



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA

OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

PROYECTO TÉCNICO:

**DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE
LEVANTAMIENTO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD
MOTRIZ**

AUTORES:

**Francisco Javier del Pezo Mieles
Henry Geovanny Madero Fernández**

TUTOR:

**Ing. Luis Antonio Neira Clemente MSc.
GUAYAQUIL – ECUADOR**

2020

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA

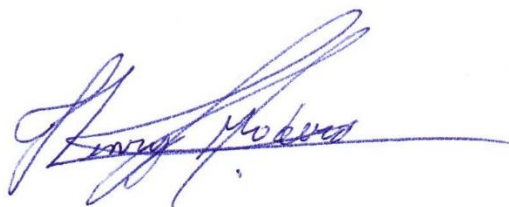
Nosotros, **Francisco Javier del Pezo Mieles** y **Henry Geovanny Madero Fernández** autorizamos a la **Universidad Politécnica Salesiana** la publicación total o parcial de este trabajo de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Además, se declara que los conceptos y análisis desarrollados y conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.



Francisco Javier del Pezo Mieles

Cédula: 0930643853



Henry Geovanny Madero Fernández

Cédula: 0925805723

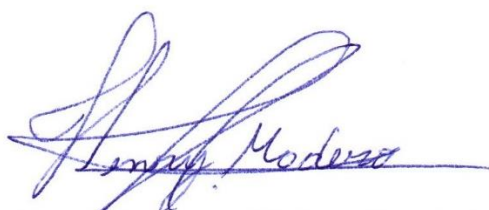
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros **Francisco Javier del Pezo Mieles**, con documento de identificación N° 0930643853 y **Henry Geovanny Madero Fernández**, con documento de identificación N° **0925805723**, manifestamos nuestra voluntad y ceder a la **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA** la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de grado titulado: “**DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE LEVANTAMIENTO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ**” mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de **INGENIERO ELECTRÓNICO**, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos antes cedidos.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscrito este documento en el momento que se realiza la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Francisco Javier del Pezo Mieles
Cédula: 0930643853



Henry Geovanny Madero Fernández
Cédula: 0925805723

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación **"DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE LEVANTAMIENTO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ"** con resolución de aprobación de Consejo de Carrera N° 247-006-2018-03-23 realizado por los estudiantes **Francisco Javier del Pezo Mieles**, con documento de identificación N° 0930643853 y **Henry Geovanny Madero Fernández**, con documento de identificación N° 0925805723, obteniendo un producto que cumple con los objetivos del diseño de aprobación, informe final y demás requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Guayaquil, 13 de Marzo del 2020



Ing. Luis Antonio Neira Clemente MSc

Docente

DEDICATORIA

Este proyecto de titulación está dedicado primero a Dios que me ha dado la fuerza para seguir adelante durante mi vida.

A mi querida mamá María Eiralda Mieleles Moreira, que me ha incentivado a nunca rendirme, culminando todo lo que me propongo.

A mi querido papá Luis Alberto Del Pezo Tomalá, que ha confiado en mí y me ayudado durante todo este camino de ser ingeniero

A mi mami Dorita por siempre estar pendiente de mí y escucharme en los momentos que más necesito.

A mis hermanos Andrea y José Luis, Uds. son los mejor que me ha pasado en mi vida.

Francisco Javier del Pezo Mieleles

DEDICATORIA

Quiero dedicarle este proyecto principalmente a Dios, ya que en tiempos difíciles me ha brindado la fortaleza y sabiduría para poder tomar buenas decisiones.

A mis padres Elsa Fernández Johnson y José Madero Ordoñez, que me ha guiado y ayudado siempre en todos los aspectos de mi vida.

A mis hermanos especialmente a mi hermana Meysse Madero que siempre ha estado en los buenos y malos momentos.

A mi esposa e hijos, que me han brindado su apoyo incondicional en todo este proceso.

A la memoria de mi mejor amigo Marcos Sánchez Roseros, que me brindó su apoyo incondicional.

Henry Geovanny Madero Fernández

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme vida y fortaleza para seguir adelante junto a mi familia.

Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana y a los profesores por todas esas horas que me brindaron para poder enseñarme todo lo que necesito para ser un buen profesional.

Agradezco al Ing. Luis Neira Clemente, por ser un buen tutor de este proyecto, guiándonos y estando pendiente que sea un buen resultado.

Agradezco a mi amigo Henry Madero F., que gracias a su ayuda incondicional hemos podido culminar esta etapa de nuestra vida.

Francisco Javier del Pezo Mieles

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios que a asido mi fortaleza y sabiduría para poder seguir adelante, en este proyecto.

Agradezco a mis padres por brindarme un apoyo incondicional, ya que han sido pilar fundamenta en mi carrera y un especial agradecimiento a mi mami que siempre me ha dado buenos consejo. A mi esposa Johanna Gómez que me tenido la paciencia.

Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil y a los profesores por todas esas horas que me brindaron para poder enseñarme todo lo que necesito para ser un buen profesional.

Agradezco al Ing. Luis Neira Clemente MSc. y al Ing. Byron Lima Cedeño MSc., por su apoyo incondicional en este proyecto y en otro que he tenido a lo largo de mi vida estudiantil.

Agradezco a mi amigo Francisco Del Pezo Mieles, ya que con su ayuda pudimos terminar este proyecto.

Henry Geovanny Madero Fernández

RESUMEN

AÑO	ALUMNOS	DIRECTOR DE PROYECTO TÉCNICO	TEMA DE PROYECTO TÉCNICO
2020	Francisco Javier del Pezo Miele Henry Geovanny Madero Fernández	ING. Luis Antonio Neira Clemente, MSc.	Diseño y desarrollo de un sistema de levantamiento para personas con discapacidad motriz

El presente proyecto técnico, Diseño y desarrollo de un sistema de levantamiento para personas con discapacidad motriz, tiene como objetivo el diseño e implementación de un sistema de levantamiento para personas con discapacidad motriz, utilizando un sistema PID por el cual se accionan motores para asegurar el traslado del sujeto.

El objetivo principal es elaborar un sistema mecánico de carga, que consta con tecnología de la familia de National Instruments a la par con microcontroladores Arduino, actuadores y controladores de potencia.

La idea principal es que, mediante una cámara se podrá visualizar al paciente en el transcurso del recorrido y sensando la ubicación del sujeto mediante periféricos de distancias.

Palabras clave: Arduino, Labview, sistema de carga, discapacidad motriz

ABSTRACT

YEAR	STUDENTS	DIRECTOR OF TECHNICAL PROJECT	TECHNICAL PROJECT THEME
2020	Francisco Javier del Pezo Mieles Henry Geovanny Madero Fernández	ING. Luis Antonio Neira Clemente, MSc.	Design and development of a lifting system for people with motor disabilities

The objective of this technical project, Design and development of a lifting system for people with motor disabilities, is the design and implementation of a lifting system for people with motor disabilities, using a PID system by which motors are driven to ensure the transfer of the subject.

The main idea is that, by means of a camera, the patient can be visualized during the course and feeling the location of the subject through peripheral distances.

Keywords: Arduino, Labview, charging system, motor disability

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN.....	IV
DEDICATORIA	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
ÍNDICE GENERAL.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVI
INTRODUCCIÓN	II
1. EL PROBLEMA	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Importancia y Alcances	2
1.3. Delimitación	2
1.3.1. Temporal	2
1.3.2. Espacial	2
1.3.3. Académica	3
1.3.4. Innovación.....	3
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo genera.....	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	4
2.1. Arduino Uno	4
2.2. Sensor Ultrasonido	4
2.3. Labview.....	5
2.4. Panel Frontal Labview.....	5
2.5. Bloque de diagrama	6
2.6. Labview Firmware para Arduino (Lifa Base).....	6
2.7. Daq USB 6009.....	7
2.8. Transductancia.....	7
2.9. Tecla eléctrico	8

2.10. Aplicación de polipasto eléctrico Ellsen	8
2.11. Winches Eléctricos	9
2.12. Variador de velocidad.....	10
2.13. Cámaras IP inalámbricas.....	10
2.14. Grúas de techo fijas.....	11
2.15. Grúas de techo portátiles.....	11
2.16. Grúas móviles.....	12
2.17. Grúas de bipedestación	13
2.18. Controlador PID.....	13
2.19. Constante Proporcional (P)	14
2.20. Constante Integral (I).....	14
2.21. Constante Derivativa (D).....	15
2.22. Enfermedad Motriz Cerebral	15
2.23. Causas de la enfermedad Motriz.....	15
2.24. Centro de Gravedad	16
2.25. Índice de Masa Corporal.....	16
3. MARCO METODOLÓGICO	17
3.1. Diagrama de control	17
3.2. Diseño de estructura	17
3.3. Tecle grúa de la estructura.....	19
3.4. Trolley eléctrico	19
3.5. Diseño del variador de velocidad	20
3.6. Etapa de alimentación para microcontroladores.....	21
3.7. Etapa de potencia para el teclé	22
3.8. Circuito cruce por cero	23
3.9. Tarjeta de adquisición de datos.....	24
3.10. Etapa de alimentación.....	25
3.11. Análisis de la columna	26
3.12. Detección de cruce por cero	27
3.13. Control de la onda.....	28
3.14. Triac BTA40, BTA41, BTB41	28
4. Funcionamiento del prototipo del teclé para pacientes.....	29
4.1. Detalle del software de la cama a la silla	29
4.2. Detalle del software de la silla a la cama	33
4.3. Detalle del funcionamiento	36
4.4. Configuración del circuito cerrado de cámara IP	37

RESULTADOS	42
CONCLUSIONES.....	46
RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	48
ANEXOS.....	50
Anexo 1 Código del variador	50
Anexo 2 Conexiones del prototipo.....	52
Anexo 3 Ensamblado de la estructura.....	53
Anexo 4 Panel de circuitos	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Arduino Uno (Nicolas Goilav, 2018)	4
Figura 2: Ultrasónico (ElecFreaks, 2017)	4
Figura 3: Labview (Ni, Labview, 2019)	5
Figura 4: Panel Frontal.....	5
Figura 5: Bloque de diagrama.....	6
Figura 6: Lifa base	6
Figura 7: Daq USB 6009 (Ni, USB-6009, 2019).....	7
Figura 8: Tarjeta de transductancia (Drok, 2017)	7
Figura 9: Teclé eléctrico (Polipasto Electrico, 2019)	8
Figura 10: Teclé o polipasto eléctrico (Polipasto Electrico, 2019).....	9
Figura 11: Winches Eléctricos (Csbeaver, 2019).....	9
Figura 12: Variador de velocidad (emb, 2014)	10
Figura 13: Cámara inalámbrica.....	11
Figura 14: Grúas de techo fijas (Entornoaccesible, 2019)	11
Figura 15: Grúas de techo portables (Entornoaccesible, 2019)	12
Figura 16: Grúa móvil (Entornoaccesible, 2019).....	13
Figura 17: Grúa de bipedestación (Entornoaccesible, 2019).....	13
Figura 18: Controlador PID. (Manuel Baltieri, 2018)	14
Figura 19: Constante Proporcional. (Manuel Baltieri, 2018)	14
Figura 20: Constante Integral (Manuel Baltieri, 2018)	14
Figura 21: Constante derivativa (Manuel Baltieri, 2018).....	15
Figura 22: Diagrama de control.....	17
Figura 23: Estructura de transportador	17
Figura 24: Componentes de estructura	18
Figura 25: Estructura de transportador	19
Figura 26: Trolley Eléctrico (Bremeksac, 2018)	19
Figura 27: Variador mediante atmega328p tarjeta de control.....	20
Figura 28: Variador mediante atmega328p tarjeta de control.....	20
Figura 29: Etapa de alimentación esquemático	21
Figura 30: Etapa de alimentación tarjeta PCB.....	21
Figura 31: Etapa de potencia de teclé esquemático.....	22
Figura 32: Etapa de potencia de teclé tarjeta PCB	22
Figura 33: Tarjeta de cruce por cero esquemático	23
Figura 34: Tarjeta de cruce por cero tarjeta PCB	23
Figura 35: Tarjeta de adquisición de datos esquemático	24
Figura 36: Tarjeta de adquisición de datos tarjeta PCB.....	25
Figura 37: Fuente de alimentación	25
Figura 38: Diagrama de Fuerza de columna	26
Figura 39: Análisis de estructura	27
Figura 40: Cruce por cero	28
Figura 41: Onda cortada	28
Figura 42: Funcionamiento triac (Area tecnologia, 2017)	29
Figura 43: Paso 1 en el código de cama a silla.....	30
Figura 44: Paso 2 en el código de cama a silla.....	30
Figura 45: Paso 3 en el código de cama a silla.....	31
Figura 46: Paso 4 en el código de cama a silla.....	31
Figura 47: Paso 5 en el código de cama a silla.....	32
Figura 48: Paso 6 en el código de cama a silla.....	32
Figura 49: Paso 1 en el código de silla a cama.....	33

Figura 50 Paso 2 en el código de silla a cama.....	33
Figura 51 Paso 3 en el código de silla a cama.....	34
Figura 52 Paso 4 en el código de silla a cama.....	34
Figura 53 Paso 5 en el código de silla a cama.....	35
Figura 54 Paso 6 en el código de silla a cama.....	35
Figura 55 Vi principal	36
Figura 56 Cámara IP V380	37
Figura 57. App V380 inicio de sesión.....	37
Figura 58. Añadir cámara IP.....	38
Figura 59. Confirmación cámara conectada a la fuente	38
Figura 60. Selección de “Waiting for WiFi smartlink configuration”.....	39
Figura 61. Selección de “Waiting for WiFi smartlink configuration”.....	39
Figura 62. Configuración de la red e ID del dispositivo.....	40
Figura 63. Nombre de la cámara IP	40
Figura 64. Visualización del paciente a través del celular	41
Figura 65 Pruebas en persona con lmc de 46.....	42
Figura 66 Respuesta del controlador en pruebas	42
Figura 67 Pruebas en persona con lmc de 34.....	43
Figura 68 Respuesta del controlador con persona de 200 libras	43
Figura 69 Pruebas en persona con lmc de 36.....	44
Figura 70 Respuesta del controlador con persona de 230 libras	44
Figura 71 Pruebas en persona con lmc. de 36.....	45
Figura 72 Respuesta del controlador con persona de 110 libras	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Lista de componentes de estructura	18
--	----

INTRODUCCIÓN

Las personas con discapacidad motriz, constan de pocas alternativas para poder levantarlas y los mecanismos comerciales que existen son demasiado costosos. Esto conlleva a que en ocasiones se levante al discapacitado en forma inadecuada, lo cual le puede causar un efecto secundario. Otro problema es que algunas personas que cuidan a este tipo de pacientes no tienen la fuerza necesaria para levantarlos, teniendo que depender de otros, que no siempre están disponibles.

Mediante el presente proyecto se implementó un sistema de carga el cual consiste en el levantamiento de una persona por medio de un tacle eléctrico accionado por un lazo de control PID para propulsar el desplazamiento del minusválido y limitado por un sensor de nivel ultrasónico. Esto se realiza con la ayuda de dispositivos como la tarjeta electrónica Arduino UNO, la cual recibe la señal de posición y emite una salida que va a un control de velocidad del motor AC. Adicionalmente existe una cámara de video para vigilar a la persona la cual puede ser observada en un teléfono celular. Todo el sistema es monitoreado y controlado con el Software Labview con la ayuda de la herramienta del bloque PID.

