléctricos deben estar en condiciones de resistir los esfuerzos electrodinámicos producidos por las corrientes de falla del sistema. Las dimensiones, encerramientos y barreras deben permitir espacio suficiente para alojamiento de los terminales y curvaturas de los cables.
- Las partes fabricadas con materiales aislantes deben ser resistentes al calor, al fuego y a la aparición de caminos de fuga. La puerta o barrera que cubre los interruptores automáticos debe permitir su desmonte) solamente mediante el uso de una herramienta, puesto que su retiro deja componentes energizados al alcance (contacto directo). (Retie, 2013)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Terminales de alambrado: Las terminales para alambrear deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Cada conductor que se instale en el tablero, debe conectarse mediante terminal que puede ser a presión o de sujeción por tornillo.
- Se permiten conexiones en tableros mediante el sistema de peine, tanto para la parte de potencia como para la de control, siempre y cuando los conductores y aislamientos cumplan con los requisitos establecidos en el presente reglamento.
- Cada circuito de derivación debe disponer de un terminal de salida para la conexión de los conductores de neutro o tierra requeridos.
- El tablero debe proveerse con barrajes aislados para los conductores de neutro y puesta a tierra aislada, tanto del circuito alimentador como de los circuitos derivados y solo en el tablero principal, se debe instalar el puente equipotencial principal.
- El alambrado del tablero debe cumplir el código de colores establecido en el presente reglamento. (Retie, 2013)

Rotulado e instructivos: El gabinete eléctrico debe tener adheridas algunas de las siguientes etiquetas.

- Tensión(es) nominal(es) de operación.
- Corriente nominal de alimentación.
- Número de fases.
- Número de hilos (incluyendo tierras y neutros)
- Razón social o marca registrada del productor, comercializador o importador
- El símbolo de riesgo eléctrico. (Retie, 2013)

Celdas de media tensión: Las celdas de media tensión, deben cumplir los requisitos de una norma técnica internacional, tal como IEC 62271-1, IEC 62271-200, IEC 60695-11-10 de reconocimiento internacional, tales como la UL 347, UL94, ANSI- IEEE C37, NTC 3309 o NTC 3274 (Retie, 2013).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Cabe resaltar que el fabricante del tablero debe suministrar al usuario, planos eléctricos, donde se especifiquen y se muestren los elementos que integran el gabinete, el tipo de ambiente para el que fue diseñado, la forma de operarlo y el mantenimiento que se le debe hacer.

Esta información fue tomada del reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) del año 2013 que es la última versión y estas fueron las que se tuvieron en cuenta para el diseño e implementación del gabinete eléctrico en la multiformadora # 2.

Los elementos de control y potencia eléctrica son dispositivos vitales para el accionamiento de los diferentes sistemas como mecánico, eléctrico o neumático que integran las maquinas, por eso después de conocer la normativa eléctrica para el tablero, se habla de cada uno de estos elementos a continuación:

- **Breaker:** Dispositivo el cual es utilizado como elemento principal del tablero eléctrico, este recibe la carga directamente desde la acometida y su función es proteger los demás dispositivos en caso de una sobrecarga. Para información técnica, verificar el **apéndice A**.



Figura 1. Breaker o disyuntor electromagnético

En la **Figura 1**, se aprecia el breaker o disyuntor, cuando existe una corriente eléctrica que sobrepase el valor nominal de este elemento, el automáticamente se abre impidiendo el paso de corriente y protegiendo la maquina o sistema.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- **Pulsadores:** Elementos eléctricos utilizados para accionar y desactivar los movimientos de la máquina, estos tienen unos bloques con contactos que son normalmente abiertos (NO) o normalmente cerrados (NC). Para información técnica, verificar el **apéndice B**.



Figura 2. Pulsadores

En la **Figura 2**, se aprecian dichos pulsadores, estos son implementados en la parte de control para hacer la lógica correspondiente de activación o desactivación de los diferentes actuadores.

- **Pilotos:** Elementos utilizados para indicar los estado de la maquina estos normalmente son verdes para indicar marcha o rojos en caso de falla, en la **Figura 3** apreciamos uno de estos. Para información técnica, verificar el **apéndice C**.



Figura 3. Piloto chint. Imagen tomada de (Contreras & Sánchez, 2010).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- **Contactores(Ctr):** Dispositivo el cual es accionado por medio de interacción electromagnética, mediante una bobina que al permitir la circulación de corriente por esta, genera un campo magnético el cual cierra sus contactos. Para información técnica, verificar el **apéndice D**.



Figura 4. Contactor Schneider

En la **Figura 4** se ilustra el contactor, hay que tener en cuenta que para hacer una correcta selección hay que tener en cuenta factores como:

- Tensión y corriente del motor
- Cantidad de accionamientos
- Tipo de conexión y arranque del motor
- Tipo de accionamiento de la bobina (PLC o pulsadores)
- Si va hacer utilizado solo para potencia o control o para ambos casos.
- **Contacto auxiliar:** Estos son bloques que normalmente se le adaptan encima al contactor cuando ya se han utilizado todos los contactos de este, de tal forma que se puedan accionar más dispositivos dentro del tablero. Para información técnica, verificar el **apéndice E**.



Figura 5. Bloque auxiliar

En la **Figura 5**, se ilustra un bloque auxiliar con 1 contacto NC y NO, pero estos también vienen en presentación de 2 contactos NC y NO, en caso de que sea

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

necesario accionar más dispositivos de manera simultánea cuando se accione el contactor.

- **Finales de carrera:** Elementos de control utilizados para activar o desactivar los actuadores. Para información técnica, verificar el **apéndice F**.



Figura 6. Final de carrera telemecanique

En la **Figura 6**, se aprecia uno de estos elementos, estos también vienen con contactos abiertos o cerrados, se utilizan los que se necesitan según la necesidad.

- **Motores (MOT):** Elementos eléctricos encargados de convertir energía eléctrica en mecánica, estos se conocen como actuadores porque son los que se encargan normalmente de los diferentes movimientos que hacen las maquinas.



Figura 7. Motor trifásico

En la **Figura 7**, se aprecia un motor eléctrico, hay que recordar que estos elementos tienen un tipo de conexión dependiendo de la tensión y la corriente que se maneje en el sistema.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Relés:** Los relés son dispositivos electromagnéticos, que están formados básicamente por un electroimán (barra de hierro dulce) que es conocido como núcleo, este es rodeado por una bobina de cobre que al inducirle corriente produce un campo magnético al núcleo, y este permite la conmutación de una serie de contactos(CTO) que se encuentran abiertos o cerrados (Contreras & Sánchez, 2010). Para información técnica, verificar el **apéndice G**.



Figura 8. Relé electromecánico. Imagen tomada de (Cardozo Galvis, 2011)

En la **Figura 8**, se aprecia este dispositivo, el relé brinda una ventaja esencial a la hora de implementar un tablero de control, esta radica en que gracias a la separación eléctrica que existe entre la corriente que acciona la bobina y la corriente de los contactos, se puede trabajar con altas tensiones y corrientes, aunque se tenga tensiones pequeñas en la bobina. Gracias a esta virtud que posee este tipo de relés, hace de este dispositivo esencial en un tablero de control.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- **Relés Térmicos:** Son dispositivos que se emplean para proteger los actuadores eléctricos, tales como motores AC contra sobrecargas que generan altas temperaturas que afectan el funcionamiento de estos, de tal forma que cuando se eleva la temperatura sus contactos auxiliares se desenergicen e impidan daños mayores en el sistema (Armijo & Moyolema, 2011). Para información técnica, verificar el **apéndice H**.



Figura 9. Relé Térmico Schneider

En la **Figura 9**, se aprecia un relé térmico, estos son elementos que poseen características singulares tales como:

- Permite prolongar la vida útil de los motores, impidiendo que estos trabajen en condiciones de calentamiento.
- Impide el paro de maquinaria por daño en las bobinas de los motores.
- Permite arrancar de forma manual el motor después de un disparo, con tan solo presionar el botón reset.
- Poseen contactos auxiliares que permiten maniobrar demás dispositivos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Riel omega:** Es una barra de metal utilizada para el montaje de los dispositivos eléctricos que integran el tablero, esto se hace con el ánimo de darle orden al gabinete y no dejar elementos volátiles o a la intemperie. En la **Figura 10**, se ilustra uno de estos



Figura 10. Riel omega. Imagen tomada de (Contreras & Sánchez, 2010).

- Canaleta PVC:** Cuando se realiza una implementación de un gabinete eléctrico, siempre es necesario darle orden a este de tal forma que no queden cables sueltos o expuestos al ambiente, por tal razón es que existen estos elementos que permiten mantener el cable dentro de este de tal forma le de orden al tablero y proteja el cable.



Figura 11. Canaleta PVC. Imagen tomada de (Contreras & Sánchez, 2010).

En la **Figura 11**, se aprecia una canaleta, hay que recordar que esta se construye en material aislante evitando así que ocurran cortos o daños en los cables y proporciona un gran orden al tablero eléctrico.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- **Variador de frecuencia (VFD):** Es una serie de dispositivos electrónicos, que permiten controlar la velocidad de los motores de corriente alterna, esto se hace por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.



Figura 12. Variador telemecanique

En la **Figura 12**, apreciamos un variador de frecuencia este brinda una cantidad de ventajas que se describen a continuación:

- Protección del motor contra sobrecargas o fallas mecánicas, porque este internamente permite modificar parámetros fundamentales que ayudan a prolongar la vida útil.
- Reducir costos por minimización del consumo energético
- Mejorar la productividad del proceso debido a que se puede aumentar la velocidad sin ocasionar algún tipo de daño.
- Permite la interacción con dispositivos de control como los controladores lógicos programable PLC.
- Permite realizar lazos de control gracias a que cuenta con parámetros de diferentes controladores como on off y pid.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- **Parámetros variador:** Para la programación de los variadores de velocidad es necesario conocer los significados de cada parámetro, de tal forma que se puedan ingresar en este todos los datos del motor y no generar fallas.

