



unitec[®]
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES[®]

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

REDUCCIÓN DE CONSUMO ELÉCTRICO DE CARGADORES INDUSTRIALES EN

VFI HONDURAS

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

21341269 RICARDO DAVID BRIZUELA MEJÍA

ASESOR: ING. JAVIER VILLANUEVA

CAMPUS SAN PEDRO SULA

JULIO 2018

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES

La educación es un privilegio y no un castigo, le agradezco a mis padres por su arduo esfuerzo diario para poder darme este privilegio. Sin el esfuerzo de ellos no hubiera logrado recorrer este camino, por eso mis éxitos son sus éxitos. Les agradezco por su apoyo incondicional, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, por su constante motivación y confianza total en mí. Agradezco los consejos sabios que siempre han sabido darme para no dejarme caer y enfrentar todos los momentos difíciles, porque me ayudan siempre a tomar las decisiones más importantes en mi vida, por su infinita paciencia y sobre todo por el gran amor que me dan.

A MIS MAESTROS

Antes de entrar a la universidad, tenía miedo, como cualquier persona al comenzar una nueva etapa, les agradezco por haberme ayudado a superar este miedo y hacerme entender que todo se puede lograr paso a paso. Gracias por haberme compartido todos sus conocimientos y experiencias, ambos son invaluable para mi vida personal y profesional. Les agradezco por su comprensión y porque cada uno de ustedes represento para mí una experiencia, lección, enseñanza y moraleja distinta siendo fundamentales para mi crecimiento como profesional y persona.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Quiero agradecer a cada uno de ustedes porque durante este camino siempre estuvieron para mí ya sea para ayudarme, levantarme, animarme o apoyarme cada vez que un obstáculo se interponía en mi camino. Cada uno de ustedes tiene un valor fundamental en este éxito de mi vida, porque con sus abrazos me consolaron durante mis problemas, porque con sus bromas me hicieron reír siempre y me hicieron más fácil el camino, porque con su apoyo superé obstáculos y nunca me di por vencido, y porque con sus ánimos supe que siempre había esperanza. Gracias por todo a cada uno de ustedes.

ÍNDICE DE CONTENIDO

GLOSARIO	1
I. INTRODUCCIÓN	2
II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	3
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	3
2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO	4
2.3 OBJETIVOS	5
2.3.1 OBJETIVO GENERAL	5
2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
III. MARCO TEÓRICO	6
3.1 CENTROS DE DISTRIBUCIÓN	6
3.2 PROCESOS EN LA INDUSTRIA	7
3.3 AUTOMATIZACIÓN	8
3.4 SENSORES	10
3.4.1 SENSOR DE CORRIENTE SCT-013	11
3.5 MICROCONTROLADOR	13
3.5.1 ARDUINO	15
3.6 ACTUADORES	17
3.6.1 CONTACTORES	18
3.7 MAQUINAS ELÉCTRICAS	19
3.7.1 GENERADOR.....	20
3.7.2 MOTOR	20
3.7.3 TRANSFORMADOR.....	21
3.7.4 BATERÍAS INDUSTRIALES	21
3.7.5 CARGADOR DE BATERÍAS INDUSTRIALES	24
3.8 MANTENIMIENTO	28
3.8.1 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	28
3.8.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	30
3.8.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO	31
3.8.4 MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	33

3.9	ROI (RETORNO DE INVERSIÓN)	34
IV.	METODOLOGÍA	36
4.1	VARIABLES DEPENDIENTES.....	36
4.2	VARIABLES INDEPENDIENTES	36
4.3	ENFOQUE Y MÉTODO.....	37
4.4	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	38
V.	ANÁLISIS Y RESULTADOS	¡Error! Marcador no definido.
5.1	APORTACIONES.....	42
VI.	CONCLUSIONES	50
VII.	RECOMENDACIONES	51
7.1	PARA LA EMPRESA.....	51
7.2	PARA LA UNIVERSIDAD	51
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	52
IX.	ANEXOS	55

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Logo de la Empresa	3
Ilustración 2. Bodega del Centro de Distribución	6
Ilustración 3. Centro de Distribución Automatizado	10
Ilustración 4. Tipos de Sensores.....	11
Ilustración 5. Sensor SCT-013	12
Ilustración 6. Microcontrolador Pic	15
Ilustración 7. Placa Arduino Mega 2560	17
Ilustración 8. Actuadores Lineales	18
Ilustración 9. Contactor y Símbolo.....	19
Ilustración 10. Batería para Montacarga	23
Ilustración 11. Datos de placa de Batería Industrial.....	24
Ilustración 12. Estación de Carga de Baterías	27
Ilustración 13. Datos de Placa de Cargador de Baterías.....	27
Ilustración 14. Cargador de Baterías.....	27
Ilustración 15. Botonera	40
Ilustración 16. Arduino Uno	40
Ilustración 17. Sensor de Corriente no Invasivo	41
Ilustración 18. Kit Electrónico.....	41
Ilustración 19. Contactor	41
Ilustración 20. Diagrama Eléctrico del Proyecto	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cronograma de Actividades	38
Tabla 2. Cotización de Materiales	42
Tabla 3. Precio KWH.....	43
Tabla 4. Consumo Eléctrico y Ahorro Proyectado	43
Tabla 5. Seguimiento de Mantenimiento Semanal	46
Tabla 6. Seguimiento de Mantenimiento Mensual	46
Tabla 7. Seguimiento de Mantenimiento Trimestral.....	47
Tabla 8. Seguimiento de Mantenimiento Mensual	47
Tabla 9. Seguimiento de Mantenimiento Semestral	47
Tabla 10. ROI	48

GLOSARIO

- **Batería Carga Rápida:** Centro de alimentación de carga para PIT, que se recarga en un periodo de 4 Horas
- **Batería Convencional:** Centro de alimentación de carga para PIT, que se recarga en un periodo de 8 Horas
- **Cargador de Baterías:** Componente Eléctrico que sirve para cargar baterías de montacargas.
- **Ecualizar:** Procedimiento mediante el cual se nivela el voltaje en cada celda de la batería.
- **Kanban:** Palabra de origen japonés que significa tarjeta, su concepto ha evolucionado hasta convertirse en señal, y se puede definir como un sistema de flujo que permite, mediante el uso de señales, la movilización de unidades a través de una línea de producción mediante una estrategia pull o estrategia de jalonamiento.
- **Microcontrolador:** Circuito integrado digital que puede ser usado para muy diversos propósitos debido a que es programable.
- **Montacargas:** Camión Industrial Motorizado diseñado para manejo de cargas pesadas.
- **OKM:** Rendimiento de la batería en condiciones Optimas
- **PKM:** Tiempo de trabajo del montacargas
- **ROI:** Es una razón económica muy usada en el mundo financiero, para analizar la rentabilidad de balances y cuenta de resultados, de marcas y empresas.

I. INTRODUCCIÓN

El problema analizado en el centro de distribución VFI de Honduras correspondiente a la corporación Fruit of the Loom Honduras, consiste en el fuerte consumo eléctrico que realiza la empresa en la carga de baterías industriales para los montacargas necesarios en el centro de distribución.

En los últimos años ha crecido de manera importante la creación de conciencia acerca de las ventajas del ahorro energético y la búsqueda por implementar sistemas de administración de energía. Es necesario conocer las etapas que integran el ciclo de mejora continua de la eficiencia energética y entender el papel que tiene la medición de energía dentro de este panorama.

Para realizar una buena gestión, las empresas deben medir y registrar su consumo y mantener datos históricos, entender cómo compañías distribuidoras o generadoras calculan su cobro, para poder tomar acciones para minimizar el consumo eléctrico.

La administración de energía incluye la ingeniería, diseño, aplicaciones, utilización, en alguna medida la operación y mantenimiento de sistemas eléctricos de potencia para brindar un uso óptimo de la energía eléctrica. Óptimo en este caso, se refiere al diseño o modificación de un sistema para usar un mínimo de energía global en situaciones en las cuales los ahorros potenciales o reales de energía están justificados sobre una base económica o de costo-beneficio.

La mecatrónica es la rama de la ingeniería que une la mecánica, electrónica, informática, el control y la automatización de los procesos industriales. Esto permite resolver y brindar soluciones a los problemas tecnológicos que actualmente presenta la industria.

La Ingeniería en Mecatrónica se caracteriza por analizar, diseñar, operar, mantener e implementar tecnología de avanzada para optimizar distintos tipos de procesos. El proyecto por realizar consiste en el diseño de un sistema de administración de energía para la significativa reducción de la facturación de energía eléctrica en el centro de distribución VFI de Honduras.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

VFI de Honduras es el centro de distribución en Honduras perteneciente a la corporación Fruit of The Loom (FOTL). Fruit of the Loom es una empresa estadounidense que fabrica ropa, especialmente ropa interior. FOTL es uno de los mayores fabricantes y vendedores de ropa interior para hombres y niños, ropa interior para mujeres y niñas, camisetas imprimibles y suéteres para la industria deportiva, uso diario, jeans para mujeres y ropa para niños. El logotipo familiar de la empresa, que comprende una manzana roja, hojas, uvas verdes, grosellas y uvas moradas, es una marca registrada ampliamente reconocida. La compañía es un fabricante integrado verticalmente. Las marcas incluyen a Russell Athletic, Brooks Running y Spalding entre otros nombres en indumentaria deportiva. FOTL Cuenta con todas las operaciones necesarias para realizar sus productos en Honduras desde plantas textiles hasta plantas como la de VFI que se encarga de la distribución de producto para exportación. VFI se encarga de administrar el espacio logístico en el que se almacena mercancía y se embarcan ordenes de salida para que sean distribuidas en el comercio, teniendo como principales objetivos los de almacenar, controlar, custodiar y despachar eficientemente los inventarios de la corporación FOTL.

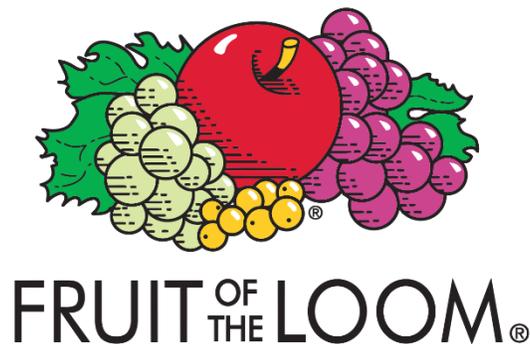


Ilustración 1. Logo de la Empresa

Fuente: ("Fruit of The Loom", s/f)

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

El departamento de ingeniería, específicamente la ingeniería de procesos busca optimizar los procesos bajo ciertas restricciones que aseguren la sostenibilidad económica, ambiental y social de los mismos. Los procesos no se ejecutan por sí solos. Al margen de quienes realizan las labores en sí mismas, es necesaria la intervención de personas encargadas de diseñar, planificar y tomar decisiones para alcanzar los máximos resultados en las distintas fases de estos mismos. A esto es lo que llamamos ingeniería de procesos. Los ingenieros de procesos diseñan, construyen, controlan, operan y administran diferentes procesos alrededor del mundo, en industrias como: petroquímica, farmacéutica, pulpa y papel, cementos, química, alimentos y bebidas, textiles o de tratamientos de aguas, entre otras. Tradicionalmente la ingeniería de procesos se ha enfocado en producir más rápido, más barato y más simple, hoy en día los ingenieros de procesos además deben considerar como producir de manera más segura y sostenible por el mayor tiempo posible, considerando las necesidades de las generaciones futuras. La ingeniería de procesos es, en términos de gestión, el alma de cualquier proyecto. Las principales funciones de este departamento y cargo en esta empresa son la mejora de procesos, el planteamiento de soluciones, la gestión de suministros, la monitorización de rendimientos, la gestión de calidad y el desarrollo de nuevos proyectos. Dentro de una compañía el buen funcionamiento del sistema de producción de esta es fundamental para que los objetivos de la empresa se cumplan. Es por lo que cobra especial protagonismo la ingeniería de procesos.

