

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

Escuela de Ingeniería Electrónica

Tesina para optar por el grado académico de ingeniero en electrónica

**DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA
RECARGA DE BATERÍAS EN EL PROCESO DE MANUFACTURA, HOSPIRA
COSTA RICA, PARA EL ÚLTIMO TRIMESTRE DEL 2016. PARA OPTAR POR EL
GRADO ACADÉMICO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA**

Autor: Olger Mora Retana

Tutor: Ing. José Alejandro Rojas López

Agosto, 2016

Carta del Tutor

CARTA DEL TUTOR

San José, 25 de octubre de 2016

Lic. José Luis Medrano Cerdas
Director de Carrera de Ingeniería Electrónica
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante **Olger Mora Retana**, cédula de residencia número **1 1217 0877**, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: **Desarrollo e implementación de un sistema automatizado para la recarga de baterías en el proceso de manufactura, Hospira Costa Rica, para el último trimestre del 2016. Para optar por el grado académico de Ingeniero en Electrónica**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería Electrónica.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	Original del tema	10%	10%
b)	Cumplimiento de entrega de avances	20%	15%
c)	Coherencia entre los objetivos, los instrumentos aplicados y los resultados de la investigación	30%	28%
d)	Relevancia de las conclusiones y recomendaciones	20%	20%
e)	Calidad, detalle del marco teórico	20%	20%
TOTAL			93%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

Ing. José Alejandro Rojas López
Cédula identidad 1 1079 0035
Carné Colegio Profesional N°: IEL-15888

Declaración Jurada

DECLARACIÓN JURADA

Yo Olger Mora Retana, mayor de edad, portador de la cedula de identidad número 1-1217-0877, egresado de la carrera de Ingeniería en Electrónica de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de este acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de graduación para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Electrónica, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: desarrollo e implementación de un sistema automatizado para la recarga de baterías en el proceso de manufactura, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derechos de Autor y Derecho Conexos, número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que estos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de Heredia, a los veintiséis días del mes de octubre del año dos mil dieciséis.



Firma del estudiante

1-1217-0877

Cédula

Carta de aceptación del proyecto



Costa Rica Ltd.

Heredia, 28 de Octubre del 2016

Señores

Universidad Hispanoamérica

Presente

Estimados señores:

Por este medio hacemos de su conocimiento que la empresa Hospira Costa Rica Ltd., acepta la realización del Proyecto de Graduación del señor **Mora Retana Olger R**, identificación número 1-1217-0877, como requisito de graduación para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Electrónica.

Estamos a sus órdenes por cualquier consulta.

Atentamente,

Juan Carlos Monge

Gerente de Ingeniería Bombas de Infusión.

Carta del Lector



CARTA DEL LECTOR

San José, 24 de noviembre del 2016

Señores
Departamento de Registro
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante **Olger Mora Retana**, cédula de identidad número **1-1217-0877**, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **"DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA RECARGA DE BATERÍAS EN EL PROCESO DE MANUFACTURA, HOSPIRA COSTA RICA"**, el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente,

Ing. Víctor H. Arguedas Arce
Céd. 1-0668-0138
Carné colegio profesional: IE-6285

Carta del filólogo

v

CARTA DEL FILÓLOGO

San Rafael de Heredia, 09 de diciembre de 2016

Señores
Universidad Hispanoamericana
Escuela de Ingeniería Electrónica

Estimados señores:

En mi calidad de filóloga, hago constar que he revisado la Tesina para optar por el grado académico de Ingeniero en electrónica, bajo el título:

“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA RECARGA DE BATERÍAS EN EL PROCESO DE MANUFACTURA, HOSPIRA COSTA RICA, PARA EL ÚLTIMO TRIMESTRE DEL 2016. PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA”, elaborada por el estudiante Olger Mora Retana.

La revisión se hizo en la parte morfosintáctica, forma, estilo, redacción, puntuación y ortografía; por lo cual el trabajo está listo en tales aspectos para ser presentado ante la Universidad.

Atentamente,


Xinia Arguedas Rodríguez
Cédula 1 458 488
Carné 06032 del Colegio de
Licenciados y Profesores en Letras,
Filosofía, Ciencias y Artes

Índice de contenidos

Carta del Tutor	I
Declaración Jurada	II
Carta de aceptación del proyecto	III
Carta del Lector	IV
Carta del filólogo.....	V
Índice de Imágenes.....	IX
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Introducción.....	2
1.2 Antecedentes del contexto de la empresa	3
1.3 Justificación del proyecto	5
1.4 Definición del Problema	6
1.4.1 Problemática	6
1.5 Objetivo General y Objetivos Específicos	8
1.5.1 Objetivo General.....	8
1.5.2 Objetivos Específicos	8

1.6 Alcances y limitaciones	9
1.6.1 Alcance	9
1.6.2 Limitaciones	9
CAPÍTULO II	11
MARCO TEÓRICO	11
2 Marco Teórico	12
2.1 El contexto histórico	12
2.2. El Contexto Teórico.....	17
CAPÍTULO III	35
MARCO METODOLÓGICO	35
3.1 Tipo de investigación	36
3.1.1 Finalidad de la investigación	36
3.1.2 Dimensión Temporal de la investigación	37
3.1.3 Marco de la investigación.....	39
3.1.4 Naturaleza	39
3.1.5 Carácter de la investigación	41
3.2 Diseño metodológico	46

3.2.1	Metodología para la propuesta.....	46
3.2.2	Metodología para la implementación del proyecto	49
CAPÍTULO IV	50
DIAGNÓSTICO	50
4.1	Descripción de la situación actual	51
4.2	Objetivos de las actividades	56
4.2.1	Recolección de datos	56
4.2.2	Instrumento para la recolección de datos.....	56
4.3	Desarrollo de prototipo	62
CAPÍTULO V	64
DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO	64
5.1	Selección de la propuesta.....	65
5.2	Detalle de la propuesta.....	65
5.2.1	Método de carga.....	65
5.2.2	Cargador	66
5.2.3	Dispositivo de conexión y seguridad.....	72
5.2.4	Panel de Control en LabVIEW	77

5.2.5 Creación de prototipo	84
5.3 Costo de la implementación (impacto económico: beneficio/costo)	90
5.4 Descripción de actividades	92
5.4.1 Descripción de las actividades llevadas a cabo	92
5.4.2 Bitácora	92
5.4.3 Detección de debilidades o carencias.....	92
5.4.4 Acciones de mejoramiento de cada una.....	93
CAPÍTULO VI.....	94
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94
6.1 Conclusiones.....	95
6.2 Recomendaciones.....	97
Bibliografía	99
Anexos	103
Lista de Anexos.....	104

Índice de Imágenes

<i>Imagen 1. Placa serial de Arduino.....</i>	19
---	----

<i>Imagen 2. Placa USB Arduino</i>	<i>19</i>
<i>Imagen 3. Cable USB Arduino.....</i>	<i>20</i>
<i>Imagen 4. Cable serial Arduino.....</i>	<i>20</i>
<i>Imagen 5. Cargador Arduino</i>	<i>21</i>
<i>Imagen 6. Adaptador serial serie-USB Arduino</i>	<i>22</i>
<i>Imagen 7. Panel Frontal LabVIEW.....</i>	<i>23</i>
<i>Imagen 8. Diagrama de bloques LabVIEW.....</i>	<i>24</i>
<i>Imagen 9. Diagrama VI y Sub Vis LabVIEW.....</i>	<i>25</i>
<i>Imagen 10. Diagrama flujo de datos LabVIEW</i>	<i>26</i>
<i>Imagen 11. Diagrama de bloques fuente de una fuente conmutada.....</i>	<i>27</i>
<i>Imagen 12. Diagrama de sensores optoelectricos.....</i>	<i>30</i>
<i>Imagen 13. Diagrama de Fotodiodo.....</i>	<i>31</i>
<i>Imagen 14. Diagrama de Foto Transistor.....</i>	<i>32</i>
<i>Imagen 15. Diagrama de Fotodiodo lateral.....</i>	<i>33</i>
<i>Imagen 16. Diagrama de Fotosensor Capacitivo.....</i>	<i>34</i>
<i>Imagen 17. Imagen de sensor optoelectrónico detectores de objetos.....</i>	<i>34</i>
<i>Imagen 18. Batería modelo LC-R064R5P</i>	<i>51</i>

Imagen 19. Cableado de baterías utilizado para cargar las baterías 53

Imagen 20. Diagrama de flujo de proceso de baterías 54

Imagen 21. Diagrama de bloques de propuesta del prototipo 63

Imagen 22. Diagrama de flujo de proceso de baterías 67

Imagen 23. Fuente Conmutada LS200-7.5 TDK-Lambda 68

Imagen 24. Resistencia 2.2 ohms 68

Imagen 25. Circuito principal 69

Imagen 26. Circuito de control 70

Imagen 27. Caja de cargador 70

Imagen 28. Caja de cargador 71

Imagen 29. Medidas de batería 73

Imagen 30. Nido 74

Imagen 31. Bloque de pogoines 75

Imagen 32. Equipo de conexión y seguridad 76

Imagen 33. Nido de batería 76

Imagen 34. Nido de batería conectado al nido del equipo. 76

Imagen 35. Módulo de arduino de LabVIEW 77

<i>Imagen 36. Diagrama de flujo de lógica de programación.....</i>	<i>78</i>
<i>Imagen 37. Diagrama de bloques de la caja para panel de control.....</i>	<i>80</i>
<i>Imagen 38. Diagrama de flujo de lógica de programación.....</i>	<i>81</i>
<i>Imagen 39. Convertidor de 24 a 5 voltios LM2596.....</i>	<i>82</i>
<i>Imagen 40. Fuente de 24 voltios OMRON S8VS-06024.....</i>	<i>82</i>
<i>Imagen 41. Circuito para activación de reles hacia las entradas de la base.....</i>	<i>82</i>
<i>Imagen 42 Módulo Electronic Brick 5 Voltios.....</i>	<i>83</i>
<i>Imagen 43 Divisor de voltaje.....</i>	<i>84</i>
<i>Imagen 44 Electrovalvula SY5120-5DZ-01.....</i>	<i>84</i>
<i>Imagen 45 Cargador de baterías.....</i>	<i>85</i>
<i>Imagen 46 Controlador del panel de control.....</i>	<i>85</i>
<i>Imagen 47 Controlador del panel de control.....</i>	<i>86</i>
<i>Imagen 48 Electroválvulas.....</i>	<i>87</i>
<i>Imagen 49 Conectores.....</i>	<i>88</i>
<i>Imagen 50 Panel de control para el operador.....</i>	<i>88</i>
<i>Imagen 51 Cargador de baterías automático.....</i>	<i>89</i>

Índice de tablas

<i>Tabla 1. Voltajes de carga utilizados actualmente.....</i>	52
<i>Tabla 2. Análisis de proceso actual.....</i>	55
<i>Tabla 3. Lista de materiales del cargador.....</i>	71
<i>Tabla 4. Especificaciones del Iteaduino.....</i>	81
<i>Tabla 5. Periodo de recuperación.....</i>	91
<i>Tabla 6. Relación Costo - Beneficio.....</i>	91
<i>Tabla 7. Tabla de actividades.....</i>	92

Índice de abreviaturas

Ah: Amperio por hora

BSI: British Standards Institution, (Institucion de Estandar Britanica)

DC: Direct Current (Corriente Directa)

E/S: Entrada y Salida

EMI: Inteferencias Electromagnéticas

ESD: Electrostatic discharge (Descargas electroestáticas)

etc: etcétera

FDA: Food and Drug Administration (Administración de Drogas y Comida)

LabVIEW: Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench (Laboratorio virtual de instrumentos de ingeniería banco de trabajo) MedNet: Medical Network, (Red Médica)

netbook: Ordenador personal

notebook: Ordenador portátil

PC: Personal Computer (Ordenador Personal)

Processing/Wiring: Procesamiento/Cableado

PSD: Position Sensing Detector (Sensor de detección de posición)

RFI: Resonancia Magnética por Imagen

SMPS: Switched-mode Power Supply (Fuente de alimentación conmutada)

USB: Universal Serial Bus (Bus Universal en Serie)

web: World Wide Web (Red informática mundial)

Índice de Gráficos

<i>Gráfico 1 Resultado de encuesta pregunta #1</i>	57
<i>Gráfico 2 Resultado de encuesta pregunta #2</i>	57
<i>Gráfico 3 Resultado de encuesta pregunta #3</i>	58

<i>Gráfico 4 Resultado de encuesta pregunta #4.....</i>	<i>58</i>
<i>Gráfico 5 Resultado de encuesta pregunta #5.....</i>	<i>59</i>
<i>Gráfico 6 Resultado de encuesta pregunta #6.....</i>	<i>59</i>
<i>Gráfico 7 Resultado de encuesta pregunta #7.....</i>	<i>60</i>
<i>Gráfico 8 Resultado de encuesta pregunta #8.....</i>	<i>60</i>
<i>Gráfico 9 Resultado de encuesta pregunta #9.....</i>	<i>61</i>
<i>Gráfico 10 Carga de Voltaje y Corriente batería Panasonic modelo LC-R064R5P</i>	<i>66</i>

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Introducción

En la empresa transnacional dedicada a dispositivos médicos es de suma importancia el correcto ensamble, la adecuada documentación y realización de pruebas de los productos manufacturados, debido a que se exporta a diferentes partes del mundo, por lo cual está regulada bajo estrictos estándares y regulaciones internacionales.

La visión de esta empresa es avanzar en el bienestar por medio de las personas correctas y los productos correctos para ayudar a mejorar la seguridad del paciente y el personal de salud, guiándose con grandes estándares que deben de mantener las empresas relacionadas con el sector salud. Hospira cuenta con una planta de operaciones ubicada en la provincia de Heredia, Costa Rica desde el año 1999, la cual inicio con la manufactura en el área de equipos de consumibles (IV sets) y a partir del año 2010 comenzó con la producción de dispositivos electrónicos de infusión.

Los dispositivos son utilizados para atender tratamientos y/o emergencias médicas lo cual requiere que el mismo esté ensamblado en condiciones idóneas y funcione de acuerdo a las especificaciones de diseño, parte del contexto de realidad nacional de la industria médica y referencie los requerimientos con base en las principales normas (FDA,BSI)

Dado esto una de las especificaciones de los dispositivos es que tiene que ser capaz de operar en modo de corriente alterna, significa que pueda funcionar conectado a un toma corriente, además este mismo debe poder desempeñarse en modo batería en situaciones críticas ya sea que la corriente en un hospital no funcione o el paciente tiene que ser trasladado de una sala a otra, el dispositivo debe soportar los cambios de corriente que pueda suceder durante algún tratamiento.

Debido a diversas situaciones, el proceso de manufactura de estos dispositivos médicos debe ser realizado de manera correcta, siguiendo las especiaciones establecidas, por ejemplo, la batería es fundamental que se encuentre cargada y en

buen estado, se logra realizando de manera periódica la carga de la misma y es de suma importancia efectuarla de manera adecuada antes de su almacenamiento en el área de bodega.

La recarga se debe hacer cada seis meses para mantener las baterías en las condiciones óptimas, por este motivo se vuelve clave el proceso para que el dispositivo trabaje correctamente en modo batería.

1.2 Antecedentes del contexto de la empresa

La visión de la empresa es avanzar en el bienestar por medio de las personas correctas y los productos correctos para ayudar a mejorar la seguridad del paciente y el personal de salud, guiándose con grandes estándares que deben de mantener las empresas relacionadas con el sector salud. Hospira cuenta con una planta de operaciones ubicada en la provincia de Heredia, Costa Rica desde el año 1999, la cual inició con la manufactura en el área de equipos de consumibles (IV sets) y a partir del año 2010 comenzó con la producción de dispositivos electrónicos de infusión.

El nombre "Hospira" se deriva de las palabras hospital, espíritu, inspirar y la palabra latina spero, que significa esperanza. Refleja el enfoque de mercado primario y expresa la esperanza y el optimismo que son críticos en la industria de la salud.

Hospira es el proveedor líder mundial de drogas inyectables y tecnologías de infusión. La amplia cartera, integrada, se tiene una posición única para avanzar el bienestar mediante la mejora de la seguridad del paciente.

A través de la oferta de alta calidad, los medicamentos genéricos de menor costo, se sigue ayudando a reducir los costos globales del cuidado de la salud, para mejorar tanto la posibilidad de cuidado de los pacientes y la fortaleza financiera del sistema de salud mundial.

Hospira es el socio de elección con el fin de mejorar la seguridad del paciente y el cuidador, los resultados clínicos, gestión de costos, así como la eficiencia y la eficacia del cuidador. De este modo, constituye un proveedor líder de servicios de fabricación por contrato a las empresas farmacéuticas y de biotecnología de propiedad para el desarrollo de la formulación, llenado y acabado de productos farmacéuticos inyectables.

Se tiene la oportunidad de hacer la diferencia cada día por un impacto positivo en la vida de los clientes y pacientes, así como la entrega de valor a todos los grupos de interés. La planta local en Costa Rica se dedica a opciones inteligentes para administración fiable de medicamentos. Bombas de infusión de alto rendimiento hacen que sea fácil con el fin de que se pueda ofrecer la seguridad del paciente y la atención excepcional.

Las características de la cartera concentrada probada, la innovadora tecnología de una bomba y el manejo del dolor inteligente diseñado para ayudar a cumplir con sus objetivos de seguridad y flujo de trabajo clínico. El potente software de seguridad Hospira MedNet ayuda a reducir los errores de medicación y elevar el nivel de su sistema de gestión de la medicación.

La manufactura de las bombas de infusión son evaluadas por regulaciones del sistema de calidad tanto interna como externas que deben ser cumplidas para poder exportar a distintos países del mundo, este sistema evalúa diferentes aspectos tales como: servicio, proceso, empaque, etiquetado, documentación, servicio. Hospira, empresa líder en equipos médicos, está comprometida a cumplir todos los estándares a nivel mundial, así poder satisfacer a cabalidad las necesidades de los pacientes en el sector salud para el bienestar de los pacientes que requieran estos equipos en todo el mundo.

1.3 Justificación del proyecto

Tomando en cuenta las regulaciones y los diferentes requerimientos que las empresas deben cumplir como parte de las normas que se establecen para las compañías que distribuyen dispositivos médicos, de ahí surge la necesidad de robustecer los procesos de manufactura, enfocándose en la seguridad de los pacientes. Basado en esto, la mejora continua es primordial para cualquier compañía. Durante el proceso de manufactura se ha identificado una oportunidad de mejora para robustecer el proceso de recarga de baterías, en Hospira Costa Rica en términos de la seguridad de los colaboradores que realizan la actividad y en la búsqueda de estandarización de los procesos para garantizar la adecuada ejecución de dicha tarea.

Este proyecto tiene como razón primordial la mejora, con una propuesta de automatización de la recarga de baterías que se efectúa en el Departamento de Bodega, este proceso en la actualidad se realiza manualmente y con condiciones de alto riesgo para los operadores, de ahí nace la necesidad de automatizar el proceso de carga de baterías, integrando técnicas de prueba y error, de la mano de la seguridad a los operadores. Esto permitirá mejorar las condiciones tanto regulatorias como de seguridad a los colaboradores.

La gerencia busca proyectos de mejora y asigna estos mismos a sus colaboradores para que pongan en práctica los conocimientos adquiridos en cada una de las especialidades desarrolladas por el empleado, durante su proceso de formación educativa, recursos humanos en conjunto con el colaborador realizan un acuerdo para que se pueda realizar un proyecto de cual sea beneficiado de ambas partes, cada una de ellas deben cumplir y estar alineados con las políticas establecidas por la casa matriz.

Además este proyecto ayudará primordialmente en obtener satisfacción de los clientes, cumpliendo con la seguridad de los colaboradores y de la mano al cumplimiento regulatorio. Estos principios son primordiales para la empresa.

1.4 Definición del Problema

Basado en la información anterior, en los antecedentes de la empresa, así como la justificación del problema, se puede decir que este proyecto busca la mejora continua del proceso de carga de baterías, dicho esto nace la siguiente pregunta:

¿Cómo desarrollar e implementar un sistema automatizado para la recarga de baterías en el proceso de manufactura y que este a su vez cumpla con las regulaciones y la seguridad de los clientes y operadores de manufactura?

El proceso actual de carga de baterías marca Panasonic, número de parte LC-R064R5P utilizada en dispositivos médicos construidos en la planta de Hospira Costa Rica tiene un proceso de carga totalmente manual y peligrosa al operador en términos de seguridad.

El uso de baterías para cualquier dispositivo electrónico es de suma importancia, a nivel de industria médica la buena condición de carga o el buen uso que se le dé a una batería determina la salvación de una vida en alguna circunstancia adversa para cualquier paciente. Esto quiere decir que el dispositivo debe ser capaz de trabajar en modo batería de acuerdo a su especificación en el momento que la energía eléctrica no exista en la facilidad por utilizar. De esto nace la importancia del correcto proceso de carga de baterías durante el proceso de manufactura.

1.4.1 Problemática

Con base en la problemática encontrada debido a este proceso realizado para cargar las baterías en el Departamento de Bodega, cuando estas mismas son recibidas desde el proveedor hacia su almacenaje de acuerdo a los procedimientos actuales, se pueden mencionar los siguientes aspectos:

- A. El operario tiene dos procesos o modos de conexión para la recarga, quiere decir que no existe estandarización en el proceso de carga de baterías.
- B. El ajuste manual de la fuente de poder DC regulada, efectuada por el operador, se convierte en un peligro pues el operador puede no ajustarla correctamente, dependiendo del modo de conexión el cual ocasionaría una mala carga de las baterías. Esto ocasionaría que durante el proceso de pruebas de aceptación final del dispositivo (existe una prueba que verifica la condición de la batería antes de dar la aprobación del dispositivo para ser enviado al cliente) se tenga que generar un rechazo del mismo con el fin de remplazar la batería, lo que provoca una serie de ineficiencias y desperdicios en término de la producción.
- C. Existe un problema a nivel de seguridad, si el operador realiza mal alguna conexión puede causar algún daño en la batería o aún peor, algún daño físico al estar los cables expuestos.
- D. El operador puede cometer un error al momento de activar el cronómetro y no se pueda determinar el tiempo real de carga de las baterías.
- E. Mala medición del voltaje de las baterías o el tiempo de carga como mínimo requerido por carga.
- F. Carencia de obtener datos de carga o gráficas de carga que permitan ver el comportamiento individual de cada batería.

Como parte de este proyecto se pretende primero que todo estandarizar el proceso, al tener dos maneras completamente diferentes de poder cargar las baterías se tiene el riesgo de cometer errores por parte del operador.

Además se pretende diseñar un equipo que permita cargar las baterías de una manera automática y segura al operador, incluyendo algunos equipos de medición automáticos a la recarga para que el proceso sea más robusto. También toda esta información pueda ser almacenada en un disco duro para que sea extraíble en cualquier momento y de una manera más eficiente.

1.5 Objetivo General y Objetivos Específicos

1.5.1 Objetivo General

Desarrollar un sistema/modelo automatizado para la recarga de baterías que se realiza en el área de bodega antes de que el material sea entregado al proceso de manufactura, cumpliendo con las especificaciones del material. Implementar el sistema/modelo en el proceso actual con un prototipo que busque la mejora continua del proceso y a su vez este cumpla con las regulaciones para evitar algún problema regulatorio.

1.5.2 Objetivos Específicos

1. Identificar en el proceso actual los métodos utilizados para la recarga de baterías.
2. Evaluar el proceso de acuerdo a los requerimientos de los “usuarios”.
3. Seleccionar un solo método ya que en la situación actual existen dos procesos para poder recargar las baterías durante el proceso de recarga de baterías.
4. Diseñar un prototipo por utilizar para el proceso de recarga de baterías.
5. Analizar los resultados obtenidos basados en la respuesta proporcionada por el operador.
6. Construir un prototipo basado en las últimas tecnologías que actualmente presenta el mercado y que se ajuste a la necesidad del proceso.
7. Valorar el costo-beneficio para el proceso de carga de baterías que se realizará en el Departamento de Bodega.

1.6 Alcances y limitaciones

1.6.1 Alcance

Proporcionar seguridad al operador con un sistema que evite el contacto con la corriente eléctrica utilizada para recargar las baterías, esta protección aislará al usuario de algún contacto físico con el proceso, proporcionando seguridad.

