



## **“Residencia profesional Enero-Junio 2019”**

### **Alumnos:**

Mejía de la Cruz Ángel Iván

### **Nombre del proyecto:**

Reducción del consumo de energía en máquinas bonder, en el área de procesos PO2F

### **Correo:**

angeldeko1992@gmail.com

### **Asesor interno:**

Ing. Ariosto Mandujano Cabrera

### **Asesor externo:**

Ing. Moisés Iván Vera Melgar

Ingeniería Eléctrica

10° Semestre

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, JUNIO 2019

## Índice

1.Introducción.....	4
1.1 Antecedentes.....	4
1.2 Estado del arte .....	4
1.3 Justificación.....	5
1.4 Objetivo general .....	6
1.5 Objetivos específicos.....	6
1.6 Metodología; diagrama a bloques .....	7
2.Fundamento teórico .....	8
2.1 Ahorro de energético .....	8
Tipos de ahorro energético .....	8
2.2 Maquinas Bonder.....	9
2.3 tableros eléctricos .....	9
Tipos de tableros eléctricos .....	10
Aplicaciones de los tableros eléctricos según el uso de la energía eléctrica .....	10
2.4 NOM-SEDE-001 instalaciones eléctricas .....	11
2.5 Cables AWG.....	11
Tipos de conductores:.....	12
<b>conductor de alambre desnudo</b> .....	12
<b>Conductor de alambre aislado</b> .....	12
<b>Conductor de cable flexible</b> .....	12
<b>Conductor de cordón</b> .....	13
2.6 Relevadores .....	13
Tipos de relevadores:.....	13
<b>Relés electromecánicos</b> .....	13
<b>Relé de estado sólido</b> .....	14
<b>Relé de corriente alterna</b> .....	14
<b>Relé de láminas</b> .....	14
<b>Relés de acción retardada</b> .....	14
<b>Relés con retención de posición</b> .....	16
2.7 Contactores .....	16
2.8 Interruptor termomagnético.....	17
Tipos de ITM.....	17

De curva B.....	17
De curva C.....	17
De curva D .....	17
De curva MA.....	17
De curva Z.....	18
2.9 Equipos de seguridad eléctrica .....	18
Tipos de equipos de protección individual que se asocian a este tipo de trabajos y la normativa que se les aplica.....	18
2.9.1 Diagramas eléctricos.....	21
2.9.2 Simbología eléctrica .....	22
2.9.3 Electroodos .....	24
Tipos de Electroodos .....	24
2.9.4 Multímetro .....	24
Multímetro Analógico	Multímetro Digital .....
	25
3. Desarrollo .....	25
4.Resultados y conclusiones .....	36
Referencias bibliográficas .....	36
Anexos .....	37

# 1. Introducción

En este proyecto que se presenta a continuación, se pone en práctica los diversos conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería eléctrica, para darle solución a uno de los problemas existentes de la empresa ARNECOM INDUSTRIAS S.A DE C.V, el cual tiene como objetivo ahorrar energía en el área de procesos P02F, con existencias de máquinas (Twisteadoras, prensas de banco manual, bonder, hornos), en la que nos vamos a centrar son las maquinas bonder que son las que mas consumen energía debido a su aplicación empalme por medio de calor que se genera con energía eléctrica que ayuda al proceso de la manufactura. Con el análisis de funcionamiento, conexión e implementación para dicho fin del proyecto.

## 1.1 Antecedentes

Cada día se consumen grandes cantidades de energía en todos los ámbitos de la sociedad. Si se sigue gastando tanta energía como hasta ahora, la demanda energética mundial alcanzará niveles ilimitados, el cual llevará a un aumento del consumo y esto agotará los recursos energéticos afectando con el aumento de los niveles de emisión de CO<sub>2</sub> y esto tendrá un gran impacto medioambiental afectando a nuestro clima por completo.

El ahorro energético en la industria nace de la necesidad por parte de organizaciones gubernamentales y medioambientales de reducir el consumo de electricidad en función de evitar más daños y cambios climáticos. Así mismo esta intención es la que pueden aplicar medianas y grandes industrias que buscan reducir sus costos monetarios al bajar su gasto en las facturas.

El sector industrial se encuentra en una etapa de reducción del consumo como el costo energético, ya que este sigue incrementándose con el paso del tiempo, afectando al retorno de la inversión, por lo que ahorrar energía en fábricas/empresas sin reducir tu producción es posible, tomando conciencia que el consumo energético en la industria también tiene un efecto negativo sobre el planeta, que es el responsable del 21% de las emisiones de gases nocivos de este.

En los tiempos actuales el ahorro de energía se ha vuelto uno de los temas más polémicos a tratar, por motivo de ahorro económico, cuidado ambiental, mejor aprovechamiento del servicio eléctrico, etc. Por lo cual se tiene por objetivo el análisis e implementación de dispositivos eléctricos al área de producción P02F, referente al cto. de las maquinas bonder, para dicho fin de un mejor desempeño y reducción de costos de ARNECOM INDUSTRIAS S.A DE C.V.

## 1.2 Estado del arte

La Industria del Alkali SA de C.V. es una empresa del grupo Vitro, que pertenece al negocio de Industrias Diversas. La planta se encuentra ubicada en el municipio de Gardá N.L. cercano al área metropolitana de la ciudad de Monterrey. La empresa trabajo en identificar las diferentes áreas, así como su análisis, con el fin de optimizar el consumo de energía eléctrica en los sistemas eléctricos que consumen mayor energía. [1]

La incorporación de las energías renovables se está cambiando el concepto de generación eléctrica centralizada, hacia sistemas descentralizados (GENERACIÓN DISTRIBUIDA), pero con el fin de poder facilitar la integración de las energías renovables, con el objetivo que las áreas industriales sean auto gestionables energéticamente, con el fin de cambiar el concepto contaminante asociado a ellas por otro concepto de áreas industriales ecológicas.[2]

La realización de auditorías energéticas constituye una interesante vía para incrementar la penetración de la eficiencia energética en las empresas, de forma que el conocimiento del consumo energético en estas permita detectar que factores están afectando a su consumo de energía, identificando las posibilidades potenciales de ahorro energético que tiene a su alcance y analizando la viabilidad técnica y económica de implementación de tales medidas.[3]

El costo derivado del consumo de energía es susceptible a ser minorado a través de la optimización de las instalaciones y maquinaria con las que cuenta el sector de las artes gráficas, para ello, es necesario conocer el consumo y cuáles son las características de las instalaciones: su actividad concreta (elaboración de proyectos, impresión, almacenamiento, etc.) su tamaño, ubicación geográfica y tipología de construcción.[4]

Es conveniente y necesario mejorar el uso de la energía en los diferentes sistemas que tienen las industrias de nuestro país, por lo cual este proyecto se enfoca a la detección del mal uso de la energía eléctrica en el área de procesos P02F, donde se pretende un ahorro energético, mediante la manipulación del tiempo y orden de accionamiento de máquinas borden del área, con implementaciones adecuadas a los circuitos eléctricos de alimentación, obteniendo un ahorro económico en la factura energética.

### **1.3 Justificación**

En la industria hoy en día, la especialización en uso racional y eficiente de la energía es un programa con orientación profesional y juega un papel de gran importancia en la formación de grupos de personas que, con base en la tecnología de punta, serán capaces de detectar áreas de oportunidad para realizar proyectos viables y rentables de ahorro de energía en sistemas mecánicos y eléctricos.

El objetivo del requisito básico de “Ahorro de Energía” consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de las industrias mexicanas, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

La energía eléctrica es utilizada en diferentes procesos, áreas y formas en la industria Mexicana, por lo que es necesario establecer un conocimiento exacto del cómo y cuándo se utiliza la energía eléctrica, donde se debe tener en cuenta la capacidad de demanda con que

se cuenta en la circuito eléctrico, procurando un aprovechamiento adecuado de la energía y evitar daños en las máquinas y a la misma instalación eléctrica , para esto se cuenta con estudios o diagnósticos energéticos que varían en su complejidad y profundidad.