Función	Código	Ajuste de fábrica
Visualización	—	— con el motor parado, frecuencia del motor (por ejemplo, 50 Hz) con el motor en marcha
Frecuencia del motor	bFr	50 Hz
Tipo de relación tensión / frecuencia	UFt	—: control vectorial del flujo sin sensor para aplicaciones de par constante
Modo de paro normal	Stt	5 t —: paro normal en la rampa de desaceleración
Modo de paro en caso de una falla	EPL	— E 5: parada libre
Rampas lineales	ACC, dEC	3 segundos
Velocidad baja	LSP	0 Hz
Velocidad alta	HSP	50 Hz
Ganancia de bucle de frecuencia	FLG, StA	Estándar
Corriente térmica del motor	Ith	Corriente nominal del motor (el valor depende del valor nominal del variador)
Frenado por inyección de --- (c.d.)	SdC	0,7 x la corriente nominal del variador de velocidad durante ½ segundo
Adaptación de la rampa de desaceleración	brA	— E 5: adaptación automática de la rampa de desaceleración en caso de que se produzca una sobretensión durante el frenado
Rearranque automático	Atr	— D: sin rearranque automático después de una falla
Frecuencia de conmutación	SFr	4 kHz
Entradas lógicas	LI1, LI2	Control de detección de transición de 2 hilos LI1 = adelante, LI2 = atrás. No asignado en los variadores ATV31-----A ¹
	LI3, LI4	4 velocidades preseleccionadas: velocidad 1 = referencia de velocidad o LSP (consulte la página 120) velocidad 2 = 10 Hz velocidad 3 = 15 Hz velocidad 4 = 20 Hz
	LI5, LI6	No asignadas
Entradas analógicas	AI1	Referencia de velocidad de 0 a 10 V. No asignada en los variadores ATV31-----A ¹ .
	AI2	Entrada de las referencias de velocidad sumadas: 0 ±10 V
	AI3	4 a 20 mA, no asignada
Relés	R1	El contacto se abre en caso de que se produzca una falla o si se desconecta la alimentación del variador.
	R2	No asignada
Salida analógica	AOC	0 a 20 mA, no asignada

Figura 13. Parámetros variador altivar. Tomado de (manual altivar 31,2004)

En la **Figura 13**, se observa los diferentes parámetros para configurar los datos de motor entre estos encontramos datos como tensión nominal, corriente nominal, revoluciones por minuto y caballos de fuerza. Este también permite modificar otros parámetros como la velocidad de tal forma que se ajuste al proceso y mantenga el motor en buen estado. Para mayor información de este variador, mirar **apéndice I** donde se muestra el manual y la programación de este.

- **Símbolos eléctricos:** Son una representación gráfica utilizada para interpretar planos eléctricos y tener una idea clara y concisa del funcionamiento de la maquina o proceso.

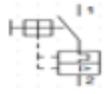
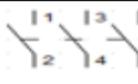
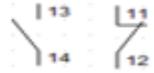
Símbolos eléctricos	
Elemento	Símbolo
Breaker	
Contactador	
Relé Térmico	
Motor trifásico	
Bobina	
Piloto	
Contacto NO y NC	

Tabla 1. Simbología eléctrica

En la **Tabla 1**, se observa la representación gráfica de los diferentes elementos eléctricos que integran el tablero eléctrico, este permite diseñar planos de tal forma que se haga uso correcto de todos los elementos que deben integrar un plano.

Esta es toda la información necesaria para llevar a cabo la mejora a la maquina multiformadora # 2, es de vital importancia conocer toda la teoría que se tiene

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

para llevar una mejora ya que con esta se tiene fundamento y respaldo para hacer una implementación benéfica.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. METODOLOGÍA

Para diseñar e implementar un tablero de control eléctrico es necesario inicialmente, realizar una investigación donde se evidencien casos de éxito en este mismo tema, es decir se debe realizar una revisión en bases de datos que permita, seleccionar la información más importante en el tema de implementación de gabinetes eléctricos para máquinas, en la industria de alimentos y a partir de esto realizar una serie de actividades coherentes que permitan alcanzar dicha meta. Con las funciones delegadas por el jefe de mantenimiento, se desprendieron otra serie de actividades las cuales eran necesarias para realizar la mejora de la máquina y aportar beneficios a la empresa. Después de hacer la investigación se procede de la siguiente forma:

- Tener un conocimiento total de máquina, en otras palabras es conocer los diferentes sistemas que la integran y de cómo funcionan en conjunto esto con el fin de hacer un diagnóstico del estado actual de la diferentes piezas y fallas principales de esta. Esto se realiza con la idea de tener un buen conocimiento de la máquina y en base a este hacer una justificación con argumentos válidos para realizar mejora.
- Conocer los datos productivos y de mantenimiento de la maquina tales como cantidad de producción, horas de trabajo diarias, fallas más concurrentes y cómo se han corregido.
- Llevar registros claros y aportantes, donde se evidencien datos importantes como paros de máquina, tiempos de mantenimiento entre otros, de tal forma que se tenga una idea clara y concisa del estado y las actividades que se le han programado a la máquina.
- Crear los formatos necesarios que permitan tener mejor orden y control de las actividades que se le realizan a la máquina.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Hacer el diseño del plano eléctrico de la máquina.
- Medir tensión y la cantidad de amperios que consumen los actuadores de la máquina.
- Dimensionar los diferentes elementos de control y potencia de la máquina.
- Implementar el tablero de control y observar su comportamiento.
- Medir la eficiencia actual de la maquina con la implementación.
- Inspección continua de la máquina.
- Formato de mantenimiento preventivo donde se especifiquen las fallas que se pueden presentar y datos técnicos de la máquina.

Esta son las actividades metodológicas propuestas e implementadas, estas fueron realizadas durante toda la experiencia profesional y las que permitieron aportar la mejora a este proceso en la empresa tostaditos Susanita.

Recursos Humanos

Para la ejecución de este proyecto se cuenta con el apoyo de:

Edward Mejía	Jefe departamento Producción
Julián Andrés Guisao Osorio	Jefe departamento de mantenimiento
Lacides Alfonso Díaz Montaña	Auxiliar mantenimiento
Juan Gonzalo Arredondo Sosa	Auxiliar mantenimiento

Estas personas mencionadas anteriormente fueron los que ayudaron y dieron el visto bueno de la implementación, sin embargo falta incluir los operarios de la máquina y del proceso porque son ellos los que trabajan con esta, detectan fallas y aportan desde lo que ven y consideran por eso es de vital importancia tener en cuenta las opiniones de estas personas.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Recursos Materiales

Para realizar esta implementación las herramientas principales que se utilizaron fueron los datos que se recogieron a lo largo de la práctica, que permitían dar un diagnóstico del estado de la máquina, teniendo en cuenta los paros de maquinaria, las fallas más frecuentes, los elementos que más se dañan entre otros.

Gracias a las funciones delegadas por el jefe de producción, se pudo hacer seguimientos detallados a la totalidad de las máquinas de la empresa, visualizando con esto características importantes tales como: las maquinas más críticas, las que se dañan con más frecuencia y las fallas más concurrentes y como estas afectan a los diferentes procesos y productos. Con estos datos ya claros se tiene una visión global del comportamiento de la empresa y se tienen argumentos sólidos para hacer una intervención o mejora, porque se detectan diferentes tipos de problemas que afectan de manera directa el proceso.

Durante el primer mes dentro de la empresa, se detecta un problema a nivel general y es respecto a la información de la maquinaria, debido a que se encuentra que el formato donde se documentan las actividades realizadas por el personal de mantenimiento que no está debidamente diligenciado, ya que en algunos meses falta información de las intervenciones realizadas, esto ocurre básicamente porque no se tiene un jefe de área el cual se encargue de hacer el seguimiento como corresponde.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

	MANTENIMIENTO PREVENTIVO - CORRECTIVO DE LOS EQUIPOS	FORMATO F- MT- 017 VERSION 3	
FECHA (DD/MM/AAAA) : <input type="text"/> EQUIPO: <input type="text"/>	ADVERTENCIA DESENERGIZAR EL EQUIPO ANTES DE INSPECCIONAR		<input type="text"/> CAMPOS PARA DILIGENCIAR
CORRECTIVO PREVENTIVO <input type="text"/>			CONSECUTIVO <input type="text" value="714"/>
SISTEMA MECANICO	CUMPLE	OBSERVACIONES	
REVISION TRANSMISION	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
REVISION LUBRICANTE	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
REVISION RODAMIENTOS	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
AJUSTE MECANICO	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
LIMPIEZA GENERAL	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
SISTEMA ELECTRICO	CUMPLE	OBSERVACIONES	
REVISION CABLEADO Y CONTROL	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
REVISION MOTOR	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
REVISION TARJETA ELEC.	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
SISTEMA GAS	CUMPLE	OBSERVACIONES	
CAMBIO BOQUILLA	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
CALIBRACION	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
QUEMADOR	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
LIMPIEZA GENERAL	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
OBSERVACIONES : <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>			
REALIZÓ: <input type="text"/>			

Figura 14. Formato de mantenimiento preventivo y correctivo. (Tostaditos Susanita, 2016)

La **Figura 14**, es donde los auxiliares de mantenimiento deben de consolidar la información de las actividades realizadas correspondientes a las máquinas de tal forma que quede la información debidamente documentada para saber datos importantes como daños más incidentes y máquina que se le hace más intervenciones, esta tabla tiene datos como tipo de acción preventiva o correctiva y cual sistema mecánico, eléctrico o gas fue intervenido.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

HA (DD/MM/A)	EQUIPO:	CORREC	PREVENT	REVISION TRANS	REVISION LUBR	REVISION RODAM
22/01/2016	MULTIFORMADORA #2	X		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
26/01/2016	GRISIERA	X		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
25/01/2016	CAMARA FERMENTACION # 1		X	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
29/01/2016	HORNO CARVI #1		X	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
28/01/2016	HORNO CARVI #2		X	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
5/07/2015	HORNO TROPIC # 3		X	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
25/01/2016	HORNO TROPIC # 4		X	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
23/01/2016	HORNO TROPIC # 5		X	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
23/01/2016	HORNO TROPIC #6		X	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
23/01/2016	RECORD #1	X		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
22/01/2016	ASPIRADORA PEQUEÑA		X	N/A	N/A	N/A
27/07/2015	CILINDRO LICHE #1		X	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
20/01/2016	MOJADORA DE GALLETAS		X	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
19/01/2016	EMPACADORA TME	X		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
18/01/2016	MAQUINA GALLETAS 2	X		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
20/01/2016	MULTIFORMADORA #2	X		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
19/01/2016	HORNO EUDES#9	X		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
16/01/2016	ATADORA	X		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
13/01/2016	MULTIFORMADORA #1	X		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
4/08/2016	MULTIFORMADORA #2	X		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
5/01/2016	SELLADORA CONTINUA #1	X		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
4/01/2016	HORNO EUDES#9	X		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
6/01/2016	HORNO EUDES#9	X		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
7/01/2016	CILINDRO LICHE #3	X		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
7/01/2016	CILINDRO LICHE #3	X		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
7/01/2016	COMPRESOR # 1	X		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
7/01/2016	HORNO TROPIC # 5	X		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Figura 15. Información consolidada mantenimientos realizados. (Tostaditos Susanita, 2016)

La **Figura 15**, es donde se almacena la información después de haber diligenciado la **Figura 14**, en esta se alcanza a percibir la falta de información de los meses de febrero y marzo del 2016, solo se tiene la información del mes de enero y poca del año 2015, siendo este un primer problema al iniciar las practicas, debido a que no hay un historial de las maquinas debidamente llevado. Esto se debe a que los 2 auxiliares de mantenimiento de la planta desconocen la importancia de la documentación y muchas veces se dedicaban a solo intervenir las máquinas y dejaban de lado esta gestión.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Con este primer problema ya detectado se empieza a documentar debidamente la información de tal forma que se tenga una base de datos clara y concisa, respecto al diagnóstico de las maquinas con el fin de identificar problemas y justificar implementaciones o mejoras. A los 3 meses de la experiencia nombran un jefe de mantenimiento, al cual se le hace entrega de la información y con esta se le exponen las siguientes problemáticas encontradas en el área de producción en la línea de lengua, la maquina multiformadora # 2.