Con este proyecto se busca la estandarización del proceso, cualquier empresa tiene como objetivo primordial que sus procesos se realicen siempre de la misma manera independientemente de que se cambie de operador, permitirá robustez en el actual proceso y así evitará algún error que se puede generar durante la recarga de baterías.

Se espera que este nuevo proceso permita fortalecer el compromiso regulatorio con los diferentes entes reguladores a la cual la empresa está expuesta durante procesos de auditorías.

Ahora existen varios modelos de dispositivos médicos que utilizan este tipo de batería, lo cual ayudará a obtener un mejor rendimiento a la cartera de unidades médicas.

1.6.2 Limitaciones

Aunque existan varias modelos de baterías en la compañía, este proyecto abarcará solo al modelo de batería marca Panasonic número de parte LC-R064R5P.

Actualmente la recarga de baterías se realiza en dos procesos, uno de ellos es a nivel de material, quiere decir que la recarga es realizada a la batería directamente y este proceso es realizado por el personal de bodega. El segundo proceso se realiza cuando ya la batería está instalada en el dispositivo y se efectúa por los operadores de manufactura. Este proyecto solo abarcará el proceso que es elaborado en el Departamento de Bodega.

Hospira es una compañía global, esto quiere decir, que el proceso de recarga se realiza en los diferentes lugares donde se le da servicio a sistemas de infusión, este proyecto será realizado solo para la planta de bombas de infusión ubicada en Costa Rica.

Para que se aprobara el inicio de la realización de este proyecto, la empresa Hospira asigna un contrato de confidencialidad, con cláusulas relacionadas con brindar información puntual considerada de alto valor confidencial dentro de la redacción de la práctica supervisada.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2 Marco Teórico

2.1 El contexto histórico

Basado en el artículo escrito por (sc.ehu.es) sobre la automatización, se puede extraer lo siguiente:

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

1. Parte operativa.
2. Parte de mando.

La Parte Operativa es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera

La Parte de Mando suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómata programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

Objetivos de la automatización

1. Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costos de la producción y mejorando la calidad de la misma.
2. Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
3. Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.

4. Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
5. Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
6. Integrar la gestión y producción.

Según el artículo publicado por Armando en (Mecatrónica, 2009), abarca más a la historia de la automatización, explicándolo de esta forma:

La fabricación automatizada surgió de la íntima relación entre fuerzas económicas e innovación técnica como la división de trabajo, la transferencia de energía y la mecanización de las fábricas y el desarrollo de las máquinas de transferencia y sistemas de realimentación, como se explica a continuación.

La división del trabajo (esto es, la reducción de un proceso de fabricación o de prestación de servicios a sus fases independientes más pequeñas), se desarrolló en la segunda mitad del siglo XVIII y fue analizada por primera vez por el economista británico Adam Smith en su libro Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones (1776). En la fabricación, la división de trabajo permitió incrementar la productividad y reducir el nivel de especialización de los obreros.

La mecanización fue la siguiente etapa necesaria para la evolución hasta la automatización. La simplificación del trabajo permitida por la división de trabajo también posibilitó el diseño y construcción de máquinas que reproducían los movimientos del trabajador.

A medida que evolucionó la tecnología de transferencia de energía, estas máquinas especializadas se motorizaron, aumentando así su eficacia productiva. El desarrollo de la tecnología energética también dio lugar al surgimiento del sistema fabril de producción ya que todos los trabajadores y máquinas debían estar situados junto a la fuente de energía.

La máquina de transferencia es un dispositivo utilizado para mover las piezas que se está trabajando desde una máquina herramienta especializada hasta otra, colocándola de forma adecuada para la siguiente operación de maquinado. Los robots industriales, diseñados en un principio para realizar tareas sencillas en entornos peligrosos para los trabajadores, son hoy extremadamente hábiles y se utilizan para trasladar, manipular y situar piezas ligeras y pesadas, realizando así todas las funciones de una máquina de transferencia.

En realidad, se trata de varias máquinas separadas que están integradas en lo que a simple vista podría considerarse una sola. En la década de 1920 la industria del automóvil combinó estos conceptos en un sistema de producción integrado. El objetivo de este sistema de línea de montaje era abaratar los precios. A pesar de los avances más recientes, este es el sistema de producción con el que la mayoría de la gente asocia el término automatizado.

Muchas industrias están muy automatizadas, o bien utilizan tecnología de automatización en alguna etapa de sus actividades. En las comunicaciones y sobre todo en el sector telefónico, la marcación, la transmisión y la facturación se realizan automáticamente. También los ferrocarriles están controlados por dispositivos de señalización automáticos, que disponen de sensores para detectar los convoyes que atraviesan determinado punto. De esta manera siempre puede mantenerse un control sobre el movimiento y ubicación de los trenes.

No todas las industrias requieren el mismo grado de automatización. La agricultura, las ventas y algunos sectores de servicios son difíciles de automatizar. Es posible que la agricultura llegue a estar más mecanizada, sobre todo en el procesamiento y envasado de productos alimenticios. Sin embargo, en muchos sectores de servicios, como los supermercados, las cajas pueden llegar a automatizarse, pero sigue siendo necesario reponer manualmente los productos en las estanterías.

El concepto de automatización está evolucionando rápidamente, en parte debido a que las técnicas avanzan tanto dentro de una instalación o sector como entre las industrias. Por ejemplo, el sector petroquímico ha desarrollado el método de flujo continuo de producción, posible debido a la naturaleza de las materias primas utilizadas.

En una refinería, el petróleo crudo entra en un punto y fluye por los conductores a través de dispositivos de destilación y reacción, a medida que va siendo procesada para obtener productos como la gasolina. Un conjunto de dispositivos controlados automáticamente, dirigidos por microprocesadores y controlados por una computadora central, controla las válvulas, calderas y demás equipos, regulando así el flujo y las velocidades de reacción.

Por otra parte, en la industria metalúrgica, de bebidas y de alimentos envasados, algunos productos se elaboran por lotes. Por ejemplo, se carga un horno de acero con los ingredientes necesarios, se calienta y se produce un lote de lingotes de acero. En esta fase, el contenido de automatización es mínimo. Sin embargo, a continuación los lingotes pueden procesarse automáticamente como láminas o dándoles determinadas formas estructurales mediante una serie de rodillos hasta alcanzar la configuración deseada.

Cada una de estas industrias utiliza máquinas automatizadas en la totalidad o en parte de sus procesos de fabricación. Como resultado, cada sector tiene un concepto de automatización adaptado a sus necesidades específicas. En casi todas las fases del comercio pueden hallarse más ejemplos. La propagación de la automatización y su influencia sobre la vida cotidiana constituye la base de la preocupación expresada por muchos acerca de las consecuencias de la automatización sobre la sociedad y el individuo.

El artículo escrito por (Enciclopedia, 2010) sobre las computadoras y su origen establece:

Computadora, computador u ordenador son términos que se utilizan en español para nombrar a todo aparato o máquina destinada a procesar información, entendiéndose por proceso a las sucesivas fases, manipulaciones o transformaciones que debe sufrir la información para resolver un problema determinado, siguiendo las instrucciones de un programa registrado.

Si bien existen ordenadores virtuales, generalmente se llama computadora al dispositivo electrónico compuesto de un procesador, una memoria y unos dispositivos de E/S. La característica principal de la computadora, respecto a otros dispositivos similares, como una calculadora, es que puede realizar tareas muy diversas, cargando distintos programas en la memoria para que los ejecute el procesador.

Por esto se dice que una computadora es una herramienta de propósito general. Siempre se busca optimizar los procesos, ganando tiempo y haciéndolo más fácil de usar. Simplifica las tareas rutinarias. Además del procesador y la memoria, una computadora suele tener varios dispositivos periféricos para comunicarse con el exterior.

Una computadora normalmente utiliza un programa informático especial denominado sistema operativo que se encarga de gestionar los recursos de la computadora: memoria, dispositivos de E/S, dispositivos de almacenamiento (discos duros, unidades de CD-ROM).

El ordenador personal, computador o computadora constituye, sin duda alguna, el electrodoméstico más revolucionario que ha entrado en las casas en los últimos años. Su gran diferencia es que permite un tratamiento diferenciado de la información.

El ordenador y el desarrollo informático, no solo afectan a la vida doméstica y al ocio, sino que tiene enormes repercusiones en el mundo del trabajo, tanto en el sector industrial, como, sobre todo, en el sector servicios.

En un principio se utilizó para hacer tareas repetitivas o de precisión, fueron los robots industriales los que permitieron la automatización del trabajo industrial. Esto

provocó un aumento de la productividad y un menor coste unitario del producto, a pesar de las grandes inversiones en tecnología que las empresas tuvieron que hacer.

También simplificaron el trabajo en cálculos muy complejos, con una gran seguridad en los resultados y una rapidez extraordinaria. Además, la microelectrónica ha supuesto un avance decisivo para la generación de la tecnología y el mercado.

Pero donde más profundamente ha incidido la microelectrónica, es en el sector Servicios, aumentando enormemente la productividad de los trabajadores y permitiendo que varios usuarios utilicen el mismo servicio en tiempo compartido.

Todos los servicios se han visto afectados y resulta raro que un trabajador de este sector no tenga que tratar de alguna manera con un ordenador. Tiene aplicaciones desde la medicina hasta el arte, así como en educación, con los sistemas de enseñanza programada. En la actualidad se han hecho muy populares dos tipos de computadoras, en desmedro de la computadora de escritorio: El Laptop (o notebook) y el netbook.

Con la posibilidad de tener una computadora portátil y de esta manera trasladarla al lugar que desee, además el impulso que los proveedores de Internet han dado a estos equipos, suministrando pequeños módems que utilizan la señal de una compañía de telefonía móvil para funcionar, lo que hace posible tener Internet en casi todos los lugares, las computadoras de escritorio se han visto gravemente atacadas y su venta ha disminuido considerablemente en los últimos años.

2.2. El Contexto Teórico

2.2.1 Arduino

Según la compañía (Arduino, 2016), este dispositivo es una plataforma open-hardware basada en una sencilla placa con entradas y salidas (E/S), analógicas y

digitales, en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje Processing/Wiring. Su corazón es el chip Atmega8, un chip sencillo y de bajo coste que permite el desarrollo de múltiples diseños.

Al ser open-hardware tanto su diseño como su distribución es libre. O sea, puede utilizarse libremente para desarrollar cualquier tipo de proyecto sin tener que adquirir ningún tipo de licencia.

Arduino puede utilizarse en el desarrollo de objetos interactivos autónomos o puede conectarse a un PC a través del puerto serie, utilizando lenguajes como Flash, Processing, MaxMSP, etc. Las posibilidades de realizar desarrollos basados en Arduino tienen como límite la imaginación. Asimismo, su sencillez y su bajo costo, recomiendan su uso como elemento de aprendizaje e iniciación en el mundo de la electrónica digital.

Elementos necesarios:

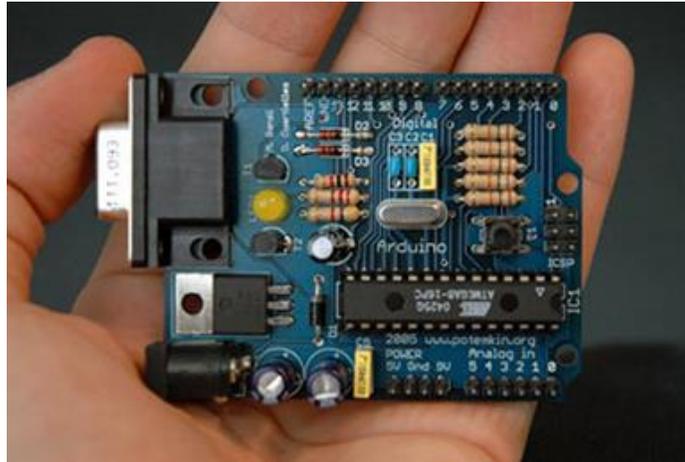
Hardware

Placa arduino (serie/USB)

Lo primero que se necesita es una placa Arduino. Existen varios modelos, e incluso se puede construir la propia placa. La placa Arduino es “open hardware”, lo que quiere decir que su diseño resulta de libre distribución y utilización. En la página web se proporcionan todos los esquemas necesarios para integrar la propia placa.

No obstante y para iniciarse, se recomienda adquirir uno de los modelos que se distribuyen a través de la web de Arduino.

Imagen 1. Placa serial de Arduino



Fuente: (Arduino, 2016)

Imagen 2. Placa USB Arduino



Fuente: (Arduino, 2016)

Cable de comunicaciones (serie/USB)

En función del modelo de placa que se haya adquirido, se tendrá que elegir un cable serie o USB. El cable serie debe tener en sus extremos dos conectores de tipo DB-9. Uno macho (para conectar la placa) y otro hembra (para conectar al PC). Es muy importante comprobar que el cable serie **NO** sea del tipo “**NULL MODEM**” ya que no sirve.

El cable USB debe ser tal y como se muestra en la imagen inferior. Con un conector tipo A (para conectar al PC) y otro tipo B (para conectar a la placa) en sus extremos. No hay que equivocarlo con el cable mini-USB que habitualmente se utiliza con dispositivos más pequeños como cámaras de fotos y lectores de tarjetas. Las imágenes 3 y 4 muestran estos tipos de cables.

Imagen 3. Cable USB Arduino



Fuente: (Adafruit, 2016)

Imagen 4. Cable serial Arduino



Fuente: (Startech, 2016)

Fuente de alimentación (opcional)

Si bien en el caso de la placa USB no es preciso utilizar una fuente de alimentación externa ya que el propio cable USB la proporciona, en el caso de la placa serie es necesario disponer de una fuente externa. Se puede utilizar una fuente de alimentación de corriente continua o una pila/batería con el conector apropiado. Se recomienda, no obstante, el uso de la primera ya que no se tendrá que estar pendientes de sustituir las pilas en caso de que se queden sin carga. En ambos casos el voltaje de la fuente puede ser de entre 6 y 25 voltios y la polaridad del conector debe ser como se indica en la imagen.

Un tema muy importante por tener en cuenta es que en la placa USB se ofrece la posibilidad de alimentar la placa a través de una fuente de alimentación externa. En la imagen siguiente se muestra la posición en la que debe estar el “jumper” para que la alimentación de la placa se realice desde el cable USB. Si se coloca en la otra posición posible, la placa tomará la alimentación de la fuente externa. La siguiente imagen muestra un cargador para Arduino:

Imagen 5. Cargador Arduino



Fuente: (Adafruit, 2016)

PC / portátil + adaptador serie-USB (opcional)

Para programar la placa es necesario disponer de un PC o portátil con puerto serie y/o USB al cual conectarla. Resulta esencial tener en cuenta el tipo de placa que se tendrá a la hora de conectarla, así como la disponibilidad de puertos serie/USB del equipo.

Hoy, la mayoría de los PC-s disponen de puertos serie y USB, sin embargo, suele ser difícil encontrar un portátil con puerto serie. En caso de utilizar una placa serie y de no disponer de puerto serie se hace necesario contar con un cable conversor serie-USB. Como se puede observar en la siguiente imagen:

Imagen 6. Adaptador serial serie-USB Arduino



Fuente: (Adafruit, 2016)

2.2.2 LabVIEW

De acuerdo a (Echu), LabVIEW es un entorno de desarrollo basado en programación gráfica. Utiliza símbolos gráficos en lugar de lenguaje textual para describir acciones de programación. Está totalmente integrado para la comunicación con hardware GPIB, VXI, RS-232, RS-485 y tarjetas de adquisición de datos plug-in. Además incorpora librerías para estándares de software como TCP/IP y ActiveX.

El PC es el instrumento.

Los sistemas tradicionales de automatización y medida consisten en instrumentos específicos para tareas específicas. Normalmente se está obligado a diseñar el sistema desde cero y ello conlleva poseer un buen conocimiento de programación de ordenadores. Se puede decir que en los sistemas tradicionales, el hardware define el sistema.

Todo esto cambia usando el concepto de instrumentos basados en ordenador o instrumentos virtuales. De este modo se pueden diseñar sistemas de automatización y medida de bajo costo. La programación gráfica con LabVIEW permite a los no programadores un método fácil para implementar aplicaciones complejas de test, medida y automatización. Con LabVIEW el software define el sistema.

Instrumentos virtuales

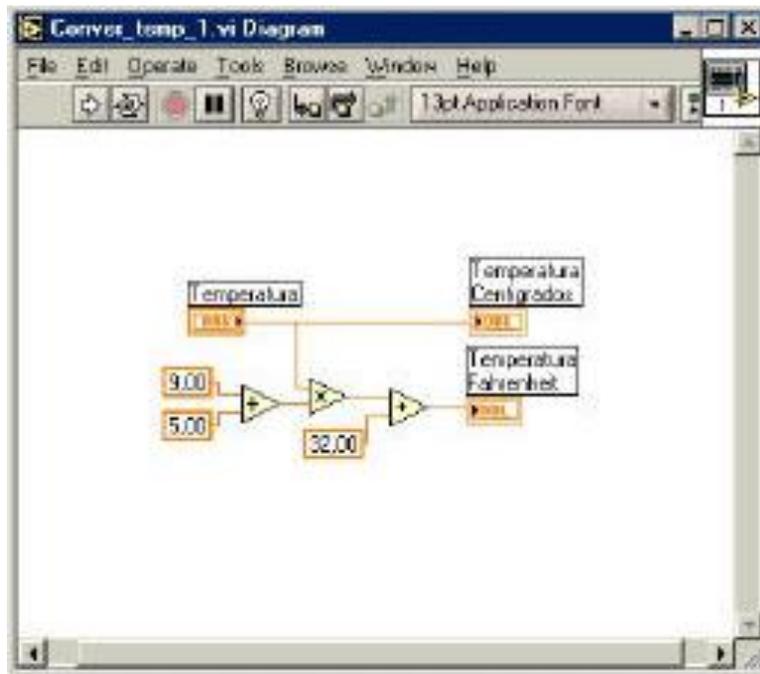
Los ficheros generados con LabVIEW se llaman Instrumentos Virtuales, VIs. Cada VI se compone de dos partes principales: el **panel frontal** (*front panel*) o interface con el usuario y el **diagrama de bloques** (*block diagram*) o código fuente y una tercera parte el **icono y conector** (*icon and connector*). La imagen 7 muestra un ejemplo del panel de control y la imagen 8 como está estructurado su diagrama de bloques.

Imagen 7. Panel Frontal LabVIEW



Fuente: (Echu)

Imagen 8. Diagrama de bloques LabVIEW



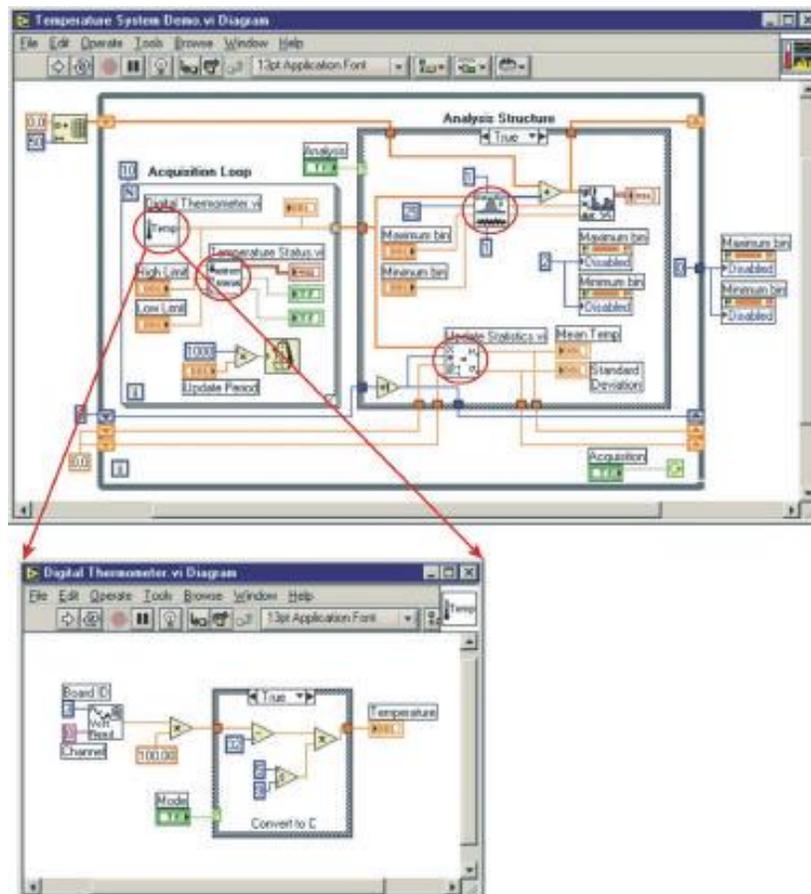
Fuente: (Echu)

1. El panel de control es el interfaz de usuario con el VI, en él se tendrán controles de entrada, visualizadores de salida, cuadros de diálogo, etc.
 2. El diagrama de bloques es el código gráfico del VI. En la figura se pasa un valor entre 0 y 100 mediante el botón de control (se simula una temperatura entre 0 y 100° C), este valor se muestra en un visualizador tipo termómetro y se convierte a grados Fahrenheit cuyo resultado se muestra en otro visualizador tipo termómetro.
1. El icono y rejilla de conexión se localiza en la esquina superior derecha de las ventanas del panel de control y diagrama de bloques.
 - 1.1. El icono es lo que se ve en un diagrama de bloques cuando se utiliza un VI como subVI.
 - 1.2. La rejilla de conexión se utiliza para dotar al icono de entradas y salidas relacionadas con las entradas y salidas del VI para utilizar el icono en otro VI.

SubVIs: Reutilización de código de bloques de programa y construcción de jerarquías

Normalmente, al diseñar una aplicación LabVIEW, se comienza desde el VI más general, definiendo las entradas y salidas de la aplicación. Después se crean subVIs que efectúan tareas más sencillas dentro del VI general. Este método de diseño es una de las ventajas de LabVIEW. Se pueden diseñar fácilmente aplicaciones complejas, utilizando una estructura jerárquica y usando elementos comunes varias veces dentro de la aplicación. El uso de subVIs permite realizar aplicaciones fáciles de comprender, depurar y mantener. Las siguientes imágenes muestran el diagrama VI y sus subVIs:

Imagen 9. Diagrama VI y Sub Vis LabVIEW



Fuente: (Echu)

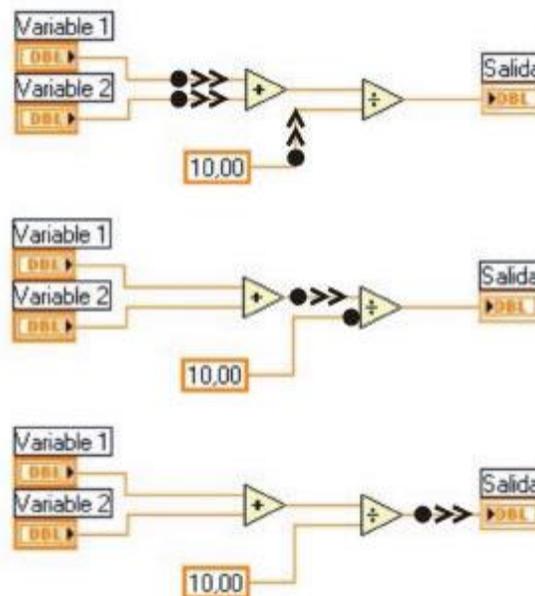
Flujo de datos

En la programación tradicional basada en texto, la ejecución o flujo de programa se realiza de arriba abajo, es decir, se ejecuta línea a línea.

LabVIEW se basa en la programación gráfica, no es necesario tener un gran conocimiento de técnicas o lenguajes de programación para crear un instrumento virtual. En lugar de la ejecución de arriba abajo, LabVIEW opera bajo el concepto de flujo de datos. Al ser una programación gráfica, el aspecto del diagrama de bloques es como el de un diagrama de flujo.