El principal objetivo del cargo es conseguir que la empresa obtenga los máximos resultados. El cargo no solo se ven dedicados a diseñar y ejecutar la planeación de la empresa, también debe estar atento a todas las soluciones u oportunidades de mejora que sucedan durante estos procesos, para así satisfacer las necesidades que van surgiendo y estar completamente actualizados con todas las novedades que van apareciendo en el mercado.

2.3 OBJETIVOS

Cuando se ha determinado el tema de un proyecto de investigación y ya se tiene planteado un problema se procede a formular los objetivos.

El objetivo general consiste en un enunciado claro y preciso de lo que pretendemos realizar en la investigación. Los objetivos específicos son originados del objetivo general y nos indican lo que se pretende realizar en cada una de las etapas de la investigación. (Moguel, 2005)

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de administración de energía que reduzca el consumo de energía eléctrica en el centro de distribución VFI de Honduras.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Operacionalizar un sistema automatizado que sea capaz de generar una reducción significativa en la facturación de energía eléctrica del centro de distribución VFI de Honduras.
- Demostrar a través de un sistema automatizado mejoras en la eficiencia energética a través de productividad de los procesos.
- Establecer un plan de mantenimiento preventivo para cargadores y baterías industriales para mejorar la eficiencia de consumo eléctrico de estos.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 CENTROS DE DISTRIBUCIÓN

Es importante comenzar aseverando que los centros de distribución son lugares de almacenamiento y tratamiento de pedidos. Las bodegas se comportan en sí como una gran máquina que ejecuta órdenes de algún sistema de información; por lo tanto, tener el mayor número de pedidos gestionados por unidad de tiempo y una alta exactitud en la preparación de las órdenes se convierten en los fines básicos de la gestión de estos espacios que conforman uno de los elementos esenciales para la prestación del servicio a los clientes.

Es importante comprender a la perfección los procesos que se pueden llevar a cabo en un centro de distribución para lograr brindar una solución adecuada al problema presentado.

Cuatrecasas Arbos (2017) Afirma: "Las actividades son: operación, inspección, transporte, espera y almacenaje, de entre los que, como ya se dijo, solo las operaciones son las únicas actividades que pueden añadir valor al producto"(Capítulos 2-4).

Un centro de distribución no solo implica estas cinco principales actividades, la gestión de almacenes se ubica en el Mapa de Procesos Logísticos entre la Gestión de Inventarios y la Gestión de Pedidos y Distribución. De esta manera el ámbito de responsabilidad del área de almacenes nace en la recepción de la unidad física en las propias instalaciones y se extiende hasta el mantenimiento de este en las mejores condiciones para su posterior tratamiento.



Ilustración 2. Bodega del Centro de Distribución

Fuente: Propia

3.2 PROCESOS EN LA INDUSTRIA

Por proceso, se entiende aquella parte del sistema en que, a partir de la entrada de material, energía e información, se genera una transformación sujeta a perturbaciones del entorno, que da lugar a la salida de material en forma de producto. Los procesos industriales se conocen como procesos continuos, procesos discretos y procesos batch.

Los procesos continuos se caracterizan por la salida del proceso en forma de flujo continuo de material, como por ejemplo la purificación de agua o la generación de electricidad. Los procesos discretos contemplan la salida del proceso en forma de unidades o número finito de piezas, siendo el ejemplo más relevante la fabricación de automóviles. Finalmente, los procesos batch son aquellos en los que la salida del proceso se lleva a cabo en forma de cantidades o lotes de material, como por ejemplo la fabricación de productos farmacéuticos o la producción de cerveza.

Las actividades de los procesos están interrelacionadas, no son independientes, sino que están vinculadas unas a otras, y son repetitivas, pues cada vez que se dispara el proceso se pone en marcha esa secuencia de actividades. En cuanto a lo de sistemáticas, las actividades se realizan siempre de una manera concreta, o al menos eso es lo deseable si se quiere alcanzar un resultado uniforme cada vez que el proceso se desarrolle. Por otro lado, todos los procesos deben añadir un valor, al transformar las entradas en un resultado que desea el cliente.(Pardo Álvarez, 2017, p. 18)

Los complejos industriales pueden considerarse como una serie de sistemas, entendiendo por sistema una entidad formada por elementos discretos que interaccionan mutuamente, entre los que se encuentran particularmente los sistemas electrónicos de control y los componentes del proceso.

En este punto es necesario hacer un breve inciso sobre los tipos de industria existentes y los problemas de control que se plantean en cada tipo de industria. Las industrias relacionadas con la automatización son básicamente la industria manufacturera y la industria de procesos.

La industria manufacturera (discrete parts manufacturing) se caracteriza por la presencia de máquinas herramienta de control numérico por ordenador como núcleo de sistemas de fabricación flexible. En esta industria, destaca el uso de estaciones robotizadas en tareas de soldadura al arco o por puntos, pintura, montaje, etc., de forma que en la actualidad la necesidad de automatización es elevada si se desea ofrecer productos de calidad en un entorno competitivo.

Uno de los temas principales a resolver en este tipo de industria es la planificación y gestión de la producción: asignación de tareas a máquinas, diseño del layout de la planta, sistemas flexibles que fabriquen diversos productos, políticas de planificación cercanas a la optimización, etc.

En cuanto a la industria de procesos (continuous manufacturing), existen fábricas de productos de naturaleza más o menos continua, como la industria petroquímica, cementera, de la alimentación, farmacéutica, etc. Dentro del proceso de fabricación de estas industrias, se investiga en nuevas tecnologías, para la obtención de nuevos catalizadores, bioprocesos, membranas para la separación de productos, micro reactores, etc. En este tipo de industria, destacan la aplicación de algoritmos de control avanzado, como, por ejemplo, el control predictivo, o la formación experta de operarios de salas de control mediante simuladores.

3.3 AUTOMATIZACIÓN

El desarrollo e innovación de nuevas tecnologías, la automatización de procesos industriales, a través de los años, ha dado lugar a diversos avances significativos, los cuales han permitido a las compañías implementar procesos de producción más eficientes, seguros y competitivos.

“La Real Academia de las Ciencias Físicas y Exactas define la automática como el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas” (Ponsa Asensio & Vilanova Arbós, 2005, p. 11).

La automatización es la aplicación de máquinas o de procedimientos automáticos en la realización de un proceso o en una industria. La automatización de los procesos de fabricación ha propiciado un gran aumento en la producción.

El objetivo de la automatización es generar la mayor cantidad de producto en el menor tiempo posible, con la finalidad de reducir los costos y garantizar una uniformidad en la calidad del producto, así como un rápido retorno de inversión. (Mezquital, s/f, párr. 3)

Estos avances han sido posibles gracias al desarrollo de distintas tecnologías, por ejemplo, la instrumentación nos permite medir las variables de la materia en sus diferentes estados, gases, sólidos y líquidos, la hidráulica y la neumática nos proporciona la fuerza necesaria para mover servo motores que son los encargados del movimiento, que con un control adecuado nos permite mover una bomba, prensar o desplazar un objeto.

El mundo de la instrumentación y el control de procesos está entrando en una era de cambio total, en donde los dispositivos de medición se vuelven cada vez más rápidos mediante el manejo de señales digitales, de equipos más sofisticados, y las comunicaciones estándares se mueven al mismo ritmo y por consiguiente los principios de operación de la mayoría de la instrumentación aplicada en el control de procesos ha cambiado significativamente. (Villalobos Ordaz, Rico Romero, & Ortiz Hernández, 2010, p. 17)

Los sensores nos indican lo que está sucediendo en el proceso, donde se encuentra en un momento determinado y enviar una señal que le permita seguir con el siguiente proceso. Los sistemas de comunicación enlazan todas las partes y los controladores lógicos programables o por sus siglas PLC se encargan de controlar que todo tenga una secuencia, toma de decisiones de acuerdo con una programación preestablecida.

La automatización se puede aplicar en muchas industrias como la textil, electrónica, alimentaria, automotriz, agrícola, etc. Cuando la industria implementa la automatización de un proceso frente al trabajo manual del mismo, puede obtener ventajas y beneficios de orden económico, social y tecnológico, que permiten a la empresa desarrollarse en el mercado y contar con sistemas que la hagan más competitivas.

Rodríguez Penin (2013) Afirma: "La automatización de sistemas, desde el estado inicial de aislamiento productivo, ha pasado a formar parte del ámbito corporativo y se engloba dentro del paquete empresarial con la finalidad de optimizar la productividad y mejorar la calidad" (pp. 1–21).

Estas nuevas necesidades han surgido principalmente para satisfacer cada vez más el exigente y competitivo mercado. Y esta evolución constante ha puesto en cada segmento, muchos en el sector manufacturero, las nuevas necesidades y requerimientos y, entre ellos, la constante necesidad de automatizar los procesos que se llevaron a cabo con anterioridad por las personas y los sistemas electromecánicos, y ahora incluso incorporan sistemas de inteligencia artificial.

La automatización del proceso aportará numerosas ventajas a su producción. Un proceso de fabricación automatizada en la industria hoy en día significa un producto final de mayor calidad y más competitivos debido a factores tales como la normalización de procesos y productos, la

velocidad de producción, programación de la producción, la reducción continua de los residuos y menos probabilidades de equivocarse. A pesar del alto costo, el pago es inmediato.



Ilustración 3. Centro de Distribución Automatizado

Fuente: ("Diseño y Automatización de Centros de Distribución - e-Kontrol Supply Chain Consultants", 2016)

3.4 SENSORES

Un sensor se define como un dispositivo de entrada que provee una salida manipulable de la variable física medida. Un sensor solo puede ser un dispositivo de entrada ya que será un intermediario entre la variable física y el sistema de medida. Los sensores entregan señales eléctricas a las salidas, ya sean analógicas o digitales, debido a que este tipo de dominio físico es el más utilizado en los sistemas de medidas actuales.

Un sensor tiene tres parámetros fundamentales, el rango (valores entre los que puede medir), la resolución (la variación mínima que puede detectar) y la sensibilidad (lo que varía la magnitud de salida en relación con la variación de la magnitud medida).

Los sensores se clasifican atendiendo a varios criterios, como, por la señal que emiten, existen analógicos y digitales (o discretos), por la influencia que tienen sobre el proceso, existen sensores pasivos cuando no influyen, o activos cuando absorben energía y por los parámetros que pueden

variar en el sensor pueden ser mecánicos, eléctricos, electromagnéticos, ópticos, etc. Pero el análisis más usual es por el tipo de magnitud que pueden medir.

La necesidad de medir y controlar los procesos de fabricación es tan antigua como la Revolución Industrial. La instrumentación de la planta industrial ha llegado a ser el cerebro de las modernas fábricas. Esta regula y supervisa el funcionamiento de los equipos dentro de la planta y también provee los medios necesarios para hacer que la misma sea económicamente viable. La instrumentación permite usar procesos que serían difíciles o casi imposibles de operar sin automatización. (Chicalá, 2015, p. 119)

Los sensores son indispensables para la automatización de un proyecto, en este caso se utilizará un solo tipo de sensor creando un sistema de lazo abierto sin retroalimentación, pero que serán capaces de controlar el proceso. Se utilizarán sensores Infrarrojos para la detección de la presencia o no de las etiquetas.



