



DISEÑO DE UN PROTOTIPO ELECTRÓNICO PARA TERAPIAS DE
REHABILITACIÓN EN DEDOS DE LA MANO EN PACIENTES CON
HEMIPARESIA EN LA CIUDAD SAN JUAN DE PASTO 2015

LUIS MIGUEL TREJO REVELO
ALBERT RENE CANSIMANSE VILLOTA

PROHIBIDA SU COPIA

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRONICA
SAN JUAN DE PASTO
2015



DISEÑO DE UN PROTOTIPO ELECTRÓNICO PARA TERAPIAS DE
REHABILITACIÓN EN DEDOS DE LA MANO EN PACIENTES CON
HEMIPARESIA EN LA CIUDAD SAN JUAN DE PASTO 2015

LUIS MIGUEL TREJO REVELO
ALBERTH RENE CANSIMANSE VILLOTA

Proyecto para optar el título de ingeniero electrónico

Asesor:
ING. FREDY GUASMAYAN

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRONICA
SAN JUAN DE PASTO
2015



NOTA DE ACEPTACION

Firma del presidente de trabajo de grado

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, Noviembre 2015



DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Estella

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis familiares.

A mis hermanos Wilmar, James, Jhon y Enar por ser el ejemplo de ser hermanos mayores y de los cual aprendí aciertos y de momentos difíciles; y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis. ¡Gracias a ustedes!

Finalmente a los maestros, aquellos que marcaron cada etapa de nuestro camino universitario, y que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis

Alberth Rene Cansimanse Villota

A Dios

Por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mi Madre

Con todo mi cariño y mi amor para la persona que hizo todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y ayudarme en todo momento, a usted por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

A mi Familia

Por ser fuente de apoyo constante e incondicional en toda mi vida, y en especial quiero expresar mi más grande agradecimiento a mi Hermana Dayra Trejo quien me brindo ayuda y cariño durante toda mi carrera profesional.

Luis Miguel Trejo Revelo



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios, por habernos dado la fortaleza para superar todos los inconvenientes y obstáculos que se presentaron durante el transcurso del desarrollo de esta investigación.

A nuestros padres y familiares que incondicionalmente nos apoyaron en todo momento con amor y paciencia.

A la corporación Universitaria Autónoma de Nariño pues en ella nos formaron como buenos profesionales y seres humanos, proporcionándonos las herramientas necesarias para ser competitivos y capaces frente a cualquier problema dentro de nuestro perfil profesional.

A nuestro asesor Fredy Guasmayan quien apoyo técnicamente en la búsqueda de soluciones dentro del diseño e investigación del proyecto.

PROHIBIDA SU COPIA



CONTENIDO

PRESENTACION DE R.A.E

	Pág.
INTRODUCCIÓN	24
1. TITULO	25
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
2.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	26
2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA	27
2.3 JUSTIFICACION	27
3. OBJETIVOS	29
3.1 OBJETIVO GENERAL	29
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
4. MARCO REFERENCIAL	30
4.1 MARCO CONTEXTUAL	30
4.2 MARCO LEGAL	31
4.3 MARCO CONCEPTUAL TEORICO	34
4.4 MARCO TECNOLÓGICO	43
5. DISEÑO DE ASPECTOS METODOLOGICOS	46
5.1 LINEA DE INVESTIGACIÓN	46
5.2 ENFOQUE	47
5.3 TIPO DE INVESTIGACION	47
5.4 MÉTODO	47
5.5 DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO INVESTIGATIVO	48
5.5.1 DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN.	48
5.5.2 DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA.	48
5.6 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	48
6. ELEMENTOS DE LA ADMINISTRACION Y CONTROL	49
6.1 RECURSOS.	49



6.2 PRESUPUESTO	50
6.3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	52
7. INFORME DE RESULTADOS	57
7.1 ANALISIS DE RESULTADOS	57
7.2 PRUEBAS EN PACIENTES	78
7.3 BOSQUEJOS	80
7.4 PLANOS Y FICHAS TECNICAS	82
7.5 DISEÑOS	84
7.5.1 DISEÑO DE ESTRUCTURA PRINCIPAL	84
7.5.2 DISEÑO DE TARJETA DE ALIMENTACIÓN	89
7.5.3 DISEÑO DE BASE DE DATOS E INTERFAZ EN VISUAL	90
7.6 ENSAMBLES	103
7.7 PROCESOS DE EXPERIMENTACIÓN	109
7.8 CALCULO MATEMATICO	111
7.8.1 Calculo del sistema biela manivela	111
7.8.2 Calculo del torque para el servomotor	112
7.9 COSTOS Y PRESUPUESTO	113
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFIA	
CIBERGRAFIA	
ANEXOS	



LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mano asistida por robot	37
Figura 2. Mano base robot	38
Figura 3. Huesos de la mano	39
Figura 4. Sensibilidad de la piel y de las manos	40
Figura 5. Flexión-extensión articulaciones metacarpo falángicas	40
Figura 6. Flexión y extensión articulación interfalángica proximal	41
Figura 7. Abducción y aducción de articulaciones metacarpo falángicas	41
Figura 8. Flexión y extensión del pulgar	42
Figura 9. Abducción y aducción del pulgar	42
Figura 10. Oposiciones de flexión y extensión de cada dedo	43
Figura 11. Sistema grafico del prototipo electrónico	43
Figura 12. Estructura Principal	79
Figura 13. Soporte del Antebrazo y Muñeca	80
Figura 14. Cubierta de la Estructura Principal	80
Figura 15. Conexión de servomotor	82
Figura 16. Estructura Principal	84
Figura 17. Sistema de Riel	85
Figura 18. Soporte de los Dedos	86
Figura 19. Soporte de Antebrazo y Muñeca	87
Figura 20. Esquema Tarjeta De Alimentación	88
Figura 21. Tarjeta De Alimentación en baquela	88
Figura 22. Modelo entidad relación	89
Figura 23. interfaz de usuario para agregar un nuevo paciente	93
Figura 24. Registro de pacientes	93
Figura 25. Guardando a paciente	94
Figura 26. Paciente Guardado	95
Figura 27. Restricciones del registro de pacientes	95
Figura 28. Editar un registro	96
Figura 29. Encontró el registro	96
Figura 30. Se editó un registro	97



Figura 31. Realizar la terapia	97
Figura 32. Buscando al paciente para realizar la terapia	98
Figura 33. Seleccionando extremidad	98
Figura 34. Seleccionando dedo	99
Figura 35. Seleccionando mover una secuencia de movimiento	99
Figura 36. Datos guardados en base de datos	100
Figura 37. Ensamble de la Estructura Principal	100
Figura 38. Ensamble de la estructura principal y servomotores	101
Figura 39. Estructura y soporte de Antebrazo y Muñeca	102
Figura 40. Soporte Inferior de la Estructura	102
Figura 41. Soporte de Antebrazo y Muñeca	103
Figura 42. Soporte de los Dedos	104
Figura 43. Sistema biela manivela	104
Figura 44. Cubierta de la Estructura Principal	105
Figura 45. Fuente de alimentación	106
Figura 46. Servomotores	106
Figura 47. Arduino	106
Figura 48. Prototipo en pruebas	107

PROHIBIDA SU COPIA



LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Recursos Institucionales	49
Tabla 2. Recursos humanos	49
Tabla 3. Recursos tecnológicos	49
Tabla 4. Recursos financieros	50
Tabla 5. Materiales y dispositivos electrónicos	50
Tabla 6. Materiales de construcción y transporte	51
Tabla 7. Total costos del proyecto	51
Tabla 8. Enfermedades que han padecido	56
Tabla 9. Pacientes en prueba con el prototipo electrónico.	57
Tabla 10. Comodidad al recibir la terapia por los terapeutas	58
Tabla 11. Causas que se genere la patología Hemiparesia.	59
Tabla 12. Problemas en las acciones diarias	60
Tabla 13. Implementación de un dispositivo electrónico en la ciudad	61
Tabla 14. La patología hemiparesia es una enfermedad frecuente	62
Tabla 15. Existe un dispositivo similar al mencionado	63
Tabla 16. Calificación del prototipo como ayuda de terapia	64
Tabla 17. Recuperación realizada por los terapeutas	65
Tabla 18. Ha tratado alguna de estas patologías	67
Tabla 19. Métodos utilizados para realizar terapias	68
Tabla 20. La patología hemiparesia es una enfermedad frecuente	69
Tabla 21. Sabe que causa la patología hemiparesia	70
Tabla 22. Necesidad de adquirir un nuevo dispositivo electrónico de terapias.	71
Tabla 23. Estaría dispuesto adquirir el dispositivo electrónico	72
Tabla 24. Cambiaría los métodos tradicionales por el prototipo electrónico	73
Tabla 25. Implementación de un dispositivo electrónico para terapia en la ciudad.	74
Tabla 26. Mejores resultados con el prototipo	75
Tabla 27. Conocimiento de un dispositivo electrónico que realice terapias	76
Tabla 28. Esquema tabla datos personales	77
Tabla 29. Esquema tabla de tratamiento	90
Tabla 30. Angulo máximo extensión dedos	90



Tabla 31. Angulo mínimo flexión dedos	109
Tabla 32. Angulo máximo abducción dedo pulgar	109
Tabla 33. Angulo mínimo aducción dedo pulgar	109

PROHIBIDA SU COPIA



LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Enfermedades que han padecido	57
Grafica 2. Personas que están dispuestas a realizarse la terapia con el prototipo	58
Grafica 3. Comodidad al recibir la terapia por los terapeutas	59
Grafica 4. Causa que genera la patología Hemiparesia.	60
Grafica 5. Problemas en las acciones diarias	61
Grafica 6. Implementación de un dispositivo electrónico en la ciudad	62
Grafica 7. La patología hemiparesia es una enfermedad frecuente	63
Grafica 8. Existe un dispositivo similar al mencionado	64
Grafica 9. Calificación del prototipo como ayuda de terapia	65
Grafica 10. Recuperación realizada por los terapeutas	66
Grafica 11. Ha tratado alguna de estas patologías	67
Grafica 12. Métodos utilizados para realizar terapias	68
Grafica 13. La patología hemiparesia es una enfermedad frecuente	69
Grafica 14. Sabe que causa la patología hemiparesia	70
Grafica 15. Necesidad de adquirir un dispositivo electrónico de Terapias.	71
Grafica 16. Estaría dispuesto adquirir el dispositivo electrónico	72
Grafica 17. Cambiaría los métodos tradicionales por el prototipo electrónico	73
Grafica 18. Implementación de un dispositivo electrónico para terapia en la ciudad	74
Grafica 19. Mejorías con el prototipo	75
Grafica 20. Conocimiento de un dispositivo electrónico que realice terapias	76



LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Encuesta dirigida a terapeutas y a la población afectada	120
Anexo B. Diagrama electrónico de control	124
Anexo C. Planos del prototipo den SolidWorks	125
Anexo D. Manual de usuario	139
Anexo E. Programación de Arduino	180
Anexo F. Programación Visual Basic	185
Anexo G. Posibles resultados obtenidos en cada paciente	188

PROHIBIDA SU COPIA



RESUMEN ANALÍTICO DEL ESTUDIO DEL R.A.E

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DE NARIÑO

PROGRAMA ACADÉMICO: PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

FECHA DE ELABORACIÓN DEL R.A.E: SEPTIEMBRE DE 2015

ASESOR: ING. FREDY GUASMAYAN

TITULO: DISEÑO DE UN PROTOTIPO ELECTRÓNICO PARA TERAPIAS DE REHABILITACIÓN EN DEDOS DE LA MANO EN PACIENTES CON HEMIPARESIA EN LA CIUDAD SAN JUAN DE PASTO 2015

AUTORES: TREJO REVELO Luis Miguel, CANSIMANSE VILLOTA Albert Rene

Palabras Claves

Arduino: Es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un Micro controlador y un entorno de desarrollo.

Flexo-extensión: Movimiento que combina la flexión y la extensión de los músculos de una extremidad.

Hemiparesia: se refiere a la disminución de la fuerza motora o parálisis parcial que afecta un brazo sin llegar a la parálisis. Es la consecuencia de una lesión cerebral, normalmente producida por una falta de oxígeno en el cerebro

Servomotores: es un tipo especial de motor de c.c. que se caracterizan por su capacidad para posicionarse de forma inmediata en cualquier posición dentro de su intervalo de operación

Interfaz de usuario: es el medio con que el usuario puede comunicarse con una máquina, equipo, computadora o dispositivo, y comprende todos los puntos de contacto entre el usuario y el equipo

Terapia: Rama de las Ciencias de la Salud, que se dedica a la prevención, curación de diversas patologías, mediante la aplicación de agentes físicos, como: masajes, calor, frío, corrientes eléctricas, ejercicios, estiramientos

Base de Datos Es un conjunto de información relacionada que se encuentra estructurada y ordenada. Mediante una base de datos podemos guardar mucha información para que luego ser encontrada y utilizar fácilmente.



DESCRIPCION DEL PROBLEMA

El hombre en la vida diaria está expuesto a enfermedades y a factores de riesgo que atentan contra su salud causando disfuncionalidad en las acciones cotidianas, un problema que pueden presentar las personas es la incapacidad parcial de la movilidad de los dedos de la mano, por causa de la enfermedad hemiparesia origen de daño de la medula espinal, derrame cerebral, tumores y embolias. Esta patología refleja un trastorno del sistema nervioso que se caracteriza por la debilidad en un lado del cuerpo en el que algunos músculos se mantienen delimitados a movimientos y a la función motriz. Según la investigación que se desarrolló en California en Irvine estudió los dispositivos robóticos que ayuda a recuperar la fuerza y agarre para el uso normal de las manos, son dispositivos de gran importancia ya que permite realizar ejercicios pasivos y activos, en la primera el paciente no realiza ningún movimiento voluntario, sino que este movimiento es realizado por una fuerza externa. La segunda utiliza movimientos ejecutados por el paciente sin ninguna fuerza externa. La terapia asistida por robot puede ayudar a restablecer el cerebro logrando que los miembros débiles se rehabiliten. Este tipo de trabajos han sido aplicados a las necesidades de la medicina en particular al área de rehabilitación de extremidades, entendiendo un proceso de rehabilitación como el camino para recuperar la movilidad en una persona con algún tipo de lesión mediante movimientos repetitivos.

Colombia tiene centros e instituciones encargados de la rehabilitación en pacientes que pierden total o parcialmente la movilidad en dedos de la mano, proceso de recuperación que se realiza por medio de ayuda de la terapia física, aplicando métodos de masajes, férulas y por medio de elementos que permiten que el paciente pueda ejercitarse de manera autónoma. Estas actividades de rehabilitación activas no ayudan a pacientes que necesitan rehabilitación pasiva, por este caso se realizó el prototipo electrónico para que realice este tipo de terapias.

En la ciudad de San Juan de Pasto las personas dedicadas a la rehabilitación en dedos de la mano, realizan éstos procesos manualmente y con ayuda de elementos activos, donde el paciente puede ejercitar sus dedos utilizando su fuerza, entre estos sistemas se encuentra el cando digiextend, eggserciser, barras flexibles, resistencia digiflex, entre otros. Teniendo como limitante las posibles variaciones en la fuerza y posición de los movimientos producidos, provocando con ello, el posible daño o molestias en el paciente. De acuerdo a esto, los fisioterapeutas carecen de tiempo suficiente para satisfacer las necesidades que demandan los pacientes necesitados de estas tareas. Es por ello que se desarrolla esta investigación de un prototipo de rehabilitación en dedos de la mano que proporcionara al paciente el movimiento de ellos por medio de una fuerza externa aplicada por éste sistema electrónico, donde un control permite realizar sesiones repetitivas de flexión, extensión en los dedos



índice, medio, anular y meñique, abducción y aducción en el dedo pulgar en las articulaciones de los dedos, logrando que el terapeuta ejecute el trabajo de rehabilitación en menor tiempo por paciente con el dispositivo electrónico.

FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cómo mejorar la rehabilitación en dedos de la mano en pacientes con hemiparesia por medio de un prototipo electrónico para terapias en la ciudad San Juan de Pasto 2015?

CONTENIDO

El prototipo electrónico para terapias está compuesto por tres sistemas: interfaz gráfica, interfaz electrónica y mecánica; los cuales en conjunto interactúan entre sí para llevar a cabo las tareas de rehabilitación activa.

El sistema mecánico radica en el movimiento lineal, realizado por un sistema de biela manivela generado por los servomotores, para producir movimientos de flexión y extensión de los dedos de las manos. Este proceso contempla un subsistema de acoplamiento mecánico empleado tanto para la mano derecha como izquierda, adaptado para los distintos tamaños de dedos como para el pulgar, índice, medio, anular y meñique. Los soportes o ejes donde se encuentran apoyados los dedos de la mano, están sujetos cada uno a una corredera de la biela para realizar el movimiento de flexo-extensión. Los servomotores se encuentran separados aproximadamente de tres centímetros horizontalmente, teniendo en cuenta que éstas medidas son acondicionadas a los diferentes tamaños de manos, la estructura y soportes están contruidos en material resistente y diseñado especialmente para la comodidad de los pacientes.

En el diseño de la parte de interfaz electrónica se utilizó un Arduino que permite la comunicación con la PC, logrando realizar la configuración del sistema de ajuste de las terapias para cada uno de los pacientes mediante el intercambio de información con el software Visual Basic 2010. La comunicación digital entre la PC y el sistema electrónico se lleva a cabo por estándar de comunicación USB utilizando el puerto del Arduino. Con el uso de este estándar, el dispositivo de rehabilitación se convierte en un sistema universal dado que desde cualquier PC se hace posible la puesta en operación del mismo.

Es necesario realizar el control que se encarga de las funciones principales del sistema. Compuesta de la tarjeta Arduino que es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un micro controlador y un entorno de desarrollo, ésta permite enviar señales que generan movimiento a los servomotores Futaba S3003 que tiene un Torque de 3.2kg.cm a 4.8V y a 4.1kg.cm a 6.0V torque necesario para realizar el movimiento de flexión, extensión en los dedos índice, medio, anular, meñique y abducción-aducción en el dedo pulgar. La etapa de



acondicionamiento de voltaje estará compuesta por un circuito de filtros que proporciona las señales (VDC) de entrada al servomotor con el fin de eliminar ruido.

El prototipo electrónico es controlado con el software Visual Basic 2010 que es un entorno para sistemas operativos Windows. Soporta múltiples lenguajes de programación tales como, C++, C#, VisualBasic.NET, Java, Python, Ruby, PHP. Este software permite a los desarrolladores crear aplicaciones, que se comuniquen entre estaciones de trabajo, páginas web, dispositivos móviles, dispositivos embebidos, consolas, etc. Con este software permite al operador configurar las terapias con un número de ciclos de movimiento. También suministra lectura de los datos personales de cada paciente como, cedula, nombre, apellido y edad. Adicionalmente, esta interfaz archiva todas las sesiones terapéuticas realizadas con el objetivo de llevar el historial de rehabilitación de cada individuo.

MÉTODOLOGIA

Línea De Investigación: para la presente investigación se toma como referencia el programa de desarrollo tecnológico donde la tecnología ha venido cambiando vertiginosa siendo una preocupación permanente para la universidad, la formación de profesionales capaces de responder efectivamente a las constantes transformaciones que la tecnología presenta a través de la asimilación, adecuación y desarrollo de la tecnología, base competitividad y la productividad

El diseño del prototipo de rehabilitación ayuda a brindar una solución para pacientes que presentan la patología hemiparesia, siendo un dispositivo auxiliar para terapia pasiva, como también puede ser utilizado en personas que presentan pérdida de movilidad de los dedos de la mano.

El proyecto como tal está encaminado tanto a la tecnología digital como análoga por lo cual se ajusta a la línea de investigación además el proyecto tiene un enfoque social ya que se va a tratar de mejorar las condiciones de las personas que presentan patologías de pérdida de movilidad de los dedos de la mano.

Enfoque: Esta investigación es cuantitativa porque se orienta en los resultados numéricos para determinar un suceso, así recolectar información para dar respuesta e identificar el problema por medio de uso de estadísticas. Para el caso de este trabajo se realiza una investigación a una persona que presente la patología de hemiparesia en esta localidad.

Método: El desarrollo de esta investigación se basa en el método inductivo, ya que se elabora un análisis de cada elemento particularmente, para luego ser utilizados en el prototipo electrónico a desarrollar.



DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO INVESTIGATIVO

DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN.

Para realizar la respectiva recolección de información de este trabajo se estableció a 22 personas que estén relacionadas o trabajen en áreas afines a este proyecto en la ciudad de San Juan de Pasto. Entre ellos se encuentran terapeutas y la población afectada.

DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA.

La muestra que se utilizó para el desarrollo de este proyecto es de tipo no aleatoria que consiste en seleccionar a los individuos que conviene al investigador para la muestra, esta conveniencia se produce porque al investigador le resulta más fácil examinar a estos sujetos. Esta muestra se compone por: 18 terapeutas y 4 personas que tengan problema de movilidad de la mano en la ciudad de San Juan de Pasto.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Los instrumentos para la recolección de información que se usaran en este proyecto serán por medio de observación directa y además de encuestas que se realizarán con preguntas relacionadas al tema del trabajo.

CONCLUSIONES

Se diseñó un prototipo versátil y confortable el cual permite ajustar a dispositivo a distintos tamaños de manos.

El ajuste del soporte de la palma y antebrazo permite una mayor comodidad en cuanto a la posición de la mano del paciente, ya que al tener distintos tamaños de manos es necesario el acomodo del mismo para una correcta posición.

El sistema biela manivela presenta versatilidad al realizar movimiento flexo-extensión en los dedos índice, medio, anular, meñique y abducción-aducción en los dedos pulgares.

Con el prototipo de terapia el usuario configura los ciclos de flexo-extensión y las posibles combinaciones de movimientos.

El software permite la digitalización de la información personal de los pacientes. El llevar el historial de las terapias realizadas, permite al terapeuta monitorear la evolución física de cada individuo.

Previendo los posibles daños que pueda sufrir algún paciente como dolor o incomodidad al estar llevando a cabo la terapia, se habilitó una opción de paro de



emergencia por software y hardware, la cual suspende casi de manera instantánea la terapia ejecutada en ese momento, permitiendo el retiro del paciente.

RECOMENDACIONES

Tener en cuenta el manual de usuario para conexión y manipulación del hardware y software del sistema de rehabilitación.

El sistema debe ser operado por personal capacitado para una mejor manipulación del software.

El software debe ser instalado en un servidor para una mayor seguridad de la información.

Cuando el equipo esté en funcionamiento este debe llevar la cubierta de la estructura principal, para aislar el paciente de la parte mecánica y eléctrica.

Si el paciente se encuentra con incomodidad durante la terapia, es necesario detener el proceso de rehabilitación.

El proyecto de investigación queda disponible para mejorar el sistema de movimiento que realiza los dedos pulgares para optar una mejor terapia.

Se recomienda agregar la funcionalidad de impresión de reportes, como por ejemplo el historial de algún paciente, una lista de pacientes, etc., así como también la generación de consultas para buscar información más concreta.



BIBLIOGRAFIA

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DE NARIÑO centro de investigación desarrollo y asesoría empresarial CIDAE. Líneas de investigación 2009

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DE NARIÑO, programa de ingeniería electrónica, Desarrollo y asesoría empresarial CIDAE, Propuesta para la creación de enfoque.

GUTIERRES. Marta. Fisioterapia en neurología. Médica. 2012.

LERMA Héctor Daniel. Metodología de la investigación: Propuesta, anteproyecto y proyecto. ECOE EDICIONES

RESTREPO. Ricardo. Rehabilitación en salud, 2.a edición. Universidad de Antioquia, 2008

REYES Carlos. Microcontroladores Programación en Basic PIC. Edición 2. Pág. 20.

SKINNER, H. B. (2007). Diagnóstico y tratamiento en ortopedia. (pp. 549-550) (4a. ed.) México: El Manual Moderno.

ZORRILA Santiago, otros, Metodología de la investigación. McGraw Hill. México 1997. Pág. 22.



CIBERGRAFIA

ACADEMIC. Los diccionarios y enciclopedias sobre lo académico. Disponible en:http://enciclopedia_universal.esacademic.com/1371/Dispositivo_electr%C3%B3nico

ALBERTO. Robótica. Dispositivo robótico. Disponible en:<http://guindo.pntic.mec.es/crangil/robotica.htm>

ASAMBLEA LEGISLATIVA. Ejercicio de la profesión de tecnología ortopédica y traumatológica. Disponible en: <http://docs.panama.justia.com/federales/leyes/15-de-2003-jan-28-2003.pdf>

ASOCIACION ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD.A.S.T.M. Disponible en:<http://diccionario.motorgiga.com/diccionario/a-s-t-m-definicion-significado/gmx-niv15-con321.htm>

DISPOSITIVOS MÉDICOS Y MATERIALES. Comité ASTM. Disponible en:http://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPSO09/enright_sps09.html

FISIOMEDICA. Ejercicio, fortalecimiento y rehabilitación. Disponible en:<http://www.fisiomedica.com/fisioco/productos-y-servicios/clases-de-terapia/ejercicio-terapeutico/>

GARCÍA. José. Así funciona. Corriente eléctrica. Disponible en:http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_corriente_electrica/ke_corriente_electrica_1.htm

GARCÍA. José. La corriente eléctrica. Disponible en:http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_corriente_electrica/ke_corriente_electrica_1.htm

GONZALES. Víctor. Servomotores. Disponible en:http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0204/ctrl_rob/robotica/sistema/motores_servo.htm

HERNANDEZ. Ana. Electroestática. Universidad politécnica de Madrid. Disponible en:
<http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/ asignaturas/fisica/electro/corriente.html>.



MARTÍNEZ. Sebastián. Anatomía. Fisiología de las manos. Disponible en: <http://es.slideshare.net/mjjulve/anatoma-fisiologa-y-patologa-de-las-manos-12328275>

MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO. Decreto 414. Disponible en: http://noticias.juridicas.com/base_datos/CCAA/ca-d179-2010.html

OJEDA. Luis. Que es Arduino. Disponible en: <http://arduino.cl/que-es-arduino/>. (17/09/2014. 5:12.p.m.) pag.1

PEREZ. Damián. Base de datos. Disponible en: <http://www.maestrosdelweb.com/que-son-las-bases-de-datos/>.

PÉREZ. Fabio. Revista de la sociedad española del dolor. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1134-80462004000500007&script=sci_arttext

PIZARRO. María. Ejercicio, fortalecimiento y rehabilitación. Disponible en: <http://www.fisiomedica.com/fisioco/productos-y-servicios/clases-de-terapia/ejercicio-terapeutico>.

QUIMINET. Baños de parafina. Disponible en: <http://www.quiminet.com/articulos/la-parafina-o-banos-de-parafina-con-fines-terapeuticos-41209.htm>

SÁNCHEZ Eduardo. Clínica de Fisioterapia. Disponible en: <http://www.fisio-sport.com/pags/Quees.htm>.

SECRETARIA DE LA SALUD. Resolución 1319. Disponible en: https://www.invima.gov.co/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=139&Itemid=194

SECRETARIA GENERAL DE LA ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA. Congreso de Colombia. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=44306>.

SISTEMA NACIONAL DE SALUD. Prestación orto protésica. Disponible en: http://www.seg-social.es/Internet_1/Normativa/170772

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE REUMATOLOGÍA. La artrosis de la mano. Disponible en: http://www.ser.es/wiki/index.php/Folleto_de_la_SER%3A_La_Artrosis_de_man



SUÁREZ. Hernando. HSB noticias. Disponible en:
<http://www.hsbnoticias.com/vernoticia.asp?ac=Accidentes-dejan-mas-de-700-muertos-en-las-vias-de-Narino&WPLACA=107145>

PROHIBIDA SU COPIA



INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico beneficia al hombre en las actividades diarias, como también es un avance importante en la investigación y ayuda en la salud, ya que las maquinas o equipos médicos cumplen con el objetivo de dar solución a un cierto tipo de problema por medio de la intervención directa o indirecta con el cuerpo humano, los problemas que se presentan al hombre como enfermedades, traumas y accidentes causan disfuncionalidad en la ejecución de actividades que se realizan a diario, para ello existe gran variedad de alternativas médicas para dar solución a estos problemas. Es aquí donde se realiza la investigación de este trabajo correspondiente al problema de incapacidad del movimiento de dedos de mano conocida como una enfermedad que disminuye la fuerza motora de las manos, esta recibe el nombre de hemiparesia, donde “Hemi” implica a un lado del cuerpo, y “paresia” debilidad parcial del musculo. Ésta tiene solución por medio del desarrollo de la terapia física, que ayuda a la rehabilitación del movimiento de los dedos de la mano.

