

**UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención de título de:
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**TEMA:
DESARROLLO DE UNA SILLA AUTOMÁTICA PARA TERAPIA DE
EXTREMIDADES SUPERIORES PARA PACIENTES DE LA FUNDACIÓN
"AYUDEMOS A VIVIR".**

**AUTORES:

JORGE SANTIAGO CHAVEZ QUISHPE
ERIK AMADO YUGSI CANDO**

**TUTOR:
TORRES SANTOS EDUARDO RODRIGO**

Quito, marzo del 2020

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Jorge Santiago Chavez Quishpe con documento de identificación N° 172139780-8 Erik Amado Yugsi Cando con documento de identificación N° 171833591-0, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: “Desarrollo de una silla automática para terapia de extremidades superiores para pacientes de la fundación Ayudemos a Vivir”, 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 cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Jorge Santiago Chavez Quishpe
C.I: 172139780-8



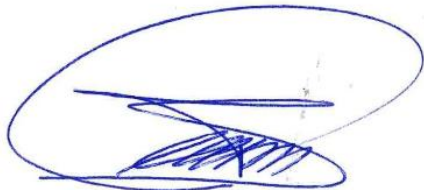
Erik Amado Yugsi Cando
C.I: 171833591-0

Quito, marzo 2020

DECLARACIÓN DE COAUTORIA DEL DOCENTE TUTOR

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el proyecto técnico, Desarrollo de una silla automática para terapia de extremidades superiores para pacientes de la fundación Ayudemos a Vivir, realizada por, Jorge Santiago Chavez Quishpe y Erik Amado Yugsi Cando obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerado como trabajo final de titulación.

Quito, marzo 2020



Ing. Torres Santos Eduardo Rodrigo
C.I: 171365460-4

DEDICATORIA

Con todo mi cariño dedico este trabajo de titulación a mi familia, en especial, a mis padres por haberme apoyado incondicionalmente y guiado a lo largo de mi carrera y de mi vida, por creer en mí. A mis hermanos por ser mi fortaleza para seguir y por su ayuda en los buenos y malos momentos.

Jorge

Dedico este proyecto a toda mi familia y a todas las personas que siempre creyeron en mí, de las cuales destaco el apoyo incondicional de mis padres Diana y Luis, mi hijo Logan y mi hija Dominic, mi hermanita que me bendice desde el cielo Juanita junto con mi abuelita Blanquis, mi hermano Kevin, mi esposa Belén, mi abuelita Isabel, mi tío Iván y Tere que son las personas que me apoyaron en todos los sentidos.

Erik

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por el gran esfuerzo que han hecho y apoyarme en todo, a mis abuelitos por los valores inculcados para ser cada día una mejor persona.

A nuestro tutor Eduardo Torres por guiarnos, aconsejarnos y darnos su asesoramiento para lograr culminar este proyecto de titulación, mostrando profesionalismo y gran interés en cada tutoría.

A toda mi familia que me han brindado su apoyo.

Jorge

Por la importante culminación en esta etapa profesional en mi vida, doy las gracias a Dios por la vida, a mis padres Diana y Luis por su apoyo incondicional, mi hermanita que desde cielo me cuida Juanita, a mi hermano Kevin, a mi hijo Logan y mi hija Dominic porque son el motor en mi vida para seguir superando y alcanzando mis metas siendo mejor persona, agradezco a mi abuelita Isabel que es como una madre y mi ejemplo de perseverancia mi tío Iván que han sido un apoyo incondicional y me han enseñado el valor de la humildad y el trabajo duro, agradezco a Belén la persona que ha estado en los buenos y malos momentos dándome ánimos para llegar a culminar mi objetivo, agradezco también a Tere la persona que junto a mi padres no dejaron de impulsarme y creer en mí.

También agradezco a nuestro tutor Eduardo Torres por su guía y apoyo incondicional desde el inicio hasta culminar de la mejor manera en este proyecto.

Erik

TABLA DE CONTENIDO

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE COAUTORIA DEL DOCENTE TUTOR.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPITULO 1	15
ANTECEDENTES	15
1.1 Problema de estudio	15
1.2 Justificación	16
1.3 Objetivos.....	16
1.3.1 Objetivo General	16
1.3.2 Objetivos específicos	16
CAPITULO 2	17
FUNDAMENTACION TEÓRICA	17
2.1 Fundación “Ayudemos a Vivir”	17
2.2 Discapacidades que se ocupa la Fundación	18
2.2.1 Discapacidad mental.....	18
2.2.2 Discapacidad física o motora	18
2.3 La fisioterapia.....	19
2.4 El fisioterapeuta.....	19
2.5 La atrofia muscular.....	20
2.6 Terapias en miembros Superiores	20

2.6.1	Abducción	21
2.6.2	Aducción	21
2.6.3	Flexión de codo	22
2.6.4	Extensión de codo.....	22
2.6.5	La pronación y la supinación	23
2.7	Sillas para terapias.....	23
2.7.1	Software de diseño CAD para la silla.....	24
2.8	Componentes del prototipo	24
2.8.1	Interfaz Hombre Máquina (HMI).....	24
2.8.2	Servomotores.....	24
CAPITULO 3		26
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN		26
3.1	Estructura de la silla	26
3.1.1	Acero inoxidable	26
3.1.2	Tapizado y seguridad.....	28
3.1.3	Partes de la silla automática	29
3.2	Tarjeta de control.....	30
3.2.1	Diagrama de bloques	33
3.2.2	ATMEGA 328.....	33
3.2.3	Memoria 24LC512	34
3.2.4	Reloj en tiempo real DS3231M.....	34
3.2.5	Control de los servomotores 1 y 2.....	35
3.2.6	Servomotores RDS 5160.....	35
3.2.7	Sensor de corriente	36
3.2.8	Diodos de protección	38

3.2.9 Regulación del voltaje	38
3.3 Pantalla Táctil Nextion NX8048T070	39
3.3.1 Software Nextion Editor V0.59.....	40
3.3.2 Interfaz programada en el software	40
CAPÍTULO 4	47
PRUEBAS DE VALIDACIÓN.....	47
4.1 Descripción de los pacientes	47
4.2 Pacientes que utilizan el prototipo.....	48
4.3 Funcionamiento y resultados del prototipo.....	49
4.4 Análisis de resultados	50
4.5 Conclusiones	52
BIBLIOGRAFÍA	54
ANEXOS.....	56

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Logo de identificación de la Fundación	18
Figura 2.2. La Abducción.....	21
Figura 2.3. La Aducción.....	21
Figura 2.4. Flexión.....	22
Figura 2.5. Extensión.	22
Figura 2.6. La pronación y supinación.....	23
Figura 3.1. Estructura de la silla.	26
Figura 3.2. Estructura de los brazos en acero inoxidable.....	27
Figura 3.3. Vista frontal de la estructura.....	27
Figura 3.4. Vista lateral de la estructura.	28
Figura 3.5. Vista superior de la estructura.	28
Figura 3.6. Silla automática.....	29
Figura 3.7. Silla automática.....	30
Figura 3.8. Tarjeta de control.	30
Figura 3.9. Circuito de la tarjeta de control.....	32
Figura 3.10. Tarjeta de control.	32
Figura 3.11. Tarjeta de control completa.	33
Figura 3.12. Diagrama de bloques.	33
Figura 3.13. Circuito de la memoria 24LC512 y reloj en tiempo real (RTC).....	35
Figura 3.14. Circuito de control del servomotor 1 y 2.....	35
Figura 3.15. Servomotor RDS 5160.	36
Figura 3.16. Pantalla táctil.....	38
Figura 3.17. Circuito diodos de protección.	38
Figura 3.18. Circuito regulador de voltaje.	39

Figura 3.19. Pantalla táctil.....	39
Figura 3.20. Pantalla de portada.	40
Figura 3.21. Pantalla interactiva de menú principal.	41
Figura 3.23. Pantalla de fecha, hora y brillo.	42
Figura 3.24. Teclado alfanumérico.	42
Figura 3.25. Pantalla del teclado numérico.	43
Figura 3.26. Diagrama de flujo de la opción ingresar usuario	43
Figura 3.27. Diagrama de flujo de la opción registrar usuario.....	44
Figura 3.28. Registrar usuario.	44
Figura 3.29. Pantalla brazo derecho.....	45
Figura 3.30. Pantalla de ejercitación de los brazos.....	45
Figura 3.31. Diagrama de flujo de la opción iniciar ejercicio.	46

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1. Tarjeta de control.	31
Tabla.4.1. Datos de los pacientes.....	49
Tabla 4.2. Primer registro de datos.	50
Tabla 4.3. Segundo registro de datos.	50
Tabla 4.4. Tercer registro de datos.	50
Tabla 4.5. Resultados de error.....	51

RESUMEN

La fundación Ayudemos a Vivir se dedica a brindar servicio médico y de rehabilitación dedicado a niños, jóvenes y adultos de la ciudad de Quito, las cuales padecen de discapacidades mentales. La fundación brinda servicio de calidad, autogestión y de alta tecnología, por lo cual el proyecto técnico tiene como objetivo principal el diseño e implementación de un prototipo de una silla para la ejercitación muscular de las extremidades superiores, en las cuales se pueda parametrizar y ejecutar terapias en la fundación a diferentes pacientes de los 23 existentes en la fundación actualmente.

El prototipo tiene partes relacionadas a la mecánica, electrónica y de seguridad. Consta de una estructura resistente y de durabilidad siendo acoplada a la parte electrónica mediante sistema eléctrico para el trabajo de dos servomotores digitales, los cuales están calibrados a trabajar a varios ángulos de acuerdo a la necesidad del paciente, tal como se tiene configuración del número de repeticiones el sistema cuenta con una interfaz hombre-máquina (HMI) para que el fisioterapeuta realice las configuraciones necesarias de acuerdo a su mismo criterio para la terapia designada de cada paciente. Se tiene programado en el HMI la identificación para cada paciente, así como los datos que se ingresaran para la flexo-extensión.

La silla cuenta con un sistema de seguridad mediante un paro de emergencia y sensores de corriente para evitar lesiones en los pacientes y garantizar en alguna emergencia su evacuación inmediata. Se tiene adaptada correas para la seguridad y fijación del paciente para culminar cada terapia y que el paciente no se sienta incómodo.

ABSTRACT

The Help Let's Live Foundation is dedicated to providing medical and rehabilitation services dedicated to children, youth and adults in the city of Quito, who suffer from mental disabilities. The foundation provides quality service, self-management and high technology, so the technical project has as its main objective the design and implementation of a prototype chair for the muscular exercise of the upper extremities, in which you can parameterize and execute therapies in the foundation to different patients of the 23 patients currently affected in the foundation.

The prototype has parts related to mechanics, electronics and security. Constant of a resistant structure and durability being coupled to the electronic part by means of an electrical system for the work of two digital servomotors, which are calibrated to work in several angles according to the need of the patient, as there is configuration of the number of The system has a man-machine interface (HMI) for the physiotherapist to make the necessary settings according to the same criteria for the designated therapy of each patient. The identification for each patient is programmed in the HMI, as well as the data that is entered for the flexo-extension.

The chair has a safety system through emergency stop and current sensors to prevent injuries to patients and detected in an emergency immediate evacuation. It has adapted straps for the safety and fixation of the patient to complete each therapy and that the patient does not feel uncomfortable.

INTRODUCCIÓN

La fundación “Ayudemos a Vivir” está enfocada a brindar terapias de lenguaje, hidroterapias, canoterapia, terapias físicas, hipoterapia y terapia ocupacional. El presente proyecto de titulación denominado “Desarrollo de una silla automática para terapia de extremidades superiores para pacientes de la fundación Ayudemos a vivir” se encuentra conformado en cuatro capítulos los cuales se describen a continuación:

En el capítulo se describe el problema de estudio, justificación de realizar el proyecto y los objetivos tanto el principal como los específicos.