Cada nodo del programa que ejecuta un subVI o una función determinada, no se ejecuta hasta que en sus entradas estén presentes los datos necesarios, de esta manera, a la salida no aparecerá el resultado hasta que se haya ejecutado el nodo. Los nodos están conectados entre sí mediante “cables”, así que el flujo de ejecución sigue el flujo de los datos de un nodo a otro. (esi2.us.es) Como se muestra en la siguiente imagen:

Imagen 10. Diagrama flujo de datos LabVIEW



Fuente: (Echu)

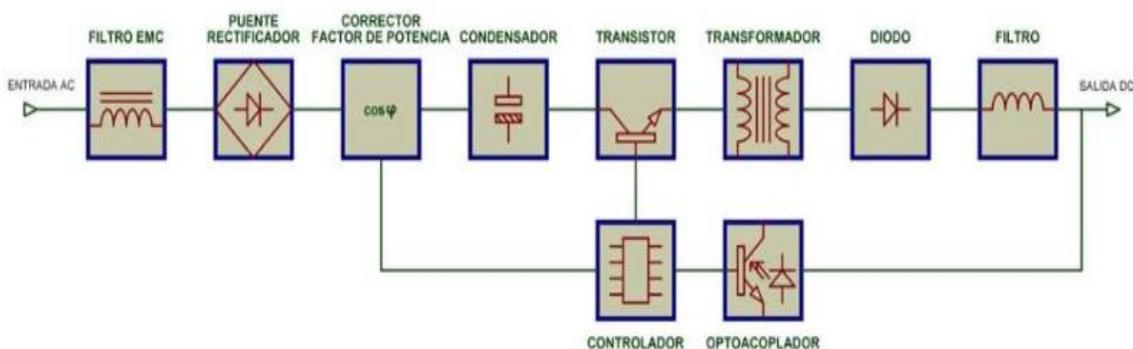
2.2.3 Fuentes de poder

Según (Fidestec, 2014), hay dos tipos principales de fuentes de alimentación reguladas disponibles:

Una fuente de alimentación de modo de conmutación (fuente de alimentación en modo de conmutación o SMPS) es una fuente de alimentación electrónica que utiliza un regulador de conmutación con el fin de controlar la conversión de la energía eléctrica de una manera altamente eficiente. Esta mayor eficiencia (por lo tanto, menor disipación de calor) es la principal ventaja de una fuente de alimentación conmutada.

El funcionamiento de una fuente conmutada, debe separarla en bloques y analizarlos paso a paso. De momento se resume, para ir profundizando en los siguientes artículos. Existen muchos tipos distintos de fuentes y sería imposible explicar los detalles de cada uno. Por eso, he creído que lo más conveniente es centrarse en los sistemas más comunes. La siguiente imagen muestra el diagrama de bloques de este tipo de fuentes:

Imagen 11. Diagrama de bloques fuente de una fuente conmutada



Fuente: (Fidestec, 2014)

1. Filtro EMC: Su función es absorber los problemas eléctricos de la red, como ruidos, armónicos, transitorios, etc. También evita que la propia fuente envíe interferencias a la red.
2. Puente rectificador: Solo deja pasar la corriente en un sentido, de modo que convierte la corriente alterna en corriente pulsante, es decir, que oscila igual que la corriente alterna, aunque únicamente en un sentido.
3. Corrector del factor de potencia: En determinadas circunstancias, la corriente se desfasa respecto a la tensión, lo cual provoca que no se aproveche toda la potencia de la red. Puedes ver una explicación completa en este artículo de Xavi Ventura. El corrector se encarga de solventar este problema.
4. Condensador: Amortigua la corriente pulsante para convertirla en corriente continua con un valor estable.
5. Transistor: Se encarga de cortar y activar el paso de la corriente. De este modo se convierte a la corriente continua en corriente pulsante.
6. Controlador: Activa y desactiva el transistor. Esta parte del circuito suele tener varias funciones, como protección contra cortocircuitos, sobrecargas, sobretensiones. También controla al circuito de corrección del factor de potencia. Además, mide la tensión de salida de la fuente y modifica la señal entregada al transistor, para regular la tensión y mantener estable la salida.
7. Transformador: Reduce la tensión, además aísla físicamente la entrada de la salida.
8. Diodo: Convierte la corriente alterna del transformador a corriente pulsante.
9. Filtro: Convierte la corriente pulsante en continua.
10. Optoacoplador: Enlaza la salida de la fuente con el circuito de control, pero manteniéndolos físicamente separados.

Una fuente de alimentación lineal regulada, por otra parte, regula la tensión de salida mediante la disipación de exceso de potencia en pérdidas óhmicas (mediante el uso de una resistencia o un transistor de paso en su modo activo). Debido a que un regulador lineal regula, ya sea de tensión o corriente de salida, mediante la disipación de la energía eléctrica en exceso en forma de calor, su máxima eficiencia de potencia es la tensión de salida entre tensión de entrada.

Para que funcione correctamente, un circuito regulador de complejidad moderada se utiliza para conseguir una baja carga y asegurar una regulación de línea. Otra ventaja es que tienen muy poca ondulación y muy poco ruido de salida (conocido como EMI y RFI).

2.2.4 Electroválvulas

Según (www.distritec.com.ar, 2016), menciona lo siguiente:

Una electroválvula es una válvula controlada eléctricamente. Esta sirve para manejar un fluido, tanto para cerrar su flujo como para direccionarlo a través de diferentes cañerías. La electroválvula está controlada por un solenoide que al ser excitado por acción magnética provoca el desplazamiento de un núcleo móvil interno que habilita o no el pasaje de fluido.

En los mandos electroneumáticos una válvula piloto de mando directo comanda la señal neumática que desplaza al distribuidor principal. Mientras que en los mandos directos el mismo núcleo habilita o no el pasaje principal de fluido. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula.

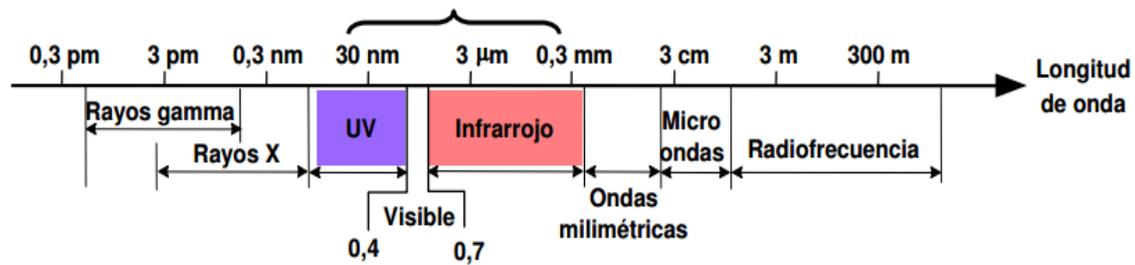
No se debe confundir la electroválvula con válvulas motorizadas, que son aquellas en las que un motor acciona el cuerpo de la válvula. Las electroválvulas se utilizan muy comúnmente en lavadoras, lavaplatos, calentadores de agua de depósito, riesgos y otros usos similares.

2.2.5 Sensores Optoeléctricos

(www.marcombo.com, 2016), menciona:

Sensores basados en las propiedades de diversos dispositivos electrónicos cuyo comportamiento depende de la luz que se les aplica. Reciben la denominación de sensores optoelectrónicos y pueden ser sensibles a la luz ultravioleta, visible o infrarroja. La siguiente imagen muestra el comportamiento descrito anteriormente:

Imagen 12. Diagrama de sensores optoelectrónicos



Fuente: (www.marcombo.com, 2016)

Clasificación de los dispositivos optoelectrónicos

Los dispositivos optoelectrónicos pueden ser emisores de luz o sensibles a la luz, los emisores de luz convierten el movimiento de cargas eléctricas en energía luminosa. Los más utilizados son:

- Diodo Luminiscente.
- Diodo de infrarrojos.
- Diodo laser.

Sensibles a la luz

Convierten la energía luminosa en una carga, una corriente eléctrica o la variación de un parámetro eléctrico. Los más utilizados son:

- Fotorresistencia.
- Fotodiodo.
- Fototransistor.
- Fotosensor capacitivo.

Sensor optoelectrónico

Además de uno o más dispositivos optoelectrónicos, los sensores optoelectrónicos pueden contener un conjunto de componentes ópticos que actúan sobre la luz.

Sensores sensibles a la luz fotorresistencias

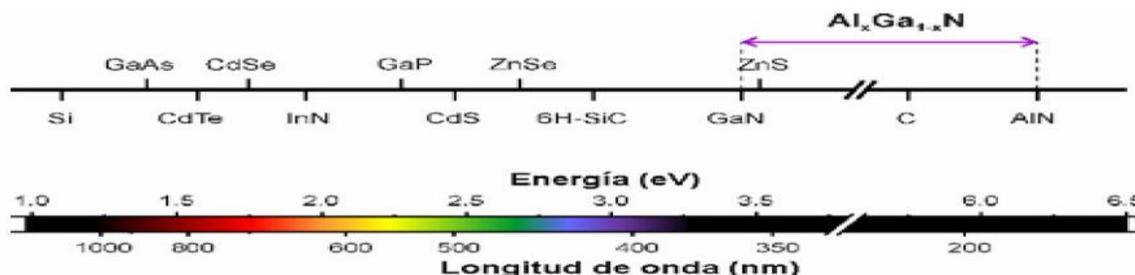
Sensores basados en la interacción entre los fotones de una radiación óptica y un material semiconductor. Dicha interacción produce un incremento de los portadores de carga y por ello modifica la resistencia del dispositivo.

Sensores sensibles a la luz: fotodiodo

Diodo en el que se generan pares electrón-hueco cuando inciden sobre él fotones que poseen una energía superior a la banda prohibida. Si un fotodiodo iluminado se polariza inversamente, los electrones y los huecos generados por los fotones se desplazan hacia la zona N y la P de forma respectiva. Si se cierra el circuito externo se produce una corriente denominada fotocorriente.

La energía necesaria para que los electrones traspasen la banda prohibida depende del tipo de semiconductor utilizado. Por ello los fotodiodos son sensibles a radiaciones luminosas de diferente λ según el material con el que están contruidos. La siguiente imagen muestra el diagrama de un fotodiodo:

Imagen 13. Diagrama de Fotodiodo

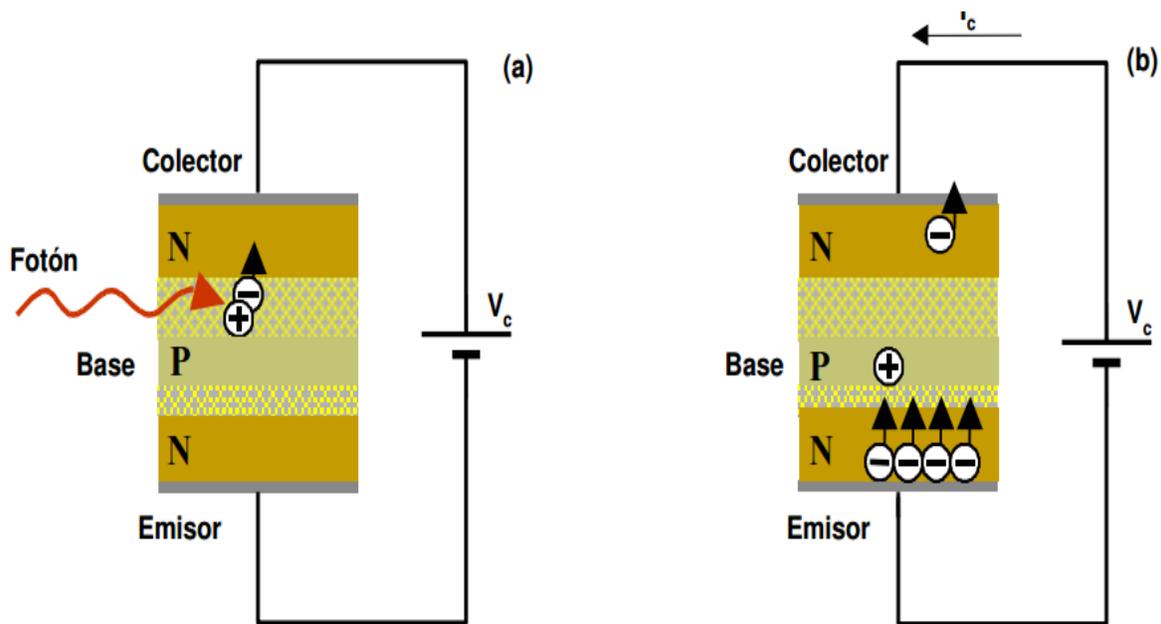


Fuente: (www.marcombo.com, 2016)

Sensores sensibles a la luz: fototransistor

Transistor bipolar en el que la corriente de base se produce mediante el fenómeno fotoeléctrico de generación de pares electrón-hueco cuando incide un fotón con suficiente energía en la zona de transición colector-base. La siguiente imagen muestra el diagrama de un foto-transistor:

Imagen 14. Diagrama de Foto Transistor



Fuente: (www.marcombo.com, 2016)

Sensores sensibles a la luz sensores optoelectrónicos de posición

Sensor optoelectrónico conocido por las siglas PSD, que proporciona una señal cuyo nivel es función de la posición en la que incide sobre él un haz de luz. Existen varios tipos de PSD:

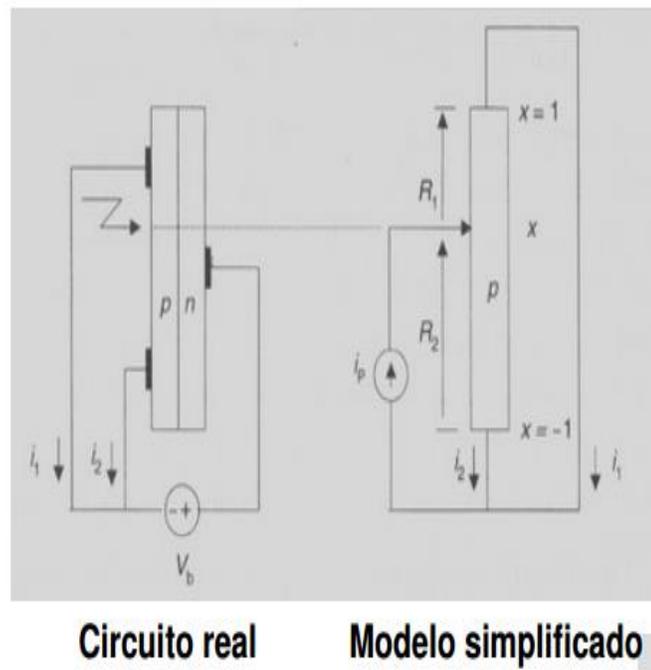
- Fotodetector.
- Fotodetector Bicelular o Cuadricelular.
- Fotodiodo Lateral.

Fotosensor o fotodiodo lateral

Fotodiodo en el que una de las capas posee dos contactos óhmicos y trabaja como un potenciómetro optoelectrónico. Aplicando la misma tensión a los dos terminales, la fotocorriente i_p se divide en dos componentes i_1 e i_2 , tal que $i_1 R_1 = i_2 R_2$, es decir, que la relación entre las corrientes es proporcional a la posición en la que el haz de luz incide sobre la superficie del sensor. La siguiente imagen muestra el diagrama de un fotodiodo lateral:

Imagen 15. Diagrama de Fotodiodo lateral

$$x = \frac{R_2 - R_1}{R_2 + R_1} = \frac{i_1 - i_2}{i_1 + i_2}$$



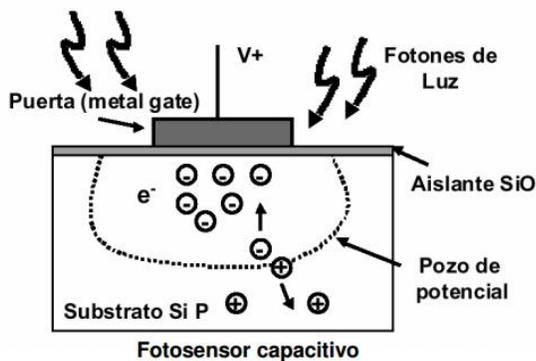
Fuente: (www.marcombo.com, 2016)

Fotosensor capacitivo

Sensor constituido por una puerta (electrodo) colocada sobre un dieléctrico que a su vez está situado sobre un sustrato semiconductor. Al incidir un fotón en la zona situada debajo de la puerta polarizada positivamente, el electrón del par electrón-hueco

creado, queda atrapado en ella. La siguiente imagen muestra el diagrama de un fotosensor Capacitivo:

Imagen 16. Diagrama de Fotosensor Capacitivo

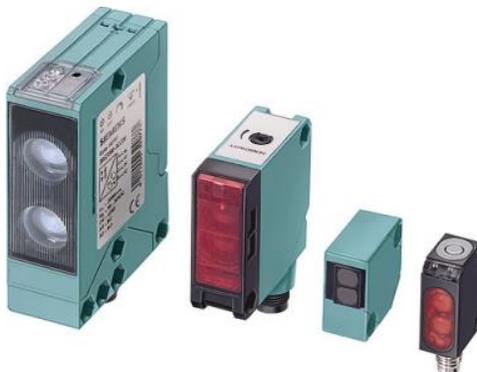


Fuente: (www.marcombo.com, 2016)

Sensores optoelectrónicos detectores de objetos

Sensores de barrera de luz Están constituidos por un emisor y un receptor dispuestos de tal forma que en ausencia de un objeto los rayos alcanzan al receptor y constituyen una barrera. Detectan un objeto que se coloca entre el emisor y el receptor e interrumpe el haz de luz. La siguiente imagen muestra algunos tipos de sensores optoelectrónicos:

Imagen 17. Imagen de sensor optoelectrónico detectores de objetos



Fuente: (www.marcombo.com, 2016)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación

3.1.1 Finalidad de la investigación

Muñoz se refiere a tesis de investigación teórica como:

“Trabajos cuyo método de investigación se concentra exclusivamente en la recopilación de datos de fuentes documentales, ya sea de libros, textos, sitios Web o cualquier otro tipo de documentos gráficos, icnográficos y electrónicos. Su único propósito es obtener antecedentes documentales para profundizar en teorías, leyes, conceptos y aportaciones ya existentes y asentadas en documentos sobre el tema que es objeto de estudio, para luego complementar, refutar o derivar, en su caso, nuevos conocimientos” (Muñoz, 2011).

De acuerdo a lo mencionado, una investigación teórica es una recopilación basada en documentación, quiere decir que es basada en documentos en papel, electrónicos, etc, y estos aportan antecedentes al tema en estudio.

También este explica la tesis de investigación de índole campo o práctica como:

“Son las investigaciones cuya recopilación de información se realiza dentro del ambiente específico donde se presenta el hecho o fenómeno de estudio. En la realización de estas tesis, se utilizan los métodos de investigación específicos para la disciplina de estudios y también se diseñan ciertas técnicas e instrumentos para recabar información en el medio donde interactúa el fenómeno bajo estudio. Para la tabulación y el análisis de la información obtenida, se utilizan métodos y técnicas estadístico matemáticos que ayudan a concentrar, interpretar y obtener conclusiones formales, científicamente comprobadas”. (Muñoz, 2011).

Este tipo de investigación es con un direccionamiento más relacionado a la comprobación de un método por medio de la tabulación de datos, métodos y técnicas estadísticas. Y comprueba directamente en el campo donde se está realizando el tema en estudio.

Por último, Muñoz se refiere a una tesis combinada de investigación documental y de campo, estableciendo lo siguiente:

“Son tesis en cuyo método de recopilación y análisis de datos se conjunta la investigación documental con la de campo, con la finalidad de profundizar en el estudio del tema propuesto para tratar de cubrir todos los posibles ángulos de una exploración. Al aplicar ambos métodos se pretende consolidar los datos y los resultados obtenidos. Así, en este caso, se parte de la recopilación de información documental para fundamentar los antecedentes del fenómeno en estudio, y con base en ellos, se diseñan los métodos de investigación e instrumentos de recopilación que se aplicarán directamente en el campo donde se presenta el hecho a investigar. En la tabulación y el análisis de información se utilizan métodos estadísticos matemáticos que coadyuvan a fundamentar el análisis y las conclusiones obtenidas”. (Muñoz, 2011).

Básicamente este tipo de investigación es un conjunto de las dos tesis de investigación anteriores, esta combinación lleva el tema de estudio en una búsqueda documental ya sea en papel o electrónica que a su vez será aplicada en el campo por medio de tabulación de datos y análisis estadísticos.

Se puede concluir que este tipo de investigación aportará a este proyecto, una búsqueda documental de actuales técnicas de recarga de baterías y equipos de cualquier índole que se puedan ajustar a la necesidad de robustecer el proceso actual como objetivo de un mejoramiento continuo muy de la mano de la calidad e integridad de los productos, esto proporcionará seguridad tanto a los clientes como operadores que utilicen o interactúen con dispositivos fabricados en Hospira Costa Rica.

3.1.2 Dimensión Temporal de la investigación

Las investigaciones no experimentales se clasifican de acuerdo a Samperi en transeccional o transversal y longitudinal donde establece:

“Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su

incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede. Pueden abarcar varios grupos o subgrupos de personas, objetos o indicadores; así como diferentes comunidades, situaciones o eventos. Por ejemplo, analizar el efecto que sobre la estabilidad emocional provocó un acto terrorista en niños, adolescentes y adultos. Pero siempre, la recolección de los datos ocurre en un momento único. A su vez, los diseños transeccionales se dividen en tres: exploratorios, descriptivos y correlacionales- causales.” (Sampieri, Fernández, & Batispta, 2010).

Para las investigaciones longitudinales establece:

“En ocasiones el interés del investigador es analizar cambios a través del tiempo de determinadas categorías, conceptos, sucesos, variables, contextos o comunidades; o bien, de las relaciones entre estas. Aún más, a veces ambos tipos de cambios. Entonces se dispone de los diseños longitudinales, los cuales recolectan datos a través del tiempo en puntos o periodos, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. Tales puntos o periodos por lo común se especifican de antemano.

Por ejemplo, un investigador que buscara analizar cómo evolucionan los niveles de empleo durante cinco años en una ciudad; otro que pretendiera estudiar cómo ha cambiado el contenido sexual en las telenovelas de cierto país en los últimos 10 años, y uno más que buscara observar cómo se desarrolla una comunidad indígena a través de varios años, con la llegada de la computadora e internet a sus vidas. Son pues, estudios de seguimiento. Los diseños longitudinales suelen dividirse en tres tipos: diseños de tendencia (trend), diseños de análisis evolutivo de grupos (cohorte) y diseños panel”. (Sampieri, Fernández, & Batispta, 2010).

Basado en las citas mencionadas, el aporte del tipo de investigación no experimental es de suma importancia para este proyecto, debido a que actualmente existe un proceso con el cual proporcionará información valiosa de las vivencias, variables y datos que ayudarán de gran manera a la búsqueda de una mejora en el proceso actual de recarga.

3.1.3 Marco de la investigación

El marco de la investigación comprende la población a la cual llegará a ser impactada por la misma, se categoriza en tres zonas de alcance:

Micro: El proyecto va dirigido a los practicantes de electrónica, los cuales puedan incrementar su conocimiento y capacidad mediante el uso de este proyecto.

Macro: A nivel macro este proyecto impactara la empresa local en Costa Rica y sus empleados.

Mega: Al impactar a la empresa y sus empleados, este brindará al país oportunidades de diseño en el campo de las ingenierías, capaces de responder de manera más eficiente a las necesidades de la empresa, volviéndolo más competente y atrayendo así más inversión hacia la planta de Costa Rica.

El marco de investigación para este proyecto es Mega debido a que la mejora del proceso de carga de baterías no solo impacta la planta de Hospira Costa Rica y sus colaboradores, si no que también este a su vez afecta directamente a los clientes los cuales recibirán un producto de mejor calidad y también proporcionará mejor imagen hacia los entes reguladores.

3.1.4 Naturaleza

Ethel Pazos Jiménez y Federico Gutiérrez Madrigal se refieren a los tipos de investigación de la siguiente manera:

“La ciencia ha desarrollado la investigación desde diferentes corrientes y enfoques, sin embargo, los que prevalecen desde inicios del siglo XX son el cuantitativo y el cualitativo, los cuales tienen características particulares y funcionan de modos diferentes. Ha habido también quienes los han considerado irreconocibles, no obstante, ha quedado demostrado que pueden ser complementarios en algunos estudios.”