FECHA	EQUIPO	TIPO DE ACCION	OBSERVACIONES GENERALES	REALIZO
23/06/2016	MULTIFORMADORA # 2	CORRECTIVA	Motor quemado	Lacides Díaz
13/06/2016	MULTIFORMADORA # 2	CORRECTIVA	Cable sulfatado	Daniel Zuleta
6/06/2016	MULTIFORMADORA # 2	CORRECTIVA	Cambio de contactor	Juan Gonzalo
11/05/2016	MULTIFORMADORA # 2	CORRECTIVA	Bornes quemados	Juan Gonzalo
7/05/2016	MULTIFORMADORA # 2	CORRECTIVA	Cable de potencia sin continuidad	Daniel Zuleta
1/05/2016	MULTIFORMADORA # 2	CORRECTIVA	Corto eléctrico	Daniel Zuleta
13/04/2016	MULTIFORMADORA # 2	CORRECTIVA	Cable sulfatado	Juan Gonzalo
8/04/2016	MULTIFORMADORA # 2	CORRECTIVA	Cambio de motor	Juan Gonzalo
30/04/2016	MULTIFORMADORA # 2	CORRECTIVA	Cambio de cadena	Daniel Zuleta
13/4/2016	MULTIFORMADORA # 2	CORRECTIVA	Cambio de piñón	Daniel Zuleta

Tabla 2. Acciones correctivas maquina multiformadora # 2. (Tostaditos Susanita, 2016)

En la **Tabla 2**, se describen las problemáticas principales de la máquina que ocasionaban la intervención de tipo correctivo. Las fallas principales se dan a nivel mecánico y eléctrico, pero se da más que todo en la parte eléctrica es aquí donde está la falla principal porque en 3 meses se encuentran 2 motores quemados y otras falencias de este mismo tipo que ocasionan un retraso a nivel general, porque al parar este proceso se paran otros que dependen de este.

PROMEDIO MOJES PROGRAMADOS MULTIFORMADORA # 2								
SEMANAS	ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO	
	MOJES PROGRAMADOS	MOJES LOGRADOS						
1	23	15	21	19	22	18	22	19
2	21	18	22	20	21	17	21	17
3	22	19	23	18	22	18	22	19
4	22	19	22	19	23	16	23	17
PROMEDIO	22	17.5	22	19	22	17.5	22	18

Tabla 3. Mojes programados vs mojes logrados

En la **Tabla 3**, se muestran los mojes programados contra los mojes logrados donde se evalúa durante los 4 primeros meses desde la entrada del practicante, el rendimiento de la maquina por semana. Después se hace un promedio donde se evalúan las metas por mes observando notoriamente falencias en la máquina.

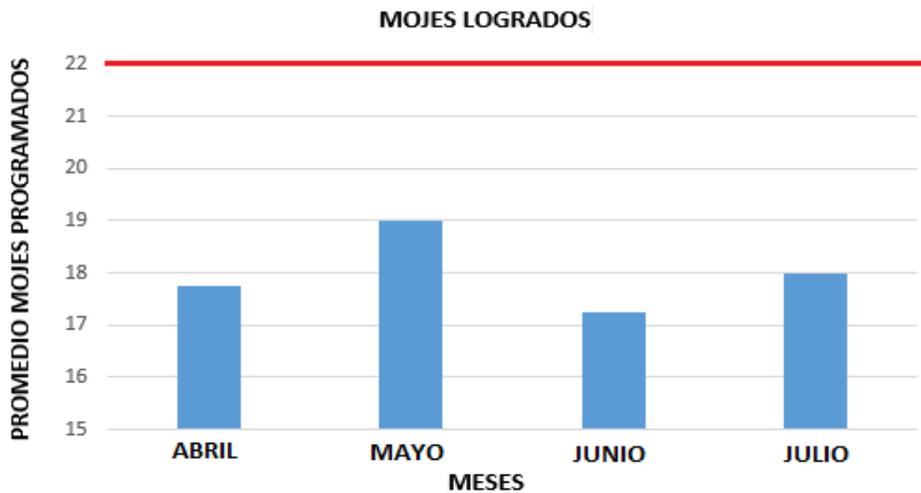


Figura 16. Producción multiformadora #2

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

En la **Figura 16**, se grafican los promedios de todo el mes de lo mojes logrados comparándolo respecto a la meta que es la línea roja superior, evidenciado con este el déficit que existe en esta línea de producción ocasionado por la máquina, esto debido a que no se llega a la meta de mojes denotado con la línea roja.



Figura 17. Tablero eléctrico actual

En la **Figura 17**, se muestra el tablero eléctrico que tenía la maquina al inicio de las practicas, el cual se intervenía continuamente por las constantes falencias a nivel eléctrico, lo que ocasionaba perdidas por costos de repuestos en componentes eléctricos como motores, cables, contactores y retrasos de producción. En la **Figura 17**, también se alcanza a percibir cables sulfatados, elementos que no son del tablero como el balasto además de estar muy desorganizado y no poseer ningún tipo de norma para cablear, lo que genera incidencia en daños y hace muy compleja la detección de fallas. Ya con estos datos claros se procede a seleccionar los programas que ayudaran hacer una implementación certera y eficaz. Los softwares que se utilizan para realizar los planos de la máquina es cadesimu y proteus estos son programas libres que permite realizar y simular planos eléctricos de tal forma que se eviten implementaciones erróneas, también se utiliza la pinza amperimetrica para medir la tensión y la corriente de los motores que accionan los diferentes mecanismos de la máquina, y con esto hacer uso de internet

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

donde se buscan datos técnicos de los elementos de control y potencia necesarios que se ajusten a la implementación que se quiere hacer.

Recursos Económicos o Financieros

Para la implementación de este proyecto se tiene una cotización por parte del practicante, pero con el paso de los días se encuentran elementos eléctricos de control y potencia que pueden ser reutilizados de otras máquinas que fueron desarmadas o deshechas por la falta de uso y se ajustan perfectamente a la necesidad actual, haciendo así la implementación más factible y generando un ahorro en esta parte. Los pocos gastos que hubieron para esta implementación fueron asumidas por el área de mantenimiento.

MATERIALES TABLERO ELECTRICO MULTIFORMADORA # 2			
MATERIAL	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
Contactador Lc1d09-220Vac	2	98000	196000
Variador de frecuencia 220Vac-0.5hp	1	244000	244000
Breaker tripolar para riel omega 220Vac-16A	1	70000	70000
Pulsadores Nc-No	4	36000	144000
Pilotos Verdes	2	9000	18000
Pilotos Rojos	2	9000	18000
Riel omega	3 mts	15000	45000
Canaleta de PVC 40*60	3mts	9000	27000
Relé térmico de (1-5)A	2	100000	200000
Gabinete de control (400*300*200)mm	1	115000	115000
Cable calibre 16	8 mts	6250	50000
Marcaciones	1	20000	20000
Terminales en U y O	1	30000	30000
Total			1177000

Tabla 4. Cotización elementos de control y potencia

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

En la **Tabla 4**, se describen los elementos eléctricos y referencias para llevar a cabo la mejora de la multifarmadora # 2, el total es 1.177.000, pero la mayoría de elementos se encuentran en proyectos anteriores ya deshechos, por ende hace mucho más factible la implementación, cabe resaltar que se verifica el buen estado de cada uno de estos, para evitar fallas en la implementación. Finalmente la inversión que se termina haciendo es de 100.000, que es del cable, las marcaciones y las terminales.

Cronograma de Actividades

En la siguiente tabla se muestra las actividades realizadas durante la experiencia profesional y el tiempo que gastado para ejecutar cada una de estas.

	Abril					Mayo					Junio				Julio				Agosto					Septiembre				Octubre				Noviembre					Diciembre				Enero					Febrero																		
Actividades	Semanas					Semanas					Semanas				Semanas				Semanas					Semanas				Semanas					Semanas				Semanas					Semanas																						
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4											
Identificar la multiformadora de lengua sus diferentes partes mecánicas y eléctricas y detectar el problema actual.																																																																
Definir el objetivo general y los específicos del proyecto.																																																																
Investigar en bases de datos, proyectos similares en donde se evidencie, casos de éxitos y dificultades en implementación.																																																																
Tomar datos del comportamiento actual de la máquina.																																																																
Identificar falencias eléctricas o mecánicas y proponer soluciones.																																																																
Selección de los elementos del proyecto.																																																																

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ultimo las actividades de color morado son actividades anuales donde se programa el cambio de piezas, esto se hace basado en la vida útil de cada elemento o pieza que integra la maquina o en el nivel de desgaste que tenga la pieza. Cabe resaltar que estas actividades son acumulativas es decir el día que se realice la actividad anual se deben de hacer la mensual, quincenal y semanal de tal forma que se mantenga la maquina en óptimas condiciones.

Después de haber actualizado el cronograma y documentar la información del departamento de mantenimiento, se empieza a tomar datos de la mejora que se quiere realizar a la multiformadora # 2, inicialmente se miran las placas de los 3 motores y sus datos nominales.



Figura 19. Placas de los motores de la maquina

En la **Figura 19**, se observan las 3 placas de los motores que integran la máquina, de estas se toman los datos como corriente, tensión, rpm y tipo de conexión que tenga, esto se hace con el fin de dimensionar los elementos necesarios para la implementación.

DATOS MULTIFORMADORA # 2				
Motores	Valores teóricos		Valores medidos	
	Tensión(V)	Corriente(A)	Tensión(V)	Corriente(A)
Motor 1	220	1,45	210	1
Motor 2	220	4,27	210	3,5
Motor 3	220	3,8	210	2,5

Tabla 6. Datos teóricos y medidos

En la **Tabla 6**, se observan tanto los datos teóricos tomados de la placa de los motores y adicional a esto con ayuda de la pinza amperimetrica se miden la tensión y la corriente esto se hace con el fin de confrontar datos y hacer una implementación certera.

Después se hicieron planos eléctricos con el software cadesimu, que permitió diseñar y simular el diagrama de control y potencia, de tal forma que se hiciera una implementación efectiva, sin ningún tipo de falencia.