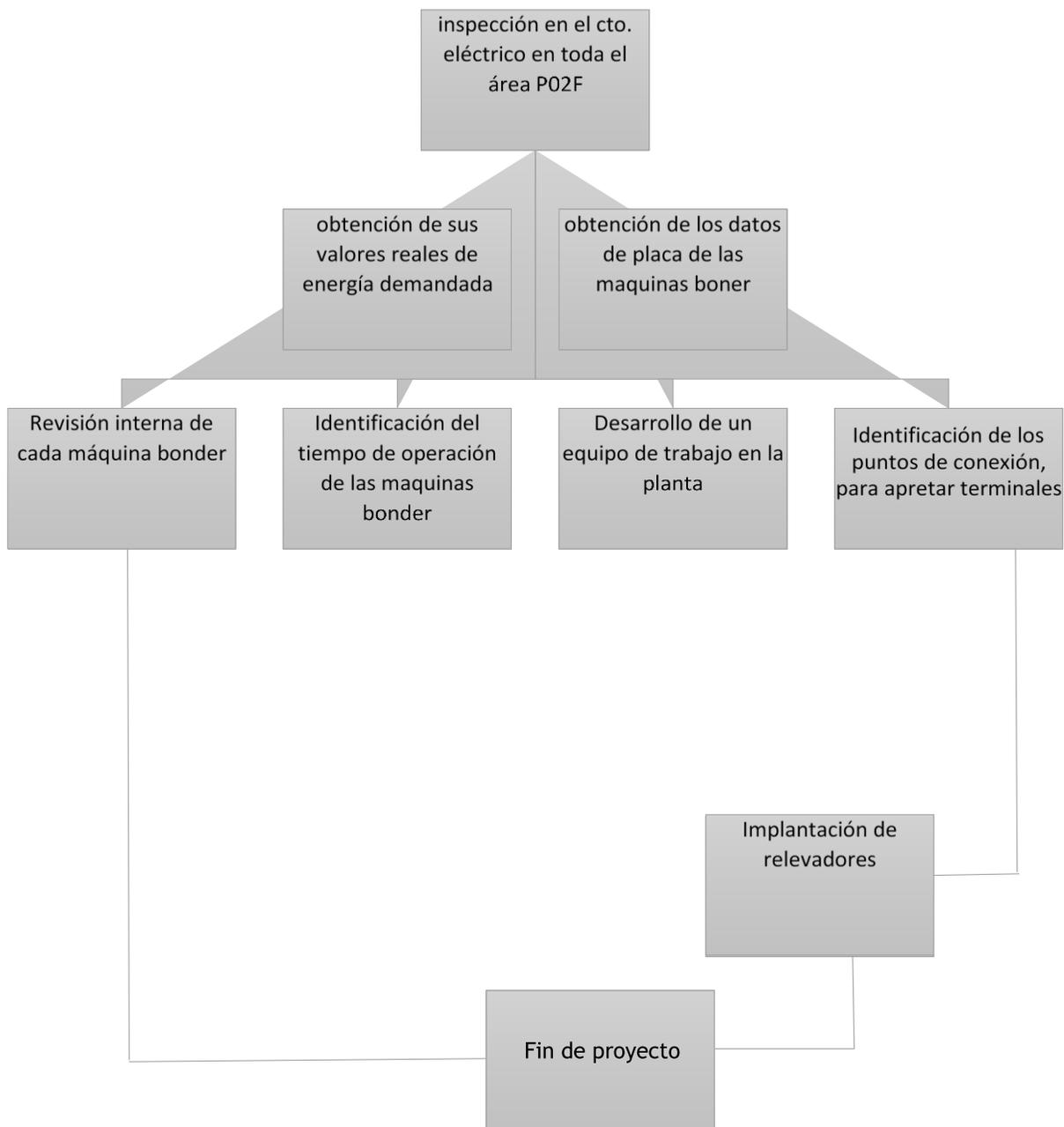
#### **1.4 Objetivo general**

Análisis del sistema eléctrico y conexión de las máquinas bonder en el área de procesos P02F.

#### **1.5 Objetivos específicos**

Aplicar dispositivo eléctrico que permita la reducción del consumo de energía en las maquinas bonder.

## 1.6 Metodología; diagrama a bloques



## 2.Fundamento teórico

### 2.1 Ahorro de energético

El ahorro energético, también denominado ahorro de energía o eficiencia energética, consiste en la optimización del consumo energético con el objetivo final de disminuir el uso de energía, aunque sin que por ello se vea resentido el resultado final. Esto es un concepto clave para el desarrollo sostenible. En un planeta donde los recursos naturales -especialmente los energéticos- son derrochados, el plan de ahorro energético surge como necesidad de economizar los recursos disponibles, salvaguardar las fuentes de energía no renovables y reducir el impacto del cambio climático en nuestro planeta.

#### Tipos de ahorro energético

- Apostar por electrodomésticos que tengan un bajo consumo de energía. Estos aparatos electrónicos se comercializan bajo las categorías A, B y C, que corresponden con las de menor consumo energético.
- Optar por la energía solar, el gas natural o el biogás en detrimento de la electricidad.
- Aprovechar la luz del día y apagar las luces al salir de la habitación.
- Cerrar las ventanas cuando la calefacción o el aire acondicionado estén encendidos.

Clase energética	Consumo energético	Calificación
A	< 55 %	Bajo consumo de energía
B	55 - 75 %	
C	75 - 90 %	
D	95 - 100 %	Consumo de energía medio
E	100 - 110 %	
F	110 - 125%	Alto consumo de energía
G	> 125 %	

## 2.2 Maquinas Bonder

La máquina de soldadura por ultrasonidos industrial es una nueva solución de empalme de cables, es el método orientado hacia el futuro para el cable y terminal de aplicaciones. Entre otras cosas, el proceso se utiliza para unir varios hilos con cada uno de los otros, así como para unir cables con terminales de conexión a tierra o de alto contactos actuales.

En comparación con engastado o soldadura por resistencia, este proceso ofrece numerosas ventajas. Además de las excelentes propiedades eléctricas de la articulación y el muy bajo consumo de energía, este método es especialmente caracterizada por completo el control de proceso de manufactura.

La soldadura de metales de ultrasonidos máquina, usar el principio de vibración de frecuencia ultrasónica para cambiar la energía de vibración ultrasónica de fricción en energía y la transferencia a la superficie de metal a soldar, mientras que la fricción produce calor bajo la presión, la estructura metálica de moléculas completamente la activación de la fusión entre la capa molecular de la formación de los nuevos equipos.



## 2.3 tableros eléctricos

En una instalación eléctrica, los tableros eléctricos son la parte principal. En los tableros eléctricos se encuentran los dispositivos de seguridad y los mecanismos de maniobra de dicha instalación.

En términos generales, los tableros eléctricos son gabinetes en los que se concentran los dispositivos de conexión, control, maniobra, protección, medida, señalización y distribución, todos estos dispositivos permiten que una instalación eléctrica funcione adecuadamente.

Dos de los constituyentes de los tableros eléctricos son: el medidor de consumo (mismo que no se puede alterar) e interruptor, que es un dispositivo que corta la corriente eléctrica una vez que se supera el consumo contratado. Es importante mencionar que el interruptor no tiene funciones de seguridad, solamente se encarga de limitar el nivel del consumo.



Para fabricar los tableros eléctricos se debe cumplir con una serie de normas que permitan su funcionamiento de forma adecuada cuando ya se le ha suministrado la energía eléctrica. El cumplimiento de estas normas garantiza la seguridad tanto de las instalaciones en las que haya presencia de tableros eléctricos como de los operarios.

Una importante medida de seguridad para los tableros eléctricos es la instalación de interruptores de seguridad, estos deben ser distintos del interruptor explicado más arriba. Dichos interruptores de seguridad suelen ser de dos tipos: termomagnético, que se encarga de proteger tanto el tablero eléctrico como la instalación de variaciones en la corriente, y diferencial, que está dirigido a la protección de los usuarios.

### **Tipos de tableros eléctricos**

Según su ubicación en la instalación eléctrica, los tableros eléctricos se clasifican en:

- Tablero principal de distribución: Este tablero está conectado a la línea eléctrica principal y de él se derivan los circuitos secundarios. Este tablero contiene el interruptor principal.
- Tableros secundarios de distribución: Son alimentados directamente por el tablero principal. Son auxiliares en la protección y operación de subalimentadores.
- Tableros de paso: Tienen la finalidad de proteger derivaciones que por su capacidad no pueden ser directamente conectadas a alimentadores o subalimentadores. Para llevar a cabo esta protección cuentan con fusibles.
- Gabinete individual del medidor: Este recibe directamente el circuito de alimentación y en él está el medidor de energía desde el cual se desprende el circuito principal.
- Tableros de comando: Contienen dispositivos de seguridad y maniobra.