En el capítulo dos se describe la fundamentación teórica de la información acerca de la fundación como sus actividades y terapias. También se describe las partes de manera general que constará el prototipo.

En el capítulo tres se realiza la caracterización del diseño realizado como su implementación tanto de manera estructural, electrónica y de seguridad.

En el capítulo cuatro se realizó las pruebas de validación encontrando los pacientes que son capaces de utilizar la silla y observado sus resultados.

CAPITULO 1

ANTECEDENTES

1.1 Problema de estudio

La discapacidad física a escala mundial es del 15% de la población, teniendo en el Ecuador alrededor del 46.78% de personas que tienen alguna discapacidad. (Pérez Á. , 2017)

En el Ecuador existen personas con discapacidad en sus extremidades superiores que se les dificulta la adquisición de trabajo y no tienen atención frecuente en centros médicos, por lo cual también existen fundaciones dedicadas a la atención de discapacidades en varias áreas del cuerpo humano. (Pérez Á. , 2017)

La fundación “Ayudemos a vivir” cuenta con 65 pacientes con distintas discapacidades, que necesitan terapias continuas para evitar que las enfermedades sigan deteriorando los músculos llegando a producir la atrofia muscular. En la fundación trabajan 2 fisioterapeutas que atienden a los pacientes con sesiones que tienen mayor o menor tiempo de demora de acuerdo al grado de lesión muscular que el fisioterapeuta evalúa, por lo cual existen tiempos altos de espera entre cada terapia y no hay un horario de atención constante para los pacientes. El presupuesto de esta fundación hace imposible la contratación de más fisioterapeutas. Los 2 fisioterapeutas existentes no se abastecen a realizar terapias en las extremidades superiores, teniendo como resultado que los pacientes no reciban atención constante ya que es conveniente realizar de 15 a 30 minutos de acuerdo a los diferentes tipos de lesiones necesitando mayor o menor tratamiento para que el fisioterapeuta evalúe cada sesión, por lo tanto tienen riesgo de adquirir enfermedades por la falta de actividad de sus extremidades superiores como por ejemplo la atrofia muscular que les afecta perdiendo tamaño y fuerza en los músculos. Existen terapias que pueden ser automatizadas porque son de repetición y tiempo establecidos que actualmente requieren de un fisioterapeuta permanente. (FundaciónAyudemosAVivir, 2019)

1.2 Justificación

La Fundación “Ayudemos a Vivir” ubicada en Conocoto, Ecuador, con fines benéficos, se constituye como una Organización no Gubernamental de padres de familia de niños y personas con discapacidad. Brinda un servicio médico y de rehabilitación para niños, jóvenes y adultos, que padecen de discapacidades mentales, mediante un servicio de calidad, precios competitivos, autogestión, con profesionales especializados y comprometidos, basados en el trabajo en equipo, solidaridad, y responsabilidad, para lograr su inserción en la sociedad, y la satisfacción de todos los grupos de interés. Se desarrollará el prototipo de una silla que realice de manera semiautomática el trabajo de los fisioterapeutas en el área de las terapias de flexo extensión para extremidades superiores, por lo cual los pacientes no se verán limitados en las atenciones por la poca cantidad de especialistas ya que es posible realizar la terapia de manera electrónica.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar un prototipo de una silla semiautomática para la ejercitación muscular en las extremidades superiores de personas con discapacidad en la Fundación "Ayudemos a Vivir".

1.3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar las partes del prototipo para el diseño técnico y de operación
- Diseñar la estructura de la silla estática para la realización de terapias automáticas en las extremidades superiores.
- Desarrollar el sistema electrónico para la automatización de la silla de ejercitación muscular.
- Realizar pruebas del prototipo para la validación del funcionamiento con terapias a los pacientes de la fundación.

CAPITULO 2

FUNDAMENTACION TEÓRICA

En el presente capítulo se indica la descripción y fundamentos de la Fundación “Ayudemos a Vivir” teniendo como pacientes a personas con diversas discapacidades, por lo cual se destaca las terapias en las extremidades superiores para la elaboración de una silla automática y así evitar la atrofia muscular que es una de las enfermedades que se mencionaran y se tendrá en cuenta el detalle de los diferentes componentes que conformaran el prototipo.

2.1 Fundación “Ayudemos a Vivir”

La fundación fue fundada en el año de 1996 por motivo de un accidente de un niño de acuerdo al descuido de los médicos que dejaron caer y por lo cual le causaron parálisis cerebral para posteriormente diagnosticarle leucemia al hijo de la Señora Rosa Romero, la cual realizó una promesa ante Dios que si su hijo es salvado pues se dedicaría a la ayuda y velación por las personas que tengan discapacidad mental severa provenientes de familias de bajos recursos económicos. Consecuencia de esta tragedia el niño se recuperó de la leucemia por lo cual su lucha fue de un resultado gratificante y para así entre un grupo de madres poder establecer la fundación Ayudemos a Vivir. Esta fundación se encuentra en Conocoto en la Av. Jaime Roldos Aguilera, s/n, ex instalaciones del INFA, junto a la casa hogar del MIES. (FundaciónAyudemosAVivir, 2019)

La fundación tiene aproximadamente 22 años de funcionamiento dedicándose al apoyo y ayuda de personas con discapacidades de bajos recursos económicos de diferentes edades, que al inicio una organización italiana entrego casas con el propósito de acoger a niños abandonados, por lo cual se unió a la fundación a dicho proyecto para trabajar conjuntamente teniendo como resultado diferencias de expectativas ya que las condiciones de los niños abandonados eran muy diferentes a las condiciones de niños con discapacidades, por lo cual se pidió una casa aparte para así ser exclusiva para tratar discapacidades y que con la ayuda y el esfuerzo de un grupo de madres se pudo levantar el establecimiento adecuadamente. (FundaciónAyudemosAVivir, 2019)

Las personas de la fundación de diferentes edades cuentan con rehabilitación integral con terapias físicas, terapias de lenguaje, terapia ocupacional, psicorehabilitación, hipo y canoterapia, hidroterapia, recreacional, integración, capacitación familiar, atención médica tanto general como fisiatría. Desde su fundación siempre busco tener convenios con el estado que se han seguido manteniendo hasta la actualidad. (FundaciónAyudemosA Vivir, 2019)

Figura 2.1 Logo de identificación de la Fundación



Logo de la Fundación “Ayudemos a Vivir”, Fuente: (FundaciónAyudemosA Vivir, 2019)

2.2 Discapacidades que se ocupa la Fundación

La fundación “Ayudemos a Vivir” se encarga de acoger, ayudar y apoyar a niños, jóvenes y adultos del Distrito Metropolitano de Quito que adolecen de discapacidades mentales.

2.2.1 Discapacidad mental

Discapacidad es toda restricción o ausencia de la capacidad de realizar una actividad en forma o dentro del margen que se considera normal para un ser humano. Las discapacidades mentales afectan tanto las actividades motoras como las mentales de una persona y entre ellas están: el Síndrome de Down, la Felilcetonuria, el Síndrome de West o el Síndrome de frágil. (Ke & Liu, 2017).

2.2.2 Discapacidad física o motora

La discapacidad física es la reducción de la movilidad de alguna parte del cuerpo de manera total o parcial por lo que resulta una difícil inserción a la sociedad ya que se encuentra limitaciones en las actividades motrices convencionales.

Se tienen diversos factores que provocan esta discapacidad como reumática, infecciosa, neurológica en la médula o el cerebro, viral, traumatismos o parálisis cerebral.

Existen diferentes tipos de clasificaciones tales como: (Ke & Liu, 2017)

Según déficit de movimiento:

- Paresias
- Plejías

Según la cantidad de miembros afectados:

- Monoplejía
- Hemiplejía
- Diaplejía
- Paraplejía
- Cuadriplejía.

2.3 La fisioterapia

La fisioterapia se reconoció definida cuando la Organización Mundial de la Salud la estableció como una ciencia que mediante diversos medios físicos se realiza tratamiento para alguna parte del cuerpo de una persona que sufre dolencias de algún tipo específico. Se incluye en la fisioterapia diagnósticos con motivo de establecer niveles de fuerza muscular, las capacidades funcionales, extensión y límites de movimiento articular mediante el control del tratamiento con resultado de evolución positiva en el paciente. (CuidatePlus, 2019)

La fisioterapia es considerada preventiva en el medio de mantener la salud en un estado adecuado de acuerdo a la edad mediante medios naturales tales como luz, agua, electricidad y también medios mecánicos que se encuentran relacionados a los masajes. (CuidatePlus, 2019)

2.4 El fisioterapeuta

El fisioterapeuta es relacionado a la persona que es especializada en la profesión de la fisioterapia ya que es una profesión reconocida en la Ley de Ordenación de Profesiones Sanitarias, conformando varias técnicas especializadas para el tratamiento muscular.

Se considera que es multidisciplinar ya que se encuentra relacionada en diferentes disciplinas o profesiones médicas como por ejemplo la pediatría.

El fisioterapeuta ejerce su profesión de manera personalizada en centros médicos o también de manera libre mediante atención domiciliaria. (CuidatePlus, 2019)

El fisioterapeuta es considerado en diferentes actividades de las cuales destacan estar aptos para: (CuidatePlus, 2019)

- Realizar un examen y una evaluación integral del paciente.
- Evaluar los resultados del examen o diagnóstico y hacer juicios clínicos.
- Determinar cuándo los pacientes deben ser referidos a otro profesional de la salud.
- Implementar un programa de intervención o tratamiento.
- Determinar el resultado del tratamiento.
- Hacer recomendaciones para el autocuidado.

2.5 La atrofia muscular

Se considera a la atrofia muscular como un factor negativo en lo que trata de la funcionalidad y movimiento muscular de las personas limitando su desempeño total en varias actividades dentro y fuera del hogar. Las causas para la atrofia muscular normalmente son debido a dolores o inflamaciones que posteriormente son evolucionadas a enfermedades crónicas como el cáncer si no se realiza algún tipo de tratamiento para una evolución positiva. La atrofia muscular afecta a las células nerviosas de los músculos obteniendo como resultado disminución en la masa muscular y pérdida de la fuerza. (Ramirez, 2012)

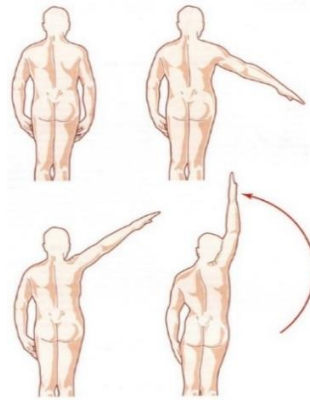
2.6 Terapias en miembros Superiores

El objetivo de las terapias en miembros superiores es que mediante un tratamiento de ejercitación muscular se logre recuperar la utilización frecuente de algún miembro superior logrando que vuelva a ser funcional y evitando más enfermedades a futuro.

2.6.1 Abducción

Se realiza la persona de pie con los brazos a los costados comenzando con la elevación de cada brazo independientemente ya que este movimiento es considerado como coordinado y se realiza de manera continua para ayudar al movimiento de las articulaciones del hombro desde que comienza la terapia hasta su finalización luego de las repeticiones requeridas, se tiene en cuenta que para aumentar su amplitud de movimiento se puede realizar movimientos en la cadera como se muestra en la Figura 2.2 alcanzando una amplitud máxima de 180 grados. (Kapandji, 2012)

Figura 2.2. La Abducción.