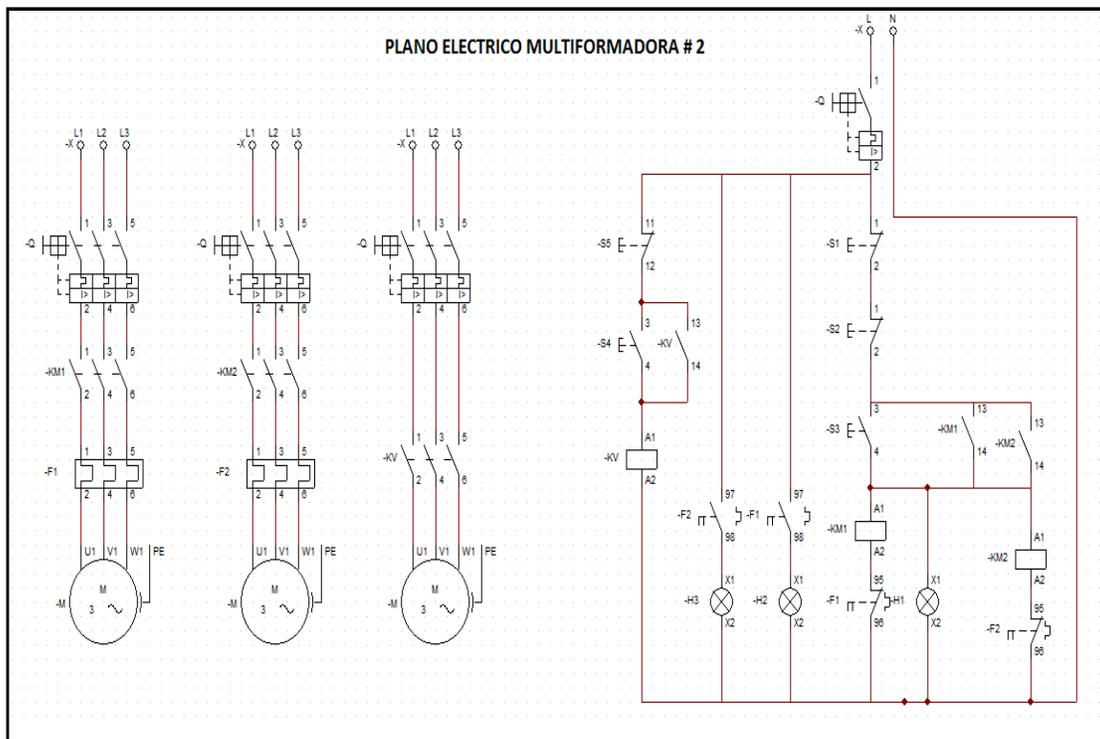


Figura 20. Plano eléctrico implementación

En la **Figura 20**, se observa el plano eléctrico que se implementa con su respectiva representación simbólica de los diferentes elementos que integran esta mejora. Este software brinda gran facilidad porque en caso de algún corto o fallos en el circuito este programa indica la falencia, esto es de gran ayuda ya que evita que se lleven errores a la hora de hacer la implementación física.

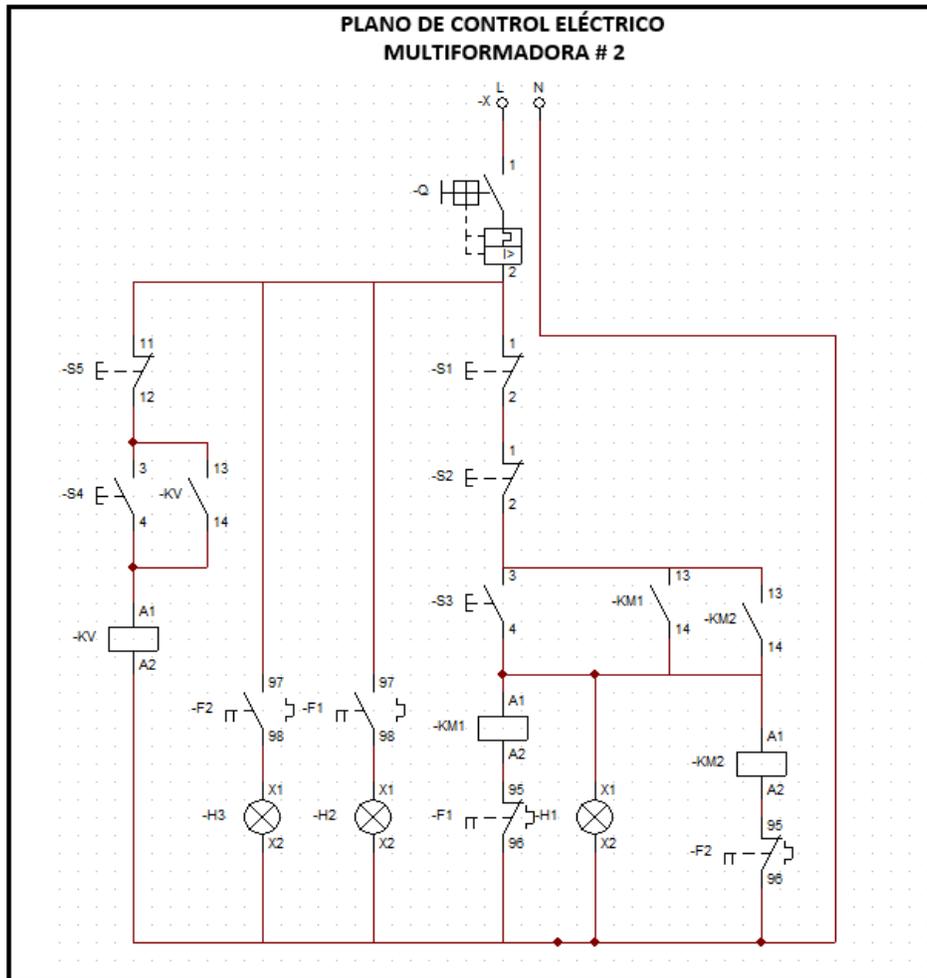


Figura 21. Diagrama de control

En la **Figura 21**, se muestra de forma específica la parte de control que integra la maquina con la implementación, en esta se encuentra elementos tales como pilotos, contacto NC o NO, retenciones y contactos en los Contactores, breaker para la parte de control y relé térmico.

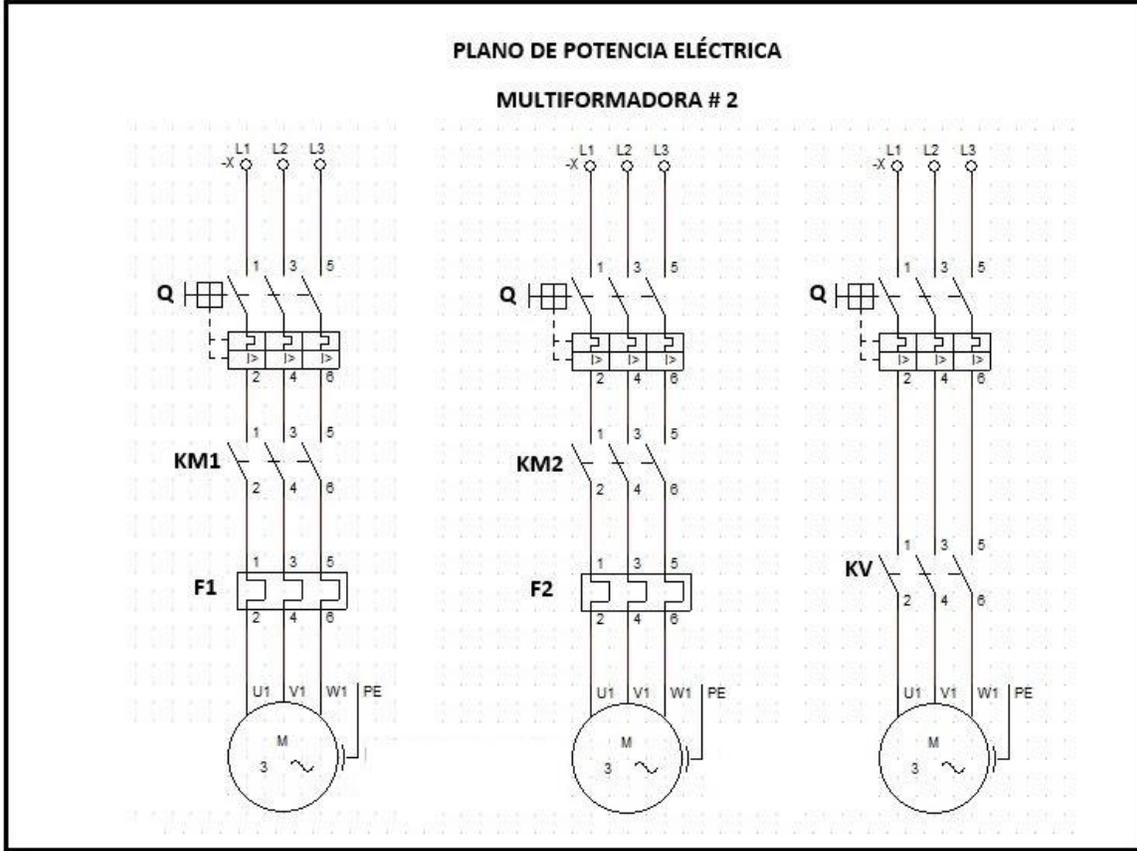


Figura 22. Esquema de potencia

En la **Figura 22**, se muestra de forma específica la parte de potencia que integra la maquina con la implementación, en esta se encuentra elementos tales como motores, relés térmicos, breaker de potencia y contactores.

Después de observar, medir y diseñar se procede hacer una selección detallada de los elementos necesarios para la implementación, los cuales se describen a continuación:

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

MATERIALES TABLERO ELÉCTRICO MULTIFORMADORA # 2	
MATERIAL	CANTIDAD
Contactador Lc1d09-220Vac	2
Variador de frecuencia 220Vac-0.5hp	1
Breaker tripolar para riel omega 220Vac-16A	1
Pulsadores Nc-No	4
Pilotos Verdes	2
Pilotos Rojos	2
Riel omega	3 mts
Canaleta de PVC 40*60	3mts
Relé térmico de (1-5)A	2
Gabinete de control (400*300*200)mm	1
Cable calibre 16	8 mts
Marcaciones	1
Terminales en U y O	1

Tabla 7. Elementos implementación

En la **Tabla 7**, se muestra los elementos de control y potencia para hacer esta mejora, especificando la referencia y cantidad basado en los datos que se habían tomado con anterioridad. Ya con estos elementos definidos, se procede hacer la implementación del gabinete con la respectiva normatividad que corresponde.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 23. Antes y después de la implementación

En la **Figura 23**, se muestra el antes y el después de la implementación del gabinete eléctrico donde se corrigieron todas las fallas y se verificó el buen funcionamiento de todos sus respectivos elementos eléctricos, con la máquina en funcionamiento.



Figura 24. Variador telemecanique altivar 31

En la **Figura 24**, se muestra el variador de frecuencia que se implementó, se decide implementar un variador en vez de un contactor porque el motor de la bola giratoria, trabaja a toda velocidad lo cual es ineficiente porque se desperdicia el azúcar que le echan a la lengua dulce, en cambio con el variador de frecuencia se puede modificar varios

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

parámetros tales como tiempos de aceleración y las velocidades lo que permitía optimizar el proceso y evitar el desperdicio.



Figura 25. Bola giratoria

En la **Figura 25**, se muestra la bola giratoria a la cual se le hizo la implementación del variador de frecuencia para evitar el desperdicio. Básicamente la bola esta al final de la multiformadora y rota continuamente con ayuda de un motoreductor con el fin de que las operarias y el proceso en general sea continuo.