### **Aplicaciones de los tableros eléctricos según el uso de la energía eléctrica**

la energía eléctrica tiene múltiples usos. Puede tener uso industrial, doméstico, también es posible utilizarla en grandes cantidades para alumbrado público, entre otros. Por otro lado, los tableros eléctricos tienen, según el uso de la energía eléctrica, las siguientes aplicaciones:

- Centro de Control de Motores
- Subestaciones

- Alumbrado
- Centros de carga o de uso residencial
- Tableros de distribución
- Celdas de seccionamiento
- Centro de distribución de potencia
- Centro de fuerza

## **2.4 NOM-SEDE-001 instalaciones eléctricas**

La Norma NOM-001-SEDE-2012 especifica las disposiciones de carácter técnico que deben cumplir las instalaciones eléctricas del país. Los cambios y modificaciones actualizan este instrumento normativo para incrementar la seguridad en el uso de la energía eléctrica.

A este respecto nos habla el director de investigación, planeación y desarrollo de la Asociación de Normalización y Certificación (ANCE), Su objetivo es establecer las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas al uso de la energía eléctrica, con el objetivo de ofrecer condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades.

Los cambios realizados buscan mejorar su eficacia y maximizar la seguridad, tomando como base otras reglamentaciones internacionales.

## **2.5 Cables AWG**

Un cable eléctrico AWG es un elemento fabricado y pensado para conducir electricidad. El material principal con el que están fabricados es con cobre (por su alto grado de conductividad) aunque también se utiliza el aluminio que, aunque su grado de conductividad es menor también resulta más económico que el cobre.

### **Componentes de los cables:**

Están compuestos por el conductor, el aislamiento, una capa de relleno y una cubierta. Cada uno de estos elementos que componen un cable eléctrico cumplen con un propósito que vamos a conocer a continuación:

- **Conductor eléctrico:** Es la parte del cable que transporta la electricidad y puede estar constituido por uno o más hilos de cobre o aluminio.
- **Aislamiento:** Este componente es la parte que recubre el conductor, se encarga de que la corriente eléctrica no se escape del cable y sea transportada de principio a fin por el conductor.
- **Capa de relleno:** La capa de relleno se encuentra entre el aislamiento y el conductor, se encarga de que el cable conserve un aspecto circular ya que en muchas ocasiones los

conductores no son redondos o tienen más de un hilo. Con la capa de relleno se logra un aspecto redondo y homogéneo.

- **Cubierta:** La cubierta es el material que protege al cable de la intemperie y elementos externos.

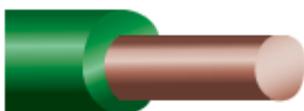
## Tipos de conductores:

### conductor de alambre desnudo



Es un solo alambre en estado sólido, no es flexible y no tiene recubrimiento, un ejemplo de uso este tipo de conductores es la utilización para la conexión a tierra en conjunto con las picas de tierra.

### Conductor de alambre aislado



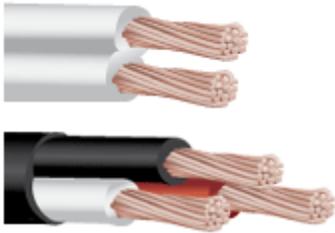
Es exactamente lo mismo que el conductor de alambre desnudo con tan solo una diferencia, en este caso el conductor va recubierto de una capa de aislante de material plástico para que el conductor no entre en contacto con ningún otro elemento como otros conductores, personas u objetos metálicos. El alambre aislado se utiliza mucho más que el cobre desnudo tanto en viviendas como oficinas.

### Conductor de cable flexible



El **cable eléctrico flexible** es el más comercializado y el más aplicado, está compuesto por multitud de finos alambres recubiertos por materia plástica. Son tan flexibles porque al ser muchos alambres finos en vez de un alambre conductor gordo se consigue que se puedan doblar con facilidad, son muy maleables.

## Conductor de cordón



Están formados por más de un cable o alambre, se juntan todos y se envuelven de manera conjunta por segunda vez, es decir, tienen el propio aislamiento de cada conductor más uno que los reúne a todos en un conjunto único.

## 2.6 Relevadores

Es un dispositivo electromagnético. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico. Como tal se emplearon en telegrafía, haciendo la función de repetidores que generaban una nueva señal con corriente procedente de pilas locales a partir de la señal débil recibida por la línea.

### Tipos de relevadores:

Existen multitud de tipos distintos de relés, dependiendo del número de contactos, de su intensidad admisible, del tipo de corriente de accionamiento, del tiempo de activación y desactivación, entre otros. Cuando controlan grandes potencias se llaman contactores en lugar de relés.

### Relés electromecánicos

- **Relés de tipo armadura:** pese a ser los más antiguos, siguen siendo los más utilizados en multitud de aplicaciones. Un electroimán provoca la basculación de una armadura al ser activado, cerrando o abriendo los contactos dependiendo de si es N.A (normalmente abierto) o N.C (normalmente cerrado).
- **Relés de núcleo móvil:** a diferencia del anterior modelo estos están formados por un émbolo en lugar de una armadura. Debido a su mayor fuerza de atracción, se utiliza un solenoide para cerrar sus contactos. Es muy utilizado cuando hay que controlar altas corrientes
- **Relé tipo reed o de lengüeta:** están constituidos por una ampolla de vidrio, con contactos en su interior, montados sobre delgadas láminas de metal. Estos contactos conmutan por la activación de una bobina, que se encuentra alrededor de la mencionada ampolla.

- **Relés polarizados o bi estables:** se componen de una pequeña armadura, solidaria a un imán permanente. El extremo inferior gira dentro de los polos de un electro imán, mientras que el otro lleva una cabeza de contacto. Al excitar el electro imán, se mueve la armadura y provoca el cierre de los contactos. Si se polariza al revés, el giro será en sentido contrario, abriendo los contactos ó cerrando otro circuito.

### **Relé de estado sólido**

Se llama relé de estado sólido a un circuito híbrido, normalmente compuesto por un optoacoplador que aísla la entrada, un circuito de disparo, que detecta el paso por cero de la corriente de línea y un triac o dispositivo similar que actúa de interruptor de potencia. Su nombre se debe a la similitud que presenta con un relé electromecánico; este dispositivo es usado generalmente para aplicaciones donde se presenta un uso continuo de los contactos del relé que en comparación con un relé convencional generaría un serio desgaste mecánico, además de poder conmutar altos amperajes que en el caso del relé electromecánico destruirían en poco tiempo los contactos. Estos relés permiten una velocidad de conmutación muy superior a la de los relés electromecánicos.

### **Relé de corriente alterna**

Cuando se excita la bobina de un relé con corriente alterna, el flujo magnético en el circuito magnético, también es alterno, produciendo una fuerza pulsante, con frecuencia doble, sobre los contactos. Es decir, los contactos de un relé conectado a la red, en algunos lugares, como varios países de Europa y América Latina oscilarán a  $2 \times 50$  Hz y en otros, como en Estados Unidos lo harán a  $2 \times 60$  Hz. Este hecho se aprovecha en algunos timbres y zumbadores, como un activador a distancia. En un relé de corriente alterna se modifica la resonancia de los contactos para que no oscilen.

### **Relé de láminas**

Este tipo de relé se utilizaba para discriminar distintas frecuencias. Consiste en un electroimán excitado con la corriente alterna de entrada que atrae varias varillas sintonizadas para resonar a sendas frecuencias de interés. La varilla que resuena acciona su contacto, las demás no. Los relés de láminas se utilizaron en aeromodelismo y otros sistemas de telecontrol.

### **Relés de acción retardada**

Son relés que ya sea por particularidad de diseño o bien por el sistema de alimentación de la bobina, permiten disponer de retardos en su conexión y/o desconexión.