1. EL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

La discapacidad es la condición de vida de una persona, adquirida durante su gestación, nacimiento o infancia o cualquier otra etapa de la vida, que se manifiesta por limitaciones significativas en el funcionamiento intelectual, motriz, sensorial (vista y oído) y en la conducta, existen pocas alternativas para poder trasladarlos ya que conlleva a que en ocasiones se levanten al discapacitado en forma inadecuada, lo cual le puede causar un efecto secundario.

1.2. Importancia y Alcances

El presente trabajo contribuye al desarrollo del sistema de carga a pacientes con discapacidad motriz, ayudándolo de manera correcta en el levantamiento y traslado, asegurando que el paciente no sufra malestar por efecto de su traslado.

1.3. Delimitación

1.3.1. Temporal

La implementación de este proyecto se realizó en un intervalo de un año, seis meses a partir de la aprobación del mismo.

1.3.2. Espacial

Este proyecto será llevado a cabo en el hogar del paciente Rodolfo Elías Chang Gómez de 62 años de edad, el cual tiene una discapacidad motriz y actualmente es atendido por un pariente que tiene problemas en levantarlo y ponerlo en la silla de ruedas.

1.3.3. Académica

Se realizó un sistema de levantamiento de personas que consta en el accionamiento de un teclé eléctrico controlado por el Software Labview y con la ayuda de un circuito de control utilizando una tarjeta Arduino y un circuito de fuerza para variar la velocidad del motor del Teclé. También posee un sistema de vigilancia para el minusválido.

1.3.4. Innovación

Para la implementación del proyecto se empleó un sistema totalmente diseñado con código libre y un sistema de control en lazo cerrado para las rutinas de control para motivar en la creación de estos sistemas.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar y elaborar un sistema de levantamiento de personas utilizando un control PID para accionamiento de un motor y monitoreado con el Software Labview, para discapacitados motrices

1.4.2. Objetivos específicos

- Seleccionar un sistema mecánico de carga para el paciente.
- Diseñar y elaborar el sistema de fuerza eléctrica.
- Diseñar y elaborar el circuito de control utilizando la tarjeta arduino para adquisición y envío de señales analógicas.
- Realizar el programa en Labview para controlar y visualizar el sistema de levantamiento de la persona.
- Elaborar un circuito para sensar la ubicación de la persona utilizando un sensor ultrasónico.
- Elaborar un circuito para que el paciente sea observado con una cámara de video con conexión Wifi en un teléfono celular.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Arduino Uno

Es una placa de desarrollo de software libre sin restricciones al momento de desarrollar aplicaciones con un amplio contenido de librerías, trabaja mediante lenguaje c orientado a objetos , el dispositivo que se muestra en la figura 2, consta de 54 pines digitales, 4 UARTs, un cristal de 16Mhz, conexión USB, jack para alimentación DC (Nicolas Goilav, 2018).



Figura 1: Arduino Uno (Nicolas Goilav, 2018)

2.2. Sensor Ultrasonido

Es un sensor ultrasónico de bajo consumo de corriente y de precisión que puede sensar la presencia y calcular la cercanía de un objeto en un rango de 2 a 400 cm, su voltaje de alimentación es de 5 voltios DC. Tienen dos transductores, un emisor y un receptor como se muestra en la Figura 2 (Llanganate, 2017).



Figura 2: Ultrasonico (ElecFreaks, 2017)

2.3. Labview

Labview o laboratorio virtual de instrumentación posee un lenguaje de programación grafica en el cual se puede desarrollar aplicaciones de manera rápida para supervisión y monitoreo (Johnson, 1997).

Posee características de descomposición modular ya que cualquier VI que se cree puede convertirse en un sub programa de esta manera llamarlo en cualquier momento que se le necesite (Julio F. Acosta Nuñez, 2005).



Figura 3: Labview (Ni, Labview, 2019)

2.4. Panel Frontal Labview

Labview posee dos ventanas donde se crearan los programas una de estas es el panel frontal donde el usuario tendrá acceso a una interfaz donde se modificara variables , visualizara resultados mediante formas numéricas y graficas como se visualiza en la Figura 4 (Julio F. Acosta Nuñez, 2005).

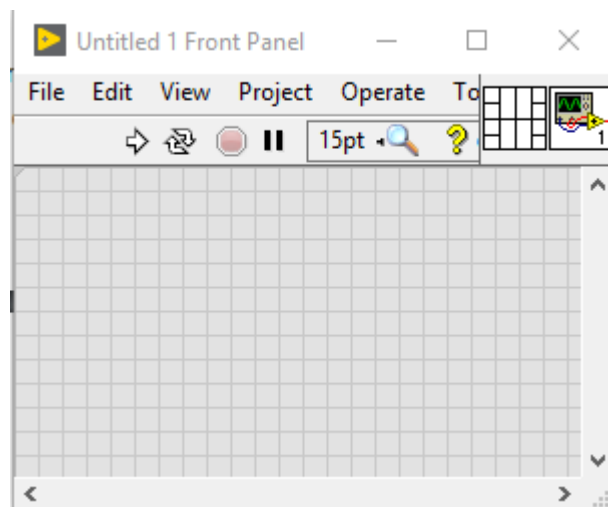


Figura 4: Panel Frontal

2.5. Bloque de diagrama

Labview posee dos ventanas donde se crearan los programas una de estas es el bloque de diagramas donde se programa los lazos de control, el lenguaje de programación es tipo diagrama siguiendo una secuencia, cada bloque se tienen que conectar mediante diferentes tipos de cables para que funcionen correctamente como se muestra en la Figura 5 (Julio F. Acosta Nuñez, 2005).

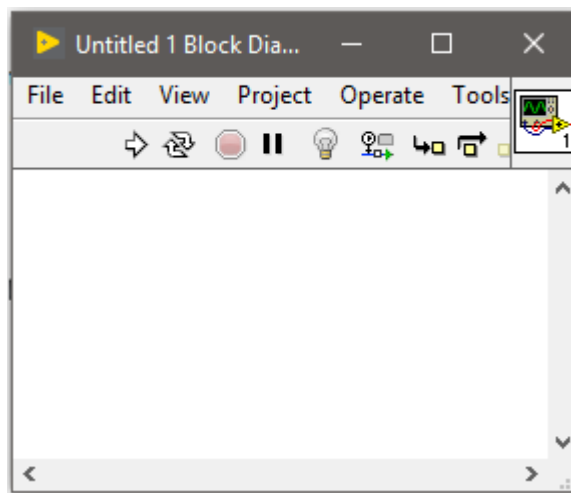


Figura 5: Bloque de diagrama

2.6. Labview Firmware para Arduino (Lifa Base)

Lifa es un complemento que se instala a labview el cual permite la iteración entre labview y Arduino mediante un soporte o bloques de control que se instalan en el bloque de diagrama llamando de manera óptima las funciones del Arduino tales como adquirir datos digitales, analógicos y demás protocolos de comunicación que posee la tarjeta (Naylampmechatronics, 2016).



Figura 6: Lifa base

2.7. Daq USB 6009

Tarjeta de adquisición de datos con interfaz USB posee entradas y salidas multifunción, 8 entradas analógicas de 14 Bits, 2 salidas analógicas, es un dispositivo de bajo costo, brinda funcionalidad básica para aplicaciones como registro de datos simple, medidas portátiles y experimentos académicos de laboratorio (Ni, USB-6009, 2019)



Figura 7: Daq USB 6009 (Ni, USB-6009, 2019)

2.8. Transductancia

El amplificador transductancia consta de la función de convertir voltaje a corriente mediante la corriente de salida tiene esta en función de la tensión de entrada pero independiente de la resistencia de carga, el modulo se muestra en la Figura 8 (Drok, 2017).



Figura 8: Tarjeta de transductancia (Drok, 2017)

2.9. Tecle eléctrico

Los tecles eléctricos o también llamados polipastos eléctricos se fabrican con los métodos de producción más avanzados y demuestran su excelente fiabilidad, seguridad y duración tras muchos años de uso. Desde el motor hasta el sistema electrónico, pasando por los engranajes, el freno y el sistema eléctrico, todo pasa por un estricto control de calidad.

La figura 9 muestra la estructura de un sensor de presión que consta de la parte de instrumentación o tarjeta electrónica, el sensor resistivo (Polipasto Electrico, 2019).

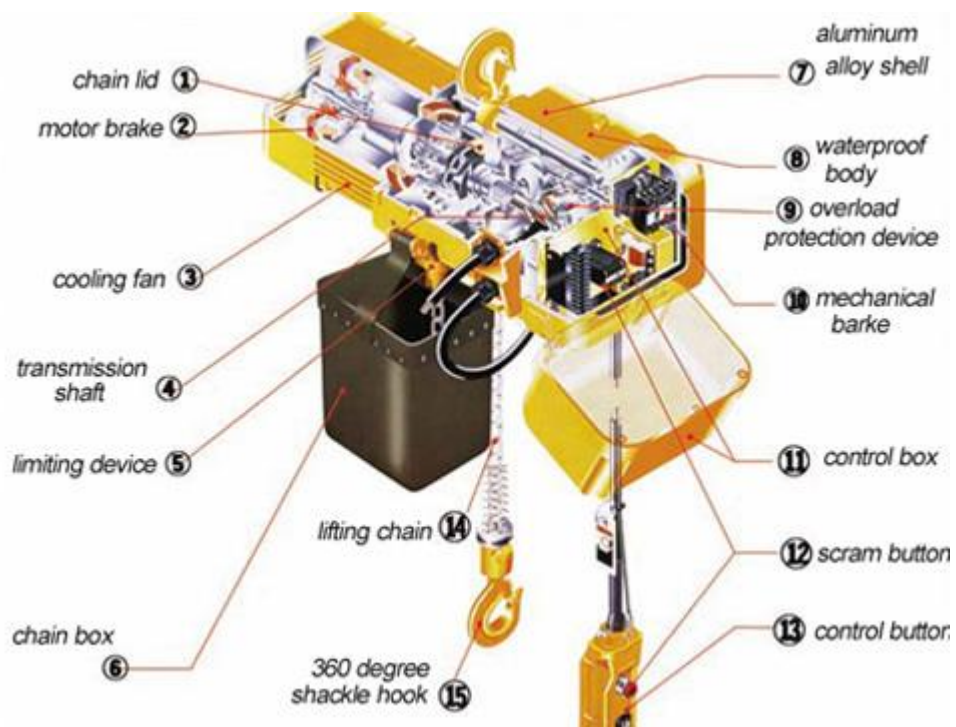


Figura 9: Tecle eléctrico (Polipasto Electrico, 2019)

2.10. Aplicación de polipasto eléctrico Ellsen

Los polipastos eléctricos de Ellsen tienen una estructura compacta, y así puede ahorrar el espacio de trabajo, cuenta con un sistema de transmisión individual, como elemento central es el motor eléctrico. Este componente suministra la energía eléctrica para el movimiento del equipo. La capacidad

de carga puede ser relativamente pequeña como 500 kg, 1 tonelada, 2 toneladas, también puede ser muy grande, como 50 toneladas, 100 toneladas, o más (Polipasto Electrico, 2019).



Figura 10: Tecle o polipasto eléctrico (Polipasto Electrico, 2019)

2.11. Winches Eléctricos

Los winches son aquellos dispositivos mecánicos que son impulsados por un motor eléctrico. Están diseñados para levantar y desplazar grandes cargas. Consiste en un rodillo giratorio, alrededor del cual se enrolla un cable o una maroma, lo cual provoca el movimiento en la carga sujeta al otro lado del mismo. Como por ejemplo, las anclas o cadenas en embarcaciones, barcos, plataformas petroleras, barcazas, entre otras (Csbeaver, 2019).



Figura 11: Winches Eléctricos (Csbeaver, 2019)

2.12. Variador de velocidad

Dispositivo o conjunto de dispositivos eléctricos o electrónicos empleados para control de la velocidad giratoria de maquinaria, conocido como Accionamiento de Velocidad Variable (ASD, también por sus siglas en inglés Adjustable-Speed Drive) (Phipps, 2019).

Los variadores de velocidad se emplean en una amplia gama de aplicaciones industriales, equipo de bombeo, bandas y transportadores industriales, elevadores, llenadoras, tornos y fresadoras (Spitzer, 1990).

Un variador de velocidad puede consistir en la combinación de un motor eléctrico y el controlador que se emplea para regular la velocidad del mismo (Siskind, 1963).



Figura 12: Variador de velocidad (emb, 2014)

2.13. Cámaras IP inalámbricas

Es una cámara de video digital o periférico bidireccional que nos permite la transmisión de video y audio digital por medio de la red inalámbricas WLAN, de esta manera lograr una adquisición de video en tiempo real transmitiendo a una dirección IP estática (Informaticamoderna, 2002).



Figura 13: Cámara inalámbrica

2.14. Grúas de techo fijas

Las grúas de techo son, con frecuencia, la solución más óptima para una necesidad de elevación a largo plazo ya que permiten, a través de unos simples raíles, desplazar a una persona dentro de una estancia, o incluso establecer un itinerario recorriendo varias estancias, sin alterar el aspecto visual del entorno. (Entornoaccesible, 2019)



Figura 14: Grúas de techo fijas (Entornoaccesible, 2019)

2.15. Grúas de techo portátiles

Las grúas de techo portátiles o sistemas de pórtico, son sistemas autónomos y una alternativa excelente a una grúa de techo fija, es una solución perfecta cuando la necesidad de elevación sea temporal o que pueda o no se desee realizar una instalación fija por diversos motivos (configuración arquitectónica, causas estructurales, etc.) (Accesible, 2019)



Figura 15: Grúas de techo portables (Entornoaccesible, 2019)

2.16. Grúas móviles

Éste tipo de grúas son ideales para pacientes discapacitados, sin movilidad o con movilidad reducida, y que no pueden, o apenas, colaborar en las operaciones de elevación y transferencia. Sus ruedas nos permiten mover y circular la grúa por una habitación, o de unas estancias a otras. El ancho regulable del chasis hace posible maniobrar la grúa alrededor de obstáculos, meterla por debajo de la cama o acercarla sin problemas a sillas, sillas de ruedas, al tiempo de limitar al mínimo el uso de espacio. Las grúas móviles ofrecen una gran versatilidad de maniobras (Entornoaccesible, 2019).



Figura 16: Grúa móvil (Entornoaccesible, 2019)

2.17. Grúas de bipedestación

También llamadas grúas bipedestadoras o grúas cambia pañales, permiten realizar todas las operaciones de elevación y traslado de los pacientes desde una cama, silla normal o silla de ruedas. Están indicadas especialmente para Personas que tienen cierto grado de movilidad, aunque con dificultades para levantarse y permanecer en pie. Éste tipo de grúas promueven la movilidad de los pacientes, y son también muy utilizadas en tratamientos de rehabilitación. (Entornoaccesible, 2019).



Figura 17: Grúa de bipedestación (Entornoaccesible, 2019)

2.18. Controlador PID

El control PID (proporcional integral derivativo), es un control en lazo cerrado, el cual tiene una entrada, salida y la etapa de procesamiento conteniendo la fórmula matemática donde el error de predicción $e(t)$ viene dado por la

diferencia entre un señal de referencia deseada $r(t)$ y la salida $y(t)$ de un proceso, los diferentes términos, uno proporcional al error (término P), que se integra el error con el tiempo (término I) y con diferencia con el tiempo(termino D) véase en Figura 18, la cual ayuda a que la desviación o error se encuentre en un valor óptimo para el sistema a controlar (Astrom, 1995).