Dado el caso de la patología se realiza un prototipo electrónico para terapia de dedos de la mano que en conjunto con elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos cumplen con la función de brindar ayuda terapéutica en pacientes con hemiparesia con la mejora del control electrónico para que sea un sistema eficiente en la rehabilitación de este problema.



1. TITULO

DISEÑO DE UN PROTOTIPO ELECTRÓNICO PARA TERAPIAS DE REHABILITACIÓN EN DEDOS DE LA MANO EN PACIENTES CON HEMIPARESIA EN LA CIUDAD SAN JUAN DE PASTO 2015.

PROHIBIDA SU COPIA



2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

El hombre en la vida diaria está expuesto a enfermedades y a factores de riesgo que atentan contra su salud causando disfuncionalidad en las acciones cotidianas, un problema que pueden presentar las personas es la incapacidad parcial de la movilidad de los dedos de la mano, por causa de la enfermedad hemiparesia origen de daño de la medula espinal, derrame cerebral, tumores y embolias. Esta patología refleja un trastorno del sistema nervioso que se caracteriza por la debilidad en un lado del cuerpo en el que algunos músculos se mantienen delimitados a movimientos y a la función motriz. Según la investigación que se desarrolló en California en Irvine estudió los dispositivos robóticos que ayuda a recuperar la fuerza y agarre para el uso normal de las manos, son dispositivos de gran importancia ya que permite realizar ejercicios pasivos y activos, en la primera el paciente no realiza ningún movimiento voluntario, sino que este movimiento es realizado por una fuerza externa. La segunda utiliza movimientos ejecutados por el paciente sin ninguna fuerza externa. La terapia asistida por robot puede ayudar a restablecer el cerebro logrando que los miembros débiles se rehabiliten. Este tipo de trabajos han sido aplicados a las necesidades de la medicina en particular al área de rehabilitación de extremidades, entendiendo un proceso de rehabilitación como el camino para recuperar la movilidad en una persona con algún tipo de lesión mediante movimientos repetitivos.

Colombia tiene centros e instituciones encargados de la rehabilitación en pacientes que pierden total o parcialmente la movilidad en dedos de la mano, proceso de recuperación que se realiza por medio de ayuda de la terapia física, aplicando métodos de masajes, férulas y por medio de elementos que permiten que el paciente pueda ejercitarse de manera autónoma. Estas actividades de rehabilitación activas no ayudan a pacientes que necesiten rehabilitación pasiva, por este caso se realizó el prototipo electrónico para que realice este tipo de terapias.

En la ciudad de San Juan de Pasto las personas dedicadas a la rehabilitación en dedos de la mano, realizan éstos procesos manualmente y con ayuda de elementos activos, donde el paciente puede ejercitar sus dedos utilizando su fuerza, entre estos sistemas se encuentra el cando digiextend, eggserciser, barras flexibles, resistencia digiflex, entre otros. Teniendo como limitante las posibles variaciones en la fuerza y posición de los movimientos producidos, provocando con ello, el posible daño o molestias en el paciente. De acuerdo a esto, los fisioterapeutas carecen de tiempo suficiente para satisfacer las necesidades que demandan los pacientes necesitados de estas tareas. Es por ello que se desarrolla esta investigación de un prototipo de rehabilitación en



dedos de la mano que proporcionara al paciente el movimiento de ellos por medio de una fuerza externa aplicada por éste sistema electrónico, donde un control permite realizar sesiones repetitivas de flexión, extensión en los dedos índice, medio, anular y meñique, abducción y aducción en el dedo pulgar en las articulaciones de los dedos, logrando que el terapeuta ejecute el trabajo de rehabilitación en menor tiempo por paciente con el dispositivo electrónico.

Al no desarrollarse la investigación del prototipo, los pacientes estarán limitados a la rehabilitación por medio de la terapia física activa, ésta recuperación puede llevar mucho tiempo y no garantiza una correcta recuperación, ocasionando daños al nervio como al musculo.

2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cómo mejorar la rehabilitación en dedos de la mano en pacientes con hemiparesia por medio de un prototipo electrónico para terapias en la ciudad San Juan de Pasto 2015?

2.3 JUSTIFICACION

El desarrollo de esta investigación busca mejorar la rehabilitación de dedos de la mano en pacientes con hemiparesia, por medio de un prototipo electrónico para terapia física, problema que ha sido común a causa de enfermedades, accidentes y traumas cerebrales, que ha generado consecuencias en muchas personas como, dificultad para realizar actividades en el área laboral, doméstica, el deporte y problemas para socializarse con la comunidad, causando baja autoestima a la persona que padece ésta patología. Es por ello que surge la idea de la investigación de éste prototipo con el fin de mejorar la calidad de vida, logrando el normal funcionamiento motriz de la mano por medio de la rehabilitación.

La importancia social del desarrollo de esta investigación es la rehabilitación a pacientes con hemiparesia, que presentan debilidad en el movimiento de dedos de la mano. La necesidad surge en mejorar la recuperación adecuada de la movilidad en los dedos, ya que el sistema garantiza el correcto movimiento de las articulaciones.

La importancia teórica de la investigación es el diseño de un prototipo electrónico para terapias de rehabilitación, este permite configurar al usuario las sesiones en diferente número de ciclos de flexo-extensión en los dedos índice, medio, anular, meñique y realiza abducción y aducción en el dedo pulgar. De tal manera se puede utilizar en ambas manos y es adaptable a distintos tamaños de dedos, además este sistema es uno de los primeros prototipos electrónicos de rehabilitación en la ciudad San Juan de Pasto, siendo un dispositivo innovador que podrá ser usado en centros de rehabilitación como un sistema auxiliar para terapia en la región. Los pacientes que serán tratados con el prototipo de rehabilitación



tendrán una recuperación adecuada, en las sesiones de terapia estarán relajados ya que el sistema permite ser ajustado a diferentes tamaños de dedos sin ocasionar molestias en el funcionamiento de éste prototipo electrónico.

Para el desarrollo del prototipo electrónico es necesario tener conocimiento acerca del funcionamiento motriz ya que es importante conocer los grados de libertad de la mano como también la resistencia de los músculos y nervios de los dedos, estos estudios adquiridos son el desarrollo de una detallada investigación independiente de la facultad ya que el programa de ingeniería electrónica no proporciona los estudios acerca de la parte médica. También se realizó la investigación de control de servomotores utilizando la plataforma de Arduino, así mismo se realizó la conexión con Visual Basic esta permite el control de movimiento de los servomotores mediante su interfaz gráfica.

El sistema que se desarrolló en España es un dispositivo que ayuda a personas que tienen un problema neuronal, ocasionando pérdida del movimiento de los dedos de la mano, para el desarrollo de este rehabilitador se realizó un largo estudio desarrollado por doctores de un hospital, para el cual necesitaron mucha investigación, lo que aumento el precio de fabricación de éste sistema de terapias a un ciento millones de pesos. El prototipo electrónico a diseñar será un dispositivo que alcance los objetivos planteados de una correcta rehabilitación en pacientes con hemiparesia además será un producto accesible para los centros de terapias a un bajo costo.



3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un prototipo electrónico para terapias de rehabilitación en dedos de la mano en pacientes con hemiparesia en la ciudad san juan de pasto 2015.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Recolectar y revisar información existente y actualizada, para integrar al sistema de rehabilitación en dedos de la mano.

Diseñar un prototipo de ayuda, para rehabilitación en pacientes con hemiparesia de fácil manipulación por fisioterapeutas.

Construir un prototipo electrónico para terapias de rehabilitación de dedos de la mano en pacientes con hemiparesia que pueda ser empleado en ambas manos y que sea adaptable a distintos tamaños de dedos.

Evaluar el funcionamiento del prototipo con los posibles resultados obtenidos de la rehabilitación.

Elaborar un manual de funcionamiento determinando la función de los elementos básicos del sistema.



4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO CONTEXTUAL

La ciudad de San Juan de Pasto que es la capital del departamento de Nariño en el sur de Colombia, ciudad donde se realiza la investigación en personas con problemas de movilidad en dedos de la mano.

San Juan de Pasto se encuentra situado sobre el Valle de Atriz a 795 kilómetros al sur occidente de la capital de la República. Limita al norte con La Florida, Chachagüí y Buesaco, por el sur con el Departamento de Putumayo y Funes, por el oriente con Buesaco y el Departamento de Putumayo y por el occidente con Tangua, Consacá y La Florida. Su altura sobre el nivel del mar es de 2.559 metros, la temperatura media es de 14 grados centígrados, su área es de 1.181 kilómetros cuadrados y su precipitación media anual es de 700 milímetros¹.

La ciudad ha sido centro administrativo, cultural y religioso de la región desde la época de la colonia cada uno de los corregimientos viven cada día en un constante desarrollo y avance, desde el aumento en población, como en la creación y obtención de nuevas ciencias aplicadas, admitiendo en esta manera contar con nuevas y modernas tecnologías en la región.

Ésta investigación se ha desarrollado a causa de un problema que afecta a la población, el daño de miembros superiores e inferiores a razón de enfermedades, traumas cerebrales y embolias, que causan daño en la conexión del cerebro y el nervio mediano siendo el que permite la movilidad de los dedos de la mano. Otro problema causal de esta patología es la mala utilización del automovilismo ocasionando accidentes. “se presentan por el exceso de velocidad, fallas mecánicas y el consumo de bebidas embriagantes”². La falta de cultura ciudadana y de control permite el sobrecupo, la movilización de motocicletas y vehículos públicos y particulares con fallas mecánicas, permitiendo el aumento de accidentes en la región, lo genera el riesgo de sufrir incapacidad física, traumas cerebrales, golpes, cortaduras y fracturas, éstos conllevan a un mal funcionamiento de la mano por el daño de los nervios y músculos los que permiten el movimiento de la mano, consecuentemente generando pérdida de la fuerza motriz, problema denominado como la patología hemiparesia.

La investigación de este prototipo electrónico cómo un sistema auxiliar para terapias generará beneficios a las instituciones que brindan el servicio de

¹ UNIVERSIDAD MARIANA, Municipios de Nariño. Geografía. Disponible en: <http://www.umariana.edu.co/sanjuandepasto.htm> (16/09/2012. 9:35.a.m.)

² SUÁREZ. Hernando. HSB noticias. Disponible en:

<http://www.hsbnoticias.com/vernoticia.asp?ac=Accidentes-dejan-mas-de-700-muertos-en-las-vias-de-Narino&WPLACA=107145> (17/09/2012. 9:35.a.m.)



rehabilitación a personas que la requieran. La ciudad cuenta con 16 instituciones que realizan este tipo de terapia, dedicadas a la rehabilitación por medio de la Fisioterapia utilizando elementos no electrónicos como; el cando digixtend, eggserciser, barras flexibles entre otros, éste tratamiento es eficaz, pero existen pacientes que no pueden realizar movimiento activo por su estado de enfermedad, lo que es necesario realizar terapia pasiva. Debido a éste limitante, se realiza la investigación de éste proyecto, con el fin de introducir un nuevo e innovador equipo de terapia pasiva en la ciudad.

4.2 MARCO LEGAL

Para realizar este proyecto se debe conocer y tener en cuenta las leyes, normas y decretos, que apoyan y sustentan legalmente el desarrollo de esta investigación.

Decreto 4725 De 2005. Disposiciones comunes a los registros sanitarios y permisos de comercialización. Plantea. “Modalidades. Los registros sanitarios para los dispositivos médicos y el permiso de comercialización para los equipos biomédicos de tecnología controlada, se expedirán para las siguientes modalidades, Fabricar y vender, Importar y vender, Importar, empacar y vender, Importar, semielaborar y vender”³. Todo dispositivo biomédico debe ser fabricado de acuerdo con los registros sanitarios para que sean utilizados en las personas para mejorar su calidad de vida.

Ley nº 15. De 22 de enero de 2003. La asamblea legislativa plantea. “Los profesionales de tecnología ortopédica y traumatología tienen formación universitaria y están preparados para actuar aplicando sus conocimientos científicos en el tratamiento del paciente, previo diagnóstico e indicación escrita del médico especialista en ortopedia y traumatología”⁴. La presente ley establece que el ortopedista está en formación para poder realizar las terapias al paciente con todos sus conocimientos adquiridos en la formación universitaria que ha adquirido.

Resolución 1319. Abril 15 de 2010. Dispositivos médicos. Plantea. “Mediante la cual se adopta el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para la elaboración y adaptación de dispositivos médicos sobre medida de prótesis y ortesis ortopédica externa y se dictan otras disposiciones”⁵. El objetivo de esta resolución es adoptar el manual de buenas prácticas de manufactura para la

³URIBE. Vélez. Ministerio de la protección social. Disponible en:

[http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18697\(04/11/2014. 2:35.a.m.\)](http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18697(04/11/2014. 2:35.a.m.))

⁴ ASAMBLEA LEGISLATIVA. Ejercicio de la profesión de tecnología ortopédica y traumatológica. Disponible en: <http://docs.panama.justia.com/federales/leyes/15-de-2003-jan-28-2003.pdf>. (17/09/2014. 10:35.a.m.)

⁵ SECRETARIA DE LA SALUD. Resolución 1319. Disponible en:

https://www.invima.gov.co/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=139&Itemid=194. (17/09/2014. 10:35.a.m.)



elaboración y adaptación de dispositivos médicos sobre medida de prótesis ortopédica.

Decreto 414. 1996 de 1 de marzo. Ministerio de sanidad y consumo afirma.

Los establecimientos que realicen la venta al público de productos sanitarios que requieran una adaptación individualizada, como es el caso de las ortopedias y de audio prótesis, tienen que contar con el equipamiento necesario para realizar esta adaptación y tener un profesional cuya titulación acredite una calificación adecuada para estas funciones⁶.

Este decreto establece que para poder realizar una apropiada adaptación de la prótesis es necesario contar con los recursos que este exige para poder hacer una adecuada funcionalidad del dispositivo al paciente.

Las normas del Comité F04 de ASTM Septiembre/Octubre 2009. Dispositivos y materiales.

Plantea. “Los metales de las pinzas y el material que se usa en la reparación ósea, por más diferentes que puedan parecer, tienen algo en común. Los materiales pueden especificarse según las normas desarrolladas por el Comité F04 de ASTM International sobre materiales y dispositivos médicos y quirúrgicos”⁷. Desde su enfoque inicial y actual en la especificación de aleaciones metálicas como la de titanio y cobalto-cromo y molibdeno destinadas a los dispositivos médicos han sido propuestas y exigidas por el comité F04 ASTM.

Decreto 1506/2012, de 2 de noviembre. Prestación orto protésica

Plantea. “Consiste en la utilización de los productos sanitarios, implantables o no, cuya finalidad es sustituir total o parcialmente una estructura corporal, o bien modificar, corregir o facilitar su función. Comprenderá los elementos precisos para mejorar la calidad de vida y autonomía del paciente”⁸. Este decreto determina la buena utilización de los productos ortopédicos en las cirugías que, se mantengan en una buena área de sanidad para que al paciente no le pueda ocasionar ninguna enfermedad.

Ley 1480. Artículo 6. Octubre 12 de 2011. El congreso de Colombia afirma. “Calidad, idoneidad y seguridad de los productos. Todo productor debe asegurar la idoneidad y seguridad de los bienes y servicios que ofrezca o ponga en el mercado, así como la calidad ofrecida. En ningún caso estas podrán ser inferiores

⁶ MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO. Decreto 414. Disponible en:

http://noticias.juridicas.com/base_datos/CCAA/ca-d179-2010.html. (17/09/2014. 11:15.a.m.)

⁷ DISPOSITIVOS MÉDICOS Y MATERIALES. Comité ASTM. Disponible en:

http://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPSO09/enright_sps09.html. (17/09/2014. 12:12.p.m.)

⁸ SISTEMA NACIONAL DE SALUD. Prestación orto protésica. Disponible en: http://www.seg-social.es/Internet_1/Normativa/170772. (17/09/2014. 12:12.p.m.)



o contravenir lo previsto en reglamentos técnicos y medidas sanitarias o fitosanitarias”⁹. El productor debe ser responsable de la supervisión y el control del producto que está ofreciendo y también debe ser responsable de los daños del producto defectuoso.

Ley 1480. Artículo 7. Octubre 12 de 2011. El congreso de Colombia plantea. “En la prestación de servicios en el que el prestador tiene una obligación de medio, la garantía está dada, no por el resultado, sino por las condiciones de calidad en la prestación del servicio, según las condiciones establecidas en normas de carácter obligatorio, en las ofrecidas o en las ordinarias y habituales del mercado”¹⁰. El productor debe estar pendiente del buen estado y el buen funcionamiento del producto.

Ley 1480. Artículo 19. Octubre 12 de 2011. El congreso de Colombia plantea. “Responsabilidad por daño por producto defectuoso. El productor y el expendedor serán solidariamente responsables de los daños causados por los defectos de sus productos, sin perjuicio de las acciones de repetición a que haya lugar”¹¹. Responsabilidad por daño se conoce como muerte o lesiones corporales, causadas por el producto defectuoso y puede reclamar indemnizaciones de acuerdo con la ley.

⁹ SECRETARIA GENERAL DE LA ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA. Congreso de Colombia. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=44306>. (17/09/2014. 4:17.p.m.)

¹⁰ *Ibíd.*

¹¹ *Ibíd.*



4.3 MARCO CONCEPTUAL TEORICO

Arduino Es “una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un Microcontrolador y un entorno de desarrollo”¹² diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

Astm. (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales) Es “la mayor organización científica y técnica para el establecimiento y la difusión de normas relativas a las características y prestaciones de materiales, productos, sistemas y servicios”¹³. ASTM proporciona las normas técnicas y los servicios relacionados para un mercado global en constante cambio.

Bandas extensoras Son “bandas de ejercicio es la modalidad de ejercicio más comúnmente prescrita para rehabilitación”¹⁴. Cada banda de ejercicio tiene un código de color para indicar su nivel de resistencia.

Barras flexibles Son “barras para manos flexible para ejercicio ligero y portátil diseñado para fortalecer los músculos de las manos, muñeca y hombro”¹⁵. Este elemento facilita la coordinación, aumenta la amplitud de movimientos y ayuda en el entrenamiento neuromuscular y de equilibrio.

Baño parafina Es “una sustancia blanca en forma de cera, que se obtiene de la destilación del petróleo, por tanto es un hidrocarburo”¹⁶. Esta sustancia es la que se emplea para su aplicación terapéutica para relajar los músculos.

Base de Datos Es “un conjunto de información relacionada que se encuentra estructurada y ordenada”¹⁷. Mediante una base de datos podemos guardar mucha información para que luego ser encontrada y utilizar fácilmente.

Corriente eléctrica Es “el flujo de carga eléctrica por unidad de tiempo que recorre un material.”¹⁸ El flujo de corriente en un circuito es llamado continuo si se produce siempre en una dirección.

¹² OJEDA. Luis. Que es Arduino. Disponible en: <http://arduino.cl/que-es-arduino/>. (17/09/2014. 5:12.p.m.)

¹³ ASOCIACION ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD. Normas astm. Disponible en: <http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/normas-astm>. (17/09/2014. 5:12.p.m.)

¹⁴ PIZARRO. María. Ejercicio, fortalecimiento y rehabilitación. Disponible en: <http://www.fisiomedica.com/fisioco/productos-y-servicios/clases-de-terapia/ejercicio-terapeutico/>. (26/09/2014. 10:15.a.m.)

¹⁵ *Ibíd.*

¹⁶ QUIMINET. Baños de parafina. Disponible en: <http://www.quiminet.com/articulos/la-parafina-o-banos-de-parafina-con-fines-terapeuticos-41209.htm>. (26/09/2014. 9:25.a.m.)

¹⁷ PEREZ. Damián. Base de datos. Disponible en: <http://www.maestrosdelweb.com/que-son-las-bases-de-datos/>. (26/09/2014. 9:25.a.m.)



Capsaicina tópica Es “una alternativa para el tratamiento del dolor neuropático. La Capsaicina es una sustancia alcaloide del pimiento. Se trata de un polvo blanco, insoluble en agua y muy soluble en alcohol”¹⁹. Produce desensibilización de los estímulos térmicos, químicos y mecánicos cuando se aplica de forma tópica.

Digiextend Es “el elemento para ejercicio de resistencia de dedos ofrece una extensión aislada de los cinco dedos y de las articulaciones de cada dedo”²⁰. Fortalece el deslizamiento del tendón extensor, el movimiento de la articulación y la coordinación muscular de la mano y el antebrazo.

Dispositivo electrónico Es “la combinación de diversos elementos organizados en circuitos, destinados a controlar y aprovechar las señales eléctricas.”²¹ Entre los dispositivos electrónicos pueden distinguirse los de tipo activo, capaces de suministrar energía al circuito y los de tipo pasivo, cuya única función es disipar energía.

Dispositivo robótico Es “un conjunto de dispositivos electrónicos que puede interactuar con el entorno de acuerdo con un plan o programa preestablecido”²². Los dispositivos robóticos son elementos programables capaces de realizar determinadas operaciones de manera autónoma.

Eggserciser Es “un instrumento para ejercitar la mano ergonómicamente. Diseñado para ajustarse al contorno de su mano”²³. El eggserciser tiene una forma y tacto que al paciente le conforta, hay cuatro diseños disponibles para los programas de fortalecimiento.

¹⁸ HERNANDEZ. Ana. Electroestática. Universidad politécnica de Madrid. Disponible en: <http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/electro/corriente.html>. (25/09/2014. 1:25.p.m.)

¹⁹ PÉREZ. Fabio. Revista de la sociedad española del dolor. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1134-80462004000500007&script=sci_arttext. (26/09/2014. 10:00.a.m.)

²⁰ PIZARRO. María. Ejercicio, fortalecimiento y rehabilitación. Disponible en: <http://www.fisiomedica.com/fisioco/productos-y-servicios/clases-de-terapia/ejercicio-terapeutico/>. (26/09/2014. 10:15.a.m.)

²¹ ACADEMIC. Los diccionarios y enciclopedias sobre lo académico. Disponible en: http://enciclopedia_universal.esacademic.com/1371/Dispositivo_electr%C3%B3nico. (25/09/2014. 1:25.p.m.)

²² ALBERTO. Robótica. dispositivo robótico. Disponible en: <http://guindo.pntic.mec.es/crangil/robotica.htm>. (17/09/2014. 5:12.p.m.)

²³ PIZARRO. María. Ejercicio, fortalecimiento y rehabilitación. Disponible en: <http://www.fisiomedica.com/fisioco/productos-y-servicios/clases-de-terapia/ejercicio-terapeutico/>. (26/09/2014. 10:15.a.m.)



F.E.M (fuerza electromotriz) Es “la energía proveniente de cualquier fuente, medio o dispositivo que suministre corriente eléctrica”²⁴ la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos o de dicha fuente, que sea capaz de impulsar las cargas eléctricas a través de un circuito cerrado.

Fisioterapia “Rama de las Ciencias de la Salud, que se dedica a la prevención, curación de diversas patologías, mediante la aplicación de agentes físicos, como: masajes, calor, frio, corrientes eléctricas, ejercicios, estiramientos”²⁵. Se caracteriza por buscar el desarrollo del funcionamiento adecuado del cuerpo.

Hemiparesia “se refiere a la disminución de la fuerza motora o parálisis parcial que afecta un brazo sin llegar a la parálisis. Es la consecuencia de una lesión cerebral, normalmente producida por una falta de oxígeno en el cerebro.” esta patología es tratable y curable por fisioterapeutas ya que no tiene muchas complicaciones.

Microcontrolador Es “un Chip de silicio en cuyo interior posee la misma arquitectura de un computador personal, este necesita ser programado para realizar una simple función como el parpadeo de un LED, hasta un sofisticado sistema de control automatizado de una fábrica”²⁶. Los microcontroladores están diseñados para reducir, tamaño, costos y el consumo de energía de un sistema en particular.

Servomotor Son “un tipo especial de motor de c.c. que se caracterizan por su capacidad para posicionarse de forma inmediata en cualquier posición dentro de su intervalo de operación”²⁷. El servomotor espera un tren de pulsos que se corresponde con el movimiento a realizar, con un margen de operación de 180° aproximadamente.

Luego de haber visto los anteriores conceptos es necesario centrar más su conocimiento donde se describe a continuación teorías que reforzaran lo antes mencionado.

²⁴GARCÍA. José. Así funciona. Corriente eléctrica. Disponible en: http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_corriente_electrica/ke_corriente_electrica_1.htm. . (25/09/2014. 1:25.p.m.)

²⁵SÁNCHEZ Eduardo. Clínica de Fisioterapia. Disponible en: <http://www.fisio-sport.com/pags/Quees.htm>.(25/09/2014. 1:20.p.m.)

²⁶ REYES Carlos. Microcontroladores Programación en Basic PIC. Edición2.

²⁷ GONZALES. Victor. Servomotores. Disponible en: http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0204/ctrl_rob/robotica/sistema/motores_servo.htm

Dispositivos encaminados para rehabilitación:

El diseño de una mano robótica diseñada para la ayuda en la rehabilitación de personas con algún tipo de discapacidad. Este robot fue concebido como un instrumento para terapia de rehabilitación. Contenía 18 grados de libertad y permitía movimientos de flexión-extensión y abducción-aducción.²⁸ Este dispositivo que se desarrolló cuenta con 22 servomotores encargados de producir el movimiento en cada uno de los dedos cuyos sensores permitían un control en lazo cerrado de tipo Proporcional-derivativo (PD).

Figura 1. Mano asistida por robot



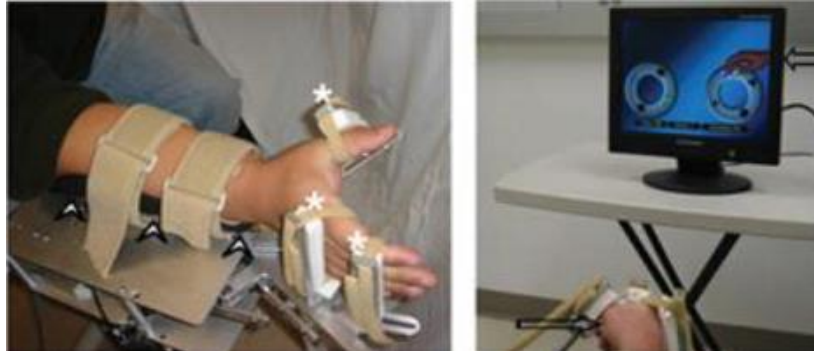
Fuente:Development of a Hand Motion Assist Robot for Rehabilitation Therapy by Patient Self-Motion Control. Abe Proceedings of the 2007 IEEE 10th International Conference on Rehabilitation Robotics, June 12-15, Noordwijk, the Netherlands.

Existe otro dispositivo que realiza Movimientos repetitivos realizados por un dispositivo de rehabilitación basado en movimientos de secuencia, utilizando una computadora como referencia. El objetivo de este sistema consistía en la reeducación del miembro afectado en su conjunto total cerebro-visión; consiguiendo con ello un rehabilitación motora interactiva tras algún tipo de lesión neuropatológica. Las pruebas realizadas a este sistema de rehabilitación estuvieron basadas en agarres de objetos y su contrario, presentándose en el

²⁸H. Kawasaki, Member, Y. Nishimoto, T. Aoki, T. Mouri, H. Sakaeda. Development of a Hand Motion Assist Robot for Rehabilitation Therapy by Patient Self-Motion Control. Abe Proceedings of the 2007 IEEE 10th International Conference on Rehabilitation Robotics, June 12-15, Noordwijk, the Netherlands.

monitor las acciones correspondientes a los principales movimientos involucrados como “Abrir” y “Cerrar” durante 10 u 11 ocasiones por sesión terapéutica.²⁹

Figura 2. Mano base robot



Fuente: Robot-based hand motor therapy after stroke. Department of Neurology and Department of Anatomy & Neurobiology, University of California, Irvine, USA.