- 1 *El enfoque cuantitativo: este tipo de investigación se halla relacionado con los experimentos, las encuestas de preguntas cerradas, la recolección de datos y la medición estandarizada. El investigador, en este caso, establece la hipótesis, mide las características o condiciones analizadas con técnicas estadísticas. Se le considera absolutamente objetivo.*
- 2 *El enfoque cualitativo: este enfoque ha sido muy utilizado en investigaciones relacionadas con las disciplinas sociales, pues se halla impregnado del matiz de subjetividad de los participantes considerando que los datos estarán influenciados por su experiencia y prioridades. Se basa en la observación de los actores de una situación y la descripción como recolección de datos sin medición numérica, pues tiene la finalidad de conocer la realidad, para realizar un análisis bajo ciertas reglas lógicas, partiendo del “patrón cultural”; es decir, hay una sola manera de entender los hechos. Se suele recoger los datos por medio de entrevistas abiertas, discusión de grupos, interacción con comunidades en ambientes naturales; también, introspección, evaluación de experiencias personales, inspección de historias de vida, análisis de discursos, etc.” (Pazos & Gutiérrez, 2011).*

En el caso de este proyecto, lo primero que se va a realizar es la investigación de los problemas planteados en este trabajo, en el mejoramiento del proceso de recarga de baterías, buscando la automatización.

Luego se analizarán las diferentes opciones tecnológicas existentes en el mercado para la construcción de prototipo de recarga de baterías; por último, se evaluará el funcionamiento del mismo circuito electrónico en un laboratorio de electrónica y después implementarlo en el proceso.

Dado lo anterior, el tipo de enfoque que persigue y describe este proyecto es de tipo cuantitativo.

3.1.5 Carácter de la investigación

El objetivo fundamental de un trabajo de tesis puede ser explicar un hecho o simplemente describirlo, experimentar con un fenómeno, confrontar un hecho con otros o con una teoría, o bien, aplicarlo a una situación específica. De acuerdo con esto, las tesis pueden tener un carácter explicativo, descriptivo, experimental, confrontativo, aplicativo, tecnológico o algún otro según lo descrito por Muñoz en su libro, de acuerdo a esto él se refiere a cada uno de ellos:

“Tesis de carácter explicativo

En esta clasificación podemos agrupar aquellas tesis cuyo objetivo de estudio es analizar un fenómeno particular con la finalidad de explicarlo en el ambiente donde se presenta, interpretarlo y dar a conocer el reporte correspondiente. Siguiendo un método formal de investigación, tanto el planteamiento del problema, la forma y las técnicas de recopilar los datos, como el análisis y la explicación de sus resultados están encaminados hacia un mejor entendimiento del comportamiento del fenómeno que se estudia.” (Muñoz, 2011)..

Se puede decir basada en la información descrita por Muñoz lo siguiente:

Las tesis de carácter explicativo siguen un método formal de investigación, y la explicación de sus resultados están encaminados hacia el fenómeno que se estudia. Este tipo de investigación en parte podría ser aplicado al tipo de investigación por realizar, este permitirá elaborar una explicación del fenómeno que sucede y adaptarlo a las necesidades del mismo.

“Tesis de carácter descriptivo

En esta clasificación podemos ubicar a las tesis cuyo objetivo de estudio es representar algún hecho, acontecimiento o fenómeno por medio del lenguaje, gráficas o imágenes de tal manera que se pueda tener una idea cabal del fenómeno en particular,

incluyendo sus características, sus elementos o propiedades, comportamientos y particularidades.” (Muñoz, 2011).

Según lo que menciona Muñoz, las tesis de carácter descriptivo ubica la tesis como objetivo de estudio en representar al fenómeno en particular. Este tipo de tesis no se ajusta a los objetivos de la investigación por realizar en este trabajo.

“Tesis de carácter narrativo

En esta clasificación podemos ubicar a aquellas tesis cuyo objetivo de estudio es representar las experiencias recopiladas por otros o por el propio investigador mediante algún procedimiento formal de investigación. En este tipo de trabajos, el investigador debe mostrar habilidad y destreza para referir o contar los hechos, presentar una narración histórica, cronológica o secuencial de etapas, fases y observaciones de los hechos. Cabe señalar que estas narrativas, su reporte y sus conclusiones deben estar plenamente avalados por un método de investigación aceptado.” (Muñoz, 2011).

Este tipo de tesis de carácter narrativo cuyo objetivo es representar experiencias recopiladas por el investigador por medio de un procedimiento formal de investigación. Las experiencias del investigador pueden ser aplicables a esta tesis e implementarlas de forma en esta investigación.

“Tesis de carácter documental

Son los trabajos de tesis encaminados hacia la obtención de antecedentes y recopilación de información de fuentes documentales, lo que comprende libros, revistas, artículos, informes técnicos, películas, videos grabados en medios magnéticos o digitales, material iconográfico y fuentes electrónicas (Internet). Su propósito es estudiar las teorías de otros autores, aportadas con anterioridad sobre el tema de estudio, para corroborarlas, complementarlas, refutarlas, o bien, para derivar a partir de ellas nuevos conocimientos sobre el tema de estudio.” (Muñoz, 2011).

Menciona Muñoz que las tesis de carácter documental están encaminadas a obtener información y antecedentes por medio de la recopilación de fuentes documentales. Basado en esto se puede obtener información muy general, sin embargo, no permite desarrollar de manera adecuada la investigación por desarrollar en este proyecto.

“Tesis de carácter experimental

El objetivo de estas tesis es reproducir un fenómeno dentro de un ambiente específico de pruebas e ir modificando diferentes elementos para observar qué sucede con el fenómeno. Desde luego, todo esto se realiza mediante un método formal de investigación con manipulación de variables experimentales en condiciones rigurosamente controladas para simular las posibles condiciones a las que se enfrentará el objeto de estudio. A estos experimentos también se les denomina pruebas de laboratorio, pruebas controladas o experimentaciones.

A partir de los resultados obtenidos en cada observación se obtiene la información valiosa para elaborar la tesis.” (Muñoz, 2011).

Este tipo de tesis de carácter experimental son aquellas que por medio de la reproducción del fenómeno dentro de un ambiente se puede ir observando y modificando lo que sucede con el fenómeno. De todas las tesis de investigación estudiadas esta es la que se realizará en este proyecto porque la investigación para la solución de la problemática se llevará a un ámbito experimental, quiere decir, que basado en los resultados obtenidos como parte de los resultados se obtendrán datos que permitirán ajustes dentro de la misma investigación hasta poder obtener los resultados esperados según el objetivo de esta tesis.

“Tesis de carácter exploratorio

Aquí se agrupan las tesis cuyo objetivo de estudio está encaminado a examinar un tema, fenómeno o problemática de investigación poco estudiado, parcialmente desconocido o bajo un nuevo enfoque. Esto permitirá identificar los aspectos

fundamentales de una situación determinada, profundizar en el tema o estudiarlo de manera preliminar para abrir líneas de investigación que sean adecuadas para elaborar una investigación posterior sobre el fenómeno en estudio.” (Muñoz, 2011).

Se puede decir basada en la información descrita por Muñoz lo siguiente: Las tesis de carácter exploratorio tiene como objetivo examinar un tema, fenómeno o problemática de investigación poco estudiado. El cual no se ajusta al propósito de esta investigación.

“Tesis de carácter confrontativo

Aquí se pueden agrupar aquellas tesis cuyo objetivo es confrontar teorías, problemáticas, posiciones o fenómenos entre sí, con el propósito de clarificar, dilucidar y, en su caso, acentuar las posibles controversias que existan entre ellos. Por lo general, en estas investigaciones se asume una postura inicial que es opuesta a una o varias posturas sobre el mismo tema que se estudia. El propósito central es diseñar una investigación que permita analizar, desde diferentes ángulos, cada posición para llegar a conclusiones casi definitivas sobre esas posturas.” (Muñoz, 2011).

Las tesis de carácter confrontativo como la palabra lo dice tiene como objetivo confrontar teorías, problemáticas posiciones o fenómenos entre sí, esta tesis no tiene como objetivo principal confrontar teorías, sino la creación y desarrollo de un sistema de recarga de baterías.

“Tesis de carácter interpretativo

El objetivo de este tipo de tesis está enfocado a tratar de indagar, desentrañar y comprender, mediante un método formal de investigación, alguna teoría, fenómeno, hecho o problemática relacionados con un comportamiento social, económico, político, físico o de cualquier otra clase. En el diseño de este tipo de investigaciones, el estudiante pretende dar a conocer, mediante un método formal de investigación, su propia interpretación del fenómeno de estudio con la finalidad de explicar el sentido de éste. Para ello, deberá tomar en cuenta diferentes puntos de vista.” (Muñoz, 2011).

Muñoz asegura que las tesis de carácter interpretativo, el investigador da a conocer con su propia interpretación del fenómeno estudiado para expresar lo que siente. Esta investigación es basada en resultados obtenidos durante la realización del proyecto.

“Tesis de carácter argumentativo

Las tesis clasificadas de esta manera tienen como objetivo presentar las ideas que componen el texto de su investigación de manera ordenada, estableciendo las relaciones lógicas entre ellas, por ejemplo, las relaciones causa efecto, causa consecuencia, causa efecto consecuencia causa, consecuencias de un problema, entre otros muchos tipos de argumentaciones. Además, se caracterizan por la exposición organizada de los acontecimientos, ya sea en forma temporal, de manera secuencial o por el análisis lógico o conceptual del tema tratado. La estructura de estas tesis dependerá del carácter argumentativo. Así, nos encontramos con estructuras causa consecuencia (cuya finalidad es analizar las causas de un hecho determinado), estructuras consecuencia causa (que parten del análisis de consecuencias que se derivan de un hecho), o estructuras problema solución (que hacen énfasis en analizar el problema para llegar a una posible solución).” (Muñoz, 2011).

Por último Muñoz menciona que la tesis de carácter argumentativo, tiene como finalidad analizar causas de un hecho, consecuencias que se derivan de un hecho y hacen énfasis en analizar el problema para llegar a una posible solución. Este tipo de investigación no tiene como finalidad ver consecuencias o causas sino más bien busca la solución de una problemática presente en el proceso de recarga de baterías.

3.2 Diseño metodológico

3.2.1 Metodología para la propuesta

Para poder obtener los resultados esperados basados en la problemática, primero se analizará cada uno de los puntos de mejora que se pueden realizar con este proyecto.

Como primero se puede encontrar que la recarga de baterías no es un proceso estandarizado, que quiere decir esto, para obtener el mismo objetivo en este caso tener una batería cargada correctamente, se tienen dos formas de realizarse:

1. Una de ellas es realizando una conexión en serie con las baterías. Esto quiere decir que un cable proveniente de la fuente de poder es conectado directamente a una de las terminales de la batería ya sea el cable de conexión negativa o el cable de conexión positiva. Por lo tanto, la otra terminal de la batería se estaría conectando con otra terminal de batería y así sucesivamente hasta cerrar el circuito, conectando la última terminal de la batería con el otro cable que va conectado hacia la fuente de poder. Este tipo de conexión tiene como máximo de recarga a catorce baterías por cada fuente.
2. La otra forma de poder cargar las baterías es utilizando la conexión de tipo paralelo. Esta se realiza conectando el cable negativo de la fuente de poder a todas las terminales negativas de las baterías por cargar y a su vez el otro cable proveniente de la fuente se conectará a las terminales positivas de las baterías, cabe resaltar que este tipo de conexión tienen que respetar los parámetros eléctricos, significa que la salida positiva de la fuente de poder estará conectada a las terminales positivas de las baterías y la salida negativa de la fuente de poder estará conectada a las terminales negativas de las baterías, lo cual evitará causar algún daño en ellas. Este tipo de conexión tiene como máximo de recarga a veintiocho baterías por cada fuente.

De acuerdo a lo mencionado este proyecto estandarizara el proceso, utilizando solo el método paralelo por las siguientes razones:

1. Permite tener más baterías en recarga por cada fuente.
2. Para el operador le resulta más fácil solo tener un método, además de que por el tipo de conexión dicho método es el más simple.

Siguiendo con las problemáticas otra de ellas es la manipulación o la configuración que realiza el operador para poder cargar las baterías, de las cuales se puede mencionar las siguientes:

3. Configuración de la fuente de poder regulada, al tener dos métodos de conexión durante la recarga dependiendo el que se elija el operador deberá configurar la fuente, por ejemplo, si se toma el caso donde el operador utiliza el método serial con el máximo de baterías que son catorce, la fuente de poder deberá ser ajustada a noventa y ocho puntos siete voltios, no obstante, si se tiene la misma cantidad de baterías, pero utilizando conexión paralelo la fuente se debe configurar a cuarenta y dos punto treinta y cinco voltios. Si esto no se realiza de forma correcta las baterías no serán cargadas correctamente.

Como solución para este problema se cambiará el tipo de fuente de poder regulada y esta misma será reemplazada por una fuente de alimentación conmutada conocida en inglés como “*switching*”. Esta fuente permitirá conectar varias baterías, al mismo tiempo a recargar y el operador no tendrá que realizar ninguna configuración a la misma, en otras palabras, esta realizará la configuración de voltaje de una manera automática.

4. Otra configuración que debe realizar el operador es en la parte de conexión desde la fuente de poder hacia las terminales de las baterías, la cual se efectúa por medio de cables con exposición en sus terminales. Unos de los problemas con esto es que la batería queda expuesta a cualquier situación de corto circuito que pueda pasar durante la manipulación, otra de ellas, es que alguna de las terminales no quede

conectada de forma correcta y puede ocasionar una desconexión del circuito de carga y las baterías no serían recargadas de acuerdo a las especificaciones.

La manera para poder erradicar este problema es creando un accesorio de carga, que se podría definir como el cargador, el mismo se construirá con material antiestático, no conductivo y tendrá una protección exterior como un tipo de cámara. Dicha cámara estará diseñando con un nido para colocar la batería en una sola posición, el operador colocará la batería, y en ese momento un pistón se accionara para realizar la conexión de las terminales de la batería. Así se pueden evitar conexiones innecesarias y peligrosas tanto para el proceso como para la seguridad del operador.

Otra de las problemáticas en el proceso se le atribuye a la hora de tomar las mediciones generadas una vez que las baterías son recargadas, como por ejemplo, el uso incorrecto de medición de voltaje que tiene la batería una vez concluida la carga, otra de ellas es el tiempo de esta recarga de acuerdo a la especificación ya que el tiempo es medido con un cronometro accionado por el operador al momento del inicio y finalización de la recarga. Y una de las más importantes es que el proceso como tal no genera datos o información de todo el periodo de carga.

Para resolver el problema descrito anterior, se pretende resolver desarrollando un software basado en programación "*Labiew*", este tipo de aplicación permitirá crear un menú de usuario en pantalla donde se podrá observar cantidad de baterías en proceso de carga, este mismo hará el cálculo necesario de carga de ocho horas por batería y a su vez, desplegará en pantalla el valor de voltaje actual de la batería.

También se desarrollará un sistema de control basado en Arduino, el cual servirá como interface entre el accesorio, la fuente de poder y el programa desarrollado en ambiente "*Labiew*". Además, para poder generar información o datos de curvas de carga por batería el Arduino será el dispositivo clave para dicha tarea.

3.2.2 Metodología para la implementación del proyecto

Como la investigación es de carácter experimental, la información se tomará prioritariamente de manuales, especificaciones, teorías de operación y procedimientos locales. Durante el diseño se realizarán pruebas que permitirán corregir por medio de prueba y error, las situaciones que se presenten durante el desarrollo del proyecto, toda la información recolectada quedará documentada en la investigación.

CAPÍTULO IV
DIAGNÓSTICO

4.1 Descripción de la situación actual

Como primer paso el operador tiene que verificar los equipos y materiales requeridos antes de iniciar la carga de baterías, la siguiente tabla muestra los equipos utilizados para este proceso:

1. Fuente de Poder DC Regulada.
2. Cables / Arnés de cableado para conectar las baterías.
3. Multímetro Fluke 289 o equivalente.
4. Cronómetro, interruptor de tiempo o equivalente.
5. Termómetro Fluke 62 o equivalente.
6. Alfombras ESD para carros de almacenamiento de acero (si aplica).
7. Extintor de fuego de Químico seco ABC o BC.
8. Anteojos de seguridad con protectores laterales permanentes.
9. Guantes.

La siguiente imagen muestra la batería en la cual se desarrollará este prototipo:

Imagen 18. Batería modelo LC-R064R5P



Fuente: (RS Components , 2016)

El operador necesita revisar la fuente de poder DC regulada, quiere decir que dependiendo de la cantidad de baterías que deba cargar el operador, tiene que ajustar

manualmente el voltaje en la fuente de poder DC regulada como primer paso. Además existen dos formas de conectar las baterías ya sea paralelo o serial, la siguiente tabla muestra el ajuste de la fuente de poder DC regulada y la cantidad de baterías requeridas, basado en el tipo de conexión según la siguiente tabla:

Tabla 1. Voltajes de carga utilizados actualmente

Número de Baterías por conectar		Ajuste de Voltaje fuente poder DC regulada
Conexión Serial	Conexión Paralelo	
1		7.35
2		14.7
3		22.05
4		29.4
5		36.75
6	12	44.1
7	14	51.45
8	16	58.8
9	18	66.15
10	20	73.5
11	22	80.85
12	24	88.12
13	26	95.55
14	28	102.9

Fuente: proceso actual de manufactura

La tabla anterior muestra en su primera columna la cantidad de baterías que pueden ser conectadas de forma serial, la segunda a su vez, ejemplifica el tipo de conexión paralela y la última columna, muestra el voltaje requerido a la cual la fuente de voltaje tiene que ser configurada por el operador. Ejemplo: si se quieren conectar 12 baterías de manera serial, el voltaje de ajuste de la fuente debe ser 88.12 voltios.

Otro punto por observar es que en el actual proceso de recarga, con el tipo de conexión paralela al menos se tendría que cargar doce baterías como mínimo, debido a las limitaciones presentadas por la actual fuente de poder utilizada.

Una vez configurada la fuente de poder DC regulada, el operador debe realizar la conexión de cables a sus terminales ya sea de forma serial o en paralelo, antes de conectar a la fuente de poder DC regulada, una vez las conexiones hechas, el operador debe dejar cargando las baterías al menos 8 horas y esta medición es realizada con un cronómetro. La siguiente imagen muestra la conexión de las baterías:

Imagen 19. Cableado de baterías utilizado para cargarlas

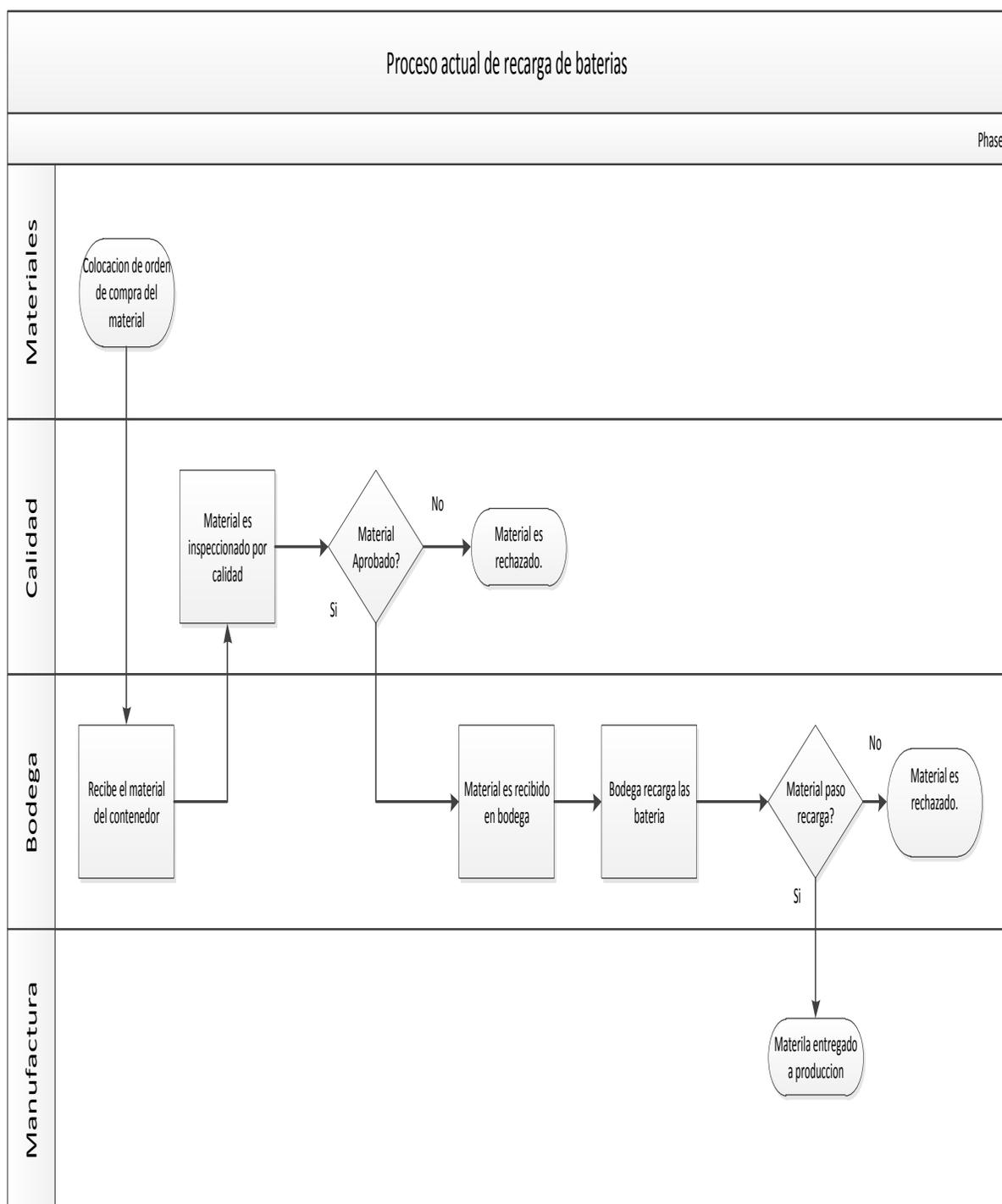


Fuente: proceso actual de manufactura

Cuando estos pasos están completos, el operario apaga la fuente de poder DC regulada y desconecta las baterías y documenta en papel de manera manual los resultados obtenidos de la carga, lo cual quiere decir que toma un multímetro y mide batería por batería, además se asegura que esta cumpla con el voltaje de carga 6.3 voltios como mínimo por batería y el tiempo de carga con el valor mostrado en el cronómetro.