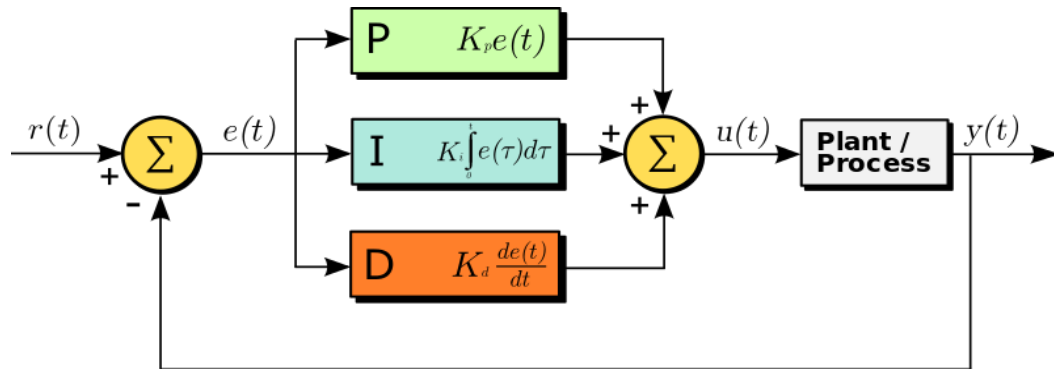


Figura 18: Controlador PID. (Manuel Baltieri, 2018)

2.19. Constante Proporcional (P)

La constante proporcional es el producto entre la señal de error y la constante proporcional conteniendo como resultante el error de estado estacionario para su aproximación a cero véase en la figura 19. (Astrom, 1995).

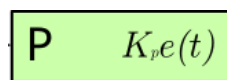


Figura 19: Constante Proporcional. (Manuel Baltieri, 2018)

2.20. Constante Integral (I)

La constante integral ayuda a disminuir el error en estado estacionario generado por perturbaciones exteriores, integrando la derivación en el tiempo que ocurre entre la variable y el punto de referencia véase en figura 20. (Astrom, 1995).

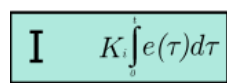


Figura 20: Constante Integral (Manuel Baltieri, 2018)

2.21. Constante Derivativa (D)

La constante derivativa funciona para mantener el error de estado estacionario al mínimo corrigiéndole periódicamente que se genera en el cambio en un valor absoluto véase en Figura 21. (Astrom, 1995).


$$D \quad K_d \frac{de(t)}{dt}$$

Figura 21: Constante derivativa (Manuel Baltieri, 2018)

2.22. Enfermedad Motriz Cerebral

La enfermedad motriz cerebral (EMC) es un agrupamiento proteiforme que surge del amplio concepto de la parálisis cerebral, y señala la posible independencia entre lo físico y lo mental. Es la deficiencia que provoca en el individuo que la padece alguna disfunción en el aparato locomotor. Como consecuencia se pueden producir posturales, de desplazamiento o de coordinación del movimiento del cuerpo (Sáenz Ferral, 2016).

2.23. Causas de la enfermedad Motriz

Las causas de la enfermedad motriz están asociadas a estos factores:

- Causas prenatales: Aquellas que se adquieren antes del nacimiento, durante el embarazo. Existen varias causas, algunas de ellas se deben a enfermedades infecciosas o metabólicas que puede tener la madre durante el embarazo, por incompatibilidad de los componentes sanguíneos de los padres (Sáenz Ferral, 2016)..
- Causas perinatales: Aquellas que aparecen en el mismo momento de nacer. Hay varias como en el caso anterior y alguno de estos ejemplos pueden ser la falta de oxígeno prolongada o la obstrucción de las vías respiratorias, daños en el cerebro en el momento del parto (daño con el fórceps, por ejemplo), la prematuridad del bebé (Sáenz Ferral, 2016)..

- Causas postnatales: Aquellas que aparecen una vez que el bebé ya ha nacido. Estas pueden ser de índole diferente, como por ejemplo, que el niño se contagie de enfermedades como la meningitis, que sufra alguna hemorragia cerebral, trombos (Sáenz Ferral, 2016)..

2.24. Centro de Gravedad

El centro de gravedad es el punto de aplicación de la resultante de todas las fuerzas de gravedad que actúan sobre las distintas porciones materiales de un cuerpo, de tal forma que el momento respecto a cualquier punto resultante aplicada en el centro de gravedad es el mismo que el producido por los pesos de todas las masas materiales que constituyen dicho cuerpo (Benavides Peralta, 2011)

2.25. Índice de Masa Corporal

El IMC es el factor de índice de masa corporal el cual es usado para estimar el sobrepeso de una persona, mediante cual se toma la altura y el peso de la persona las cuales se dividen entre si dando como resultante el factor de masa corporal.

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diagrama de control

El diagrama de bloques del prototipo se muestra en la Figura 22 para el control del tcele mediante el controlador y los variadores de velocidad mediante el cual tendrá como referencia un valor dado por el programa labview en la cual se configura la distancia mediante un control en lazo cerrado PID que tendrá como retroalimentación el sensor de distancia shr-04 con un filtro para la eliminación de ruido mediante software.

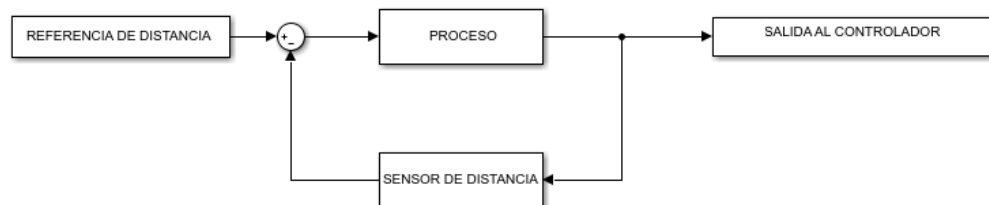


Figura 22. Diagrama de control

3.2. Diseño de estructura

Para el diseño de la estructura se utilizó el sistema de tcele convencional que constan de vigas, sistemas de rieles donde se desplazara el mecanismo de desplazamiento que transportara a la persona como se muestra en la Figura 23.

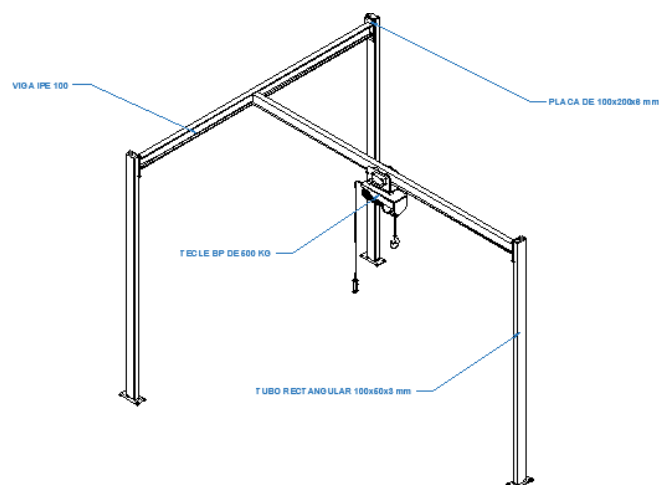


Figura 23. Estructura de transportador

La estructura tiene la ventaja de poder ser desarmada y ensamblada de manera eficiente como se muestra en la figura 24 y su listado de componentes en la tabla 1

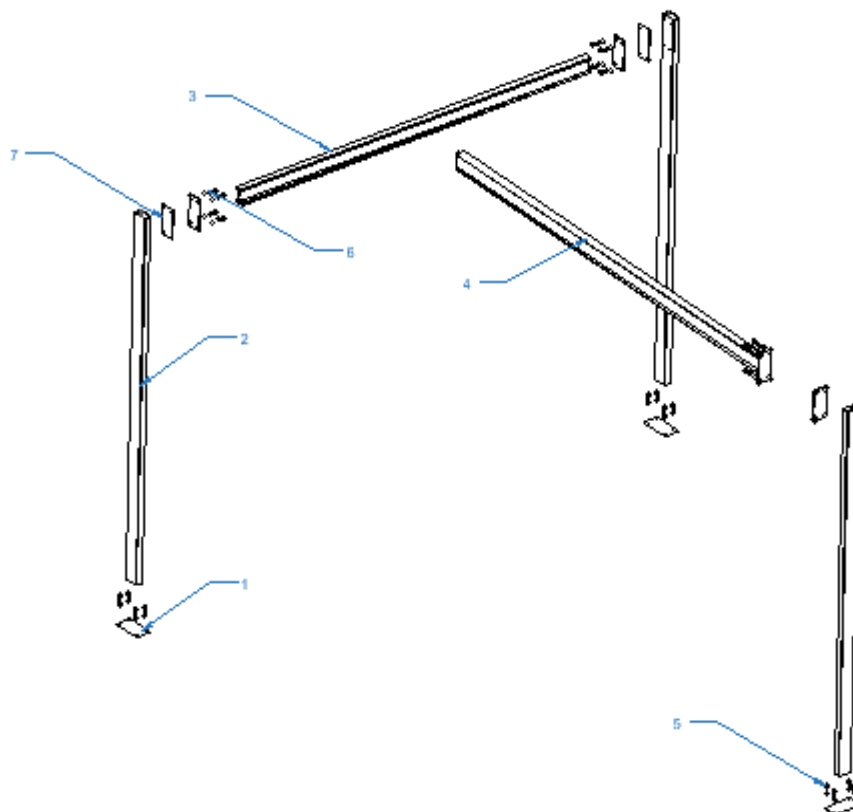


Figura 24. Componentes de estructura

N°	Qty.	Description	Especificacion	Dimension
1	6	PLACA BASE-UNION SUPERIOR	ASTM A-36	100x200x6 [mm]
2	3	TUBO PARANTE	ASTM A-36	100x50x3 L. 2410 [mm]
3	1	VIGA TRAVESAÑO SUPERIOR	ASTM A-36	IPE 100 L. 2694 [mm]
4	1	VIGA TRAVESAÑO SUPERIOR 2	ASTM A-36	IPE 100 L. 3037.95 [mm]
5	12	PERNO DE EXPANCIÓN	GALVANIZADO	M12x75 [mm]
6	12	PERNO Y ANILLO DE PRESIÓN SUP.	AC Gr.8	M10x50 [mm]
7	3	PLACA UNIÓN SUPERIOR PARANTE	ASTM A-36	100x200x6 [mm]

Tabla 1 Lista de componentes de estructura

3.3. Tecle grúa de la estructura

Para el diseño del sistema de tecle consta de una grúa de wincha eléctrica de 250kg – 500 lb mediante la cual se podrá transportar a la persona en cuestión como se muestra en la Figura 25.



Figura 25. Estructura de transportador

3.4. Trolley eléctrico

El trolley está compuesto de un motor de alto rendimiento que soporta una tensión de 220 Voltios AC con frecuencia 60 Hz, los cuales sirven para el traslado de equipos como el tecle como se muestra en la Figura 26



Figura 26. Trolley Eléctrico (Bremeksac, 2018)

3.5. Diseño del variador de velocidad

Para el transportador se construye un variador de velocidad que consta de un microcontrolador atmega 328p el cual transmitirá los datos de modulación de pulso al teclé para controlar el movimiento el diagrama y tarjeta se muestra en la figura 27.

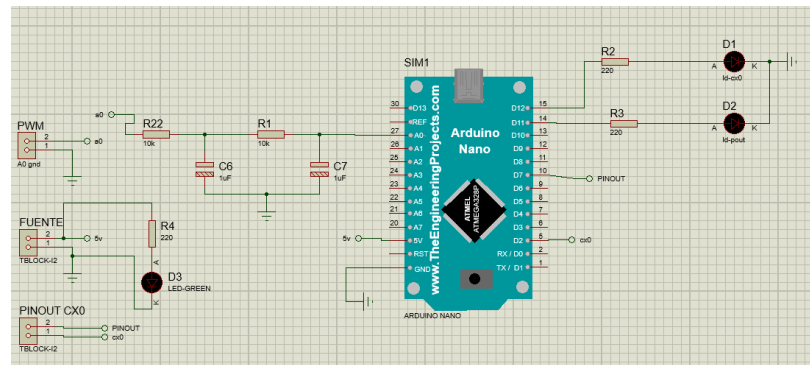


Figura 27. Variador mediante atmega328p tarjeta de control

En la figura 28 se muestra la tarjeta ya fabricada en PCB.

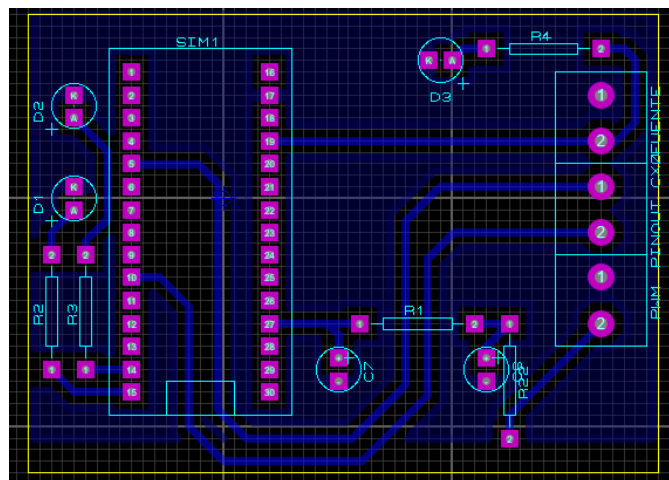


Figura 28. Variador mediante atmega328p tarjeta de control

La lista de materiales que se usaron fue la siguiente:

- 2 – capacitores electrolitos de 25v 1uf
- 2 – resistencias 10kohm 1/2watt
- 3 - resistencias de 220ohm 1/2 watt
- 3 - borneras de 2 espacios
- 1 - arduino nano
- 3 – led
- 1 - baquela

3.6. Etapa de alimentación para microcontroladores

Las tarjetas de control trabajan con tecnología cmos por lo cual necesitan una alimentación de 3.3 voltios continuos a 5 voltios continuos por lo cual se diseñó la tarjeta de alimentación que se muestra en la figura 29.

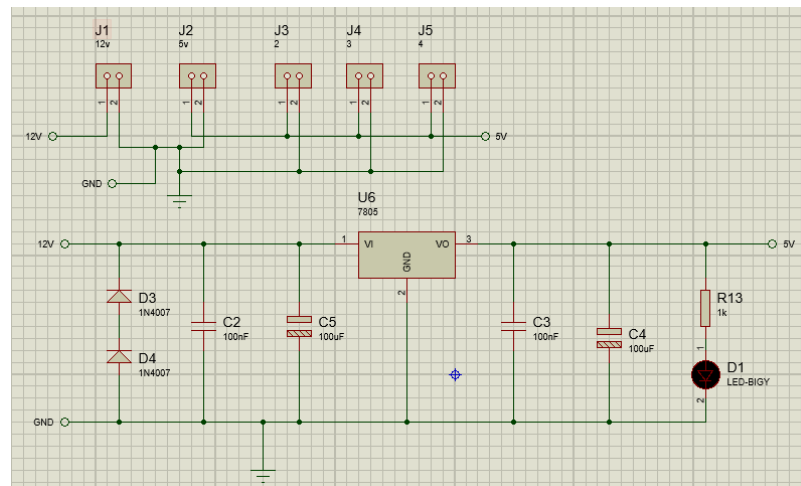


Figura 29. Etapa de alimentación esquemático

En la figura 30 se muestra la tarjeta ya fabricada en PCB.

