

ANEXOS A:

Entrevista.

1.- ¿Cuál es su edad?

edad	20-40 años	40-60 años	60 o mas años
1	1		
2	1		
3		1	
4		1	
5	1		
Total	3	2	0

Las personas que se entrevistaron tienen una edad de entre 20 a 60 años, ya que la prótesis se plantea que sean para personas que superaron la mayoría de edad.

2.-¿Cuál es su actual profesión?

Servidor público.	2
Estudiante.	1
Desempleado.	1
Otros empleos.	1

Según la información que fue brindada por los entrevistados, tiene diversas ocupaciones, por lo cual se le pretende dar funciones a la prótesis para que las personas puedan realizar algunas de sus actividades laborales o diarias con mayor con facilidad.

3.- ¿En qué medida le afectó la pérdida de una de sus extremidades superiores?

Muy poco	0
Poco	0
Demasiado	1
Mucho	4

Los problemas que tienen los entrevistados con respecto a la falta de una de sus extremidades es la de no poder realizar alguna actividad ya sea en su ámbito laboral o en sus actividades diarias.

4.- ¿Cuál fue la razón por la que perdió su extremidad superior?

Accidente	4
Enfermedad	1

La razón más común que los entrevistados mencionaron fue la accidente ya sea laboral, de tránsito, en el campo, como también en algunos casos por enfermedad.

5.- ¿Qué tipo de amputación se le realizó?

Amputación parcial o total de la mano	1
Amputación por debajo del codo	3
Amputación por encima del codo	1

De los entrevistados como se muestra en el cuadro, las amputaciones más comunes son las amputaciones por debajo del codo y parcial y total de la mano, por lo cual el proyecto solo se enfocará en las personas con una amputación por debajo del codo.

6.- ¿Cuál es la razón por la que no adquirió una prótesis?

Económico	3
No hay tienda de prótesis	2
no lo vi necesario	0
otros...	0

Las razones por la que las que los entrevistados no decidieron acceder a una prótesis fue principalmente por razones económicas y porque en el departamento no existe una tienda especializada en prótesis

7.- ¿Qué tipos de prótesis conoce para su condición?

Estéticas	3
Mecánicas	1
Robóticas	1

El tipo de prótesis más conocida es la de tipo estético, pero en cuestión de funcionalidad no tiene ninguna más que para simular una extremidad perdida, en cambio las prótesis mecánicas y robóticas aparte de tener un grado de estética también pueden cumplir con ciertas funciones de movimiento.

8.- ¿Qué espera de una prótesis?

De las cinco personas entrevistadas, concuerdan con que la función principal de una prótesis sea la de poder ayudar a realizar tareas básicas del diario vivir y que sean fáciles de conseguir.

Anexo B:
Especificación de
Requisitos según el
estándar IEE-830.

de IEEE 830

IEEE Std. 830-1998

Resumen

Este documento presenta, en castellano, el formato de Especificación de Requisitos Software (ERS) según la última versión del estándar IEEE 830. Según IEEE, un buen Documento de Requisitos, pese a no ser obligatorio que siga estrictamente la organización y el formato dados en el estándar 830, deberá incluir, de una forma o de otra, toda la información presentada en dicho estándar. El estándar de IEEE 830 no está libre de defectos ni de prejuicios, y por ello ha sido justamente criticado por múltiples autores y desde múltiples puntos de vista, llegándose a cuestionar incluso si es realmente un estándar en el sentido habitual que tiene el término en otras ingenierías. El presente documento no pretende pronunciarse ni a favor ni en contra de unos u otros: tan solo reproduce, con propósitos fundamentalmente docentes, como se organizará un Documento de Requisitos según el estándar IEEE 830

1. Introducción

El presente documento nos ayudará a determinar los requisitos funcionales, restricciones y limitaciones de nuestro proyecto para poder llevar a cabo, la futura documentación correspondiente del proyecto a desarrollar.

1.1. Propósito

El propósito de la norma IEEE 830 es detallar cada requisito, limitación y restricción que puede tener nuestro proyecto, para así poder dar una guía a los programadores, diseñadores y demás miembros del equipo que desarrollará dicho proyecto

1.2. Ámbito del Sistema

El nombre del proyecto será de “Desarrollo de un prototipo de una prótesis de brazo robótico controlado por sensor muscular myoware”.

La prótesis podrá ser controlada mediante señales musculares (EMG) las cuales serán capturadas por un sensor muscular, el cual a su vez estará controlado por un controlador dando así el movimiento a los actuadores, la prótesis solo contará con los movimientos básicos como el agarre de puño y el agarre de pinza, no tendrá articulación de codo ni movimiento de muñeca.

El beneficio de este proyecto es estudiar una posibilidad de construir, diseñar y optimizar el costo de una prótesis para poder ofrecer mayor accesibilidad a las personas que necesitan de este tipo de prótesis.

1.3. Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas:

<i>Nombre</i>	<i>Descripción</i>
---------------	--------------------

Controlador	Un dispositivo electrónico utilizado para la automatización.
Sensor	Es un tipo de <u>traductor</u> que transforma la magnitud que se quiere medir o controlar.
Actuadores	Un actuador es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado.
EMG	Electromiografía (estudio médico a las terminaciones nerviosas).
Servo Motor	Motor analógico utilizado en la robótica.
Arduino	Empresa que desarrolla controladores programables para la automatización y robótica mediante programación.
Batería recargable	Fuente de poder recargable y portable.
Agarres básicos	Los cuales comprende agarre de pinza y de puño.
Electrodos	Son pequeños parches que ayudan al sensor para tener contacto con la piel.
Ergonomía	Referido a la comodidad ya sea de un entorno de trabajo, herramienta, etc.
PLA	Es un <u>polímero</u> utiliza ampliamente en la impresión 3D bajo el proceso modelado por deposición fundida.
Atmega328	Es un Circuito integrado de alto rendimiento.