- **Relés con retardo a la conexión**

El retardo a la conexión de relés puede obtenerse mecánicamente aumentando la masa de la armadura a fin de obtener mayor inercia del sistema móvil; o bien, aumentando la presión de

los resortes que debe vencer la fuerza de atracción del relé. También se obtiene un efecto similar de retardo utilizando C.C. para alimentar al relé en una de las dos siguientes formas:

- Relé con resistor previo y capacitor en paralelo con la bobina: cuando se alimenta con C.C. al relé, el capacitor, hasta entonces descargado, origina una intensa corriente de carga inicial la cual al atravesar al resistor origina una apreciable caída en la tensión aplicada a la bobina, verificándose así un retraso a la conexión. Cabe aclarar que siempre que se interrumpa la alimentación del relé el capacitor, descargándose sobre la bobina, establecerá también un cierto retraso en la desconexión.
- Relé de dos devanados con corriente en oposición: la disposición de uno de estos relés se basa en la existencia de dos devanados conectados en oposición; usualmente designados como principal y auxiliar, y que poseen mayor y menor número de espiras respectivamente. Al aplicarse tensión de C.C. la corriente se establece rápidamente en el devanado auxiliar a la vez que con mucha mayor lentitud en el principal debido a la marcada diferencia en la reactancia inductiva de cada uno (debido al diferente número de espiras que tiene cada uno). De esa manera y debido a que el campo magnético que originan ambos devanados es opuesto, la actuación del relé se producirá cuando la fuerza magnetomotriz —en gradual aumento— del devanado principal sea superior a la del devanado auxiliar y la presión de los resortes del relé, con lo que se obtiene el buscado retardo en la conexión.

### **Relés con retardo a la desconexión**

También es posible obtener retardo a la desconexión por medios mecánicos “disminución de la presión de los resortes del relé” aunque en la mayoría de los casos se recurre a alguno de los sistemas que se indican a continuación:

- Relé con capacitor en paralelo: como su nombre lo indica, posee un capacitor que por su condición en paralelo toda vez que se interrumpa la alimentación de C.C. al relé considerado, la desconexión resultará retardada por la descarga de dicho capacitor sobre la bobina, sistema con el que se obtienen tiempos muy exactos y que en función de los valores de R y C en consideración puede superar largamente un segundo.
- Relé con devanado adicional en cortocircuito: estos disponen de dos devanados: uno de ellos llamado principal o de accionamiento y otro adicional que se encuentra cortocircuitado. Ya sea que el devanado principal sea conectado o desconectado de la tensión de alimentación, la variación de flujo consiguiente inducirá en el devanado adicional una corriente que oponiéndose a la causa que la produce retarda a dicha variación, con lo que se produce así un retardo tanto a la conexión como a la desconexión del relé.
- Relé con devanado adicional controlado por contacto auxiliar: estos relés son absolutamente similares a los anteriores, con el único agregado de un contacto auxiliar del propio relé encargado de conectar o desconectar al devanado auxiliar.

Así el relé presentará un retardo a la desconexión o a la conexión según se utilice un contacto auxiliar Normal Abierto o Normal Cerrado, respectivamente.

### **Relés con retención de posición**

En este caso los relés poseen un diseño en el cual tienen remaches de elevada remanencia colocados dentro de orificios practicados en el núcleo y la armadura de los mismos, y en exacta coincidencia. Por estar perfectamente rectificadas las caras polares en contacto al cerrar el circuito magnético del relé quedará en esa posición -por remanencia magnética- aunque la bobina se desconecte, retornando a la posición de reposo inicial sólo cuando una corriente de sentido contrario vuelva a abrirlo.

## **2.7 Contactores**

Es un elemento electromecánico que tiene la capacidad de establecer o interrumpir la corriente eléctrica de una carga, con la posibilidad de ser accionado a distancia mediante la utilización de elementos de comando, los cuales están compuesto por un circuito bobina / electroimán por la cual circula una menor corriente que la de carga en sí (incluso podría utilizarse baja tensión para el comando).

Constructivamente son similares a los relés, y ambos permiten controlar en forma manual o automática, ya sea localmente o a distancia toda clase de circuitos. Pero se diferencian por la misión que cumple cada uno: los relés controlan corrientes de bajo valor como las de circuitos de alarmas visuales o sonoras, alimentación de contactores, etc. y los contactores se utilizan como interruptores electromagnéticos en la conexión y desconexión de circuitos de iluminación y fuerza motriz de elevada tensión y potencia.



## 2.8 Interruptor termomagnético

Es un dispositivo que como su nombre indica combina dos efectos, el magnetismo y el calor, para interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando se detectan valores mayores a ciertos límites.

El interruptor termomagnético interrumpe el paso de la corriente cuando detecta que esta sobrepasa ciertos límites. Es por esto que un interruptor termomagnético sirve para proteger un circuito eléctrico de sobrecargas y cortocircuitos.

### Funcionamiento

La base del funcionamiento de un interruptor termomagnético se basa en la dilatación de un metal por el calor y en las fuerzas de atracción que generan los campos magnéticos.

Por un lado, tenemos un bimetálico por el cual circula una corriente. Al aumentar la intensidad de esta, este metal comienza a disipar calor y a dilatarse, provocando así la apertura del circuito.

Por otra parte, tenemos una bobina por la cual circula una corriente y genera un cierto campo magnético. Al aumentar la intensidad de la corriente, aumenta la intensidad del campo magnético, generando una fuerza de atracción en un núcleo que hay en el interior de esta. Cuando el campo magnético es lo suficientemente grande para atraer todo el núcleo, se genera el corte del circuito.

## Tipos de ITM

De curva B

- Entre 1,1 y 1,4 veces la intensidad nominal, actúa por efecto térmico.
- Entre 3 y 5 veces la intensidad nominal actúan por efecto magnético.
- Se utiliza principalmente en zonas de edificio de viviendas con limitaciones.

De curva C

- Actúan por efecto térmico con intensidades entre 1,13 y 1,44 veces la nominal.
- Entre 5 y 10 veces la corriente nominal actúan por efecto magnético.
- Para uso domiciliario sin limitaciones.

De curva D

- Entre 1,1 y 1,4 veces la corriente nominal actúan por efecto térmico.
- Entre 10 y 14 veces la corriente nominal actúan por efecto magnético.
- Uso industrial

De curva MA

- Actúa con corrientes 12 veces mayores a la nominal con efecto magnético.

De curva Z

- Entre 1,1 y 1,4 veces la corriente nominal actúan por efecto térmico.
- Entre 2,4 y 3,6 veces la corriente nominal actúan por efecto magnético.
- Protege instalaciones con componentes electrónicos.

## 2.9 Equipos de seguridad eléctrica

Cuando hablamos de riesgo eléctrico, solemos pensar únicamente en los riesgos derivados del paso de corriente a través del cuerpo del trabajador. Sin embargo, el riesgo eléctrico supone un enfoque mucho más amplio que debemos tener en cuenta a la hora de planificar las actividades preventivas. Los riesgos que debemos considerar son:

1. **Electrocución.** Supone el contacto con un elemento en tensión. Se deberán tomar medidas para evitar el paso de corriente eléctrica a través del cuerpo del trabajador.
2. **Quemaduras.** Como consecuencia de un arco eléctrico provocado por un cortocircuito, el trabajador se expone a un nivel de energía térmica tal que puede provocarle quemaduras de consideración. El arco eléctrico es una descarga disruptiva en la cual la corriente eléctrica salta de un elemento conductor en tensión a otro, o simplemente al suelo. El resultado es fenómeno que puede resultar extremadamente violento, cuya severidad está condicionada por factores como la proximidad del trabajador a la fuente, intensidad de corriente, el medio físico donde se produce o la forma y materiales de la instalación eléctrica. Los estudios y guías asociadas a la seguridad eléctrica, establecen la necesidad de evaluar el riesgo asociado al arco eléctrico en instalaciones donde existan tensiones superiores a 250 V.
3. **Explosión.** La acumulación de cargas electrostáticas puede originar una chispa que, en caso de trabajar en atmósferas explosivas, puede dar lugar a una explosión.
4. **Otros riesgos.** En este grupo, generalmente se incluyen los riesgos asociados a un arco eléctrico, como pueden ser ondas de choque, gases, radiaciones electromagnéticas, etc.

**Tipos de equipos de protección individual que se asocian a este tipo de trabajos y la normativa que se les aplica**

## Protección de la cabeza

La protección de la cabeza del usuario suele estar asociada a la protección de esta parte del cuerpo contra choques o impactos. No obstante, en el ámbito eléctrico la protección de la cabeza debe destinarse también a evitar el paso de corriente a través del cuerpo del usuario entrando por la cabeza.