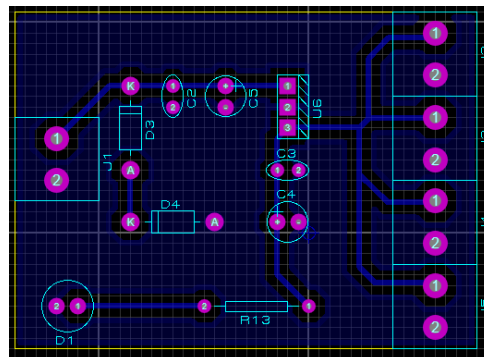


Figura 30. Etapa de alimentación tarjeta PCB

La lista de materiales que se usaron fue la siguiente:

- 5 – borneras de 2 espacios
- 2 – diodos 1n4007
- 2 - capacitores de 100uf a 25 v
- 2 - capacitores lenteja de 100nf
- 1 – regulador de voltaje 7805
- 1 – res 1kohm ½ watt
- 1 – led
- 1 – baquela

3.7. Etapa de potencia para el tecl

Los motores al tener un consumo de corriente elevado necesitan un suministro de voltaje y corriente que cumplan con los requerimientos de los mismo por lo cual se construyó una tarjeta de potencia que se muestra en la figura 31.

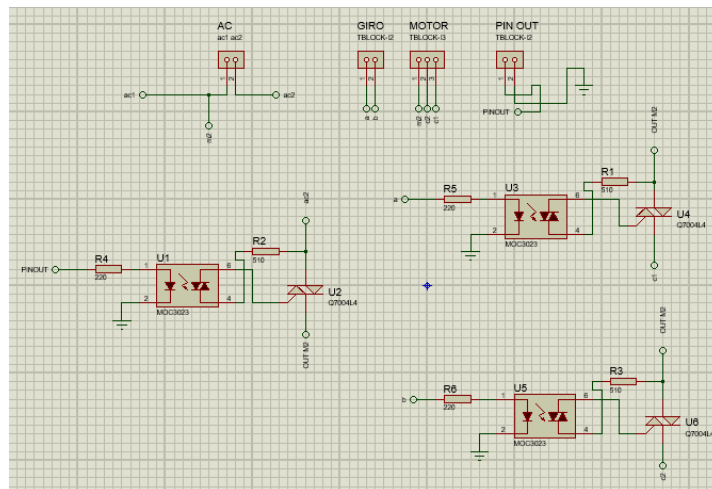


Figura 31. Etapa de potencia de tecl esquemático

En la figura 32 se muestra la tarjeta ya fabricada en PCB.

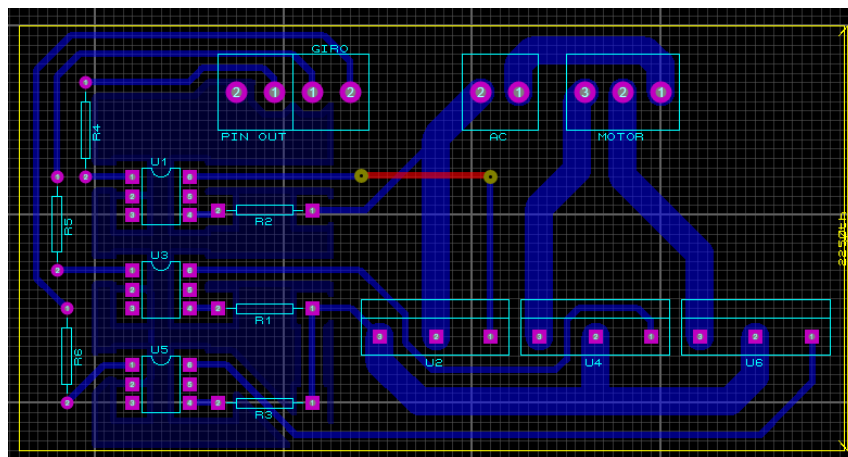


Figura 32. Etapa de potencia de tecl tarjeta PCB

La lista de materiales que se usaron fue la siguiente:

- 3 – borneras de 2 espacios
- 1 – bornera de 3 espacios
- 3 - Moc 3020
- 3 - Res 1kohm ½ watt
- 3 – Res 510 ohm ½ watt
- 3 – Tiristores bta-41
- 1 - dissipador para tiristores
- 1 – baquela

3.8. Circuito cruce por cero

Cuando trabajamos con corriente alterna, como la red de distribución (230V 50Hz), y se trabaja con motores es necesario detectar el instante en el que la tensión atraviesa el punto cero para así lograr un control óptimo mediante la conmutación de un scr y controlar los ángulos de disparo logrando variar la velocidad del motor. Se construyó una tarjeta de cruce por cero que se muestra en la figura 33

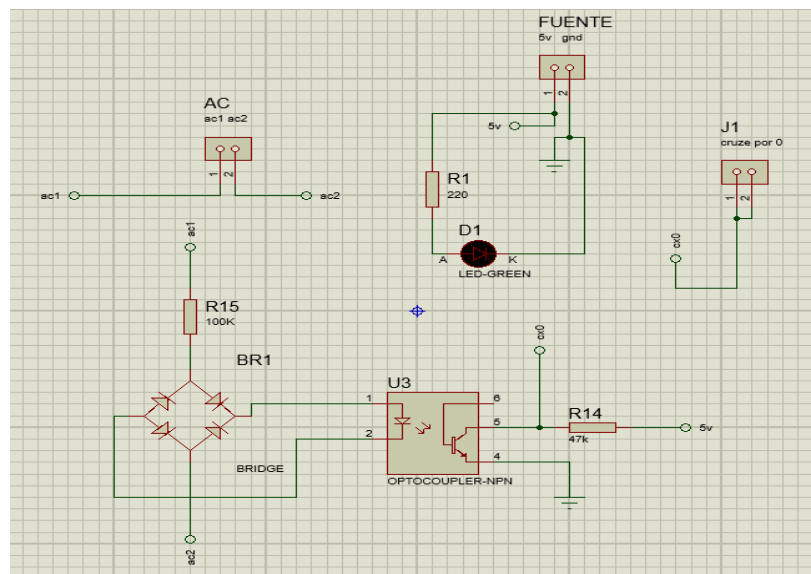


Figura 33. Tarjeta de cruce por cero esquemático

En la figura 34 se muestra la tarjeta ya fabricada en PCB.

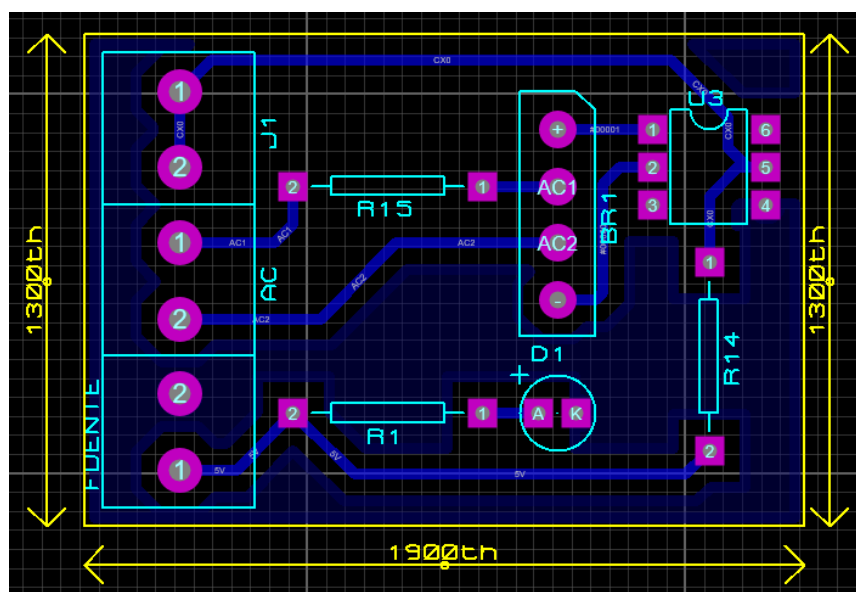


Figura 34. Tarjeta de cruce por cero tarjeta PCB

La lista de materiales que se usaron fue la siguiente:

- 3 – borneras de 2
- 1 – resistencia 220ohm ½ watt
- 1 – led
- 1 - res 100k ½ watt
- 1 - puente de diodos de 1amp
- 1 - octoacoplador npn
- 1 – res 47kohm ½ watt
- 1 - Baquela

3.9. Tarjeta de adquisición de datos

Cuando trabajamos con corriente alterna, como la red de distribución (230V 50Hz), y se trabaja con motores es necesario detectar el instante en el que la tensión atraviesa el punto cero para así lograr un control optimo mediante la conmutación de un scr y controlar los ángulos de disparo logrando variar la velocidad del motor. se construyó una tarjeta de cruce por cero que se muestra en la figura 35

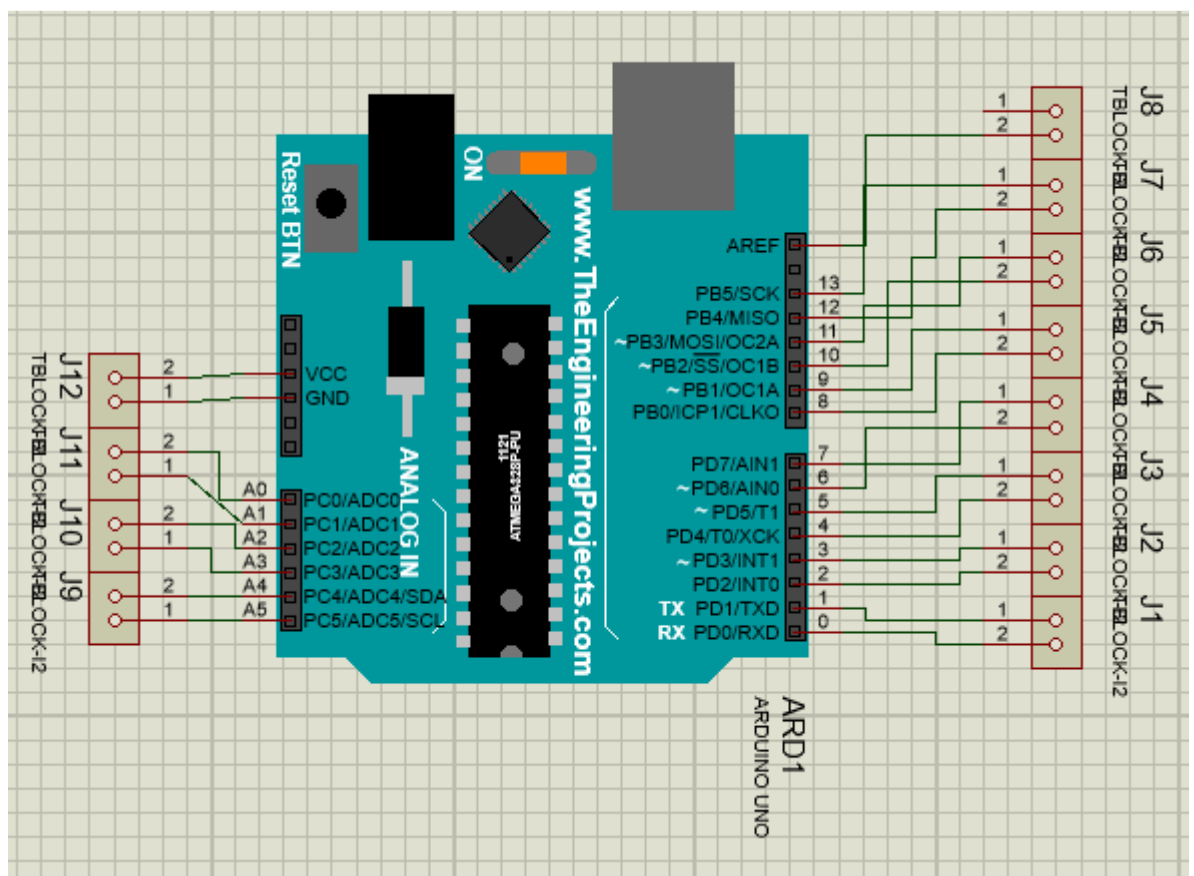


Figura 35. Tarjeta de adquisición de datos esquemático

En la figura 36 se muestra la tarjeta ya fabricada en PCB.

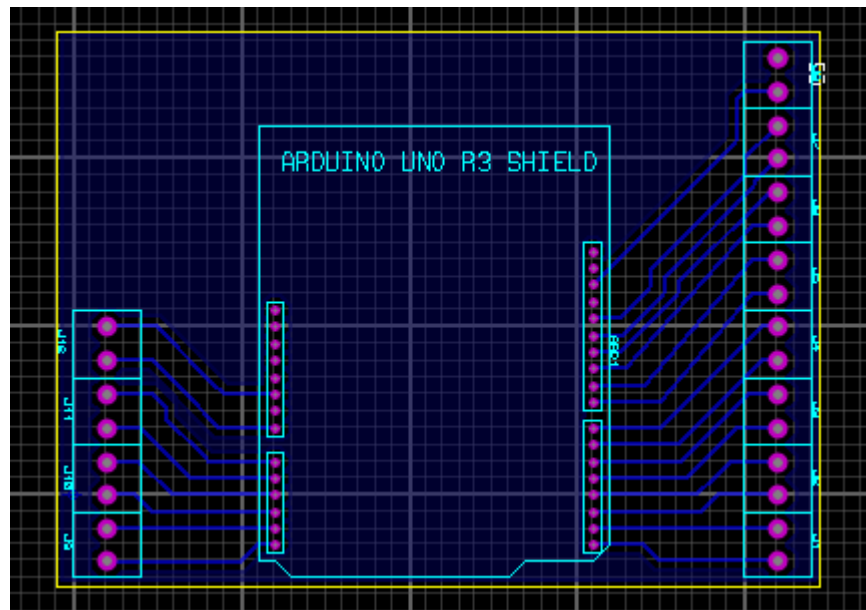


Figura 36. Tarjeta de adquisición de datos tarjeta PCB

La lista de materiales que se usaron fue la siguiente:

- 12 – borneras de 2 espacios
- 1 – arduino uno
- 1 - baquela

3.10. Etapa de alimentación

En el proyecto se utiliza una fuente conmutada de alta ganancia la cual suministra un amperaje de 10 amperios y 12 voltios continuos, la cual posee conectores óptimos para el proyecto como se muestra en la Figura 37.



Figura 37. Fuente de alimentación

3.11. Análisis de la columna

Para un óptimo proceso en el traslado del paciente se demuestra el rendimiento estructural respetando los siguientes datos.