El siguiente diagrama de flujo representa el proceso actual tanto de recibo del material, su proceso de carga y hasta ser entregado a manufactura para su uso:

Imagen 20. Diagrama de flujo de proceso de baterías



Fuente: proceso actual de manufactura

El diagrama anterior muestra el proceso total de recarga de baterías, desde que el material ingresa a la planta, hasta que este mismo es entregado al piso de

producción. Como se puede observar la recarga se efectúa en el Departamento de Bodega por lo cual el proyecto se enfocará en esta etapa. La siguiente tabla resume los contras encontrados al momento de analizar este proceso:

Tabla 2. Análisis de proceso actual

ítem	Situación Actual	Problemática	Propuesta de mejora
1	Dos modos de conexión de baterías	El operador debe ser cuidadoso al momento de seleccionar el método por utilizar para no cometer un error durante la carga	Escoger un solo método por utilizar
2	La fuente regulada utilizada debe ser ajustada manualmente, dependiendo de la cantidad de baterías	Si la fuente no es ajustada según la tabla 1, las baterías no se cargarán correctamente	Cambiar el tipo de fuente que no sea ajustable y se amolde con la conexión por elegir
3	Conexiones desde la fuente hacia la batería con cables expuestas	A nivel de seguridad el operador podría recibir una descarga eléctrica	Crear un prototipo de equipo que asegure la seguridad del operador
4	El tiempo de carga es tomado desde un cronómetro manualmente	El operador puede cometer un error al momento de activar el cronómetro, no proporcionando el tiempo adecuado de carga	Crear un programa en LabVIEW el cual establecerá el tiempo adecuado para la recarga
5	Medición de voltaje final se realiza con un voltímetro	Medición es manual y sujeta a la destreza del operador	Crear un programa en LabVIEW el cual medirá el voltaje de carga final

ítem	Situación Actual	Problemática	Propuesta de mejora
6	Solo se mide el valor de voltaje de carga final de las baterías	No se obtienen datos o gráficos de carga por lo cual no se podría ver el comportamiento de algún lote de este material	Crear un módulo con Arduino y LabVIEW que recopile esta información y las guarde individual por batería

Fuente: Elaboración propia

4.2 Objetivos de las actividades

4.2.1 Recolección de datos

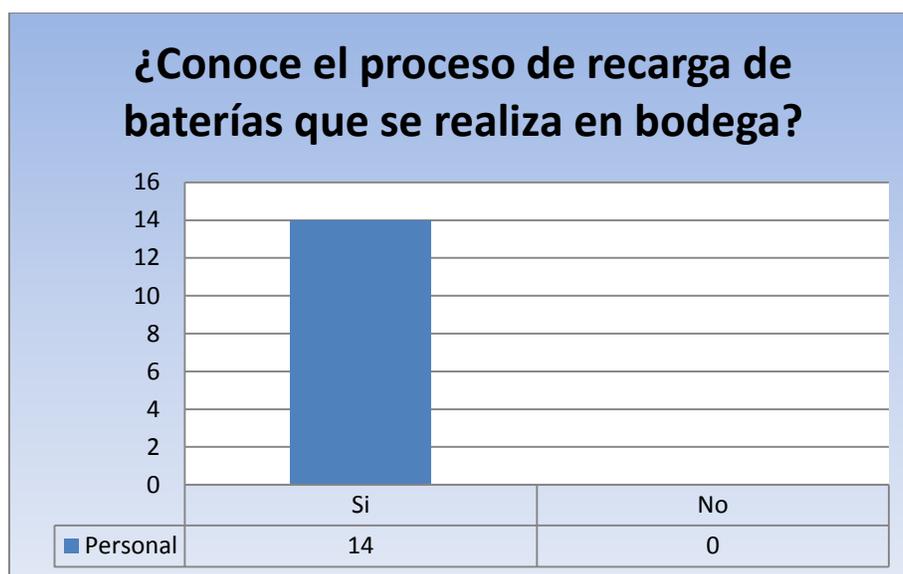
La técnica utilizada para la recolección de datos relacionada con la recarga de baterías que es efectuada por el Departamento de Bodega será por medio de la entrevista. La muestra será la cantidad de personal que está relacionada con la operación, ya sea que la realice, supervise o audite según requiera, esta muestra es de catorce personas distribuidas en dos turnos.

4.2.2 Instrumento para la recolección de datos

Como instrumento se utilizará el cuestionario por ser un método cuantitativo, estará conformado por nueve preguntas cerradas y una abierta. Este cuestionario puede ser encontrado en la sección de anexos de este documento.

1. ¿Conoce el proceso de recarga de baterías que se realiza en bodega?

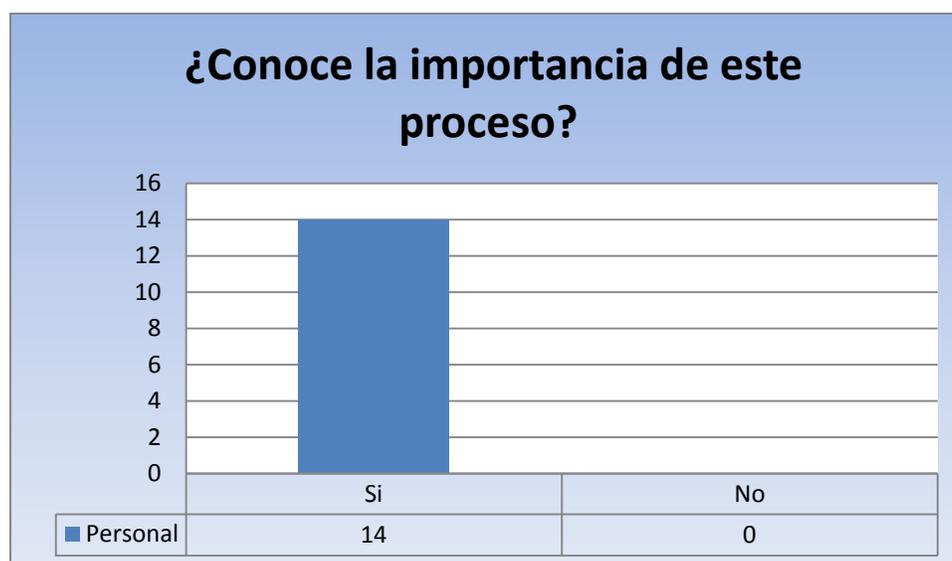
Gráfico 1 Resultado de encuesta pregunta #1



Fuente: Elaboración propia.

2. ¿Conoce la importancia de este proceso?

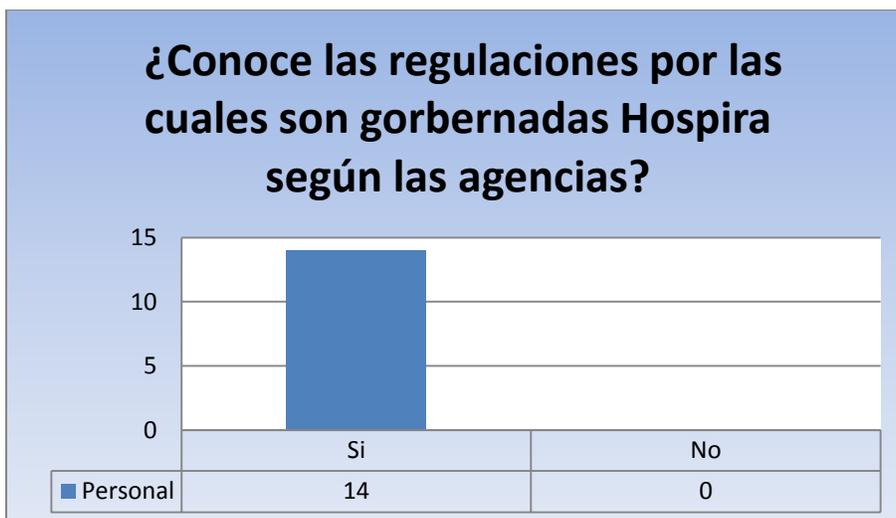
Gráfico 2 Resultado de encuesta pregunta #2



Fuente: Elaboración propia.

3. ¿Conoce las regulaciones por las cuales son gobernadas Hospira según las agencias?

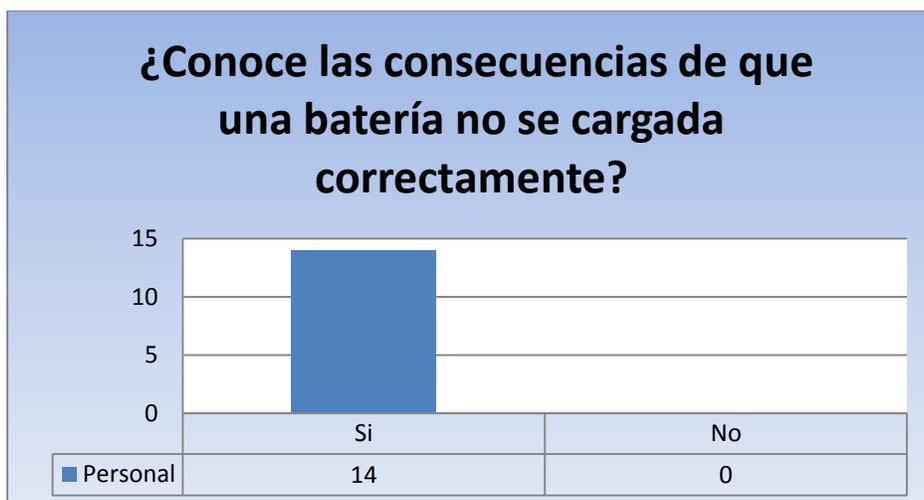
Gráfico 3 Resultado de encuesta pregunta #3



Fuente: Elaboración propia

4. ¿Conoce las consecuencias de que una batería no sea cargada correctamente?

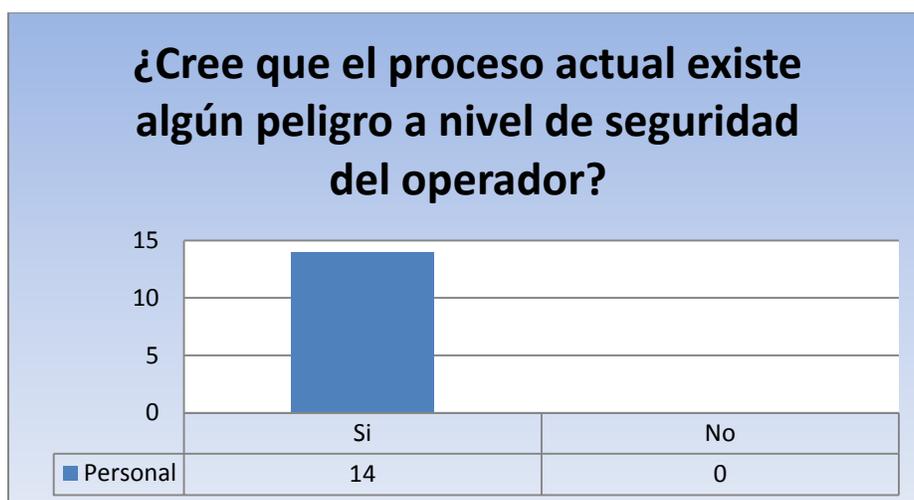
Gráfico 4 Resultado de encuesta pregunta #4



Fuente: Elaboración propia

5. ¿Cree que el proceso actual existe algún peligro a nivel de seguridad del operador?

Gráfico 5 Resultado de encuesta pregunta #5



Fuente: Elaboración propia

6. ¿Cree que este proceso puede mejorar?

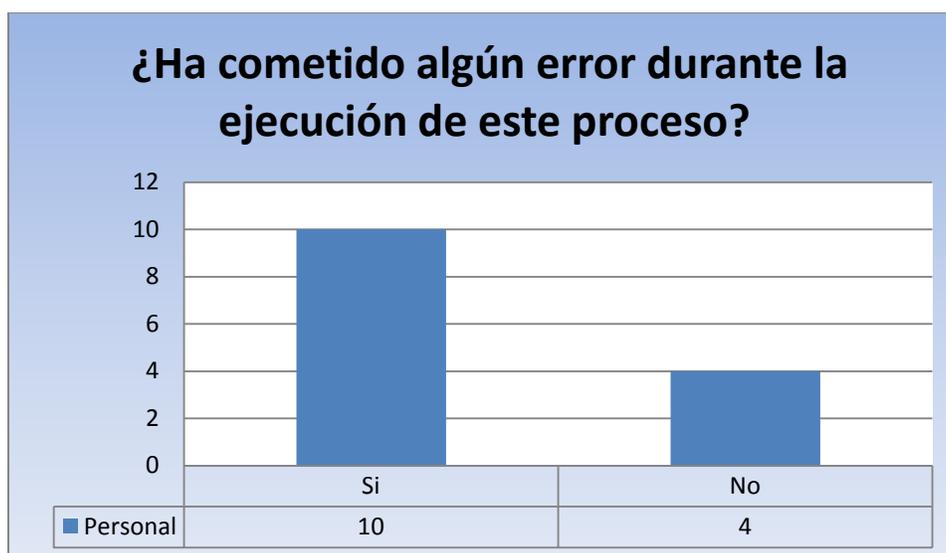
Gráfico 6 Resultado de encuesta pregunta #6



Fuente: Elaboración propia

7. ¿Ha cometido algún error durante la ejecución de este proceso?

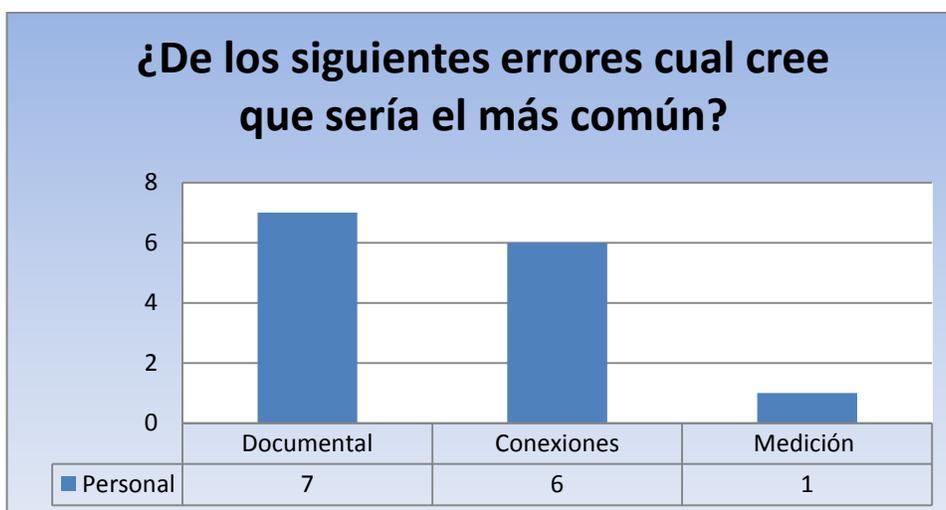
Gráfico 7 Resultado de encuesta pregunta #7



Fuente: Elaboración propia.

8. ¿De los siguientes errores cual cree que sería el más común: documental, al momento de realizar las conexiones o al momento de medir el voltaje?

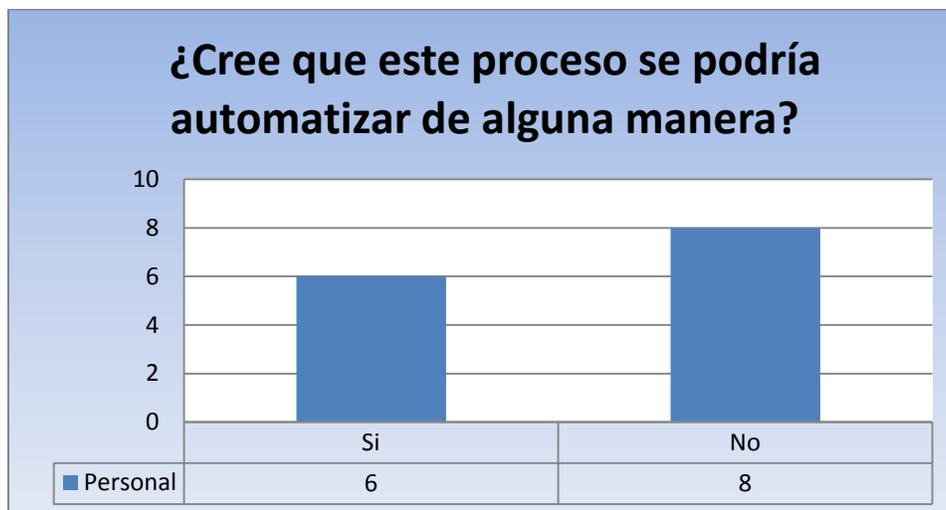
Gráfico 8 Resultado de encuesta pregunta #8



Fuente: Elaboración propia

9. ¿Cree que este proceso se podría automatizar de alguna manera?

Gráfico 9 Resultado de encuesta pregunta #9



Fuente: Elaboración propia

10. ¿Qué aspectos cree que se podría mejorar en este proceso?

El personal relacionado al auditaje respondió unánimemente que se puede mejorar la manera de documentar los resultados, debido a que el anexo utilizado, requiere mucha entrada manual y el operador tiende a cometer muchos errores. Por lo cual el proceso de corrección se dificulta.

El supervisor del área fue concreto en su respuesta, se requiere mejorar la manera de documentar las recargas, eliminar la manipulación del operador en el proceso, como por ejemplo: configuración de equipos, medición de cada batería y conexión de baterías, que va de la mano con la seguridad.

El personal encargado de realizar las cargas unánimemente mencionó en mejorar la documentación y la manera de configurar las recargas, concretamente en el ajuste de las fuentes y la conexión de los cables.

Según el resultado obtenido en la encuesta el personal de Hospira está consciente de la importancia de este proceso de recarga de baterías y que se realice de acuerdo a las especificaciones de la bomba de infusión, a su vez, cumpla con los procedimientos y las regulaciones con base en los cuales se rige la empresa. Además, el personal entrevistado cree en el valor agregado de mejorar este proceso.

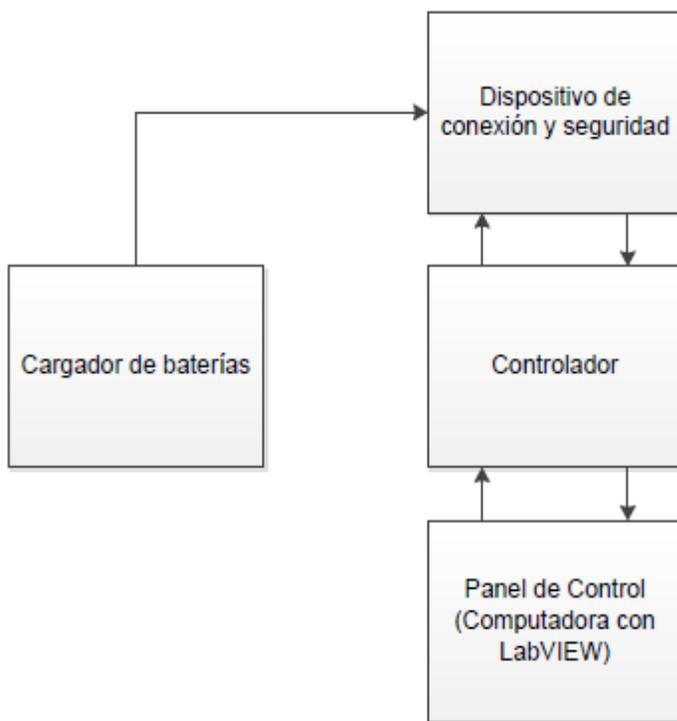
4.3 Desarrollo de prototipo

Basado en la recolección de datos anterior y los resultados de las encuestas, se pretenden realizar dos prototipos:

1. El primer prototipo estará enfocado para el reemplazo de la fuente regulada de voltaje, al momento de seleccionar uno de los dos métodos de recargar, se pretende ya sea diseñar o revisar, si en el mercado actual existe alguna fuente que permita cubrir las necesidades mínimas requeridas para la carga de las baterías según su especificación.
2. El segundo prototipo se enfocará en la parte de seguridad, se diseñará un equipo que permita realizar la conexión de baterías hacia el cargador sin la interacción del operador. El operador solo colocaría la batería en un nido y por medio de válvulas activarían un pistón que ayudará a una conexión segura. Además, se pretende que este equipo también sirva para medir el voltaje final de carga y este a su vez recolecte información valiosa durante el proceso por medio de LabVIEW que sería el programa de interacción con el operador.

Según lo mencionado antes la siguiente imagen muestra el funcionamiento en diagrama de bloques del prototipo por construir:

Imagen 21. Diagrama de bloques de propuesta del prototipo



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar el controlador tiene como función principal comunicar el dispositivo de conexión y seguridad y el Panel de control con el cual el operador podrá interactuar. El cargador de baterías solo se conectará con el dispositivo de conexión y seguridad porque este proporcionará el voltaje necesario para cargar las baterías, ahora en el panel de control se desplegará una instrucción donde le indique al usuario en qué momento debe activar el cargador para comenzar el proceso de carga.

CAPÍTULO V

DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1 Selección de la propuesta

La propuesta para mejorar el proceso de recarga de baterías que es realizado por el Departamento de Bodega, fue presentada y explicada en una reunión a la empresa de Hospira, en el cual representantes de los Departamentos de Ingeniería de Proceso, Calidad y Bodega tomarían la decisión si la idea sería la más correcta por implementar.

La proposición de implementar un cargador por el cual no deba ser modificado al momento de colocar baterías para recargar, la estandarización de solo utilizar un proceso para hacerlo, desarrollar un equipo de seguridad el cual evite que el usuario esté conectando cables y a su vez este tenga un panel de control de carga realizado por medio de LabVIEW fue aceptado por todos los presentes en la reunión. Esta opción generó mucha seguridad entre los presentes porque busca la mejora continua de la mano de la tecnología y la automatización del proceso.

5.2 Detalle de la propuesta

5.2.1 Método de carga

Primeramente, se encuentra que existen dos formas de realizar la recarga de baterías mencionadas arriba, una de ellas es por medio de conexión serial y la otra de forma paralela. En los dos tipos el operador realiza una configuración previa, ahora se nota que la capacidad es muy reducida al hacerlo de forma serial, ya que para el actual proceso y por la capacidad de la fuente regulada a 102.9 Voltios se podrían cargar solo catorce baterías, mientras tanto en paralelo el máximo sería veintiocho.

Con base en lo anterior y el objetivo de carga, por medio del voltaje se tendrá un tipo de conexión paralela que favorecerá enormemente el proceso y eliminará la configuración de voltaje que se debe realizar, dependiendo de las baterías por

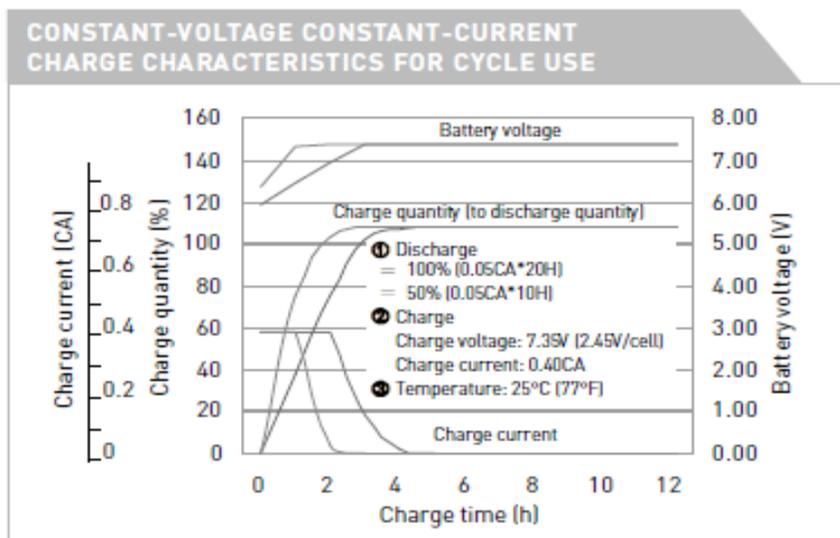
conectar. Dicho lo anterior, el método en el cual se trabajará en este proyecto es con una conexión tipo paralela por las ventajas mencionadas.

5.2.2 Cargador

Para el cargador se presenta un interesante reto, las fuente DC regulada actualmente es una fuente de uso común en laboratorios de universidades y colegios técnicos para realización de prácticas y proyectos, mas resulta muy raro observarlas en procesos de manufactura de alta tecnologia como uso diario. Para poder diseñar esta fuente se tomarán en cuenta las especificaciones de la batería Panasonic modelo LC-R064R5P, ver Anexo I para observar su hoja de datos.

Observando la gráfica de carga de voltaje y corriente constante, se puede contemplar que la especificación mínima para cargar la batería es de 7.35 voltios y esto se divide a 2.45 voltios por celda, con una carga de corriente de 0.40 CA (carga de corriente) esto equivale a Ah (Amperio-hora), La siguiente imagen muestra las curvas de la batería:

Gráfico 10 Carga de Voltaje y Corriente batería Panasonic modelo LC-R064R5P

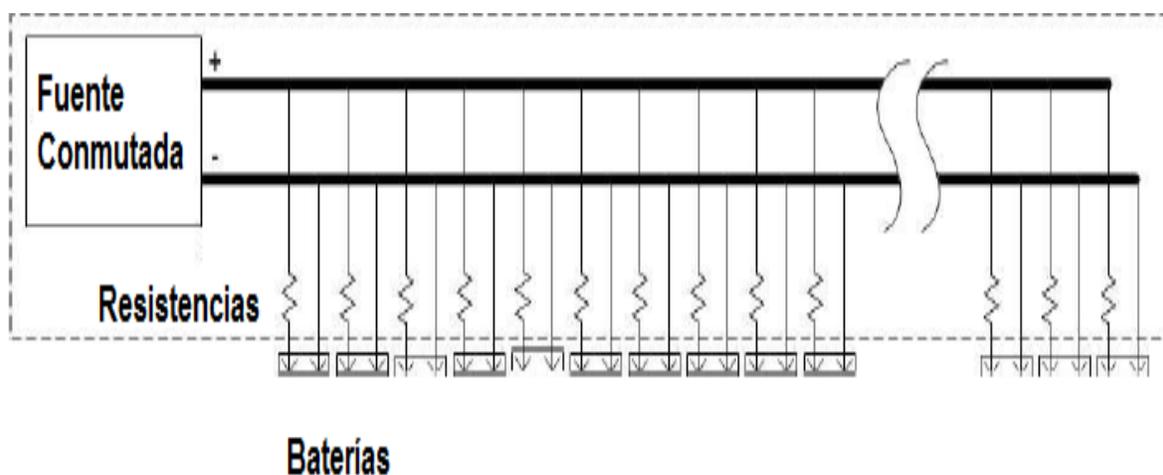


Fuente: (RS Components, 2016)

Esto quiere decir, el amperio-hora representa la cantidad eléctrica, que en una hora atraviesa un conductor por el que circula una corriente continua. Se emplea para evaluar la capacidad de una batería, es decir, la cantidad de electricidad que se puede almacenar durante la carga y devolver durante la descarga. Ejemplo: si la batería tiene una capacidad de 100 Ah, significa que teóricamente puede dar una corriente de 10 amperios durante 1 hora, sin tomar en cuenta la cantidad de pérdida debido a la resistencia interna de la misma.