1.4. Referencias.

Título del Documento	Referencia
Standard IEEE 830 – 1998	IEEE

2. Descripción General.

2.1. Perspectiva del Producto.

La prótesis está pensada para el uso en tareas sencillas y cotidianas de las personas quienes sufrieron la pérdida de una de sus extremidades superiores, por lo tanto, debe de tener una fuente de energía autónoma en este caso nos referimos a una batería recargable para que la prótesis pueda funcionar una manera portable como está previsto.

2.2. Funciones del Producto.

El prototipo de la prótesis podrá ser controlada mediante un sensor muscular EMG myoware, el que será colocado mediante unos electrodos al músculo designado leerá las señales musculares, las cuales serán enviadas como entradas analógicas al controlador que será una placa arduino la cual cumplirá la tarea de ser el controlador, estará programado para controlar los cuatro servomotores correspondientes, al recibir la señal analógica los servomotores moverán los dedos de la mano tal como fueron programados, tirando de unos hilos que actuaran como los tendones de una mano real.

2.3. Características de los Usuarios

Los usuarios que podrían llegar a usar el prototipo de la prótesis serán las personas que hayan sufrido una amputación de la extremidad superior de tipo transradial (debajo del codo), al cual se le dará una capacitación tanto para el uso de la prótesis como para su mantenimiento básico.

En caso de que se deba realizar un mantenimiento de la prótesis se contará con un manual básica donde tendrá las instrucciones para armar la prótesis paso a paso

2.4. Restricciones.

- Lenguajes y tecnologías en uso: Arduino.
- El modelo de la prótesis será de plástico.
- Contará con una batería recargable.
- Se programará los movimientos de agarre básicos (puño y pinza).
- Contará con solo un sensor de tres electrodos para la medición de la actividad muscular.
- La prótesis será modelada para las personas con una amputación y tipo transradial (debajo del codo).

2.5. Suposiciones y Dependencias.

Suposiciones:

- El usuario será capaz de adaptarse al uso de la prótesis.
- La prótesis permitirá realizar los agarres básicos de puño y pinza.
- Entregar al usuario una prótesis ergonómica para el uso diario.

Dependencias:

- La prótesis contará con baterías recargables para mayor autonomía.
- La prótesis tendrá un sensor muscular EMG myoware.
- Contará con un controlador Atmega328P.
- Tendrá dos servos para el movimiento de los dedos como corresponde.

3. Requisitos Específicos.

Requerimientos Funcionales:

Identificación del requerimiento:	RF01
Nombre del Requerimiento:	Programación de los agarres básicos.
Características:	El paciente que utilicen la prótesis podrán realizar dos movimientos básicos (puño y pinza).
Descripción del requerimiento:	El sensor leerá los cambios en la frecuencia muscular al realizar una acción y mediante el controlador decidirá a que movimiento pertenece la frecuencia emitida por el músculo.
Prioridad del requerimiento:	Alta

Identificación del requerimiento:	RF02
--	------

Nombre del Requerimiento:	Contará con piezas móviles.
Características:	El diseño de la prótesis contará con la debida articulación de los dedos.
Descripción del requerimiento:	Los dedos de la prótesis contarán con sus articulaciones y tendones que permitirán realizar la mímica de los agarres programados.
Prioridad del requerimiento: Alta	

Identificación del requerimiento:	RF03
Nombre del Requerimiento:	Diseño ergonómico de la prótesis.
Características:	El diseño de la prótesis debe tener la mayor comodidad posible.
Descripción del requerimiento:	La prótesis necesita tener la mayor comodidad posible para el paciente, por lo que se hará levemente más grande la unión entre la prótesis y el muñón del paciente.
Prioridad del requerimiento: Alta	

Identificación del requerimiento:	RF04
Nombre del Requerimiento:	Tendrá movimiento controlado.
Características:	La prótesis podrá realizar movimientos de agarre.

Descripción del requerimiento:	La prótesis necesita de servos y controladores para poder realizar los movimientos correspondientes según esté escrito en la programación.
Prioridad del requerimiento:	Alta

Requisitos no funcionales.

Identificación del requerimiento:	RNF01
Nombre del Requerimiento:	Sensor muscular EMG myoware SEN-13723.
Características:	Sensor que se utilizará para el manejo de la prótesis.
Descripción del requerimiento:	La prótesis contará con un sensor muscular para la lectura de las diferentes frecuencias eléctricas que puedan emitirse al mover el músculo donde este colocado el sensor.
Prioridad del requerimiento:	Alta

Identificación del requerimiento:	RNF02
Nombre del Requerimiento:	Servomotor 9g SG90
Características:	Motor analógico utilizado en la robótica con giro de 180 grados.