Miembro Superior, abducción. Fuente: (Kapandji, 2012)

2.6.2 Aducción

Se le considera un movimiento contrario a la abducción ya que inicialmente se mantiene en la postura de la abducción con los brazos a los costados en reposo y terminando con movimientos frente y detrás de la cadera permitiendo que se alcance una leve flexión central en el brazo para así alcanzar una amplitud máxima de 75 grados como se muestra en la Figura 2.3. (Kapandji, 2012)

Figura 2.3. La Aducción.



Miembro Superior, aducción. Fuente: (Kapandji, 2012)

2.6.3 Flexión de codo

Esta terapia es teniendo en cuenta el movimiento del codo ya que en un plano sagital se debe dirigir al antebrazo hacia adelante y arriba con una amplitud de 145 grados teniendo en cuenta que depende de la masa muscular de cada persona ya que existe un tope entre el antebrazo y el brazo lo que limita alcanzar dicha amplitud máxima. (Faes, 2011)

Figura 2.4. Flexión.



Articulación del codo, flexión. Fuente: (Faes, 2011)

2.6.4 Extensión de codo

Se debe tener en cuenta tener antes una terapia de flexión que sería la posición inicial con el codo en flexión topando el brazo con el antebrazo para continuamente dirigir el brazo hacia abajo y atrás de acuerdo al plano sagital. El tope del pico del olecranon del cubito con la fosa olecraniana del húmero limita el máximo de esta terapia llegando a un límite para continuamente volver a empezar con la terapia de flexión y así seguir alternando. (Faes, 2011)

Figura 2.5. Extensión.



Articulación del codo, extensión. Fuente: (Faes, 2011)

2.6.5 La pronación y la supinación

Se considera que esta terapia es propia ya que los movimientos son únicos del antebrazo y se realizan por la existencia de la radio cubital superior e inferior que son articulaciones que permiten cumplir con esta terapia. La posición inicial es cuando se tiene a la palma dirigiéndola hacia abajo por lo cual el antebrazo es llamado que se pronona con una amplitud de 85 grados, luego se tiene que la palma se dirige hacia arriba diciendo que supinamos el antebrazo con una amplitud de 90 grados. (M. Faes, 2011)

Figura 2.6. La pronación y supinación.



Articulación del codo pronación y supinación. Fuente: (Faes, 2011)

2.7 Sillas para terapias

La silla puede ser construida de diferentes materiales de acuerdo al espacio y ambiente en el que se encuentra o requiere como madera, plástico, metal, o algún otro material deseado, también tiene habitualmente cuatro patas. Existen una gran variedad de diseños de sillas que de acuerdo a su uso y material tienen varios precios desde las más económicas y sencillas con un único motivo de uso que es de sentarse hasta las más caras que forman parte de uso como por ejemplo médico o industrial. Una silla terapéutica tiene el posicionamiento que el paciente necesita, ya que consta de diferentes elementos ajustables y también consta de varios accesorios de control para las diferentes partes del cuerpo que se desee rehabilitar mediante el trabajo terapéutico necesario de cada paciente o usuario. (Perez & Gardey, 2016)

2.7.1 Software de diseño CAD para la silla

El Sistema de Diseño Asistido por Ordenador o también llamado CAD es un conjunto integrado entre la relación de ordenador y aplicaciones. El sistema CAD permite al usuario diseñar de manera interactiva teniendo en cuenta la facilidad de construcción de lo que el usuario necesita proyectar para su medio de trabajo. Los programas CAD tienen un papel importante formando parte de la automatización integrada cumpliendo con ser un medio de control de la información. (Soto & Gandarías, 2013)

2.8 Componentes del prototipo

Se establece varios componentes que conformaran la silla automática tanto en su parte mecánica como electrónica para su correcto funcionamiento en la terapia de extremidades superiores las cuales se detallaran a continuación.

2.8.1 Interfaz Hombre Máquina (HMI)

La interfaz hombre máquina es también conocida como HMI considerada el dispositivo que permite tener una interacción entre el usuario y la máquina que es cualquier dispositivo electrónico. Generalmente el HMI consta de diferentes paneles de control compuestos por indicadores y comandos. Por lo general en una empresa el HMI es el dispositivo comúnmente usado para que el operador y supervisor tengan el manejo y control de un área de proceso industrial. (Wonderware, 2019)

Tiene como función principal la visualización en tiempo real de la información de operación de un sistema al que se haya sido establecida, permitiendo así que mediante el HMI se establezca cambios y controles para la optimización de un proceso o cualquier elemento. (Wonderware, 2019)

2.8.2 Servomotores

El servomotor es un motor que permite manipular el cambio del sentido de giro del motor mediante su polaridad y también la posición del eje en instantes que se requieran. Tiene su funcionalidad para moverse a diferentes grados que se determinen y para finalmente mantenerse en una posición fija, por lo cual está compuesto por varios elementos tanto electromecánicos como electrónicos. (García, 2016)

En el interior de un servomotor se encuentra un motor DC, por el cual el eje se encaja en una caja de engranajes teniendo parecido a una transmisión, de tal manera que se obtiene que el torque del motor se pueda potenciar y establecer una posición fija cuando sea necesaria. En el servomotor la parte del circuito electrónico es principalmente para controlar el movimiento y las posiciones que se desee del motor. (García, 2016)

CAPITULO 3

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

En este capítulo se desarrolla el diseño de la silla automática con sus componentes específicos utilizados tanto en la parte mecánica como electrónica para establecer las características de los componentes, así como la parte del software utilizado en la parte de programación del prototipo.

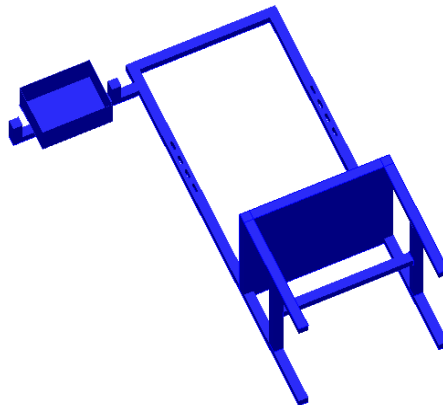
3.1 Estructura de la silla

Para el diseño de la silla se tomó en cuenta la seguridad del paciente a realizar la ejercitación, el material que evite deterioro instantáneo de la silla, el tapizado para la comodidad y cuidado de algún daño al paciente. Todos estos aspectos se establecieron para en conjunto con la parte electrónica y mecánica lograr el correcto funcionamiento del prototipo para la ejercitación y uso de los pacientes.

3.1.1 Acero inoxidable

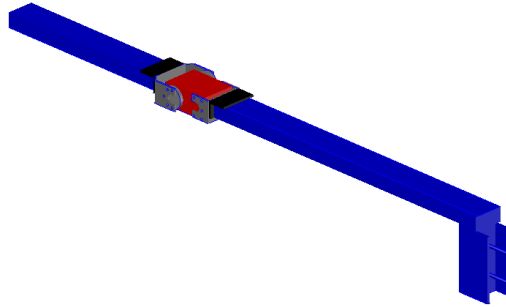
Se usó acero inoxidable para toda la estructura de la silla como se observa en la Figura 3.1 y Figura 3.2, se usó tubo de acero inoxidable cuadrado de pulgada y media con una longitud de 6 metros, ya que es resistente a la oxidación, corrosión, resistencia térmica, aspectos de higiene y limpieza, lo cual le hace un material con superficie dura, lisa y uniforme de limitada soldabilidad, de larga durabilidad y si tiene algún daño mecánico su película es autorreparable mediante oxígeno. (Bonnet, 2019)

Figura 3.1. Estructura de la silla.



Estructura de la silla realizada en el software AutoCAD. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

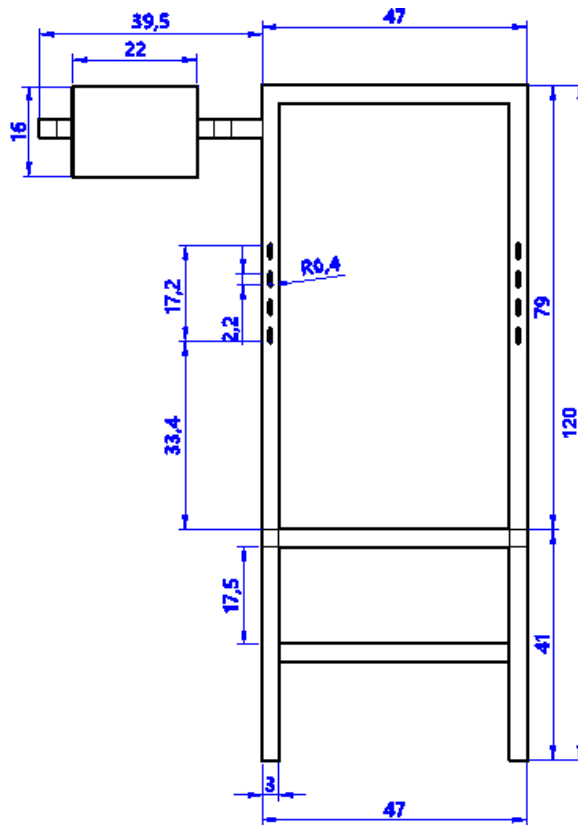
Figura 3.2. Estructura de los brazos en acero inoxidable.



Estructura de los brazos realizada en el software AutoCAD. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

A continuación, las vistas de la silla diseñada en AUTOCAD se encuentran las medidas en centímetros.

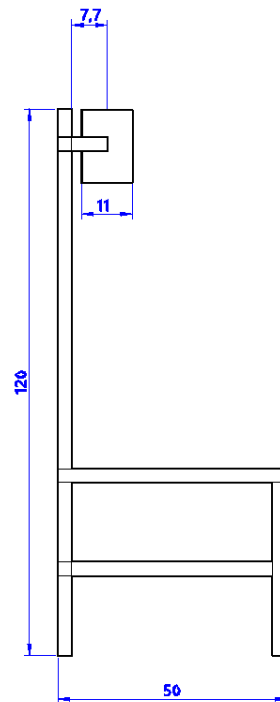
Figura 3.3. Vista frontal de la estructura.



Vista frontal de la estructura de la silla realizada en el software AutoCAD.

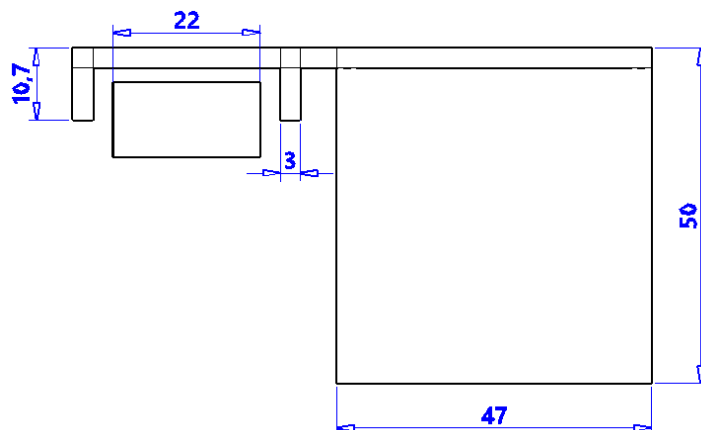
Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

Figura 3.4. Vista lateral de la estructura.



Vista lateral izquierda de la estructura de la silla realizada en el software AutoCAD. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

Figura 3.5. Vista superior de la estructura.