A continuación se muestra el circuito con la lógica por utilizar durante el desarrollo de este proyecto:

Imagen 22. Diagrama de flujo de proceso de baterías



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que la idea es muy sencilla por medio de una fuente conmutada, se conectarán las baterías de manera paralela, cada una de ellas llevará una resistencia que permita tener un aislamiento eléctrico con la fuente de energía.

Se realiza una búsqueda en el mercado de una fuente conmutada que se amolde al prototipo por utilizar, se encuentra el modelo LS200-7.5 el cual proporciona una salida que oscila entre los 6.8 V – 8.2 V y este puede llegar a ser ajustado solo una

única vez de acuerdo a la necesidad del circuito ver Anexo II. La siguiente imagen muestra la fuente por utilizar:

Imagen 23. Fuente Conmutada LS200-7.5 TDK-Lambda



Fuente: (Mouser, 2016)

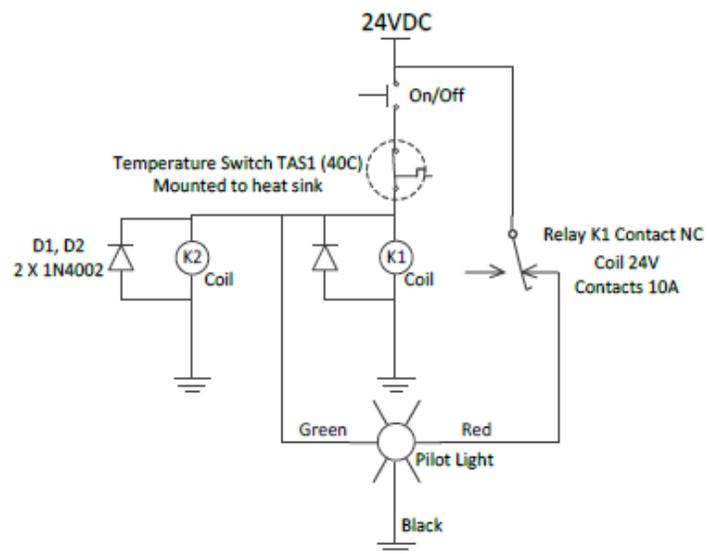
Además a cada salida se le colocará una resistencia de 2.2 ohms que permitirá el asilamiento eléctrico entre las baterías y la fuente conmutada ver Anexo III. La siguiente imagen muestra las resistencias por utilizar:

Imagen 24. Resistencia 2.2 ohms



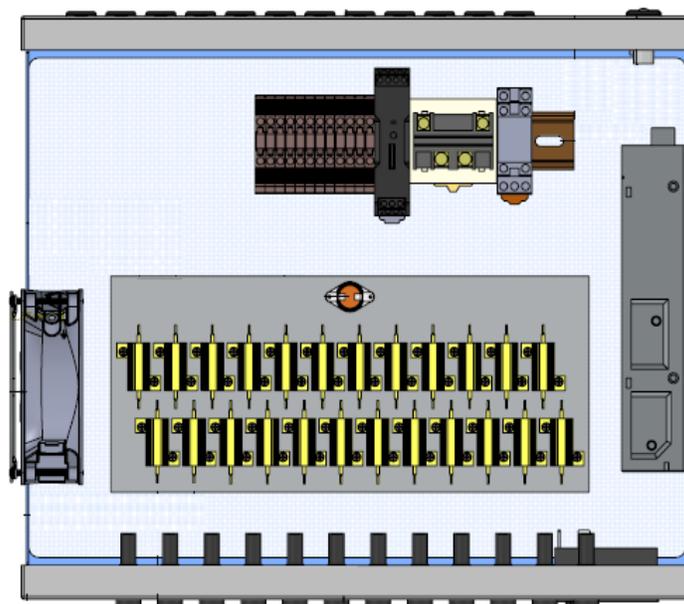
Fuente: (Mouser, 2016)

Imagen 26. Circuito de control



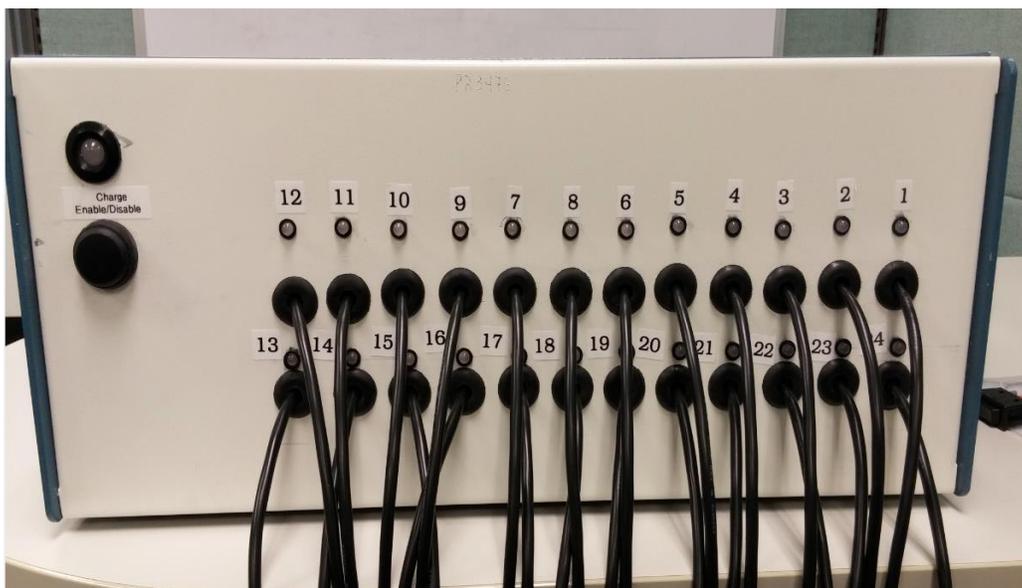
Fuente: Elaboración propia

Imagen 27. Caja de cargador



Fuente: Elaboración propia

Imagen 28. Caja de cargador



Fuente: Elaboración propia.

La siguiente tabla muestra los materiales utilizados para contruir el cargador:

Tabla 3. Lista de materiales del cargador

Descripción	Manufacturador
Fuente de poder	TDK-Lambda
Fuente de poder	Omron
Disipador de Calor	Wakefield
Ventilador	Comair/Rotron
Resistores 2.2 Ohm 25W	Tyco
Sensor de Temperatura	White Rogers
Indicador	Apem
Boton de empuje	Cherry
DIN Riel	Omron
Bloque de Terminal final	Weidmuller
Jumper	Weidmuller
Bloque de Terminal	Weidmuller
Bloque de Terminal tierra	Weidmuller
Entrada de poder	Qualtek
Connectores	Molex
Pines	Molex

Descripción	Manufacturador
2 relés de polo	Omron
Enchufe de Relé	Omron
Retenedor de Relé	Omron
Enchufe de Relé	Omron
Relé de insolación	Omron
Cable de ventilador	Qualtek
Sujetador de Fusible	Eaton
Fusible (2A, 5x20, rápido)	Bel Fuse
Fusible (6A, 5x20, mediano)	Littelfuse
Diodo de retorno	generic
Carcasa	LMB Heeger
Bulkhead Connectores	Heyco
Cable (2 x #18)	Tensility
Resistencia montadas	generic
Cobertor de Ventilador 5"	Papst
Cobertor de Ventilador 4"	Qualtek
Resistor 470 Ohm	Yageo
LED Rojo/Verde	Kingbright
Sujetador de LED	Bivar Inc.
Tornillo, 4mm x 5mm largo	generic
Tornillo, 3mm x 8mm largo	generic
Tornillo, 6-32 x 1-3/4" cabeza plana, estrella	generic
Arandela de seguridad, 3mm	generic
Dispador de Calor	generic
Tornillo, 6-32 x 1/2" cabeza plana, estrella	generic
Arandela plana, #6	generic
Arandela de seguridad, #6	generic
Tuerca ciega, #6-32	generic

Fuente: Elaboración propia

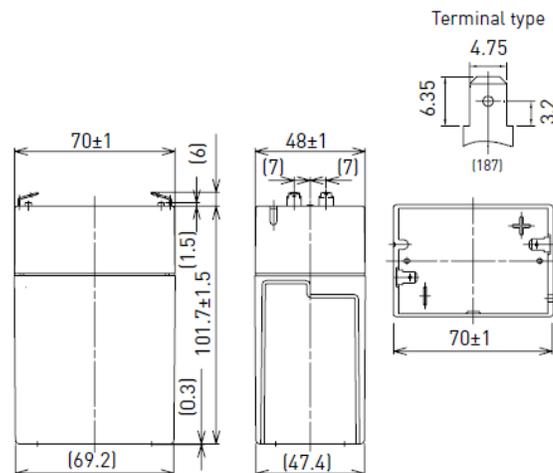
5.2.3 Dispositivo de conexión y seguridad

Según la problemática, existe un alto riesgo para el operador al momento de hacer las conexiones de las baterías a la fuente regulada, basado en esto se pretende contruir un equipo de seguridad que eliminaría esta tarea. Este equipo contaria con las siguientes características:

1. Dos nidos para colocar las baterías antes de colocarlas al equipo.
2. Dos nidos donde colocar los nidos mencionados en el punto anterior.
3. Pogo pines que realizarán las conexiones para cargar las baterías y a su vez, se obtendrán lecturas de voltaje de carga.
4. Pistones conectados con aire en vacío para realizar la conexión de los pogo pines a la batería de manera automática una vez el nido esté instalado.
5. Sistema de bloqueo automático de los dos nidos con sensores de contacto para evitar desconexiones inesperadas.
6. Electroválvulas necesarias para el funcionamiento correcto del aire en vacío.
7. Dos juegos de luces que permitirán una ayuda visual de que la instalación de la batería se hizo de forma correcta.

El diseño se contruye basado en el tamaño de la batería según su especificación, la cual está en medida de milímetros, como se muestra en la siguiente imagen:

Imagen 29. Medidas de batería

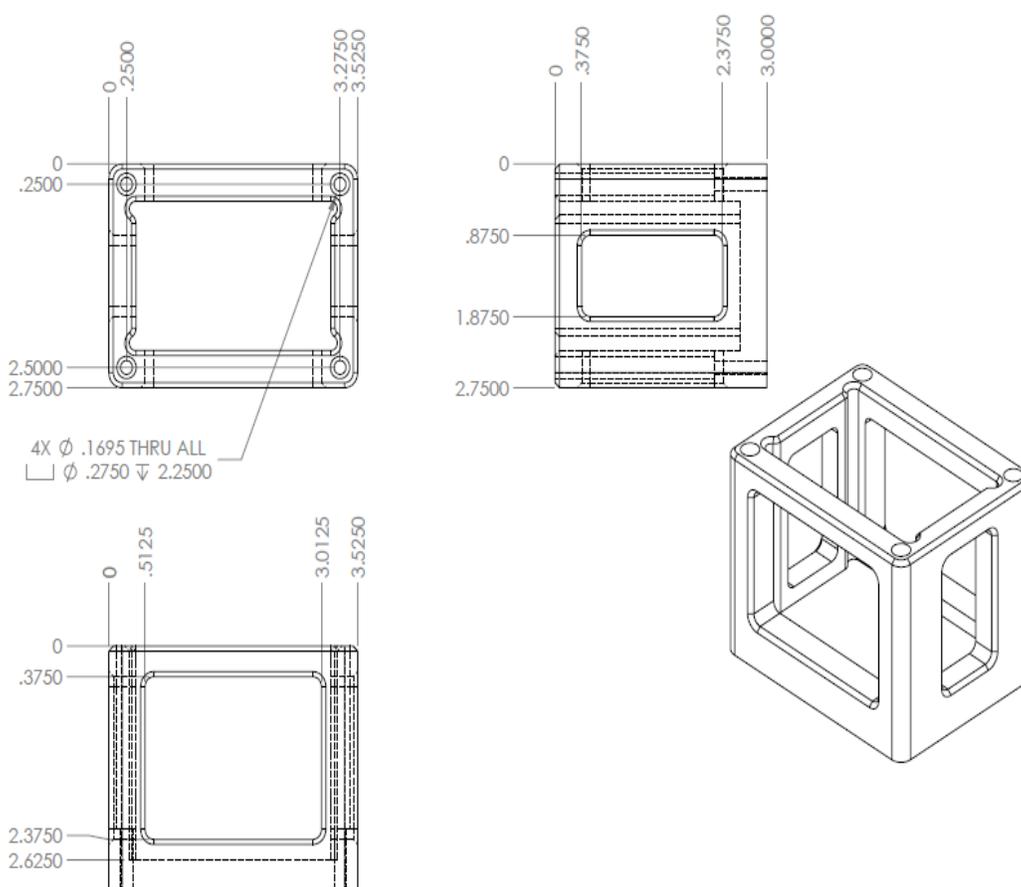


Fuente: Elaboración propia

Basado en esto se procede a crear el nido donde el operador colocará la batería antes de poner la misma en el dispositivo de seguridad y conexión. La cavidad dentro

del equipo fue hecha para que se pueda colocar de manera que el usuario no tenga ningún problema, medidas del nido son en pulgadas, como se muestra la siguiente imagen:

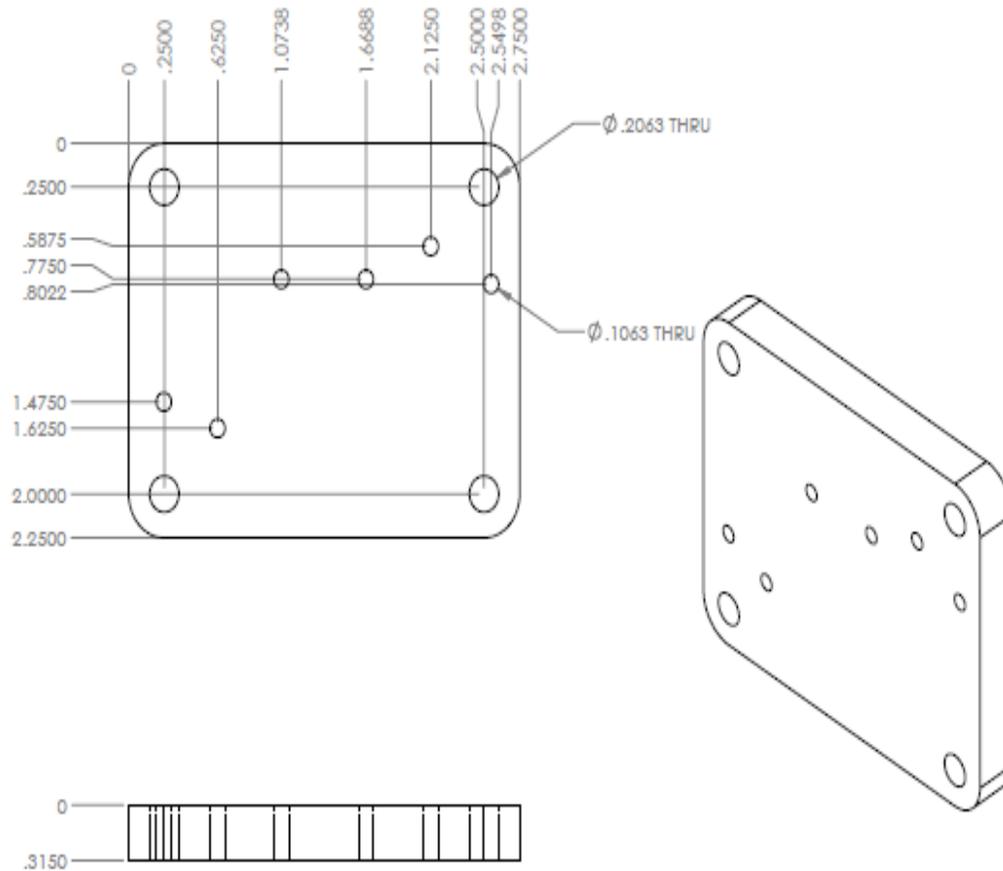
Imagen 30. Nido



Fuente: Elaboración propia

También para poder realizar una conexión más segura se coloca los pogopines en un bloque junto con el piston, esto permite que al momento de activarse este se conecten de una manera adecuada y segura, para esto se toma la especificación tanto de la distancia de los pines de la batería como la altura de ellos, tomando en consideración que ya está instalada en el nido. Este bloque se muestra en la siguiente imagen:

Imagen 31. Bloque de pogopines

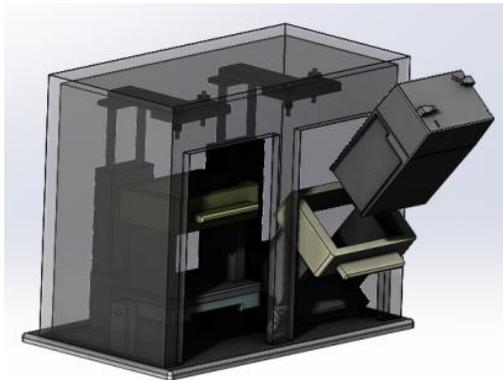


Fuente: Elaboración propia

Se procede a construir basado en la comodidad y seguridad del operador las demás partes, los requerimientos básicos que se deben cumplir fueron mencionados arriba ya que es fundamental que estén de acuerdo a la especificación de tamaño de la batería, para las medidas del resto de las piezas, se realizaron basado en el nido y el bloque de pogopines.

Las siguientes imágenes (32, 33 y 34) muestran el prototipo completo construido para la conexión y seguridad de las baterías, donde se pueden encontrar partes como: la carcasa de seguridad, pistones de bloqueo, sujetador de conectores, mangueras, sensores, entre otros:

Imagen 32. Equipo de conexión y seguridad



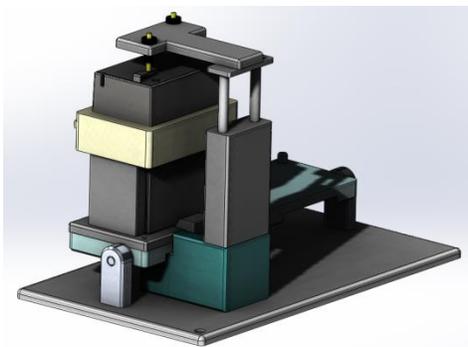
Fuente: Elaboración propia

Imagen 33. Nido de batería



Fuente: Elaboración propia

Imagen 34. Nido de batería conectado al nido del equipo

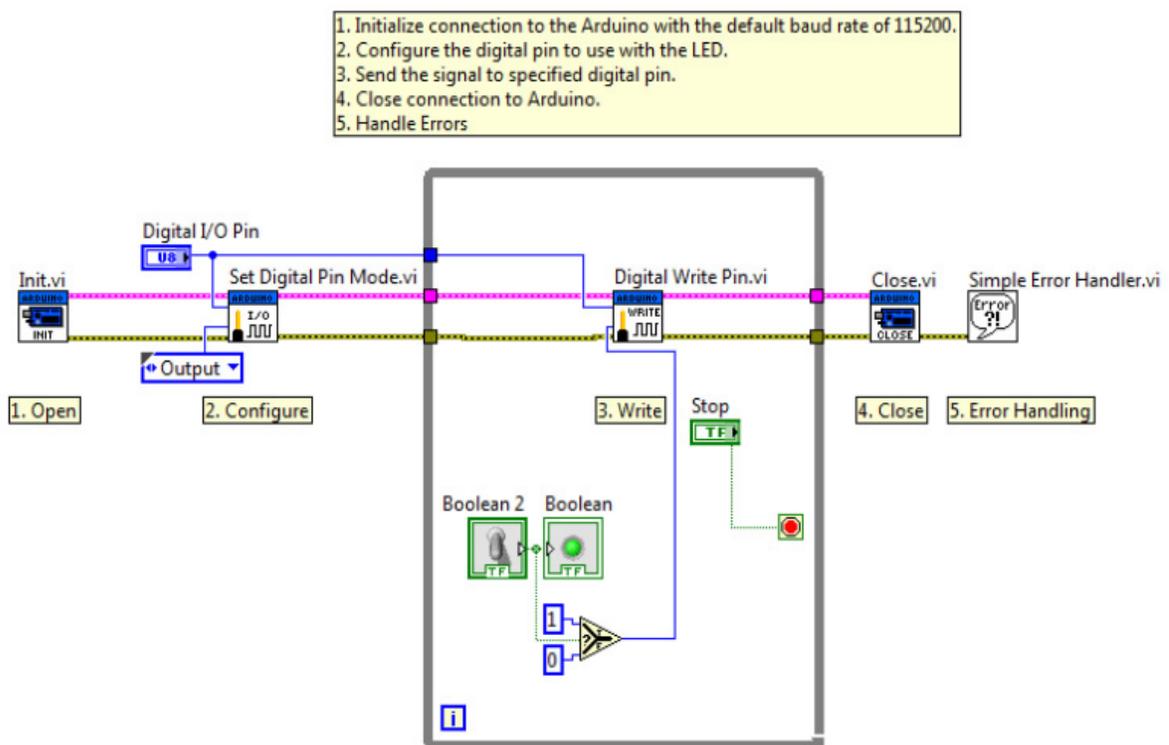


Fuente: Elaboración propia

5.2.4 Panel de Control en LabVIEW

El Itarduino Uno es de suma importancia para el programa por realizar, su funcionalidad será diferente a su uso normal donde se realiza un programa y este se descarga al Itarduino, sin embargo, LabVIEW cuenta con un módulo de arduino (este es compatible con Itarduino) que permite utilizar este sin tener que realizar un programa específico para el dispositivo, por lo cual solo basta la programación en LabVIEW, la siguiente imagen muestra el módulo utilizado:

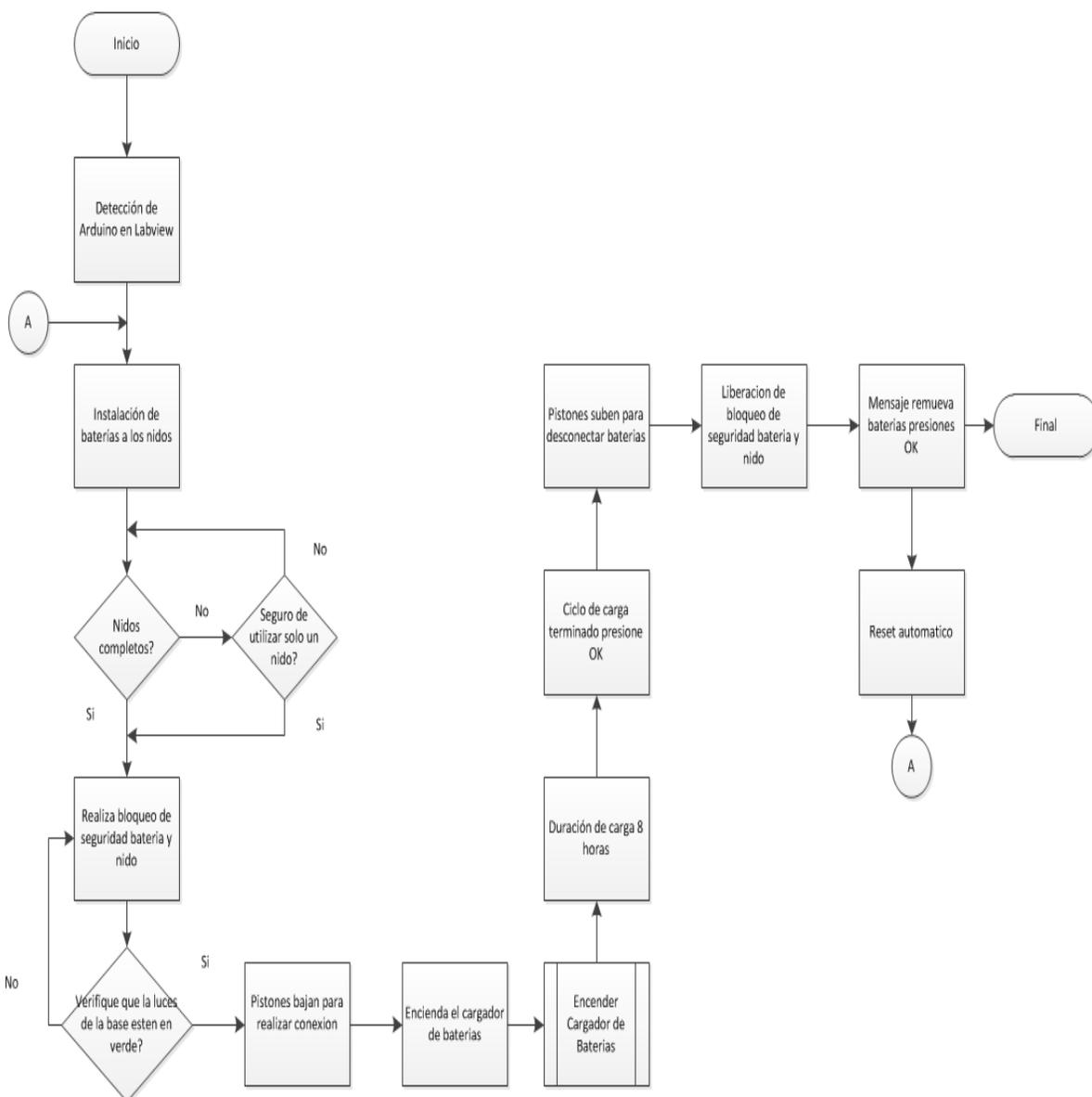
Imagen 35. Módulo de arduino de LabVIEW



Fuente: Elaboración propia

El siguiente diagrama muestra la idea de programación por medio de LabVIEW que servirá como un panel de control para la recarga de baterías:

Imagen 36. Diagrama de flujo de lógica de programación



Fuente: Elaboración propia

Para explicar la lógica de programación se explicará en tres bloques para tener un mejor entendimiento de la funcionalidad de programación.