Ilustración 4. Tipos de Sensores

Fuente: (Serna Ruiz, Ros García, & Rico Noguera, 2010)

3.4.1 SENSOR DE CORRIENTE SCT-013

Los sensores de la serie SCT-013 son sensores que trabajan como transformadores, la corriente que circula por el cable que deseamos medir actúa como el devanado primario (1 espira) e internamente tiene un devanado secundario que dependiendo del modelo pueden tener hasta más de 2000 espiras.

La cantidad de espiras representa la relación entre corriente que circula por el cable y la que el sensor entrega, esta relación o proporción es la que diferencia entre los diferentes modelos de sensores SCT-013, adicionalmente pueden tener una resistencia de carga en la salida de esta forma en lugar de corriente se trabaja con una salida voltaje.

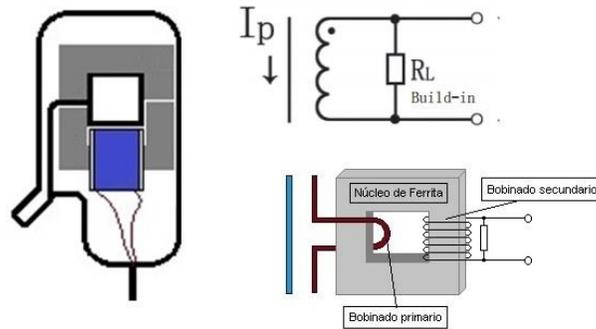


Ilustración 5. Sensor SCT-013

Fuente: ("Tutorial sensor de corriente AC no invasivo SCT-013", s/f)

A este tipo de sensores se les conoce como Sensores CT (Current transformers), que como se explicó son transformadores, por el núcleo solo debe de atravesar una sola línea, si pasamos por ejemplo los dos cables de una conexión monofásica, nuestra lectura será 0, puesto que los cables tienen corrientes opuestas.

Una ventaja de SCT-013 es que no se necesita interrumpir (cortar o desempalmar) el cable que se van a medir, esto porque al igual que una pinza amperimétrica tiene el núcleo partido.

La salida de este sensor es una señal alterna, cuyos valores no está dentro del rango de las entradas analógicas (0 a +5V) del Arduino, si bien el rango del sensor puede ser inferior, la parte negativa de la señal podría dañar el Arduino.

Lo ideal es, si el sensor tiene una salida de -50mA a +50mA acondicionarlo a una salida de 0 a 5V. Esto se podría realizar convirtiendo de corriente a voltaje, (a un rango de [-1V +1V]), luego amplificarlo (a [-2.5V +2.5V]) y finalmente un sumador para eliminar la parte negativa ([0 5V]).

Otra forma sería rectificando la entrada y trabajar con la parte positiva, esto asumiendo que la señal es simétrica.

Para rectificar no se pueden utilizar diodos, puesto que la caída de voltaje en el diodo es muy grande en comparación al voltaje de la señal. Para esto se utiliza un operacional, configurado en un seguidor de voltaje, el operacional LM358, que trabaja con polaridad positiva, de esta forma se eliminará la parte negativa de la señal, si bien no es un rectificador de onda completa, pero con una rectificación de media onda se puede trabajar.

El LM358 si se alimenta con 5V, se satura con 3.5V aproximadamente, motivo por el cual no se puede amplificar hasta 5V, pero si se trabaja con Arduino no se necesita alcanzar los 5V, se puede trabajar con la referencia interna de 1.1V y de esta forma aprovechar en el rango completo de la lectura a analógica. Si se trabaja con el sensor SCT-013-030, significa que la salida está en un rango de +/-1V.

3.5 MICROCONTROLADOR

El Microcontrolador es un circuito integrado que es el componente principal de una aplicación embebida. Es como una pequeña computadora que incluye sistemas para controlar elementos de entrada/salida. También incluye a un procesador y por supuesto memoria que puede guardar el programa y sus variables (flash y RAM). Funciona como una mini PC. Su función es la de automatizar procesos y procesar información. El microcontrolador se aplica en toda clase de inventos y productos donde se requiere seguir un proceso automático dependiendo de las condiciones de distintas entradas.

“Las computadoras pueden ejecutar un sinnúmero de tareas orientadas al control mediante el uso de dispositivos de control/monitoreo (y de dispositivos electrónicos de interfaz y software de meticuloso diseño), todo esto sin fatigarse y sobrepasando las capacidades humanas” (Mackenzie & Phan, 2007, p. 8).

Elementos internos en un microcontrolador:

- Procesador o Microprocesador. Un procesador incluye al menos tres elementos, ALU, unidad de control y registros.
- ALU. También conocida como Unidad Aritmética y Lógica. Esta unidad está compuesta por los circuitos electrónicos digitales del tipo combinatorios (compuertas, sumadores, multiplicadores), cuya principal función es el realizar operaciones. Estas operaciones están divididas en tres tipos:

- Lógicas. Como las operaciones básicas de las compuertas lógicas, como la suma lógica (OR), multiplicación lógica (AND), diferencia lógica (XOR) y negación (NOT). Una operación lógica sólo puede tener como entradas y como salidas una respuesta lógica (0 o 1). Esto dependiendo de los niveles de voltajes de una señal digital.
- Aritméticas. Las operaciones aritméticas son la suma, resta, multiplicación y división. Dependiendo del procesador (8, 16, 32 o 64 bits) será la rapidez con la que se pueden hacer dichas operaciones.
- Misceláneas. En estas operaciones caen todas las demás operaciones como la transferencia de bits.
- Unidad de control. La unidad de control es el conjunto de sistemas digitales secuenciales (aquellos que tienen memoria) que permiten distribuir la lógica de las señales.
- Registros. Los registros son las memorias principales de los procesadores, ya que funcionan a la misma velocidad que el procesador a diferencia de otras memorias un tanto más lentas (como la RAM, FLASH o la CACHE). Los registros están contruidos por Flip-Flops. Los Flip-Flops son circuitos digitales secuenciales.
- Periféricos. Los periféricos son los circuitos digitales que nos permiten una interacción con el mundo "exterior" al microcontrolador. Su función es la de poder habilitar o deshabilitar las salidas digitales, leer sensores analógicos, comunicación con terminales digitales o sacar señales analógicas de una conversión digital.
 - Puertos de entrada/salida paralelos. Los puertos están relacionados al tamaño del procesador, es decir que un puerto de 8 bits es porque el procesador es de 8 bits. Un procesador de 64 bits tiene la capacidad de tener un puerto de 64 bits.
 - Puertos seriales. Nos permiten transformar la información digital paralela (bytes de información) en tramas que se pueden transferir por una o varias

líneas de comunicación. Existen, por ejemplo: puerto serial, i2c, SPI, USB, CAN, etc.

- Periféricos analógicos. Como los que convierten señales analógicas a digitales (ADC) o señales digitales a analógicas (DAC) o comparadores analógicos.
- Memoria. La memoria está dividida en tres. La memoria para el programa (FLASH), la memoria para los datos o variables del programa (RAM) y la memoria para configuraciones o no volátil (EEPROM).

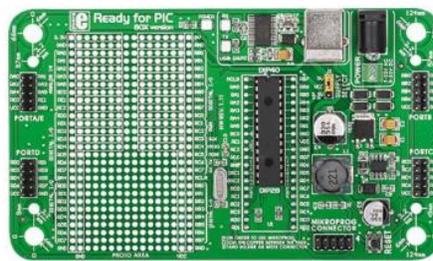


Ilustración 6. Microcontrolador Pic

Fuente: Singtec

3.5.1 ARDUINO

O'Neill & Williams (2013) afirma: "El Arduino facilita que el fabricante convierta las ideas en productos funcionales" (p. 5).

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios. Arduino se puede utilizar para desarrollar elementos autónomos, conectándose a dispositivos e interactuar tanto con el hardware como con el software.

Arduino puede sentir el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores y puede afectar a su alrededor mediante el control de luces, motores y otros artefactos. El microcontrolador de la placa se programa usando el Arduino Programming Language (basado en Wiring) y el Arduino Development Environment (basado en Processing). Los proyectos de

Arduino pueden ser autónomos o se pueden comunicar con software en ejecución en un ordenador (por ejemplo, con Flash, Processing, MaxMSP, etc.).

Hay muchos otros microcontroladores y plataformas microcontroladoras disponibles para computación física. Parallax Basic Stamp, Netmedia's BX-24, Phidgets, MIT's Handyboard, y muchas otras ofertas de funcionalidad similar. Todas estas herramientas toman los desordenados detalles de la programación de microcontrolador y la encierran en un paquete fácil de usar. Arduino también simplifica el proceso de trabajo con microcontroladores, pero ofrece algunas ventajas:

- Barato: Las placas Arduino son relativamente baratas comparadas con otras plataformas microcontroladoras. La versión menos cara del módulo Arduino puede ser ensamblada a mano, e incluso los módulos de Arduino preensamblados cuestan menos de 50\$.
- Multiplataforma: El software de Arduino se ejecuta en sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y GNU/Linux. La mayoría de los sistemas microcontroladores están limitados a Windows.
- Entorno de programación simple y claro: El entorno de programación de Arduino es fácil de usar para principiantes, pero suficientemente flexible para que usuarios avanzados puedan aprovecharlo también. Para profesores, está convenientemente basado en el entorno de programación Processing, de manera que estudiantes aprendiendo a programar en ese entorno estarán familiarizados con el aspecto y la imagen de Arduino.
- Código abierto y software extensible: El software Arduino está publicado como herramientas de código abierto, disponible para extensión por programadores experimentados. El lenguaje puede ser expandido mediante librerías C++, y la gente que quiera entender los detalles técnicos pueden hacer el salto desde Arduino a la programación en lenguaje AVR C en el cual está basado. De forma similar, se puede añadir código AVR-C directamente en tus programas Arduino.
- Código abierto y hardware extensible: El Arduino está basado en microcontroladores ATMEGA8 y ATMEGA168 de Atmel. Los planos para los módulos están publicados bajo licencia Creative Commons, por lo que diseñadores experimentados de circuitos pueden hacer su propia versión del módulo, extendiéndolo y mejorándolo. Incluso usuarios

relativamente inexpertos pueden construir la versión de la placa del módulo para entender cómo funciona y ahorrar dinero.

En este proyecto se decidió utilizar el modelo de Arduino, Arduino Mega, debido a que posee un alto número de entradas y salidas, este factor se consideró muy importante porque luego de la fase de prototipo con el proyecto se espera automatizar una celda entera de trabajo, usando el mismo microcontrolador.

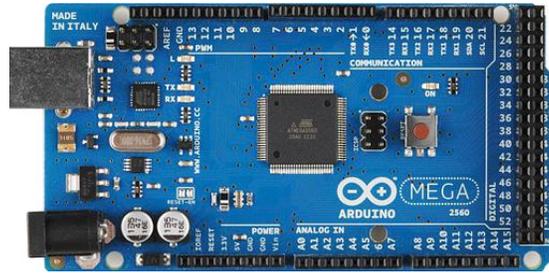


Ilustración 7. Placa Arduino Mega 2560

Fuente: Singtec

3.6 ACTUADORES

Un actuador es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo de el origen de la fuerza el actuador se denomina “neumático”, “hidráulico” o “eléctrico”.

“Los dispositivos actuadores más comunes son las marchas y contactos de motor, bobinas de solenoide y focos indicadores”(Maloney, 2006, p. 2).

El actuador más común es el actuador manual o humano. Es decir, una persona mueve o actúa un dispositivo para promover su funcionamiento. Con el tiempo, se hizo conveniente automatizar la actuación de dispositivos, por lo que diferentes dispositivos hicieron su aparición. Actualmente hay básicamente dos tipos de actuadores.