Vista superior de la estructura de la silla realizada en el software AutoCAD. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

3.1.2 Tapizado y seguridad

Se estableció el tapizado como se observa en la Figura 3.6 con esponjas anti ácaros acolchonadas para el asiento, el espaldar, la cabeza y los brazos. Se usó correas de seguridad dirigidas desde el pecho hacia los hombros y la cintura para sostener al

paciente, al igual que correas para que los brazos se encuentren fijos al tapizado de la estructura.

Figura 3.6. Silla automática.



La silla tapizada con sus correas de seguridad. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik

3.1.3 Partes de la silla automática

La silla consta de 9 partes distribuidas de acuerdo al diseño previo realizado en el software AutoCAD para la estructura y en Proteus para la parte electrónica. En la Figura 3.7 se detallan las partes.

1. Paro de emergencia (Switch pulsador LA128-BX1).
2. Pantalla táctil de 7 pulgadas (Nextion NX8048T070).
3. Correa de seguridad (torso).
4. Correa de seguridad (brazos).
5. Servomotor brazo izquierdo.
6. Servomotor brazo derecho.
7. Interruptor de encendido/apagado.
8. Fuente de alimentación (Hengfu HF100W-SF-12).
9. Tarjeta de control.

Figura 3.7. Silla automática.

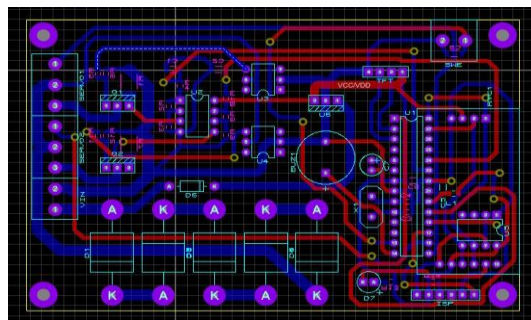


Partes de la silla automática. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik

3.2 Tarjeta de control

En la Figura 3.8 se muestra el diseño de la tarjeta de control PCB (circuito impreso) en el software Proteus con sus respectivas pistas conductoras que conectan a los diferentes elementos de la Tabla 3.1, ubicados de acuerdo a un diseño previo para la implementación.

Figura 3.8. Tarjeta de control.



Diseño de la placa de la tarjeta de control en el software Proteus. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

La tarjeta de control cuenta con un microcontrolador ATmega328P con entradas y salidas para la recepción y transmisión de datos, la pantalla TFT (Transistor de

Películas Finas) de 7 pulgadas, control de motores, el módulo del reloj en tiempo real, la memoria serial tipo EEPROM y un buzzer.

En la Tabla 3.1 se tiene los elementos que conforman la tarjeta de control para posteriormente implementarlos en el circuito impreso.

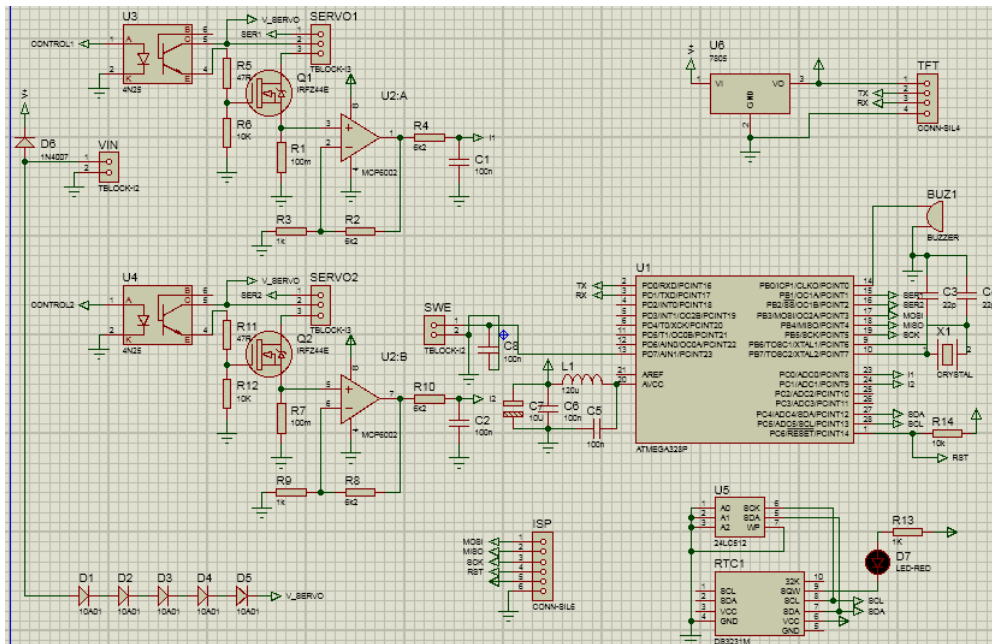
Tabla 3.1. Tarjeta de control.

Cantidad	Elemento
1	Microcontrolador Atmega328P
5	Capacitores cerámicos de 100nF
2	Capacitores 22pF
1	Capacitor dieléctrico de 10uH
1	Resistencias de 10kΩ
2	Resistencia de 47Ω
2	Resistencia de 100Ω
3	Resistencia de 1kΩ
4	Resistencias de 6kΩ
1	Cristal 20 MHz
1	Buzzer
1	Memoria 24LC512
1	Reloj en tiempo real DS3231M
1	Led rojo
2	Optoacopladores 4N25
2	Mosfet IRFZ44E
2	Amplificadores MCP6002
1	Diodo 1N4007
1	Diodos 10A01
1	Regulador 7805

Elementos que conforman la tarjeta de control de circuito impreso. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

En la Figura 3.9 se realizó la simulación del funcionamiento de la tarjeta de control para observar el respectivo comportamiento de todos sus elementos y comprobar el funcionamiento del diseño realizado previamente a la implementación real.

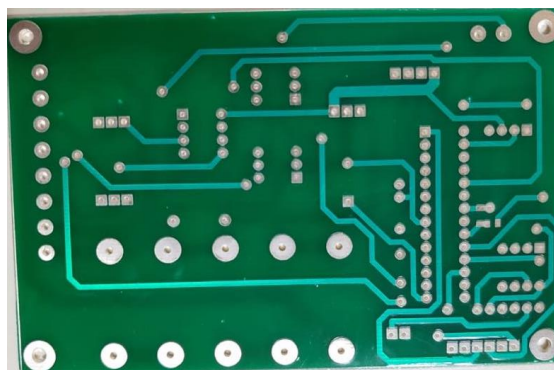
Figura 3.9. Circuito de la tarjeta de control.



Simulación de la tarjeta de control con sus elementos en el software Proteus. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

En la Figura 3.10 se observa la tarjeta de control implementada de manera real de acuerdo a la diseñada previamente en Proteus de la Figura 3.8. Como se observa cuenta con sus respectivas pistas para realizar la ubicación de los elementos.

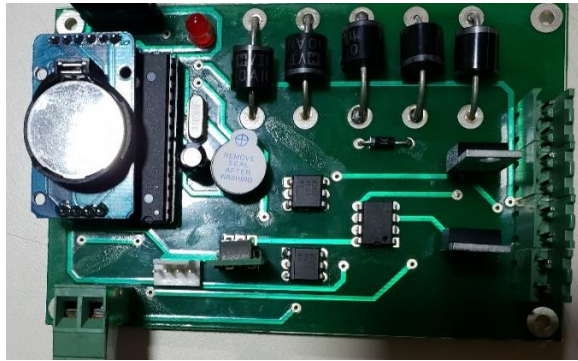
Figura 3.10. Tarjeta de control.



Tarjeta de control implementada sin los elementos. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

En la Figura 3.11 tenemos la placa de control completa con sus respectivos elementos ubicados y soldados para poder ser utilizada posteriormente.

Figura 3.11. Tarjeta de control completa.

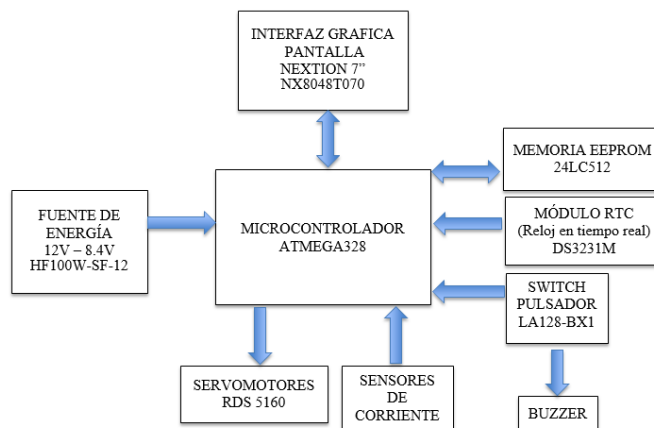


Tarjeta de control con sus respectivos elementos soldados. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

3.2.1 Diagrama de bloques

En el diagrama de bloques de la tarjeta de control, entre sus principales características que lo conforman podemos encontrar el microcontrolador, la memoria serial EEPROM, la pantalla TFT de 7 pulgadas, el reloj en tiempo real, el control del servomotor 1 y servomotor 2, el botón de emergencia, el buzzer y la fuente. Observe la Figura 3.12.

Figura 3.12. Diagrama de bloques.



Diseño del diagrama de bloques de la tarjeta de control. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

3.2.2 ATMEGA 328

Atmel creó el microcontrolador ATmega328, el cual es usado en tarjetas Arduino para poder reemplazar si en algún caso se daña el microcontrolador al igual que crear una tarjeta arduino de manera personal. Las instrucciones se ejecutan en un solo ciclo de reloj llegando a alcanzar una potencia de 1 MIPS. El ATmega 328P es el reemplazo a este microcontrolador que funciona entre 1.8 y 5,5 voltios. (ATMEL, 2015)

En la Figura 3.8 se observa la simulación con los diferentes elementos que maneja el microcontrolador ya que cuenta con pines de conexión de entradas y salidas realizando los procesos como por ejemplo para el control de los servomotores y los procesos para el funcionamiento de la silla. El ATmega328P tiene las características suficientes y necesarias para el desarrollo del software y hardware del prototipo.

3.2.3 Memoria 24LC512

La memoria serial EEPROM 24LC512, sirve como una memoria externa que se observa en la Figura 3.12 que permite guardar los datos de los pacientes existentes de la fundación “Ayudemos a Vivir” tales como el ID (Identificación), nombre, apellido, así como los parámetros de ejercitación como el ángulo inicial, ángulo final y número de repeticiones tanto para el brazo derecho como el izquierdo. Estos datos almacenados son para un usuario o paciente ocupando una trama de 57 bits, por lo cual de acuerdo a la Ec. (3.1) se obtiene un resultado de aproximadamente 1122 usuarios que podrán ser registrados.

$$\text{Número de usuarios} = \frac{\text{Capacidad de almacenamiento}}{\text{Capacidad usada por 1 usuario}} \quad \text{Ec. (3.1)}$$

$$\text{Número de usuarios} = \frac{64kb}{57b} = 1122.81$$

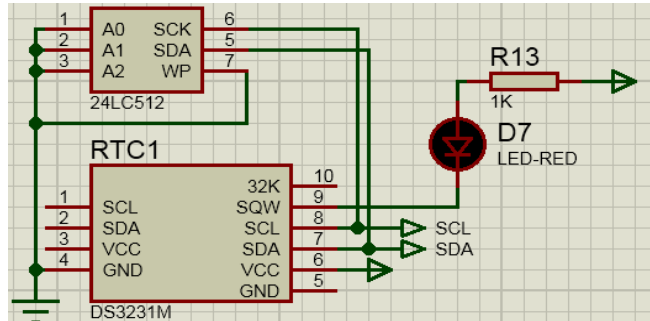
3.2.4 Reloj en tiempo real DS3231M

El módulo DS3231M tiene funciones de uso como reloj, calendario y alarma que se encuentra incluido en la tarjeta de control como se observa en la Figura 3.15, ya que se requiere el uso de la fecha y hora. Este módulo es de alta precisión teniendo en cuenta el formato de fecha en mes, día y año, así también como el formato de hora en horas, minutos y segundos con año bisiesto hasta el 2100, este módulo es usado para tener información, realizar la configuración y almacenar los datos para visualizar la última sesión tanto en fecha y hora de la ejercitación del paciente.