Existen protocolos de rehabilitación en fisioterapia como:

La muñeca y mano que los pacientes deben ser sometidos a varias sesiones, si presentan artrosis, artritis, síndrome de túnel de carpiano. El primer nivel consiste en, Prueba de imagen Rx, Medidas generales, Ejercicios, Analgésicos y Capsaicina tópica. Si la enfermedad es un poco más grave se pasa a un segundo nivel que es la Fisioterapia que debe ser realizada en un hospital o centro de referencia, Baños de parafina. Si existe un mal control clínico, se pasa a un tercer nivel que se lo debe realizar y es una consulta con especialistas en cirugía de la mano³⁰.

La artrosis es una degeneración del cartílago de las articulaciones de las manos, aunque puede producir dolor, dificultad para mover los dedos y deformidad. Suele presentarse en personas de ambos sexos aunque tiene un marcado predominio en mujeres. Suele comenzar a la edad de 40-50 años, aunque hay casos de comienzo más tardío.

Técnicas usadas para rehabilitación de la mano como “masajes corporales en donde presentan dolor o patologías, bandas extensoras ofrece una extensión aislada de los cinco dedos y de las articulaciones de cada uno de ellos, pelotas para trabajo de mano para fortalecer el agarre, mejorar la destreza y la movilidad

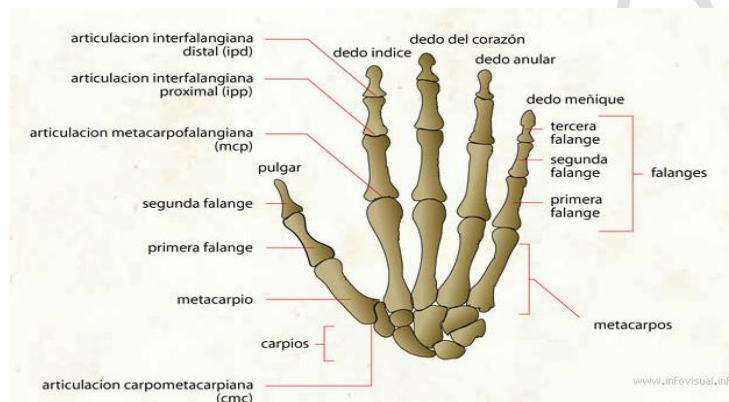
²⁹CRAIG D, TAKAHASHI, YEGHIAIAN Lucy Der. Robot-based hand motor therapy after stroke. Department of Neurology and Department of Anatomy & Neurobiology, University of California, Irvine, USA.

³⁰ SOCIEDAD ESPAÑOLA DE REUMATOLOGÍA. La artrosis de la mano. Disponible en: [http://www.ser.es/wiki/index.php/Folleto_de_la_SER%3A_La_Artrosis_de_mano.\(17/09/2014.1:35.p.m.\)](http://www.ser.es/wiki/index.php/Folleto_de_la_SER%3A_La_Artrosis_de_mano.(17/09/2014.1:35.p.m.))

así como las capacidades motoras finas y generales”³¹. La terapia con bandas de ejercicio es la modalidad de ejercicio más comúnmente prescrita para rehabilitación, acondicionamiento y entrenamiento de pacientes que tengan alguna debilidad en dedos de la mano.

Fisiología de las manos “En la mano distinguimos tres zonas (total 27 huesos), Carpo o muñeca con ocho huesos, Metacarpo compuesto por cinco huesos, Dedos cuyos huesos se llaman falanges, tres por cada dedo y dos en el pulgar”³². Los huesos de la mano están conformados por diferentes tipos de huesos cada tipo cumpliendo con la función que le corresponde dándole a la mano poder hacer sus actividades diarias.

Figura 3. Huesos de la mano



Fuente: http://www.infovisual.info/03/027_es.html

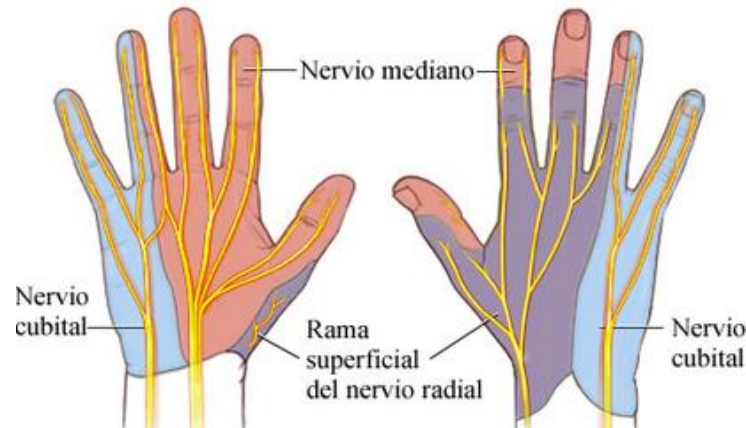
Los nervios “La red nerviosa está formada por tres nervios sensitivos que llevan la información al sistema nervioso central y este transmite las órdenes a los nervios motores que mueven los músculos, Los tres nervios sensitivos son: el nervio radial, el nervio medio y el medio cubital”³³. El cuerpo humano tiene unos diminutos receptores los cuales llevan información al cerebro por cada cosa que le está pasando, son como una señal de alerta de que algo nos está sucediendo y q debemos reaccionar de inmediato.

³¹PIZARRO. María. Ejercicio, fortalecimiento y rehabilitación. Disponible en: <http://www.fisiomedica.com/fisioco/productos-y-servicios/clases-de-terapia/ejercicio-terapeutico/> .(17/09/2014. 2:55.p.m.)

³² MARTÍNEZ. Sebastián. Anatomía. Fisiología de las manos. Disponible en: <http://es.slideshare.net/mjjulve/anatoma-fisiologa-y-patologa-de-las-manos-12328275>. (17/09/2014. 7:25.p.m.)

³³ Ibíd. pag.7

Figura 4. Sensibilidad de la piel y de las manos



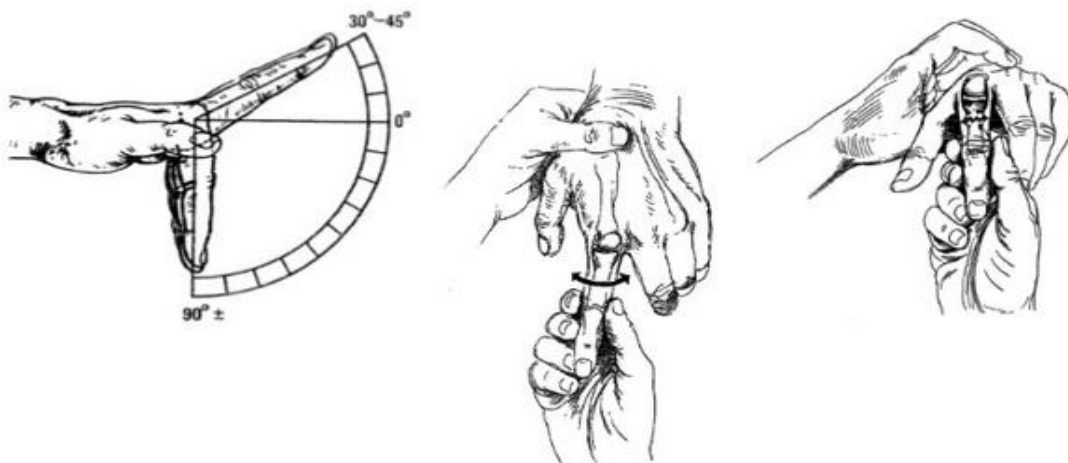
Fuente: <https://espanol.kaiserpermanente.org/static/health-encyclopedia/es-us/kb/zm63/09/zm6309.shtml>

La fisiología de la mano “se compone de diferentes tipos de movimientos tales son: abducción, aducción, flexión, extensión, pronación, supinación, oposición, dándole a la mano distintos ángulos de flexión”.³⁴El movimiento de las articulaciones de los dedos de la mano, excepto el pulgar, se realiza fundamentalmente en el plano de flexión-extensión. Porque los movimientos se realizan verticalmente.

A continuación se puede observar los diferentes arcos de libertad de los dedos de la mano activos y pasivos.

Flexión y extensión de los dedos a nivel de articulaciones metacarpo falángicas (MCF)

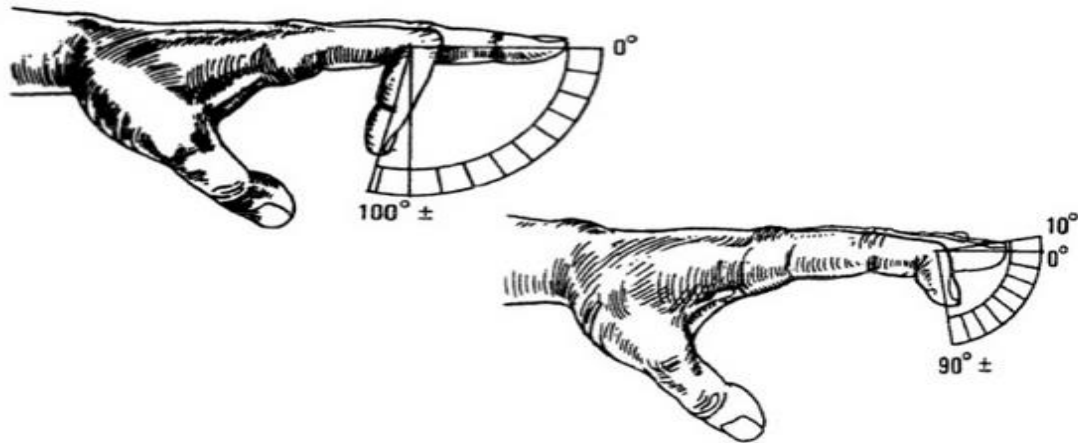
Figura 5. Flexión-extensión articulaciones metacarpo falángicas



Fuente: <http://es.slideshare.net/jeje1002/arcos-de-movilidad-de-mano>

Flexión y extensión de los dedos de la mano a nivel de la articulación interfalángica proximal (IFP) e articulación interfalángica distal (IFD)

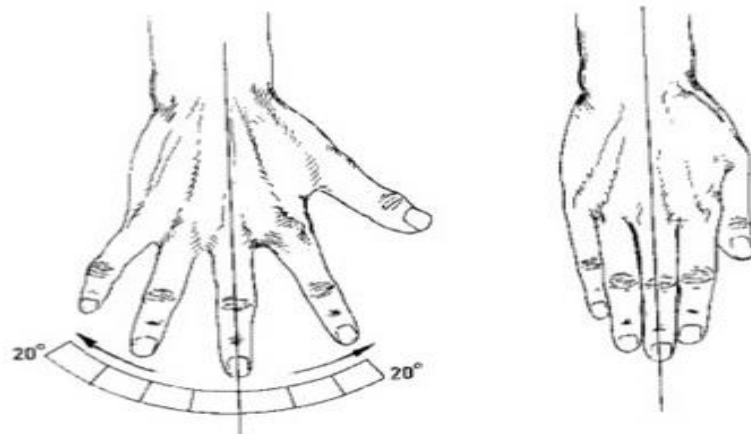
Figura 6. Flexión y extensión articulación interfalángica proximal



Fuente: <http://es.slideshare.net/jeje1002/arcos-de-movilidad-de-mano>

Abducción y aducción de los dedos a nivel de articulaciones metacarpo falángicas (MCF)

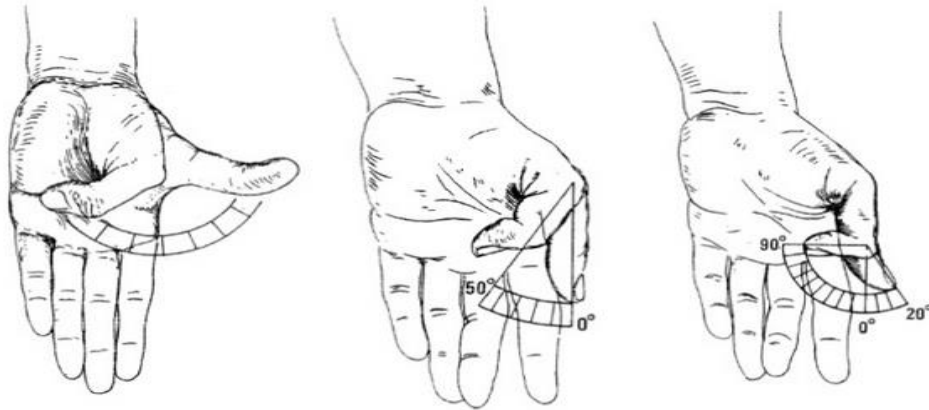
Figura 7. Abducción y aducción de articulaciones metacarpo falángicas



Fuente: <http://es.slideshare.net/jeje1002/arcos-de-movilidad-de-mano>

Flexión y extensión del pulgar a nivel de la articulación metacarpo falángicas (MCF) e interfalángica (IF)

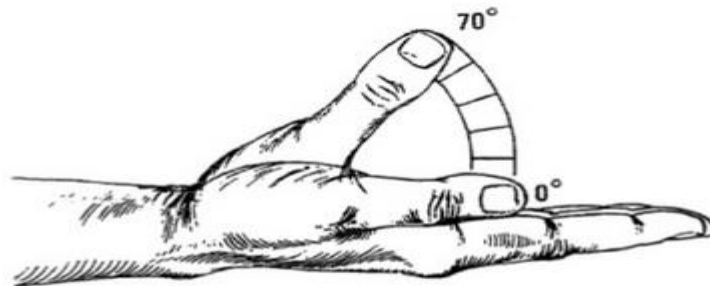
Figura 8. Flexión y extensión del pulgar



Fuente: <http://es.slideshare.net/jeje1002/arcos-de-movilidad-de-mano>

Abducción y aducción del pulgar a nivel de la articulación carpo metacarpiana (CMC).

Figura 9. Abducción y aducción del pulgar



Fuente: <http://es.slideshare.net/jeje1002/arcos-de-movilidad-de-mano>

Oposiciones de flexión y extensión de cada dedo de la mano

Figura 10. Oposiciones de flexión y extensión de cada dedo

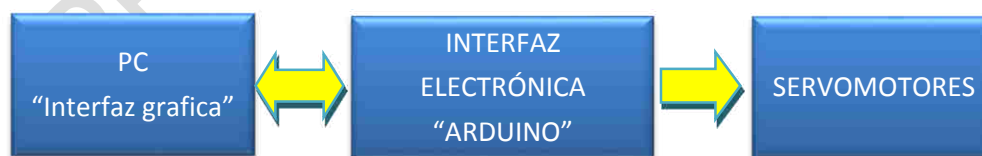


Fuente: <http://es.slideshare.net/jeje1002/arcos-de-movilidad-de-mano>

4.4 MARCO TECNOLÓGICO

El prototipo electrónico para terapias está compuesto por tres sistemas: interfaz gráfica, interfaz electrónica y mecánica; los cuales en conjunto interactúan entre sí para llevar a cabo las tareas de rehabilitación activa. A continuación se esquematiza la interacción entre estos sistemas, los cuales son descritos a detalle en las secciones siguientes.

Figura 11. Sistema grafico del prototipo electrónico



Fuente: Esta investigación 2015



El sistema mecánico radica en el movimiento lineal, realizado por un sistema de biela manivela generado por los servomotores, para producir movimientos de flexión y extensión de los dedos de las manos. Este proceso contempla un subsistema de acoplamiento mecánico empleado tanto para la mano derecha como izquierda, adaptado para los distintos tamaños de dedos como para el pulgar, índice, medio, anular y meñique. Los soportes o ejes donde se encuentran apoyados los dedos de la mano, están sujetos cada uno a una corredera de la biela para realizar el movimiento de flexo-extensión. Los servomotores se encuentran separados aproximadamente de tres centímetros horizontalmente, teniendo en cuenta que éstas medidas son acondicionadas a los diferentes tamaños de manos, la estructura y soportes están construidos en material resistente y diseñado especialmente para la comodidad de los pacientes.

Dentro del proceso de diseño mecánico de la estructura y ubicación de cada elemento a utilizar, está dimensionado aproximadamente de 20 cm de alto, 45 cm de largo y 15 cm de ancho. El soporte que sostiene la estructura y antebrazo y muñeca, cuenta con las siguientes dimensiones; 17 cm alto, 20 de largo y 14 cm de ancho. Para el diseño mecánico de piezas y ensamblajes se utilizó el software SolidWorks que permite realizar modelado mecánico en 3D.

En el diseño de la parte de interfaz electrónica se utilizó un Arduino que permite la comunicación con la PC, logrando realizar la configuración del sistema de ajuste de las terapias para cada uno de los pacientes mediante el intercambio de información con el software Visual Basic 2010. La comunicación digital entre la PC y el sistema electrónico se lleva a cabo por estándar de comunicación USB utilizando el puerto del Arduino. Con el uso de este estándar, el dispositivo de rehabilitación se convierte en un sistema universal dado que desde cualquier PC se hace posible la puesta en operación del mismo.

Es necesario realizar el control que se encarga de las funciones principales del sistema. Compuesta de la tarjeta Arduino que es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un micro controlador y un entorno de desarrollo, ésta permite enviar señales que generan movimiento a los servomotores Futaba S3003 que tiene un Torque de 3.2kg.cm a 4.8V y a 4.1kg.cm a 6.0V torque necesario para realizar el movimiento de flexión, extensión en los dedos índice, medio, anular, meñique y abducción-aducción en el dedo pulgar. La etapa de acondicionamiento de voltaje estará compuesta por un circuito de filtros que proporciona las señales (VDC) de entrada al servomotor con el fin de eliminar ruido.

El prototipo electrónico es controlado con el software Visual Basic 2010 que es un entorno para sistemas operativos Windows. Soporta múltiples lenguajes de programación tales como, C++, C#, VisualBasic.NET, Java, Python, Ruby, PHP. Este software permite a los desarrolladores crear aplicaciones, que se comuniquen entre estaciones de trabajo, páginas web, dispositivos móviles,



dispositivos embebidos, consolas, etc. Con este software permite al operador configurar las terapias con un número de ciclos de movimiento. También suministra lectura de los datos personales de cada paciente como, cedula, nombre, apellido y edad. Adicionalmente, esta interfaz archiva todas las sesiones terapéuticas realizadas con el objetivo de llevar el historial de rehabilitación de cada individuo.

PROHIBIDA SU COPIA



5. DISEÑO DE ASPECTOS METODOLOGICOS

5.1 LINEA DE INVESTIGACIÓN

En la Corporación Universitaria Autónoma de Nariño, se manejan actualmente tres áreas de investigación. Las Telecomunicaciones, la Electromedicina y Telemedicina y Automatización Industrial. La investigación a realizar está encaminada en el área de la Electromedicina, ya que la medicina y la electrónica están relacionadas para brindar soluciones a problemas que incapaciten al cuerpo humano a desarrollar una actividad.

Uno de los objetivos principales del Ingeniero Electrónico está orientado en la línea de investigación de DISEÑO DE SISTEMAS Y EQUIPOS ELECTRÓNICOS, que tengan como finalidad la solución de un problema o el mejoramiento de procesos y de la maquinaria existente dentro de los diferentes campos de acción de la electrónica.³⁵

El diseño del prototipo de rehabilitación ayuda a brindar una solución para pacientes que presentan la patología hemiparesia, siendo un dispositivo auxiliar para terapia pasiva, como también puede ser utilizado en personas que presentan pérdida de movilidad de los dedos de la mano.

Por otra parte, en la Corporación Autónoma de Nariño se establecen seis programas académicos, para la presente investigación se tomará como referencia el programa de desarrollo tecnológico el cual afirma

Es claro que el mundo tecnológico ha venido cambiando de manera vertiginosa, siendo una preocupación permanente para la Universidad, la formación de profesionales capaces de responder efectivamente a las constantes transformaciones que la tecnología presenta a través de la asimilación adecuada y desarrollo de tecnología, base de la competitividad y productividad por el centro del CIDAE, se ha contemplado este programa cuyo objetivo primordial es fortalecer y promover desde la investigación en sentido estricto y desarrollo social desde lo tecnológico y que se conviertan en soporte para la realización de nuevos procesos que enriquezcan el aprendizaje, el que hacer docente, el desempeño profesional y el entorno regional, aportando desde su naturaleza a las competencias del saber, el saber hacer y el ser, del estudiante, del egresado y del docente³⁶.

La tecnología en el mundo evoluciona día a día, para ello la universidad trata de formar profesionales con amplias capacidades con las cuales estos puedan entender y crear mediante el desarrollo intelectual nuevas invenciones que permitan no solo llevarlos al campo de competitividad sino llegar a una producción relativa para el beneficio de todos.

³⁵ CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DE NARIÑO, programa de ingeniería electrónica, líneas de investigación, CIDAE.

³⁶ *Ibíd.*



El proyecto como tal está encaminado tanto a la tecnología digital como análoga por lo cual se ajusta a la línea de investigación además el proyecto tiene un enfoque social ya que se va a tratar de mejorar las condiciones de las personas que presentan patologías de pérdida de movilidad de los dedos de la mano.

5.2 ENFOQUE

El enfoque al cual está orientado la investigación es de tipo cuantitativo que se define de la siguiente manera, “El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecida previamente y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente el uso de las estadísticas para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población”³⁷. Esta investigación es cuantitativa porque se orienta en los resultados numéricos para determinar un suceso, así recolectar información para dar respuesta e identificar el problema por medio de uso de estadísticas. Para el caso de este trabajo se realiza una investigación a una persona que presente la patología de hemiparesia en esta localidad.

5.3 TIPO DE INVESTIGACION

El tipo de investigación para el desarrollo del prototipo electrónico es experimental. “El objetivo es explicar la relación causa-efecto entre dos o más variables o fenómenos. El investigar o modificar internamente el estado de los sujetos de estudio, introduciendo y manipulando un tratamiento o una intervención (variable independiente o factor casual) que desea estudiar o evaluar”³⁸. Este tipo es el que mejor se aplica a este proyecto porque es el manejo de variables experimentales, donde son parte de la investigación y experimentación, buscando desarrollar un buen prototipo, permitiendo realizar un trabajo más completo, para lograr aplicar los conocimientos que se adquieren en el transcurso de la carrera profesional de ingeniería electrónica.

5.4 MÉTODO

El método aplicado para ésta investigación es de tipo inductivo cuya definición Dice:

En términos generales el método inductivo es aquel que va de lo particular a lo general. Es decir, aquel que, partiendo de los casos particulares permite llegar a las conclusiones generales. El término inductivo proviene del latín inductivo, que significa inducir, introducir, llevar a, una gran ventaja de la inducción es

³⁷ CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DE NARIÑO, programa de ingeniería electrónica, Desarrollo y asesoría empresarial CIDAE, Propuesta para la creación de enfoque, San Juan Pasto 2009.

³⁸ LERMA Héctor Daniel. Metodología de la investigación: Propuesta, anteproyecto y proyecto. ECOE EDICIONES, 2003.



que impulsa al investigadora ponerse en contacto directo con las cosas. El camino va de la especificidad de los objetos a la unidad de los conceptos³⁹.

El desarrollo de esta investigación se basa en el método inductivo, ya que se elabora un análisis de cada elemento particularmente, para luego ser utilizados en el prototipo electrónico a desarrollar.

5.5 DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO INVESTIGATIVO

5.5.1 Determinación de la población.

Para realizar la respectiva recolección de información de este trabajo se estableció a 22 personas que estén relacionadas o trabajen en áreas afines a este proyecto en la ciudad de San Juan de Pasto. Entre ellos se encuentran terapeutas y la población afectada.

5.5.2 Determinación de la muestra.

La muestra que se utilizó para el desarrollo de este proyecto es de tipo no aleatoria que consiste en seleccionar a los individuos que conviene al investigador para la muestra, esta conveniencia se produce porque al investigador le resulta más fácil examinar a estos sujetos. Esta muestra se compone por: 18 terapeutas y 4 personas que tengan problema de movilidad de la mano en la ciudad de San Juan de Pasto.

5.6 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Los instrumentos para la recolección de información que se usaran en este proyecto serán por medio de observación directa y además de encuestas que se realizarán con preguntas relacionadas al tema del trabajo.

El formato de encuestas que se usó se encuentra en el **anexo A**.

³⁹ ZORRILA Santiago, otros, Metodología de la investigación. McGraw Hill. México 1997.



6. ELEMENTOS DE LA ADMINISTRACION Y CONTROL

6.1 RECURSOS.

Tabla 1.

6.1.1 RECURSOS INSTITUCIONALES	
Institución	aportes
AUNAR	Permite la utilización de libros y todos los instrumentos del laboratorio de la facultad de electrónica.

Tabla 2.

6.1.2 RECURSOS HUMANOS		
NOMBRE	PROFESION	CARGO
Fredy Guasmayan	Ing. Electrónico	Docente Aunar
Sandra Milena Córdoba	Ing. Industrial	Docente Aunar
Carlos Delgado	Especialista	Docente Aunar
Jaime Ortiz	Empleado AUNAR	Laboratorista

Tabla 3.

6.1.3 RECURSOS TECNOLOGICOS	
Académicos	Técnicos
Internet	Dispositivos de almacenamiento (memorias USB)
Libros de anatomía	Microcontroladores
Documentación sobre movilidad de dedos de la mano	Software simulador de circuitos (proteus)
Portátiles	Elementos pasivos(resistencias, capacitores, bobinas, relés)
PDFs grados de libertad de la	Elementos activos (transistores,



mano	amplificadores operacionales, diodos)
Documentación funcionamientos de mano robótica	Circuitos integrados
Documentos proyectos de grado AUNAR	Herramientas propias para la implementación
Libros de red nerviosa de la mano	Solid Works 2010 para el diseño de prototipos
Técnicas usadas en rehabilitación en los dedos de la mano	Software para la programación de microcontrolador
Documentación de protocolos de rehabilitación	

Tabla 4.

6.1.4 RECURSOS FINANCIEROS
Para el desarrollo del proyecto será financiado 100% por los estudiantes de la investigación

6.2 PRESUPUESTO

Tabla 5. Materiales y dispositivos electrónicos

DESCRIPCION	UNIDADES	COSTO UNITARIO \$	SUB TOTAL \$
Servomotores	6	45.000	225.000
Arduino	1	90.000	90.000
Resistencias	2	50	100
Baquelita	10x6 cm	3.000	3.000
Diodos	6	50	300
Condensadores	2	400	800
Interruptor	2	1000	2000
Fotocopias	general	100	2.0000
Fuente DC	1	50.000	50.000
Total			\$391.200



Tabla 6. Materiales de construcción y transporte

INVERSION	DESCRIPCION	SUB TOTAL \$
Materiales para la construcción del prototipo	Lámina de acrílico, , tornillos, perfiles en aluminio para la base, barras de aluminio ,pega metal, remachadora	140.000
Transporte	Por transporte de materiales y envío de dispositivos.	25.000
	Total	\$ 165.000

Tabla 7. Total costos del proyecto

Detalle	Costo
Materiales y dispositivos electrónicos	391.200
Materiales de construcción y transporte	165.000
Total costos + 5% de imprevistos	556.200+27.810 = \$ 584.010



	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1.1. Identificación del problema y recolectar información																																								

PROHIBIDA SU COPIA

6.3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES



7. INFORME DE RESULTADOS

7.1 ANALISIS DE RESULTADOS

El resultado de las encuestas se interpreta por medio de graficas las cuales indican los porcentajes de cada una de las preguntas de acuerdo a las opciones contestadas por parte de los encuestados.

La encuesta se realizó a 22 personas que estén relacionadas o trabajen en áreas afines a este proyecto. Con el objetivo de recolectar la información para la aceptación del trabajo de grado denominado “Diseño de un prototipo electrónico para terapias de rehabilitación en dedos de la mano en pacientes con Hemiparesia en la Ciudad San Juan de Pasto 2015”.

A continuación se muestran gráficamente los resultados obtenidos de cada una de las preguntas dirigida a la población afectada.