- Lineales
- Rotatorios

Los actuadores lineales generan una fuerza en línea recta, tal como haría un pistón. Los actuadores rotatorios generan una fuerza rotatoria, como lo haría un motor eléctrico.



Ilustración 8. Actuadores Lineales

Fuente: ("Neumática (Actuadores, Filtros, Conectores, Reguladores, Lubricadores)", 2018)

Como en todo proyecto de automatización, tanto como los sensores, los actuadores también son indispensables, sin ellos nada podría ejecutar las acciones necesarias.

3.6.1 CONTACTORES

El contactor es un aparato eléctrico de mando a distancia, que puede cerrar o abrir circuitos, ya sea en vacío o en carga. Es la pieza clave del automatismo en el motor eléctrico.

Su principal aplicación es la de efectuar maniobras de apertura y cierre de circuitos eléctricos relacionados con instalaciones de motores. Excepto los pequeños motores, que son accionados manualmente o por relés, el resto de motores se accionan por contactores. Un contactor está formado por una bobina y unos contactos, que pueden estar abiertos o cerrados, y que hacen de interruptores de apertura y cierre de la corriente en el circuito.

La bobina es un electroimán que acciona los contactos cuando le llega corriente, abre los contactos cerrados y cierra los contacto abiertos. De esta forma se dice que el contactor está accionado o "enclavado". Cuando le deja de llegar corriente a la bobina los contactos vuelven a su estado anterior de reposo y el contactor está sin accionar o en reposo.



Ilustración 9. Contactor y Símbolo

Fuente: (<http://www.areatecnologia.com>, s/f)

Si hacemos llegar corriente a la bobina, está que está formada por un electroimán, atrae hacia sí el martillo arrastrando en su movimiento a los contactos móviles que tirará de ellos hacia la izquierda. Esta maniobra se llama "enclavamiento del contactor". Todos los contactos que estaban abiertos ahora serán contactos cerrados, y el último que estaba cerrado ahora será un contacto abierto. Cuando la bobina está activada se dice que el contactor está enclavado.

En el momento que dejemos de dar corriente a la bobina el contactor volverá a su posición de reposo por la acción del muelle resorte, dejando los contactos como estaban al principio, al tirar de ellos hacia la derecha. El contactor de la figura anterior tiene 3 contactos de fuerza, por lo que serviría para un sistema trifásico (3fases). En el caso de un contactor monofásico (solo la fase y el neutro).

3.7 MAQUINAS ELÉCTRICAS

Frailé Mora (2008) Afirma: "Las máquinas eléctricas son el resultado de una aplicación inteligente de los principios del electromagnetismo y en particular de la ley de inducción de Faraday. Las máquinas eléctricas se caracterizan por tener circuitos eléctricos y magnéticos entrelazados" (p. 95).

Las máquinas eléctricas están en toda la cadena del sistema eléctrico. Ya sea en la generación (principalmente usadas como generadores), el transporte (transformadores) o el consumo (por ejemplo, en las lavadoras de casa). Una máquina eléctrica es un dispositivo que transforma energía

eléctrica en otro tipo de energía, o viceversa. Los tipos de energía en que se puede transformar la energía eléctrica son la energía cinética (máquinas rotatorias) o la energía potencial de los campos magnéticos (máquinas estáticas).

Las máquinas eléctricas estáticas son aquellas que no tienen partes móviles, tales como los transformadores, que son dispositivos que cambian el nivel de tensión (voltaje) de la energía eléctrica en corriente alterna, es decir, estos equipos conservan el tipo de energía (eléctrica) entre su entrada y su salida, pero modifica sus propiedades. También se consideran máquinas eléctricas estáticas los inversores y los rectificadores, que son dispositivos encargados de transformar la energía eléctrica en corriente continua (DC) a corriente alterna (AC) y viceversa.

Las máquinas eléctricas rotatorias son aquellas que transforman energía eléctrica en energía mecánica, en cuyo caso se dice que la máquina corresponde a un motor, o la energía mecánica en energía eléctrica, en cuyo caso se dice que la máquina corresponde a un generador. Todas las máquinas rotatorias tienen una parte móvil que se denomina rotor y una parte fija que se denomina estator. Al espacio de aire que existe entre la parte fija y móvil de la máquina eléctrica se le denomina entrehierro, por estar las otras dos partes constituidas de este material.

3.7.1 GENERADOR

Transforma la energía mecánica en eléctrica. La acción se desarrolla por el movimiento de una bobina en un campo magnético, resultando una f.e.m. inducida que al aplicarla a un circuito externo produce una corriente que interacciona con el campo y desarrolla una fuerza mecánica que se opone al movimiento. En consecuencia, el generador necesita una energía mecánica de entrada para producir la energía eléctrica correspondiente.

3.7.2 MOTOR

Transforma la energía eléctrica en mecánica. La acción se desarrolla introduciendo una corriente en la máquina por medio de una fuente externa, que interacciona con el campo produciendo un movimiento de la máquina; aparece entonces una f.e.m. inducida que se opone a la corriente y que por ello se denomina fuerza contraelectromotriz. En

consecuencia, el motor necesita una energía eléctrica de entrada para producir la energía mecánica correspondiente.

3.7.3 TRANSFORMADOR

Transforma una energía eléctrica de entrada (de c.a.) con determinadas magnitudes de tensión y corriente en otra energía eléctrica de salida (de c.a.) con magnitudes diferentes.

Son máquinas estáticas, $n = 0$, constituidas por dos devanados, inductor e inducido. El devanado inductor se conecta a una fuente de c.a. de frecuencia f_1 y se denomina primario. El devanado inducido tiene una frecuencia $f_2 = f_1$ y entrega energía eléctrica a un circuito exterior por medio de conexiones fijas ($f_L = f_2$); este arrollamiento inducido recibe el nombre de secundario. Para aumentar la inducción magnética del sistema y mejorar el acoplamiento entre ambos devanados, éstos van arrollados sobre un núcleo cerrado común, constituido por un apilamiento de chapas magnéticas de acero al silicio.

3.7.4 BATERÍAS INDUSTRIALES

En general se considera a la batería como un elemento muy útil, pero más bien misterioso. Esta entrega energía eléctrica para múltiples usos, pero es silenciosa, no tiene partes móviles y no da evidencia visual de su funcionamiento.

Sus aplicaciones y atributos más comunes son:

- Proveer energía eléctrica portátil, disponible en cantidades considerables para usar en equipos móviles o donde no hay líneas de suministros de energía otorgando una autonomía considerable.
- Es capaz de proporcionar grandes cantidades de energía por periodos de tiempos cortos para luego ser recargada en un periodo de tiempo más prolongado.
- Es la fuente más confiable para energía de emergencia abasteciendo equipos de luces de emergencias o sistemas UPS.
- Provee una fuente de corriente continua pura, sin influencia de otros equipos conectados a la red, pudiendo ser usada dicha corriente en laboratorios o cualquier otro equipo que no admita interferencias, o sea que la batería actúa como un filtro.

- Es la forma más económica de almacenar energía solar o eólica, para su posterior uso.

Las baterías se componen de una o varias celdas. De hecho, el término "batería" hace alusión a que las celdas se colocan unas detrás de otras en serie para aumentar la capacidad y la tensión del acumulador eléctrico. Algo similar pasa con el término "pila" que se comenzó a utilizar porque las celas forman una pila ya que se colocan unas encima de otras.

Una celda es una especie de caja cerrada en cuyo interior hay dos electrodos sumergidos en un electrolito. Los electrodos a su vez se comunican con el exterior mediante unos bornes que es donde la batería se conecta al sistema eléctrico que vayamos a utilizar.

Dependiendo del material del que estén contruidos los electrodos y de las sustancias que formen el electrolito tenemos los diferentes tipos de baterías. Por ejemplo: las baterías de plomo que se utilizan en automoción, tienen un electrodo de plomo puro, el otro electrodo es de dióxido de plomo y el electrolito es ácido sulfúrico disuelto en agua.

Si colocamos las celdas en serie (el positivo de una con el negativo de la siguiente y así sucesivamente) conseguiremos sumar las tensiones de cada una de ellas y así conseguir una batería con más voltaje. Si por el contrario colocamos las celdas en paralelo (todos los positivos unidos entre sí y todos los negativos) conseguiremos que nuestra batería tenga más intensidad.

Dentro de las celdas, entre cada uno de los electrodos y el electrolito, se producen unas reacciones químicas reversibles que son las que ceden o absorben electrones. Esto genera una tensión eléctrica entre los electrodos y por lo tanto entre los dos bornes de la celda.

Estos procesos químicos se conocen como reacciones redox o de reducción-oxidación. Así dicho de forma coloquial en la reducción los reactivos se combinan para formar otras sustancias químicas más reducidas y durante ese proceso absorben electrones. La oxidación es el proceso inverso. Las sustancias reducidas se combinan para formar otros compuestos más oxidados y durante el proceso se liberan cargas negativas (electrones).

Cuando la batería se está descargando, en el electrodo negativo se produce una reacción de oxidación y en el positivo la de reducción. Recuerdo que los electrones se mueven en sentido

contrario al de la corriente eléctrica. Cuando la batería está cargándose ocurre el efecto contrario, la oxidación se produce en el electrodo positivo y la reducción en el negativo.

Estas reacciones redox no se pueden dar indefinidamente. Después de cientos o miles de ciclos de carga-descarga, el material de los electrodos se va debilitando y estropeando progresivamente lo cual hace que las baterías pierdan capacidad paulatinamente a medida que se usan hasta estropearse por completo. Esta degradación de los electrodos depende del tipo de tecnología y de las condiciones de uso: temperatura de funcionamiento, profundidad de descarga, etc...

Actualmente, la investigación de mejores baterías se centra en la tecnología de iones de litio puesto que es el elemento químico que más tensión genera al producirse la reacción redox: 3,7 V. Donde se está trabajando para mejorar la capacidad de las actuales baterías es en los electrodos.

Cuanto mayor sea la superficie de contacto de los electrodos con el electrolito, las reacciones químicas se podrán producir en mayor volumen y por lo tanto se conseguiría aumentar la capacidad.



Ilustración 10. Batería para Montacargas

Fuente: Propia



Ilustración 11. Datos de placa de Batería Industrial

Fuente: Propia

3.7.5 CARGADOR DE BATERÍAS INDUSTRIALES

Un cargador de baterías es un tipo de convertidor AC-DC capaz de restaurar la carga en baterías de almacenamiento. Las baterías industriales son principalmente usadas en carretillas elevadoras, elevadores de tijera, carros de golf y pequeños equipos de manejo de materiales. También se encuentran en telecomunicaciones, suministro de energía ininterrumpida, equipos médicos, aplicaciones de standby, instalaciones fotovoltaicas, viviendas móviles, yates, ambulancias y vehículos de rescate de emergencia.

Se utilizan dos tipos de tecnologías para convertir la entrada AC en cargadores de baterías:

- **Modo conmutación:** Un cargador de baterías de modo conmutación es un dispositivo electrónico que convierte una entrada AC a muy alta frecuencia. Se usan componentes de estado sólido y no requieren grandes transformadores. Estos cargadores son más compactos, más eficientes en energía, más tolerante a las fluctuaciones de voltaje AC de entrada y son ligeramente más caros que aquellos que usan tecnología lineal.
- **Lineal:** Los cargadores de baterías lineales usan una tecnología más antigua con transformadores de baja eficiencia que generan más calor que los cargadores en modo conmutación. El cargador es más grande y más pesado.