En la Figura 313 se observa las conexiones realizadas entre el reloj en tiempo real y la memoria EEPROM ya que se almacena los datos de ejercitación tanto de la fecha como

la hora para posteriormente en la próxima sesión del paciente ser mostrada su última asistencia ingresando su usuario en el panel táctil.

Figura 3.13. Circuito de la memoria 24LC512 y reloj en tiempo real (RTC).



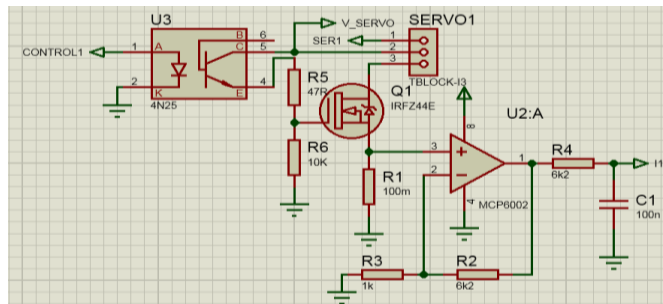
Diseño del circuito conexión de la memoria serial tipo EEPROM y RTC en el software Proteus ISIS.

Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

3.2.5 Control de los servomotores 1 y 2

Para el control del servomotor 1 y 2 se utiliza un optoacoplador 4N25 que actúa como interruptor y un mosfet IRFZ44E el que activará a los servomotores como se observa en la Figura 3.14.

Figura 3.14. Circuito de control del servomotor 1 y 2.



Diseño del circuito para el control del servomotor 1 y 2 en Proteus ISIS. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

3.2.6 Servomotores RDS 5160

El RDS5160 tiene un tamaño estándar con una fuerza de 60Kg se observa en la Figura 3.15, tiene característica que es digital que cuenta con engranajes metálicos como material, también teniendo en cuenta que tiene rodamientos de bolas dobles y todo esto lo hace un servo digital de alta calidad. Posee unos ángulos de operación tanto inicial como máximo de 270 grados. Para este proyecto se utilizó su acoplamiento de un kit

pan-tilt ensamblado para diferentes tipos de movimientos sean suaves o fuertes. (MicroRobotics, 2019)

Este potente servo con reducción metálica incluye brackets metálicos que facilitan la conexión entre articulaciones. Ideal para proyectos de brazos robóticos, bípedos o artrópodos en general. Puede rotar aproximadamente 270 grados (135° en cada dirección). Tiene la facilidad de poder trabajar con diversidad de plataformas de desarrollo como Arduino, PICs, Raspberry Pi, o en general a cualquier microcontrolador. (MicroRobotics, 2019)

Figura 3.15. Servomotor RDS 5160.



Imagen real del servomotor digital RDS 5160 DE 60kg. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

3.2.7 Sensor de corriente

Este circuito sensa la corriente mediante una resistencia muy baja de 100 miliohms, se calcula mediante la Ecuación (3.2) la señal de voltaje que se genera en la resistencia, la cual ingresa a un amplificador MCP6002 que a la salida entrega una señal de voltaje amplificada e ingresa al pin 23 ADC0 y al pin 24 ADC1 del microcontrolador ATmega328P que nos entrega un dato de 0 – 1023 para comparar con el programa que el servomotor 1 con un valor de 300 y el servomotor 2 con 390 se establece que existe un exceso de corriente.

En la Ecuación (3.2) se calcula el voltaje de la resistencia de 100mΩ que ingresará al amplificador.

$$V = R \times I \quad \text{Ec. (3.2)}$$

$$V = 100m\Omega \times 1A$$

$$V = 0.1v$$

$$ADC \text{ de } 10 \text{ bits} \Rightarrow 0 - 1023$$

$$0 - 5v$$

A continuación, se especifica los datos que el ADC nos entrega para cada servomotor en el momento de activarse el sensor de corriente.

Servomotor 1 obtiene del ADC => 300

Servomotor 2 obtiene del ADC => 390

$$V_{servomotor} = \frac{\text{Voltaje del ADC} \times \text{Valor entregado del ADC}}{\text{Valor numérico máximo del ADC}} \quad \text{Ec. (3.3)}$$

$$V_{servomotor1} = \left(\frac{5}{1023}\right) \times 300$$

$$V_{servomotor1} = 1.466 \text{ v}$$

De la Ecuación (3.2) se calcula la corriente en el momento que el ADC nos entrega el valor de 0-1028.

$$I_{servo1} = \frac{V}{R}$$

$$I_{servo1} = \frac{1.466}{100m\Omega}$$

$$I_{servo1} = 14.66 \text{ mA}$$

$$V_{servomotor2} = \left(\frac{5}{1023}\right) \times 390$$

$$V_{servomotor2} = 1.91 \text{ v}$$

$$I_{servo2} = \frac{V}{R}$$

$$I_{servo2} = \frac{1.91}{100m\Omega}$$

$$I_{servo2} = 19.1 \text{ mA}$$

En la Figura 3.16 se observa la pantalla táctil con su respectiva advertencia tanto para el brazo izquierdo como el derecho en el funcionamiento del sensor de corriente, por lo cual en la pantalla nos aparecerá una advertencia indicando que hubo error en la corriente entonces automáticamente el motor se detiene para así evacuar al paciente y evitar lesiones.

Figura 3.16. Pantalla táctil.

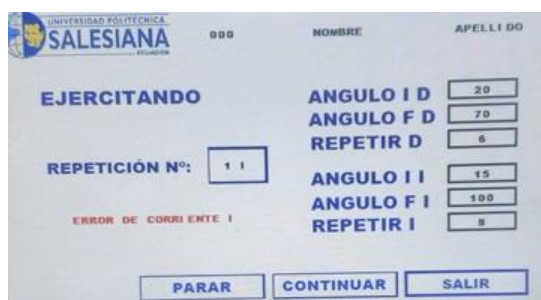
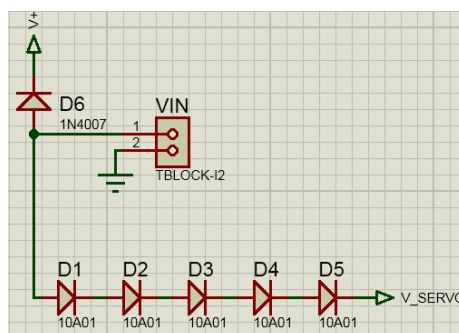


Imagen real con la advertencia en el brazo izquierdo. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

3.2.8 Diodos de protección

El circuito de la Figura 3.17 está diseñado con diodos de 50V, 10A que actúan de forma unidireccional (un solo sentido) para el flujo de la corriente, esto nos asegura la protección del servomotor 1 y 2. Los diodos están conectados en serie, los servomotores consumen aproximadamente 5A por lo cual los cinco diodos soportan las corrientes de los dos servomotores.

Figura 3.17. Circuito diodos de protección.



Diseño del circuito de diodos de protección para el servo1 y el servo2 en Proteus ISIS. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

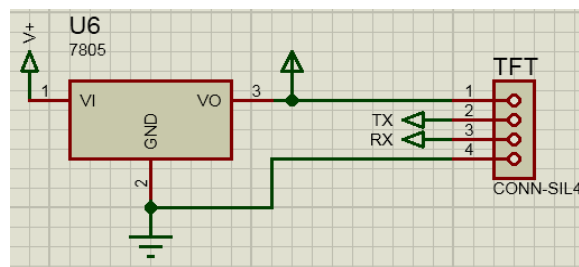
Los servomotores tienen un voltaje de alimentación de 8v teniendo como resultado una velocidad de 0.14 segundos cada 60 grados. Los servomotores tienen un par de 65kg.cm trabajando en un rango de 0 a 110 grados.

3.2.9 Regulación del voltaje

Este regulador de voltaje es de mucha importancia en la tarjeta de control ya que da un voltaje de salida de 5 voltios a 1 amperio y tiene un ingreso de voltaje máximo de 35V, con esto se evita riesgos de dañar el circuitito o módulos de la tarjeta de control

debido a oscilaciones en los niveles de tensión, es un regulador accesible y de bajo costo. En el regulador de voltaje 7805 ingresa una tensión de 12 voltios y de salida tenemos 5 voltios para el funcionamiento de la tarjeta de control y sus módulos, el circuito y su conexión se observa en la Figura 3.18.

Figura 3.18. Circuito regulador de voltaje.



Diseño del circuito regulador de voltaje 5V en Proteus ISIS. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

3.3 Pantalla Táctil Nextion NX8048T070

La pantalla Nextion es una interfaz HMI que establece interfaces entre los procesos, la máquina o los dispositivos y el ser humano permitiendo tener el control y la visualización. Nextion tiene aplicaciones en el Internet de las cosas y en la electrónica de consumo. (Topón, 2017)

Figura 3.19. Pantalla táctil.



Pantalla táctil Nextion NX8048T070 de 7 pulgadas. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik

Nextion se encuentra conformado con una serie de placas de transistores de película fina (TFT) que representa el hardware de la pantalla, en la cual una placa usa solo un puerto para comunicarse y evitar la dificultad del cableado, se observa en la Figura 3.19. (Topón, 2017)

3.3.1 Software Nextion Editor V0.59

Nextion Editor es un programa gratuito para el desarrollo de HMI para Nextion Basic Series y Enhanced Series. La versión utilizada es la 0.59, reduce la cantidad de trabajo en el HMI, incluyendo que el HMI reproduzca videos y audio, haciendo más fácil las funciones de animación y deslizamiento táctil de texto. (Topón, 2017)

3.3.2 Interfaz programada en el software

Se tiene 8 pantallas configuradas y programadas de acuerdo a la necesidad y funcionamiento de la silla. En la Figura 3.20 se observa la bienvenida, en la cual no se interactúa y tiene un cierto tiempo de visualización.

Figura 3.20. Pantalla de portada.



Pantalla de bienvenida antes del menú principal. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

En la Figura 3.21 se observa la pantalla de menú principal que tiene tres opciones tales como: la primera opción "ingresar usuario" para una persona que ya haya sido registrada con anterioridad o haya realizado algún ejercicio previo, la segunda opción "registrar usuario" que se ingresará para guardar la información de una persona que realice la ejercitación por primera vez y por último la tercera opción de "iniciar ejercicio" que dirigirá directamente a la ejercitación para una persona que no tenga ninguna información o datos.

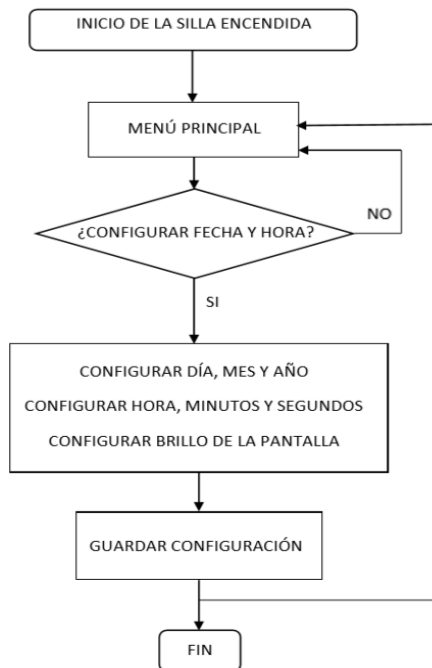
Figura 3.21. Pantalla interactiva de menú principal.