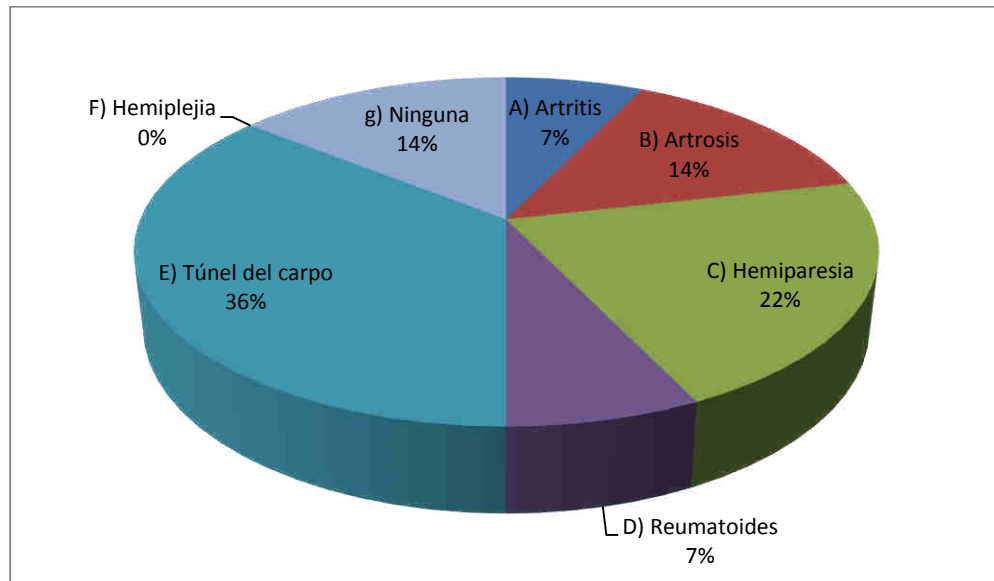
1. ¿De las siguientes enfermedades usted padece o ha sufrido alguna de ellas?

Tabla 8. Enfermedades que han padecido

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
A) Artritis	1	7.14%
B) Artrosis	2	14.28%
C) Hemiparesia	3	21.428%
D) Reumatoides	1	7142.%
E) Túnel del carpo	5	35.714%
F) Hemiplejia	0	0%
g) Ninguna	2	14.28%
Total	14	99.98%

Fuente: Esta investigación 2015

Grafica 1. Enfermedades que han padecido



Fuente: Esta investigación 2015

De las 32 personas encuestadas, el 7% responde que ha padecido de artritis, el 14% ha sufrido de Artrosis, un 22% manifestaron que tiene Hemiparesia, un porcentaje del 36% Túnel del Carpo y un porcentaje del 14% expresaron que no han sufrido ninguna de las anteriores enfermedades.

Lo anterior permite informar la importancia que influye el número de personas que padecen Hemiparesia para el desarrollo de esta investigación, con el objetivo de crear un prototipo de ayuda para terapias y así mejorar la recuperación del paciente.

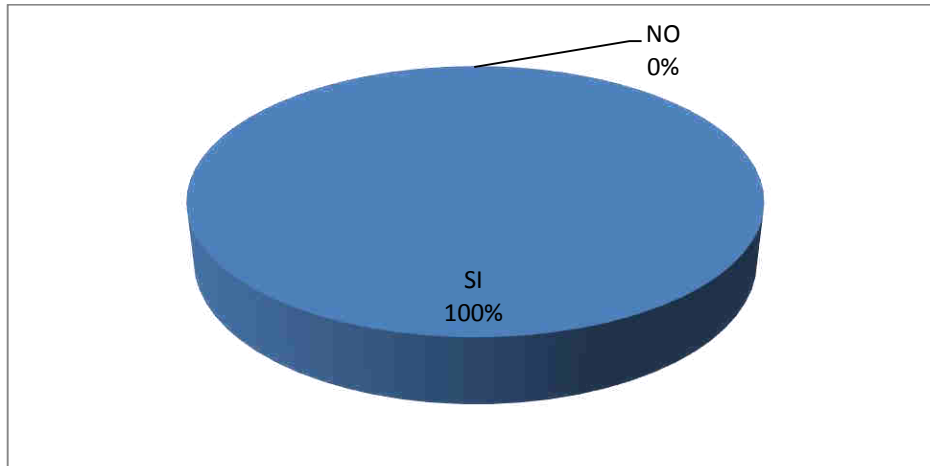
2. ¿Estaría dispuesto a realizarse las terapias con este prototipo electrónico?

Tabla 9. Personas que están dispuestas a realizarse la terapia con el prototipo electrónico.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
SI	14	100%
NO	0	0%
Total	14	100%

Fuente: Esta investigación 2015

Grafica 2. Personas que están dispuestas a realizarse la terapia con el prototipo electrónico.



Fuente: Esta investigación 2015

La gráfica indica que un porcentaje del 100% de las personas está dispuesta a realizarse las terapias con el prototipo electrónico.

Lo anterior permite establecer que la población afectada tiene un gran interés en realizarse las respectivas terapias con el prototipo, ya que no han recibido rehabilitación con algún sistema de terapia innovador en la Ciudad.

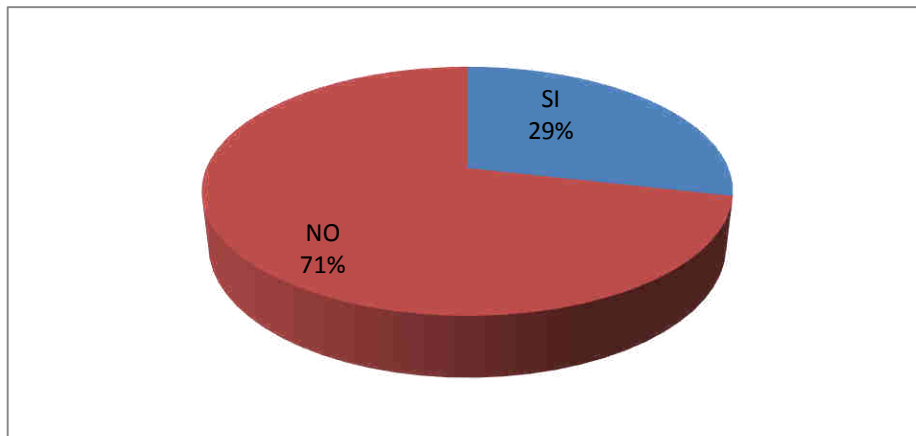
3. ¿Cuándo recibe la terapia realizada por los fisioterapeutas, usted se siente cómodo?

Tabla 10. Comodidad al recibir la terapia por los terapeutas

Opciones	No. respuestas	Porcentaje
SI	4	28.57%
NO	10	71.42%
Total	14	99.99%

Fuente: Esta investigación 2015

Grafica 3. Comodidad al recibir la terapia por los terapeutas



Fuente: Esta Investigación 2015

La grafica indica que el porcentaje más alto fue del 71%, el cual representa los pacientes que se encuentran incómodos recibiendo la terapia por los terapeutas, seguido de un 29% para los pacientes que se encuentran cómodos con la terapia recibida.

Esto indica que los pacientes a pesar de recibir terapia no se encuentran satisfechos por motivos de incomodidad con los métodos de rehabilitación realizados por los terapeutas, lo que genera un interés de desarrollar el prototipo electrónico ajustable a todo tamaño de dedos y será cómodo al realizar las terapias.

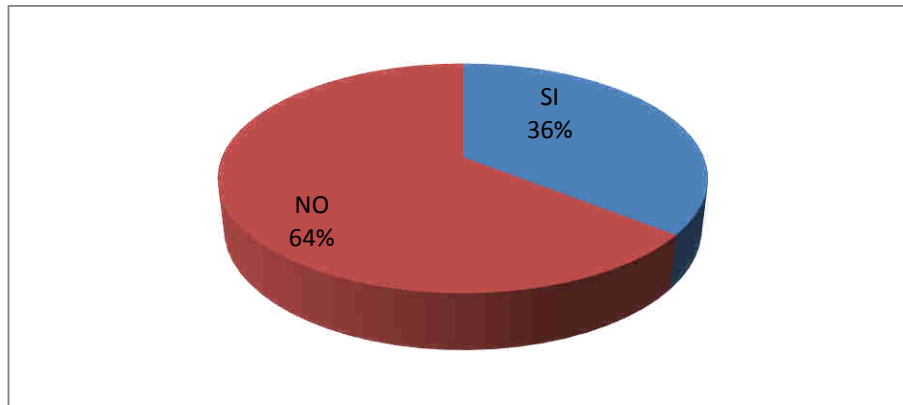
4. Sabe cuáles son las causas que se genere la patología Hemiparesia.

Tabla 11. Causas que se genere la patología Hemiparesia.

No	Opciones	Frecuencia	Porcentaje
4	SI	5	35.71%
	NO	9	64.28%
Totales		14	99.99%

Fuente: Esta investigación 2015

Grafica 4. Causa que genera la patología Hemiparesia.



Fuente: Esta investigación 2015

De las personas encuestadas un porcentaje del 64% no saben cuál es la causa a que se genere la patología y un 36% reconoce las razones a que se genere la enfermedad.

Dado este resultado, un gran número de personas encuestadas no están enteradas de las causas a que se genere la patología. Lo que conlleva al paciente no saber de qué manera tratar la enfermedad, así da la iniciativa de desarrollar un sistema adecuado para tratar esta enfermedad.

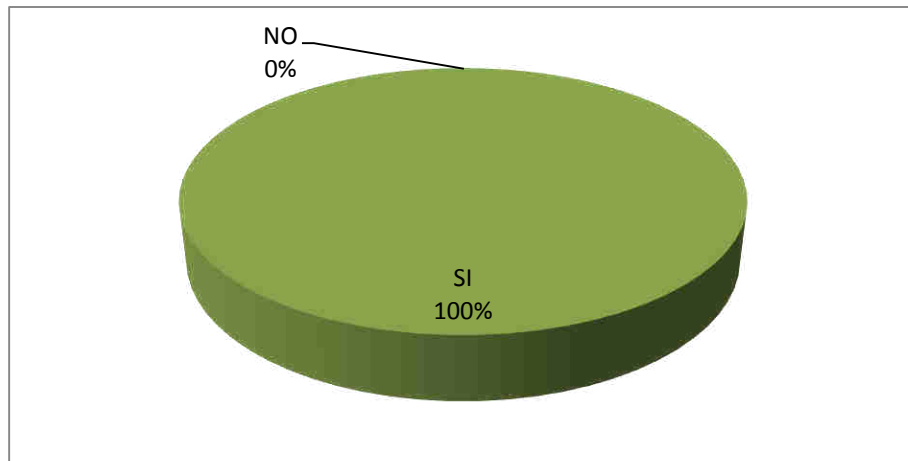
15. A causa de la enfermedad que usted padece, ha presentado problemas en las acciones diarias.

Tabla 12. Problemas en las acciones diarias

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
SI	14	100%
NO	0	0%
Total	14	100%

Fuente: Esta investigación 2015

Grafica 5. Problemas en las acciones diarias



Fuente: Esta investigación 2015

De las personas encuestadas el 100% y con una frecuencia de 14 presentan dificultad al realizar sus actividades diarias.

Las personas afectadas expresan inconvenientes para mover sus dedos ya que no tiene fuerza para hacer movimientos de flexo-extensión, esto permitirá desarrollar el prototipo para terapia con el ajuste adecuado para que realice los movimientos necesarios de los dedos de la mano.

5. Cree que debería implementarse un dispositivo electrónico de terapia en la ciudad.

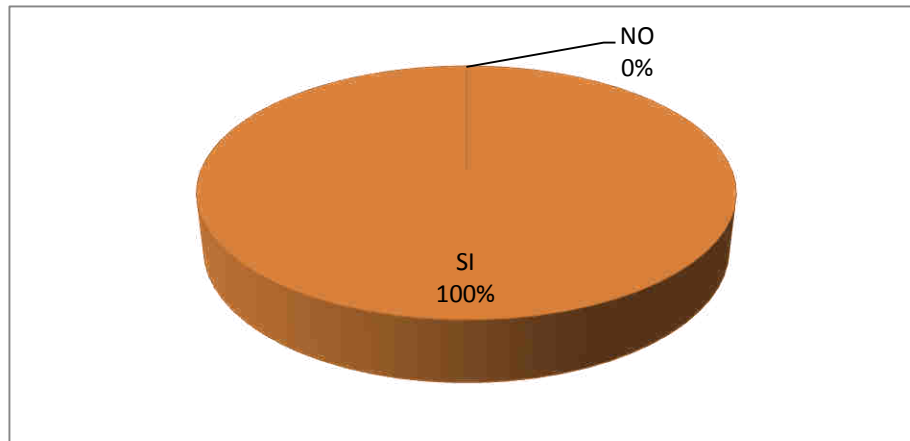
Sí _____ No _____

Tabla 13. Implementación de un dispositivo electrónico en la ciudad

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
SI	14	100%
NO	0	0%
Total	14	100%

Fuente: Esta investigación 2015

Grafica 6. Implementación de un dispositivo electrónico en la ciudad



Fuente: Esta investigación 2015

Un 100% de las personas están de acuerdo en que se debe implementar un prototipo como ayuda de terapia.

Dado el resultado de la encuesta es necesario que se lleve a cabo este prototipo como un dispositivo de ayuda de terapia en la ciudad. Ya que no existen otros dispositivos de terapia que garanticen la correcta rehabilitación, así el prototipo electrónico a desarrollar garantiza el correcto movimiento de las articulaciones, logrando mayores resultados a corto plazo y así mejorando la recuperación para que el paciente vuelva a tener la capacidad de realizar sus actividades normalmente.

6. Cree usted que la patología hemiparesia es una de las enfermedades más frecuentes en nuestra ciudad.

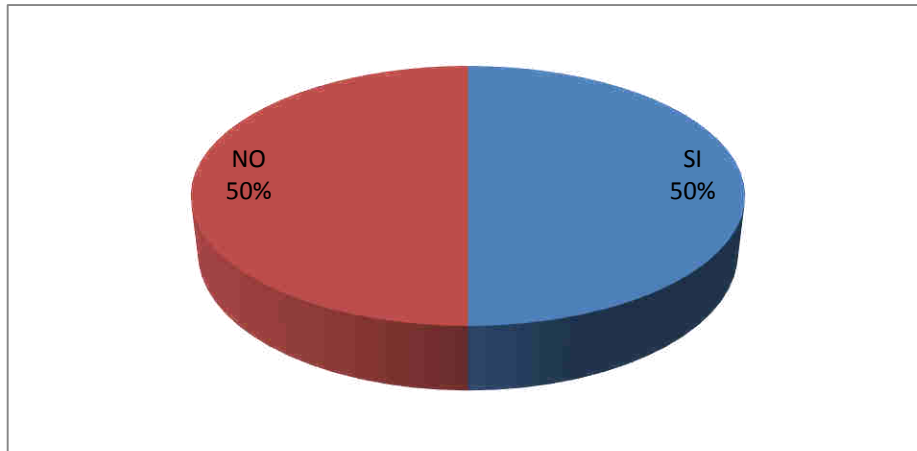
Sí _____ No _____

Tabla 14. La patología hemiparesia es una enfermedad frecuente

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
SI	7	50%
NO	7	50%
Total	14	100%

Fuente: Esta investigación 2015

Grafica 7. La patología hemiparesia es una enfermedad frecuente



Fuente: Esta investigación 2015

El 50% de las personas encuestadas mencionan que la patología hemiparesia es una de las frecuentes enfermedades que se presenta en la ciudad y un porcentaje del 50%, expresaron que no se presenta a menudo.

Si la patología se presenta continuamente en nuestra Ciudad, el desarrollo del prototipo será importante para la rehabilitación ya que existen muchas personas que necesitan de terapias para su recuperación.

7. Conoce algún prototipo electrónico que realice este tipo de terapias

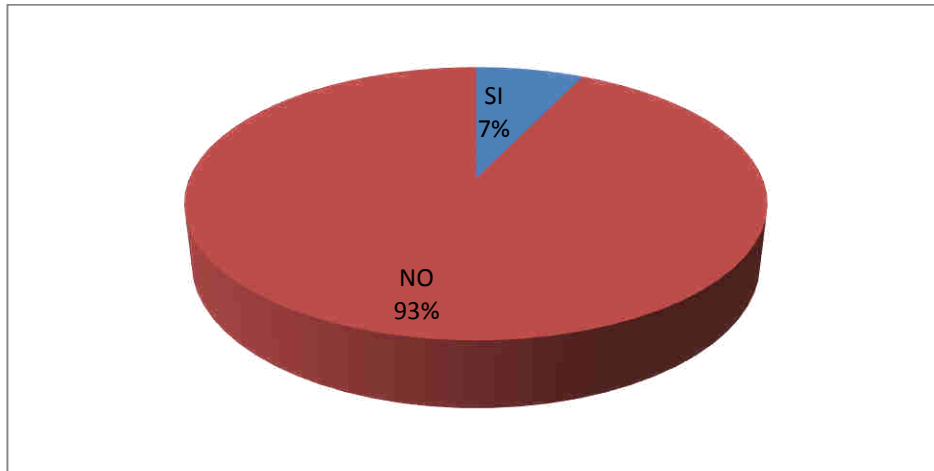
Sí _____ Cual _____ Donde _____
 No _____

Tabla 15. Existe un dispositivo similar al mencionado

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
SI	1	7.14%
NO	13	92.85%
Total	14	99.99%

Fuente: Esta investigación 2015

Grafica 8. Existe un dispositivo similar al mencionado



Fuente: Esta investigación 2015

De las personas encuestas el 93% no conocen sobre algún tipo de sistemas de rehabilitación en la ciudad, y un 7% responde que conoce un dispositivo que realice algún tipo de terapia. Con el prototipo electrónico realizado en la ciudad, las personas afectadas tendrán una nueva alternativa de terapia para dedeos de la mano.

8. El proyecto de rehabilitación en dedos de la mano como ayuda de terapia, usted como lo calificaría.

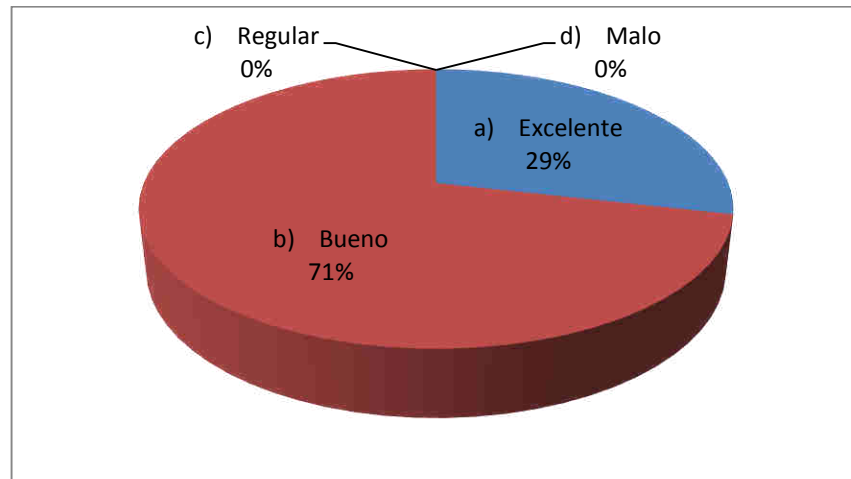
- a) Excelente
- b) Bueno
- c) Regular
- d) Malo

Tabla 16. Calificación del prototipo como ayuda de terapia

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Excelente	4	28.57%
b) Bueno	10	71.42%
c) Regular	0	0%
d) Malo	0	0%
Total	14	99.98%

Fuente: Esta investigación 2015

Grafica 9. Calificación del prototipo como ayuda de terapia



Fuente: Esta investigación 2015

De las personas encuestadas un 71% lo califica como un sistema bueno y un 29%, evalúa como un dispositivo excelente y la para las opciones de regular y malo no tuvo ninguna calificación.

Se demuestra que el desarrollo del prototipo electrónico será admitido como sistema idóneo para la rehabilitación en pacientes de dedos de la mano ya que es innovador y cumplirá con las necesidades de los pacientes.

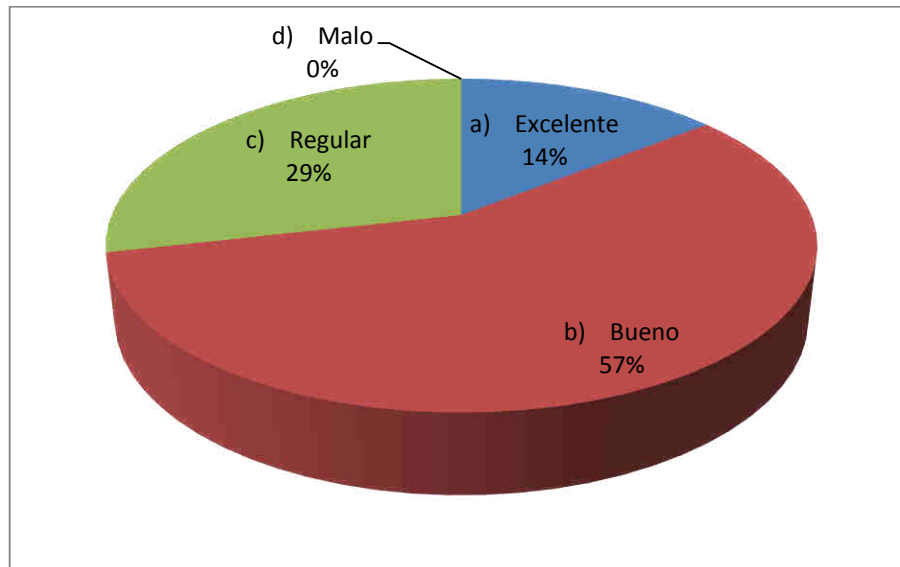
9. Como ha sido su recuperación con la terapia realizada por los fisioterapeutas.

Tabla 17. Recuperación realizada por los terapeutas

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Excelente	2	14.28%
b) Bueno	8	57.14%
c) Regular	4	28.57%
d) Malo	0	0%
Total	14	99.99%

Fuente: Esta investigación 2015

Grafica 10. Recuperación realizada por los terapeutas



Fuente: Esta investigación 2015

Un porcentaje de 57% de las personas mencionan que su recuperación es buena, un 29% dice que su recuperación es regular y un 14 % es Excelente y para la opción Malo no tuvo calificación. Se demuestra con este resultado que la recuperación con otros tipos de sistemas de terapia son poco satisfactorios para los pacientes ya que pueden sentirse incómodos o presentar dolor al momento de la terapia. Lo anterior permite establecer la importancia de realizar el prototipo de manera que sea cómodo para los pacientes.

A continuación se muestran gráficamente los resultados obtenidos en cada pregunta de la encuesta dirigida a Terapeutas.

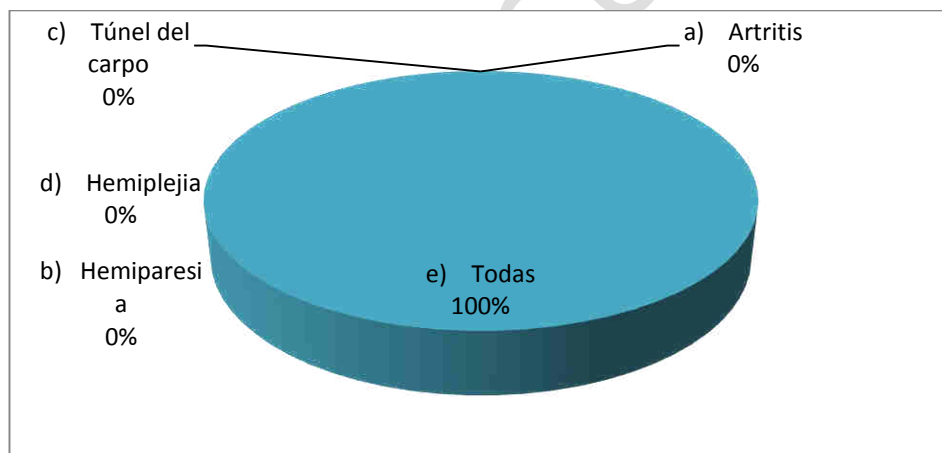
1. ¿En su vida laboral ha tratado alguna de estas patologías?

Tabla 18. Ha tratado alguna de estas patologías

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Artritis	0	0%
b) Hemiparesia	0	0%
c) Túnel del carpo	0	0%
d) Hemiplejia	0	0%
e) Todas	14	100%
Total	14	100%

Fuente: Esta investigación 2015

Grafica 11. Ha tratado alguna de estas patologías



Fuente: Esta investigación 2015

De acuerdo con el anterior interrogante el 100% de los terapeutas han tratado estas enfermedades o que este relacionadas con la patología hemiparesia.

La patología hemiparesia es una de las enfermedades comunes que se puede encontrar en diversos pacientes, y es tratada por medio de métodos terapéuticos. Lo anterior permite establecer que existen personas con esta patología y que necesitan ayuda terapéutica que es brindada por los fisioterapeutas así mismo da la oportunidad de crear este sistema auxiliar de terapia para brindar nuevos métodos de rehabilitación.

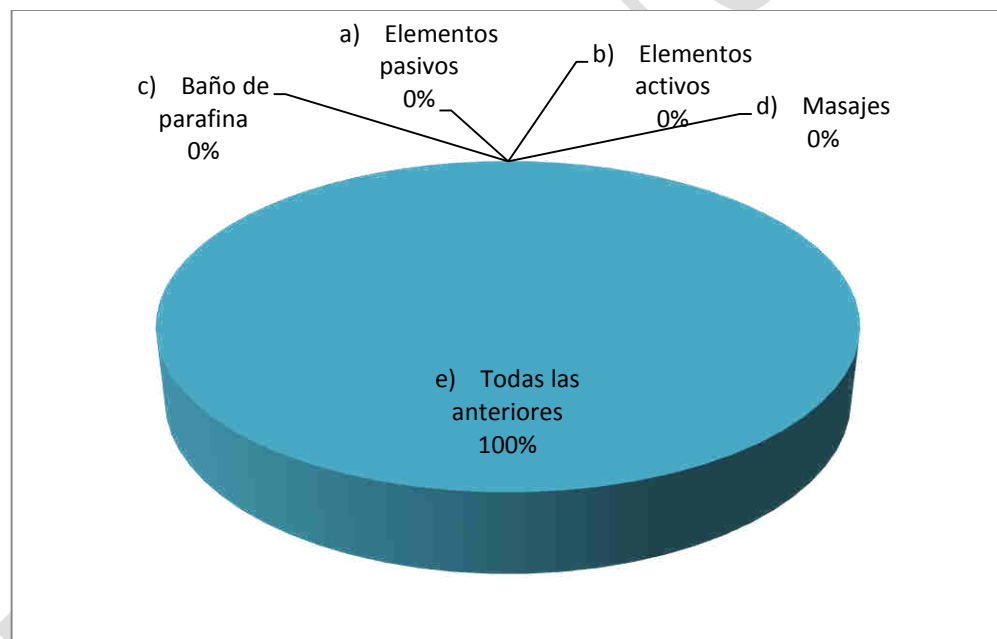
2. Para realizar las terapias en pacientes con problema de movilidad de los dedos de la mano que métodos o elementos usted utiliza.

Tabla 19. Métodos utilizados para realizar terapias

No	Opciones	Frecuencia	Porcentaje
12	a) Elementos pasivos	0	0%
	b) Elementos activos	0	0%
	c) Baño de parafina	0	0%
	d) Masajes	0	0%
	e) Todas las anteriores	14	100%
Totales		14	100%

Fuente: Esta investigación 2015

Grafica 12. Métodos utilizados para realizar terapias



Fuente: Esta investigación 2015

Según las personas encuestadas el 100% con frecuencia de 14, al momento de realizar las terapias utilizan todos estos métodos. Lo anterior se deduce que para realizar terapias en dedos de la mano, existe gran variedad de solución a este problema, una de ellas será por medio del sistema de rehabilitación que desarrolla movimientos pasivos de flexión y extensión de los dedos, cumpliendo así con la necesidad de mejorar al paciente.