Hay tres tipos principales de cargadores de baterías:

- Amplificador magnético.
- Ferro resonancia.
- Puente SCR.

Estos tres tipos de cargadores tienen eficiencias de conversión promedio similares (entre el 80 y 90 %, dependiendo del fabricante), pero tienen diferentes demandas eléctricas pico.

El cargador amplificador – magnético tiene la demanda eléctrica pico más baja de los tres tipos. Los cargadores amplificadores magnéticos consisten en tres reactores saturables monofásicos, un transformador reductor o step-down (con o sin un reactor interfase) y un rectificador de diodo (con o sin un reactor de interfase) y un rectificador de diodo (con o sin un choke DC o inductor). Los reactores saturables regulan la velocidad de carga y son controlados por una corriente DC a través de una resistencia de control. Este cargador es duro y conveniente para uso industrial.

La pérdida de potencia total es alta: para cargadores de Tijeras, las pérdidas son de aproximadamente el 8 % de la potencia de salida sustituyendo reactores saturables por rectificadores controlados de silicio (SCRs). La eficiencia de este cargador cae gradualmente desde el comienzo al fin del ciclo de carga.

Los cargadores de ferro resonancia tienen una demanda eléctrica pico alta. Consisten en tres transformadores ferro resonantes monofásicos y un rectificador de diodo.

Estos transformadores se conectan usualmente en una configuración delta a doble estrella, y el transformador secundario opera hacia adentro y afuera de la saturación del núcleo del transformador. El núcleo está construido de forma que la trayectoria magnética entre el devanado del primario y el devanado del transformador tiene un hueco de aire, proporcionando el aislamiento necesario para la entrada del primario cuando el núcleo está parcialmente en saturación.

El secundario tiene dos devanados: El primero es un devanado que proporciona la energía de salida, y el otro es conectado a un condensador en serie con una resistencia. El condensador proporciona una regulación de salida automática, y no requiere ninguna otra señal de control. La

pérdida de potencia total de las tres resistencias en el cargador puede ser tan alta como un 7 %. Conectándose a un fusible a través de la resistencia pueden eliminarse estas pérdidas. Este tipo de cargador no tiene típicamente un choke DC.

La corriente de carga para un cargador de ferro resonante automáticamente varía con la diferencia de voltaje entre la salida del transformador y el voltaje de la batería, dando como resultado tasas de carga iniciales, y tasas mucho más bajas cuando tiene lugar la carga. Esta tasa de carga inicial puede dar como resultado algunas pérdidas adicionales en el circuito. Esto puede mejorarse conectando un pequeño condensador para el control de la tasa de carga inicial. Otro condensador puede conmutarse cerca del extremo del ciclo de carga para mantener la corriente de carga. La eficiencia instantánea de este tipo de cargador cae rápidamente desde el comienzo al final del ciclo de carga.

Los Cargadores de puente SCR tienen la demanda eléctrica pico más alta de los tres tipos, los cargadores de puente SCR usualmente consisten en transformadores en tres fases y un puente SCR (con o sin choke DC).

Los SCRs se usan para convertir potencia AC-DC y para control de la tasa de carga. No se necesitan componentes adicionales para la regulación de salida. El control usualmente se implementa usando una señal de retroalimentación para variar los pulsos de disparo de SCR. El SCR tiene usualmente una caída de voltaje en estado más alto que el del diodo, causando una pérdida de potencia de alrededor de un uno por ciento de potencia de salida.

Los SCRs en el cargador usualmente son conectados como un puente de 6 pulsos. El transformador alimentando el convertidor del puente puede reducir el rating del transformador en un 20 a 50 % comparado con la alimentación de un convertidor conectado en doble estrella.

Los cargadores de baterías industriales son diseñados con tecnología de conmutación por tiristores SCR generando un correcto nivel de voltaje para el control en la salida de corriente directa, la cual se ajusta por un control de fase a través de un microprocesador. Permite la interacción entre la carga de flotación e igualación de baterías de plomo ácido o níquel-cadmio.



Ilustración 12. Estación de Carga de Baterías

Fuente: Propia

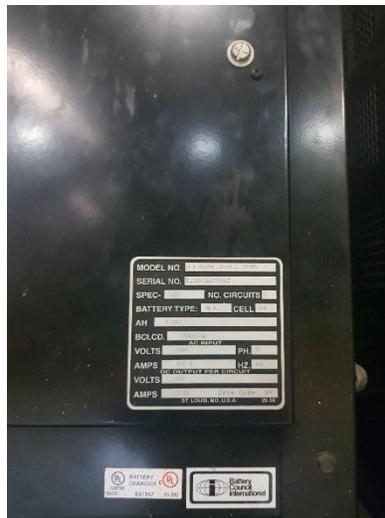


Ilustración 13. Datos de Placa de Cargador de Baterías

Fuente: Propia



Ilustración 14. Cargador de Baterías

Fuente: Propia

3.8 MANTENIMIENTO

En términos generales por mantenimiento se designa al conjunto de acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual el mismo pueda desplegar la función requerida o las que venía desplegando hasta el momento en que se dañó, en caso que haya sufrido alguna rotura que hizo que necesite del pertinente mantenimiento y arreglo.

La acción de mantenimiento, de restauración normalmente no solamente implica acciones de tipo técnico sino también administrativas.

“El mantenimiento es toda actividad encaminada a conservar las propiedades físicas de una institución o empresa a fin de que estén en condiciones para operar en forma satisfactoria y aun costo razonable”(Medrano Márquez & González Ajuech, 2017, p. 7).

En muchas empresas que trabajan con equipos y maquinarias, más o menos sofisticados, e incluso en organizaciones o centros educativos o de salud, es habitual que exista el área de mantenimiento que precisamente tendrá a su cargo el control y vigilancia de todos los equipos que se utilizan en la misma. Y cuando se sucede algún desperfecto en alguno que no pudo prevenirse su misión será la de actuar de manera inmediata para recuperar ese equipo o dispositivo dañado.

En muchos de estos lugares que se mencionan, los equipos o máquinas suelen disponer de una gran relevancia en el trabajo cotidiano y por caso si es que alguno sufre algún desperfecto, ello, impactará negativamente en el correcto funcionamiento y actividad de la organización o empresa.

El área de mantenimiento debe estar siempre atenta a todo y deberá contar con los recursos técnicos necesarios para poder intervenir de manera satisfactoria cada vez que se los necesite.

Arata Andreani & Furlanetto, (2005) Afirman: “El mantenimiento moderno está orientado a la maximización de la disponibilidad de los equipos al mínimo costo global” (p. 6).

3.8.1 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

TPM es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, en otras palabras, mantener los equipos en disposición para

producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas. Esto supone:

- Cero averías
- Cero tiempos muertos
- Cero defectos achacables a un mal estado de los equipos
- Sin pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva debidos a estos de los equipos

Podríamos definir Mantenimiento Total Productivo T.P.M. como un SISTEMA de GERENCIA de mantenimiento, que busca la mejora CONTINUA de la Maquinaria y el logro del 100% de EFICIENCIA del proceso de PRODUCCION, involucrando a todo el PERSONAL de la Empresa. (Sánchez Rozo, 2007, p. 10)

Se entiende entonces perfectamente el nombre: mantenimiento productivo total, o mantenimiento que aporta una productividad máxima o total. El mantenimiento ha sido visto tradicionalmente con una parte separada y externa al proceso productivo. TPM emergió como una necesidad de integrar el departamento de mantenimiento y el de operación o producción para mejorar la productividad y la disponibilidad. En una empresa en la que TPM se ha implantado toda la organización trabaja en el mantenimiento y en la mejora de los equipos. Se basa en cinco principios fundamentales:

- Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.
- Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. Se busca la eficacia global.
- Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan.
- Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
- Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

Desde la filosofía del TPM se considera que una máquina parada para efectuar un cambio, una máquina averiada, una máquina que no trabaja al 100% de su capacidad o que fabrica productos defectuosos está en una situación intolerable que produce pérdidas a la empresa. La máquina debe considerarse improductiva en todos esos casos, y deben tomarse las acciones correspondientes tendentes a evitarlos en el futuro. Desde un punto de vista práctico, implantar TPM en una organización significa que el mantenimiento está perfectamente integrado en la producción. Así, determinados trabajos de mantenimiento se han transferido al personal de producción, que ya no siente el equipo como algo que reparan y atienden otros, sino como algo propio que tienen que cuidar y mimar: el operador siente el equipo como suyo.

La meta del TPM es la maximización de la eficiencia global del equipo en los sistemas de producción, eliminando las averías, los defectos y los accidentes con la participación de todos los miembros de la empresa. El personal y la maquinaria deben funcionar de manera estable bajo condiciones cero averías y cero defectos, dando lugar a un proceso en flujo continuo regularizado. (Cuatrecasas Arbós, 2012, p. 671)

El Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) desarrolló un método en siete pasos cuyo objetivo es lograr el cambio de actitud indispensable para el éxito del programa. El tiempo necesario para completar el programa varía de 2 a 3 años.

3.8.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Santiago García Garrido (2004) afirma "Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno" (p. 17).

Se puede definir como una técnica cuya eficacia se basa en un mantenimiento enfocado a la prevención de fallos en los equipos. Con este método se busca que las actividades estén siempre controladas para que el funcionamiento sea más fiable y eficiente, previendo los errores antes de que se produzcan. Se basa en inspecciones regulares a las máquinas, de forma planificada, programada y controlada, con el fin de anticipar desgastes y fallas funcionales. Consiste en prevenir o corregir el deterioro sufrido en un equipo, por variables como el uso normal, el clima, o fallas de algún accesorio que no repercuta en la función principal, en tanto las actividades se ejecutan previendo que el equipo presente fallas mayores.

Así pues, es muy útil en la gestión de proyectos, por ejemplo. Es decir, es una forma excelente de evitar posibles contingencias futuras que puedan costar un sobre coste elevado a la empresa.

En cuanto a las ventajas del mantenimiento industrial preventivo, caben destacar las siguientes:

- Se reducen porcentualmente los riesgos de error y fugas, que son mucho menos probables.
- En comparación con otro tipo de mantenimiento, el coste es mucho menos elevado, especialmente frente a los fallos no planificados, que se reducen considerablemente con esta técnica.
- Se reducen los paros imprevistos, lo que aumenta la productividad y los tiempos de trabajo constante.
- Permite un mayor control sobre la producción y facilita la planificación de planes, instalación de nuevos dispositivos, aplicaciones de nuevas técnicas, etc.

En lo referente a las desventajas del tipo de mantenimiento industrial preventivo, destacan:

- Es más complejo diagnosticar el nivel de desgaste que sufren las piezas que forman los diversos equipos.
- Se ha de buscar un personal mucho más especializado y las recomendaciones del fabricante cobran especial valor. De lo contrario, este tipo de mantenimiento será poco eficaz y muy costoso.

3.8.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Santiago García Garrido (2004) "Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos" (p. 17).

Este modelo es el más básico, e incluye, además de las inspecciones visuales y la lubricación, la reparación de averías que surjan. Es aplicable a equipos con el más bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen ningún problema, ni económico ni técnico. En este tipo de equipos no es rentable dedicar mayores recursos ni esfuerzos.

El mantenimiento industrial correctivo es aquel cuyo fin es corregir cualquier defecto que presente la maquinaria o equipo. Así pues, existen también dos tipologías dentro del correctivo, que son:

- Mantenimiento industrial correctivo no planificado: en este caso nos referimos al mantenimiento de emergencia. Es decir, cuando ocurre algún tipo de urgencia o imprevisto y se han de tomar decisiones para que la maquinaria vuelva a su funcionamiento correcto lo antes posible. A veces pueden surgir por imperativos legales, como defectos de seguridad, aplicación de normas o asuntos de contaminación.
- Mantenimiento industrial correctivo planificado: en este caso nos referimos al mantenimiento del que tenemos constancia con antelación, por lo que se puede preparar al personal, los repuestos y equipos técnicos necesarios, los documentos pertinentes, etc.