Segunda pantalla interactiva en la cual tendremos varias opciones de ingreso. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

En la Figura 3.22 se observa el diagrama de flujo de la configuración de la hora, fecha y ajuste de brillo de la pantalla táctil y en la Figura 3.23 se programó la pantalla en el software para la configuración de la fecha tanto en el día, mes, año y la configuración del tiempo en formato de 24 horas tanto para cambiar las horas, minutos y segundos.

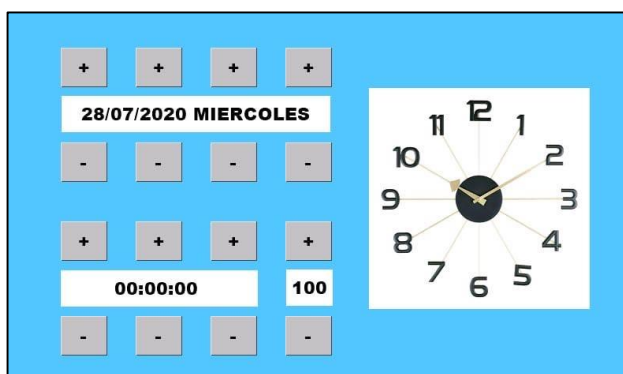
Figura 3.22. Diagrama de flujo de configuración.



Configuración de la fecha, hora y brillo de la pantalla táctil. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

En la Figura 3.23 se tiene la pantalla para configurar cada elemento de la fecha y hora con unos indicadores de + y - para elegir el valor requerido y al terminar guardar para volver al menú principal.

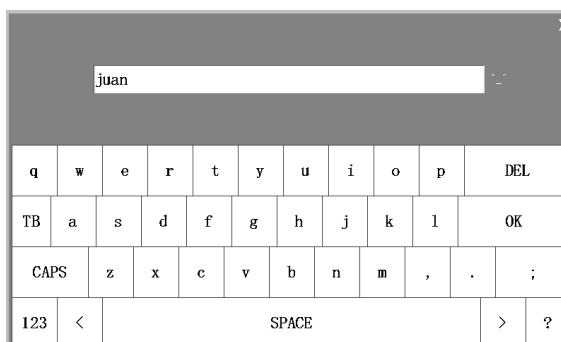
Figura 3.23. Pantalla de fecha, hora y brillo.



Pantalla de configuración de la fecha y hora. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

Se tiene dos tipos de teclados que se usarán en la pantalla táctil como son el alfanumérico de la Figura 3.24 para el ingreso del nombre y apellido del paciente. El teclado numérico de la Figura 3.25 es usado para el ingreso del ID, ángulo inicial, ángulo final y número de repeticiones para el brazo derecho e izquierdo.

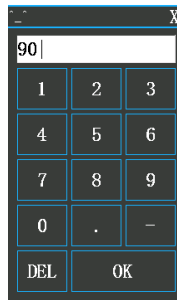
Figura 3.24. Teclado alfanumérico.



El ingreso de información es por medio de letras y números. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

En la Figura 3.25 se observará el ingreso de la identificación (ID), en el cuál se tiene una advertencia que el ID debe ser mayor a cero, por lo cual si es primera vez tendremos un anuncio que nos dirá “USUARIO NO REGISTRADO”, por lo cual deberemos ir a la opción registrar usuario que se observa en la Figura 3.29.

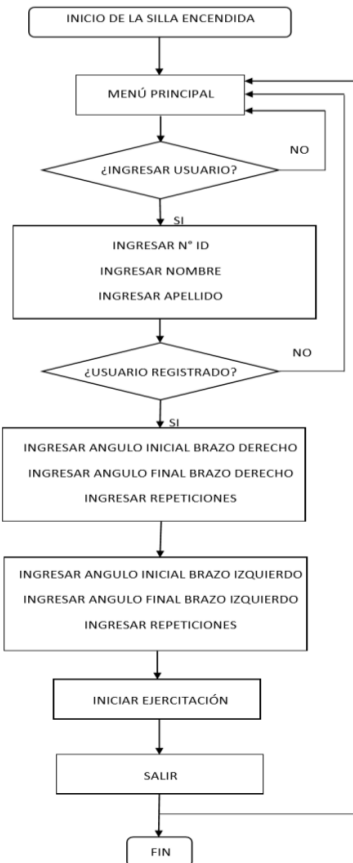
Figura 3.25. Pantalla del teclado numérico.



Ingreso de la información usando teclado numérico. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

En la Figura 3.26 se observa el diagrama de flujo de la opción del menú principal “Ingresar Usuario” observando el comportamiento del sistema.

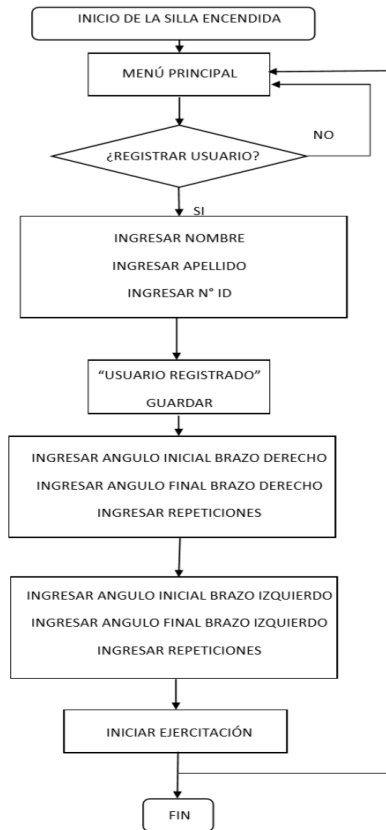
Figura 3.26. Diagrama de flujo de la opción ingresar usuario



Configuración e ingreso de datos para ingresar un usuario. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

En la Figura 3.27 se observa el diagrama de flujo de la opción del menú principal “Registrar Usuario” por lo que se tiene como primera prioridad ingresar un único ID que será el que identificará a cada paciente en conjunto con su nombre y apellido.

Figura 3.27. Diagrama de flujo de la opción registrar usuario.



Ingreso de datos para registrar un usuario. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

En la Figura 3.28 se registra un nuevo usuario para almacenar en la memoria y continuar a la ejercitación, se tiene como datos el Nombre, Apellido y No ID.

Figura 3.28. Registrar usuario.

The screenshot shows a web form titled "UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR" with the heading "INGRESE SUS DATOS". It contains three input fields: "NOMBRE:", "APELLIDO:", and "N° ID:". At the bottom right, there are two buttons labeled "GUARDAR" and "SALIR".

Pantalla de registrar y almacenar los datos de un usuario. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

En la Figura 3.29 se realiza la configuración e ingreso de información de rango de ángulo de trabajo estableciendo el ángulo inicial y el ángulo final de ejercitación, así mismo se ingresará el número de repeticiones, esto se lo realiza para el brazo derecho y el izquierdo. También se observará la información de la persona que realiza el

ejercicio en la parte superior derecha de la pantalla. La Figura 3.29 es igual en el ingreso de información tanto para el brazo derecho como el izquierdo.

Figura 3.29. Pantalla brazo derecho.

Configuración e ingreso de datos del brazo derecho e izquierdo. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

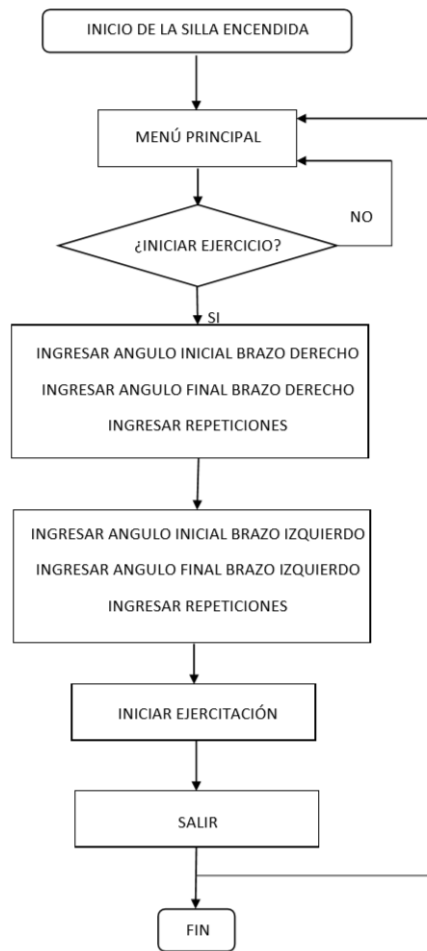
En la Figura 3.30 se realizó la visualización de la información ingresada teniendo en cuenta que la letra “I” se refiere al brazo izquierdo y la letra “D” al brazo derecho. En esta Figura se observará el transcurso del ejercicio viendo las repeticiones que se van realizando.

Figura 3.30. Pantalla de ejercitación de los brazos.

Visualización de los datos a cumplirse tanto en el brazo derecho como el izquierdo con sus respectivas repeticiones. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

En la Figura 3.31 tenemos el diagrama de flujo de la última opción del menú principal que es “Iniciar ejercitación”, por lo que esta opción es creada para poder realizar la ejercitación sin ningún tipo de registro como se usó para capacitar al fisioterapeuta en la utilización del prototipo y no realizar a cada momento el registro e ingreso de usuario para acceder a la configuración de parámetros del ejercicio.

Figura 3.31. Diagrama de flujo de la opción iniciar ejercicio.



Ingreso de datos para iniciar directamente la ejercitación. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

CAPÍTULO 4

PRUEBAS DE VALIDACIÓN

En este capítulo se desarrolló las pruebas de funcionamiento del prototipo de la silla automática para así concluir validando el funcionamiento con los pacientes de la fundación “Ayudemos a Vivir” en las diferentes terapias de acuerdo al tipo de pacientes, teniendo en cuenta su condición física y patológica.

4.1 Descripción de los pacientes

La fundación “Ayudemos a Vivir” cuenta con 23 pacientes existentes entre jóvenes adultos de edades entre 18 a 43 años de edad con dificultades en sus extremidades superiores.

A continuación, detallaremos las enfermedades que presentan los pacientes.

- Retardo mental moderado: estos pacientes pueden realizar cualquier actividad, pero sufren de cambios bruscos de comportamiento.
- Parálisis cerebral grave: estos pacientes pueden defenderse por sí solos y su tratamiento es personalizado.
- Parálisis cerebral profunda: estos pacientes permanecen siempre en una silla de ruedas y su tratamiento es personalizado.
- Síndrome de waardenburg: estos pacientes presentan anomalía en sus extremidades, necesitan supervisión personalizada.
- Síndrome de down: estos pacientes presentan variedad de retrasos en el desarrollo y discapacidades físicas causadas por un trastorno genético.
- Espasticidad: estos pacientes presentan problemas en el sistema nervioso central, imposibilitando total o parcialmente el movimiento de los músculos afectados.
- Ataxia: estos pacientes tienen una falta de coordinación de movimientos, falta de control muscular, presentan problemas al levantar objetos o caminar.
- Parálisis cerebral atetoide: estos pacientes presentan problemas para controlar los movimientos musculares. Tienen movimientos abruptos.