Primeramente se tiene el bloque de reconocimiento, este bloque tiene dos secciones, la primera sería el reconocimiento del programa LabVIEW con el Arduino, esta detección se efectuará solo la primera vez cuando se ejecute el programa, lo que significa que el ciclo se realizará al principio del proceso.

La segunda sección está relacionada con la detección de las baterías en los nidos, el programa puede reconocer si la base está llena o con una batería desplegando un mensaje, el usuario decidirá si corre a máxima o mínima capacidad.

El segundo bloque se compone del bloqueo de las baterías desde el nido hacia la base del equipo, quiere decir, una vez que se reconoce la existencia de una batería en el dispositivo, este tiene un bloqueo mecánico que se activa por medio de un sensor de presencia para que las baterías no puedan ser removidas de manera física.

En ese momento habrá un juego de luces en la base, si la luz es verde la batería fue colocada en el dispositivo de forma correcta y estará bloqueada. El operador presionar a la pregunta que sale en el panel de control como respuesta Si. Si la luz no se activa, la respuesta deberá ser no y el usuario deberá realizar nueva mente la instalación de la batería.

Una vez que esté bloqueado y el usuario responda a la pregunta en el panel de control como positiva, habrá un retraso de unos segundos para la activación de los pistones que por medio de una electroválvula bajará los pogo pines que permitirán la conexión hacia las baterías.

El operador deberá ver el cargador para asegurarse que la batería fue conectada de manera correcta ya que este tiene también luces que mostrarán si la batería posee su polaridad correcta.

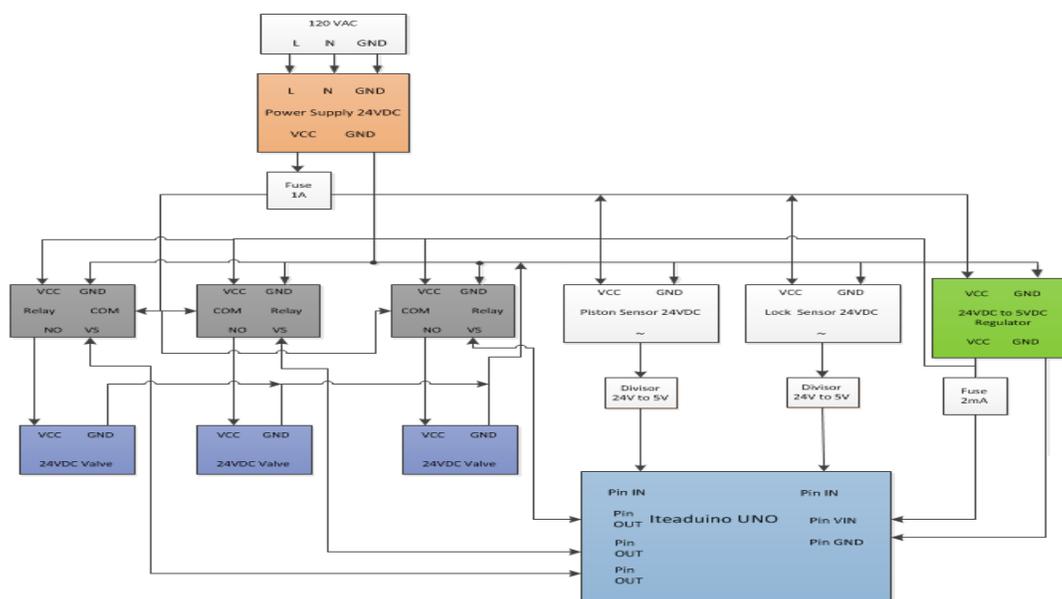
Por último, se tiene el bloque de carga, una vez que las baterías estén listas, se activará el botón del cargador, después de ocho horas el ciclo de carga estará completo y se desplegará un mensaje en el panel de control, el cual avisará al usuario que el proceso se completó, durante todo el proceso se podrá ver el voltaje por cada

batería, además se guardarán estos datos en la computadora por nido en un archivo.txt, donde se podrá revisar el comportamiento de carga durante todo el proceso.

Una vez completado, comenzará el proceso de liberación de los pistones, así como el bloqueo de seguridad mecánico, al final el usuario verá un mensaje, confirmando que las baterías fueron removidas para que el programa realice un reseteo, con el fin de comenzar con algún otro ciclo de carga. Para ver detalles de la programación realizada en LabVIEW ver sección de anexos con la programación.

Lo mencionado anterior es relacionado con la programación del panel de control, pero para que este funcione, se creó una caja de control y activación para la base donde se recargarán las baterías, la siguiente imagen muestra el diagrama de bloques de este mismo:

Imagen 37. Diagrama de bloques de la caja para panel de control



Fuente: Elaboración propia

Esta caja se halla compuesta por un Iteadunio Uno, que servirá como puerto de comunicación entre el dispositivo de seguridad y conexión y el panel de control (LabVIEW). Ahora se selecciona este debido a su comodidad y bajo precio que se muestra en la siguiente imagen:

Imagen 38. Diagrama de flujo de lógica de programación



Fuente: (rcibernetica, 2016)

El Iteaduino Uno es pequeño, completo y utiliza una tarjeta basada en Arduino Nano 3.0 y tiene la misma funcionalidad del Arduino Duemilnove / Uno. Este funciona con un puerto USB que será conectado al computador del panel de control. Por otra parte este dispositivo presenta mucha flexibilidad en entradas o salidas ya que cuenta con veinte de las mismas. A continuación la tabla 4 detalla estas especificaciones:

Tabla 4. Especificaciones del Iteaduino

Microcontrolador	Atmega328
Voltaje de operación	5V
Fuente de poder recomendada	7~12V
Fuente de poder máxima	12V
Digital IO pines	20
Entradas Análogas (ADC)	8
DC salida de corriente por IO líneas	40mA
Memoria Flash	32 KB of which 2 KB used by boot loader
SRAM	2 KB
EEPROM	1KB
Frecuencia de reloj	16 MHz
Dimensión	43.18X17.78X1.6mm

Fuente: (rcibernetica, 2016)

Ahora como el voltaje principal del controlador es de 5 voltios, es necesario colocar un convertidor de 24 a 5 voltios para poder energizar el Iteaduino Uno, por lo cual se utilizará el siguiente convertidor mostrado en la siguiente imagen:

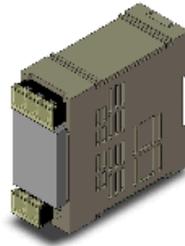
Imagen 39. Convertidor de 24 a 5 voltios LM2596



Fuente: (CRCibernética, 2016)

Una fuente de 24 voltios para energizar sensores de bloqueo y el juego de luces de la base funcionan a 24 voltios. Por lo cual se colocará una fuente de 24 voltios OMRON S8VS-06024, mostrada a continuación:

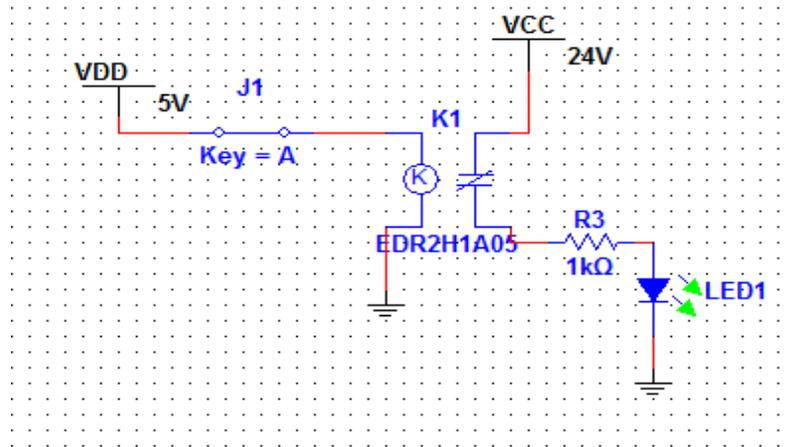
Imagen 40. Fuente de 24 voltios OMRON S8VS-06024



Fuente: (OMRON, 2016)

Esta fuente será utilizada para alimentar las entradas de los sensores y juegos de luces provientes del Iteaduino, ahora las entradas y salidas del Iteaduino funcionan a 5 voltios, por lo cual para poder entregar o recibir el voltaje necesario se diseñó el siguiente circuito que permita activar los diferentes componentes de la base, como se detalla en la siguiente imagen:

Imagen 41. Circuito para activación de relés hacia las entradas de la base



Fuente: Elaboración propia

Estos tres módulos de relay de 5 voltios del fabricante Electronic Brick serán utilizados para este proyecto, mostrado en la siguiente imagen:

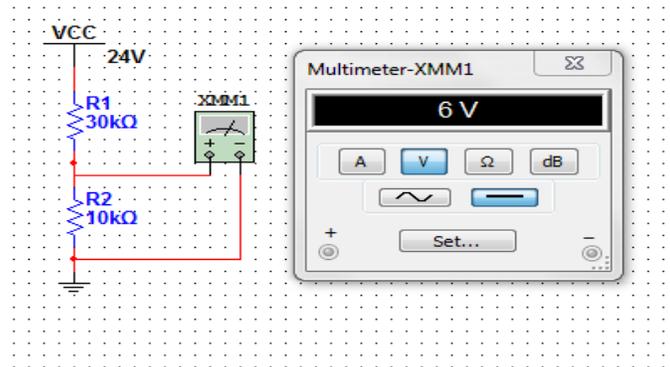
Imagen 42 Módulo Electronic Brick 5 Voltios



Fuente: (CRCibernética, 2016)

A su vez también un divisor de voltaje que pasará de 24 voltios 5 voltios aproximadamente, según las resistencias del mercado se opta por utilizar una resistencia de 30K ohms y 10K ohms que se aproxime más al valor de 5V, el resultado de este divisor teóricamente es de 6V, sin embargo, en la parte experimental se obtiene alrededor de 5.43V, este voltaje permite utilizar las entradas digitales del Iteaduino sin ningún problema y su funcionamiento se muestra en la siguiente imagen:

Imagen 43 Divisor de voltaje



Fuente: Elaboración propia

Las electroválvulas del panel de control que se utilizarán se muestra en la siguiente imagen, estas permitirán el paso de aire para bloquear los nidos y activación de los pistones que permite la conexión de los pineas hacia la batería.

Imagen 44 Electrovalvula SY5120-5DZ-01

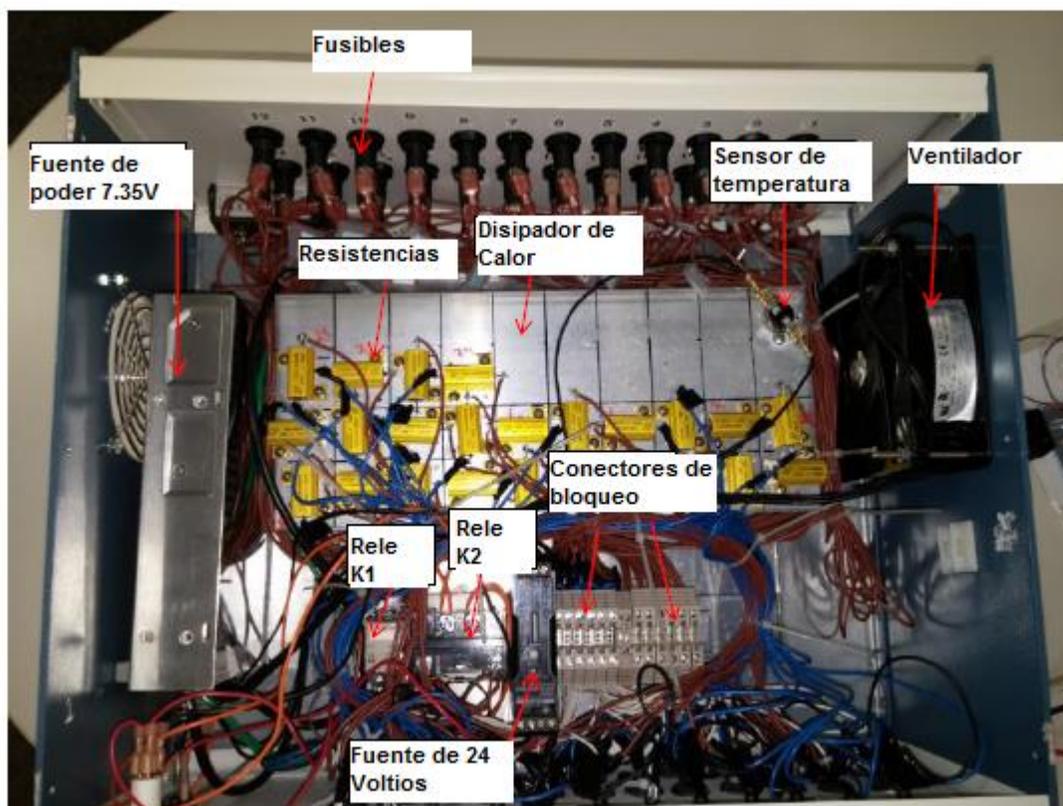


Fuente: (Alliedelec, 2016)

5.2.5 Creación de prototipo

El primer paso fue armar el cargador de baterías de acuerdo al diseño mencionado anteriormente, una vez teniendo la carcasa se procede a la conexión de todos los componentes de acuerdo al esquema electrónico, desarrollado durante este proyecto, la siguiente imagen muestra la conexión final de todas las partes requeridas para el funcionamiento del cargador de baterías:

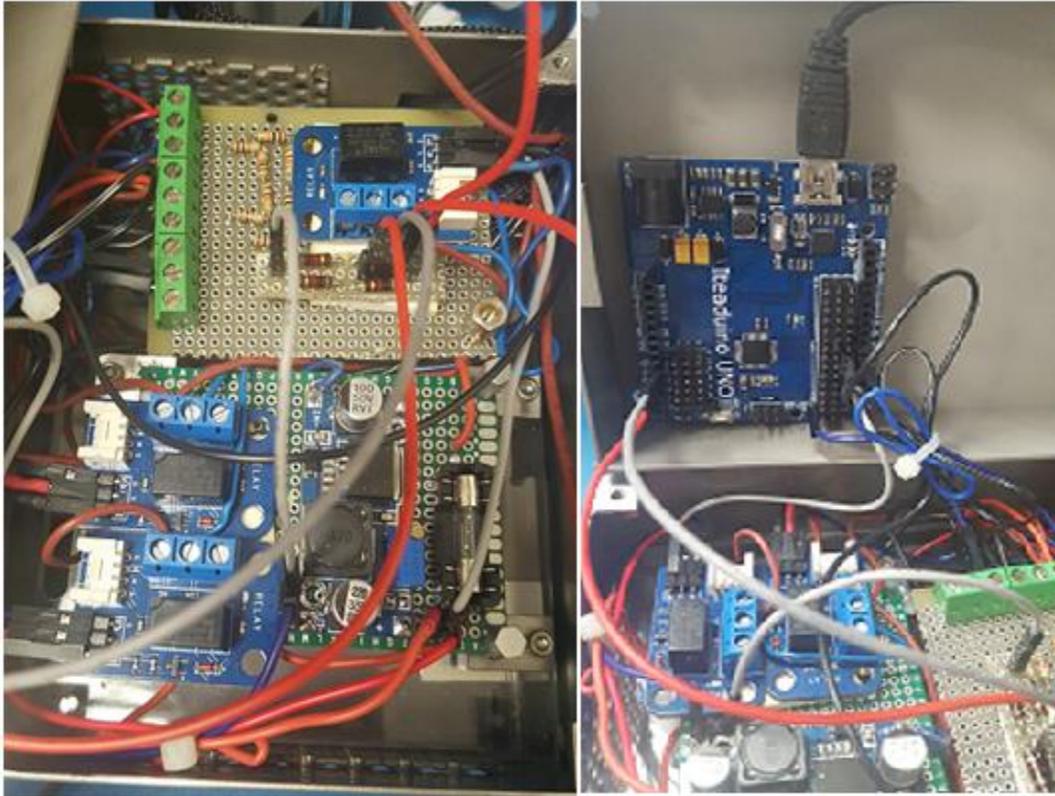
Imagen 45 Cargador de baterías



Fuente: Elaboración propia

Se procede a realizar el controlador del panel control, este está compuesto por Iteaduno uno y los demás componentes mencionados, de acuerdo al diagrama de bloques mostrado en la imagen 33, se conectan los componentes como se puede observar en las siguientes imágenes:

Imagen 46 Controlador del panel de control



Fuente: Elaboración propia

Imagen 47 Controlador del panel de control

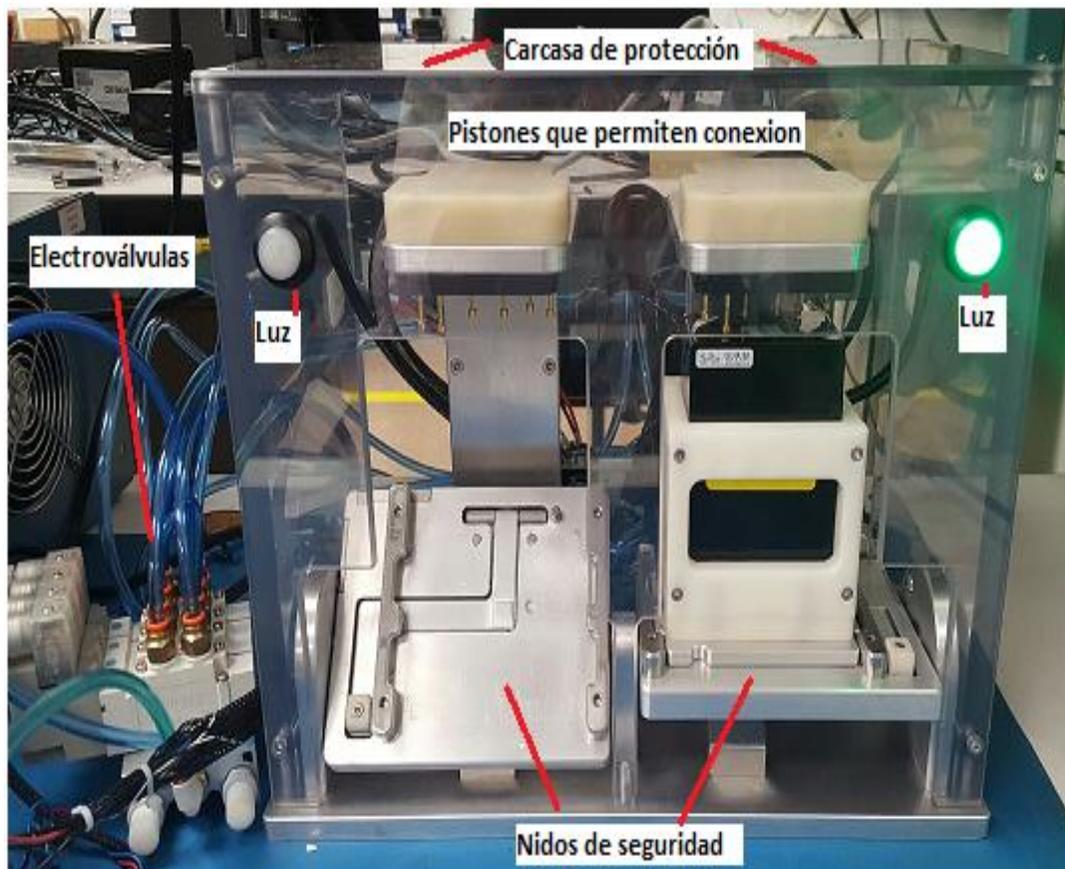


Fuente: Elaboración propia

Ya construido el panel de control se procede a conectar las electroválvulas que permitirán la activación de los pistones cuando el programa lo requiera, las cuales están instaladas en el dispositivo de seguridad y conexión.

La siguiente imagen muestra la conexión de ellas:

Imagen 48 Electroválvulas



Fuente: Elaboración propia

El dispositivo de seguridad y conexión se conecta directamente al controlador del panel de control, este es por medio de un cableado directo, para su comodidad se utiliza un conector que permita el traslado de los dispositivos por separado para su mayor facilidad, este mismo concepto es utilizado para las electroválvulas, la siguiente imagen muestra los conectores:

Imagen 49 Conectores

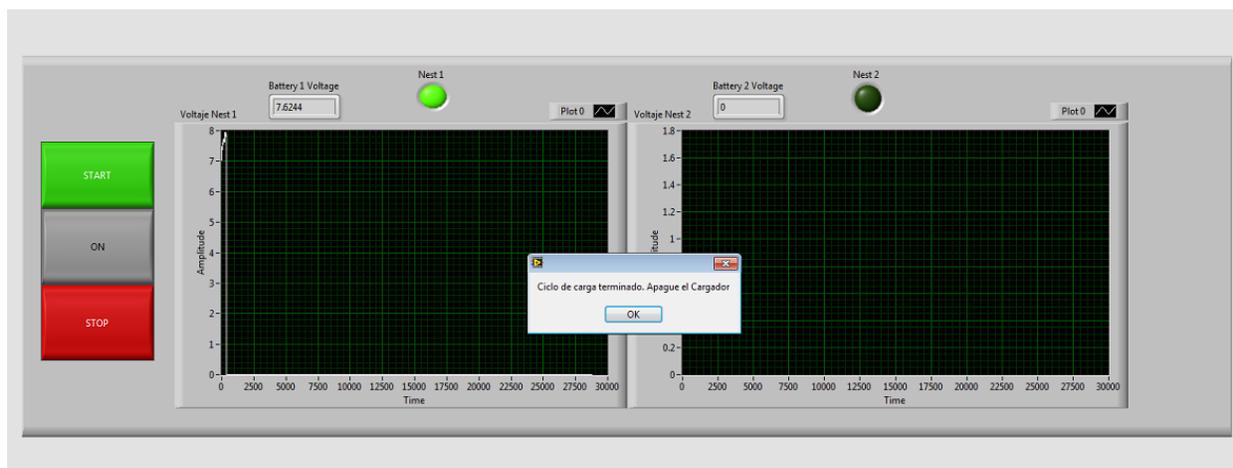


Fuente: Elaboración propia

El programa utilizado en LabVIEW puede ser encontrado en la sección de anexos, donde se utiliza una programación tipo booleana, esto quiere decir, que las activaciones y las funciones son realizadas mediante señales digitales, unos y ceros, dependiendo de su combinación, el programa tomará decisiones que a su vez serán mostradas en la pantalla de la computadora para que el operador siga el proceso de acuerdo a como el programa se lo pida.