Figura 26. Transmisión mecánica

En la **Figura 26**, se aprecia la transmisión principal de la máquina y se señala el piñón que recibe el movimiento del motor. En esta parte se verifico que el arranque del motor no ocasionara ningún tipo de daño en la transmisión mecánica y también se observó que la transmisión no le generara algún tipo de sobrecarga que genere que el motor se quemara.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

La mejora que se logró en esta parte mecánica fue con el cronograma al aumentar las actividades de inspección y mantenimiento preventivo, lo que también ayudo a mejorar notablemente la eficiencia de la máquina.



Figura 27. Gabinete eléctrico implementado

En la **Figura 27**, se muestra el gabinete eléctrico el cual contiene los dispositivos eléctricos que accionan los diferentes actuadores de la máquina.



Figura 28. Máquina multiformadora # 2

En la **Figura 28**, se muestra la máquina multiformadora # 2 con la implementación del tablero eléctrico, este básicamente se fija a la máquina de tal forma que no hayan problema en caso de que necesiten mover la máquina. Se ubica el tablero eléctrico de forma estratégica que no le estorbe al operario ni impida la continuidad del proceso.

PROMEDIO MOJES PROGRAMADOS MULTIFORMADORA # 2								
	ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO	
SEMANAS	MOJES PROGRAMADOS	MOJES LOGRADOS						
1	23	23	21	20	22	21	22	22
2	21	21	22	21	21	20	21	21
3	22	22	23	19	22	22	22	22
4	22	22	22	20	23	21	23	23
PROMEDIO	22	22	22	20	22	21	22	22

Tabla 8. Rendimiento de la maquina con la implementación

En la **Tabla 8**, muestra el seguimiento que se le hizo a la maquina después de la implementación, mejorando notablemente porque después de hacer la mejora se empieza a cumplir con las metas de mojes programados, mejorando notablemente la productividad de la máquina y la línea de lengua dulce.

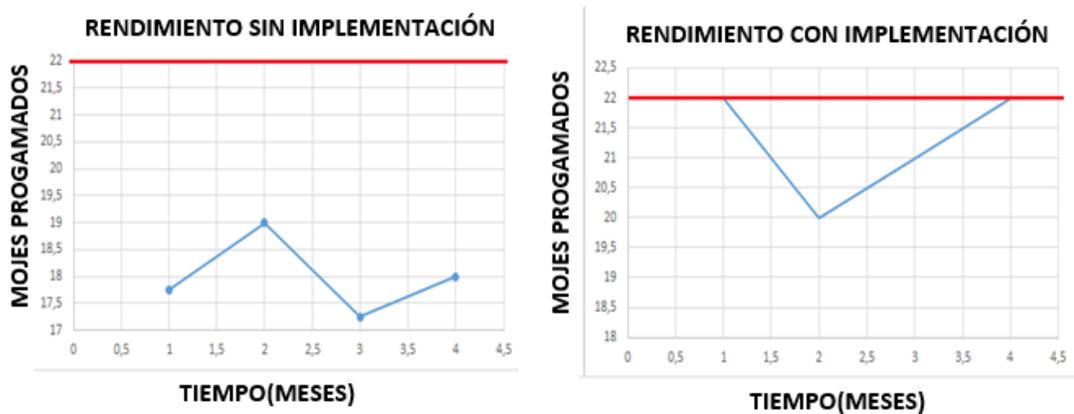


Figura 29. Rendimiento con y sin implementación

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Las gráficas que se muestran en la **Figura 29**, son la graficas del rendimiento de la maquina donde la línea de color rojo denota la meta que se debe cumplir. La grafica del lado derecho la de la implementación muestra una gran mejora respecto a la otra debido a que esta alcanza la meta de mojes que se requerían, mientras que la otra en ninguno de los cuatro meses llega a esta. En este grafico también se alcanza a observar un pico decreciente, la razón de este es por el operario que muchas veces tomaba descansos que ocasionaba un déficit en la producción, esto fue intervenido por el departamento de producción y desde ahí ese momento vuelve a crecer la gráfica lo que significa una mejora notable para el proceso y para la empresa a nivel general.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS MULTIFORMADORA # 2	MANTENIMIENTO DE EQUIPOS
DESCRIPCIÓN FÍSICA:	<p>Uso</p> <p>Ideal para moldear o formar MASA de pan de distintos tamaños. Especial para empresas que producen pan en grandes volúmenes.</p> <p>Descripción General</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Diseño moderno, estructura robusta en hierro y rodillos laminadores en Acero Inoxidable. ➤ Paro de emergencia y motor protegido a sobrecargas térmicas. ➤ Motoreductor, sistema de engranes y poleas para obtener la velocidad acorde para su funcionamiento. ➤ Montado sobre ruedas para su fácil movilización. 	
MODELO	AMS 25/40 2@	
MARCA:	MADEPAN	
PROPIETARIO:	ANDRES PELAEZ	
UBICACIÓN:	PLANTA PRODUCCIÓN	
<p>ESPECIFICACIONES TECNICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ La máquina cuenta con 3 motores trifásicos 220 Vac. ➤ Primer motor 220 Vac, 033hp, 1350 rpm, 1,4 A. ➤ Segundo motor 220 Vac, 1,5 hp, 4,27 A. ➤ Tercer motor 220 Vac, 1,04 hp, 3,8 A ➤ Correa A60 ➤ Cadena paso 40 		

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO:

- Verifique la tensión y la corriente de la maquina en vacío, es decir sin masa, para verificar que no hayan sobrecargas en los motores.
- Desconecte siempre la maquina cuando realice labores de mantenimiento.
- Limpie el tablero de control con limpiador de contactos.
- Verifique que no hayan cables sueltos o sulfatados
- Ajuste los cables.
- Inspecciones los elementos de control y potencia del tablero.
- Vuelva a conectar la máquina y vuelva a medir tensión y corriente con producto.

MANTENIMIENTO MECANICO:

- Lubricación de piñones y cadenas.
- Tensión de correa.
- Inspección del estado de las piezas.
- Lubricación de rodamientos.
- Inspección estado de los ejes y lubricación.
- Lubricación y ajuste de chumaceras.

Tabla 9. Ficha técnica

En la **Tabla 9**, se observa la ficha técnica que se implementó para la maquina multiformadora # 2, como acción de mejora, donde se especifica cómo hacer los mantenimientos, partes mecánicas y eléctricas que integran la máquina y el uso que le debe hacer el operario. Esto se hizo con el fin de dejar la información técnica de la maquina bien especificada y como se le deben hacer la intervenciones a nivel de mantenimiento.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

6. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

6.1 Conclusiones

- Se diseñó e implemento de manera satisfactoria, un tablero de control eléctrico para la maquina multiformadora # 2, haciendo mucho más eficiente la máquina y mejorando de forma notable el proceso.
- La industria de alimentos es un sector importante dentro de los diferentes sectores industriales, por lo cual se hace necesario conocer la maquinaria y los diferentes procesos para realizar los productos; de tal forma que se tenga un conocimiento claro para futuras experiencias.
- Para diseñar un tablero eléctrico es de vital importancia hacer mediciones antes de hacer una implementación, ya que con estas se sabe la carga que soporta la máquina y se dimensionan los diferentes dispositivos eléctricos necesarios para una mejora.
- Es muy importante como practicante tener actitud y aptitud en su primera experiencia laboral, ya que esto garantiza resultados satisfactorios a la hora de implementar una mejora; ya que el mostrar ganas de intervenir los procesos es lo que buscan las empresas en los aprendices.
- Es de vital importancia mostrar todos los conocimientos adquiridos durante la formación profesional con buena argumentación, ya que muchas veces las personas de la compañía tienen una visión algo cerrada en su forma de pensar y laborar, esto debido a la experiencia que han adquirido en la empresa por ende muchas veces no se abren a la innovación. Por eso es muy importante siempre que se quiera hacer una mejora justificar bien con argumentos, hechos y datos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Tostaditos Susanita es una empresa en donde están en la búsqueda de mejoras constantemente, lo cual lo hace una compañía muy atractiva para cualquier practicante que quiera implementar los conocimientos adquiridos, ya que la empresa busca y apoya ideas de innovación y desarrollo; pero es la disciplina, ingenio y perseverancia lo que le da al practicante éxito en su experiencia profesional.

6.2 Recomendaciones

- Realizar inspecciones periódicas del funcionamiento de la máquina.
- Se recomienda realizar mantenimiento preventivos a nivel eléctrico frecuentemente, donde se inspeccione los elementos de control y potencia.
- Se recomienda medir corrientes de los diferentes motores para verificar que se mantengan en el rango adecuado según sus respectivas placas.
- No permitir el manejo de la maquina a personas indelicadas que puedan ocasionar daños futuros.
- Se recomienda que la persona que haga los mantenimientos tenga conocimientos previos, esto con el fin de evitar daños futuros.

6.3 Trabajos futuros

- Integrar un PLC a esta máquina de tal forma que se puedan manipular varios procesos.
- Cambiar los finales de carreras por sensores on/off más sensibles que detecten el cambio inmediatamente, esto con el fin de evitar daños físicos a los operarios al mover algunas guardas.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

- RETIE. RETIE resolución 9 0708 de agosto 30 de 2013 con sus ajustes. Resolucion 90708, 127.Bogota. 2013. 211 p.
- Contreras V., Eybar F. & Sánchez R., Rolando. Diseño Y Construcción De Un Banco De Prácticas En Motores Eléctricos, Como Apoyo a La Asignatura Diseño De Máquinas II.Santader. 2010. 282 p.
- Galvis C., Carlos A. Diseño y contruccion de un tablero de control aplicable a una estacion de combustibles liquidos. Bucaramanga. 2011. 107 p.
- Armijos M., Edwin G. & Moyolema M., Alex D. “Diseño y construcción de un banco de laboratorio para realizar prácticas de control automático y control industrial usando software logo y labview.” Riomba. 2011. 148 p.
- Reservados, S. E. VVDED303042NAR6/04 06/2004 Manual de programación Altivar ® 31 Contenido. 2004.
- Delgado L., Julio C; Becerra M., Jacobo. & Sandoval R., Oscar A. Control de Temperatura con el plc s7-200. Zacatecas. 2007. 83 p.
- Hernández A, W. (2007). Diseño y construcción de un sistema automático de control de temperatura de un horno industrial. Pereira. 2007. 76 p.
- Contreras I., Anguie M. Diseño e implementación de automatización para el sistema de iluminacion de una planta industrial. Lima. 2010. 51 p.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Aviles S., Oscar F. & Ramos S., Olga L., & Amaya H., Dario. & Aponte., Jorge. & Duque J. Jaime. Proyecto educativo del programa de ingeniería en mecatronica. Bogota. 2013. 78 p.
- Ibarra R., F. Diseño De Instalación Eléctrica Para Tienda De Autoservicio “Supercenter Patria”. Mexico. 2012. 110 p.
- Hoyos., Michel A. & Paternina R., Miguel A. Propuesta de mejoramiento de la red electrica y de telecomunicaciones de la institución educativa boyaca de pereira. Pereira. 2010. 90 p.
- Sigcho A., Diego F. & Vasco I., Francisco J. Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo mediante la aplicación de termografía industrial en los motores eléctricos de la planta de Eurolit en la empresa TUBASEC C.A. Riobamba. 2012. 245 p.
- Maldonado I., Eduardo G. Automatizacion de un ascensor para discapacitados del mirador del parque guayaquil(parque infentil) de la ciudad de riobamba. Riobamba. 2013. 308 p.
- Jimenez E., Issac S. Control de temperatura de un horno eléctrico mediante logica difusa. Oaxaca. 2012. 90 p.
- Valencia G., Andres F. Estandarización de procesos de mantenimiento en la planta ceva de la empresa coltejer. Medellin. 2016. 52 p.
- Zamudio G., Luis E. & Jimenez M., Karen A. Tablero de control electrico. Medellin. 2013. 51 p.