Descripción del requerimiento:	La prótesis contará con dos servomotores los cuales actuarán como los músculos de la prótesis, dando el movimiento de los dedos para los agarres básicos (pinza y puño).
Prioridad del requerimiento:	
Alta	

Identificación del requerimiento:	RNF03
Nombre del Requerimiento:	Placa Arduino Nano
Características:	Controlador programable.
Descripción del requerimiento:	Se usará una placa Arduino Nano con el cual se controlará la entrada de datos que sería mediante el sensor muscular y poder controlar la salida de los mismos que en este caso sería el movimiento de los servomotores como corresponde.
Prioridad del requerimiento:	
Alta	

Identificación del requerimiento:	RF04
Nombre del Requerimiento:	Programa Solidworks 2018.
Características:	Programa de diseño y modelado 3D.
Descripción del requerimiento:	Con el siguiente programa se diseñará y modelará las piezas necesarias para la estructura de la prótesis.
Prioridad del requerimiento:	

Alta

Identificación del requerimiento:	RNF05
Nombre del Requerimiento:	Impresora 3D.
Características:	Impresión de objetos sólidos en plástico PLA.
Descripción del requerimiento:	Una vez diseñado y modelado las piezas de la prótesis serán impresas una por una impresora 3D.
Prioridad del requerimiento: Alta	

Identificación del requerimiento:	RNF6
Nombre del Requerimiento:	Cuerdas .
Características:	Cuerdas para el movimiento de los dedos.
Descripción del requerimiento:	Las cuerdas se utilizarán para simular los tendones, estas cuerdas estarán ancladas en cada servomotor de modo que cuando el servo se mueva la cuerda se tense y pueda flexionar los dedos
Prioridad del requerimiento: Alta	

3.1. Funciones.

- **Requisito Funcional 1:** Programación de los agarres básicos, se pretende implementar temporizadores para poder definir los agarres de puño y pinza con los cuales al recibir una frecuencia eléctrica del músculo, activando los temporizadores programados, si el tiempo de flexión del músculo es superior a un segundo se activa el agarre de pinza y si la flexión del músculo es superior a dos segundos se activa el agarre de puño
- **Requisito Funcional 2:** Contara con piezas móviles, las cuales serán las piezas de los dedos las cuales serán divididas en tres partes a excepción del pulgar que serán dos, de acuerdo a la anatomía de la mano humana, que a su vez cada dedo contará con su tendón correspondiente el cual será accionado por el servo motor correspondiente.
- **Requisito Funcional 3:** La prótesis necesita tener la mayor comodidad posible para el paciente, especialmente en la parte de la unión entre la prótesis y el muñón del paciente.
- **Requisito Funcional 4:** Tendrá movimientos controlados, lo que implica que la prótesis dependerá tanto del paciente como de los componentes electrónicos para poder realizar los agarres programados en el controlador que será una placa arduino, dando así movimiento a los servos motores y a su vez accionar los dedos realizando así el agarre que el paciente necesita.
- **Requisito No Funcional 1:** La prótesis contará con un sensor muscular, el cual tiene tres electrodos (positivo, negativo, y entrada analógica) para la lectura de las diferentes frecuencias eléctricas estos tres electrodos deben tener contacto directo con la zona muscular que se desea trabajar.
- **Requisito No Funcional 2:** La prótesis contará con dos servomotores, los cuales moverán los dedos de manera independiente, dando el movimiento para los agarres básicos (pinza y puño).
- **Requisito No Funcional 3:** Se usará una placa Arduino Nano con el cual se controlará la entrada de datos que sería mediante el sensor muscular EMG myoware SEN-13723 y poder controlar la salida de los mismos que en este caso sería el movimiento de los servomotores sg90 como corresponde.

- **Requisito No Funcional 4:** Con el programa de Auto CAD 3D se diseñará y modelará las piezas de manera individual las cuales serán necesarias para la estructura de la prótesis.
- **Requisito No Funcional 5:** Una vez diseñadas y modeladas las piezas de la prótesis serán impresas una por una con una impresora 3D.
- **Requisito No Funcional 6:** Las cuerdas se utilizarán para simular los tendones de la mano, estas cuerdas estarán anclados en cada servomotor sg90 de modo que cuando el servomotor se mueva la cuerda se tense y pueda flexionar los dedos.

3.2. Requisitos de Rendimiento.

- La prótesis funcionará con baterías recargables para una mayor portabilidad y tendrá una autonomía de aproximadamente 6 a 8 horas de uso.
- La prótesis podrá levantar objetos pequeños a medianos que no pase de 10 centímetros de ancho, con un peso aproximado 250 gramos, con fuerza de agarre de 5.75 kg*cm

3.3. Restricciones de Diseño.

- No tendrá movimiento de muñeca.
- No contara con articulación de codo.

3.4. Atributos del Sistema.

- **Mantenibilidad:** La prótesis al ser desmontable podrá realizarse el mantenimiento fácilmente, en caso de dañar algún componente plástico se lo podrá fabricar de nuevo haciendo uso de una impresora 3D, en caso de dañar algún componente electrónico como del sensor o la placa arduino, se procederá al cambio correspondiente de la pieza en este caso comprando una nueva, al usar batería recargable pueden ser cambiadas con mayor

facilidad que con las piezas del sensor y el arduino, también el sensor nos facilita el cambio de sus electrodos ya que se deben cambiar cada cierto tiempo.

- **Usabilidad:** El paciente podrá usarlo todo el día ya que contará con una batería de alimentación, para poner ponerse la prótesis contará con su respectivo arnés ajustable.
- **Seguridad:** Los componentes estarán aislados para reducir algún daño externo.

4. Apéndices

4.1. Calendario

Planteamiento de la especificacion de requisitos	18 mar. - 05 abr.
Planteamiento de la especificación de requisitos	08 abr. - 12 abr.
Planteamiento de la especificación de requisitos	15 abr. - 19 abr.
Recolección de información teórica para el proyecto	22 abr. - 13 may.
Prueba de sensores y controladores	14 may. - 24 may.
Prueba del circuito	27 may. - 31 may.
Programación y diseño 3D del prototipo	03 jun. - 13 sep.
Diseño de los diagramas	01 ago. - 06 sep.
Ajuste de la protesis	16 sep. - 20 sep.
Ajuste de los circuitos	23 sep. - 04 oct.
Ajustes y correcciones del sensor	07 oct. - 07 nov.
Demostracion	08 nov. - 14 nov.