Datos

$$F = ?$$

$$\omega = m \cdot g$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\omega = 125.9,8$$

$$\omega - N =$$

$$\mu_k = 0,19$$

$$0$$

$$\omega = 1225N$$

$$N =$$

$$\omega = 1225N$$

$$\omega$$

$$m = 125Kg$$

$$N = 1225N$$

$$l = 245m$$

$$Q = ?$$

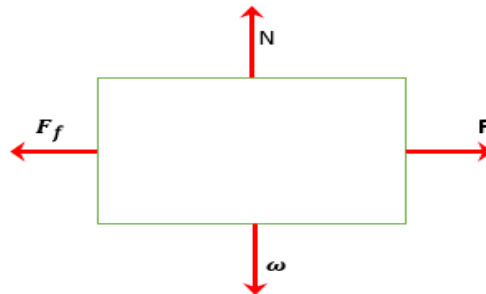


Figura 38. Diagrama de Fuerza de columna

$$\sum F_x = m \cdot a$$

$$F - F_f = m \cdot a$$

$$F - N \cdot \mu_k = m \cdot a$$

$$F = N \cdot \mu_k - m \cdot a$$

$$F = 1225 \cdot 0,19 - 10,71 \cdot 0$$

$$F = 232,75N$$

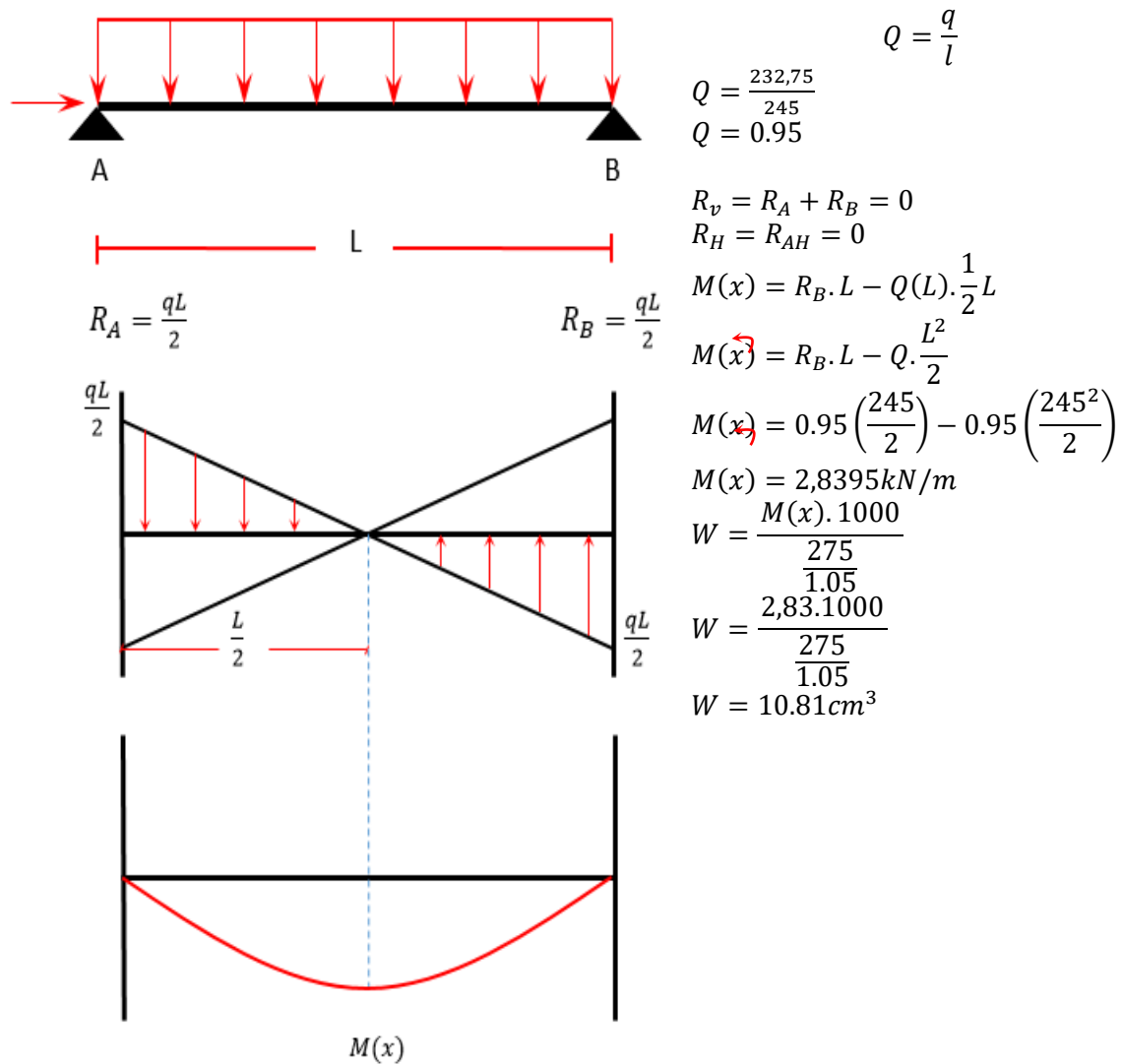


Figura 39. Análisis de estructura

3.12. Detección de cruce por cero

Para el control de los motores es necesario utilizar un lector del cruce por cero en la red eléctrica para una conmutación óptima, la detección de cruce por cero, la onda sinusoidal es la señal de voltaje ac, y la señal en amarillo es cuando la señal cruza por 0, así podremos hacer una programación para cortar la onda en diferentes puntos, y controlar la velocidad del motor como se muestra en la Figura 40.

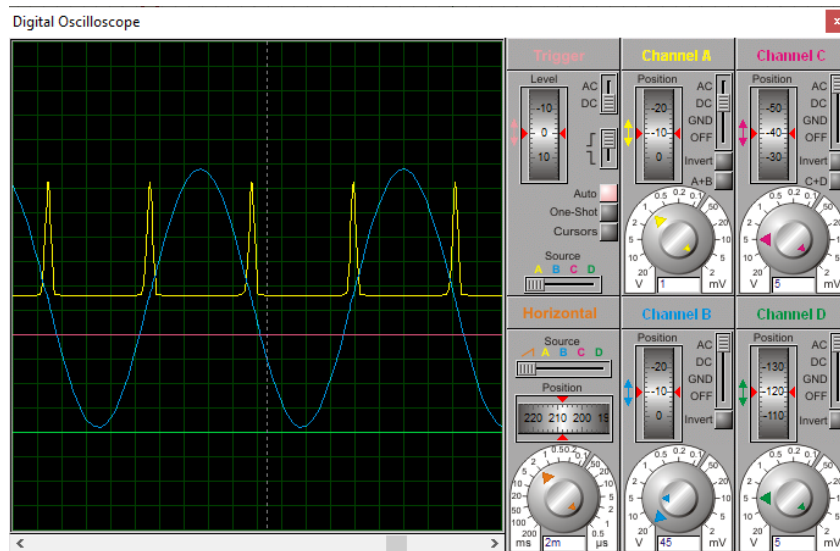


Figura 40. Cruce por cero

3.13. Control de la onda

La señal de color verde es la señal normal de entrada de AC 240v. la señal en rojo es donde yo activo la compuerta del tiristor y la señal amarilla es la onda AC cortada, dependiendo en que parte de la onda yo envíe el pulso al tiristor el VRMS aumentará o disminuirá como se muestra en la Figura 41.

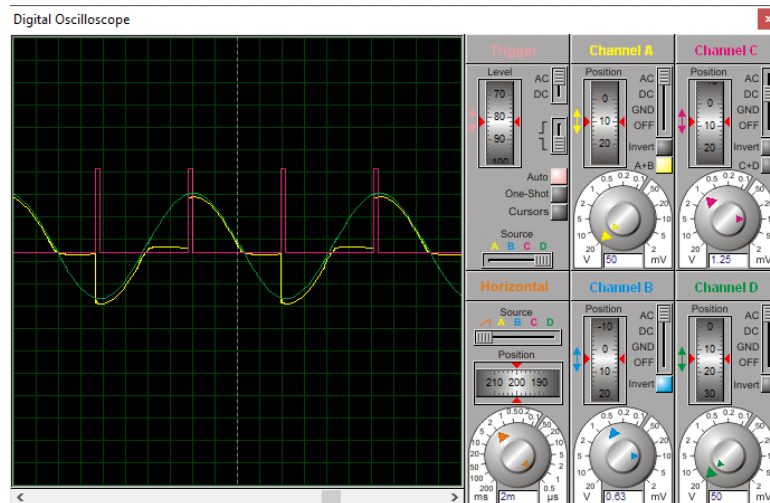


Figura 41. Onda cortada

3.14. Triac BTA40, BTA41, BTB41

El TRIAC es un componente electrónico semiconductor de tres terminales para controlar la corriente. Su nombre viene del término TRIode for Alternating Current = Triodo Para Corriente Alterna (Area tecnologia, 2017).

El funcionamiento básico es cambiar entre estados cerrando un contacto para permitir el flujo de corriente mediante el control de la puerta o gate del transistor (Area tecnologia, 2017) como se muestra en la Figura 42.

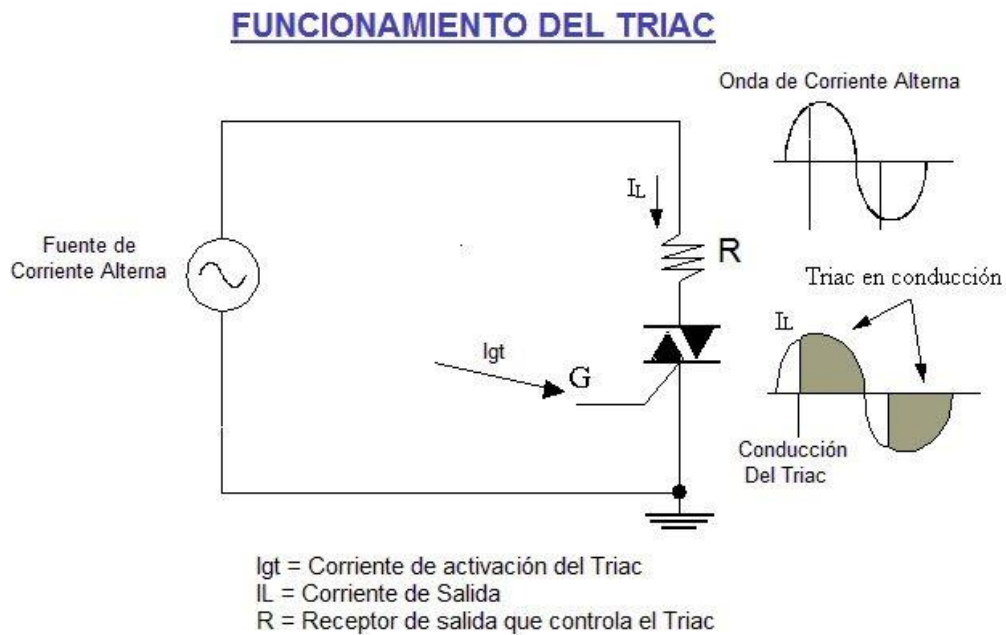


Figura 42. Funcionamiento triac (Area tecnologia, 2017)

4. Funcionamiento del prototipo del teclé para pacientes

4.1. Detalle del software de la cama a la silla

Mediante la selección del usuario para la translacion del paciente de un punto a otro (silla a cama) en el programa de instrumentacion virtual funcionara una estructura de selección o casos que tendra en el interior otra estructura de pasos consecutivos en un orden especificos donde el primer paso sera el encendido de un indicador led que indica una accion de espera para que usuario presione un boton en el panel de usuario indicando la activacion del motor en el eje x llamado trolley, el cual funcionara mediante un control en lazo cerrado que tendra como objetivo el traslado a una posicion de 120 cm en 10 segundos como se muestra en la Figura 43.

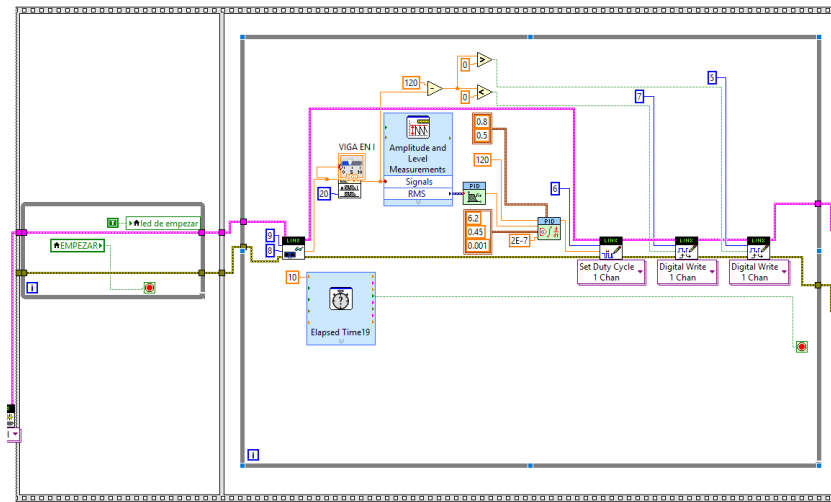


Figura 43 Paso 1 en el código de cama a silla

Posteriormente el estado que activa el trolley mediante la tarjeta embebida Arduino se desactiva y comienza la grúa a activarse y posicionar al paciente durante 5 segundos como se muestra en la Figura 44.

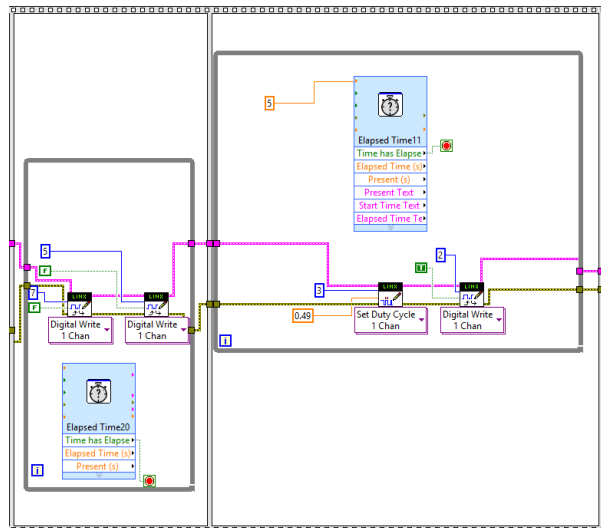


Figura 44 Paso 2 en el código de cama a silla

Luego entra en un estado de detención o reposo en cual el paciente será posicionado en el arnés de traslado y se procede a activar mediante un botón con el cual elevará al paciente y lo moverá al punto como se muestra en la Figura 45.