4.2 Pacientes que utilizan el prototipo

La silla automática está dedicada de acuerdo a la clasificación de los pacientes de la fundación, a las personas:

- Pacientes con lesiones nerviosas ya sea por ejemplo por algún agente corto punzante por lo cual dejó sin movilidad propia de las fibras nerviosas y por lo cual sin movilidad propia del brazo.
- Pacientes con hipotonía que determina la disminución de tono muscular, en el que así se encuentre en reposo el brazo indica el grado de contracción de los músculos. Este síndrome causa en los pacientes posturas anormales y debilidad en sus articulaciones.
- Pacientes con accidente cerebrovascular ya sea por dos maneras como: la primera por motivo de que parte del cerebro haya tenido una interrupción en el flujo sanguíneo también llamado isquemia cerebral, o segundo por la rotura de una vena o arteria cerebral también llamada hemorragia cerebral. Como consecuencia de este accidente tienen incapacidad en la movilidad de sus extremidades.
- Pacientes con hemiplejia que es un trastorno que afecta a la persona paralizando la mitad contra lateral del cuerpo, por lo general provocado por muerte de las neuronas dando como causa que el oxígeno necesario sea privado al cerebro. En la hemiplejia se expresa que si se tuvo una lesión en el hemisferio derecho del cerebro se manifestará u observará el daño en la parte izquierda del cuerpo.
- Pacientes con parálisis cerebral porque afecta un solo hemisferio del cerebro dando como resultado el limitado movimiento de la mitad del cuerpo
- Pacientes con embolia, describiendo que tuvieron inicialmente un coagulo de sangre, el cual se traslada desde el lugar en que se formó hacia otro para obstaculizar una arteria y bloquear el flujo sanguíneo, como consecuencia

limitando movimiento en los tejidos por ser privados de oxígeno y sangre. Si existe émbolos en el cerebro se produce un accidente cerebrovascular.

A todos los pacientes con sus diferentes condiciones mencionadas anteriormente se les atribuye que la silla es un prototipo de ayuda catalogado como activador de movilidad pasiva ya que contribuye a la flexión y extensión mediante movimientos controlados con un rango de operación de ángulos comprendidos entre 0 grados hasta 110 grados y con un máximo de 255 repeticiones.

4.3 Funcionamiento y resultados del prototipo

La silla está programada para comenzar ingresando los datos del paciente que realizó un registro previo en la pantalla táctil, luego de tener sus datos se elige la opción ingresar usuario para ingresar las opciones de ángulo inicial, ángulo final y número de repeticiones primero para el brazo derecho y luego para el brazo izquierdo. Luego del ingreso de datos comienza la ejercitación empezando el movimiento del brazo derecho y después del brazo izquierdo cada uno con sus respectivas configuraciones ingresadas en la pantalla táctil.

En la Tabla 4.1 se observa el registro de la identificación (ID) en números de cada paciente que se realizó por medio de la pantalla táctil poder ingresar y realizar la ejercitación.

Tabla.4.1. Datos de los pacientes.

Identificación (ID)	Nombre del paciente	Responsable
101	Micaela	Henry Quinga
458	Jimmy	Henry Quinga
100	Antony	Henry Quinga
322	David	Henry Quinga
123	Rodriguez	Henry Quinga

Registro de datos de cinco pacientes y el fisioterapeuta responsable. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

Tabla 4.2. Primer registro de datos.

Identificación (ID)	Brazo derecho			Brazo Izquierdo		
	Ángulo inicial	Ángulo final	Repeticiones	Ángulo inicial	Ángulo final	Repeticiones
101	50	110	2	70	100	4
458	40	85	8	75	95	7
100	40	90	10	20	80	10
322	55	85	3	50	95	5
123	30	80	3	20	100	3

Registro de datos de la primera ejercitación realizada. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

Tabla 4.3. Segundo registro de datos.

Identificación (ID)	Brazo derecho			Brazo Izquierdo		
	Ángulo inicial	Ángulo final	Repeticiones	Ángulo inicial	Ángulo final	Repeticiones
101	40	110	8	60	100	9
458	30	85	4	65	95	8
100	30	90	10	80	110	10
322	45	85	5	40	90	6
123	75	90	7	70	100	9

Registro de datos de la segunda ejercitación realizada. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

Tabla 4.4. Tercer registro de datos.

Identificación (ID)	Brazo derecho			Brazo Izquierdo		
	Ángulo inicial	Ángulo final	Repeticiones	Ángulo inicial	Ángulo final	Repeticiones
101	30	110	6	60	100	8
458	20	85	7	45	95	6
100	30	90	3	70	110	3
322	35	85	4	20	90	5
123	60	90	8	60	100	10

Registro de datos de la tercera ejercitación realizada. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

4.4 Análisis de resultados

En la Tabla 4.5 se observa los resultados con la existencia de error en los pacientes de identificación 100 y 123.

Tabla 4.5. Resultados de error.

Identificación (ID)	Nombre del paciente	Error
101	Micaela	NO (0%)
458	Jimmy	NO (0%)
100	Antony	SI (17.39%)
322	David	NO (0%)
123	Rodriguez	SI (15%)

Registro de los resultados de errores. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

En el error del paciente Antony con identificación 100 se obtuvo que de una muestra de 10 repeticiones de la Tabla 4.2 y 4.3 solo cumplió 8 repeticiones y el sistema se paró, pero de la Tabla 4.4 cumplió todas las repeticiones, por lo tanto, en porcentaje se obtiene de la Ecuación (4.1) un resultado del 20% de error.

Datos:

46 repeticiones cumplidas

8 repeticiones no cumplidas

$$\text{Error}\% = \frac{\text{Repeticiones no cumplidas} \times 100\%}{\text{Repeticiones cumplidas}} \quad \text{Ec. (4.1)}$$

$$\text{Error}\% = \frac{8 \times 100}{46} = 17,39\%$$

El error encontrado en el paciente Rodríguez de identificación 123 fue por parte del operador ya que ingreso la información de los ángulos iniciales y finales del brazo derecho e izquierdo de manera errónea teniendo en cuenta su condición muscular, los ángulos iniciales de cada brazo deben ser altos por que las fibras de sus músculos son cortos entonces su rango de operación es limitado aproximadamente de 60 a 110 grados. Teniendo en cuenta el error se tiene que de las tres tablas solo cumplió con dos teniendo un error de 15%.

Datos:

40 repeticiones cumplidas

6 repeticiones no cumplidas

Usando la Ecuación (4.1) se obtiene como resultado 15%

$$\text{Error}\% = \frac{6 \times 100}{40} = 15\%$$

4.5 Conclusiones

Se caracterizó todas las partes del prototipo para tener con éxito un resultado en lo estructural de manera robusta, manejable y resistente, en la parte electrónica con elementos necesarios para cumplir con una fácil accesibilidad e identificación para los pacientes y en la operación de manera mecánica cumpliendo con el movimiento de la ejercitación de los brazos para diferentes tipos de niveles.

La estructura del prototipo consta de acero inoxidable siendo un material resistente a la oxidación y corrosión por lo cual soporta lo implementado en la estructura como el tapizado para la comodidad y evitar lesiones, la seguridad mediante correas para mantener firme al paciente tanto desde el pecho como para los brazos hacia la estructura y para el soporte ya que tiene una superficie dura, lisa y uniforme haciéndola factible para la higiene, aseo y uso de los pacientes de la fundación “Ayudemos a Vivir”.

La electrónica y la operación de la silla para pacientes sentados es configurada con una pantalla táctil de 7 pulgadas programable con una interfaz que el operario logra manipular en conjunto con el prototipo para efectuar la ejercitación en los pacientes. Los elementos electrónicos utilizados son los necesarios para el funcionamiento del sistema que tiene el prototipo con accesibilidad en el mercado local.

El diseño estructural de la silla logra ejercitar el brazo derecho e izquierdo de los pacientes, en ángulos de 0 hasta 110 grados teniendo en cuenta un máximo de 255 repeticiones. Se tiene el paro de emergencia con una alerta para que la ejercitación sea detenida en cualquier instante y el paciente sea evacuado de la silla.

El prototipo permite aplicar seis terapias automáticas para las extremidades superiores en pacientes jóvenes adultos con ocho enfermedades que determina la fundación.

Las pruebas de validación se realizaron con cinco pacientes y se tiene como resultado de la Tabla 4.5 en el paciente de identificación 100 un error del 17.39% en las repeticiones realizadas ya que el paciente realizó movimientos involuntarios ejerciendo resistencia a la terapia establecida del terapeuta, por lo cual se activó los

sensores de corriente pausando la ejercitación y evacuando de la silla al paciente, en el error del 15% de la Tabla 4.5 del paciente Rodríguez es porque el operador no ingreso los ángulos iniciales correctos de acuerdo a sus limitaciones en las fibras musculares, el problema fue resuelto explicando y capacitando al terapeuta acerca de la pantalla táctil.

BIBLIOGRAFÍA

- ATMEL. (Enero de 2015). *Datasheet*. Obtenido de http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf
- Bonnet. (2019). *Aceros Inoxidables*. Obtenido de <http://www.bonnet.es/clasificacionacerinox.pdf>
- CuidatePlus. (Marzo de 2019). *Fisioterapia*.
- Faes. (2011). *AMICI*. Obtenido de <https://www.amicivirtual.com.ar/Anatomia/10CodoAntebrazo.pdf>
- Fernandez, M. (27 de Diciembre de 2015). Tarjeta de control. En *Interfaz para el uso de microcontroladores* (págs. 51-245). Sevilla. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5176/fichero/2.+C%C3%A1lculos%252F2.4+Tarjeta+de+control.pdf>
- Flores, & Rosero. (2014). Diseño e implementación de un sistema de seguridad. Quito. FundaciónAyudemosAVivir. (04 de Marzo de 2019). *Historia, misión y visión*. Obtenido de <http://www.ayudemosavivir.org/historia-before-import/>
- García, A. (02 de Diciembre de 2016). *Panamahitek*. Obtenido de <http://panamahitek.com/que-es-y-como-funciona-un-servomotor/>
- Gordón, & Nagua. (Mayo de 2006). *Módulo didáctico para el microcontrolador*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1955/1/CD-0193.pdf>
- Hengfu. (2019). *Alibaba*. Obtenido de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/12v-8-5-hengfu-hf100w-sf-12-smmps-single-output-ac-dc-ul-cul-ce-cb-switching-power-supply-62000931025.html?spm=a2700.8699010.normalList.32.882a46a4J0h9yA>
- Kapandji. (2012). *Fisiología Articular* (Vol. Sexto). Madrid, España: Medica Panamericana. Obtenido de https://www.academia.edu/27710113/Kapandji_1_miembro_superior
- Ke, X., & Liu, J. (2017). *Trastornos del desarrollo*. (F. P.-T. Fuertes, Trad.) Ginebra: Rey JM. Obtenido de <https://iacapap.org/content/uploads/C.1-Discapacidad-Intelectual-SPANISH-2018.pdf>
- MicroRobotics. (Diciembre de 2019). *Servomotor Digital*. Obtenido de <http://robotics.org.za/RDS5160>
- Pérez, Á. (03 de Diciembre de 2017). *El telégrafo*. Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/plan-estatal-atiende-a-grupo-con-discapacidad>
- Pérez, J., & Gardey, A. (2014). *Circuito Integrado*. Obtenido de <https://definicion.de/circuito-integrado/>
- Perez, J., & Gardey, A. (2016). *Definición de silla*. Obtenido de <https://definicion.de/silla/>
- Raffino, M. (27 de Noviembre de 2018). *Lenguaje de Programación*. Obtenido de <https://concepto.de/lenguaje-de-programacion/#ixzz5vuhKLQEW>
- Ramirez, C. (2012). La atrofia muscular. Salud UIS. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/suis/v44n3/v44n3a05.pdf>
- Risueño, M. (13 de Junio de 2019). *Diseño y fabricación de mobiliario moderno*. Obtenido de http://oa.upm.es/47527/1/TFG_Risueno_Dominguez_Maria.pdf
- Ruiz, F. (Diciembre de 2015). *Guía básica de fisioterapeuta educativa*. Obtenido de http://www.ahuce.org/Portals/0/Publicaciones/Boletines_OI/Gu%C3%ADa%20b%C3%A1sica%20de%20fisioterapia%20educativa.pdf

- Soto, L., & Gandarías, T. (2013). *Universidad del país Vasco*. Obtenido de https://ocw.ehu.eus/pluginfile.php/1381/mod_resource/content/1/1-CAD.pdf
- Topón, J. (Agosto de 2017). *Diseño e implementación de un prototipo para un sistema electrónico temporizado en puertas y ventanas*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/18843/1/CD-8234.pdf>
- Villagomez, C. (17 de Julio de 2017). *CCM Benchmark*. Obtenido de <https://es.ccm.net/contents/404-puerto-serial-y-puerto-paralelo>
- Wonderware. (2019). *Interfaz Hombre-Máquina*. Obtenido de <https://www.wonderware.es/hmi-scada/que-es-hmi/>

ANEXOS

Anexo 1: Carta Fundación “Ayudemos a Vivir”.