Anexo C: Código.

```

#include <Servo.h>

Servo myservo1;
Servo myservo2;
Servo myservo3;
Servo myservo4;

// constantes
const int iServoPin1 = 3;           // servo pin
const int iServoPin2 = 4;
const int iServoPin3 = 5;
const int iServoPin4 = 6;
const int iSensorPin = A0;         // sensor pin
const int iMaxServoVal = 180;      // Angulo maximo del servo motor
const int iMinServoVal = 0;        // Angulo minimo del servo motor
const int iMinThreshVal = 100;    // rango de control del sensor
const int iServoStep = 10;        // control de velocidad del servo
const unsigned long iLockOut = 1000L; // tiempo que tarda en bloquearse los servos(en
millisegundos)
const unsigned long iLockOut2 = 500L;
// variables 1
unsigned long iStartTime = 0L;     // variable para almacenar la hora en que se inició el
temporizador
bool bStartLockTimer = false;     // si es verdadero, se ha iniciado el temporizador; falso
de lo contrario
bool bActiveLock = false;         // si es cierto, las garras se han bloqueado en estado
completamente extendido; desbloqueado de lo contrario.
// variables 2
unsigned long iStartTime2 = 0L;    // variable para almacenar la hora en que se inició el
temporizador
bool bStartLockTimer2 = false;    // si es verdadero, se ha iniciado el temporizador; falso de lo
contrario
bool bActiveLock2 = false;        // si es cierto, las garras se han bloqueado en estado
completamente extendido; desbloqueado de lo contrario.

void setup()
{
    Serial.begin(9600);

    myservo1.attach(iServoPin1);
    delay(10000);
    myservo2.attach(iServoPin2);
    delay(10000);

    myservo3.attach(iServoPin3);
    delay(10000);

    myservo4.attach(iServoPin4);
    delay(10000);
}

void loop()
{

```

```

// lee el valor del sensor muscular
int iSensorVal = analogRead(iSensorPin);
int iServoVal = iMinServoVal; // inicializar al valor mínimo

// determina en qué estado colocar las servos en función del valor del sensor
// tres estados posibles
if(iSensorVal < iMinThreshVal)
{
    // estado 1 - debajo del umbral - abierto completamente
    iServoVal = iMinServoVal;
}
else
{
    // estado 2 - por encima del umbral máximo - cerrarar completamente
    iServoVal = iMaxServoVal;
}

// si el sensor está en el estado 2, inicie el temporizador para activar ILockOut
if(iServoVal == iMaxServoVal)
{
    // si el temporizador no se ha iniciado, inícielo.
    if(!bStartLockTimer)
    {
        IStartTime = millis();
        bStartLockTimer = true;
    }
}
else
{
    // restablecer las variables del temporizador
    IStartTime = 0L;
    bStartLockTimer = false;
}

// verifica si el temporizador se inició y funciona durante el tiempo necesario para activar el
bloqueo / desbloqueo
if(bStartLockTimer && millis()-IStartTime >= ILockOut)
{
    // alternar estado de bloqueo
    bActiveLock = !bActiveLock;

    // restablecer las variables del temporizador
    IStartTime = 0L;
    bStartLockTimer = false;
}

// establece el valor del servo en max cuando se bloquea
if(bActiveLock)
{
    myservo1.write(iMaxServoVal);
    myservo2.write(iMaxServoVal);
    myservo3.write(iMaxServoVal);
    myservo4.write(iMaxServoVal);
    iServoVal = iMaxServoVal;
}

```

```

}
else // restablece el valor del servo a min al desbloquear
{
myservo1.write(iMinServoVal);
myservo2.write(iMinServoVal);
myservo3.write(iMinServoVal);
myservo4.write(iMinServoVal);
iServoVal = iMinServoVal;
}

// pausa por un segundo para permitir que el usuario se ajuste a la nueva configuración
delay(1000);
}
//-----
// si el sensor está en el estado 2, inicie el temporizador para activar ILockOut
if(iServoVal == iMaxServoVal)
{
// si el temporizador no se ha iniciado, inícielo.
if(!bStartLockTimer2)
{
IStartTime2 = millis();
bStartLockTimer2 = true;
}
}
else
{
// restablecer las variables del temporizador
IStartTime2 = 0L;
bStartLockTimer2 = false;
}
if(bStartLockTimer2 && millis()-IStartTime2 >= ILockOut2)
{
// alternar estado de bloqueo
bActiveLock2 = !bActiveLock2;

// restablecer las variables del temporizador
IStartTime2 = 0L;
bStartLockTimer2 = false;

// establece el valor del servo en max cuando se bloquea/ diagrama de componentes
if(bActiveLock2)
{
myservo4.write(iMaxServoVal);
myservo3.write(iMaxServoVal);
myservo2.write(iMinServoVal);
myservo1.write(iMinServoVal);
iServoVal = iMinServoVal;
iServoVal = iMaxServoVal;

}
else // restablece el valor del servo a min al desbloquear
{