3. Cree que la patología hemiparesia (pérdida de fuerza en las manos) es una enfermedad frecuente.

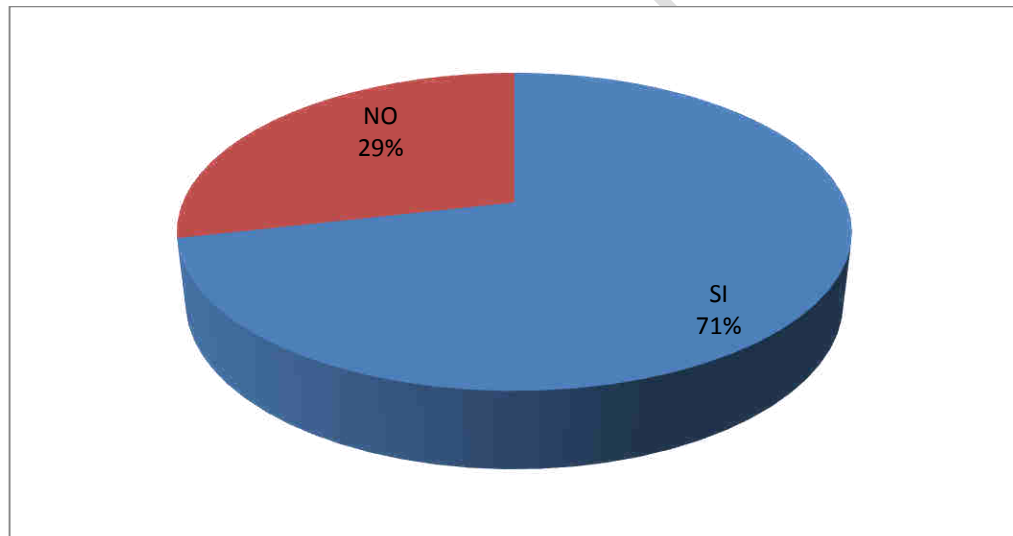
Sí _____ No _____

Tabla 20. La patología hemiparesia es una enfermedad frecuente

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
SI	10	71.42%
NO	4	28.57%
Total	14	99.99%

Fuente: Esta investigación 2015

Grafica 13. La patología hemiparesia es una enfermedad frecuente



Fuente: Esta investigación 2015

De acuerdo con el anterior interrogante, el 71%, respondieron que si es frecuente la patología y un 29%, contestaron que no.

Esta información permite dar a conocer que la patología hemiparesia es frecuente y esto admite que el desarrollo del prototipo de terapia sea importante ya que es necesario un nuevo sistema que se especialice a las necesidades de terapia de esta enfermedad.

4. ¿Sabe cuáles son las causas producidas a que se genere la patología hemiparesia?

Sí _____ Cuales _____

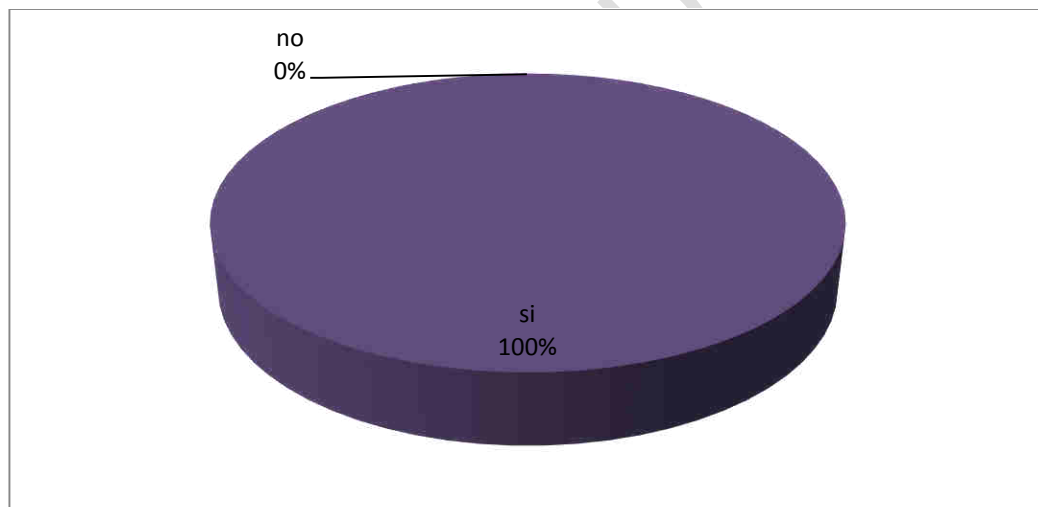
No _____

Tabla 21. Sabe que causa la patología hemiparesia

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
SI	14	100%
NO	0	0%
Total	14	100%

Fuente: Esta investigación 2015

Grafica 14. Sabe que causa la patología hemiparesia



Fuente: Esta investigación 2015

A las personas encuestadas un porcentaje de 100%, Si sabe cuáles son las causas a que genere la patología hemiparesia. Lo anterior se entiende que los terapeutas han tratado este tipo de patología y reconoce las causas y el método de rehabilitación que corresponde a cada paciente, de esta manera el desarrollo del prototipo para terapia será de fácil manejo para terapeutas teniendo en cuenta las opciones de movimiento que desea realizar en el paciente.

5. Para usted, la necesidad de adquirir un nuevo dispositivo electrónico de terapias es.

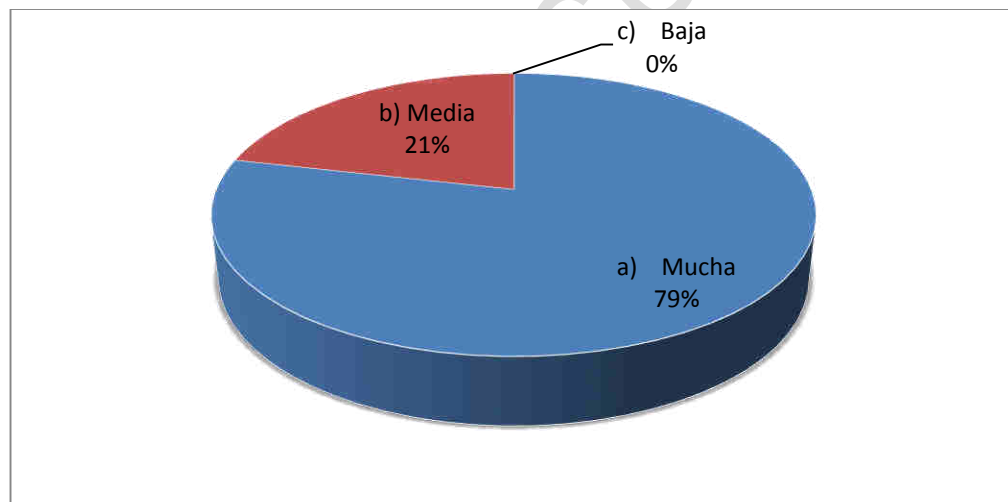
- a) Mucha _____
- b) Media _____
- c) Baja _____

Tabla 22. Necesidad de adquirir un nuevo dispositivo electrónico de terapias.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Mucha	11	78.57%
b) Media	3	21.42%
c) Baja	0	0%
Total	14	99.99%

Fuente: Esta investigación 2015

Grafica 15. Necesidad de adquirir un nuevo dispositivo electrónico de terapias.



Fuente: Esta investigación 2015

De las personas encuestadas corresponde un porcentaje de 79%, respondieron que la necesidad de adquirir un nuevo dispositivo de terapia es mucha, un 29% dice que la necesidad es media.

Dado este resultado, la necesidad de utilizar un dispositivo electrónico para rehabilitación es mucha ya que permitirá realizar las terapias con más facilidad y un mejor control de recuperación.

6. Estaría dispuesto adquirir el dispositivo electrónico como ayuda para rehabilitación.

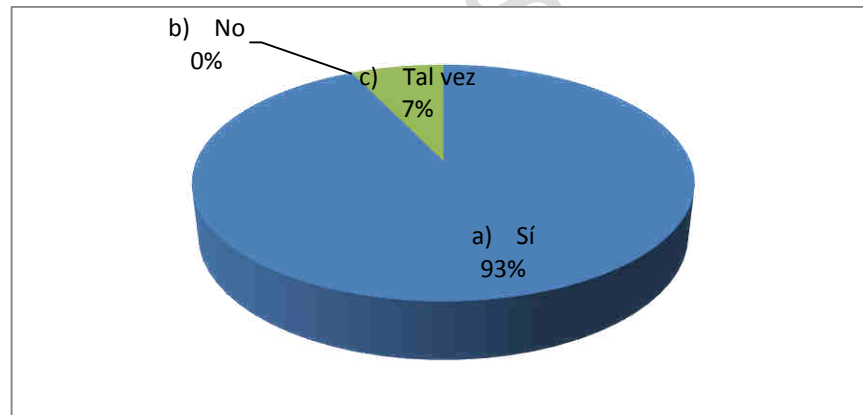
- a) Sí _____
- b) No _____
- c) Tal vez _____

Tabla 23. Estaría dispuesto adquirir el dispositivo electrónico

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Sí	13	92.85%
b) No	0	0%
c) Tal vez	1	7.14%
Total	14	99.99%

Fuente: Esta investigación 2015

Grafica 16. Estaría dispuesto adquirir el dispositivo electrónico



Fuente: Esta investigación 2015

Un porcentaje de 93% está dispuesto a adquirir el dispositivo como ayuda de terapia, un 7% según la encuesta dijo que tal vez y para la opción No un 0%. Como resultado a esta pregunta se destaca la importancia de obtener un sistema electrónico de terapia debido a las nuevas e innovadoras tecnologías dedicadas a las terapias.

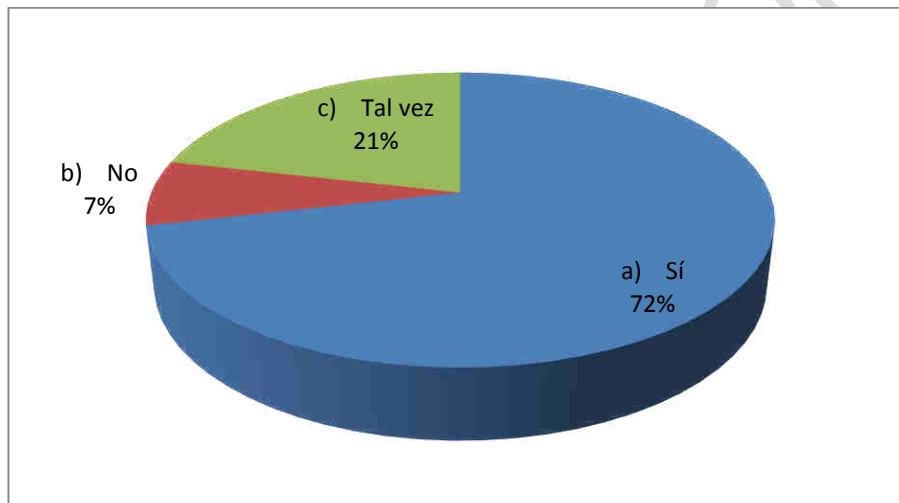
7. Está dispuesto a cambiar los métodos tradicionales de terapia para dedos de la mano, por el dispositivo electrónico de rehabilitación.

Tabla 24. Cambiaría los métodos tradicionales por el prototipo electrónico

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Sí	10	72.42%
b) No	1	7.14%
c) Tal vez	3	21.42%
Total	14	99.99%

Fuente: Esta investigación 2015

Grafica 17. Cambiaría los métodos tradicionales por el prototipo electrónico



Fuente: Esta investigación 2015

Un porcentaje de 72% está dispuesto a cambiar el método tradicional, un 21% dijo que tal vez y para la opción No un 7%. Lo anterior se entiende que los métodos de rehabilitación tradicionales como electrónicos son utilizados ya que cumplen con el objetivo de realizar terapia. Al desarrollar este diseño de prototipo las terapeutas tendrán un nuevo y mejor sistema que reemplace algunos elementos de terapias.

8. Cree usted que debería implementarse el dispositivo electrónico para terapia en la ciudad.

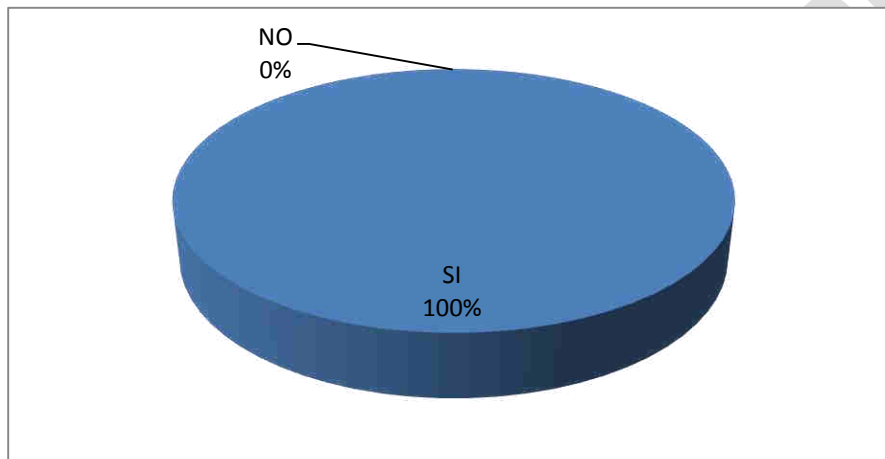
Sí _____ No _____

Tabla 25. Implementación de un dispositivo electrónico para terapia en la ciudad.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Sí	14	100%
No	0	0%
Total	14	100%

Fuente: Esta investigación 2015

Grafica 18. Implementación de un dispositivo electrónico para terapia en la ciudad.



Fuente: Esta investigación 2015

De las personas encuestadas con un porcentaje del 100%, cree de debería implementarse el dispositivo electrónico para terapia en la ciudad, dado este caso sería de gran importancia crear el prototipo para realizar las terapias como también ayudara a los terapeutas tener mayor resultado en la rehabilitación de los pacientes. De esta manera la implementación de este sistema en la ciudad será de gran impacto ya que aumenta la variedad de elementos o herramientas que ayuden a la terapia de dedos de mano.

9. Usted cree que obteniendo este dispositivo de rehabilitación, será más fácil de realizar las terapias.

- a) Sí _____
- b) No _____
- c) Tal vez _____

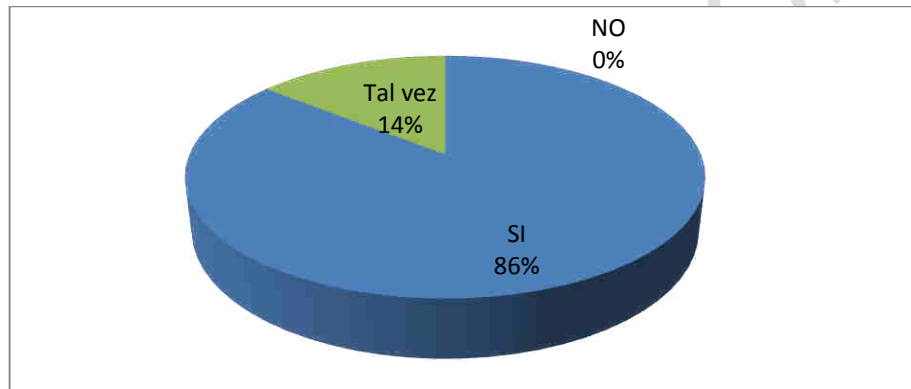


Tabla 26. Mejorías con el prototipo

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Sí	12	85.714%
b)No	0	0%
c)Tal vez	2	14.285%
Total	14	100%

Fuente: Esta investigación 2015

Grafica 19. Mejorías con el prototipo



Fuente: Esta investigación 2015

De acuerdo con el anterior interrogante de las personas encuestadas el 86% creen que si será más fácil de realizar terapias con el sistema de terapia mientras que el 14% dicen que Tal vez y para la opción No un 0%.

De acuerdo los terapeutas creen que es más fácil de realizar terapias con sistemas electrónicos porque estos permiten tener un mayor control del movimiento de los dedos. De esta manera el prototipo de terapia será desarrollado con un control que permita variar la velocidad y cambiar el número de ciclos en el movimiento de flexo-extensión de los dedos.

10. Conoce un dispositivo electrónico que realice algún tipo de terapias en dedos de la mano.

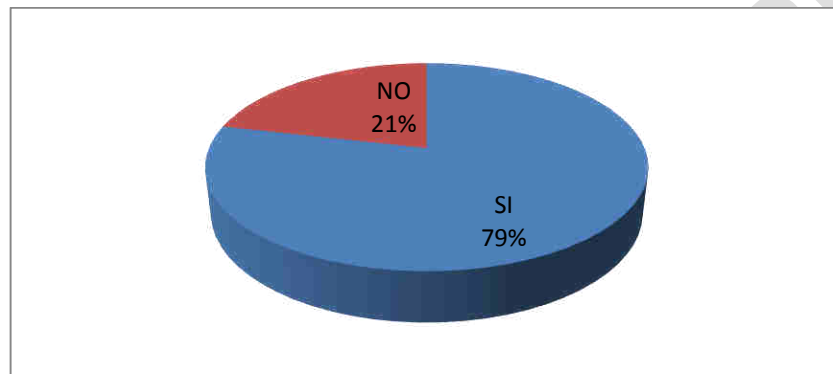
Sí ___ Cual _____ Donde _____
No _____

Tabla 27. Conocimiento de un dispositivo electrónico que realice algún tipo de terapias

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Sí	11	78.57%
b) No	3	21.42%
Total	14	99.99%

Fuente: Esta investigación 2015

Grafica 20. Conocimiento de un dispositivo electrónico que realice algún tipo de terapias



Fuente: Esta investigación 2015

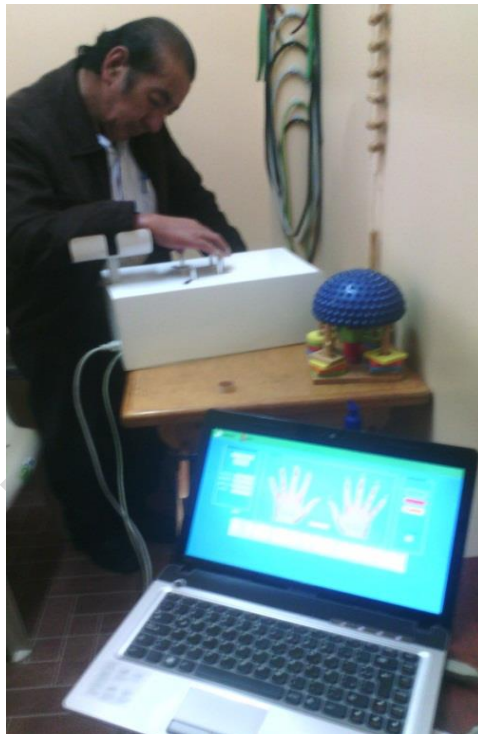
De las personas encuestadas un 79%, conocen algún dispositivo electrónico que realice terapia, un 21% no conoce ninguno. Los terapeutas que conocen un dispositivo electrónico de terapia fue el estimulador de musculo este permite enviar pulsos eléctricos al musculo. Esta información permite dar a conocer que no habido un sistema de terapia utilizando servomotores para producir movimiento a los dedos de la mano.

7.2 PRUEBAS EN PACIENTES

Las pruebas del prototipo fueron realizadas en el centro de rehabilitación Fisoalternativas localizado en la carrera 30a N. 15-23 Bombona – Pasto, a cargo de la fisioterapeuta Ángela Muños Trejo. Para las pruebas hechas se contó con cuatro pacientes, quienes permitieron realizarse la correspondiente terapia durante tres semanas bajo la supervisión de la terapeuta, el formato de consentimiento informado para los pacientes y los posibles resultados obtenidos en cada semana se encuentra en el anexo G , las personas quienes se les realizo la terapias son las siguientes

NOMBRE Y APELLIDO	CEDULA	EDAD
JUAN TIMANA	5353170	65
TERESITA DE JESUS LASSO	30736845	48
HERNAN LOPEZ RIASCOS	12952362	69
ROSARIO MUÑOS	30721513	55

Paciente: Juan Timana



Paciente: Hernán López



Paciente: Rosario Muñoz

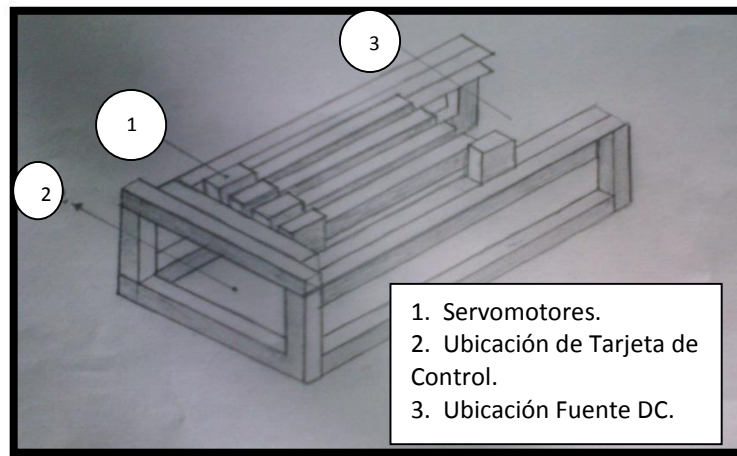


Fuente esta investigación 2015

7.3 BOSQUEJOS

Lo que se tiene planteado como estructura general del proyecto es un soporte en aluminio que tiene seis (6) ejes que sostienen los servomotores, en la parte inferior se encontrara la fuente de alimentación y el sistema de control, como se muestra en la siguiente figura.

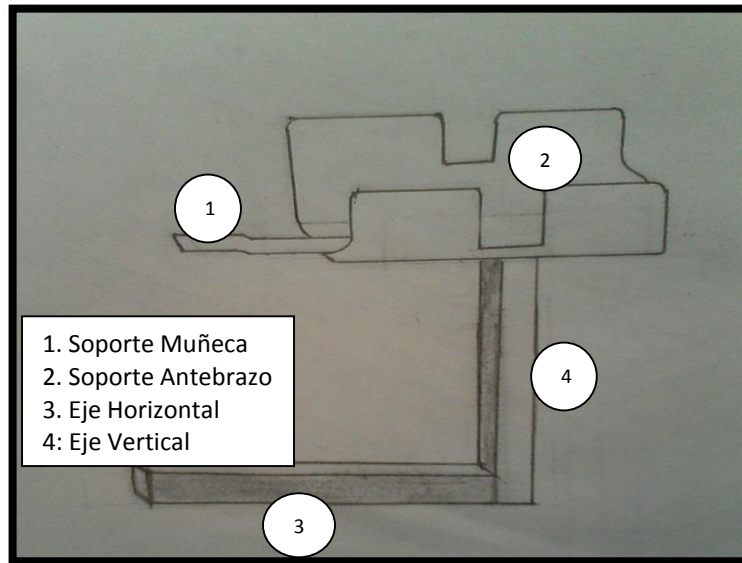
Figura 12. Estructura Principal



Fuente: Esta investigación 2015

La estructura general de prototipo está construida con el fin de posicionar los servomotores para un correcto movimiento y a su vez ubicar los ejes donde estarán apoyados los dedos, teniendo en cuenta los ángulos de separación entre ellos.

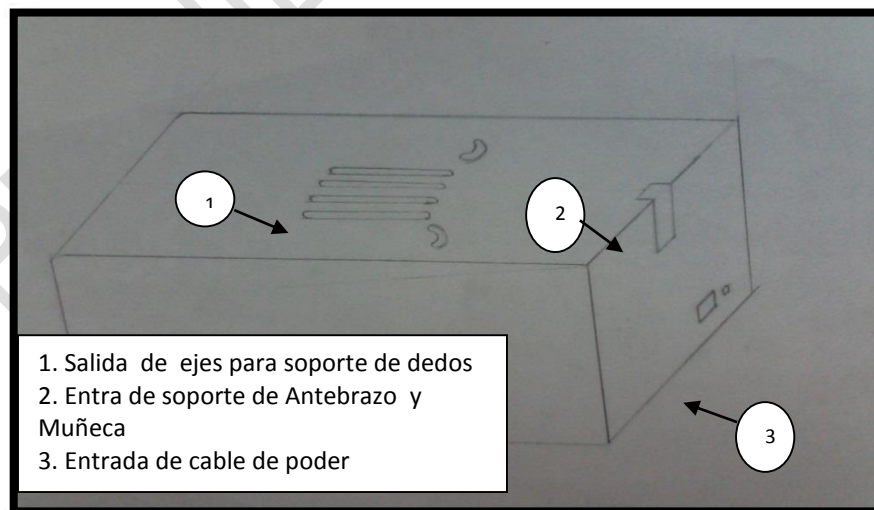
Figura 13. Soporte del Antebrazo y Muñeca



Fuente: Esta investigación 2015

En este bosquejo se muestra la estructura del soporte del antebrazo como también de la muñeca. Éste está ubicado en la parte trasera de la estructura principal sujeto por medio del eje vertical para ser ajustado a diferentes tamaños de manos. El soporte de antebrazo y muñeca está cubierto con un material suave para no ocasionar incomodidad al paciente.

Figura 14. Cubierta de la Estructura Principal



Fuente: Esta investigación 2015



En este boceto se muestra la cubierta del prototipo que contiene la estructura principal con el fin proteger al paciente de la parte mecánica y electrónica.

7.4 PLANOS Y FICHAS TECNICAS

Ficha Tecnica Arduino

Ficha técnica

Microcontroladores	ATmega328P
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límite)	6-20V
Digital pines I / O	14 (de las cuales 6 proporcionan salida PWM)
PWM digital pines I / O	6
Pines de entrada analógica	6
Corriente DC por E / S Pin	20 mA
Corriente DC de 3.3V Pin	50 mA
Memoria flash	32 KB (ATmega328P) de los cuales 0.5 KB utilizado por el gestor de arranque
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Velocidad de reloj	16 MHz
Largo	68,6 mm
Ancho	53,4 mm
Peso	25 g

Fuente: <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>

En la ficha técnica anterior se puede apreciar las características de la tarjeta de Arduino, la placa puede ser alimentada a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa. Puede funcionar con un suministro externo de 6 a 20 voltios, si se utiliza más de 12V, el regulador de voltaje se puede sobrecalentar y dañar la placa. El rango recomendado es de 7 a 12 voltios.

Los pines de alimentación son:

Vin. El voltaje de entrada a la placa Arduino cuando se utiliza una fuente de alimentación externa (por oposición a 5 voltios de la conexión USB u otra fuente de alimentación regulada). Usted puede suministrar tensión a través de este pin, o, si el suministro de tensión a través de la toma de poder, acceder a él a través de este pin.

5V. este pin como salida 5V regula este voltaje para alimentar otro dispositivo suministrado desde la placa

3V3. Un suministro de 3,3 voltios generada por el regulador. Corriente máxima es de 50 mA

GND. Patillas de tierra.⁴⁰

⁴⁰ ARDUINO, Genuino, ficha técnica. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno> (08/09/2015. 11:35.p.m.) pag.1

SERVOMOTOR FUTABA 3003

...S3003 FUTABA SERVO...

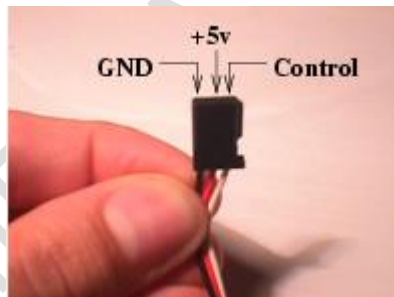
Detailed Specifications

Control System:	+Pulse Width Control 1520usec Neutral	Current Drain (4.8V):	7.2mA/idle
Required Pulse:	3-5 Volt Peak to Peak Square Wave	Current Drain (6.0V):	8mA/idle
Operating Voltage:	4.8-6.0 Volts	Direction:	Counter Clockwise/Pulse Traveling 1520- 1900usec
Operating Temperature Range:	-20 to +60 Degree C	Motor Type:	3 Pole Ferrite
Operating Speed (4.8V):	0.23sec/60 degrees at no load	Potentiometer Drive:	Indirect Drive
Operating Speed (6.0V):	0.19sec/60 degrees at no load	Bearing Type:	Plastic Bearing
Stall Torque (4.8V):	44 oz/in. (3.2kg.cm)	Gear Type:	All Nylon Gears
Stall Torque (6.0V):	56.8 oz/in. (4.1kg.cm)	Connector Wire Length:	12"
Operating Angle:	45 Deg. one side pulse traveling 400usec	Dimensions:	1.6" x 0.8"x 1.4" (41 x 20 x 36mm)
360 Modifiable:	Yes	Weight:	1.3oz. (37.2g)

Fuente: <http://www.servodatabase.com/servo/futaba/s3003>

Los servos se controlan aplicando una señal PWM por su cable de control. Las señales PWM (Pulse Width Modulation, Modulación por anchura de pulso) son digitales (pueden valer 0 o 1) y permiten que usando un único pin de un microcontrolador podamos posicionar el servo.