Equipo	Normativa aplicable	Principales características
Cascos aislantes de la electricidad	EN 50365:2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Además del aislamiento eléctrico, los cascos deben ofrecer la protección contra impactos asociada a los cascos de protección para la industria según EN 397:2012+A1:2012, o alternativamente, la protección asociada contra impactos y riesgos térmicos asociada a los cascos para bomberos según EN 443:2008.</li> <li>- Los cascos no deben tener partes conductoras</li> <li>- En caso de tener orificios de aireación, deben estar diseñados para evitar cualquier contacto accidental con partes en tensión.</li> </ul>
Cascos de protección para la industria	EN 397:2012+A1:2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Además de los requisitos de protección contra choques e impactos, los cascos pueden incorporar de forma opcional un requisito que pretende asegurar la protección del usuario durante un corto período de tiempo contra contactos accidentales con conductores eléctricos activos con un voltaje de hasta 440 V.</li> <li>- No son cascos destinados a ofrecer protección en trabajos en tensión, y deben incorporar en el marcado la designación: 440 V a.c.</li> </ul>
Cascos contra golpes para la industria	EN 812:2012+A1:2012	
Cascos de altas prestaciones para la industria	EN 14052:2012+A1:2012	

## Protección facial

La cara del usuario representa una de las zonas más expuestas en caso de que se produzca un arco eléctrico de cortocircuito.

Equipo	Normativa aplicable	Principales características
Pantalla facial contra el arco eléctrico de cortocircuito	EN 166:2001	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las pantallas no deben tener partes metálicas al descubierto y todos los bordes exteriores deben estar exentos de aristas vivas.</li> <li>- El ocular debe tener un espesor mínimo de 1,4 mm</li> <li>- El ocular debe ofrecer protección contra la radiación ultravioleta con una clase mínima designada por los códigos 2-1,2 o 3-1,2</li> <li>- El ocular y la montura deben marcarse el número "8", el cual designa al campo de uso del que estamos tratando.</li> </ul>

En la actualidad, el CENELEC/TC 78, organismo europeo encargado de la normalización en el sector electrotécnico, está trabajando en el desarrollo de normas que permitan evaluar el comportamiento de los protectores oculares frente a los efectos térmicos del arco eléctrico

### **Vestuario de protección**

Para la protección del cuerpo frente a los riesgos térmicos derivados del arco eléctrico mediante el uso de vestuario de protección, actualmente no existe ninguna norma armonizada específicamente desarrollada para definir los requisitos que debe cumplir la ropa de protección frente a los efectos térmicos del arco eléctrico.

Por ello, este tipo de ropa suele evaluarse según la norma de protección contra calor y llamas: EN ISO 11612:2015, a la que adicionalmente se le somete a los ensayos previstos en la norma IEC 61482-2:2009; norma ésta que pese a no ser armonizada, está específicamente destinada a la ropa de protección contra los efectos térmicos del arco eléctrico. Esta última norma, evalúa las prestaciones térmicas de la prenda frente al arco eléctrico mediante dos ensayos.

### **Protección de manos y brazos**

Actualmente no existe ninguna norma armonizada específicamente desarrollada para la protección de las manos y brazos del usuario frente a los riesgos térmicos del arco eléctrico. Para la evaluación de la conformidad de este tipo de protecciones, se suele seguir el mismo criterio que el aplicado para la ropa de protección contra los efectos térmicos del arco eléctrico. En la actualidad el CENELEC/TC 78 está trabajando en el desarrollo de una norma específica para guantes de protección contra los efectos térmicos del arco eléctrico.

### **Calzado de protección**

En lo relativo al calzado de protección de uso en el ámbito eléctrico, los diferentes tipos que podemos encontrar son los siguientes:

Equipo	Normativa aplicable	Principales características
<b>Calzado conductor</b>	EN ISO 20345:2011 EN ISO 20346:2014 EN ISO 20347:2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se caracteriza por tener un valor de resistencia eléctrica lo suficientemente bajo (<math>R &lt; 100 \text{ k}\Omega</math>) para permitir la rápida disipación de las cargas electrostáticas, minimizando así la posibilidad de que se produzcan acumulaciones de carga electrostática en el usuario que puedan dar lugar a chispas, que podrían llevar a ocasionar explosiones, incendios, daños en material electrónico, etc.</li> <li>- Debido a su bajo valor de resistencia eléctrica, el uso de calzado conductor ha de hacerse únicamente cuando se ha eliminado por completo la posibilidad de entrar en contacto con algún elemento en tensión.</li> <li>- En el marcado del calzado, esta propiedad adicional del calzado de uso laboral se designa mediante la letra-código C.</li> </ul>
<b>Calzado antiestático</b>	EN ISO 20345:2011 EN ISO 20346:2014 EN ISO 20347:2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Con una resistencia eléctrica algo superior a la del calzado conductor (<math>100 \text{ k}\Omega &lt; R = 1000 \text{ k}\Omega</math>), esta resistencia permite la disipación de cargas electrostáticas, reduciendo así el riesgo de generación de chispas, a la vez que ofrece cierta protección contra choques eléctricos peligrosos en caso de defecto de algún aparato eléctrico durante su funcionamiento hasta voltajes de 250 V.</li> <li>- Los usuarios de este tipo de calzado han de tomar precauciones adicionales ya que, bajo ciertas condiciones, el calzado podría ofrecer una protección inadecuada.</li> <li>- El marcado que designa al calzado antiestático es la letra-código A, aunque el calzado de seguridad categoría S1, el calzado de protección categoría P1 y el calzado de trabajo O1 cumplen con los requisitos preceptivos para el calzado antiestático.</li> </ul>
<b>Calzado aislante de la electricidad</b>	EN ISO 20345:2011 EN ISO 20346:2014 EN ISO 20347:2012 EN 50321:1999	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El calzado aislante de la electricidad está previsto para su uso en trabajos eléctricos en baja tensión.</li> <li>- Se distinguen dos clases eléctricas dentro de este tipo de calzado: la Clase 00 para trabajos en instalaciones de hasta 500 V (c.a.) y la Clase 0 para trabajos en instalaciones de hasta 1000 V (c.a.).</li> <li>- El calzado aislante de la electricidad ha de superar los ensayos que se definen en la norma EN 50321:1999</li> <li>- Según lo establecido en las normas EN ISO 20345, 20346 y 20347, el calzado aislante sólo puede ser de Clasificación II, es decir, sólo puede ser calzado</li> </ul>

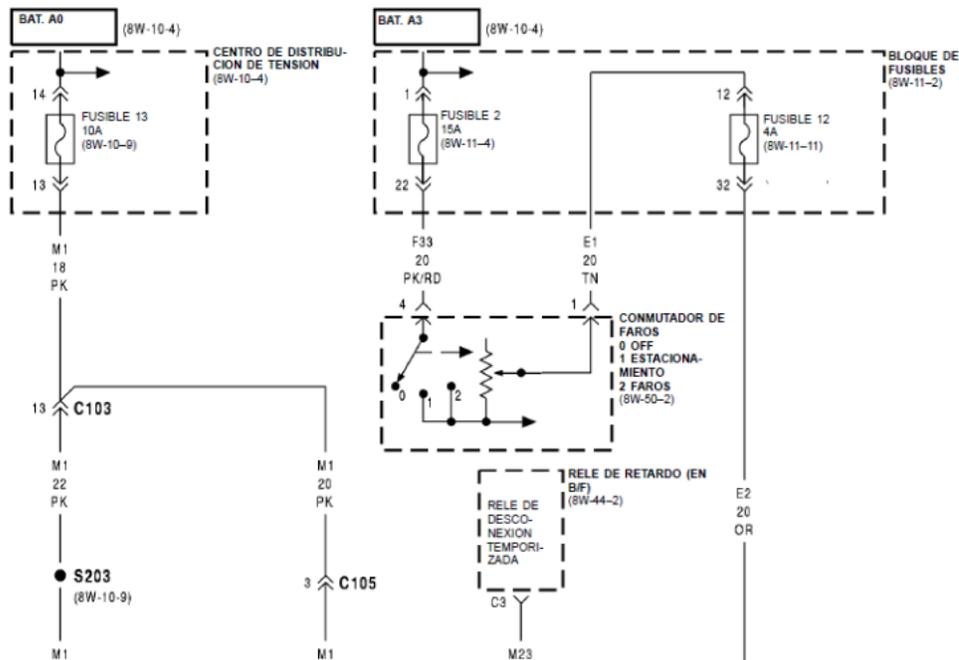
## 2.9.1 Diagramas eléctricos

Es la representación gráfica de un circuito eléctrico, ya sea que trabajes con electricidad o electrónica los diagramas eléctricos son una herramienta indispensable ya que nos permite saber entre otras cosas; como está conectado cierto producto/dispositivo, qué componentes lleva, qué colores y calibre llevan sus cables, que señales contiene cada terminal de un conector etc.