```

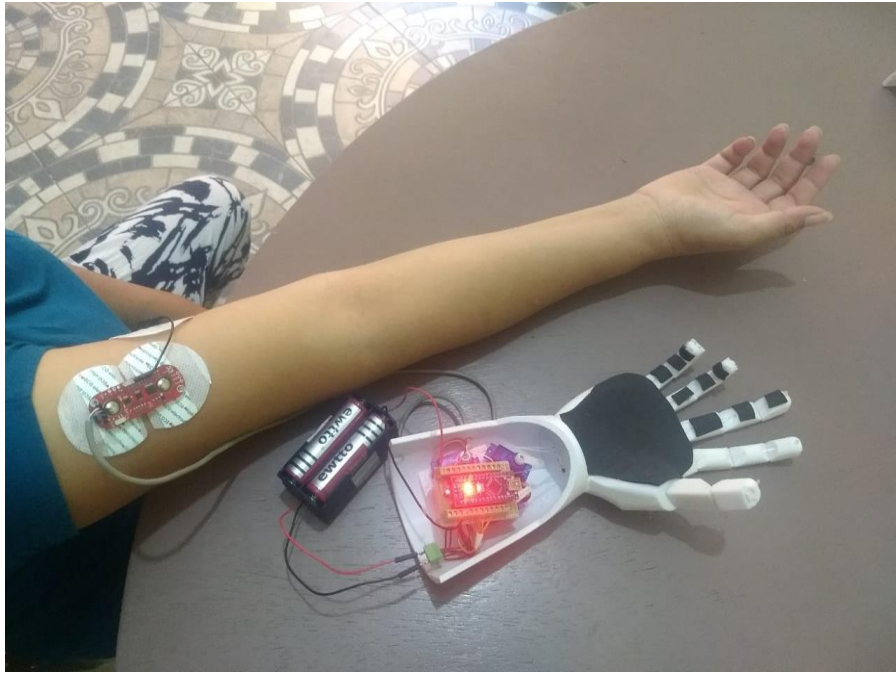


```
myservo4.write(iMinServoVal);
myservo3.write(iMinServoVal);
myservo2.write(iMinServoVal);
myservo1.write(iMinServoVal);
iServoVal = iMinServoVal;
}

// pausa por un segundo para permitir que el usuario se ajuste a la nueva configuración
delay(1000);
}

/*
/ mueve el servo a la posición deseada
if(bActiveLock){
myservo1.write(iMaxServoVal);
myservo2.write(iMaxServoVal);
myservo3.write(iMaxServoVal);
myservo4.write(iMaxServoVal);
}else{
myservo1.write(iServoVal);
myservo2.write(iServoVal);
myservo3.write(iServoVal);
myservo4.write(iServoVal);
}
// delay to not overload the ADC
delay(100);
*/
Serial.println(iSensorVal);
}
```

Anexo D: Pruebas de la prótesis.



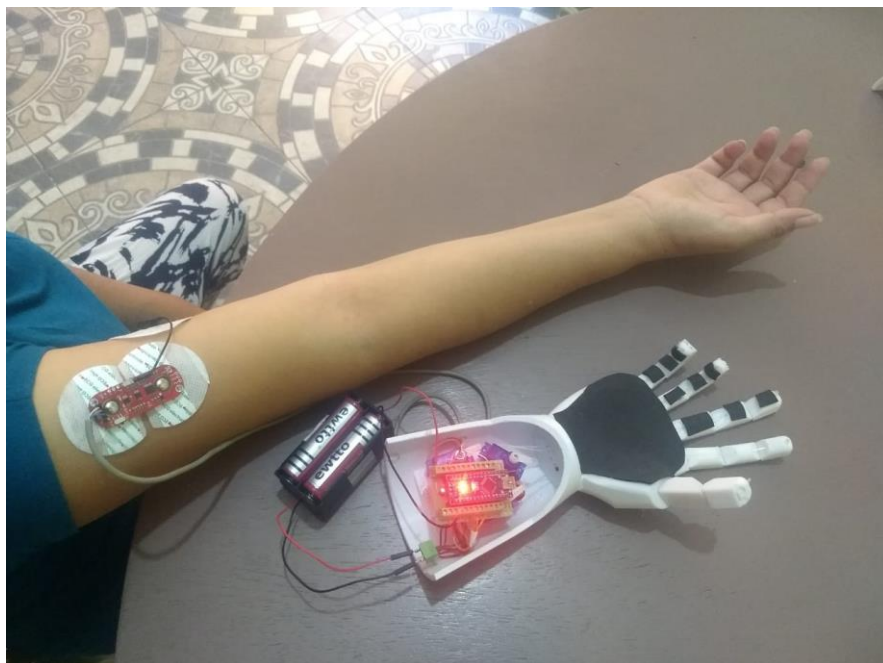
La primera persona que realizo la prueba de la prótesis, en este momento se ve en estado relajado.



En este momento la persona flexiona el músculo para activar el agarre de pinza.



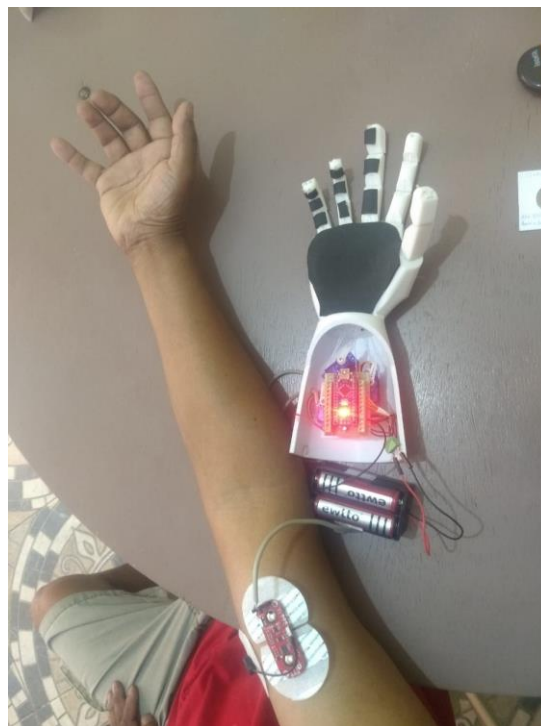
La persona flexiona el músculo para poder realizar el agarre de pinza.