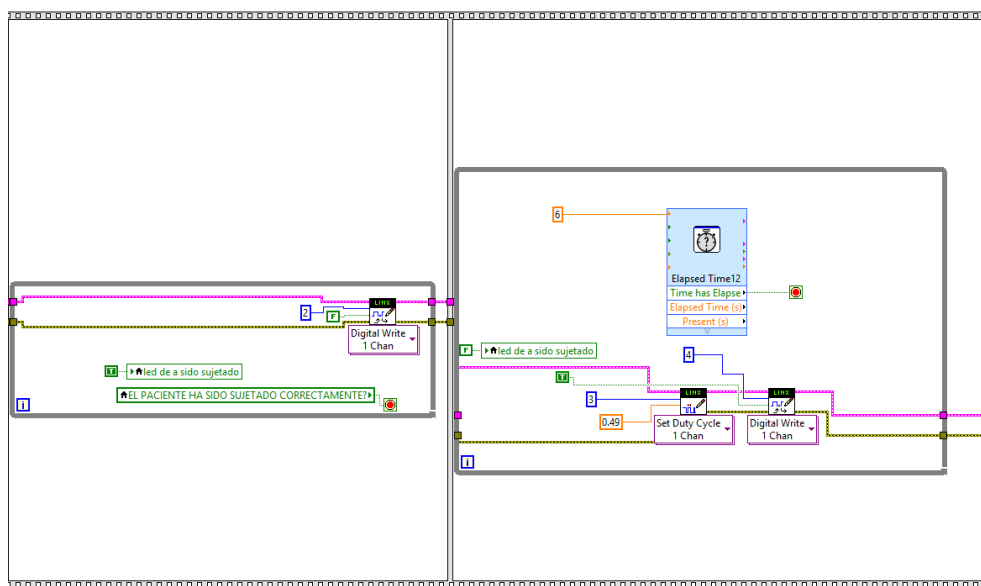


Figura 45 Paso 3 en el código de cama a silla

En el siguiente paso se desactiva el motor que eleva al paciente y comienza a funcionar el control continuo PID donde se tendrá como referencia una distancia de 50 cm que es la posición de la cama durante un tiempo de 10 segundo como se muestra en la Figura 46.

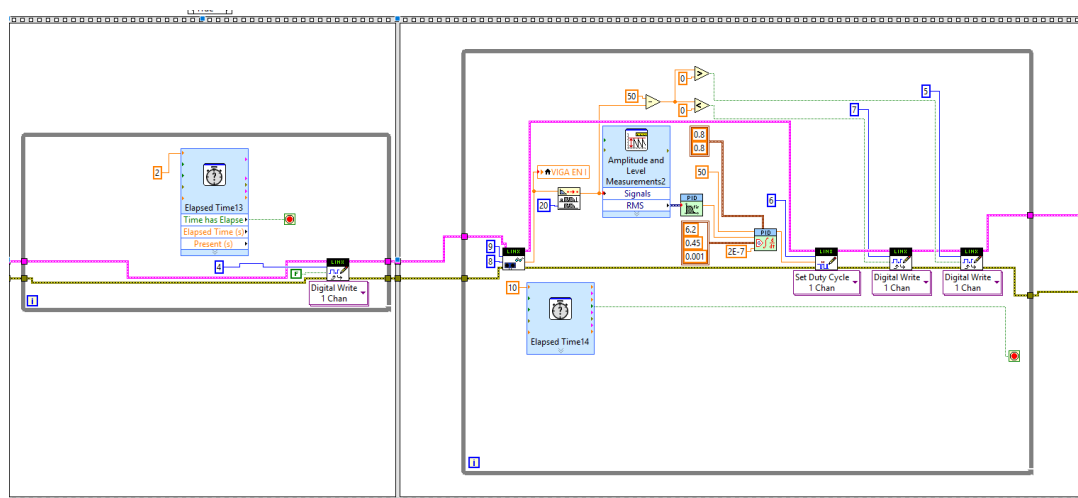


Figura 46 Paso 4 en el código de cama a silla

Al desactivarse los pines de control del trolley, se procede a bajar al paciente a la cama y se apaga el motor de bajada luego de la posición de la cama, se obtendrá una confirmación visual si el paciente se posiciono correctamente en el sitio, luego se procede a soltar al paciente en la cama o punto final.

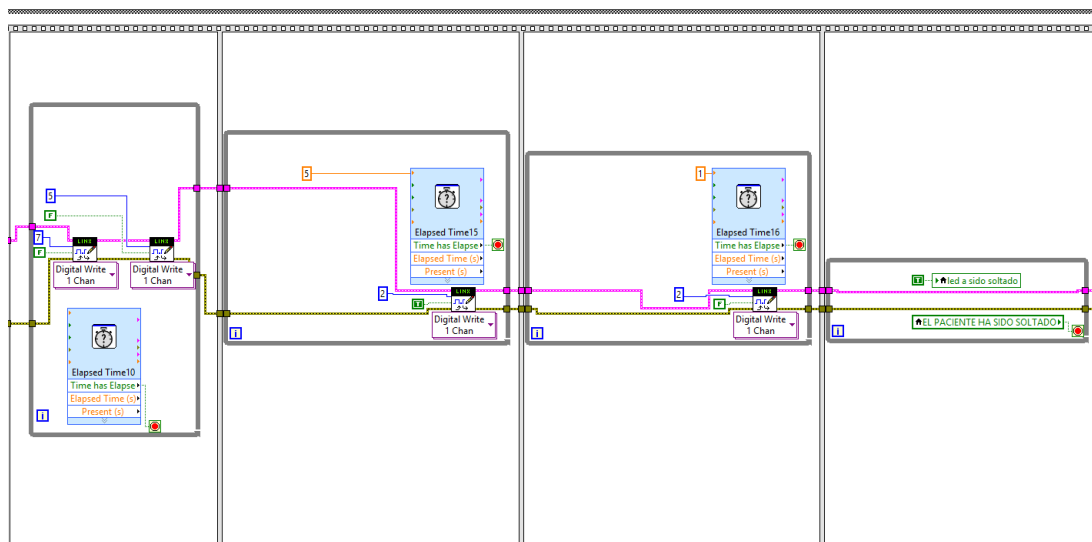


Figura 47 Paso 5 en el código de cama a silla

Se consta con un seguro luego de posicionar al usuario o paciente para que el tecele termine su secuencia y tenga un correcto funcionamiento y un reposo asistido por software como se muestra en la Figura 48.

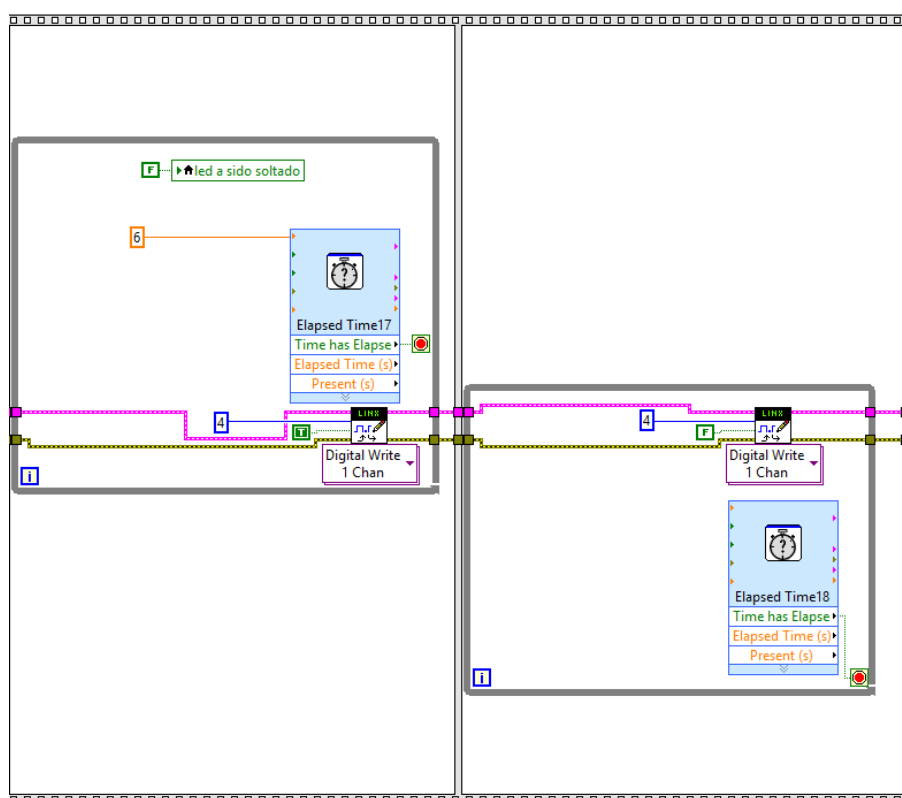


Figura 48 Paso 6 en el código de cama a silla

4.2. Detalle del software de la silla a la cama

Mediante la selección del usuario para la translacion del paciente de un punto a otro (cama a silla) en el programa de instrumentacion virtual funcionara una estructura de selecció n o casos que tendra en el interior otra estructura de pasos consecutivos en un orden especificos donde el primer paso sera el encendido de un indicador led que indica una accion de espera para que usuario presione un boton en el panel de usuario indicando la activacion del motor en el eje x llamado trolley, el cual funcionara mediante un control en lazo cerrado que tendra como objetivo el traslado a una posicion de 50 cm en 10 segundos como se muestra en la Figura 49.

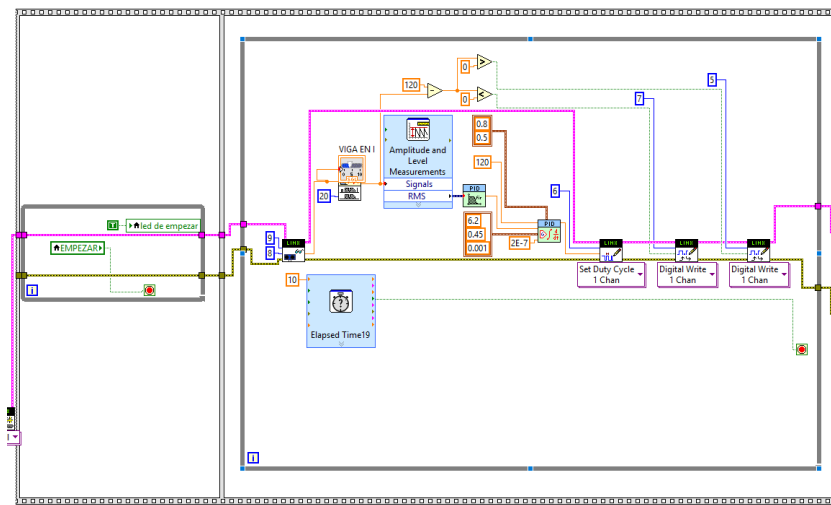


Figura 49 Paso 1 en el código de silla a cama

Posteriormente el estado que activa el trolley mediante la tarjeta embebida Arduino se desactiva y comienza la grúa a activarse y posicionar al paciente durante 2.5 segundos.

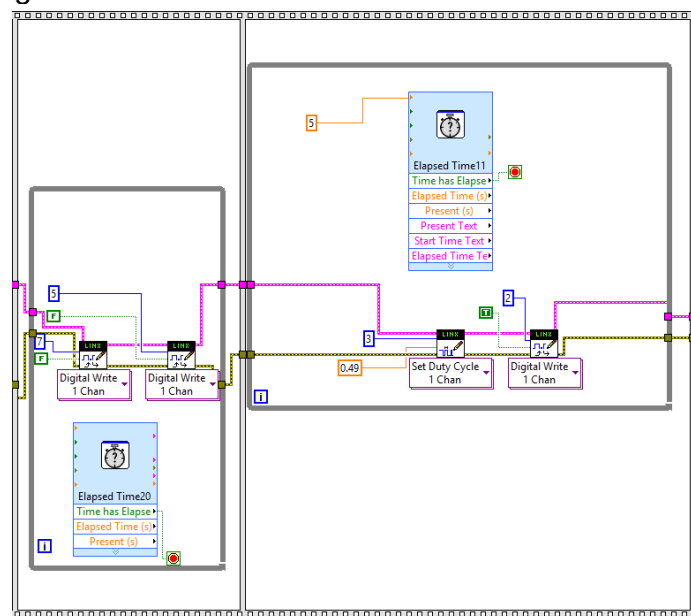


Figura 50 Paso 2 en el código de silla a cama

Luego entra en un estado de detención o reposo en cual el paciente será posicionado en el arnés de traslado y se procede a activar mediante un botón con el cual elevará al paciente y lo moverá al punto como se muestra en la Figura 51.

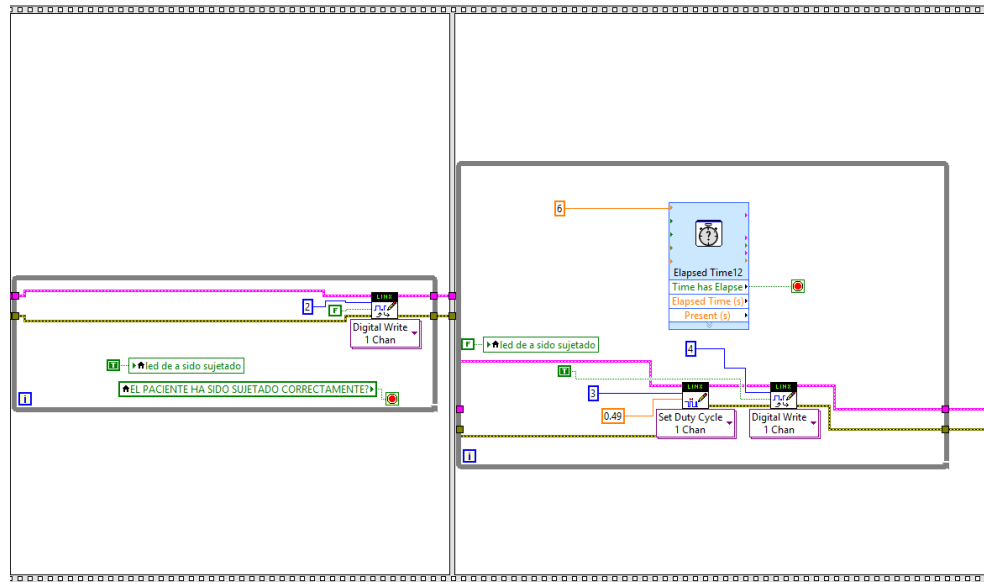


Figura 51 Paso 3 en el código de silla a cama

En el siguiente paso se desactiva el motor que eleva al paciente y comienza a funcionar el control continuo PID donde se tendrá como referencia una distancia de 50 cm que es la posición de la cama durante un tiempo de 10 segundo como se muestra en la Figura 52.

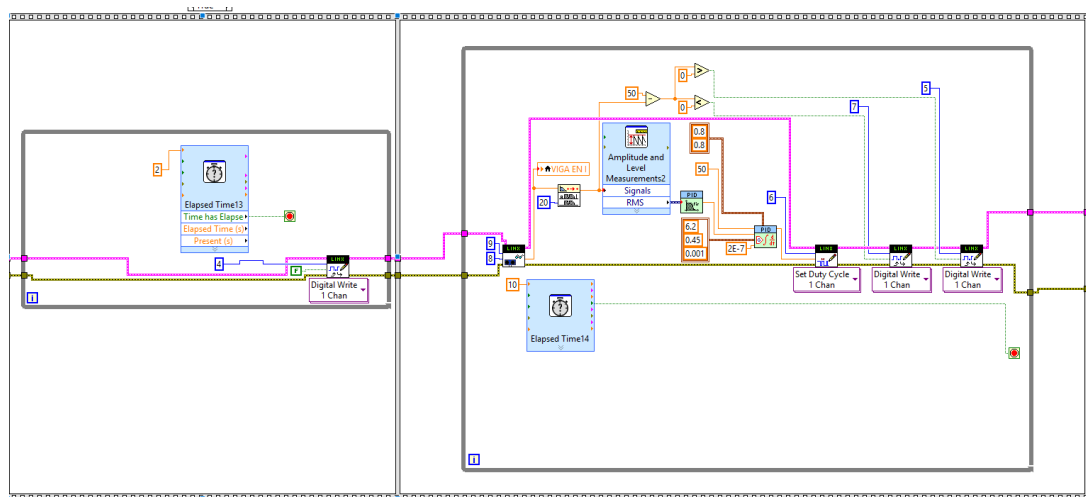


Figura 52 Paso 4 en el código de silla a cama

Al desactivarse los pines de control del trolley, se procede a bajar al paciente a la cama y se apaga el motor de bajada luego de la posición de la cama, se obtendrá una confirmación visual si el paciente se posiciono correctamente en el sitio, luego se procede a soltar al paciente en la cama o punto final.