Ventajas del mantenimiento industrial correctivo

Para este tipo de mantenimiento no es fácil encontrar ventajas, salvo que sea un correctivo planificado. De ser un mantenimiento correctivo sin planificar, por lo general es algo urgente porque la máquina está parada, hay prisas y las ventajas no aparecen por ningún lado.

Ventajas de un correctivo planificado:

- Las instalaciones y los equipos se mantienen más tiempo trabajando, aunque a veces por debajo de su rendimiento normal por la avería.
- Los costes de las reparaciones suelen ser más reducidos, aunque no siempre, porque a veces una avería pequeña que se mantiene en funcionamiento genera una avería mayor, incrementando los costes.
- Se logra una mayor uniformidad en lo que respecta a carga de trabajo del personal encargado del mantenimiento, ya que la programación de actividades así lo facilita y lo promueve.
- Dado que el personal tiene que trabajar en buenas condiciones para que el mantenimiento sea efectivo, se logran conformar equipos muy fiables y de alta especialización en situación de fuertes medidas de seguridad.

Desventajas del mantenimiento industrial correctivo

- Se pueden producir algunos fallos en el momento de la ejecución, lo que podría provocar un retraso en la puesta en marcha correcta de todos los equipos.
- El precio de algunas reparaciones en concreto se podría elevar demasiado, algo que afecta a los presupuestos de la empresa. A veces hay que adquirir repuestos y equipos no planificados o con urgencia.
- No existe una garantía total del tiempo que pueda llevar la reparación de un fallo en concreto.
- Las roturas suelen venir en el momento más inoportuno y muchas veces en picos de producción, donde las máquinas trabajan deben trabajar a tope.

3.8.4 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

En este caso encontramos una técnica basada en el mantenimiento a través de inspecciones periódicas para determinar la operatividad y estado de los equipos. Se produce a través del conocimiento de las variables, que ayudan a descubrir el verdadero estado y la prevención de fallos.

Este tipo de mantenimiento industrial basa su eficacia en la prevención de variables como vibración, presión, temperatura, etc., que actúan como indicio del estado de los equipos. Es muy técnico y requiere unos altos conocimientos de análisis, ya que se trabaja con equipos de elevada sofisticación.

Ventajas del mantenimiento industrial predictivo

- La operatividad de la maquinaria es más continua, ya que las pausas en caso de error son breves al detectarse de forma temprana.
- Es muy fiable, ya que usa un personal muy cualificado que realiza cálculos de alta exactitud.
- La necesidad de personal es menor, por lo que se reducen los costes en contratación.
- Los repuestos y equipos empleados tienen una alta durabilidad. Las revisiones se hacen en base a resultados, por lo que se buscan piezas que cumplan con lo estipulado.

Contras del mantenimiento industrial predictivo

- Implica programación, por lo que una avería puede demorarse más tiempo en ser solucionada.
- Los equipos requeridos son más costosos, ya que son especiales, muy precisos, y, por tanto, de un presupuesto muy elevado.
- El personal, pese a ser menor en número, ha de tener una alta cualificación. Así pues, tiene que conocer muy bien su área, pero hay menos opciones de mercado para encontrar a colaboradores realmente cualificados.
- Implementar estos equipos de alta tecnología es muy caro, ya que, al funcionar por medio de programación, los inicios son muy complejos, por lo que de entrada la inversión es muy elevada.

3.9 ROI (RETORNO DE INVERSIÓN)

El índice de retorno sobre la inversión (ROI por sus siglas en inglés) es un indicador financiero que mide la rentabilidad de una inversión, es decir, la relación que existe entre la utilidad neta o la ganancia obtenida, y la inversión.

Principalmente el ROI se utiliza al momento de evaluar un proyecto de inversión: si el ROI es positivo significa que el proyecto es rentable (mientras mayor sea el ROI, un mayor porcentaje del capital se va a recuperar al ser invertido en el proyecto). Pero si el ROI es menor o igual que cero, significa que el proyecto o futuro negocio no es rentable (viable), pues en caso de ponerse a marchar se perdería dinero invertido.

Asimismo, el ROI nos permite comparar diferentes proyectos de inversión: aquél que tenga un mayor ROI será el más rentable y, por tanto, el más atractivo.

Alvarado Verdín (2016) Afirma:

La ingeniería de costos genera las estimaciones de todo aquello que fundamente la formulación de presupuestos mediante procesos de análisis y toma de decisiones, siendo sus componentes básicos las funciones administrativas de planeación y el control. Esta disciplina permite a ingenieros, auditores, supervisores y administradores de proyectos contar con los criterios para la realización de análisis económico-financieros que expongan la factibilidad y rentabilidad de un proyecto o negocio. (p. 4)

En VFI no se aprueba un proyecto o la compra de materiales para un prototipo mientras el encargado del proyecto no demuestre su viabilidad, por eso como encargado del proyecto es mi tarea demostrar su viabilidad mediante el cálculo del retorno de inversión, para estimar en cuanto tiempo la empresa recuperara su inversión.

Finalmente, debo señalar que el ROI, debido sobre todo a su simplicidad, es uno de los principales indicadores utilizados en la evaluación de un proyecto de inversión; sin embargo, debemos tener en cuenta que este indicador no toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo, por lo que, al momento de evaluar un proyecto, siempre es recomendable utilizarlo junto a otros indicadores financieros tales como el VAN y el TIR.

IV. METODOLOGÍA

Es importante dejar establecido que por variable entendemos la característica de algún fenómeno que es susceptible de medición y que puede modificarse o tomar diferentes valores, no solo numéricos sino también cualitativos. Existen según el concepto anterior variables cuantitativas y variables cualitativas. Ahora bien, los valores los valores que pueden asumir las variables normalmente son series ordenadas de posibilidades, esto por supuesto se puede apreciar mejor en las variables cuantitativas o que admiten escala numérica. (Muñoz Rocha, 2016, pp. 159–160)

4.1 VARIABLES DEPENDIENTES

Una variable dependiente representa una cantidad cuyo valor depende de cómo se modifica la variable independiente. Las variables dependientes son:

- Retorno de inversión.
- Consumo eléctrico.

Las demás variables analizadas afectan directamente estas variables dependientes, que son fundamentales para determinar la viabilidad del proyecto.

4.2 VARIABLES INDEPENDIENTES

Una variable independiente es una variable que representa una cantidad que se modifica en un experimento. Las variables independientes son el centro del experimento y son aisladas y manipuladas por el investigador. Las variables con un impacto directo en las variables dependientes en este proyecto son:

- Horas de Trabajo.
- Amperaje.
- Voltaje.
- Costo de Materiales.

4.3 ENFOQUE Y MÉTODO

Figueroa Montaña, Ramírez Sánchez, & Alcalá Gutiérrez (2014) Afirman:

El método científico se entiende como el estudio sistemático, controlado, empírico y crítico de proposiciones hipotéticas referentes a presuntas relaciones entre varios fenómenos. Es un procedimiento aplicado en las ciencias, que inicia con la observación y posee las siguientes características: es factico, hace trascender los hechos, es verificable, autocorrectivo y objetivo. (p. 5)

Pimienta Prieto & De la Orden Hoz (2012) Afirman:

Los enfoques, métodos generales y estrategias de investigación pueden clasificarse en dos modelos con diferentes características según su propósito: modelos cualitativos y modelos cuantitativos. (...) Hasta hace poco tiempo ambos modelos fueron considerados incompatibles, pero en la última década han intentado integrarse en los llamados modelos mixtos. (p. 67)

Uno de los pasos más importantes y decisivos de la investigación es la elección del método o camino que llevara a obtener de la investigación resultados validos que respondan a los objetivos inicialmente planteados. De esta decisión dependerá la forma de trabajo, la adquisición de la información, los análisis que se practiquen y por consiguiente el tipo de resultados que se obtengan; la selección del proceso de investigación guía todo el proceso investigativo y con base en él se logra el objetivo de toda investigación.

Dentro de la realización del proyecto se utilizó el método mixto, contando con características de ambos enfoques:

- Enfoque Cuantitativo. Bajo la perspectiva cuantitativa, la recolección de datos es equivalente a medir. Mediante el estudio y medición del consumo eléctrico de los cargadores se determinará la viabilidad del proyecto.
- Enfoque Cualitativo. Este enfoque es propio de las ciencias sociales y contrasta de manera especial con la investigación científica tradicional, cuantitativa. El gerente de procesos se involucra en totalidad en el proyecto al ser el quien determina la cantidad de horas necesarias para realizar el corte de energía eléctrica y así determinar el ahorro producido.

4.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

Tabla 1. Cronograma de Actividades

Actividades	Semanas									
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10
Análisis y estudio de oportunidades de proyecto.										
Diseñación del tipo de control Microcontrolador vs PLC.										
Diseño y análisis de sistema para corte de energía.										
Diseño de circuito eléctrico.										
Entrega de lista de materiales para cotización.										
Medidas de consumo eléctrico de maquinaria.										
Elaboración de plan de mantenimiento preventivo.										
Elaboración de seguimiento de plan de mantenimiento.										
Elaboración de ROI de proyecto.										

Fuente: Propia

V. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

5.1 RESULTADOS

5.1.1 ANÁLISIS DE PROCESO ACTUAL

Junto al ingeniero de procesos de la planta VFI de Honduras se analizó el proceso de cargado de baterías, como se maneja y que tan crítico es este proceso para la planta. Se determinaron los siguientes lineamientos:

- La estación de carga de baterías debe estar en funcionamiento total durante la jornada de horas laborales.
- Se busca cortar la energía de los cargadores, una vez que las baterías que fueron conectadas en el lapso final de la jornada laboral estén totalmente cargadas.
- El controlador del sistema debe ser muy económico.

5.1.2 ELECCIÓN DE CONTROLADOR

Se compararon el microcontrolador y el PLC (controlador lógico programable) confrontando cada una de las características que el usuario necesita para seleccionar la tecnología más adecuada para la implementación. Esto se denota de la siguiente manera:

- Facilidad de Programación: Ambos tienen lenguajes de programación conocidos por los ingenieros de la planta.
- Tiempo de desarrollo del programa: El PLC por su programación en escalera típicamente no requiere de un tiempo de desarrollo elevado, ya que está optimizado precisamente para acortar los tiempos de ejecución. Mientras que, un programa escrito en lenguaje ensamblador implica un mayor tiempo de elaboración y una extensa cantidad de líneas de código para ejecutar las mismas tareas.
- Facilidad de remplazo: Ambos cuentan con facilidad de remplazo en el mercado local.
- Costo del sistema con todos los componentes: un sistema compuesto por un microcontrolador es mucho más económico que un sistema compuesto por un PLC.

Debido a que cuentan con características similares y ambos cumplen las necesidades del usuario, pero el microcontrolador tiene un costo muy inferior, y siendo el costo un factor fundamental para la compañía, se determinó utilizar un microcontrolador.