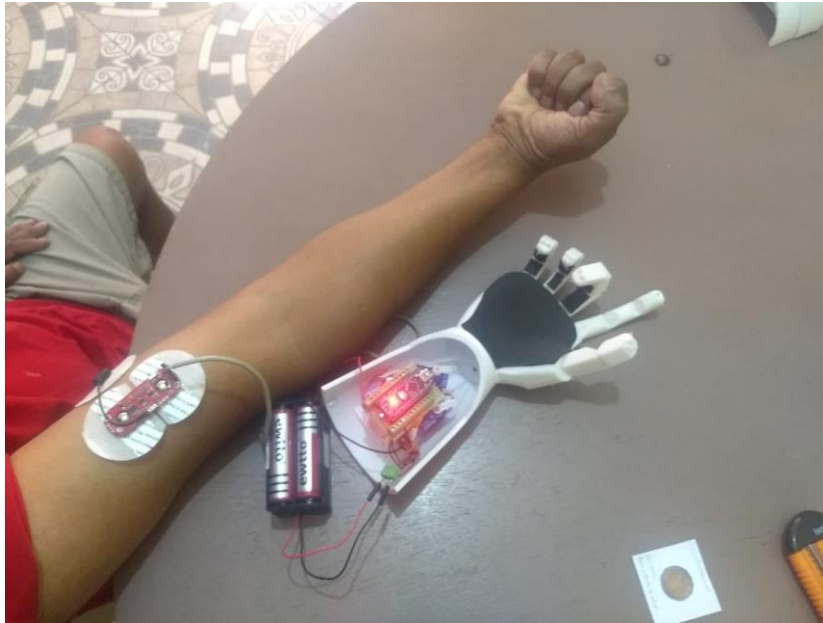
Nuevamente en estado de relajación.



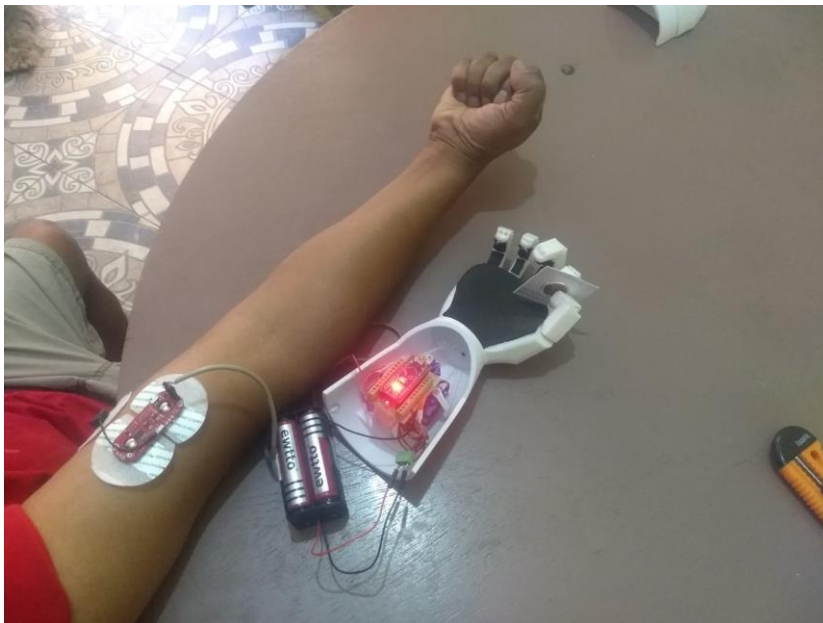
Nuevamente flexiona el músculo y vemos como la prótesis realiza el agarre de puño.



La segunda persona que realizo la prueba de la prótesis, en este momento se ve en estado relajado.



En este momento la persona flexiona el músculo para activar el agarre de pinza.



La persona flexiona el músculo para poder realizar el agarre de pinza.



Nuevamente en estado de relajación.



Nuevamente flexiona el músculo y vemos como la prótesis realiza el agarre de puño.



La tercera persona que realizó la prueba de la prótesis, en este momento se ve en estado relajado.



En este momento la persona flexiona el músculo para activar el agarre de pinza.



La persona flexiona el músculo para poder realizar el agarre de pinza.



Nuevamente en estado de relajación.



Nuevamente flexiona el músculo y vemos como la prótesis realiza el agarre de puño.

Anexo F: Manual.

Desarrollo de un prototipo de una prótesis de brazo robótico controlado por sensor muscular myoware.

Manual de Usuario

Versión: 02

Fecha: 18/12/2019

ÍNDICE

1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	1
1.1 Objetivo	1
1.2 Componente.....	1
2 GUÍA DE ARMADO Y MONTAJE DE LA PRÓTESIS	2
Paso 1) Armado de los dedos	2
Paso 2) Armado de la mano	2
Paso 3) Armado de la muñeca.....	3
Paso 4) Armado del soporte del muñón	4
Paso 5) Colocado del sensor	5
Paso 6) Colocado de una protección de un muñón	5
Paso 7) Colocado del soporte del muñón.....	6
Paso 8) Agarres	6

1. Descripción

1.1. Objetivo

Otorgar un manual de armado y montaje de la prótesis, donde se explique, lo más claramente posible la forma de armado de las piezas de la prótesis y la forma en la que se debe colocar la prótesis y el sensor.