Figura 15. Cables de servomotor



Fuente: esta investigación

Para la conexión el servomotor dispone de un conector al que llegan tres cables. El rojo es el de alimentación (4.5-6 voltios). El negro es masa. Y el amarillo es el de la señal de control.



FUENTE DE PODER

Fuente de poder de 5V a 3 Amp utilizada para poder alimentar los servomotores.

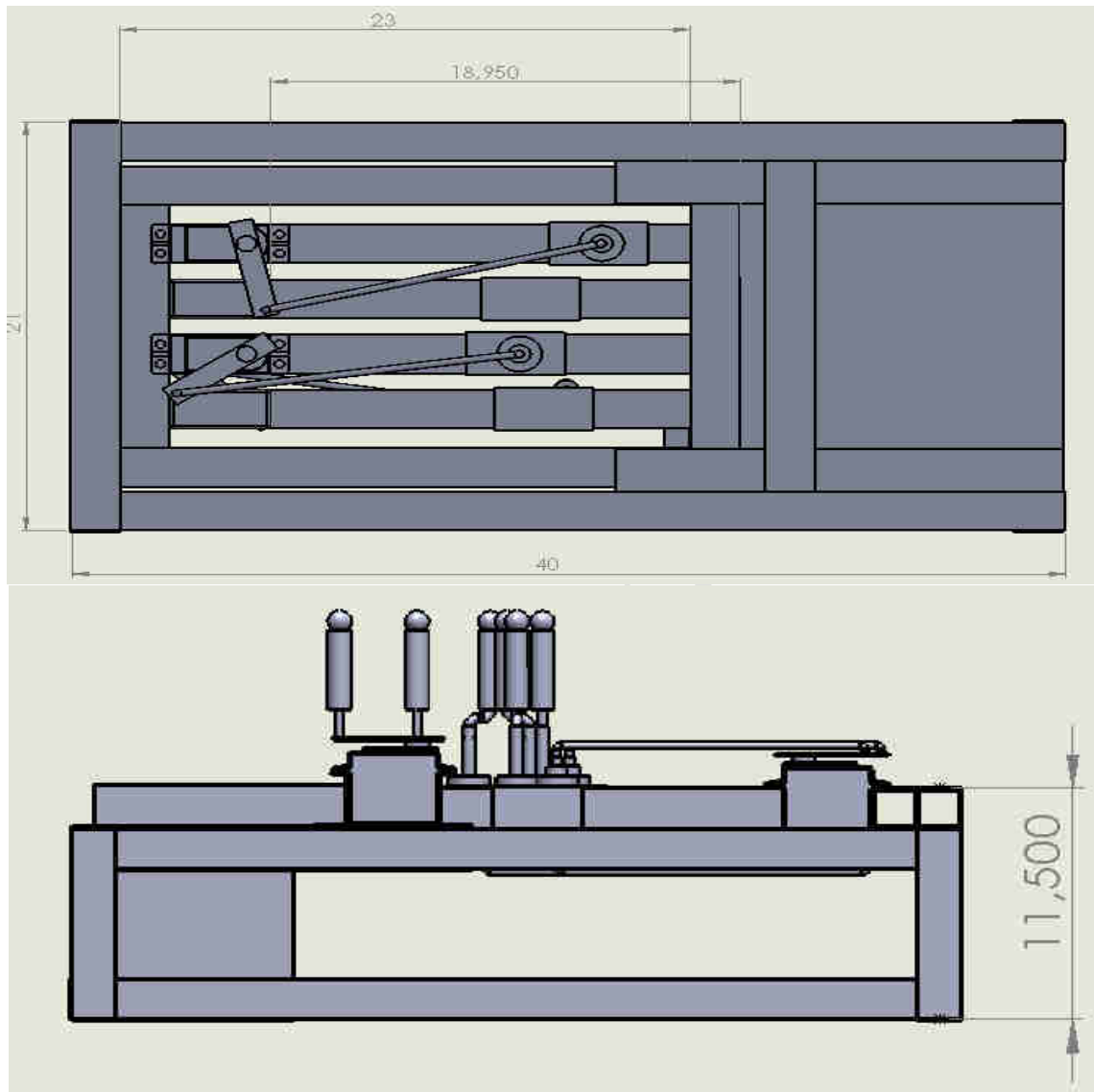
Puertos e Interfaces	
Alimentador de energía para tarjeta madre:	20+4 pin ATX
Conector de poder floppy:	1
Número de conectores de energía SATA:	2
Conectores de poder (4 pin) periferales (Molex):	2
Control de energía:	
Potencia nominal:	500W
Enfriamiento:	
Número de ventiladores:	1
Tipo de enfriamiento:	Activo
Diámetro de ventilador:	8 cm
Diseño:	
Color del producto:	Plata
Desempeño:	
Factor de forma:	ATX
Versión ATX:	2.0

Fuente: <http://www.intelcompras.com/acteck-fuente-poder-acteck-b500p-500watts-p-56242.html>

7.5 DISEÑOS

7.5.1 Diseño de estructura principal El sistema que se desarrolló cuenta con dos partes importantes como parte física y electrónica. Los siguientes diseños fueron realizados en SolidWorks ya que permite realizar modelado mecánico en 3D.

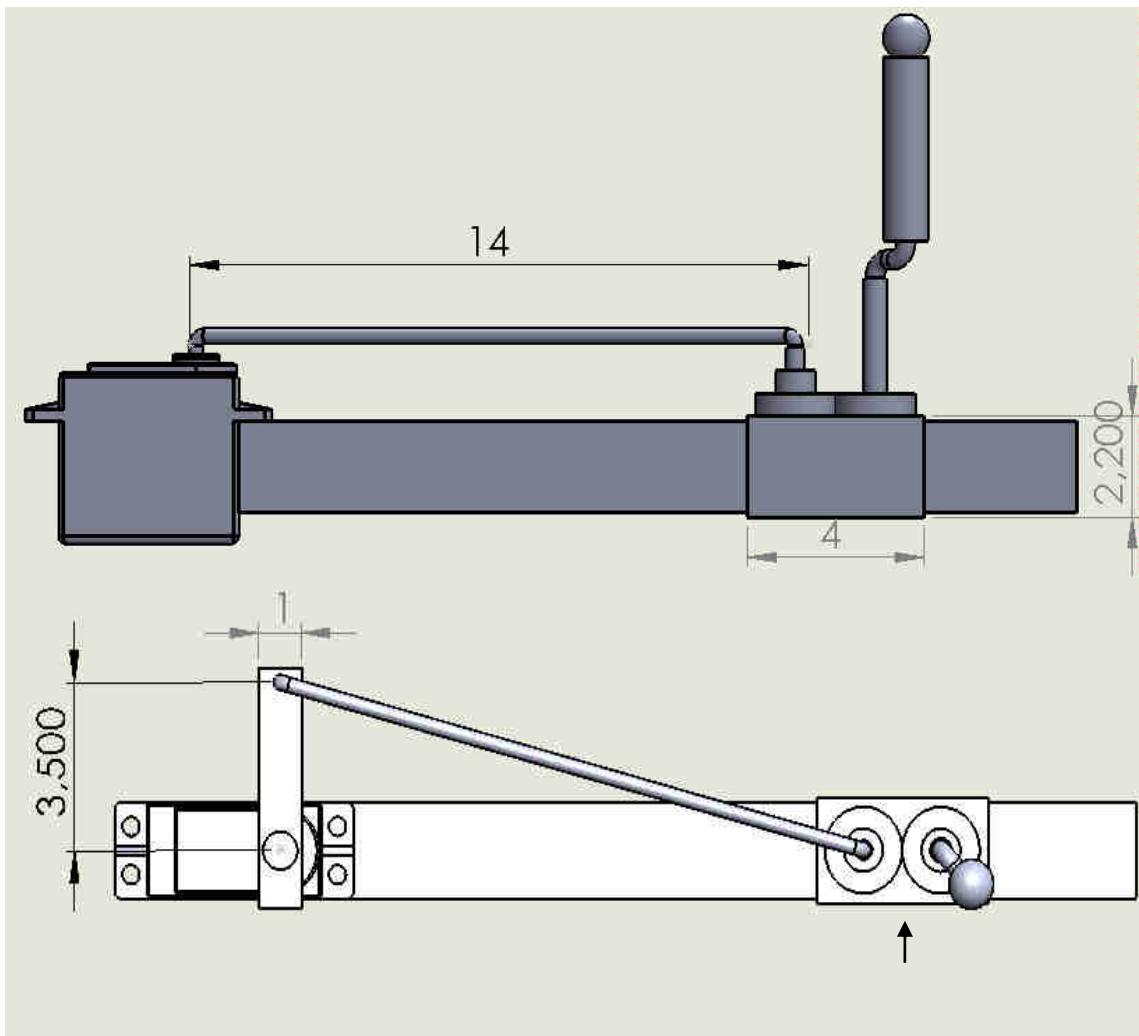
Figura 16. Estructura Principal



Fuente: Esta investigación 2015

La parte física de la estructura principal está realizada en aluminio de 1mm de grosor, su longitud es de 40 cm de largo, 21 cm de ancho y 11.5 cm de alto. Tiene 4 ejes verticales de $2\text{ cm}^2 \times 18.95\text{ cm}$ de largo utilizados para los riles que sujetara los dedos índice, medio, anular, meñique y 2 ejes verticales de $2\text{ cm}^2 \times 23\text{ cm}$ de largo utilizados para sostener los servomotores de los dedos pulgares.

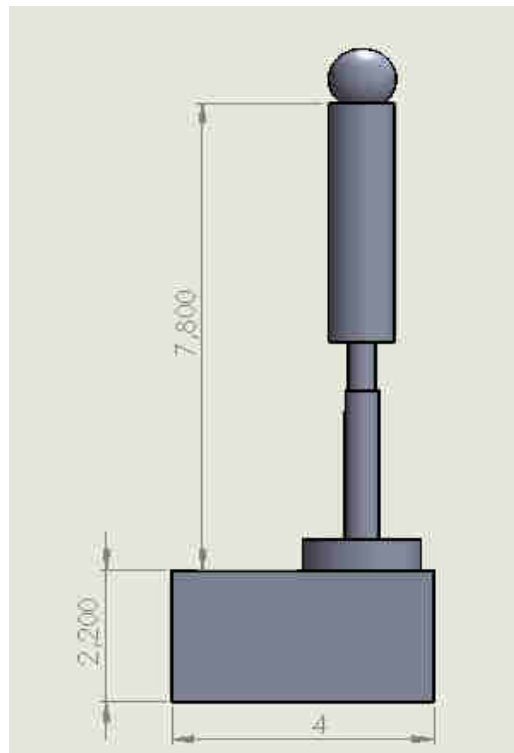
Figura 17. Sistema de Riel



Fuente: Esta investigación 2015

En este diseño se puede observar el sistema que permite transformar movimiento circular en movimiento lineal, Dicho sistema está formado por un elemento giratorio denominado manivela que va conectado con una barra rígida llamada biela, de tal forma que al girar la manivela la biela se ve obligada hacer retroceder y avanzar a la corredera por el eje horizontal produciendo un movimiento alternativo. Se tuvo en cuenta que para realizar la biela esta debe ser 4 veces la longitud de giro de la manivela, como se puede observar la manivela tiene una longitud de 3,5 cm que es la cuarta parte de la biela que mide 14 cm, para realizar el movimiento circular se cuenta con servomotores Futaba S3003 que generan un Torque de 3.2kg.cm a 4.8V y a 4.1kg.cm a 6.0V torque necesario para realizar el movimiento de flexión, extensión en los dedos.

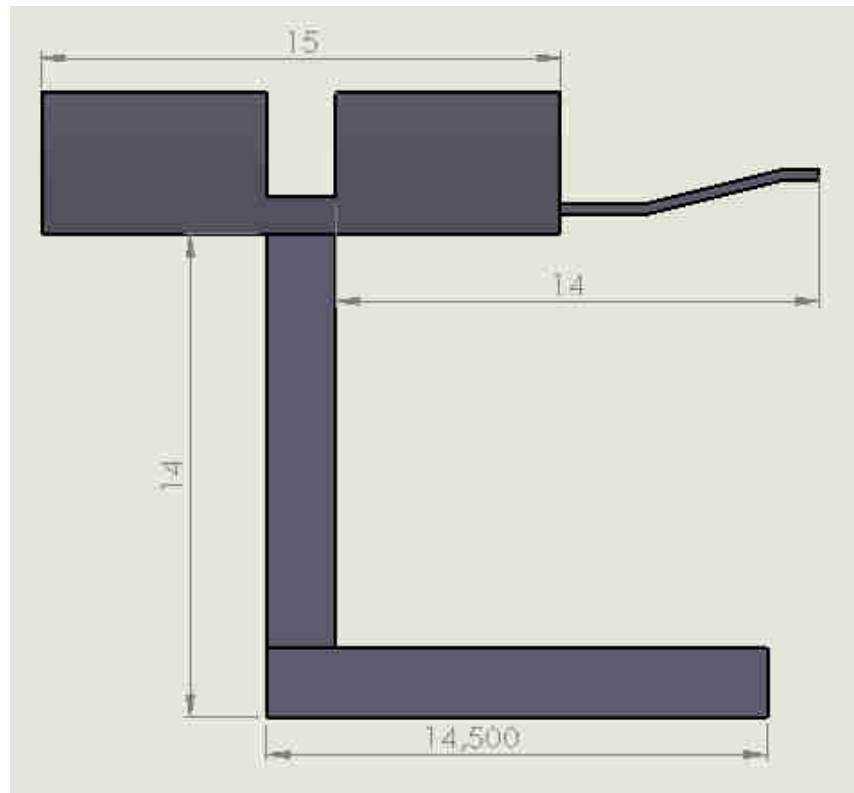
Figura 18. Soporte de los Dedos



Fuente: Esta investigación 2015

En este diseño se muestra el soporte para los dedos, en la parte de arriba se encuentra un imán esférico de 1cm de diámetro utilizado para el apoyo del dedo, sujeto a este hay un eje de aluminio de 7,8 cm que está unido a la corredera de estas dimensiones 4 cm de ancho y 2,2 cm de alto medidas que están calculadas para que se desplace libremente sobre el eje horizontal del sistema Riel.

Figura 19. Soporte de Antebrazo y Muñeca



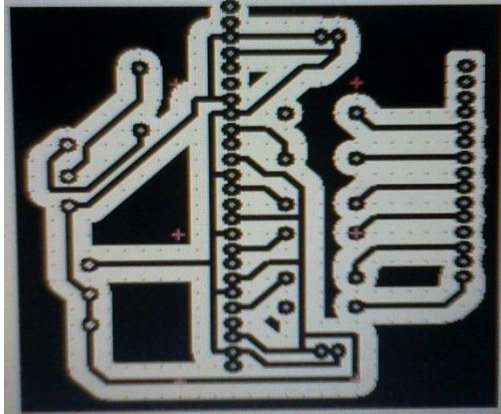
Fuente: Esta investigación 2015

En este diseño se mira el soporte de Antebrazo como de la muñeca realizada en aluminio. El soporte permite ser ajustado a diferentes tamaños de manos, el soporte cuenta con una base realizada de acrílico 2mm de grosor con una longitud de 15 cm de largo por 11.5 cm de ancho, así mismo una lámina de aluminio está sujeta a esta base dedicada para el soporte de la muñeca, su dimensión es 14cm de largo y 2,8 cm de ancho, esta estructura cuenta con dos ejes de aluminio de 2 cm^2 , el eje vertical de 14 cm largo y el horizontal con 14,5 cm de largo.

En esta imagen se observa la cubierta de la estructura principal, está realizada de acrílico de 2mm de grosor sus dimensiones son 40,4 cm de largo, 22.4 cm de ancho y 15,8 cm de alto. Se puede mirar que en la parte superior tiene 6 agujeros para la entrada de los ejes que sirven de apoyo de todos los dedos de la mano y en la parte trasera hay una entrada de 2cm de ancho por 6cm de alto que permite el ingreso del soporte del antebrazo, y en la parte inferior hay dos salidas para el cable de poder de la fuente y otro para la alimentación del Arduino.

7.5.2 Diseño de tarjeta de alimentación y filtro de servomotores. Para la alimentación de los servomotores es necesario alimentar de forma independiente del Arduino ya que estos consumen mucha corriente y esto puede generar problemas a la misma. Para ello se realizó una placa que permite alimentar los motores mediante una etapa de filtro para eliminar ruido.

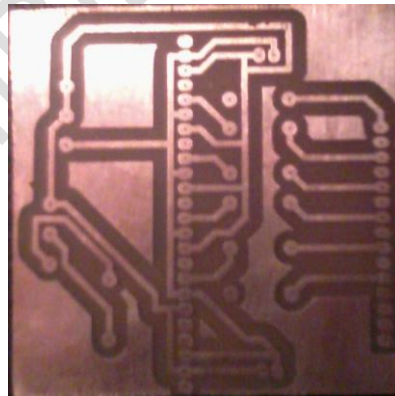
Figura 20. Esquema Tarjeta De Alimentación



Fuente: Esta investigación 2015

El diseño esta placa fue realizado en el software PCBWizar.

Figura 21. Tarjeta De Alimentación en baquela

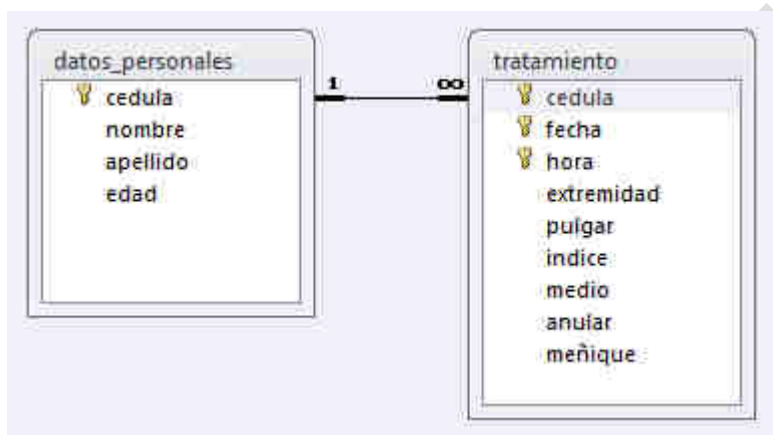


Fuente: Esta investigación 2015

En esta imagen se observa el resultado de la tarjeta realizada en baquela con medidas de 6.5 cm²

7.5.3 Diseño de base de datos e interfaz en visual. La base de datos implementada se desarrolló en PostgreSQL, para su creación se identificó dos objetos por ello se crearon dos tablas. La primera datos personales que contiene cedula, nombre, apellido, edad, la segunda tratamiento donde están cedula, fecha, hora, extremidad, pulgar, índice, medio, anular, meñique. Para la conexión de Visual Basic con PostgreSQL fue necesario utilizar el controlador ODBC de Microsoft SQL, herramienta que permite tener acceso a los datos.

Figura 22. Modelo entidad relación



Fuente: Esta investigación 2015

Se observa en la imagen la relación de las tablas de la base de datos, la primera tiene los datos personales con la clave primaria en cedula, la segunda contiene el tratamiento que se desea realizar en el paciente, tiene como cedula, fecha y hora como llave primaria y a su vez cedula es llave foránea en datos personales.

7.4.3.1 Análisis de tablas de base de datos

Tabla 28 .Esquema tabla datos personales

Datos Personales			
Descripción:			
Almacena los datos básicos del paciente para llevar a cabo la terapia			
Datos Personales	Tipo Dato	Propiedades	Descripción
Cedula	Bigint	Llave Primaria	Almacena el número de identificación del paciente
Nombre	Character(20)	No nulo	Almacena el nombre de la persona que se



			registra en el sistema
Apellido	Character(20)	No nulo	Almacena el apellido de la persona que se registra en el sistema
Edad	Integer	No nulo	Almacena la edad de la persona que se registra en el sistema

Fuente: Esta investigación 2015

Tabla 29. Esquema tabla Tratamiento

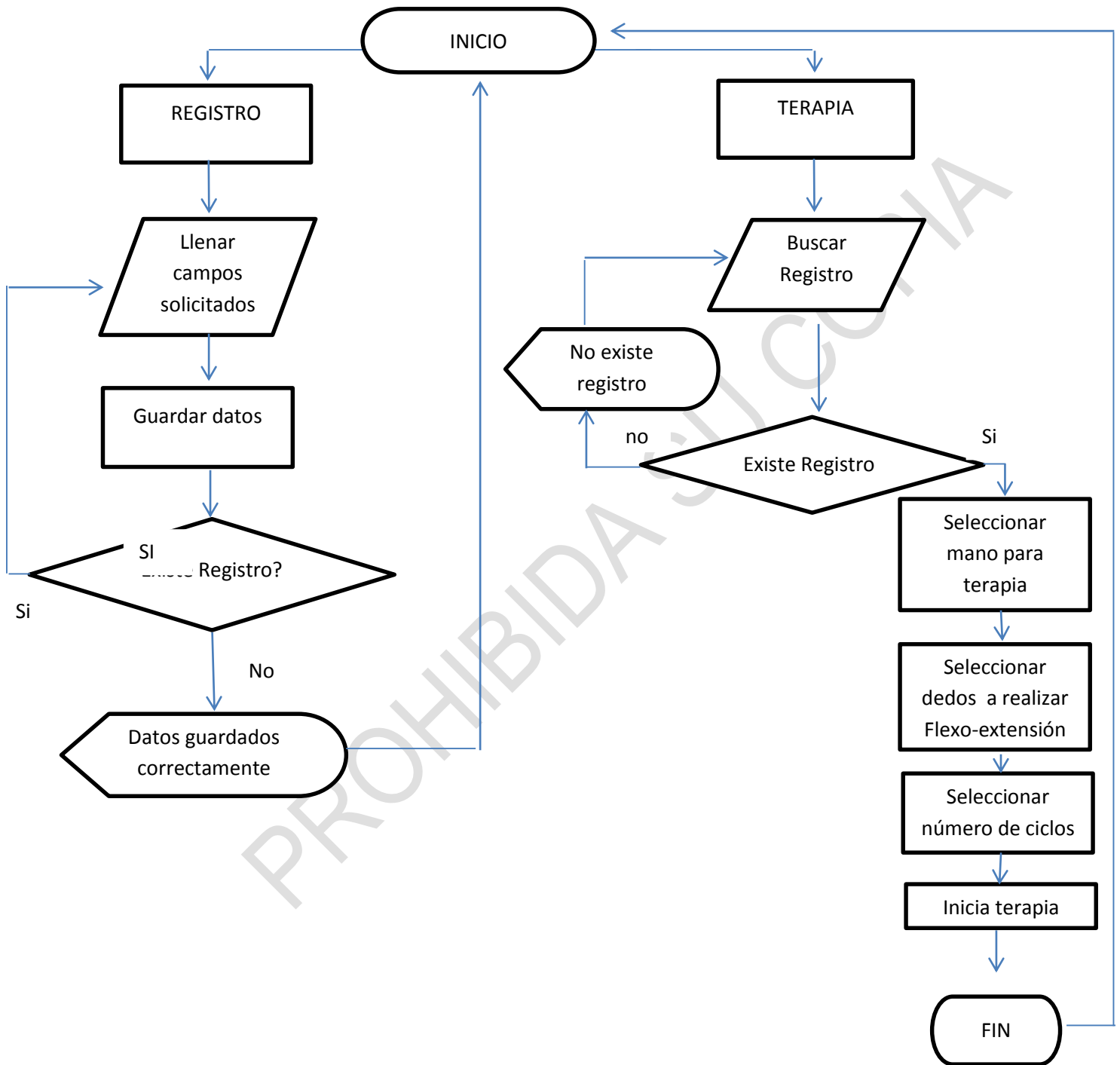
Tratamiento Descripción: Almacena los datos de terapia realizado al paciente para llevar el historial de terapia			
Tratamiento	Tipo Dato	Propiedades	Descripción
Cedula	Bigint	Llave Primaria Llave foránea	Almacena el número de identificación del paciente
Fecha	Date	Llave Primaria	Almacena la fecha de la terapia realizada en el sistema
Hora	Time	Llave Primaria	Almacena la hora de la terapia realizada en el sistema
Extremidad	Integer	No nulo	Almacena la extremidad de la mano que ha seleccionado para la terapia
Pulgar	Character(10)	No nulo	Almacena el número de ciclos realizados en el dedo pulgar
Índice	Character(10)	No nulo	Almacena el número de ciclos realizados en el



			dedo índice
Medio	Character(10)	No nulo	Almacena el número de ciclos realizados en el dedo medio
Anular	Character(10)	No nulo	Almacena el número de ciclos realizados en el dedo anular
Meñique	Character(10)	No nulo	Almacena el número de ciclos realizados en el dedo meñique

PROHIBIDA SU COPIA

7.4.3.2 Diagrama de flujo de registro y terapia



7.4.3.3 Lectura y escritura de archivos en software de sistema

Figura 23. interfaz de usuario para agregar un nuevo paciente



Fuente: Esta investigación

En esta imagen se observa la primera opción para agregar un nuevo paciente en la base de datos, esta se encuentra relacionada con el software PostgreSQL mediante el conector ODBC que permite unir la interfaz de Visual Basic 2010 y las tablas de almacenamiento. Para realizar el primer paso se elige opciones luego clic en Agregar Paciente.

Figura 24. Registro de pacientes



Fuente: Esta investigación

En esta nueva imagen se mira la opción que permite registrar un nuevo paciente, para ello se elige el botón nuevo, seguido de esto se llenan los campos de



información personal como, cedula, nombre, apellido, edad. La clave primaria que se utilizo fue cedula para poder ser identificado el paciente.

Figura 25. Guardando a paciente

REGISTRAR PACIENTE

CEDULA 1086300887

NOMBRE JUAN FELIPE

APELLIDO MORA MORA

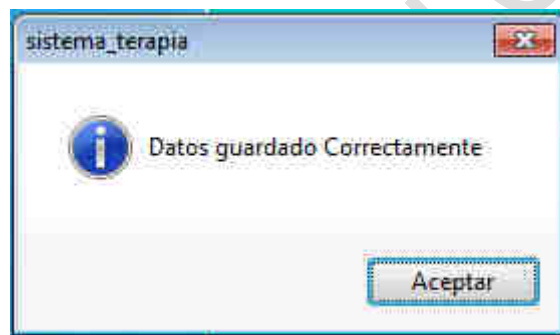
EDAD 32

GUARDAR

BUSCAR

EDITAR

LISTAR



Fuente: Esta investigación

Luego de haber llenado los campos de texto se eligen guardar, seguido de este paso aparece una ventana de información de que los datos del paciente han sido guardados correctamente en la base de datos.

Figura 26. Paciente Guardado



ID	CEDULA	NOMBRE	APELLIDO	EDAD
16	1086300887	JUAN FELIPE	MORA MORA	32

Fuente: Esta investigación

Se puede comprobar que los datos del paciente ha sido ingresado en la base de datos con el id 9 y con sus respectivos datos personales.

Figura 27. Restricciones del registro de pacientes



Id	Apellido	Edad
4	GOMEZ	29
5	VILLOTA	28
6	MENA	18
8	villota	24
9	TREJO	23

Fuente: Esta investigación 2015

En este caso se quiere agregar un nuevo paciente con el mismo número de cedula, este proceso no es posible ya que existe la restricción de clave primaria

para cedula, por lo que aparece un ventana de información que dice que el registro ya existe.

Figura 28. Editar un registro



Fuente: Esta investigación 2015

Para editar un registro ya existente damos clic en buscar, luego se ingresa el número de cedula y en aceptar.