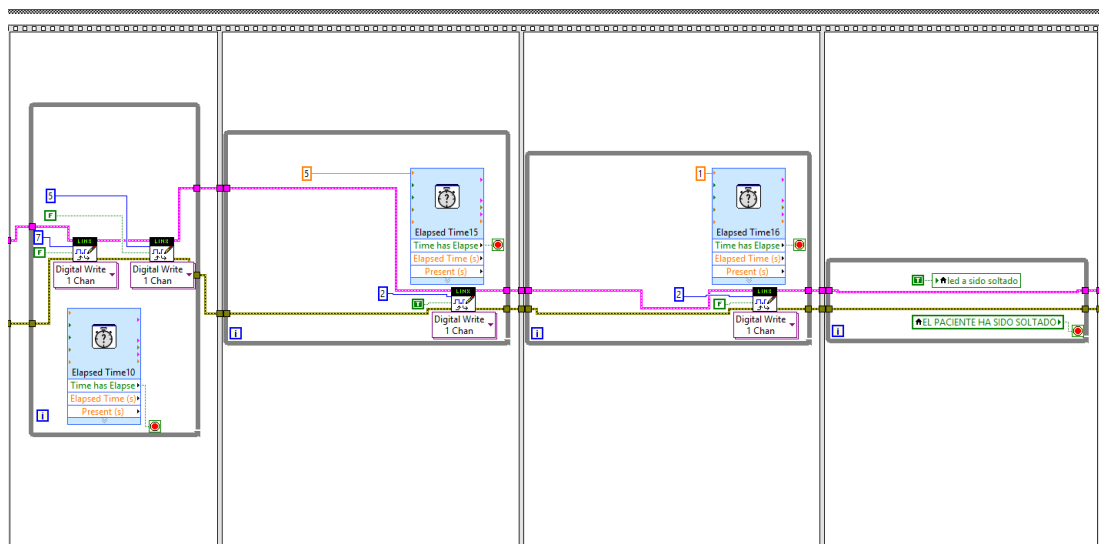


Figura 53 Paso 5 en el código de silla a cama

Se consta con un seguro luego de posicionar al usuario o paciente para que el tecele termine su secuencia y tenga un correcto funcionamiento y un reposo asistido por software como se muestra en la Figura 54.

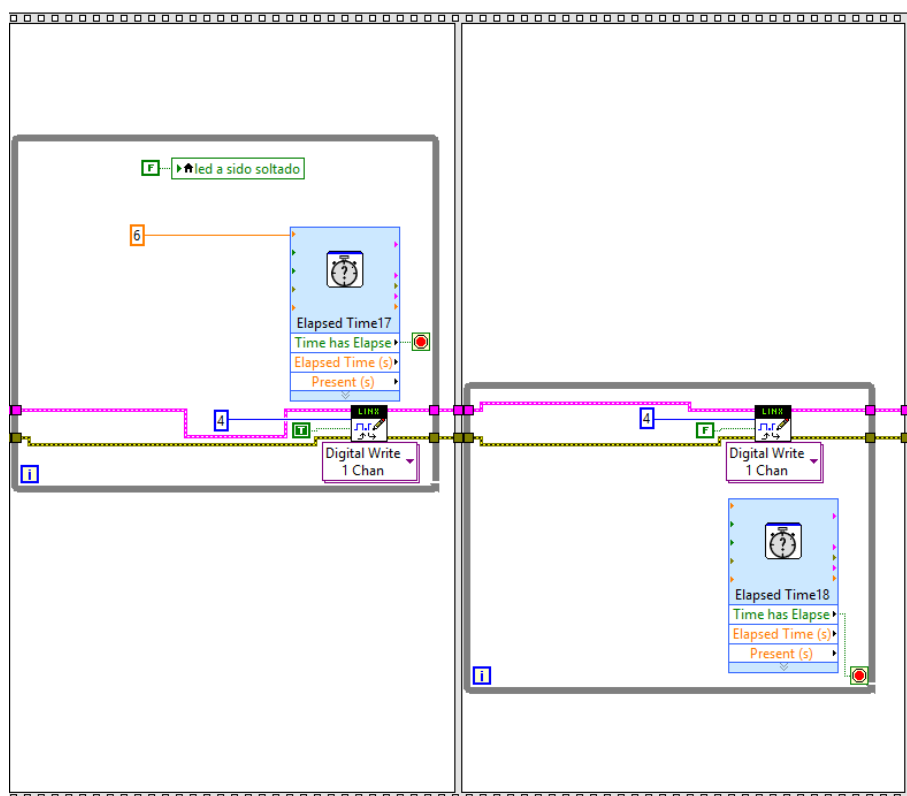


Figura 54 Paso 6 en el código de silla a cama

4.3. Detalle del funcionamiento

El funcionamiento se describe en el siguiente pasos.

1. Iniciar el programa
2. Elegir el modo automático, si el paciente está en la silla elegir silla a cama, si el paciente está en la cama elegir cama a silla. O si quiere mover la grúa de manera manual elegir modo manual.
3. Al seleccionar el modo automático constar un tiempo de espera que se encienda el led que está a lado del botón empezar, y a continuación dar click en empezar, la grúa se moverá automáticamente a la posición que Ud. eligió, y bajara para poder sujetar al paciente.
4. Al sujetar al paciente, el segundo led se encenderá y se procede a presionar continuar y automáticamente la grúa se moverá respectivamente de la silla a la cama o de la cama a la silla
5. Al terminar el proceso se debe suelta al paciente y se validara con el accionamiento de botón continuar para que la grúa suba a su posición inicial.
6. Al seleccionar el modo manual, se mueve la grúa para arriba abajo derecha o izquierda, dependiendo donde Ud. desee. Como acción de salida se debe dar click a detener modo manual.



Figura 55 Vi principal

4.4. Configuración del circuito cerrado de cámara IP

Las pruebas de monitoreo son mediante una aplicación celular **V380** siendo un aplicativo funcional en sistemas android y basados en android, en la cual se visualizar mediante una cámara IP que crea una red inalámbrica para que se conecten los dispositivos como se muestra en la Figura 56.



Figura 56 Cámara IP V380

La cámara IP marca ONE para Android, necesita una configuración simple para su primer uso. Se descarga desde la PlayStore una app llamada “V380”. La forma más fácil de iniciar sesión es seleccionando el icono de Facebook que se encuentra en la parte inferior derecha como se muestra en la Figura 57.



Figura 57. App V380 inicio de sesión

A continuación aparece una pantalla para agregar la cámara IP como se muestra en la Figura 58.

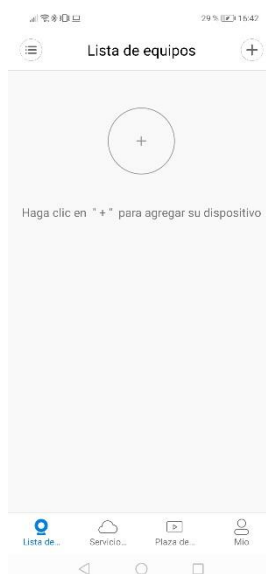


Figura 58. Añadir cámara IP

En esta pantalla nos indica que por favor confirmemos si la cámara está conectada a la fuente de energía, si es así seleccionamos El siguiente paso como se muestra en la Figura 59.



Figura 59. Confirmación cámara conectada a la fuente

A continuación en esta pantalla nos pregunta si escuchamos un mensaje que proviene de la cámara, si es el primer uso que le damos a la cámara y no está configurada, se escuchará “Waiting for a WiFi smartlink configuration” así que seleccionamos esa opción como lo muestra en la Figura 60.



Figura 62. Configuración de la red e ID del dispositivo

Al terminar la configuración se tendrá que escribir el nombre de la cámara, por ejemplo, Paciente X como se muestra en la Figura 63 y seleccionamos terminado y ya se podrá observar al paciente a través de nuestro celular como se muestra en la Figura 64.

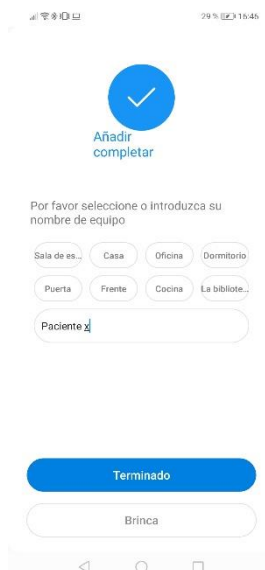


Figura 63. Nombre de la cámara IP

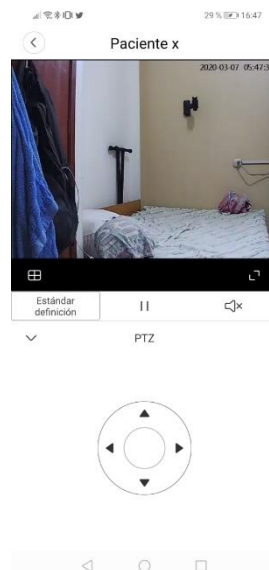


Figura 64. Visualización del paciente a través del celular

RESULTADOS

Para las pruebas se selecciono a una persona con un peso de 290 libras y un indice de masa corporal de imc 46 el cual se utilizo dividiendo la altura de la persona para su peso dando como se resultando este factor en la cual el tecló logro transportar correctamente a la persona como se muestra en la Figura 65 y la resultante de controlabilidad en la Figura 66.



Figura 65 Pruebas en persona con Imc de 46

En las pruebas de campo se logra observar que al transportar a la persona de la silla a la cama desde una distancia de 120 cm a 50 cm se obtiene la siguiente figura donde se observa el control PID funcionando donde el eje x es el tiempo y el eje y es el valor de distancia.

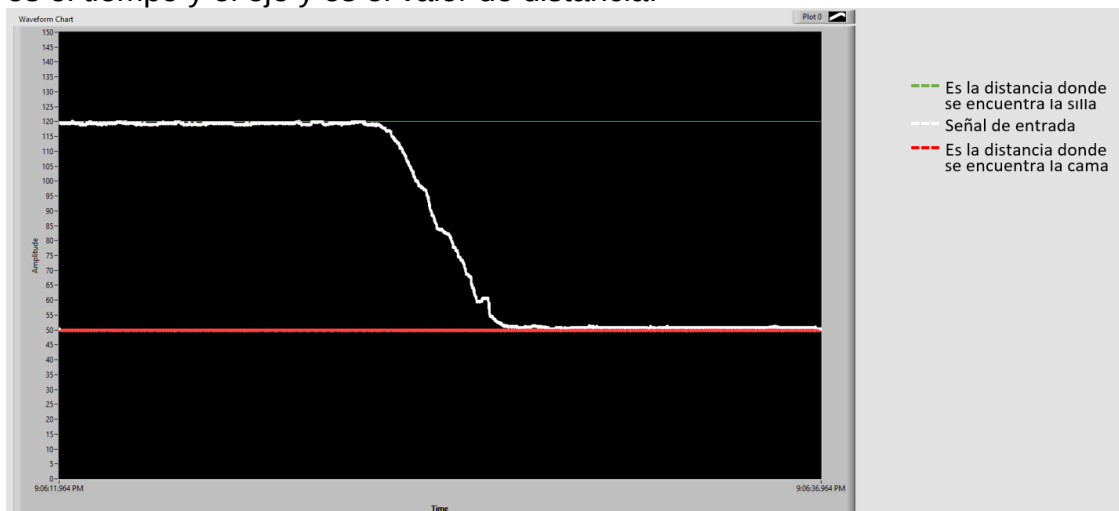


Figura 66 Respuesta del controlador en pruebas

Segunda prueba se selecciono a una persona con un peso de 230 libras y un indice de masa corporal de imc 34 el cual se utilizo dividiendo la altura de la persona para su peso dando como se resultando este factor en la cual el tecele logro transportar correctamente a la persona como se muestra en la Figura 67 y la resultante de controlabilidad en la Figura 68.



Figura 67 Pruebas en persona con Imc de 34

En las pruebas de campo se logra observar que al transportar a la persona de la cama a la silla desde una distancia de 50 cm a 120 cm se obtiene la siguiente figura donde se observa el control PID funcionando donde el eje x es el tiempo y el eje y es el valor de distancia.



Figura 68 Respuesta del controlador con persona de 200 libras

Tercera prueba se selecciono a una persona con un peso de 200 libras y un indice de masa corporal de $imc\ 36$ el cual se utilizo dividiendo la altura de la persona para su peso dando como se resultando este factor en la cual el teclé logro transportar de una distancia inicial de 15 cm a 90 cm como punto final correctamente a la persona como se muestra en la Figura 69 y la resultante de controlabilidad en la Figura 70.



Figura 69 Pruebas en persona con Imc de 36

En las pruebas de campo se logra observar que al transportar a la persona de desde una distancia de 15 cm a 90 cm se obtiene la siguiente figura donde se observa el control PID funcionando donde el eje x es el tiempo y el eje y es el valor de distancia.

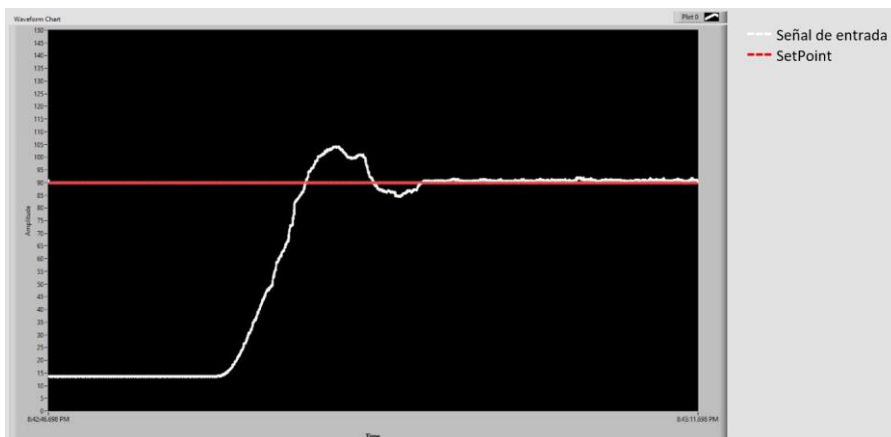


Figura 70 Respuesta del controlador con persona de 200 libras

Cuarta prueba se selecciono a una persona con un peso de 110 libras y un indice de masa corporal de $imc\ 21,4$ el cual se utilizo dividiendo la altura de la persona para su peso dando como se resultando este factor en la cual el tecele logro transportar de una distancia inicial de 15 cm a 90 cm como punto final correctamente a la persona como se muestra en la Figura 71 y la resultante de controlabilidad en la Figura 72.