También se define como un dibujo simplificado en el que los distintos elementos del circuito se representan mediante símbolos normalizados. Los símbolos normalizados son dibujos simples ya consensuados y regulados mediante normas específicas. No necesariamente se

parecen al elemento que representan. El esquema que se realice empleando símbolos normalizados puede ser interpretado por personas de cualquier país

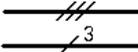
Ejemplo:

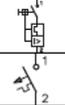
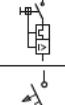
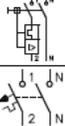
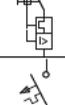
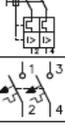
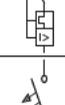
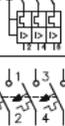
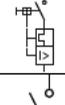
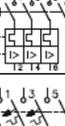
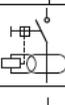
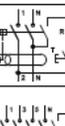
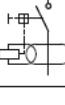


## 2.9.2 Simbología eléctrica

Se denomina Simbología Eléctrica a la representación gráfica que se realiza de cada elemento de un circuito o instalación eléctrica.

Los símbolos eléctricos se rigen por la UNE-EN-60617, que fue aprobada en 1996 y está en concordancia con la norma europea, la cual se utilizan de acuerdo al país que se apliquen.

		
Hilo conductor	Hilo de tres conductores	Conductor neutro
		
Cruce con conexión	Cruce sin conexión	Masa
		
Tierra	Tierra de protección	Tierra sin ruido
		
Conector hembra	Conector macho	Masa puesta a Tierra

Simbología eléctrica normalizada				
Mecanismo	Símbolo		Significado	Condiciones de instalación
	Unifilar	Multifilar		
			Interruptor de control de potencia (ICP)	Se instalará antes de los dispositivos de protección, en caja preintable. Altura entre 1,4 y 2 m.
			Interruptor automático bipolar F+N (PIA) magnetotérmico	Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se instalarán en cuadros de distribución. Su poder de corte será suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación. Este poder de corte será como mínimo de 4,5 kA.
			Interruptor automático bipolar (PIA) magnetotérmico	
			Interruptor automático tripolar (PIA) magnetotérmico	
			Interruptor automático tetrapolar (PIA) magnetotérmico	
			Interruptor diferencial bipolar	Se instalarán en cuadros de distribución. Cuando se prevean corrientes no senoidales se emplearán diferenciales del tipo A.
			Interruptor diferencial tetrapolar	

### **2.9.3 Electroodos**

Para la soldadura, los electroodos son dispositivos que conducen electricidad y que también pueden actuar como metal de soporte. Es bueno conocer los distintos tipos de electroodos para así tomar una decisión informada al momento de trabajar en el soldado de piezas de metal.

#### **Tipos de Electroodos**

Los electroodos podemos clasificarlos en dos tipos, los Desnudos y los Recubiertos

- Electroodos desnudos: Con estos electroodos, los materiales fundidos no están protegidos contra las acciones de los gases tales como el oxígeno y el nitrógeno, es por este factor que las soldaduras llegan a una calidad inferior. Estos electroodos únicamente se usan en los cordones secundarios y en las cargas estáticas.
- Electroodos revestidos: Es un electroodo para soldaduras eléctricas, estos son los que generalmente se emplean en las estructuras metálicas. Este se encuentra protegido mediante un revestimiento compuesto de diversas sustancias, según las características que se deseen brindar al material de la soldadura y estas también protegen el metal fundido de la atmosfera y estabilizan el arco eléctrico.

### **2.9.4 Multímetro**

Es un dispositivo eléctrico y portátil, que le permite a una persona medir distintas magnitudes eléctricas que forman parte de un circuito, como ser corrientes, potencias, resistencias, capacidades, entre otras.

Puede medir magnitudes en distintos rangos, es decir, si sabemos que vamos a medir una corriente de 10 A (Amper) entonces, elegiremos un rango de 1 A a 50 A. Puede medir corriente continua o corriente alterna de forma digital o analógica.

El funcionamiento de un multímetro involucra varios instrumentos de medición, como el voltímetro, amperímetro, entre otros. Lo que es importante conocer de un multímetro es saber usarlo.

En principio debemos identificar que vamos a medir y tener una idea de entre que valores oscila esa medición. Una vez identificados buscamos en la escala del tester los datos. Por ejemplo, si queremos medir voltaje de una corriente continua de 100 V, buscamos en el tester la V que al lado tiene una rayita continua y elegimos el valor más grande, más cercano al valor aproximado de medición.

Luego se deben conectar los cables al multímetro. El cable negro debe ir conectado en la clavija que tiene denominación COM, de común. Luego buscamos la clavija que tiene como denominación la magnitud que queremos medir. Si queremos medir voltaje, buscamos la V y conectamos el cable en esa clavija. Luego se deben conectar las otras terminales de los cables, el negro en la parte negativa del circuito y el rojo en la parte positiva del circuito.

Multímetro Analógico



Multímetro Digital



### 3. Desarrollo

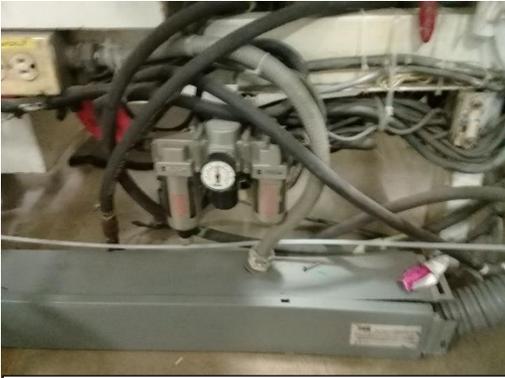
1. Se realizó una inspección en toda el área P02F, que se enfoca principalmente en los circuitos eléctricos que alimentan a las maquinas bonder.



Circuitos que alimentan el área de automatización (PLC)



Conexión de los componentes de las maquinas



Circuito ajustador de presión  
dependiendo del ancho del electrodo



Alimentación aérea desde  
el tablero de control

## 2. Conocer las maquinas bonder.



Maquina bonder modelo HW32



Maquina bonder modelo HW20 de secuencia  
que son dos bonder unidas

### 3. Análisis del tablero de control.



Se realizo el análisis e inspección de la distribución de cada circuito de tablero-maquina bonder

### 4. Obtención de sus valores reales de energía demandada, para la comparación con los datos de placa, basado en la programación de puesta en servicio de las máquinas.



Transformador de alimentación de las maquinas bonder

**5. Conocer e identificar los componentes del equipo y su funcionamiento.**



Maquina Bonder modelo HW20



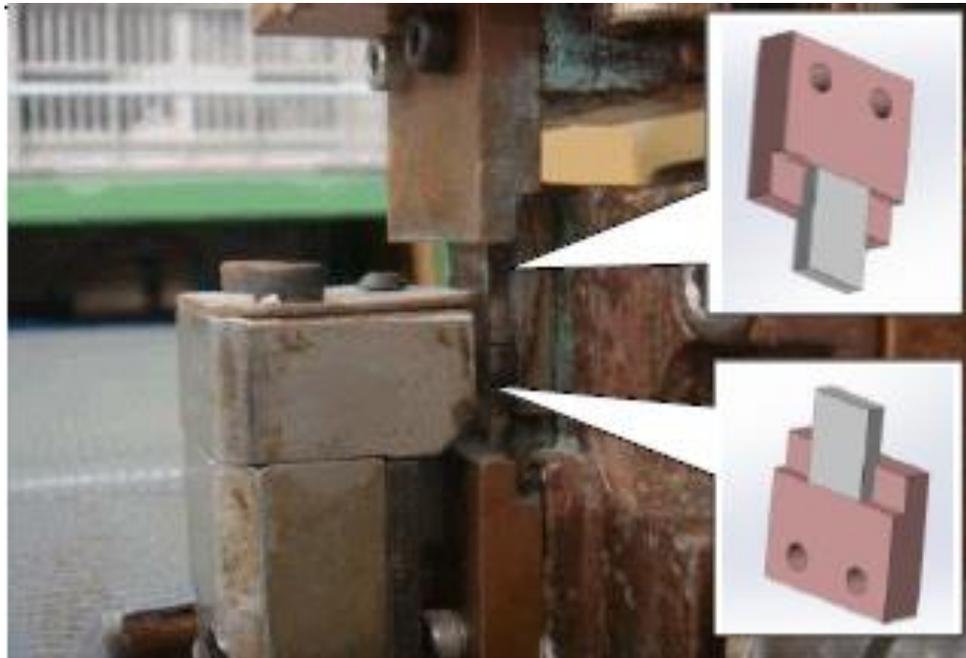
Guarda de seguridad del electrodo de aplicación