La imagen siguiente muestra el panel de control que visualizará el operador:

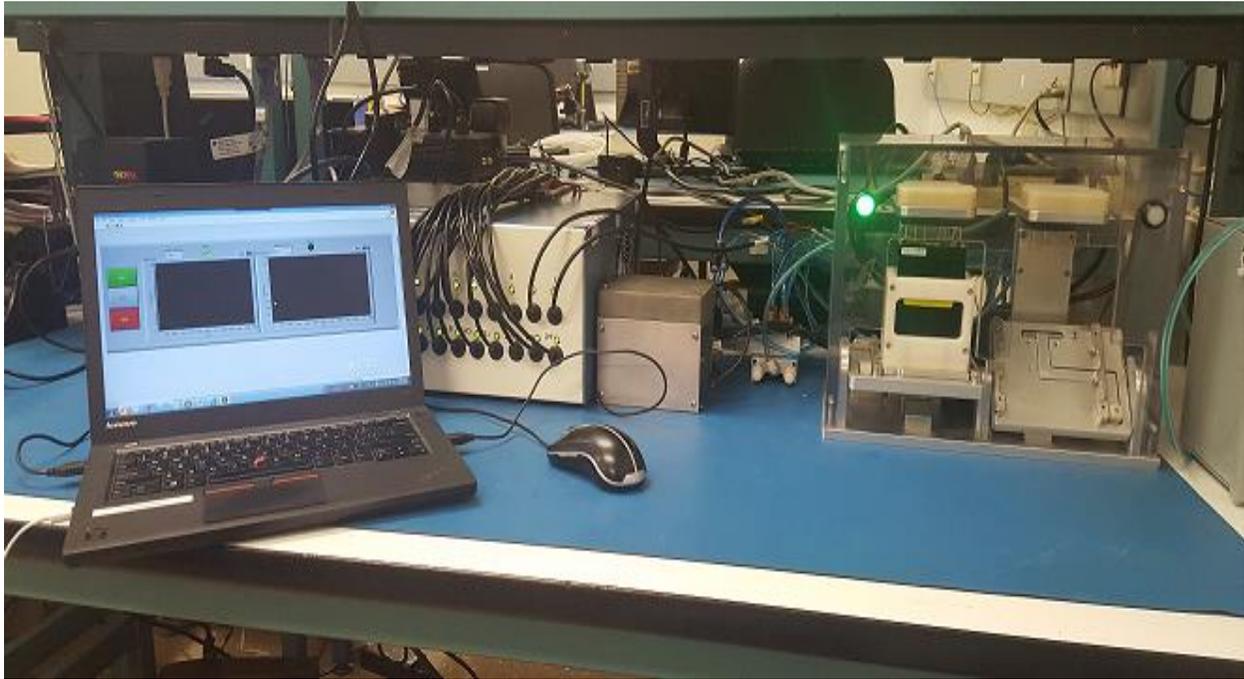
Imagen 50 Panel de control para el operador



Fuente: Elaboración propia

Por último, la siguiente imagen muestra ya la conexión de todos los componentes que se desarrolló en este prototipo de cargador de baterías, utilizando técnicas de automatización y seguridad para los operadores.

Imagen 51 Cargador de baterías automático



Fuente: Elaboración propia

El operador seguirá los siguientes pasos para poder utilizar el cargador de baterías, estas se describen a continuación:

1. Se abre el programa realizado en LabVIEW ubicado en el escritorio de la computadora y dará click en el botón de comienzo (en el botón de la barra de tareas).
2. Se coloca la batería en el nido.
3. Se coloca la batería puesta en el nido en el dispositivo de seguridad y conexión, lo moverá hasta que sea puesto y asegurado por medio del pisto de seguridad y se encienda la luz verde en el dispositivo. El pistón con los pogopines se activará y conectará la batería al cargador.

4. Presionará comienzo en el programa (panel de control) y contestará las preguntas que se despliega en la pantalla.
5. El programa pedirá verificar que la luz del cargador está en verde y que encienda en el cargador. En ese momento el ciclo de carga comienza, se verá la medición de carga, gráfica y se crea un archivo .txt en el escritorio de la computadora.
6. Una vez completado el ciclo de carga, se desplegará un mensaje que el proceso de carga está completo, pedirá que apague el cargador, el pistón con los pogoines subirá, se desactiva el pistón de seguridad después de unos segundos y se podrá retirar la batería del dispositivo y a su vez del nido.
7. El operador abrirá el archivo .txt para asegurarse que durante todo el ciclo de carga no hubo ninguna caída de voltajes y la última lectura es la medición de la batería ya completamente cargada.

En la sección de anexos se puede encontrar un video con la funcionalidad del prototipo.

5.3 Costo de la implementación (impacto económico: beneficio/costo)

El beneficio que puede crear este prototipo a nivel de calidad y de cumplimiento regulatorio es alto, permite posicionarse de mejor manera con los entes reguladores así como con los clientes ya que asegura la correcta carga de las baterías de la mano con la seguridad de los operadores.

Para respaldar esta información se contactó al Departamento de Excelencia Operacional (OPEX) de la empresa Hospira, el cual determinó el impacto económico relacionado con el costo beneficio por la implementación del nuevo cargador de

baterías. Los datos suministrados son valores aproximados por motivo de confidencialidad de la empresa. La tabla 5 y 6 muestran este análisis:

Tabla 5. Periodo de recuperación

Descripción	Costo
Costo por Cargador	\$ 8,000.00
Cantidad de Cargadores	6
Inversión	\$ 48,000.00
Costo de desecho batería (Mat+Labor)	\$ 20.00
Demanda Annual	72765
Reducción de desecho	1.5%
Cantidad de defectos esperados	1091
Periodo de reembolso (Años)	2.20
Periodo de reembolso (Meses)	26

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Relación Costo - Beneficio

Descripción	Costo
Inversión	\$ (48,000.00)
Costo Anual Operativo	\$ 2,296.70
Vida Util	8
Ahorros Anuales	\$ 21,829.50
Interes Anual	9%
Beneficios	(\$120,822.33)
Costos	(\$60,711.83)
Relacion Costo-Beneficio	1.99

Fuente: Elaboración propia

Con el resultado de la información se evidencian los beneficios adquiridos con la implementación del nuevo cargador de baterías, puesto que el periodo de recuperación de la inversión es de aproximadamente veintiséis meses y la relación de costo beneficio, demostró que el beneficio es de 1.99 veces, pero con respecto al costo de operar sin el sistema. Ahora la naturaleza de este proyecto es más el beneficio que se genera a nivel de confianza con los entes regulatorios para poder cumplir con las regulaciones, además de obtener una mejor seguridad en los operadores.

5.4 Descripción de actividades

5.4.1 Descripción de las actividades llevadas a cabo

El siguiente cronograma muestra el desglose de actividades por realizar para este proyecto:

Tabla 7. Tabla de actividades

PLAN PRELIMINAR				
FASE	MILESTONE	ENCARGADO	DÍA PLANEADO	ESTATUS
DEFINIR	SIPOC/CTQs/ACTUALIZAR ACTA DE PROYECTO	Olger Mora	17/01/2016	✓
MEDIDA	DISEÑO DEL CONCEPTO	Olger Mora	31/03/2016	✓
ANÁLISIS	COMPRAS Y ADQUISICIÓN DE MATERIALES	Olger Mora	15/06/2016	✓
MEJORAMIENTO	CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA	Olger Mora	15/10/2016	✓
CONTROL	IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS	Olger Mora	15/12/2016	Pendiente

Fuente: Elaboración propia

5.4.2 Bitácora

Las bitácoras desarrolladas durante la práctica supervisada están adjuntas en la sección de anexos.

5.4.3 Detección de debilidades o carencias

Entre las debilidades o carencias experimentadas durante la creación de este prototipo se puede citar:

1. El cargador realizado permite cargar simultáneamente veinticuatro baterías, no obstante, el prototipo del dispositivo de seguridad y conexión tiene una capacidad por el momento de dos baterías conectadas al mismo tiempo.

2. Mencionado el primer punto, existe una carencia a nivel del controlador que comunica el cargador con el dispositivo de conexión y seguridad ya que este mismo fue diseñado para solo controlar dos baterías.

5.4.4 Acciones de mejoramiento de cada una

Como parte de las posibles mejoras o soluciones que se pueden plantar debido a las carencias mencionadas anteriormente se puede proponer:

1. El dispositivo de seguridad y conexión se ampliaría hasta obtener la capacidad máxima, cuando se creó este prototipo, el suplidor confirmó que puede cambiar un poco su diseño para poder aumentar la capacidad, cumpliendo con los requerimientos actuales.
2. Para la debilidad o carencia número 2, se pueden encontrar dos posibilidades para poder aumentar la capacidad del controlador que comunica el cargador con el dispositivo de conexión y seguridad, por las cuales se puede mencionar:
 - a. Se puede tomar el actual controlador y multiplicar sus componentes para poder obtener la capacidad del cargador, ahora cabe mencionar que aparte de la suma de componentes físicos, este cambio también impacta el programa realizado en LabVIEW, este mismo tendría que modificarse hasta obtener el soporte de las veinticuatro baterías, sería similar decir que se debe multiplicar su programación también, utilizando los mismos comandos.
 - b. Otra opción es tomar un controlador de relés que actualmente es utilizado en otras máquinas y adaptarlo al prototipo actual, se analizó y este sería muy útil ya que cumple con los requerimientos actuales, sin embargo, conlleva a una modificación mayor en el actual programa de LabVIEW.

Estas dos propuestas serán presentadas a la gerencia para poder elegir la mejor opción y así poner en marcha el prototipo elegido en la planta de producción.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Una vez terminada la práctica supervisada para el desarrollo e implementación de un sistema automatizado para la recarga de baterías en el proceso de manufactura, Hospira Costa Rica y cumpliendo con los requerimientos de la empresa y las agencias reguladoras, manteniendo el contrato de confidencialidad requerida por la empresa Hospira, se concluye:

Basado en el análisis y entrevistas realizadas durante la práctica supervisada, se comprendió que el proceso de baterías requerida de una mejora para incrementar la seguridad del operador a la hora de realizar las actividades cotidianas, además que se carecía de mucha información valiosa que no se recolectaba debido a la falta de tecnología durante la recarga.

Se identificó el proceso de carga de baterías como una oportunidad de mejorar las actuales prácticas, se evaluó las actuales carencias y basado en los requerimientos actuales, se determina realizar un cambio que permita el ingreso de nuevas tecnologías de la mano de la seguridad de los usuarios que cumplan con los estándares regulatorios.

La situación actual contemplaba dos maneras de poder cargar este tipo de baterías, para compañías de alta manufactura donde la interacción de los operarios es fundamental, tener varias formas de realizar una tarea genera errores que podrían afectar con la seguridad de los pacientes. Por lo tanto, basado en que las baterías se cargan basadas en su voltaje con cierto nivel de corriente, el ajustar voltaje en un modo de carga y el otro la corriente, se convertía realmente en una operación complicada para el operador.

Basado en esto y que en las baterías el voltaje es de suma importancia, se decide utilizar el método paralelo, el cual permite conectar las baterías de esta forma para que todas reciban el mismo voltaje; el punto clave en la selección fue que al utilizar una fuente conmutada, esta permite mantener el mismo voltaje a todas las baterías y a su vez controla la corriente a cada una por medio de las resistencias. Más

importante, este proceso sucede automáticamente sin tener que modificar algo al actual circuito, lo cual facilita las tareas del operador.

Una vez seleccionado el modo, se procede a la construcción del prototipo, buscando dos objetivos principales, el primero eliminar la interacción del operador para configurar el equipo, dependiendo de las baterías por cargar y la segunda, buscar la seguridad del usuario al momento de conectar las baterías hacia la fuente.

Se realizó una encuesta al personal envuelto en el proceso para saber realmente las necesidades y el resultado del personal consideró la importancia de este proceso de recarga de baterías y que se realice de acuerdo a las especificaciones de la bomba de infusión, a su vez cumpla con los procedimientos y las regulaciones por las cuales se rige la empresa. Además, el personal entrevistado cree en el valor agregado de mejorar este proceso en busca tanto de la seguridad del personal como de su regulación.

Con el análisis efectuado a los requerimientos locales de la empresa Hospira, se determinó la relevancia que tienen para poder implementar nuevos procesos o equipos, determinando los pasos a seguir para el desarrollo de la mejora en el método de carga de baterías en el material localizado en bodega. Estos procedimientos establecieron las pautas que debía cumplir el sistema de recarga de baterías para poder utilizarlo de manera efectiva en la planta.

Tomando lo anterior en consideración, se desarrolló un prototipo basado en las últimas tecnologías, como LabVIEW, Iteadunio Uno, entre otros, que permitió la creación de un equipo confiable, seguro y sencillo de usar para el operador. Este prototipo se compone de tres grandes bloques de diseño, el primero el cargador que permite la carga de baterías de una manera más eficiente, el dispositivo de seguridad y conexión que elimina cualquier actividad insegura para el operario y la última, el panel de control que es el programa el cual permite la interacción del operador con los equipos y la recolección de información importante de voltaje durante el proceso de recarga.

Además este nuevo proceso elimina la posibilidad de cometer errores que puedan causar daños a las baterías que a la larga se podrían transformar en quejas hacia los clientes. Al ser la batería uno de los componentes críticos del dispositivo, es de suma importancia que este mismo funcione de forma correcta.

Como resultado del desarrollo de este prototipo se evidencian los beneficios adquiridos con la posible implementación del nuevo cargador de baterías, puesto que el periodo de recuperación de la inversión es de aproximadamente veintiséis meses y la relación de costo beneficio, demostró que el beneficio es de un 1.99 veces más con respecto al costo de operar sin el sistema. Ahora la naturaleza de este proyecto es más el beneficio que se genera a nivel de confianza con los entes regulatorios para poder cumplir con las regulaciones, además de obtener una mejor seguridad en los operadores.

6.2 Recomendaciones

Este prototipo de sistema de recarga de baterías se puede mejorar para lograr cubrir con la cantidad de baterías que maneja el Departamento de Bodega, a saber:

El actual prototipo tanto en el equipo de seguridad que se diseñó, tiene una capacidad de dos nidos, quiere decir que se puede cargar simultáneamente dos baterías, sin embargo, el cargador de la batería tiene una capacidad máxima de veinticuatro baterías. Por lo cual será necesario ampliar la capacidad del equipo de carga de dos a veinticuatro nidos.

El controlador del equipo de carga de los dos nidos es basado en Iteaduino, que realiza la comunicación del mismo con el programa de LabVIEW, este controla tres electroválvulas, dos para el sistema de bloqueo de nidos y una para subir y bajar los pistones que permiten la conexión de los pogo pines hacia las terminales de las baterías. Para poder ampliar la capacidad de los nidos, se pueden realizar de dos maneras:

- a) La primera sería tomar el diseño actual del controlador y ampliarlo a veinticuatro nidos, requiere al menos de dos lteadunio Uno, veinticinco relés, veinticinco electroválvulas y dos reguladores de 24V a 5V.
- b) Otra opción es que actualmente existe un bloque de relés que es utilizado en otros equipos automatizados en la planta, este módulo de relés requiere una programación diferente en LabVIEW y se eliminaría el uso de lteaduino, por lo cual el actual diseño del programa cambia radicalmente.

Estas dos recomendaciones son viables y estarán disponibles por evaluar por el Departamento de Ingeniería en busca de la mejor opción para poder cumplir con la carga máxima que puede proporcionar el cargador y las necesidades del negocio.

Una vez que se elija cualquiera de las recomendaciones mencionadas, se procederá a la creación masiva del cargador y equipo de carga para poder cubrir con la demanda actual de carga de baterías realizada en bodega.

Por último, este prototipo fue diseñado para el tipo de batería LC-R064R5P, sin embargo, en la compañía existen dos tipos más de baterías, por lo que se recomendó, la creación del nido que aplica para las mismas y una modificación menor al programa que cambie el tiempo de carga, para poder cumplir con las especificaciones de ellas.

Bibliografía

Adafruit. (2016). *Adafruit*. Retrieved from <https://www.adafruit.com/>

AG, B. (n.d.). *http://www.baslerweb.com*. Retrieved from <http://www.baslerweb.com/en/vision-campus/aoi>

Alliedelec. (2016). Retrieved from Alliedelec: <http://www.alliedelec.com/smc-corporation-sy5120-5dz-01t/70071143/>

Arduino. (2016). *Arduino*. Retrieved from <http://www.arduino.cc>

Barrantes. (1999).

CRCibernética. (2016). Retrieved from CRCibernética: <http://www.CRCibernética.com/itearduino-uno/>

Digikey. (2016). Retrieved from Digikey: <http://www.digikey.com/catalog/en/partgroup/v23105-axicom-series/975>

Distritec. (2013). *Qué es una electroválvula y para que sirve*. Retrieved from www.Distritec.com.ar

Ebel, F., Idler, S., Prede, G., & D, S. (2008).

Echu. (n.d.). *Echu*. Retrieved from <ftp://ftp.ehu.es> (ftp://ftp.ehu.es/cidira/dptos/depjt/Instrumentacion/BK-ANGEL/10_LabVIEW/Instrumentos_virtuales.PDF)

Enciclopedia. (2010, 07 03). *Enciclopedia*. Retrieved from <http://enciclopedia.us.es/index.php/Computadora>

F. Torres, C. F. (n.d.). *http://rua.ua.es*. Retrieved from http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/18433/1/Tema%202_Sensores%20y%20Detectores.pdf

Fidestec. (2014). *Fidestec*. Retrieved from <http://fidestec.com/blog/fuentes-de-alimentacion-conmutadas-01/>

González, J. R., & A, E. M. (2004). <http://electricidad.utpuebla.edu.mx>. Retrieved from <http://electricidad.utpuebla.edu.mx/Manuales%20de%20asignatura/4to%20cuatrimestre/Contactores%20y%20relevadores.pdf>

González, J. R., & Aguilar, E. (2004). <http://electricidad.utpuebla.edu.mx>. Retrieved from <http://electricidad.utpuebla.edu.mx/Manuales%20de%20asignatura/4to%20cuatrimestre/Contactores%20y%20relevadores.pdf>

<http://definicion.de>. (n.d.). Retrieved from <http://definicion.de/regulación>

<http://definicion.de>. (n.d.). <http://definicion.de>. Retrieved from <http://definicion.de/sensor/#ixzz3som680DC>

<http://definicion.de>. (n.d.). <http://definicion.de/sensor/#ixzz3som680DC>. Retrieved from <http://definicion.de/sensor/#ixzz3som680DC>

<http://definicion.mx>. (n.d.). <http://definicion.mx>. Retrieved from <http://definicion.mx/proceso/>

<http://info.bannerengineering.com>. (n.d.). <http://info.bannerengineering.com>. Retrieved from <http://info.bannerengineering.com/cs/groups/public/documents/literature/>

<http://www.baslerweb.com>. (n.d.). <http://www.baslerweb.com>. Retrieved from <http://www.baslerweb.com/en/vision-campus/aoi>

<http://www.distritec.com.ar>. (2013, Agosto 26). <http://www.distritec.com.ar/>. Retrieved from <http://www.distritec.com.ar/novedad-detalle.php?titulo=%BFQU%C9%20SON%20LAS%20ELECTROV%C1LVULAS?>

<http://www.esi2.us.es>. (n.d.). <http://www.esi2.us.es>. Retrieved from <http://www.esi2.us.es/~asun/LCPC06/Tutorial Labview.pdf>

<http://www.investopedia.com>. (n.d.). <http://www.investopedia.com>. Retrieved from <http://www.investopedia.com/terms/f/fda.asp>

<http://www.ni.com>. (n.d.). <http://www.ni.com/labview/vision/>. Retrieved from <http://www.ni.com/labview/vision/>.

Humphrey. (2016). Retrieved from Humphrey: <http://www.humphrey-products.com/dynamic/products?drupalSearch=410-12&offset=0>

Instruments, N. (2013). *Automated Inspection Tutorial*.

Mecatronica. (2009, 07 02). *Mecatronica*. Retrieved from <http://mecatronica.blogcindario.com/2009/07/00015-automatizacion-de-procesos.html>

Moreno, M. (n.d.). <http://www.microautomacion.com>. Retrieved from <http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual021IntroduccionalaNeumtica.pdf>

Mouser. (2016). Recuperado de Mouser: <http://www.mouser.com>

Muñoz, C. (2011). *Como elaborar y asesorar una investigacion de tesis*. Mexico: Pearson.

Nacional, E. P. (2011). *Escuela Pirotécnica Nacional*.

Newark. (2016). Retrieved from Newark: <http://www.newark.com/schneider-electric/rsb2a080bd/relay-dpdt-250vac-8a/dp/20K2717>

Nuñez, B. (n.d.). <http://www.itescham.com>. Retrieved from <http://www.itescham.com/Syllabus/Doctos/r759.PDF>

OMRON. (2016, 08 08). Retrieved from OMRON: <https://www.ia.omron.com/product/item/5428/>

Ortega, E. J. (2014, Junio 22). <http://www.slideshare.net>. Retrieved from <http://www.slideshare.net/hernancardenas9400/clasificacion-de-sensores-36167798>

Pazos, E., & Gutierrez, F. (2011). *Manual para el curso de Métodos de Investigación*. San Jose C.R.: Secade.

Rockwellautomation. (2016). Retrieved from Rockwellautomation: <http://ab.rockwellautomation.com/Power-Supplies/Performance-Switched-Mode-Power-Supplies>

Rodríguez, J., & Mercado, E. (2004). *Contactores y relevadores*.

Rosa, E. G. (1995). <https://metodosk.files.wordpress.com>. Retrieved from <https://metodosk.files.wordpress.com/2008/08/investigacioncuantitativacualitativa.pdf>

RS Components . (2016). *RS Componentes*. Retrieved from <http://ph.rs-online.com/>

Ruiz, D. (2012, Octubre 5). <http://es.slideshare.net>. Retrieved from <http://es.slideshare.net/RuizDario/bombas-de-infusin-14603098>

Sampieri, R., Fernandez, C., & Batispta, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México.

sc.ehu.es. (n.d.). [sc.ehu.es](http://www.sc.ehu.es). Retrieved from <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm>

Startech. (2016). *Startech*. Retrieved from <https://www.startech.com>

Torbeck, L. D. (2010, Septiembre 02). <http://www.pharmtech.com>. Retrieved from <http://www.pharmtech.com/statistical-solutions-visual-inspection-goes-viral>

www.distritec.com.ar. (2016, 09). Retrieved from <http://www.distritec.com.ar/novedad-detalle.php?titulo=%BFQU%C9%20SON%20LAS%20ELECTROV%C1LVULAS?>

www.marcombo.com. (2016, 09). Retrieved from [http://www.marcombo.com/Descargas/9788426715753/SENSORES/TEMAS/SA%20Tema%2005%20Sensores%20optoelectronicos%20\(1\).pdf](http://www.marcombo.com/Descargas/9788426715753/SENSORES/TEMAS/SA%20Tema%2005%20Sensores%20optoelectronicos%20(1).pdf)

Anexos

Lista de Anexos

Anexo 1: Hoja de datos de la batería.

Anexo 2: Hoja de datos fuente TDK-Lambda.

Anexo 3: Hoja de datos de Resistencia.

Anexo 4: Programacion en LabVIEW utilizada para este proyecto.

Anexo 5: Encuesta realizada al personal.

Anexo 6: Hoja de datos electroválvula SY5120-5DZ-01

Anexo 7: Programa de LabVIEW

Anexo 8: Cargador de baterías

Anexo 9: Bitácoras.

Anexo 10: Video de funcionabilidad del prototipo.

Nota:

En el CD se encuentra una carpeta con el nombre de Anexos, dentro de ella se encontrarán todos los archivos originales que se utilizaron para el desarrollo de la tesis.