5.1.3 DISEÑO DEL SISTEMA

Se determinó utilizar los siguientes componentes para la creación del sistema:

- Botonera
- Arduino Uno
- Sensor de Corriente no Invasivo
- Kit electrónico
- Contactor



Ilustración 15. Botonera

Fuente: Amazon



Ilustración 16. Arduino Uno

Fuente: Amazon



Ilustración 17. Sensor de Corriente no Invasivo

Fuente: Amazon



Ilustración 18. Kit Electrónico

Fuente: Amazon



Ilustración 19. Contactor

Fuente: Amazon

5.1.4 CIRCUITO ELÉCTRICO

El diagrama eléctrico del proyecto es el presentado a continuación:

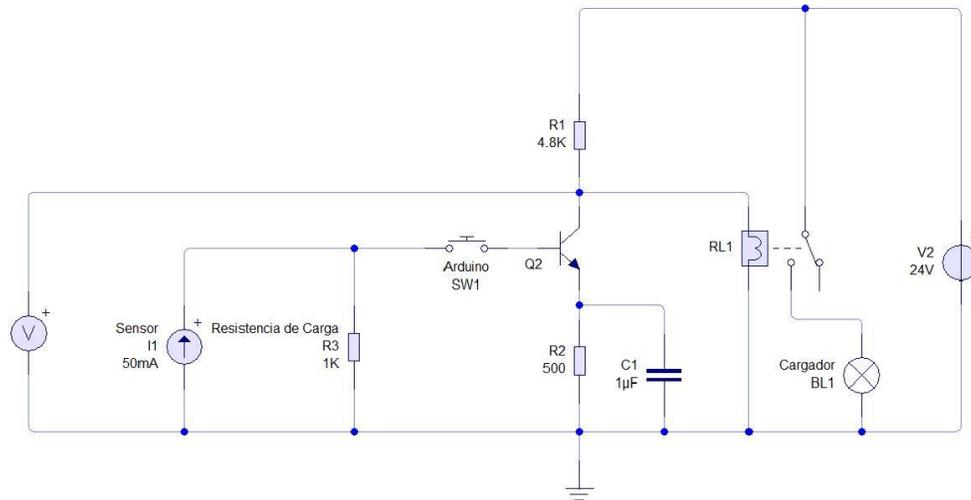


Ilustración 20. Diagrama Eléctrico del Proyecto

Fuente: Propia

5.1.5 COTIZACIÓN DE MATERIALES

El resultado de la cotización de materiales fue el siguiente:

Tabla 2. Cotización de Materiales

Detalle	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Botonera	11	15\$	165\$
Arduino Uno	3	29.95\$	89.85\$
Sensor de Corriente AC no invasivo	11	8.60\$	94.60\$
Kit Electrónico	3	10.86\$	32.58\$
Contactador	11	10.76\$	118.36\$
Total			500.39\$

Fuente: Amazon

5.1.6 CONSUMO ELÉCTRICO

Tabla 3. Precio KWH

Precio	Valor
Precio en HNL de KWH	L. 2.24
Tasa de Cambio	L. 23.56
Precio en USD de KWH	\$0.10

Fuente: Propia

Tabla 4. Consumo Eléctrico y Ahorro Proyectado

Batería	Cantidad	Consumo Actual Diario	Consumo Proyectado o Diario	Consumo Actual Anual	Consumo Proyectado Anual	Costo Anual Actual	Costo Anual Proyectado	Diferencia
Carga Rápida	5	3.072 KWH	0.00 KWH	672.768KWH	0.00 KWH	\$ 64.07	-	\$ 64.07
Carga Normal	6	3.686 KWH	0.00 KWH	807.322KWH	0.00 KWH	\$ 76.89	-	\$ 76.89
Total	11	6.758 KWH	0.00 KWH	1480.09KWH	0.00 KWH	\$ 140.96	-	\$ 140.96

Fuente: Propia

5.1.7 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Se decidió aplicar un plan de mantenimiento preventivo por horas de uso o en intervalos definidos debido a que una batería es una maquina o articulo sencillo o con pocas piezas móviles que tendera a descomponerse a intervalos casi constantes. En consecuencia, se Definió el siguiente plan de mantenimiento preventivo.

Procedimiento para mantenimiento de baterías.

Semanal

1. Revisar la caja de la batería que esté limpia
2. Inspeccionar los cables por peladuras o deterioro
3. Inspeccionar el conector de la batería por quebradura, flojedad de los conectores, calentamiento en las áreas de contacto.
4. Revisar los tapones de todas las celdas
5. Revisar el nivel de electrolito de todas las celdas
6. Si el nivel del electrolito está bajo, llene las celdas el indicador después de cargar la batería, usando el EPP correspondiente (guantes, delantal, gafas)
7. El máximo nivel es aproximadamente un 1/8 abajo del indicado
8. Se recomienda ecualizar cada siete ciclos de carga de la batería

Mensual

1. Inspeccionar sello entre celdas si presentan grietas o deterioro, eliminar las partes dañadas y aplicar poliuretano
2. Lavado de Batería, lavar la batería con agua. Si la parte superior de la batería tiene ácido aplique una solución de 1 libra de bicarbonato de sodio con un galón de agua para neutralizar el ácido antes de lavarla.
3. Seque la batería usando aire comprimido (30 psi).
4. Aplique una capa de aceite SAEW10 en toda la superficie de la batería.
5. No conectar si los cables o conectores presentan daños.

TRIMESTRAL

1. El electrolito de una batería es normal cuando es transparente. Revise la turbiedad del electrolito cuando inspeccione la gravedad específica.
2. Inspeccionar la gravedad específica del electrolito después de la carga de la batería
3. Usar hidrómetro para medir la gravedad específica del electrolito. La gravedad específica de una batería completamente cargada es de 1.275 (20C 68F).

4. Medir el voltaje de cada celda individualmente, el voltaje por celda debe ser 2.2 a 2.3 VDC cuando la batería está completamente cargada.

Procedimiento para Carga de Baterías

1. Visualizar que el montacargas marque un 25% de carga de batería para proceder a cargarla.
2. El Operador de montacargas o raymond debe esperar que el cargador tenga el funcionamiento adecuado al momento de conectar la batería. (Asegurarse que la pantalla marque que la batería está cargando).
3. Cargar batería en el tiempo estipulado. Convencional (8hrs) Carga Rápida (2.45hrs)
4. Operador de montacargas o raymond deberá presionar stop(parar) si se quiere desconectar la batería y el cargador no esté marcando carga completa
5. Operador deberá revisar los niveles de ácido de batería al realizar el cambio de la misma, usando el EPP correspondiente (guantes, delantal, gafas).
6. No conectar directamente la batería instalada en el montacargas, es necesario instalar la batería ya cargada previamente y asignada al montacargas.
7. Respetar ciclo de carga de baterías
8. No conectar directamente del cargador a la batería instalada en el montacargas
9. No manipular los cables y conectores si presentan peladuras o daños
10. Asegurarse que cobertores y bornes negativo y positivo están en su lugar.

Se definió también un mantenimiento preventivo para los cargadores de Baterías con la siguiente sugerencia: Los cargadores de baterías trabajan más eficientemente y entregan una mejor vida de servicio con buena disipación de calor.

Mensual

1. Limpiezas con aire seco, de baja presión removerán polvo acumulado para garantizar una buena transferencia de calor al aire del ambiente.

Semestral

1. Revisión de las conexiones de las entradas y salidas del circuito para asegurar que estén ajustadas.

5.1.8 SEGUIMIENTO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Con la aplicación de un mantenimiento se debe realizar un registro de Incidencias, en el que se reflejen todas las anomalías observadas en la planta, de manera semanal, Mensual, Trimestral.

Se crearon las siguientes hojas de seguimiento para el mantenimiento de baterías:

- Semanal

Tabla 5. Seguimiento de Mantenimiento Semanal

FOTL HONDURAS							
Semana:		Id Equipo:		Fecha:		Responsable:	
Dispositivo:	Bateria Industrial						
Seguimiento Semanal MP							
No.	Procedimiento	Verificacion			Accion/Comentario		
1	Revisión de limpieza	Limpia		Sucia			
2	Inspección de Cables por peladuras o deterioro	Peladuras		Otros Daños Por deterioro			
3	Inspección de terminal de conexión de batería (Flojedad, Quebradura, Calentamiento)	Flojedad		Quebradura			
		Indicios de calentamiento		Otros Daños			
4	Revisión de Tapones de celda.	Todos Presentes		Faltantes			
		Quebrados		Otros Daños			
5	Revisión de Niveles de Eletrólitos en todas las celdas	Optimo		Medio			
		Bajo					
6	Ecualización	Se realizo		No se realizo			
* Si el nivel del electrolito está bajo, llene las celdas el indicador después de cargar la batería, usando el EPP correspondiente (guantes, delantal, gafas)							
*El máximo nivel es aproximadamente un 1/8 abajo del indicado							

Fuente: Propia

- Mensual

Tabla 6. Seguimiento de Mantenimiento Mensual

FOTL HONDURAS							
Mes:		Id Equipo:		Fecha:		Responsable:	
Dispositivo:	Bateria Industrial						
Seguimiento MENSUAL MP							
No.	Procedimiento	Verificacion			Accion/Comentario		
1	Inspección de sellos entre celdas (Grietas, Deterioros)	Grietas		Otros Deterioros			
2	Lavado de Bateria	Se realizo		No se realizo			
3	Secado de Bateria (30psi)	Se realizo		No se realizo			
4	Aplicación de Capa de aceite SAEW10 en superficie de batería	Se realizo		No se realizo			
5	Corriente y Voltaje salida del cargador	Voltaje		V Corriente		A	
6	Mantenimiento de voltaje en serie	Se realizo		No se realizo			
7	Temperatura Ambiente	Temperatura		C			
8	Temperatura de Carga	Tobi		Temperatura		C	
9	Corriente de carga de flotacion	Corriente		A			
		Celda 1		Celda 2			
10	Gravedad especifica en celdas piloto	Celda 3		Celda 4			
*No conectar si los cables o conectores presentan daños							

Fuente: Propia

- Trimestral

Tabla 7. Seguimiento de Mantenimiento Trimestral

FOTL HONDURAS						
Trimestre:		Id Equipo:		Fecha:		Responsable:
Dispositivo:	Bateria Industrial					
Seguimiento TRIMESTRAL MP						
No.	Procedimiento	Verificacion			Accion/Comentario	
1	Revisión de turbiedad del electrolito cuando inspeccione gravedad especifica	Transparente	Otro			
2	Gravedad especifica de todas las celdas de la bateria	Celda 1	Celda 2			
		Celda 3	Celda 4			
		Celda 5	Celda 6			
		Celda 7	Celda 8			
		Celda 9	Celda 10			
		Celda 11	Celda 12			
		Celda 13	Celda 14			
		Celda 15	Celda 16			
		Celda 17	Celda 18			
		Celda 19	Celda 20			
		Celda 21	Celda 22			
		Celda 23	Celda 24			
3	Medición de voltaje de cada celda individualmente	Celda 1	V Celda 2		V	
		Celda 3	V Celda 4		V	
		Celda 5	V Celda 6		V	
		Celda 7	V Celda 8		V	
		Celda 9	V Celda 10		V	
		Celda 11	V Celda 12		V	
		Celda 13	V Celda 14		V	
		Celda 15	V Celda 16		V	
		Celda 17	V Celda 18		V	
		Celda 19	V Celda 20		V	
		Celda 21	V Celda 22		V	
		Celda 23	V Celda 24		V	
4	Temperatura de celdas piloto	Celda 1	Celda 3			
5	Medición corriente de carga de flotación	Celda 3	Celda 4			
		Corriente	A			
*El electrolito de una batería es normal cuando es transparente.						
*La gravedad especifica de una batería completamente cargada es de 1.275 (20C 68F)						

Fuente: Propia

Se crearon las siguientes hojas de seguimiento para el mantenimiento de cargadores:

- Mensual

Tabla 8. Seguimiento de Mantenimiento Mensual

FOTL HONDURAS						
Mes:		Id Equipo:		Fecha:		Responsable:
Dispositivo:	Cargador Industrial					
Seguimiento MENSUAL MP						
No.	Procedimiento	Verificacion			Accion/Comentario	
1	Limpieza con aire seco	Se realizo	No se realizo			
*aire seco a baja presion, permitira remover polvo para garantizar una buena transferencia de calor al aire del ambiente						

Fuente: Propia

- Semestral

Tabla 9. Seguimiento de Mantenimiento Semestral

FOTL HONDURAS						
Semestre:		Id Equipo:		Fecha:		Responsable:
Dispositivo:	Cargador Industrial					
Seguimiento Semestre MP						
No.	Procedimiento	Verificacion			Accion/Comentario	
1	Revisión de las conexiones de las entradas y salidas del circuito	Ajustadas	Flojas			
*Se debe asegurar que estén ajustadas						

Fuente: Propia

5.1.9 RETORNO DE INVERSIÓN

En un plazo de 5 años, este sería el flujo de dinero de la inversión.