Interruptores de funcionamiento



LED rojo de aviso de alta temperatura

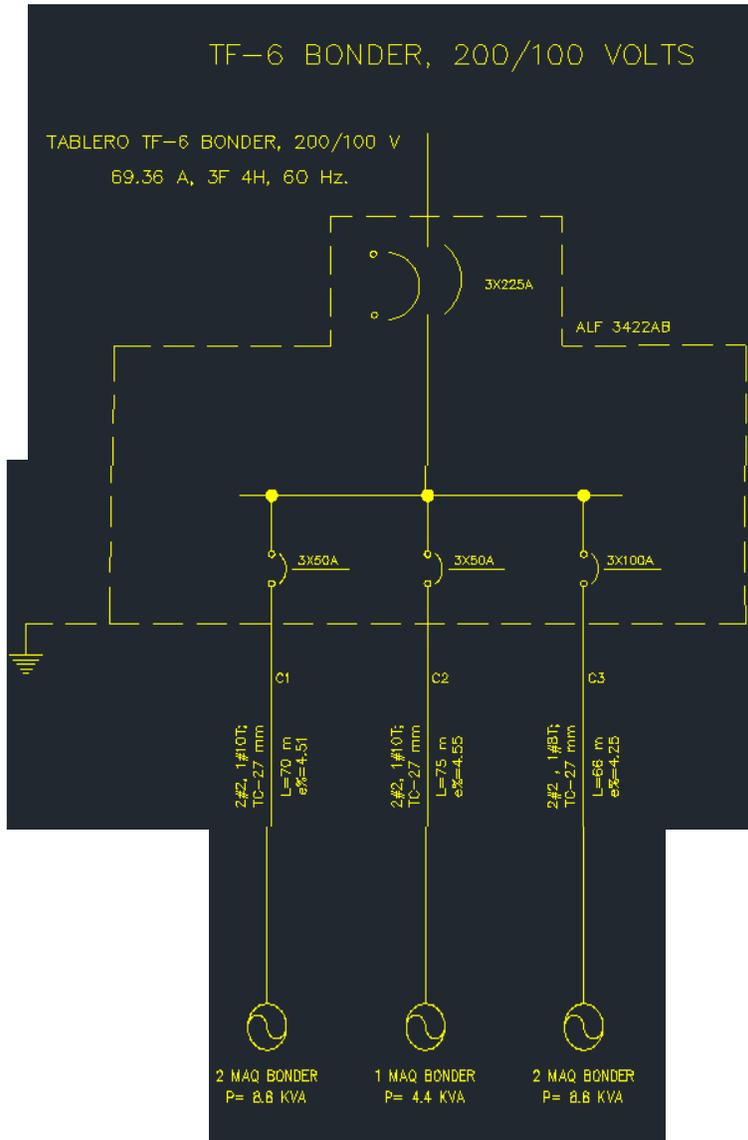


Electrodos de soldadura para empalmar los circuitos



Válvulas de agua del sistema de enfriamiento

6. Interpretar diagramas eléctricos de conexión de maquinas bonder a tablero de fuerza.



Tablero: TF-8 BOMDER N°: 9 Modelo: ALF3422AB Interruptor Principal: 225 amps  
 Zapatas Posibles: 360 A Tensión: 220 127 Volts Fases: 3 Hios: 4 Marca: GENERAL E.  
 Localización: AREA CORTE

Cto.	Descripción	Cond.	Prot.	Garga (Kva)	Polo	Fases			Carga (Kva)	Prot.	Cond.	Descripción	Cto.
						A	B	C					
<b>C1</b>	2 MAQ BOMDER	2	50	4.40	1	8.80			4.40	50	2	1 MAQ BOMDER	<b>C2</b>
<b>C3</b>	1 MAQ BOMDER	2	100	4.40	5	4.40	4.40	4.40	4.40				<b>C4</b>
				4.40	6								
				4.40	7	4.40							
					8								
					9		0.00						
					10								
					11		0.00	0.00					
					12								
					13	0.00							
					14								
					15		0.00						
					16								
					17			0.00					
					18	0.00							
					19								
					20		0.00						
					21								
					22		0.00						
					23								
					24		0.00						
					25	0.00							
					26								
					27		0.00						
					28								
					29								
					30								
Carga Total =						13.20	8.80	4.40					

Carga Fase A : 103.94 Amp      Carga Fase B : 69.29 Amp      Carga Fase C : 34.65 Amp  
 Carga Total : 28.40 Kva      Alim. Pot. : 410 amgs      Ipot = 0.9      Temp. Amb.: 40 °C      DCSP :               Fases:               X      **81**  
 Carga Totl : 23.78 Kw      Cond. P. terra : 2 Cu desm.      Itemp = 0.02      \*Z Impact cable : 0.2889 cmKv      DCSP :               Fases:               X      **81**  
 Irama = 88.38 Amp.      Alimentado THW-LB : 75 °C      Iagrup = 1      DCSP :               Fases:               X      **81**  
 Factor de Carga : 1.00      Cond/Fase : 1      Long = 88 Mts      DCSP :               Fases:               X      **81**  
 I cor: 105.74 Amp.      Temp. De Diseño : 75 °C      Costo de Voltaje : 0.15      DCSP :               Fases:               X      **81**

**7. Identificación de los puntos de conexión, para apretar terminales, evitando falsos contactos y puntos calientes.**



1.-Apretar terminales en el tablero de control y limpieza general con Sprite dieléctrico



2.- Revisar cables que no tenga daño o estén estirados excesivamente estos deben estar ruteados adecuadamente.



3.- Los cables deben estar en buenas condiciones, junto con las terminales y tornillos



4.- revisión de las terminales.....y apretar terminales.

## 8. Análisis de dispositivos eléctricos que ayudan a la disminución del consumo de energía.

Para la reducción del alto consumo de energía en el área, se opta por la implementación de un relevador, función que desempeñara para seccionar el tiempo de su funcionamiento, así como la puesta de servicio de las maquinas bonder. Optando por el relevador:

Magnecraft General Purpose Relays  
750 series  
DPDT and 3DPT

### Descripción

Los relés enchufables de la base octal de la serie 750 ofrecen cubiertas transparentes o completas con múltiples opciones de montaje y accesorios.

Feature	Benefit
Octal style mounting	Robust and historically-proven mounting platform that provides excellent structural support
10 A max. switching current	Ideal for automation panels and controls
Clear or full-feature cover options	Full-feature covers include LED indicator and locking test button
DPDT and 3PDT contact configurations	Simultaneously control separate circuits
Socket mount option	Simplifies installation and maintenance while also allowing the use of protection modules, hold-down clips and other accessories
Gold-flashed contacts	Reduces contact oxidation and increases shelf life
Mechanical flag indicator	Standard feature displays relay status during testing or operation



750 Clear Cover



750 Full-Feature Cover

**9. Tomando en cuenta, que el área no puede suspenderse las labores por un largo periodo de tiempo, por cuestiones de perdida monetaria y productividad, se opta por seccionar la puesta en servicio de las maquinas bonder, con la utilización de relevadores.**



Relevador implementado

#### **4.Resultados y conclusiones**

Para concluir el proyecto pude aclarar mis ideas sobre el concepto que tenia de una maquina industrial bonder, conforme al paso de los días aprendí cosas nuevas de como usar estas maquinas y sus aplicaciones dentro de una industria y el proceso de manufactura que ayuda a dar paso a la siguiente aplicación del material que se trabaja.

Entendimos que antes de realizar un trabajo debemos hacerlo conforme a los manuales de instalación, mantenimiento y seguridad que se requiere para que su uso sea de la manera correcta.

Además, con el aprovechamiento del tiempo de análisis y comprensión del funcionamiento de las maquinas en el área designada **P02F**, podemos optar por la utilización de relevadores, que nos proporciona una seccionalizacion de puesta en servicio de dichas máquinas, el cual evita que la corriente de demanda no se dispare bruscamente, así asegurando un consumo energético más bajo.

#### **Referencias bibliográficas**

[1] Tesis (Determinación y ahorro de energía de la industria Álcali SA de C.V) ing. Adolfo Omaña Garza

[2] Optima grid (Buenas prácticas para el ahorro de la energía en las empresas.

[3] Procedimientos de auditorías energéticas en el sector industrial de la comunidad de Madrid

[4] Guía de ahorro de energía sector de las artes gráficas

Manual de Yazaki “instrucciones de trabajo”.