Figura 71 Pruebas en persona con Inc. de 36

En las pruebas de campo se logra observar que al transportar a la persona de desde una distancia de 15 cm a 90 cm se obtiene la siguiente figura donde se observa el control PID funcionando donde el eje x es el tiempo y el eje y es el valor de distancia.

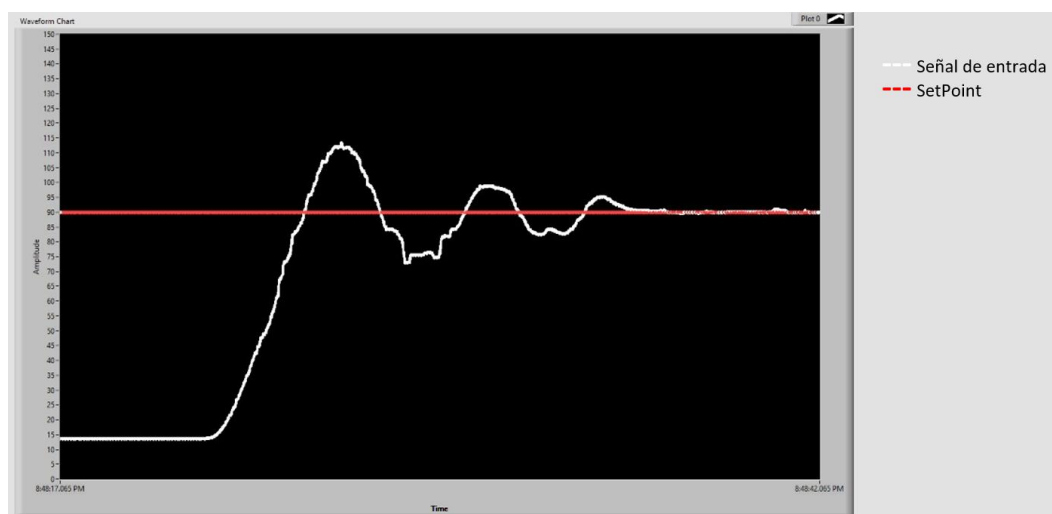


Figura 72 Respuesta del controlador con persona de 110 libras

CONCLUSIONES

Se diseñó un circuito para sensar la ubicación del paciente a través de la grúa, utilizando un sensor de distancia de bajo costo como el HC-SR04 siendo perfecto porque este permite medir distancias de hasta 450cm.

Para el monitoreo del paciente es necesario el desarrollo de un circuito cerrado mediante una cámara IP marca ONE que posee conexión vía wifi a la red de internet, y permite visualizar desde cualquier parte del mundo al paciente, a través del celular con acceso a internet con la APP v380.

Al desarrollar el proyecto se logra constatar las ventajas al momento de utilizar un control PID en sistemas de posicionamiento, ya que se requiere una precisión en la estabilización del paciente para evitar que sufra lesión durante el movimiento.

El control PID del trolley es más estable cuando el peso de la persona es mayor, en los resultados se observa la gráfica de la persona de 290 libras que al moverse de un punto al otro llega a su estabilidad sin ningún sobre impulso, bajando el peso de la persona a 110 libras al moverse de un punto a otro se vuelve un poco inestable teniendo sobre impulsos y tardando un poco en llegar a su estabilidad.

Durante las pruebas finales, se tuvo problemas con los transistores de potencia, se quemaban por no soportar la corriente pico del arranque del motor, por lo que se utilizaron los BTA41 que son de mayor potencia y soportan adecuadamente los transientes de los motores.

En el proyecto se refleja los conocimientos adquiridos durante la formación académica y aplicar estos conocimientos en un sistema que beneficie a la sociedad con personas que sufran una movilidad reducida.

Al momento de usar técnicas de control automático se logra que el equipo logre que el paciente se traslade en un espacio determinado en a un cuarto de 9 metros cuadrados de la silla a la cama.

El uso de la interfaz de programación o ide de Arduino permite la utilización de librerías para la comunicación RS232 para lograr un control óptimo, como LINX que se instala en el arduino y permite la comunicación entre LABVIEW y Arduino y este incluye muchos sensores entre esos el sensor ultrasónico hc-sr04.

RECOMENDACIONES

Al momento que el equipo entre en un estado de inactividad por un tiempo prolongado se debe verificar el sistema de translación del paciente los engranajes y sistemas del proyecto.

Engrasar los engranes del trolley cada 3 meses, para evitar que el mecanismo se atasque. No se requiere una formación especial para realizar este procedimiento, que podría ser realizado por el familiar que cuida al paciente.

En el funcionamiento del equipo es necesario que previamente se tenga una capacitación sobre el manejo del sistema scada y control del proyecto.

La instalación de la estructura debe tener suficiente espacio para acoplar la viga al techo, el espacio mínimo del cuarto debe ser 3x3x3 metros (ancho x largo x altura).

El equipo de circuito cerrado para la vigilancia del paciente debe ser configurado de tal forma de constar con el monitoreo constante del proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Accesible, E. (2019). *Grúas de techo portátiles*. Obtenido de <https://www.entornoaccesible.es/productos-y-servicios/movilizacion-de-personas/gruas-portatiles/>
- Area tecnologia. (2017). *Areatecnologia*. Obtenido de Areatecnologia: <https://www.areatecnologia.com/electronica/triac.html>
- Astrom, K. J. (1995). *PID Controllers: Theory, Design and Tuning*. ISA; Edición: Second Edition.
- Benavides Peralta, J. J. (2011). *Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE*. Obtenido de Construcción de un tecele de accionamiento eléctrico para el Laboratorio de Motores del INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8761>
- Bremeksac. (2018). *Grupo bremek*. Obtenido de Trolley Eléctrico 0.5t – 10t: <https://bremeksac.com/producto/tecles/trolley/trolleys-electricos/trolley-electrico-0-5-t-10-t/>
- CENAM. (2018). *Centro Nacional de Metrología de México (CENAM)*. Obtenido de http://rcm.gov.co/images/2016/docs/Julie_Galindo_2016-07-15.pdf
- Csbeaver. (2019). *¿Qué son los tecles y los winches?* Obtenido de <https://csbeaver.com/blog/que-son-tecles-winches/>
- Drok. (2017). *DROK*. Obtenido de <https://www.droking.com/>
- ElecFreaks. (2017). *Ultrasonic Ranging Module HC-SR04*. Obtenido de ElecFreaks: <https://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf>
- emb. (Noviembre de 2014). *emb.cl*. Obtenido de Cdt-casa del tecele: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=2423&srch=fabelec&act=3>
- Entornoaccesible. (2019). *Grúas de techo fijas*. Obtenido de [https://www.entornoaccesible.es:](https://www.entornoaccesible.es/) <https://www.entornoaccesible.es/productos-y-servicios/movilizacion-de-personas/grua-de-techo/>
- Informaticamoderna. (2002). *LA CÁMARA IP INALÁMBRICA*. Obtenido de http://www.informaticamoderna.com/Camara_IP_Ina.htm
- Johnson, G. (1997). *LabVIEW graphical programming*. Tata McGraw-Hill Educatio.
- Julio F. Acosta Nuñez, D. S. (2005). *Diseño e implementacion del sistema SCADA para el laboratorio de control de procesos e instrumentacion de la ESPE sede latacunga*. Latacunga: Universidad Politecnica del Ejercito Sede Latacunga.
- Llanganate, J. R. (2017). *SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL DE PUERTAS EN*. Ambato - Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
- Manuel Baltieri, C. L. (Marzo de 2018). <http://dx.doi.org/10.1101/284562>. Obtenido de University of Sussex: <https://www.biorxiv.org/content/biorxiv/early/2018/03/19/284562.full.pdf>
- Naylampmechatronics. (2016). *TUTORIAL ARDUINO + LABVIEW*. Obtenido de Naylampmechatronics: https://naylampmechatronics.com/blog/23_TUTORIAL-ARDUINO-Y-LABVIEW.html
- Ni. (2019). *Labview*. Obtenido de <https://www.ni.com/es-cr/shop/labview.html>
- Ni. (2019). *USB-6009*. Obtenido de <https://www.ni.com/es-cr/support/model.usb-6009.html>
- Nicolas Goilav, G. L. (2018). *Arduino Aprender a desarrollar objetos inteligentes*. EEUU: Eni ediciones.
- Phipps, C. A. (2019). *Variable Speed Drive Fundamentals*. The Fairmont Press,.
- Polipasto Electrico. (2019). *Qué Es Un Polipasto Eléctrico*. Obtenido de <https://polipastoelectrico.com.mx/que-es-un-polipasto-electrico/>
- Sáenz Ferral, A. (2016). *Discapacidad motriz. Guía didáctica para la inclusión en educación inicial y básica*. CONAFE.
- Siskind, C. S. (1963). *Electrical Control Systems in Industry*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Spitzer, D. W. (1990). *Variable Speed Drives*. Instrument Society of America.

Tcmetrologia. (30 de Junio de 2014). *Tcmetrologia*. Obtenido de Tcm:
<https://www.tcmetrologia.com/blog/calibracion-de-equipos-isotermos/>

ANEXOS

Anexo 1 Código del variador

```
#include <FlexiTimer2.h>
int pote=A0;           //Asignación de pin para potenciómetro.
int pulso2=7;          //Asignación de pin para salida de pulso al MOC
int adc=0;              //Variable de lectura de la velocidad.
const int intPin = 2;   //Asignación de pin para cruce por cero
volatile int state = LOW; //Asignación de variable de estado
short bandera=0;        //Variable bandera
int conta = 0;          //Variable del contador
boolean toggle= false;  //Variable toggle
long espera=7000;       //Variable de tiempo de espera
int position;

//variables para promediado de señal
//const int numReadings = 20;
//int readings[numReadings]; // the readings from the analog input
//int readIndex = 0;         // the index of the current reading
//int total = 0;              // the running total
//int average = 0;           // the average

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(intPin, INPUT_PULLUP); //Asignación de pin pullup
  para cruce por 0
  pinMode(pulso2, OUTPUT);       //Asignación de salida para
  velocidad de el pulso al MOC
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(intPin),inter, RISING); //Declaración de
  intpin como interrupción
  FlexiTimer2::set(200 ,timer1); //Timer interno
  FlexiTimer2::start();          //Inicializamos el timer

  //Set de numero de lecturas
  // for (int thisReading = 0; thisReading < numReadings; thisReading++) {
  // readings[thisReading] = 0;
  // }

}

void loop() {
  if(bandera==1){ //Si Bandera es igual a 1 entonces envía el pulso
    delayMicroseconds(espera+440);
    digitalWrite(pulso2,HIGH);
    delayMicroseconds(200);
    digitalWrite(pulso2,LOW);
    bandera=0; // Reset a bandera
    Serial.println(adc);
  }
}

void timer1(){ //Timer para leer la lectura análoga
  // total = total - readings[readIndex]; // read from the sensor:
```

```

adc=analogRead(pote); // add the reading to the total:
//total = total + readings[readIndex]; // advance to the next position in the array:
//readIndex = readIndex + 1; // if we're at the end of the array...
// if (readIndex >= numReadings) { // ...wrap around to the beginning:
//   readIndex = 0;
// }
//calculate the average:
//average = total / numReadings;
delayMicroseconds(20); //cada 20 microsegundos
espera=adc*7.7;
//realiza la operación de tiempo de espera
}

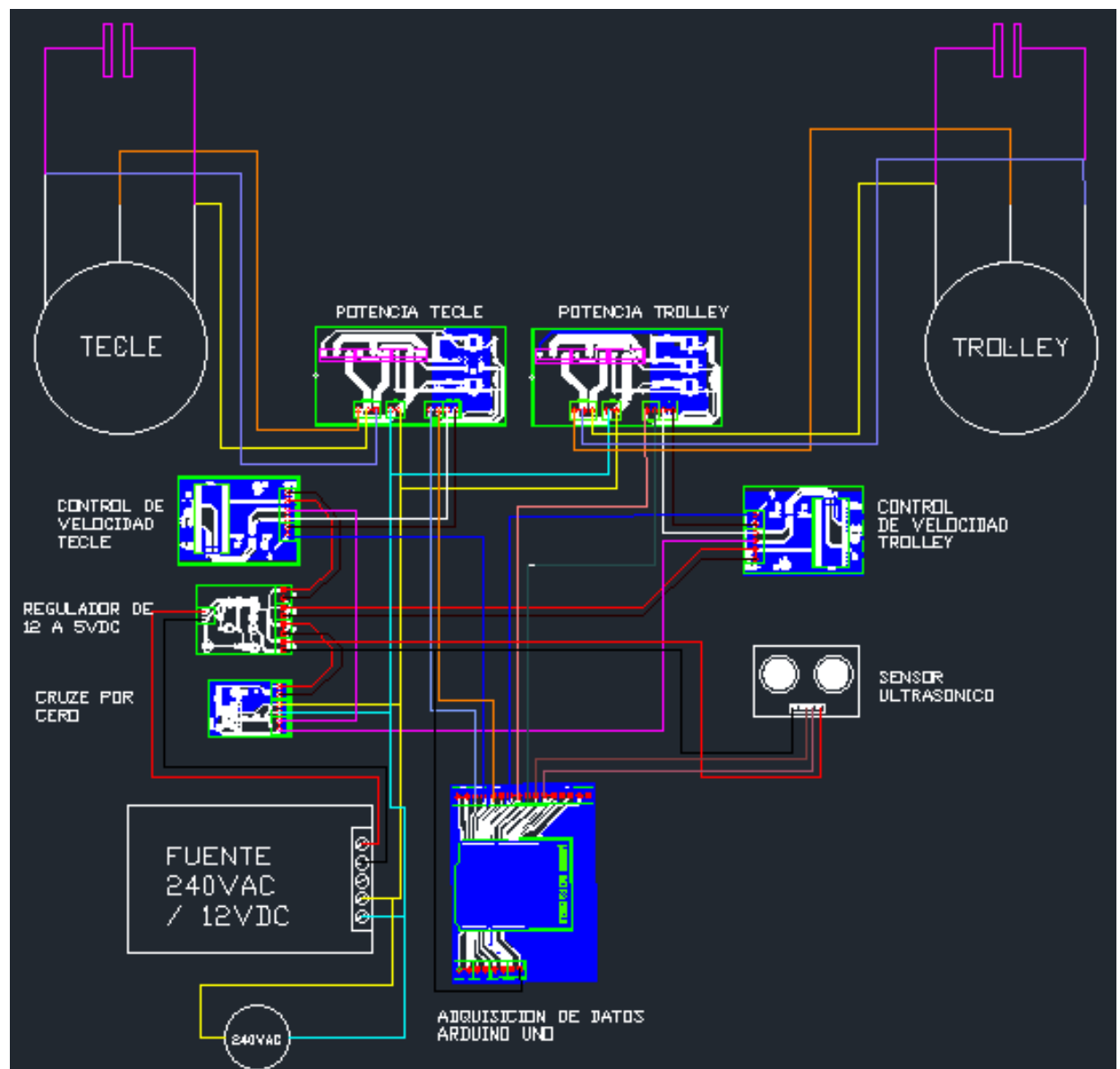
```

```

void inter(){ //void de interrupción cada 60 seg
delayMicroseconds(440);
bandera=1;
conta++;
if(conta==60){
  conta=0;
}
}

```

Anexo 2 Conexiones del prototipo



Anexo 3 Ensamblado de la estructura





Anexo 4 Panel de circuitos