1.2. Piezas

- 15 piezas que forman los dedos (Cada dedo tiene tres piezas).
- 1 pieza de la palma de la mano.
- 2 piezas de la muñeca.
- 2 piezas del soporte del muñón.
- Elástico y cuerdas de nylon.
- 4 servomotores sg90.
- 1 microcontrolador arduino nano.
- 4 baterías de li-po de 4.2v cada una.
- 1 Sensor Muscular Sensor muscular SEN-13723

II.3.4 Guía de armado y montaje de la prótesis.

Paso 1) Armado de los dedos.

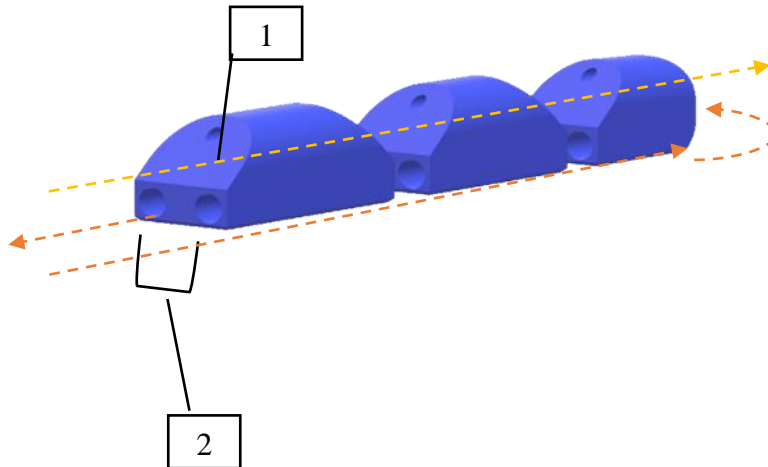


Figura 1: Armado de los dedos.
Fuente: Elaboración propia.

Para poder armar los dedos se necesita de hilo plástico (guía de caña de pescar o similar) y cuerda elástica, lo primero para unir las tres piezas de los dedos se debe insertar el hilo plástico (flecha amarilla) por el agujero pequeño (1), al ensartar las tres piezas realizar un nudo al hilo para que no se salga, posteriormente por los agujeros más anchos (2) insertar una cuerda elástica (flechas naranjas) siguiendo el sentido de las flechas.

Con los dedos restantes, es el mismo procedimiento para poder unir las piezas. Tener en cuenta que el dedo pulgar solo cuenta con dos piezas.

Paso 2) Armado de la mano.

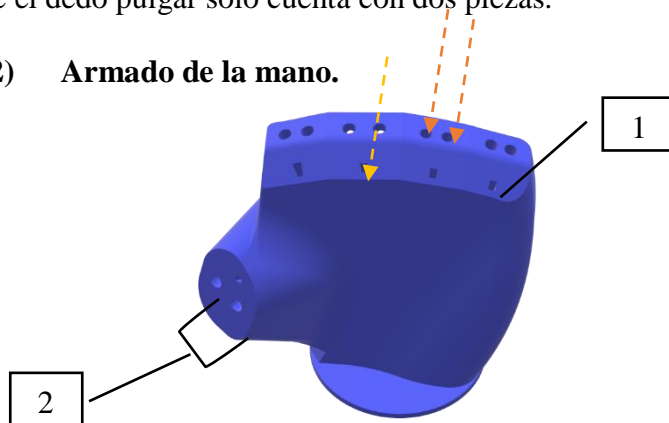


Figura 2: Armado de la mano.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez que los dedos estén debidamente ensamblados, se procede a unirlos a la pieza de la palma siguiendo las mismas indicaciones, el hilo de plástico (flecha amarilla) debe de entrar por el orificio pequeño (1) los cuales tienen salidas en la base de la palma.

La cuerda elástica (flecha naranja) debe de entrar de entrar por el orificio más ancho (2), todo puesto en su correspondiente lugar formando la mano, en la parte posterior de la palma se encuentran unos orificios con los cuales se ajustan las cuerdas elásticas (flecha naranja), formando nudos para cada entrada.

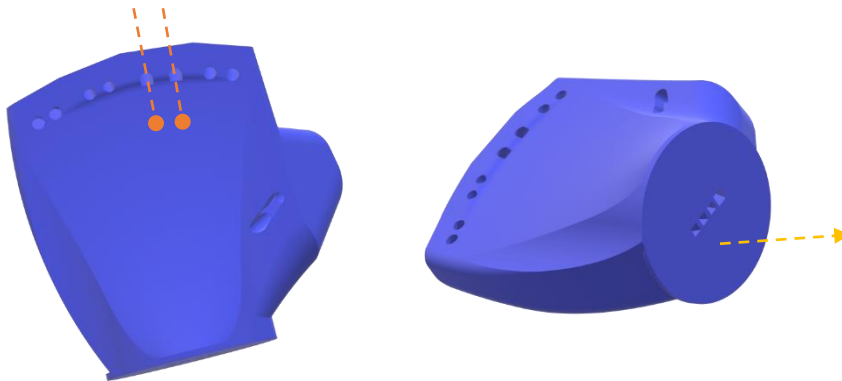


Figura 3: Armado de la mano parte de atrás.
Fuente: Elaboración propia.