Figura 29. Encontró el registro



Fuente: Esta investigación 2015

Se observa que en la tabla de registros el paciente se encuentra con los datos ingresados anteriormente, para editar debemos cambiar los datos en los campos

asignados, es importante recordar que el número de cedula no se puede editar, seguidamente damos clic en editar.

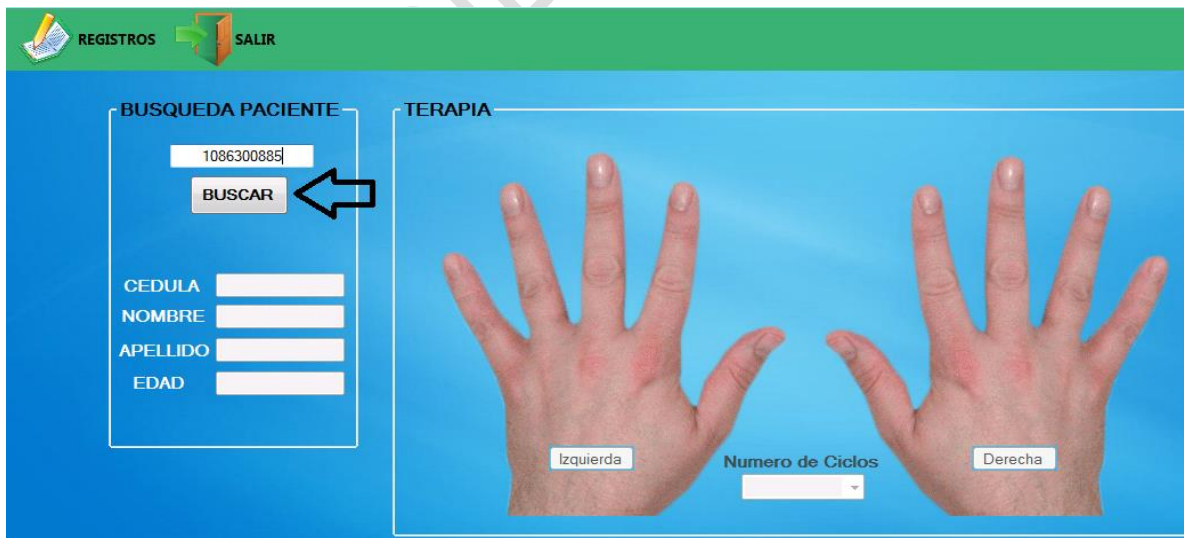
Figura 30. Se editó un registro



Fuente: Esta investigación 2015

Se comprueba que los datos fueron editados correctamente.

Figura 31. Realizar la terapia



Fuente: Esta investigación 2015.

Para realizar la terapia es necesario buscar los datos del paciente, para ello clic en buscar paciente e ingresamos número de cedula luego en aceptar.

Figura 32. Búsqueda de datos del paciente para realizar la terapia



Fuente: Esta investigación 2015

Se observa que los datos del paciente han sido encontrados y podemos realizarle la correspondiente terapia.

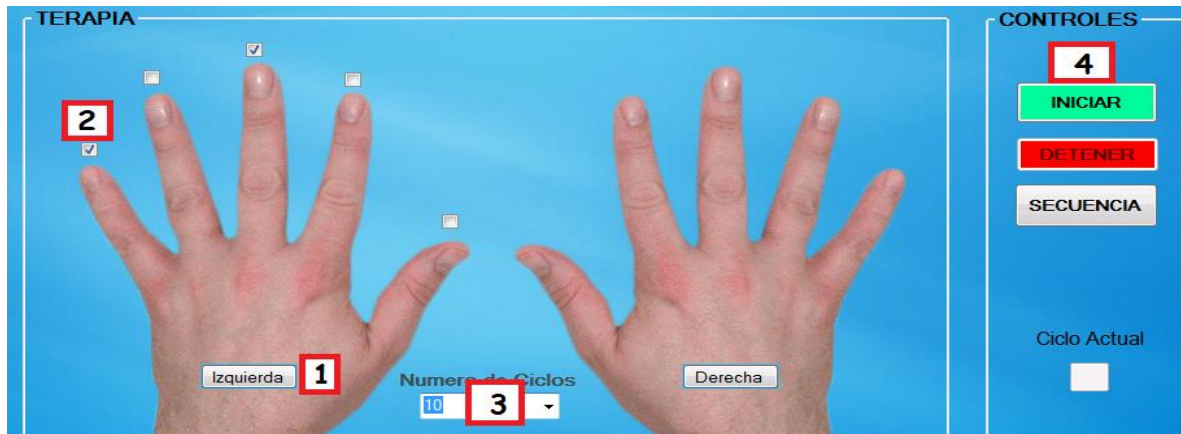
Figura 33. Seleccionar extremidad



Fuente: Esta investigación 2015

A continuación se realiza una terapia para la mano Izquierda, para esto se elige el botón izquierda. También se puede realizar los pasos siguientes para la mano Derecha.

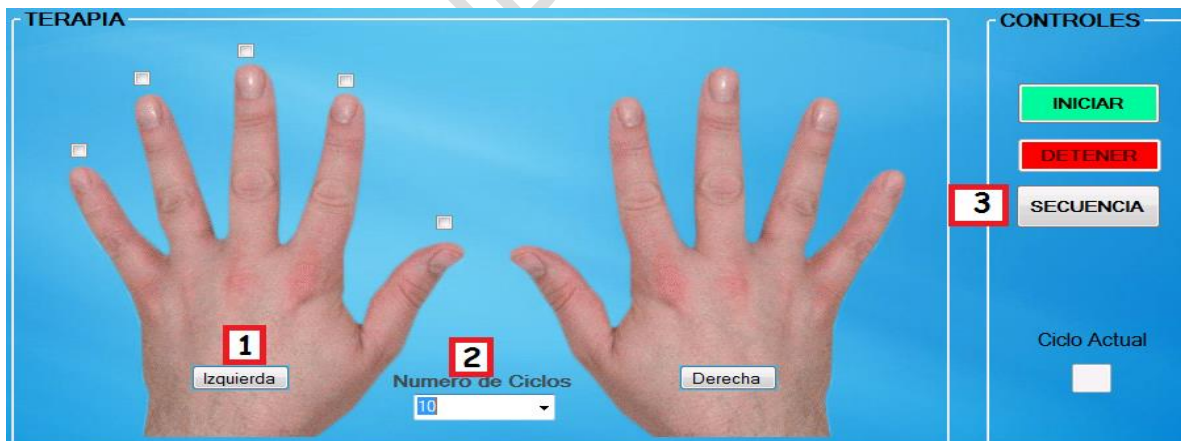
Figura 34. Seleccionar dedo y número de ciclos



Fuente: Esta investigación 2015

Como primer paso se eligió el botón de la mano izquierda esto permite habilitar las opciones de elegir uno o varios dedos de la mano, el segundo paso es escoger el dedo a realizar la terapia, aquí podemos elegir combinaciones entre todos los dedos, para este ejemplo se realizó al dedo meñique, el tercer paso es seleccionar el número de ciclos, para este caso se escoge 5, seguido damos clic en iniciar que permite enviar la instrucción al Arduino y este permite realizar el movimiento al dedo meñique.

Figura 35. Seleccionar mover una secuencia de movimiento



Fuente: Esta investigación 2015

En esta opción de terapia elegimos el botón mover secuencia izquierda este permite mover los dedos de la mano izquierda en secuencia iniciando con el dedo meñique y termina con el dedo pulgar.

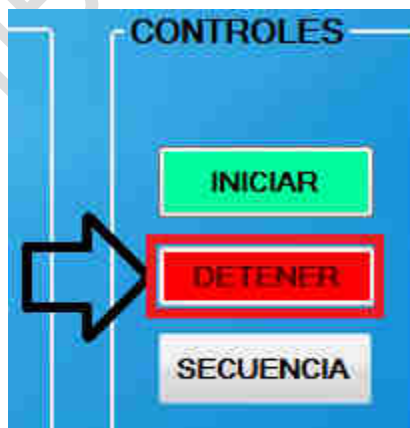
Figura 36. Datos guardados en base de datos

CEDULA	NOMBRE	APELLIDO	EDAD	FECHA	HORA	TIEMPO	EXTREMIDAD	MEÑIQUE	ANULAR	MEDIO	INDICE	PULGAR
086300885	LUIS MIGUEL ...	TREJO REVELO...	23	15/10/2015	14:38:34	00:33	IZQUIERDA	10 ciclos		10 ciclos		
086300885	LUIS MIGUEL ...	TREJO REVELO...	23	15/10/2015	14:46:30	2:25	IZQUIERDA	10 ciclos	10 ciclos	10 ciclos	10 ciclos	10 ciclos

Fuente: Esta investigación 2015

Se observa en esta imagen que los datos son guardados como fecha, hora, extremidad y el número de ciclos que fueron hechos en el dedo meñique al momento de realizar la terapia.

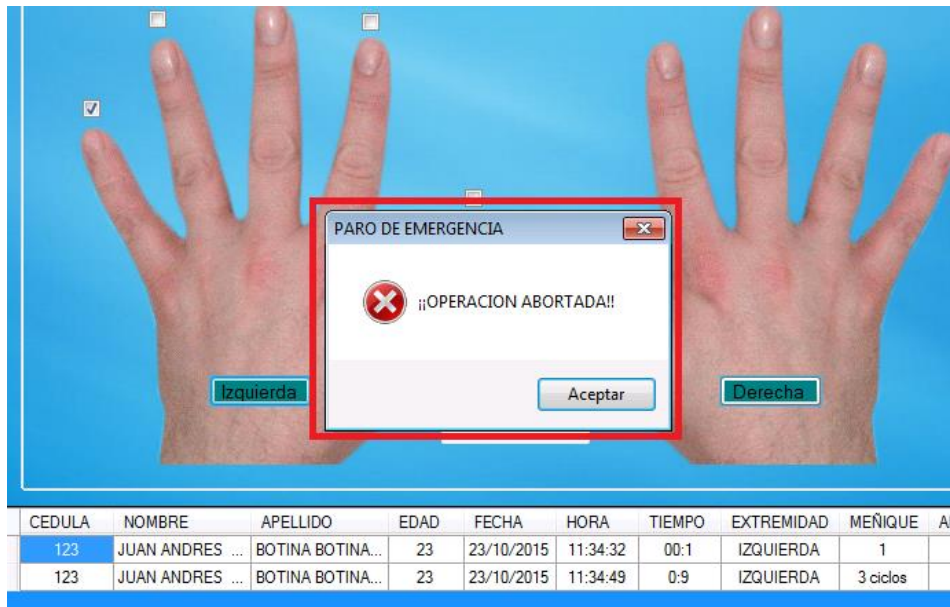
Figura 37. Botón detener mediante software



Fuente: Esta investigación 2015

En esta imagen se muestra en la parte de controles el botón **detener**, que permite parar la ejecución de la terapia por medio de software, de esta manera guardar automáticamente el historial de terapia actual del paciente.

Figura 38. Botón stop mediante hardware

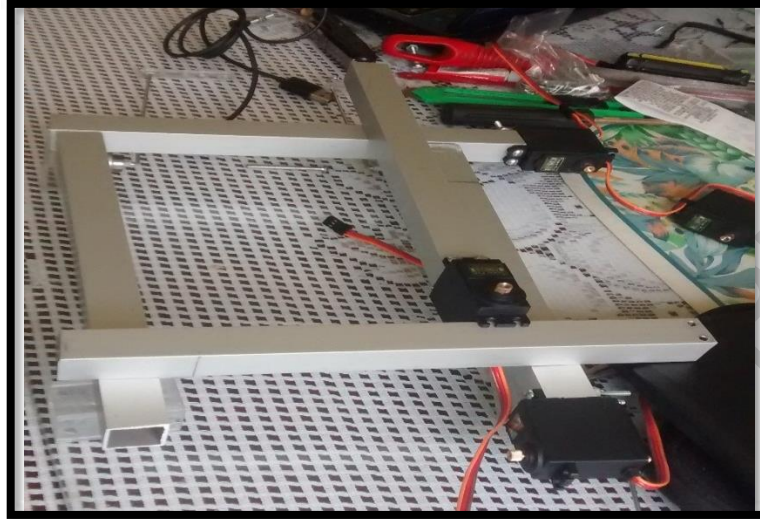


Fuente: Esta investigación 2015

Esta opción de parada de emergencia permite detener el proceso de terapia por medio de hardware, el botón está situado de tal manera que el paciente pueda presionarlo fácilmente. En el instante de accionar el botón aparece un mensaje de información que menciona la operación ha sido abortada, también se guardara la información de terapia actual del paciente.

7.6 ENSAMBLES

Figura 39. Ensamble de la Estructura Principal



Fuente: Esta investigación 2015

En esta imagen se puede observar los primeros pasos que se realizó para armar la estructura, ubicando los servomotores de acuerdo a la separación de los dedos de la mano para que así puedan generar un movimiento correcto,

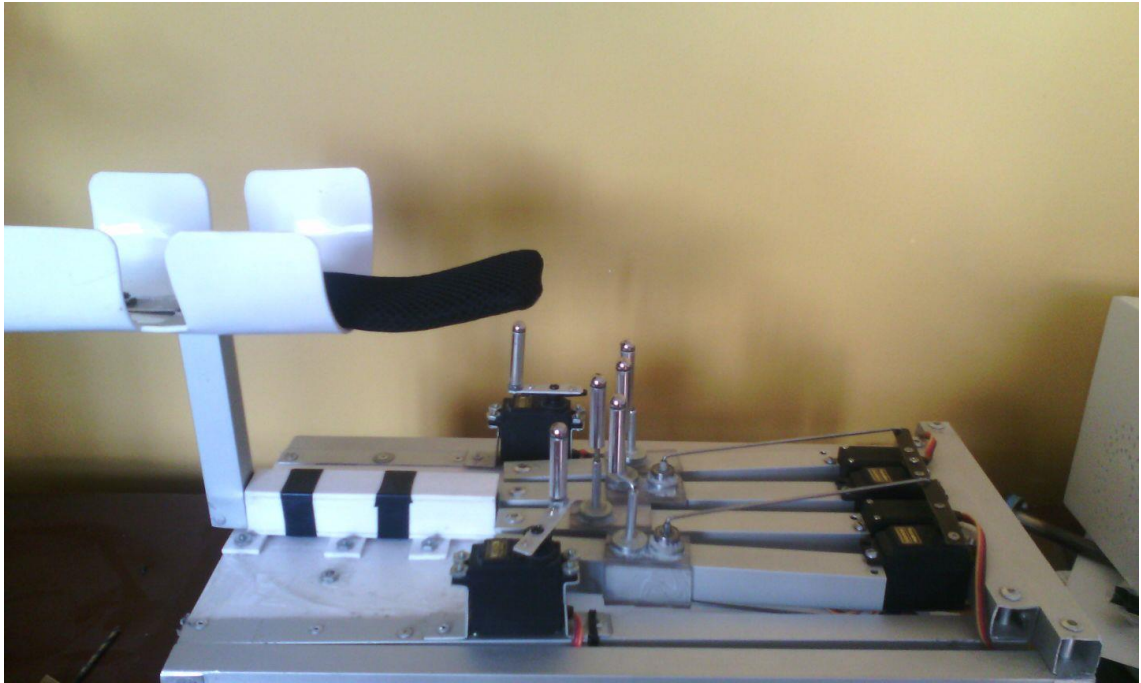
Figura 40. Ensamble de la estructura principal y servomotores



Fuente: Esta investigación 2015

En esta imagen se muestra la posición de los cuatro servomotores y sujeto a ellos un sistema biela manivela que permite tener movimiento lineal a lo largo de un eje horizontal generado por los servomotores, sujeto a la biela se encuentra una corredera que permite que los dedos de la mano realicen una respectiva flexión y extensión.

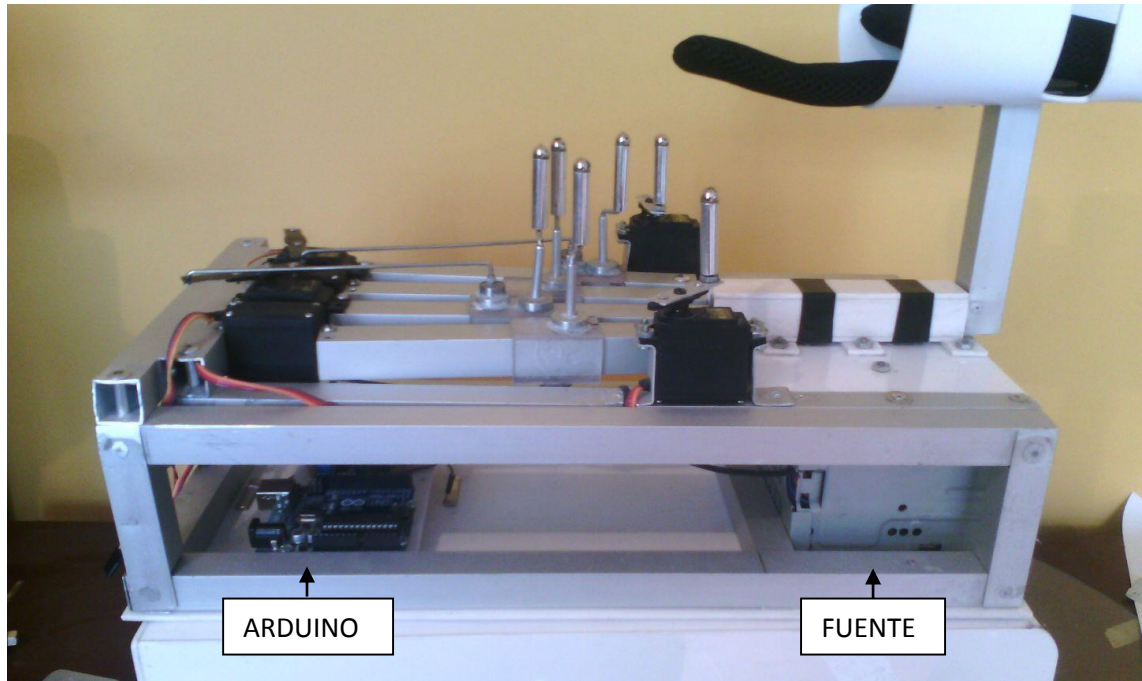
Figura 41. Estructura y soporte de Antebrazo y Muñeca



Fuente: Esta investigación 2015

En esta etapa de la construcción del prototipo se procede a ensamblar los 2 servomotores para el pulgar de la mano izquierda y derecha, también se encuentra los cuatro motores para los dedos índice, medio, anular y meñique así mismo sujeto a ellos el sistema riel donde cada corredera tiene un eje de apoyo para cada dedo, también se observa el soporte del antebrazo y muñeca ubicado de tal manera que los dedos posen sobre los imanes esféricos.

Figura 42. Soporte Inferior de la Estructura



Fuente: Esta investigación 2015

En esta imagen se puede mirar la estructura principal con la base inferior que sirve de apoyo de todo el prototipo, como también se encuentra ubicado el arduino y la fuente de alimentación.

Figura 43. Soporte de Antebrazo y Muñeca



Fuente: Esta investigación 2015

En este ensamble se puede notar un soporte en forma cóncavo utilizado para colocar el antebrazo y una lámina de aluminio que sobresale para apoyar la muñeca, está realizado en acrílico y cubierto de una almohadilla permitiendo al paciente estar cómodo al realizar la terapia y en la parte inferior se puede observar un eje horizontal que permite mover el soporte hacia adelante o atrás con el fin ajustar los distintos tamaños de manos.

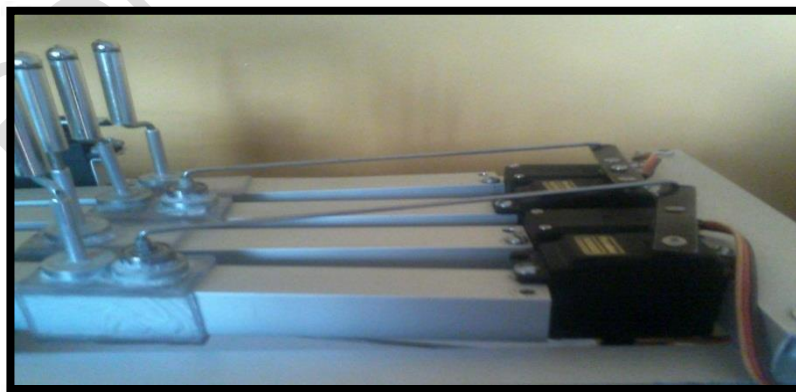
Figura 44. Soporte de los Dedos



Fuente: Esta investigación 2015

En este diseño se detalla un eje vertical que se encarga de sostener los dedos, en la parte superior se encuentra un imán de neodimio en forma de esfera con el fin de pegar otro imán que está dentro del guante y así mantener los dedos firmes para que puedan tener el movimiento lineal que produce los servomotores.

Figura 45. Sistema biela manivela



Fuente: Esta investigación 2015

El sistema biela manivela permite transformar movimiento circular en lineal, en la imagen se puede observar los servomotores con la manivela, biela y corredera esto permite realizar el movimiento lineal de los ejes o soportes de los dedos generando así la flexo extensión.

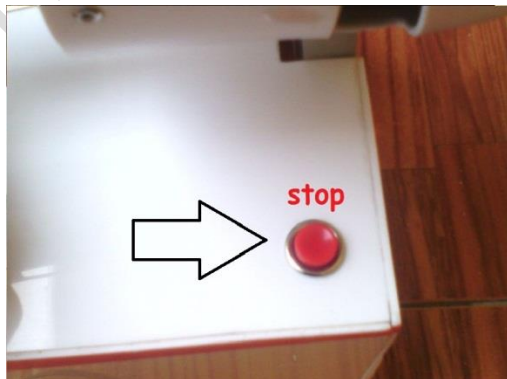
Figura 46. Cubierta de la Estructura Principal



Fuente: Esta investigación 2015

En la imagen se observa la cubierta de la estructura principal con las salidas de los ejes que sirve de soporte para los dedos como también las dos entradas de alimentación de la fuente y cable de datos de Arduino, también se encuentra la abertura para el soporte del antebrazo y muñeca. La cubierta está realizada en acrílico blanco que es un material resistente y además brinda una buena presentación.

Figura 47. Botón parada de emergencia



Fuente: Esta investigación 2015

Este botón de parada de emergencia permite detener el proceso de terapia por medio de hardware, está situado de tal manera que el paciente pueda presionarlo fácilmente.

Figura 48. Fuente de alimentación



Fuente: Esta investigación 2015

Para la alimentación de los servomotores fue necesario utilizar una fuente que suministre 5 v a 3 A, ya que en pruebas anteriores no era posible accionar seis servomotores a la vez, conectados a las salidas del Arduino por falta de corriente, porque los motores tienen un consumo de 8 mA en estado de reposo y en estado activo supera los 40 mA siendo el rango de tope que puede brindar un pin de salida del Arduino.

Figura 49. Servomotores

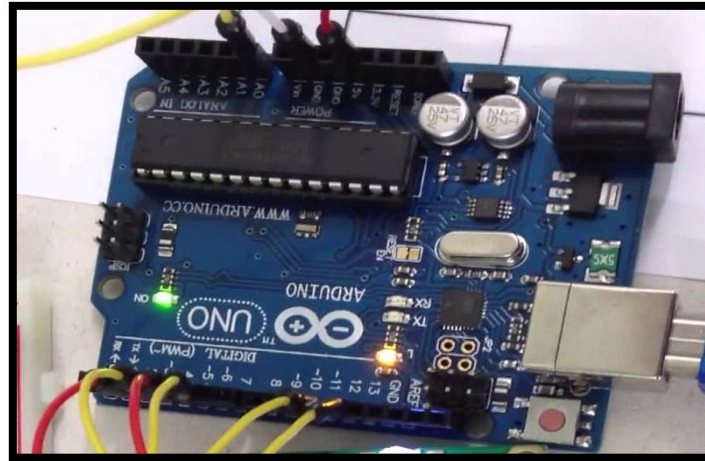


Fuente: Esta investigación 2015

Para realizar el movimiento del sistema biela manivela fue necesario utilizar un servomotor ya que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y mantenerse estable en dicha posición, los servos utilizado para el prototipo fue el Futaba s3003 ya que este proporciona el torque

de 3.2kg.cm a 4.8V y a 4.1kg.cm a 6.0V necesario para mover los dedos de la mano por medio de la corredera.

Figura 50. Arduino



Fuente: Esta investigación 2015

El uso de la placa Arduino facilitó el desarrollo del proyecto ya que está basado en el sistema de programación de código abierto, de esta manera podemos controlar los 6 servomotores fácilmente y además es compatible con la conexión de otros software como es Visual Basic por medio del puerto USB.

7.7 PROCESOS DE EXPERIMENTACIÓN

En la parte del desarrollo del prototipo se observó varios problemas uno de ellos fue la fuente de alimentación ya que en primeras pruebas se utilizó una fuente de 5 V a 1Amp, esta no proporcionaba la corriente necesaria que requerían los 6 servomotores aproximadamente de 2.4 Amp, lo que fue necesario utilizar una fuente de 5V a 3 Amp para alimentar a los Servomotores. Posteriormente la alimentación generaba ruido a los servos por falta de una etapa de filtro, se pudo resolver implementando dos capacitores electrolíticos de 1000 uF a 16 voltios en la salida de la fuente permitiendo eliminar el ruido.

En la parte mecánica de la biela manivela se reubico los ejes horizontales donde está la corredera correspondiente a los dedos índice y meñique puesto que no era la posición correcta para realizar la flexión de los dedos.

Para que el prototipo realice la terapia adecuadamente se realizó un soporte de apoyo al antebrazo pero en pruebas se pudo observar que era incómodo para la muñeca por ello se realizó un soporte que mantenga a la muñeca en una correcta posición.



En las siguientes tablas se puede observar los diferentes ángulos de flexo-extensión de cada falange en los dedos.

Tabla 30. Angulo máximo extensión dedos

	INDICE	MEDIO	ANULAR	MEÑIQUE
Angulo	15°	13°	13°	15°

Fuente: Esta investigación 2015

Tabla 31. Angulo mínimo flexión dedos

	INDICE	MEDIO	ANULAR	MEÑIQUE
Angulo	80°	80°	80°	80°

Fuente: Esta investigación 2015

Para el dedo pulgar el prototipo está realizando abducción y aducción con sus correspondientes ángulos en cada falange.

Tabla 32. Angulo máximo abducción dedo pulgar

PULGAR	
PROXIMAL	80°
MEDIO	82°

Fuente:
investigación 2015

Esta

Tabla 33. Angulo mínimo aducción dedo pulgar

PULGAR	
PROXIMAL	35°
MEDIO	37°

Fuente: Esta investigación 2015



Figura 51. Prototipo en pruebas



Fuente: Esta investigación 2015

Se puede apreciar en la imagen la correcta posición de los dedos, muñeca y antebrazo realizando el funcionamiento, garantizando que el paciente se sienta cómodo al estar sometido a la terapia con el prototipo.

7.8 CALCULO MATEMATICO

7.8.1 Calculo del sistema biela manivela

Longitud de desplazamiento de corredera (X)

L= longitud de manivela

1)

$$\mathbf{X= 2*L}$$

$$\mathbf{X= 2*3.5cm}$$

$$\mathbf{X= 7cm}$$

Para saber que longitud se desplaza la corredera se debe conocer la medida de la manivela, utilizando la formula $x=2xL$ se obtiene la distancia recorrida, el



prototipo tiene una manivela de 3,5 cm y aplicando la formula tenemos un desplazamiento de 7 cm en la corredera.

7.8.2 Calculo del torque para el servomotor

El momento de torsión o torque **M** que el motor debe aplicar es igual a la aceleración angular **gama** multiplicada por el momento de inercia **I**

$$2) M = \text{gama} \times I$$

La aceleración angular es la variación de velocidad angular dividida por el tiempo empleado en el movimiento. Se puede calcular como el doble del ángulo en radianes dividido por el cuadrado del tiempo empleado:

$$3) \text{gama} = 2 \times \text{ángulo} / T^2$$

El ángulo de 60 grados, que es lo que el servomotor ara mover a la corredera en el eje horizontal para generar movimiento a los dedos corresponde a: $\pi/3 = 1,047$ radianes.