Acuerdo Ministerial 00615

Soy una persona que necesita mucho de ti...

Quito, enero 21 del 2020

Ing.
Eduardo Torres Santos
Presente

Yo, Rosa Romero Sigüencia, con C.I. 1708174477, en calidad de Representante Legal de la Fundación Ayudemos a Vivir, por medio de la presente expreso mi agrado por la entrega de la Silla Automática para terapia de miembros superiores, para los usuarios de la institución, realizada hoy, martes 21 de enero del 2020 a las 9:30 a.m. por los Señores, Jorge Santiago Chavez Quishpe con C.I. 1721397808 y Erik Amado Yugsi Cando con C.I. 1718335910, misma que aceptamos con mucha expectativa.

Sin otro particular, quedo de usted muy agradecida.

Atentamente,

Rosa Romero
Sra. Rosa Romero
Representante Legal



Oficina: Javier de Ascázubi E3-35 y 9 de Octubre Teléfonos: 2520-143, 2504-373, 084836158
Centro: Av. Jaime Roldos Aguilera junto a las instalaciones del INFA - Conocoto,
ayudemosavivir@yahoo.com/www.fundacionayudanosavivir.com

Anexo 2: Manual de Usuario.

MANUAL DE USUARIO DE LA SILLA AUTOMÁTICA PARA EXTREMIDADES SUPERIORES



Partes de la silla automática. Autores: Chavez Jorge y Yugsi Erik.

1. Paro de emergencia (Switch pulsador LA128-BX1).
2. Pantalla táctil de 7 pulgadas (Nextion NX8048T070).
3. Correa de seguridad (torso).
4. Correa de seguridad (brazos).
5. Servomotor brazo izquierdo.
6. Servomotor brazo derecho.
7. Interruptor de encendido/apagado.
8. Fuente de alimentación (Hengfu HF100W-SF-12).
9. Tarjeta de control.

ELEMENTOS QUE CONTIENE LA SILLA

ELEMENTO	FIGURA	CANTIDAD
Tarjeta de Control		1
Microcontrolador Atmega328P		1
Buzzer		1
Memoria 24LC512		1
RTC DS3231M		1
Regulador 7805		1
Paro de Emergencia		1
Pantalla TFT Touch 7 Pulgadas		1
Servomotor		2
Fuente de Alimentación 12V – 5A		1

ENCENDIDO Y APAGADO DE LA SILLA

La silla tiene un interruptor de ENCENDIDO – APAGADO como se observa en la figura 1, que se encuentra en la parte posterior de la silla el cual funciona una vez que el cable de alimentación de la silla esté conectado a un tomacorriente a 120V AC.



- | : ENCENDIDO
- ○ : APAGADO

Encendido: presionar el interruptor en estado de ENCENDIDO, aparecerá en la pantalla una imagen de inicio del sistema, con el logo de la Universidad Politécnica Salesiana y la fundación “Ayudemos a Vivir” como se observa en la imagen, enseguida el sistema de la silla estará listo para ser usado.

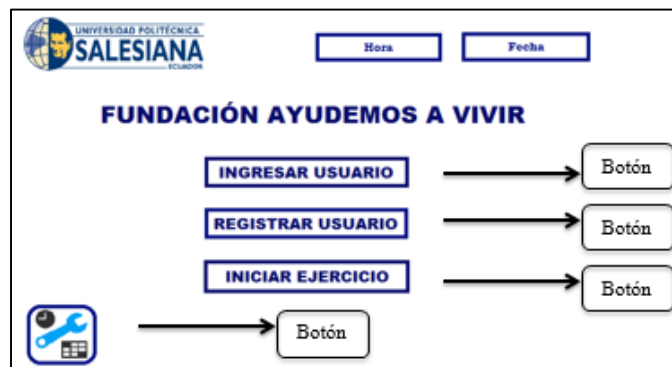


Apagado: presionar el interruptor en estado de APAGADO, el sistema se apagará inmediatamente y la silla dejará de funcionar.

NOTA: Si no se va a utilizar la silla, en el estado de apagado desenchufar el cable de alimentación de la silla del tomacorriente por seguridad.

MENÚ PRINCIPAL DEL SISTEMA DE LA SILLA AUTOMÁTICA

Cuando el sistema de la silla automática esté listo para ser utilizado aparecerá la siguiente imagen en la pantalla, el menú principal.



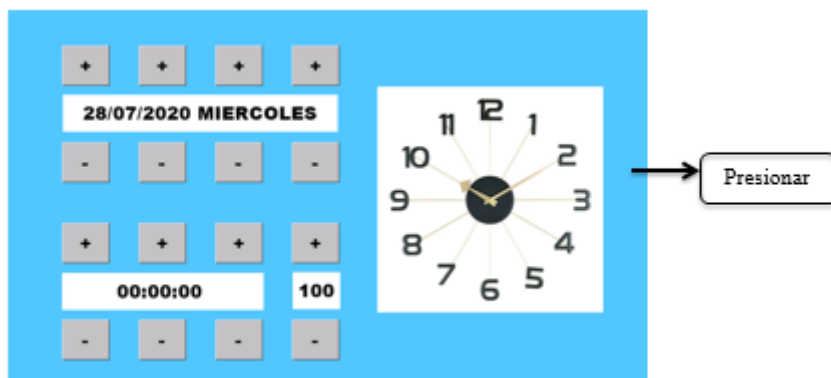
AJUSTAR FECHA Y HORA

Paso 1: para ajustar la fecha y hora se debe presionar el siguiente botón.



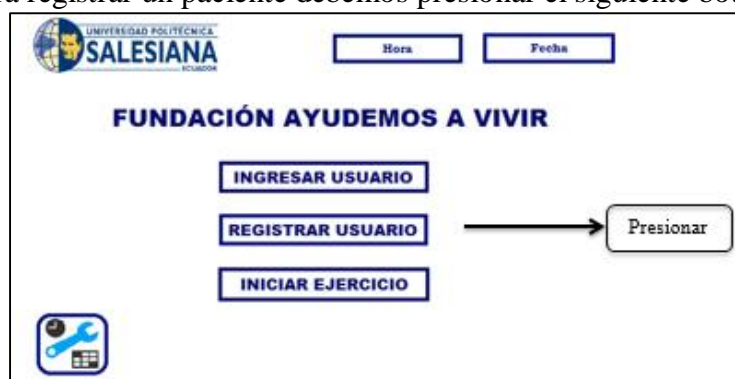
Paso 2: Regular la fecha y hora presionando los botones de + y – que se observan en la siguiente imagen, con los botones de + y – se regula el brillo de la pantalla en la imagen se observa que el brillo está al 100%.

Paso 3: Una vez ajustada la fecha y hora presionamos el botón de la siguiente imagen, la fecha y hora se guardarán.



REGISTRAR USUARIO

Paso 1: Para registrar un paciente debemos presionar el siguiente botón.



Paso 2: Presionar en los siguientes espacios, N° de identificación, nombre y apellido, como se observa en la siguiente imagen para ingresar los datos del paciente.

A screenshot of a data entry form. At the top left is the logo for 'UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR'. Below it is the text 'INGRESE SUS DATOS'. There are three input fields: 'NOMBRE:', 'APELLIDO:', and 'N° ID:'. Each field has a horizontal line for text and an arrow pointing to a button labeled 'Presionar'. At the bottom are two buttons labeled 'GUARDAR' and 'SALIR'.

Paso 3: Presionar en guardar y los datos del paciente se guardarán.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR

INGRESÉ SUS DATOS

NOMBRE:

APELLIDO:

Nº ID:

EJERCITAR USUARIO REGISTRADO

Paso 1: presionar el botón que se observa en la imagen.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR

Hora Fecha

FUNDACIÓN AYUDEMOS A VIVIR

Paso 2: Presionar los espacios que se observan en la imagen para llenar los datos y luego presionar ingresar.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR

IDENTIFÍQUESE
INGRESÉ Nº ID Ó NOMBRE Y APELLIDO

Nº ID:

NOMBRE:

APELLIDO:

Paso 3: Ingresar parámetros para ejercitar el brazo derecho del paciente y luego dar en siguiente.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR

I D NOMBRE APELLI DO

BRAZO DERECHO

ÁNGULO Nº DE REPETICIONES

INICIAL → Presionar → Presionar

FINAL → Presionar

SIGUIENTE SALIR

Paso 4: ingresar parámetros para ejercitar el brazo izquierdo del paciente y luego dar en iniciar.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR

I D NOMBRE APELLI DO

BRAZO IZQUIERDO

ÁNGULO Nº DE REPETICIONES

INICIAL → Presionar → Presionar

FINAL → Presionar

INICIAR SALIR

Paso 5: El paciente se está ejercitando.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR

000 NOMBRE APELLI DO

EJERCITANDO

REPETICIÓN Nº:

ANGULO I D

ANGULO F D

REPETIR D

ANGULO I I

ANGULO F I

REPETIR I

PARAR CONTINUAR SALIR

EJERCITAR USUARIO SIN REGISTRAR

Paso 1: presionar el botón que se observa en la imagen.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR

Hora Fecha

FUNDACIÓN AYUDEMOS A VIVIR

INGRESAR USUARIO

REGISTRAR USUARIO

INICIAR EJERCICIO → Presionar

Paso 2: Ingresar parámetros para ejercitar el brazo derecho, luego dar en siguiente, ingresar parámetros del brazo izquierdo del paciente y luego dar en iniciar para la ejercitación. Al finalizar presionar salir para volver al menú principal.

LIMPIEZA DE LA SILLA AUTOMÁTICA

El material de la silla es de fácil limpieza, limpie toda la superficie de la silla con un trapo húmedo si la superficie lo necesita.

ERRORES QUE PUEDEN OCURRIR

Los errores más comunes que puede presentar la silla automática son los siguientes:

- El sistema de la silla automática no enciende, verificar si el cable de alimentación está conectado a un tomacorriente a 120V AC.
- Enciende el sistema de la silla automática pero el sistema está bloqueado, esto se debe a que el pulsador del paro de emergencia está presionado, desactive el paro de emergencia y reinicie el sistema.
- Si se presenta otro tipo de errores consultar con los técnicos.

Anexo 3: Silla en la fundación “Ayudemos a Vivir”.



Elaborado por Chavez Jorge y Yugsi Erik.