Tabla 10. ROI

Año	0	1	2	3	4	5	6	7
Consumos Actuales		1480.09KWH						
Precio		\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10
Total de Gastos Actuales		\$140.96	\$140.96	\$140.96	\$140.96	\$140.96	\$140.96	\$140.96
Consumo Proyectado		0.0KWH						
Precio		\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10
Total Gastos Proyectados		\$ --	\$ --	\$ --	\$ --	\$ --	\$ --	\$ --
Inversión Inicial	\$500.39							
Ahorro		\$140.96	\$140.96	\$140.96	\$140.96	\$140.96	\$140.96	\$140.96

Fuente: Propia

Tomaría aproximadamente 5 años para recuperar la inversión inicial.

5.2 APORTACIONES

Se estudió la viabilidad de la creación de un sistema de monitoreo en tiempo real de los montacargas de la empresa. Se realizaron contactos con empresas europeas y se recibieron las visitas de dos empresas para la instalación del proyecto. Para agosto se espera el presupuesto de ambas empresas.

Como ingeniero de procesos fui el responsable de la producción del pegado de 4 etiquetas en 300 mil cajas, siendo este un nuevo proceso para la empresa debido a una petición de uno de los principales clientes de la empresa, se diseñó el flujo del proceso y área de trabajo, logrando con éxito la producción de todas las cajas.

Se realizó el análisis y estudio completo para la viabilidad de la instalación de una banda transportadora en la bodega de recibo y exportación, mediante el uso del simulador Flexsim, se realizaron 3 propuestas y se determinó cual era la más beneficiosa en términos de economía, mejora de capacidad de flujo y de reducción de costos. Se diseñó un prototipo para la instalación de un dispensador de pallets automático como continuación del proyecto antes mencionado.

Se restauró una lavadora de baterías industriales semi automática, que estaba obsoleta en la planta, se definieron los elementos agregar para lograr la automatización completa de la misma. Se estudió el plano eléctrico de la misma y se diseñó el nuevo plano, incluyendo los elementos de automatización de la máquina.

Se diseñó un modelo de "Smart Cell", es decir una celda automatizada de trabajo, para el monitoreo en tiempo real de la celda de trabajo en el Kanban de producción, así mismo se diseñó este sistema para apagar la maquinaria eléctrica en el Kanban durante los tiempos muertos como ser almuerzo y desayuno. El siguiente paso es la instalación del proyecto.

VI. CONCLUSIONES

Moguel, (2005) Afirma:

Las conclusiones representan la síntesis de los resultados obtenidos a lo largo del proceso de la investigación. (...) Cualquier conclusión deberá fundamentarse en el cuerpo teórico y los resultados de la investigación, además de resumir los principales hallazgos. Debe ser enunciada con claridad, y precisión ya que en ella se presenta la comprobación o rechazo de la hipótesis, sus limitaciones, la relación con otras hipótesis, y las sugerencias y/o aportaciones teóricas del investigador. (pp. 152–153)

1. Tomando en consideración que tomaría aproximadamente 5 años para recuperar la inversión inicial, en consecuencia, no se logró operacionalizar un sistema automatizado capaz de generar una reducción en la facturación de energía eléctrica del centro de distribución. Se recomendaría buscar otra alternativa de ahorro.
2. Debido a que no se instaló el sistema automatizado por su bajo retorno de inversión no se pudieron demostrar mejoras en la eficiencia energética de las baterías y cargadores industriales
3. Se estableció un plan de mantenimiento preventivo para cargadores y baterías industriales, provocando una mejoría en el consumo eléctrico, funcionamiento y prolongando la vida útil de los mismos.

VII. RECOMENDACIONES

7.1 PARA LA EMPRESA

- Consolidar una mejor base de proveedores, se limitan mucho a estrictamente realizar compras solo con sus proveedores, muchas veces se solicitaron materiales para proyectos que definitivamente no estaban a la venta dentro de sus proveedores, y simplemente no se podían obtener por esta condicionante.
- Agilización de respuesta de parte del departamento de compras.
- Permitir al ingeniero realizar las cotizaciones, en lugar de la administradora, debido a que los ingenieros pueden comunicarse con mayor facilidad con los proveedores sobre detalles técnicos de los elementos a cotizar.

7.2 PARA LA UNIVERSIDAD

- Habilitar la clase de instalaciones eléctricas, siendo la instalación de proyectos y sistemas eléctricos parte esencial la carrera en Ingeniería mecatrónica, debemos ser reforzados con las normativas básicas para realizar una instalación eléctrica, y evitar la dependencia de los técnicos.
- Inclusión de software simuladores como ser Flexsim y Emulate 3D en el pensum de la carrera, aun cuando son sistemas normalmente utilizados por la rama de ingeniería industrial, estos softwares son de mucha utilidad para la simulación de nuestros proyectos en las líneas de producción, nos permiten visualizar que tan bien se acoplan nuestras ideas o proyectos al mundo real, antes de incurrir en gastos o errores de diseño.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado Verdín, V. M. (2016). *Ingeniería de costos*. Distrito Federal, UNKNOWN: Grupo Editorial Patria. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=4849848>
- Arata Andreani, A., & Furlanetto, L. (2005). *Manual de gestión de activos y mantenimiento*. Santiago, UNKNOWN: RIL editores. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=4183534>
- Chicala, C. (2015). *Adquisición de datos: medir para conocer y controlar*. Mexico City, UNKNOWN: CENGAGE Learning. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtual-ebooks/detail.action?docID=4184521>
- Cuatrecasas Arbós, L. (2012). *Gestión del mantenimiento de los equipos productivos*. Madrid, SPAIN: Ediciones Díaz de Santos. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3229295>
- Cuatrecasas Arbos, L. (2017). *Ingeniería de procesos y de planta*. Profit Editorial.
- Diseño y Automatización de Centros de Distribución - e-Kontrol Supply Chain Consultants. (s/f). Recuperado el 7 de abril de 2018, a partir de <http://www.e-kontrol.mx/disenoy-automatizacion-de-centros-de-distribucion/>
- Figueroa Montaña, A., Ramirez Sanchez, H. U., & Alcala Gutierrez, J. (2014). *Introducción a la metodología experimental* (1a ed.). Mexico: Pearson Educación.
- Fraile Mora, J. (2008). *Máquinas eléctricas* (6a. ed.). Madrid, SPAIN: McGraw-Hill España. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3195345>
- Fruit of The Loom. (s/f). Recuperado el 17 de junio de 2018, a partir de <http://www.fruitoftheloom.es/addyourlogo>
- <http://www.areatecnologia.com>. (s/f). contactor. Recuperado el 16 de junio de 2018, a partir de <http://www.areatecnologia.com/electricidad/contactor.html>

- Mackenzie, I. S., & Phan, R. C.-W. (2007). *Microcontrolador 8051 (4a. ed.)*. Distrito Federal, MEXICO: Pearson Educación. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtual-ebooks/detail.action?docID=4870842>
- Maloney, T. J. (2006). *Electronica industrial moderna (5a ed.)*. Mexico: Pearson Educación.
- Medrano Márquez, J. Á., & González Ajuech, V. L. (2017). *Mantenimiento: técnicas y aplicaciones industriales*. Ciudad de México, MEXICO: Grupo Editorial Patria. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtual-ebooks/detail.action?docID=5213557>
- Mezquital, U. T. del V. del. (s/f). La automatización y sus aplicaciones en la industria. Recuperado el 10 de marzo de 2018, a partir de http://www.milenio.com/firmas/universidad_tecnologica_del_valle_del_mezquital/automatizacion-aplicaciones-industria_18_625917449.html
- Moguel, E. A. R. (2005). *Metodología de la Investigación*. Univ. J. Autónoma de Tabasco.
- Muñoz Rocha, C. I. (2016). *Metodologia de la investigacion*. Mexico: Oxford University Press Mexico.
- Neumática (Actuadores, Filtros, Conectores, Reguladores, Lubricadores). (2018). Recuperado el 7 de abril de 2018, a partir de <http://www.gates.com.mx/seccion072f75.html?subseccion=41>
- O'Neill, T., & Williams, J. (2013). *Arduino*. Ann Arbor, UNITED STATES: Cherry Lake Publishing. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtual-ebooks/detail.action?docID=5155106>
- Pardo Álvarez, J. M. (2017). *Gestión por procesos y riesgo operacional*. Madrid, UNKNOWN: AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=5190227>
- Pimienta Prieto, J. H., & De la Orden Hoz, A. (2012). *Metodologia de la investigacion*. Mexico: Pearson Educación.

- Ponsa Asensio, P., & Vilanova Arbós, R. (2005). *Automatización de procesos mediante la guía GEMMA*. Barcelona, SPAIN: Universitat Politècnica de Catalunya. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3229256>
- Rodriguez Penin, A. (2013). *Sistemas SCADA* (Tercera). Mexico: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- Sanchez Rozo, J. (2007). *Propuesta para la implementacion del mantenimiento total productivo (TPM)*. El Cid Editor. Recuperado a partir de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/reader.action?docID=3173547>
- Santiago García Garrido. (2004). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid, SPAIN: Ediciones Díaz de Santos. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3157912>
- Serna Ruiz, A., Ros Garcia, F. A., & Rico Noguera, J. C. (2010). *GUÍA PRÁCTICA DE SENSORES*. Creaciones Copyright SL.
- Tutorial sensor de corriente AC no invasivo SCT-013. (s/f). Recuperado el 16 de junio de 2018, a partir de https://naylampmechatronics.com/blog/51_tutorial-sensor-de-corriente-ac-no-invasivo-s.html
- Villalobos Ordaz, G., Rico Romero, R., & Ortiz Hernández, F. E. (2010). *Medición y control de procesos industriales*. México, D.F., MEXICO: Instituto Politécnico Nacional. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3187215>

IX. ANEXOS



Anexo 1. Rollos de Etiqueta Departamental

Fuente: Propia



Anexo 2. Área de trabajo para pegado de Etiqueta

Fuente: Propi



Anexo 3. Caja armada con Etiqueta

Fuente: Propia



Anexo 4. Tarimas de caja con etiqueta pegada

Fuente: Propia



Anexo 5. Etiqueta Modular

Fuente: Propia



Anexo 6. Etiqueta Departamental

Fuente: Propia



Anexo 7. Caja de producto empacado.

Fuente: Propia



Anexo 8. Tarima de producto empacado para exportación.

Fuente: Propia



Anexo 9. Cartón código 1343 listo para producción.

Fuente: Propia



Anexo 10. Tarima de 300 cajas listas para producción.

Fuente: Propia