Manual Heat Welding Machine (Bonder II) HW20.

Manual Heat Welding Machine (Bonder II) HW20 mantenimiento.

Magnecraft General Purpose Relays

NOM-SEDE-001 – 2012

## Anexos

Feature	Benefit
Octal style mounting	Robust and historically-proven mounting platform that provides excellent structural support
10 A max. switching current	Ideal for automation panels and controls
Clear or full-feature cover options	Full-feature covers include LED indicator and locking test button
DPDT and 3PDT contact configurations	Simultaneously control separate circuits
Socket mount option	Simplifies installation and maintenance while also allowing the use of protection modules, hold-down clips and other accessories
Gold-flashed contacts	Reduces contact oxidation and increases shelf life
Mechanical flag indicator	Standard feature displays relay status during testing or operation

S



750 Clear Cover

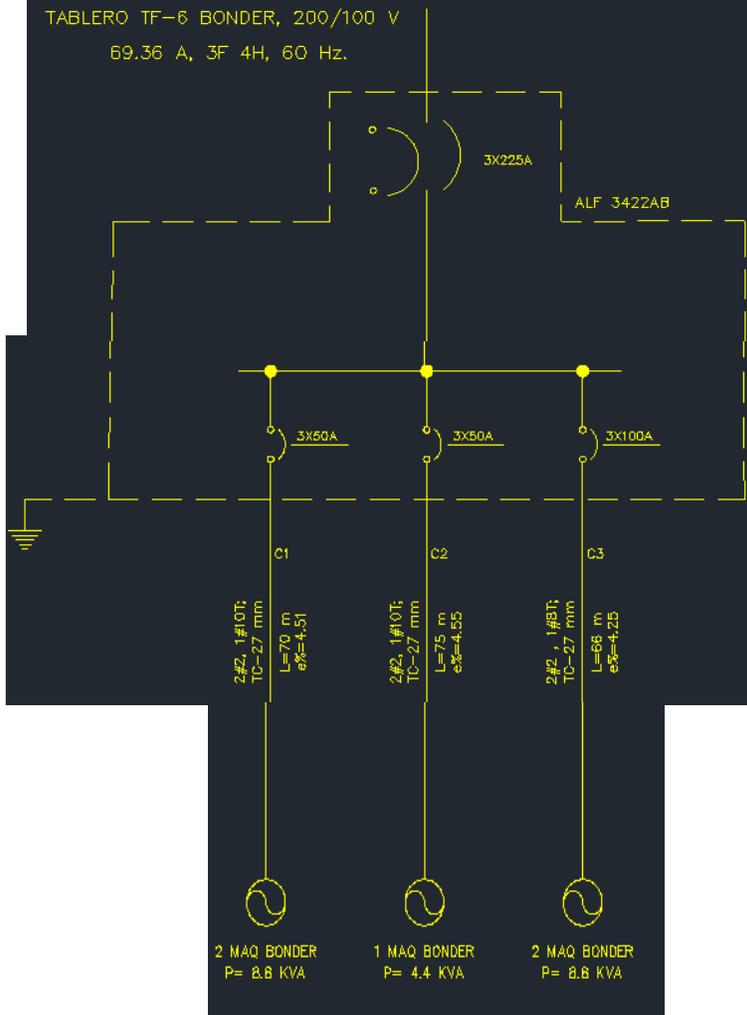


750 Full-Feature Cover

Clase energética	Consumo energético	Calificación
A	< 55 %	Bajo consumo de energía
B	55 - 75 %	
C	75 - 90 %	
D	95 - 100 %	Consumo de energía medio
E	100 - 110 %	
F	110 - 125%	Alto consumo de energía
G	> 125 %	

# TF-6 BONDER, 200/100 VOLTS

TABLERO TF-6 BONDER, 200/100 V  
69.36 A, 3F 4H, 60 Hz.





Equipo	Normativa aplicable	Principales características
<b>Calzado conductor</b>	EN ISO 20345:2011 EN ISO 20346:2014 EN ISO 20347:2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se caracteriza por tener un valor de resistencia eléctrica lo suficientemente bajo (<math>R &lt; 100 \text{ k}\Omega</math>) para permitir la rápida disipación de las cargas electrostáticas, minimizando así la posibilidad de que se produzcan acumulaciones de carga electrostática en el usuario que puedan dar lugar a chispas, que podrían llevar a ocasionar explosiones, incendios, daños en material electrónico, etc.</li> <li>- Debido a su bajo valor de resistencia eléctrica, el uso de calzado conductor ha de hacerse únicamente cuando se ha eliminado por completo la posibilidad de entrar en contacto con algún elemento en tensión.</li> <li>- En el marcado del calzado, esta propiedad adicional del calzado de uso laboral se designa mediante la letra-código C.</li> </ul>
<b>Calzado antiestático</b>	EN ISO 20345:2011 EN ISO 20346:2014 EN ISO 20347:2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Con una resistencia eléctrica algo superior a la del calzado conductor (<math>100 \text{ k}\Omega &lt; R = 1000 \text{ k}\Omega</math>), esta resistencia permite la disipación de cargas electrostáticas, reduciendo así el riesgo de generación de chispas, a la vez que ofrece cierta protección contra choques eléctricos peligrosos en caso de defecto de algún aparato eléctrico durante su funcionamiento hasta voltajes de 250 V.</li> <li>- Los usuarios de este tipo de calzado han de tomar precauciones adicionales ya que, bajo ciertas condiciones, el calzado podría ofrecer una protección inadecuada.</li> <li>- El marcado que designa al calzado antiestático es la letra-código A, aunque el calzado de seguridad categoría S1, el calzado de protección categoría P1 y el calzado de trabajo O1 cumplen con los requisitos preceptivos para el calzado antiestático.</li> </ul>
<b>Calzado aislante de la electricidad</b>	EN ISO 20345:2011 EN ISO 20346:2014 EN ISO 20347:2012 EN 50321:1999	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El calzado aislante de la electricidad está previsto para su uso en trabajos eléctricos en baja tensión.</li> <li>- Se distinguen dos clases eléctricas dentro de este tipo de calzado: la Clase 00 para trabajos en instalaciones de hasta 500 V (c.a.) y la Clase 0 para trabajos en instalaciones de hasta 1000 V (c.a.).</li> <li>- El calzado aislante de la electricidad ha de superar los ensayos que se definen en la norma EN 50321:1999</li> <li>- Según lo establecido en las normas EN ISO 20345, 20346 y 20347, el calzado aislante sólo puede ser de Clasificación II, es decir, sólo puede ser calzado</li> </ul>

Equipo	Normativa aplicable	Principales características
Cascos aislantes de la electricidad	EN 50365:2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Además del aislamiento eléctrico, los cascos deben ofrecer la protección contra impactos asociada a los cascos de protección para la industria según EN 397:2012+A1:2012, o alternativamente, la protección asociada contra impactos y riesgos térmicos asociada a los cascos para bomberos según EN 443:2008.</li> <li>- Los cascos no deben tener partes conductoras</li> <li>- En caso de tener orificios de aireación, deben estar diseñados para evitar cualquier contacto accidental con partes en tensión.</li> </ul>
Cascos de protección para la industria	EN 397:2012+A1:201	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Además de los requisitos de protección contra choques e impactos, los cascos pueden incorporar de forma opcional un requisito que pretende asegurar la protección del usuario durante un corto período de tiempo contra contactos accidentales con conductores eléctricos activos con un voltaje de hasta 440 V.</li> <li>- No son cascos destinados a ofrecer protección en trabajos en tensión, y deben incorporar en el marcado la designación: 440 V a.c.</li> </ul>
Cascos contra golpes para la industria	EN 812:2012+A1:2012	
Cascos de altas prestaciones para la industria	EN 14052:2012+A1:2012	

Equipo	Normativa aplicable	Principales características
Pantalla facial contra el arco eléctrico de cortocircuito	EN 166:2001	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las pantallas no deben tener partes metálicas al descubierto y todos los bordes exteriores deben estar exentos de aristas vivas.</li> <li>- El ocular debe tener un espesor mínimo de 1,4 mm</li> <li>- El ocular debe ofrecer protección contra la radiación ultravioleta con una clase mínima designada por los códigos 2-1,2 o 3-1,2</li> <li>- El ocular y la montura deben marcarse el número "8", el cual designa al campo de uso del que estamos tratando.</li> </ul>