- Saldaña Z., Edgar. & Santos E., Mario. & Zuñiga C. Hugo. Diseño y construcción del sistema de control para un intercambiador de calor tubular. Mexico D. F. 2013. 131 p.

APÉNDICE

Apéndice A

Breaker tripolar

function

The circuit-breakers combine the following functions:

- protection of circuits against short circuit currents,
- protection of circuits against overload currents,
- control,

- isolation,
- protection of persons against indirect contact.

description



Technical data common to C120N circuit breakers

- power circuit
- current rating: 1 to 16 A
- voltage rating 415 V AC
- insulation voltage U_i : 500 V
- impulse withstand voltage U_{imp} : 6 kV
- breaking capacity:
 - according to AS/NZS 4898 Icu ultimate breaking capacity (O-CO cycle)

type	voltage (V)	breaking cap. Icu (A)
1, 2, 3, 4P	240/415	10000

- according to AS3947-2 Icu ultimate breaking capacity (O-CO cycle)

type	voltage (V)	breaking cap. Icu (kA)
1P	240	10
	415	3
2, 3, 4P	400...415	10

- mechanical durability:
 - 20000 cycles (O-C)
- electrical durability:
 - 63 A: 10000 cycles (O-C)
 - 80...125 A: 5000 cycles (O-C)
- I^2t classification: 3
- isolation with positive contact indication:
 - opening is indicated by a green strip on the device operating handle. This indicator shows opening of all the poles
- foolproof terminal design
 - moving barrier prevents incorrect cable insertion
 - cable strand centering guides ensure correct cable positions and strand grouping

B curve



Approval No:Q00542

utilisation

when there are small inrush currents (generators, long cables).

technical data

- power circuit
- tripping curve:
 - the magnetic trip units operate between 3 and 5 In.

C curve



Approval No:Q00542

utilisation

cables feeding conventional loads.

technical data

- power circuit
- tripping curve:
 - the magnetic trip units operate between 5 and 10 In.

D curve - For industrial use only

utilisation

loads with a high inrush current (motors, transformers).

technical data

- power circuit
- tripping curve:
 - the magnetic trip units operate between 10 and 14 In.

Apéndice B

Pulsadores



Características de las funciones con elementos de contacto o combinadas (continuación)

Características eléctricas (continuación)

Características asignadas de empleo Según IEC/EN 60947-5-1	Corriente alterna: categoría de empleo AC-15	Bloque estándar (simple o doble) con conexión mediante tornillos de estríb: A600: Ue = 600 V y Ie = 1,2 A o Ue = 240 V y Ie = 3 A o Ue = 120 V y Ie = 6 A								
	Corriente continua: categoría de empleo DC-13	Bloque estándar (simple o doble) con conexión mediante tornillos de estríb: Q600: Ue = 600 V y Ie = 0,1 A o Ue = 250 V y Ie = 0,27 A o Ue = 125 V y Ie = 0,55 A Manipuladores (XD4 PA../ZD4 PA..): R300: Ue = 125 V y Ie = 0,22 A o Ue = 250 V y Ie = 0,1 A								
Características asignadas de empleo	Corriente continua: (carga resistiva)	Bloque cargas débiles con conexión mediante tornillos de estríb a circuito impreso: Máx.: 24 V Máx.: 0,1 A								
Durabilidad eléctrica Según IEC/EN 60947-5-1 Anexo C Frecuencia 3.600 ciclos de maniobras/hora. Factor de marcha: 0,5	Corriente alterna para 1 millón de ciclos de maniobras categoría de empleo AC-15	Bloque estándar simple con conex. mediante tornillos de estríb: <table border="1"> <tr> <td>V</td> <td>24</td> <td>120</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> </tr> </table>	V	24	120	230	A	4	3	2
	V	24	120	230						
A	4	3	2							
Corriente continua para 1 millón de ciclos de maniobras categoría de empleo DC-13	Bloque estándar simple con conex. mediante tornillos de estríb: <table border="1"> <tr> <td>V</td> <td>24</td> <td>110</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>0,5</td> <td>0,2</td> </tr> </table>	V	24	110	A	0,5	0,2			
V	24	110								
A	0,5	0,2								

Componga usted mismo otros productos utilizando los subconjuntos cabezal + base + contactos

Pulsadores

Forma de la cabeza	Tipo de pulsador	Tipo de contacto	Marcado	Color del pulsador	Referencia	Peso
		 	"NA" "NC"			kg

Apéndice C

Pilotos

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ND16-22A/4	Lámparas	Referencia	Color
 - -	LED ca: 110V, 230V, 400V	ND16-22A/4 (W)	○
		ND16-22A/4 (G)	●
		ND16-22A/4 (R)	●
		ND16-22A/4 (Y)	●
		ND16-22A/4 (B)	●

Apéndice D

Contactor LC1D09

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Product Data Sheet

LC1D09

Contactor (TeSys D) Non-Reversing, 9A(AC3)
20A(AC1), 3-Pole (3 NO)

List Price \$94.00 USD

Availability **Stock Item: This item is normally stocked in our distribution facility.**

Technical Characteristics

Certifications	UL Listed (E164862 / NLDX) - CSA Certified CE Marked - RoHS Compliant
Contactor Type	Non-Reversing
Inductive Amperes (AC3)	9A
Resistive Amperes (AC1)	20A
Horsepower Rating (1-Phase)	0.5HP@115Vac - 1HP@230Vac
Horsepower Rating (3-Phase)	2HP@200/230Vac - 5HP@460Vac - 7.5HP
Marketing Trade Name	TeSys
Number of Poles	3-Pole (3 NO)
Maximum Voltage Rating	600 Vac
Mounting Style	35mm DIN Rail
Coil Voltage Code	F7
Coil Consumption Sealed	7.5 VA
Coil Voltage	110Vac@50/60Hz
Coil Consumption Inrush	70 VA
Weight	0.71 lbs (0.32 kg)
Power Wire Size	#10 to #18 AWG
Control Terminal Torque	15 lb-in (1.7 Nm)
Power Terminal Torque	15 lb-in (1.7 Nm)
Terminal Type	Screw Clamp
Control Wire Size	#10 to #18 AWG
Type	TeSys D



Apéndice E

Contacto auxiliar



Descripción

Contacto auxiliar CHINT. Referencia F4-11.

Contacto auxiliar compatible con toda la gama contactores NC1 y NC2.

Montaje en la cabeza del contactor.

- Contactos: 1NA + 1NC

Apéndice F

Final de carrera

Final carrera nc+na



Caja	Metálica	Plástico de doble aislamiento	Metálica
Particularidades	Fijación por el cuerpo o por la cabeza		
Modularidad Osconcept	Modularidad de la cabeza, del cuerpo y del conector	Modularidad de la cabeza y del cuerpo	Modularidad de la cabeza, del cuerpo y del conector
Conformidad CENELEC	EN 50047	Compatible EN 50047	-
Dimensiones del cuerpo (An x Al x F) en mm	31 x 65 x 30	58 x 51 x 30	30 x 50 x 16
Cabeza	De movimiento rectilíneo De movimiento angular De movimiento angular multidirección Las cabezas son comunes para las gamas XCM D, XCK D, XCK P y XCK T		
Elementos de contactos	2 contactos de ruptura brusca positiva 3 contactos de ruptura brusca positiva 4 contactos de ruptura brusca positiva 2 contactos de ruptura lenta positiva 2 contactos de ruptura lenta 3 contactos de ruptura lenta positiva	"NC + NA"; "NC + NC" "NC + NC + NA"; "NC + NA + NA" - "NC + NA" decalados; "NA + NC" solapados; "NC + NC" simultáneos "NA + NA" simultáneos "NC + NC + NA" decalados; "NC + NA + NA" decalados	"NC + NA"; "NC + NC" "NC + NC + NA" "NC + NC + NA + NA" "NC + NA" decalados - "NC + NC + NA" decalados
Tensión de aislamiento (Ui) / corriente térmica (Ithe)	Tomillos de estribo 2 contactos: 500 V/10 A 3 contactos: 400 V/6 A	Tomillos de estribo	Salida de cable 2 contactos: 400 V/6 A 3 contactos: 400 V/4 A 4 contactos: 400 V/3 A

Apéndice G

Relé electromecánico

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Descripción

Relé de base redonda de 8 pines
Con actuador manual

Bobina:
Voltaje nominal de 220V AC
Resistencia de la bobina 3550Ω

Contactos:
Con 3 contactos normalmente abiertos (N.O)
Rango de carga de 10A 250V AC/28V DC

Dimensiones 4.9cm x 3.6cm x 3.2cm

Apéndice H

Product data sheet
Characteristics

Relé térmico

LRD05

TeSys D thermal overload relays - 0.63...1 A - class 10A



Main

Commercial Status	Commercialised
Range	TeSys
Product name	TeSys LRD
Product or component type	Differential thermal overload relay
Device short name	LRD
Relay application	Motor protection
Product compatibility	LC1D09...LC1D38
Network type	AC DC
Overload tripping class	Class 10A conforming to IEC 60947-4-1
Thermal protection adjustment range	1-5 A
[Ui] rated insulation voltage	690 V power circuit conforming to IEC 60947-4-1 600 V power circuit conforming to UL 600 V power circuit conforming to CSA

Complementary

Network frequency	0...400 Hz
Mounting support	Under contactor
Tripping threshold	1.14 +/- 0.06 I _r conforming to IEC 60947-4-1
[I _{th}] conventional free air thermal current	5 A for signalling circuit
Permissible current	0.22 A at 125 V DC-13 for signalling circuit 3 A at 220 V AC-15 for signalling circuit
[U _e] rated operational voltage	690 V AC 0...400 Hz
[U _{imp}] rated impulse withstand voltage	6 kV
Phase failure sensitivity	Tripping current 130 % of I _r on two phase, the last one at 0
Control type	Blue push-button for reset mode Red push-button stop
Temperature compensation	-20...60 °C

characteristic of the performance of the products contained herein, reliability or suitability of these products for specific user applications, all, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof, table or table of the information contained herein.