Paso 3) Armado de la muñeca.

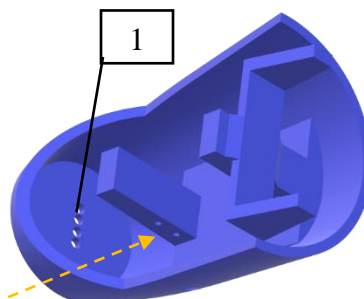


Figura 4: Armado de la muñeca.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez terminado de armar la mano, se debe de unir a la pieza de la muñeca donde se encuentra el circuito y los servomotores, en el cual se amarrará los hilos plásticos (flecha amarilla) los cuales pasarán por los orificios pequeños (1) y de ahí serán amarrados a los servomotores en el siguiente orden un hilo plástico (flecha amarilla) a uno de los servomotores y los cuatro restantes al segundo servomotor

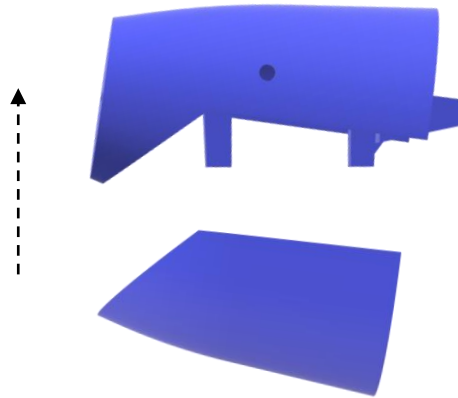
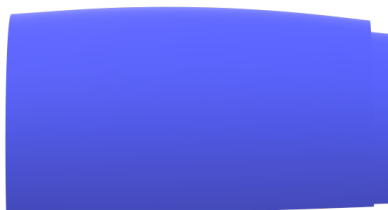


Figura 5: Armado de la muñeca vista lateral.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez fijado los hilos de plástico (flecha amarilla), a sus respectivos servomotores se procederá a cubrirlo con su tapa la cual está fijada por una liga.

Paso 4) Armado del soporte del muñón.



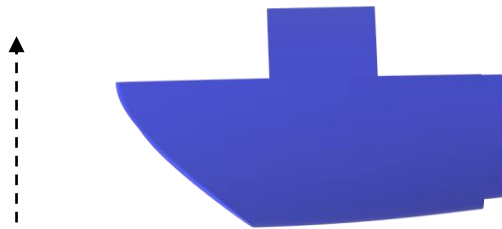


Figura 6: Armado del soporte del muñón.
Fuente: Elaboración propia.

Para finalizar con el armado se debe de formar el brazo completo con el soporte del muñón, se lo debe de unir al resto del brazo ajustándolo al muñón del paciente dándole la comodidad para su uso.

Paso 5) Colocado del sensor.

Una vez que se coloquen los electrodos en el sensor se debe de fijar en el músculo correspondiente en este caso en el medio de los bíceps tal y como muestra la imagen.

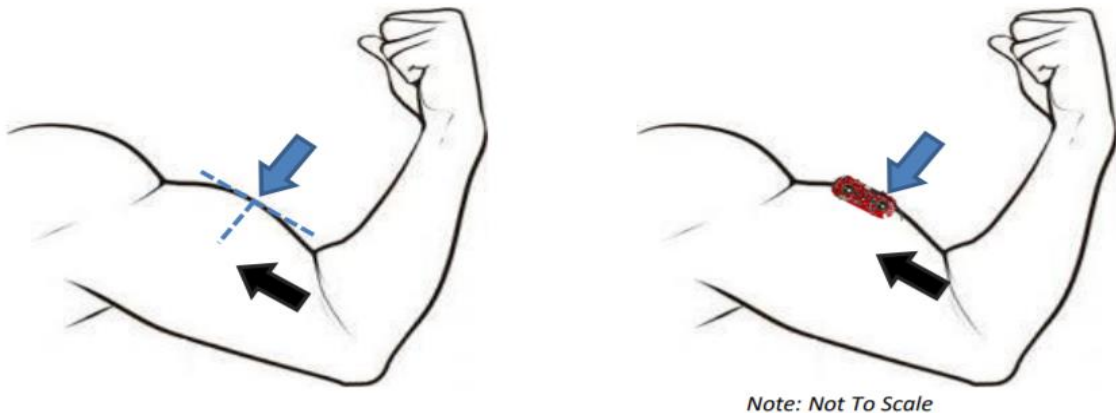


Figura 7: Colocado del sensor.
Fuente: Elaboración propia.

Paso 6) Colocado de una protección al muñón.

Colocar un trapo suave o una toalla, envolviendo el muñón para que lo pueda proteger del plástico y también funcionara como un relleno para afirmar mejor la prótesis.



Figura 8: Colocado de la protección del muñón.
Fuente: Elaboración propia.

Paso 7) Colocado del soporte del muñón.



Figura 9: colocado del soporte del muñón.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez fijado el soporte se procede a asegurarlo en su lugar con una liga la cual hará presión asegurará la prótesis en su lugar.

Paso 8) Agarres.

Para realizar los agarres con la prótesis solo basta con hacer fuerza con el bíceps por 0.5 segundo, el cual activará el agarre de pinza.



Figura 10: Agarre de pinza.

Fuente: Elaboración propia.

Si se desea realizar el agarre de puño, se debe hacer fuerza por un periodo de 1 segundos lo que hará que se accionen los actuadores realizando el agarre.



Figura 11: Agarre de puño.
Fuente: Elaboración propia