Apéndice I

Variador altivar 31

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Configuración de fábrica

Preajustes

El Altivar 31 se entrega preajustado de fábrica para las condiciones de uso más habituales:

- Visualización: variador listo (rdY) con el motor parado y frecuencia del motor en marcha.
- Frecuencia **del motor** (bFr): 50 Hz.
- Aplicación de par constante, control vectorial de flujo sin captador (UfT = n).
- Modo de paro normal en rampa de deceleración (Stt = rMP).
- Modo de paro por defecto: rueda libre.
- Rampas lineales (ACC, dEC): 3 segundos.
- Mínima velocidad (LSP): 0 Hz.
- Máxima velocidad (HSP): 50 Hz.
- Corriente térmica del motor (ItH) = corriente nominal del motor (valor según el calibre del variador).
- Corriente de frenado por inyección en la parada (SdC) = 0,7 x corriente nominal del variador, durante 0,5 segundos.
- Adaptación automática de la rampa de deceleración cuando hay sobretensión en el frenado.
- Sin re arranque automático después de un fallo.
- Frecuencia de corte 4 kHz.
- Entradas lógicas:
 - LI1, LI2 (2 sentidos de marcha): control 2 hilos por transición, LI1 = marcha adelante, LI2 = marcha atrás, inactivas en los ATV 31●●●●●A (no asignadas).
 - LI3, LI4: 4 velocidades preseleccionadas (velocidad 1 = consigna de velocidad o LSP, velocidad 2 = 10 Hz, velocidad 3 = 15 Hz, velocidad 4 = 20 Hz).
 - LI5 - LI6: inactivas (no asignadas).
- Entradas analógicas:
 - AI1: consigna de velocidad 0-10 V, inactiva en los ATV 31●●●●●A (no asignada).
 - AI2: entrada sumatoria de velocidad 0±10 V.
 - AI3: 4-20 mA inactiva (no asignada).
- Relé R1: el contacto se abre en caso de fallo (o si el variador está sin tensión).
- Relé R2: inactivo (no asignado).
- Salida analógica AOC: 0-20 mA, inactiva (no asignada).

Gama ATV 31●●●●●A

Los ATV 31●●●●●A con ajustes de fábrica se suministran con el control local activado: los botones RUN y STOP y el potenciómetro del variador están activos. Las entradas lógicas LI1 y LI2, así como la entrada analógica AI1, están inactivas (no asignadas).

En caso de que los valores mencionados sean compatibles con la aplicación, puede utilizarse el variador sin modificar los ajustes.

Funciones básicas

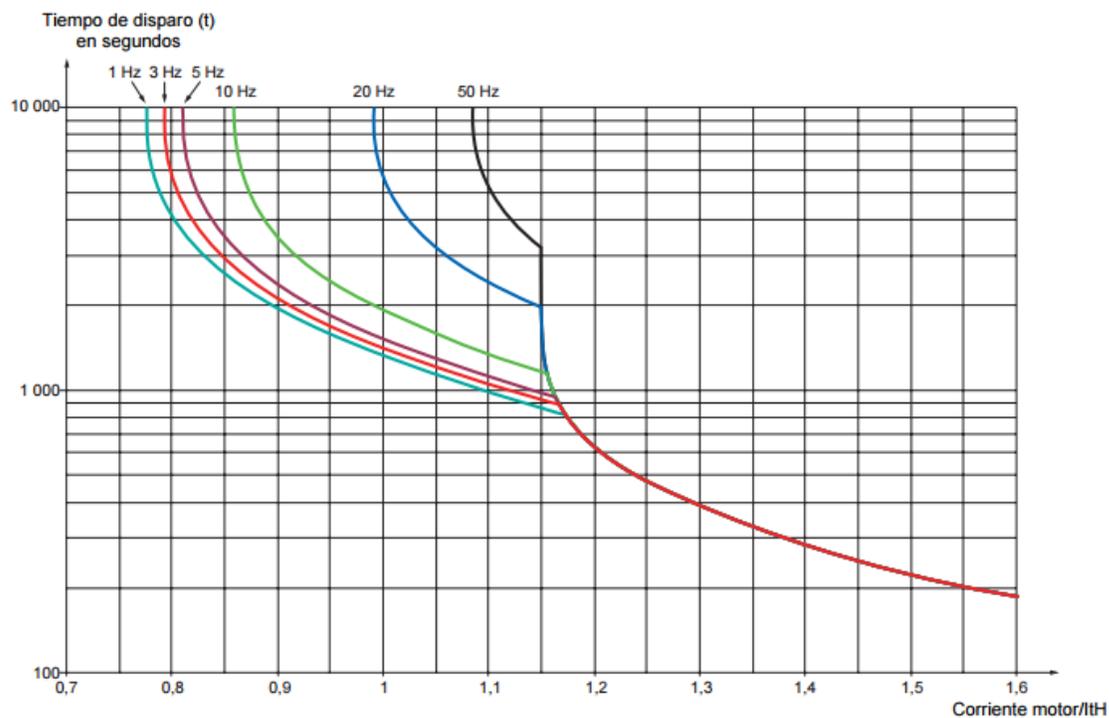
Protección térmica del motor

Función:

Protección térmica mediante el cálculo de I^2t .
La protección se implementa en los motores autoventilados



Atención: la memoria del estado térmico del motor vuelve a cero cuando se desconecta el variador.



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Puesta en marcha - Recomendaciones preliminares

Antes de poner el variador en tensión y configurarlo



- Verifique que la tensión de la red es compatible con el rango de tensión de alimentación del variador (consulte las páginas 3 y 4 de la guía de instalación de ATV 31). Existe el riesgo de destrucción si no se respeta la tensión de la red.
- Deje las entradas lógicas sin tensión (estado 0) para evitar que el variador arranque inesperadamente. Por defecto, al salir de los menús de configuración, toda entrada asignada a una orden de marcha provocaría el arranque inmediato del motor.

Para el control de potencia por contactor de línea



- Evite maniobrar con frecuencia el contactor (desgaste prematuro de los condensadores de filtrado). Utilice las entradas LI1 a LI6 para controlar el variador.
- En caso de ciclos < 60 s, estas normas son obligatorias, ya que existe el riesgo de destrucción de la resistencia de carga.

Ajuste de usuario y ampliación de las funciones

En caso necesario, el visualizador y los botones permiten modificar los ajustes y ampliar las funciones que se detallan en las páginas siguientes. El **retorno a los ajustes de fábrica** puede efectuarse con facilidad con el parámetro FCS de los menús drC-, I-O-, CtL- y FUN- (ponga InI para activar la función; consulte la página [22](#), [25](#), [36](#) o [59](#)).

Hay tres tipos de parámetros:

- Visualización: valores que muestra el variador,
- Ajustes: modificables tanto en funcionamiento como cuando está parado,
- Configuración: modificables únicamente cuando está parado y no está frenando. Pueden visualizarse en funcionamiento.



- **Asegúrese de que los cambios de ajustes durante el funcionamiento no comportan riesgo. Es preferible efectuarlos en parado.**

Arranque

Importante: (con el ajuste de fábrica) Cuando se produce una puesta en tensión o una reinicialización de fallo bien manual, o bien tras una orden de parada, sólo arrancará el motor una vez que se han reiniciado los órdenes "adelante", "atrás" y "parada por inyección de corriente continua". Por defecto, el display muestra el mensaje "nSt", pero el variador no arranca. Si la función de re arranque automático está configurada (parámetro Atr del menú FLT; consulte la página [60](#)), dichas órdenes se implementan sin necesidad de una puesta a cero previa.

Prueba en motor de baja potencia o sin motor

- Con el ajuste de fábrica, la detección de corte de fase del motor (OPL = YES) está activada. Para comprobar el variador en un entorno de prueba o de mantenimiento, y sin tener que recurrir a un motor equivalente al calibre del variador (en particular para los variadores de grandes potencias), desactive el corte de fase del motor (OPL = no).
- Configure la ley tensión/frecuencia: UfT = L (menú drC-, página [21](#)).



- La protección térmica del motor no está asegurada por el variador si la corriente del motor es inferior a 0,2 veces la corriente nominal del variador.

Utilización de motores en paralelo

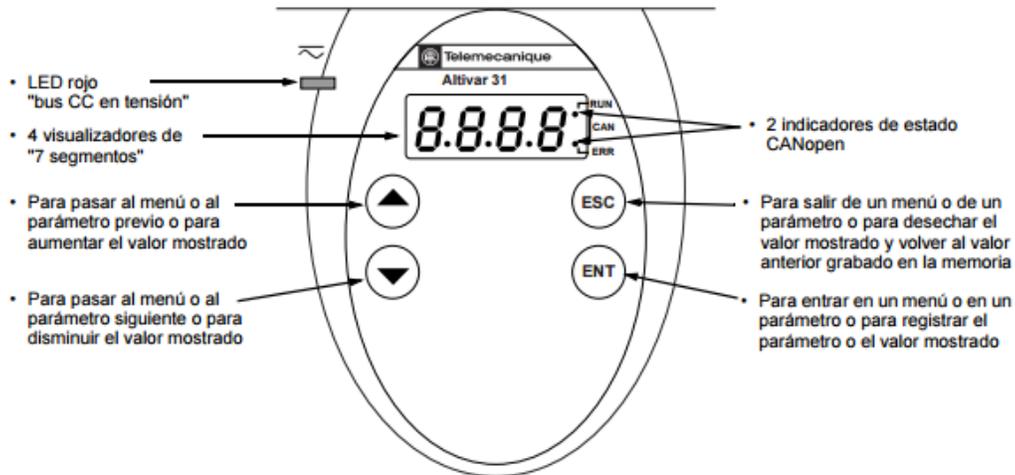
- Configure la ley tensión/frecuencia: UfT = L (menú drC-, página [21](#)).



- La protección térmica de los motores ya no está asegurada por el variador. Utilice un dispositivo de protección térmica diferente en cada motor.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Funciones del display y de las teclas



- Al pulsar el botón ▲ o ▼ no se graba en memoria el valor elegido.
- Si se pulsa de forma continua (>2 s) ▲ o ▼, se obtiene un desplazamiento rápido.

Grabación en memoria y registro de los valores mostrados: ENT

Al grabar un valor en la memoria, el display parpadea.

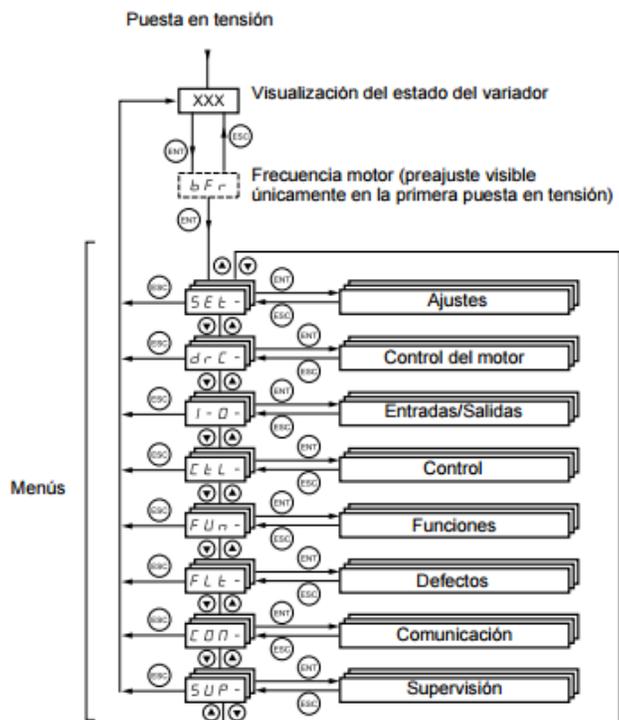
Visualización normal si no hay fallos y no es la primera puesta en tensión:

- 43.0: Visualización del parámetro seleccionado en el menú SUP- (por defecto: frecuencia motor).
En caso de limitación de la corriente, el parámetro visualizado parpadea.
- init: Secuencia de inicialización.
- rdY: Variador listo.
- dcb: Frenado por inyección de corriente continua en curso.
- nSt: Parada en rueda libre.
- FSt: Parada rápida.
- tUn: Autoajuste en curso.

En caso de fallo, el código de fallo aparece parpadeando.

Programación

Acceso a los menús



Para un uso más cómodo, hay ciertos parámetros que son accesibles desde varios menús:

- los ajustes,
- el retorno al ajuste de fábrica,
- la recuperación y la grabación de la configuración.

Los códigos de los menús y submenús se diferencian de los códigos de los parámetros por un guión a la derecha. Ejemplos: menú FU-, parámetro ACC.

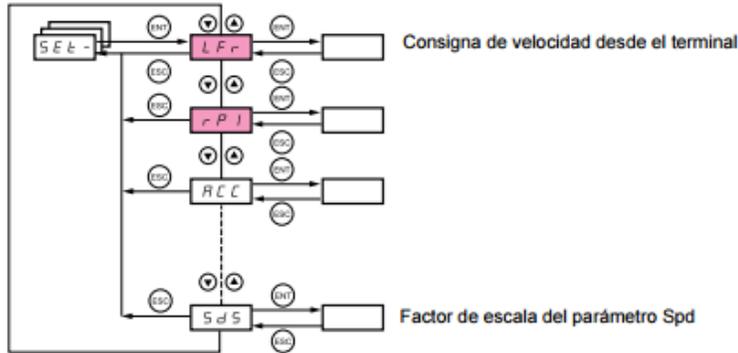
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Lista de las funciones asignables a las entradas/salidas

Entradas lógicas	Página	Cód.	Ajuste de fábrica	
			ATV31●●●	ATV31●●●A
No asignada	-	-	LI5 - LI6	LI1 - LI2 LI5 - LI6
Marcha adelante	-	-	LI1	
2 velocidades preseleccionadas	44	PS2	LI3	LI3
4 velocidades preseleccionadas	44	PS4	LI4	LI4
8 velocidades preseleccionadas	44	PS8		
16 velocidades preseleccionadas	45	PS16		
2 referencias PI preseleccionadas	51	Pr2		
4 referencias PI preseleccionadas	51	Pr4		
Más velocidad	48	USP		
Menos velocidad	48	dSP		
Marcha paso a Paso	46	JOG		
Conmutación de rampa	38	rPS		
Conmutación 2ª limitación de corriente	55	LC2		
Parada rápida por entrada lógica	39	FSk		
Inyección de corriente continua por entrada lógica	39	dCI		
Parada en rueda libre por entrada lógica	40	nSk		
Marcha atrás	23	rrS	LI2	
Fallo externo	61	EtF		
RESET (rearme de fallos)	60	rSF		
Forzado local	63	FLD		
Conmutación de consigna	34	rFC		
Conmutación de canal de control	35	CCS		
Conmutación del motor	56	CHP		
Limitación del giro adelante (final de carrera)	58	LRF		
Limitación del giro atrás (final de carrera)	58	LRA		
Inhibición de fallos	62	InH		

Entradas analógicas	Página	Cód.	Ajuste de fábrica	
			ATV31●●●	ATV31●●●A
No asignada	-	-	AI3	AI1 - AI3
Consigna 1	33	Fr1	AI1	AIP (potenciómetro)
Consigna 2	33	Fr2		
Sumatorio entrada 2	42	SRA2	AI2	AI2
Sumatorio entrada 3	42	SRA3		
Retorno del regulador PI	51	PIF		

Menú Ajustes SEt-



Los parámetros de ajuste se pueden modificar en marcha o en parado.



Asegúrese de que los cambios durante el funcionamiento no comportan riesgo. Es preferible efectuarlos cuando el variador está parado.



Estos parámetros aparecen sean cuales sean las configuraciones de los demás menús.



Estos parámetros sólo aparecen si la función correspondiente ha sido seleccionada en otro menú. Cuando son accesibles y ajustables desde el menú de configuración de la función correspondiente, para una programación más cómoda, sus descripciones se incluyen en los menús en las páginas indicadas.

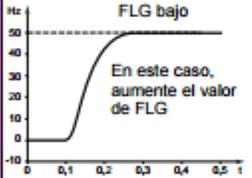
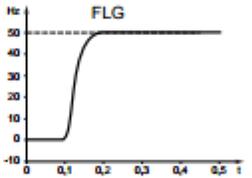
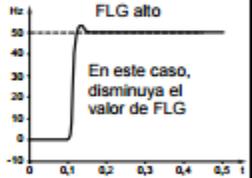
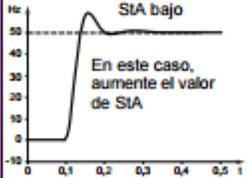
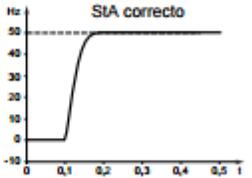
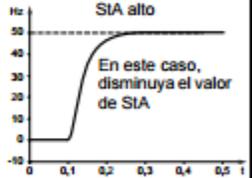


Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
LFr	Consigna de velocidad desde el terminal remoto. Este parámetro aparece si LCC = YES (página 35) o si Fr1/Fr2 = LCC (página 33), y si el terminal remoto está conectado. En tal caso, LFr es accesible también por la consola del variador. LFr se reinicializa a 0 a la desconexión.	0 a HSP	
rPI	Consigna interna del regulador PI Véase la página 51	0,0 al 100%	0
RCC	Tiempo de la rampa de aceleración Definido para acelerar entre 0 y la frecuencia nominal FrS (parámetro del menú drC-).	0,1 a 999,9 s	3 s
RCC2	2º tiempo de la rampa de aceleración Véase la página 38	0,1 a 999,9 s	5 s
dEC2	2º tiempo de la rampa de deceleración Véase la página 38	0,1 a 999,9 s	5 s
dEC	Tiempo de la rampa de deceleración Definido para decelerar entre 0 y la frecuencia nominal FrS (parámetro del menú drC-). Asegúrese de que el valor de dEC no es demasiado bajo con respecto a la carga que se va a detener.	0,1 a 999,9 s	3 s
tR1	Redondeo inicial de la rampa de aceleración de tipo CUS en porcentaje de tiempo total de rampa (ACC o AC2) Véase la página 37	0 a 100	10%
tR2	Redondeo final de la rampa de aceleración de tipo CUS en porcentaje de tiempo total de rampa (ACC o AC2) Véase la página 37	0 a (100-tA1)	10%
tR3	Redondeo inicial de la rampa de deceleración de tipo CUS en porcentaje de tiempo total de rampa (ACC o AC2) Véase la página 37	0 a 100	10%

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Menú de ajustes SEt-



Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
ITH	Protección térmica del motor (corriente térmica máx.) Ajuste ITH a la corriente nominal que figura en la placa de características del motor. Para eliminar la protección térmica, consulte OLL, en la página 61.	0,2 a 1,5 In (1)	Segun el calibre del variador
UFR	Compensación RI/Boost de tensión - Para UFT (página 21) ≠ n o nLd: Compensación RI, - Para UFT = L o P: Boost de tensión, Permite optimizar el par a velocidad muy baja (aumente el valor de UFR en caso de par insuficiente). Asegúrese de que el valor de UFR no es demasiado elevado con el motor en caliente (riesgo de inestabilidad). ⚠ Si se modifica el valor de UFT (página 21), UFR vuelve a su ajuste de fábrica (20%).	0 a 100%	20
FLG	Ganancia del bucle de frecuencia Sólo se puede acceder al parámetro si UFT (página 21) = n o nLd. El parámetro FLG ajusta el seguimiento de la rampa de velocidad en función de la inercia de la máquina accionada. Un exceso de ganancia puede conllevar un funcionamiento inestable. <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>FLG bajo</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>FLG</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>FLG alto</p> </div> </div>	1 a 100%	20
StA	Estabilidad del bucle de frecuencia Sólo se puede acceder al parámetro si UFT (página 21) = n o nLd. Permite adaptar la llegada al régimen establecido después de un transitorio de velocidad (aceleración o deceleración) en función de la cinemática de la máquina. Aumente progresivamente la estabilidad para eliminar los rebasamientos de velocidad. <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>StA bajo</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>StA correcto</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>StA alto</p> </div> </div>	1 a 100%	20
SLP	Compensación de deslizamiento Sólo se puede acceder al parámetro si UFT (página 21) = n o nLd. Permite ajustar la compensación de deslizamiento en torno al valor fijado por la velocidad nominal del motor. En las placas de los motores, las indicaciones de velocidad no son siempre exactas. • Si el deslizamiento ajustado es < el deslizamiento real: el motor no gira a la velocidad correcta en el régimen establecido. • Si el deslizamiento ajustado es > el deslizamiento real: el motor está sobrecompensado y la velocidad es inestable.	0 a 150%	100
IdC	Intensidad de corriente de freno por inyección de corriente continua activada por entrada lógica o seleccionada como modo de parada (2). Véase la página 39	0 a In (1)	0,7 In (1)
t dC	Tiempo total de freno por inyección de corriente continua seleccionado como modo de parada (2). Véase la página 39	0,1 a 30 s	0,5 s
t dC I	Tiempo de inyección automática de corriente continua en la parada. Véase la página 41	0,1 a 30 s	0,5 s
S dC I	Intensidad de la corriente de inyección automática en la parada. Véase la página 41	0 a 1,2 In (1)	0,7 In (1)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Parametrización del variador

Cambiar frecuencia del motor a 60 Hz, según la placa en la siguiente la opción



Tensión nominal del motor, que es 220V, en la siguiente opción



Corriente nominal del motor, que es 1.45A, en la siguiente opción



Velocidad nominal del motor a plena carga en rpm, que es 1350 rpm, en la siguiente opción



Factor de potencia del motor $\cos \varphi$, que es 0.72, en la siguiente opción



Luego se necesita un autoajuste de tal forma que el variador copie y averigüe los valores de resistencia e inductancia del motor, en la siguiente opción



Después le damos en si



Hasta que aparezca realizado



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES Yiven Borja Ramirez

FIRMA ASESOR ORGANDO ZAPATA CORTES

FECHA ENTREGA: 14/07/17

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO ___ ACEPTADO ___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____