Al reemplazar este valor en la ecuación 3 tenemos:

$$\text{gama} = 2 \times 1,047 / T^2$$

$$\text{gama} = 2,094 / T^2$$

El momento de inercia (Incapacidad que tienen los cuerpos de modificar por sí mismos el estado de reposo o movimiento en que se encuentran) es igual al producto la masa por el radio al cuadrado por un cierto factor que llamaré f.

El factor f depende de la forma del móvil.

Como máximo vale 1.

Para un cilindro f vale 0,5

Para una esfera f vale 0,4

Como el móvil es el dedo y tiene aproximadamente forma cilíndrico tenemos:

$$4) I = 0.5 m.R^2$$

En resumen, resulta que el torque vale:

$$M = (2,094 / T^2) (0,5 \times 3 \text{ Kg} \times R^2)$$

$$M = 3,141 \text{ Kg} \cdot (R/T)^2$$

El radio debe expresarse en metros y el tiempo en segundos. El torque resultante quedará expresado en newton por metro.



Como se puede observar en el cálculo, el torque para el servomotor es de 3,141 Kg y el que se implementó en el prototipo es de 3,2 a 4,2 Kg

7.9 COSTOS Y PRESUPUESTO

Materiales y dispositivos electrónicos

DESCRIPCION	UNIDADES	COSTO UNITARIO \$	SUB TOTAL \$
Servomotores	6	45.000	225.000
Arduino	1	85.000	85.000
Resistencias	2	50	100
Baquelita	10x6 cm	3.000	3.000
Diodos	6	50	300
Condensadores	2	400	800
Interruptor	2	1000	2000
Fotocopias	5	100	500
Fuente DC	1	50.000	50.000
Total			\$366.700

Materiales de construcción y transporte

INVERSION	DESCRIPCION	SUB TOTAL \$
Materiales para la construcción del prototipo	Lámina de acrílico, , tornillos, perfiles en aluminio para la base, barras de aluminio	100.000
Transporte	Por transporte de materiales y envío de dispositivos.	18.000
Total		\$ 118.000

Total costos del proyecto

Detalle	Costo
Materiales y dispositivos electrónicos	366.700
Materiales de construcción y transporte	118.000
Total costos + 5% de imprevistos	484.700+24.235 = \$508,935



CONCLUSIONES

Se diseñó un prototipo versátil y confortable el cual permite ajustar a dispositivo a distintos tamaños de manos.

El ajuste del soporte de la palma y antebrazo permite una mayor comodidad en cuanto a la posición de la mano del paciente, ya que al tener distintos tamaños de manos es necesario el acomodo del mismo para una correcta posición.

El sistema biela manivela presenta versatilidad al realizar movimiento flexo-extensión en los dedos índice, medio, anular, meñique y abducción-aducción en los dedos pulgares.

Con el prototipo de terapia el usuario configura los ciclos de flexo-extensión y las posibles combinaciones de movimientos.

El software permite la digitalización de la información personal de los pacientes. El llevar el historial de las terapias realizadas, permite al terapeuta monitorear la evolución física de cada individuo.

Previendo los posibles daños que pueda sufrir algún paciente como dolor o incomodidad al estar llevando a cabo la terapia, se habilitó una opción de paro de emergencia por software y hardware, la cual suspende casi de manera instantánea la terapia ejecutada en ese momento, permitiendo el retiro del paciente.



RECOMENDACIONES

Tener en cuenta el manual de usuario para conexión y manipulación del hardware y software del sistema de rehabilitación.

El sistema debe ser operado por personal capacitado para una mejor manipulación del software.

El software debe ser instalado en un servidor para una mayor seguridad de la información.

Cuando el equipo esté en funcionamiento este debe llevar la cubierta de la estructura principal, para aislar el paciente de la parte mecánica y eléctrica.

Si el paciente se encuentra con incomodidad durante la terapia, es necesario detener el proceso de rehabilitación.

El proyecto de investigación queda disponible para mejorar el sistema de movimiento que realiza los dedos pulgares para optar una mejor terapia.

Se recomienda agregar la funcionalidad de impresión de reportes, como por ejemplo el historial de algún paciente, una lista de pacientes, etc., así como también la generación de consultas para buscar información más concreta.



BIBLIOGRAFIA

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DE NARIÑO centro de investigación desarrollo y asesoría empresarial CIDAE. Líneas de investigación 2009

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DE NARIÑO, programa de ingeniería electrónica, Desarrollo y asesoría empresarial CIDAE, Propuesta para la creación de enfoque.

GUTIERRES. Marta. Fisioterapia en neurología. Médica. 2012.

LERMA Héctor Daniel. Metodología de la investigación: Propuesta, anteproyecto y proyecto. ECOE EDICIONES

RESTREPO. Ricardo. Rehabilitación en salud, 2.a edición. Universidad de Antioquia, 2008

REYES Carlos. Microcontroladores Programación en Basic PIC. Edición 2. Pág. 20.

SKINNER, H. B. (2007). Diagnóstico y tratamiento en ortopedia. (pp. 549-550) (4a. ed.) México: El Manual Moderno.

ZORRILA Santiago, otros, Metodología de la investigación. McGraw Hill. México 1997. Pág. 22.



CIBERGRAFIA

ACADEMIC. Los diccionarios y enciclopedias sobre lo académico. Disponible en:http://enciclopedia_universal.esacademic.com/1371/Dispositivo_electr%C3%B3nico

ALBERTO. Robótica. Dispositivo robótico. Disponible en:<http://guindo.pntic.mec.es/crangil/robotica.htm>

ASAMBLEA LEGISLATIVA. Ejercicio de la profesión de tecnología ortopédica y traumatológica. Disponible en: <http://docs.panama.justia.com/federales/leyes/15-de-2003-jan-28-2003.pdf>

ASOCIACION ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD.A.S.T.M. Disponible en:<http://diccionario.motorgiga.com/diccionario/a-s-t-m-definicion-significado/gmx-niv15-con321.htm>

DISPOSITIVOS MÉDICOS Y MATERIALES. Comité ASTM. Disponible en:http://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPSO09/enright_sps09.html

FISIOMEDICA. Ejercicio, fortalecimiento y rehabilitación. Disponible en:<http://www.fisiomedica.com/fisioco/productos-y-servicios/clases-de-terapia/ejercicio-terapeutico/>

GARCÍA. José. Así funciona. Corriente eléctrica. Disponible en:http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_corriente_electrica/ke_corriente_electrica_1.htm

GARCÍA. José. La corriente eléctrica. Disponible en:http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_corriente_electrica/ke_corriente_electrica_1.htm

GONZALES. Víctor. Servomotores. Disponible en:http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0204/ctrl_rob/robotica/sistema/motores_servo.htm

HERNANDEZ. Ana. Electroestática. Universidad politécnica de Madrid. Disponible en:
<http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/ asignaturas/fisica/electro/corriente.html>.



MARTÍNEZ. Sebastián. Anatomía. Fisiología de las manos. Disponible en: <http://es.slideshare.net/mjjulve/anatoma-fisiologa-y-patologa-de-las-manos-12328275>

MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO. Decreto 414. Disponible en: http://noticias.juridicas.com/base_datos/CCAA/ca-d179-2010.html

OJEDA. Luis. Que es Arduino. Disponible en: <http://arduino.cl/que-es-arduino/>. (17/09/2014. 5:12.p.m.) pag.1

PEREZ. Damián. Base de datos. Disponible en: <http://www.maestrosdelweb.com/que-son-las-bases-de-datos/>.

PÉREZ. Fabio. Revista de la sociedad española del dolor. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1134-80462004000500007&script=sci_arttext

PIZARRO. María. Ejercicio, fortalecimiento y rehabilitación. Disponible en: <http://www.fisiomedica.com/fisioco/productos-y-servicios/clases-de-terapia/ejercicio-terapeutico>.

QUIMINET. Baños de parafina. Disponible en: <http://www.quiminet.com/articulos/la-parafina-o-banos-de-parafina-con-fines-terapeuticos-41209.htm>

SÁNCHEZ Eduardo. Clínica de Fisioterapia. Disponible en: <http://www.fisio-sport.com/pags/Quees.htm>.

SECRETARIA DE LA SALUD. Resolución 1319. Disponible en: https://www.invima.gov.co/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=139&Itemid=194

SECRETARIA GENERAL DE LA ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA. Congreso de Colombia. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=44306>.

SISTEMA NACIONAL DE SALUD. Prestación orto protésica. Disponible en: http://www.seg-social.es/Internet_1/Normativa/170772

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE REUMATOLOGÍA. La artrosis de la mano. Disponible en: http://www.ser.es/wiki/index.php/Folleto_de_la_SER%3A_La_Artrosis_de_man



SUÁREZ. Hernando. HSB noticias. Disponible en:
<http://www.hsbnoticias.com/vernoticia.asp?ac=Accidentes-dejan-mas-de-700-muertos-en-las-vias-de-Narino&WPLACA=107145>

PROHIBIDA SU COPIA



Anexos

PROHIBIDA SU COPIA



Anexo A

Encuesta dirigida a terapeutas y a la población afectada

Encuesta dirigida a la Población afectada

Objetivo: evaluar la satisfacción e impacto del proyecto “DISEÑO DE UN PROTOTIPO ELECTRÓNICO PARA TERAPIAS DE REHABILITACIÓN EN DEDOS DE LA MANO EN PACIENTES CON HEMIPARESIA EN LA CIUDAD SAN JUAN DE PASTO 2015”.

Instrucciones: marque con una x la respuesta que crea ser conveniente a las siguientes preguntas. En caso de ser necesario solicite información al encuestador.

Se agradece por la atención prestada.

Fecha de encuesta _____

1. ¿De las siguientes enfermedades usted padece o ha sufrido alguna de ellas
 - a) Artritis
 - b) Artrosis
 - c) hemiparesia
 - d) Reumatoides
 - e) Túnel del carpio
 - f) Hemiplejia
 - g) Ninguna

2. Usted estaría dispuesto a realizarse las terapias con este prototipo electrónico siendo la primera persona.
Sí _____ No _____

3. Está enterado del problema que genera ésta y las demás enfermedades relacionadas con esta patología.
Sí _____ No _____

4. Sabe cuáles son las causas producidas a que se genere esta patología.
Sí _____ Cuáles _____ No _____



5. A causa de la enfermedad que usted padece, ha presentado problemas en las acciones diarias.

Sí _____ No _____

6. Cree usted que debería implementarse un dispositivo electrónico de terapia en la ciudad.

Sí _____ No _____

7. Cree usted que la patología hemiparesia es una de las enfermedades más frecuentes en nuestra ciudad.

Sí _____ No _____

8. Conoce algún prototipo electrónico que realice este tipo de terapias

Sí _____ cual _____ donde _____

No _____

9. Sobre el proyecto de rehabilitación en dedos de la mano qué opinión le da

- e) Excelente
- f) Bueno
- g) Regular
- h) Malo

10. Como ha sido su recuperación con la terapia realizada por los fisioterapeutas.

- a) Excelente
- b) Bueno
- c) Regular
- d) Malo



Encuesta dirigida a los Terapeutas

Objetivo: evaluar la satisfacción e impacto del proyecto “DISEÑO DE UN PROTOTIPO ELECTRÓNICO PARA TERAPIAS DE REHABILITACIÓN EN DEDOS DE LA MANO EN PACIENTES CON HEMIPARESIA EN LA CIUDAD SAN JUAN DE PASTO 2015”.

Instrucciones: marque con una x la respuesta que crea ser conveniente a las siguientes preguntas. En caso de ser necesario solicite información al encuestador.

Se agradece por la atención prestada.

Fecha de encuesta _____

1. ¿En su vida laboral ha tratado alguna de estas patologías
 - a) Artritis
 - b) Hemiparesia
 - c) Túnel del carpiano
 - d) Hemiplejia
 - e) Ninguna

2. Para realizar las terapias en pacientes con problema de movilidad de los dedos de la mano que métodos o elementos usted utiliza.
 - a) Elementos pasivos
 - b) Elementos activos
 - c) Baño de parafina
 - d) Masajes
 - e) Todas las anteriores

3. Cree usted que la patología hemiparesia es una de las enfermedades más frecuentes en nuestra ciudad.
Sí _____ No _____

4. Sabe cuáles son las causas producidas a que se genere la patología hemiparesia.
Sí _____ Cuales _____
No _____



5. Para usted, la necesidad de adquirir un nuevo dispositivo electrónico de terapias es.

- a) Mucha ____
- b) Media ____
- c) Baja ____

6. Usted estaría dispuesto a adquirir el dispositivo electrónico como ayuda para rehabilitación.

Sí ____ No ____

7. Usted está dispuesto a cambiar los métodos tradicionales de terapia para dedos de la mano, por el dispositivo electrónico de rehabilitación.

Sí ____
No ____
Tal vez ____

8. Cree usted que debería implementarse un dispositivo electrónico para terapia en la ciudad.

Sí ____ No ____

9. Usted cree que obteniendo este dispositivo de rehabilitación, le será más fácil de realizar las terapias.

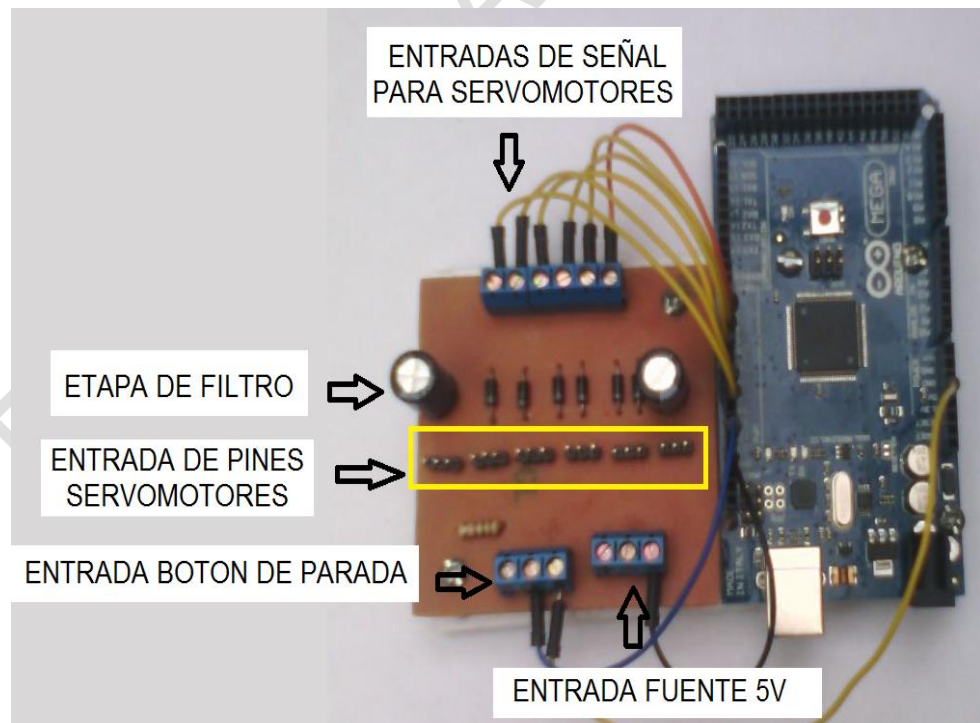
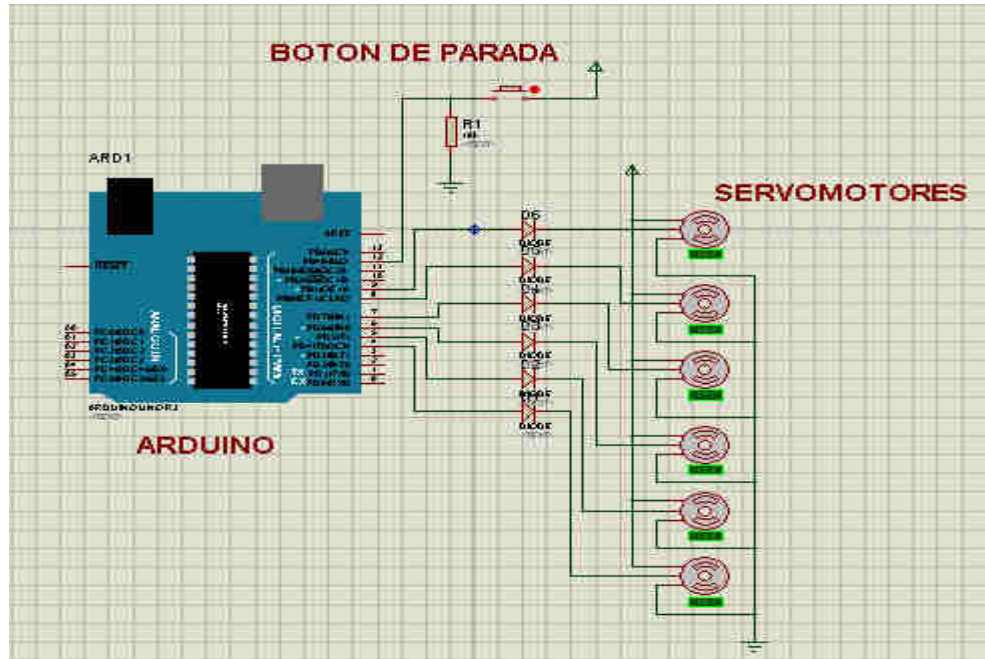
Sí ____
No ____
Tal vez ____

10. Conoce un dispositivo electrónico que realice algún tipo de terapias en dedos de la mano.

Sí ____ Cual _____ Donde _____
No ____

Anexo B

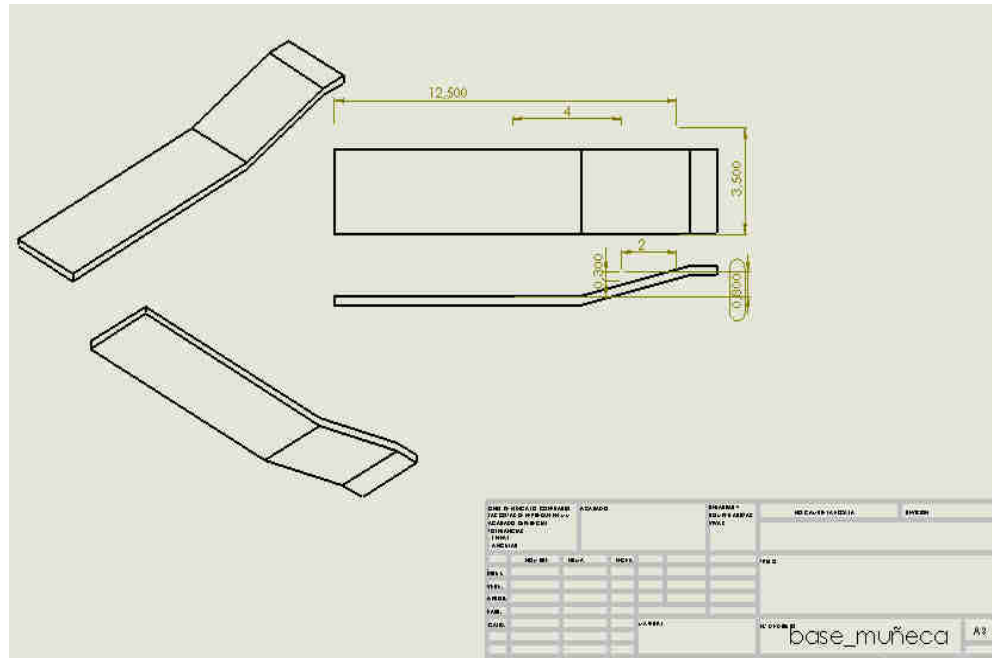
Diagrama eléctrico de control



Anexo C

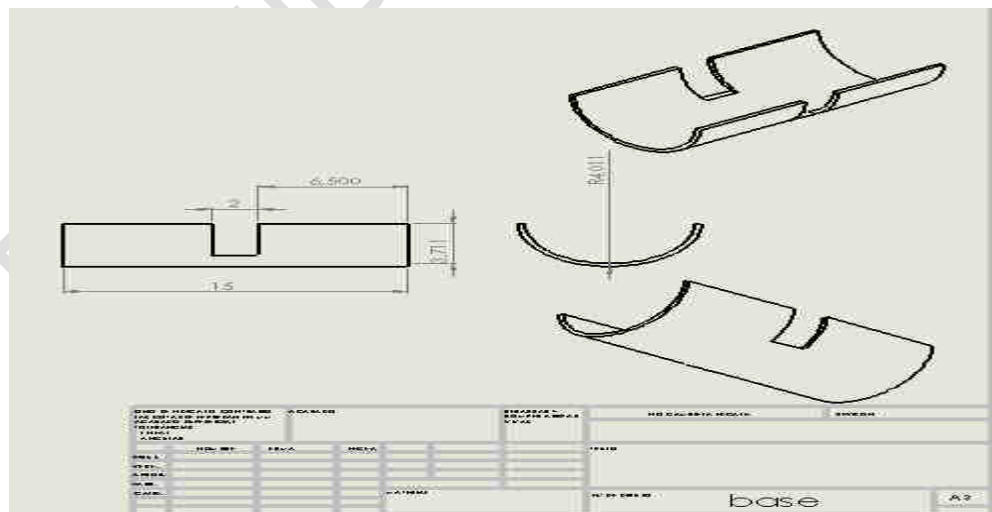
Planos Del Prototipo En SolidWorks

Plano. Soporte para la muñeca



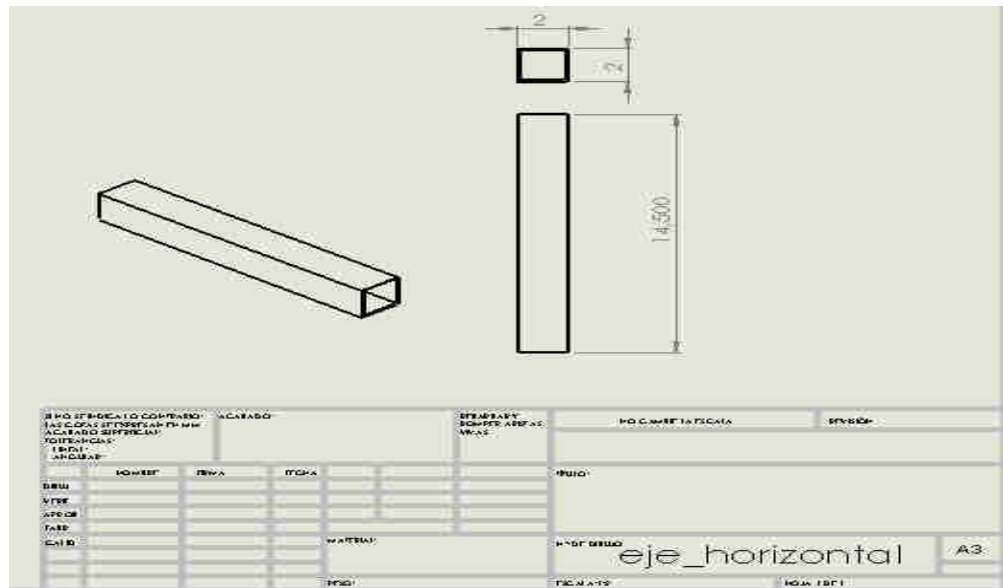
Fuente: Esta investigación 2015

Plano. Soporte de antebrazo



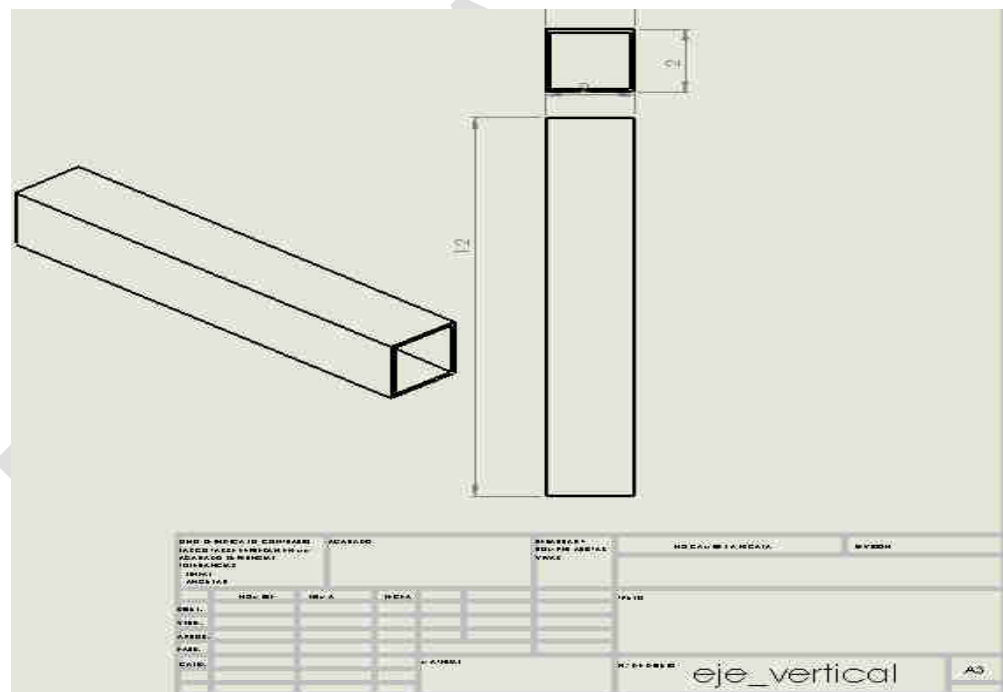
Fuente: Esta investigación 2015

Plano. Eje horizontal antebrazo-muñeca



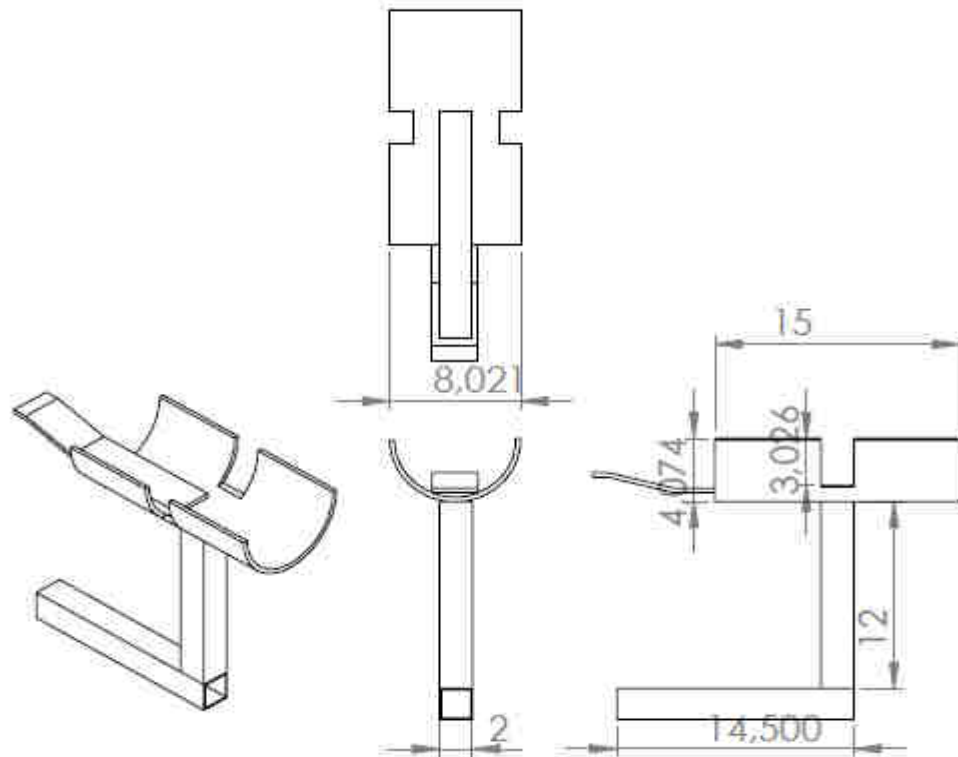
Fuente: Esta investigación 2015

Plano. Eje vertical antebrazo-muñeca



Fuente: Esta investigación 2015

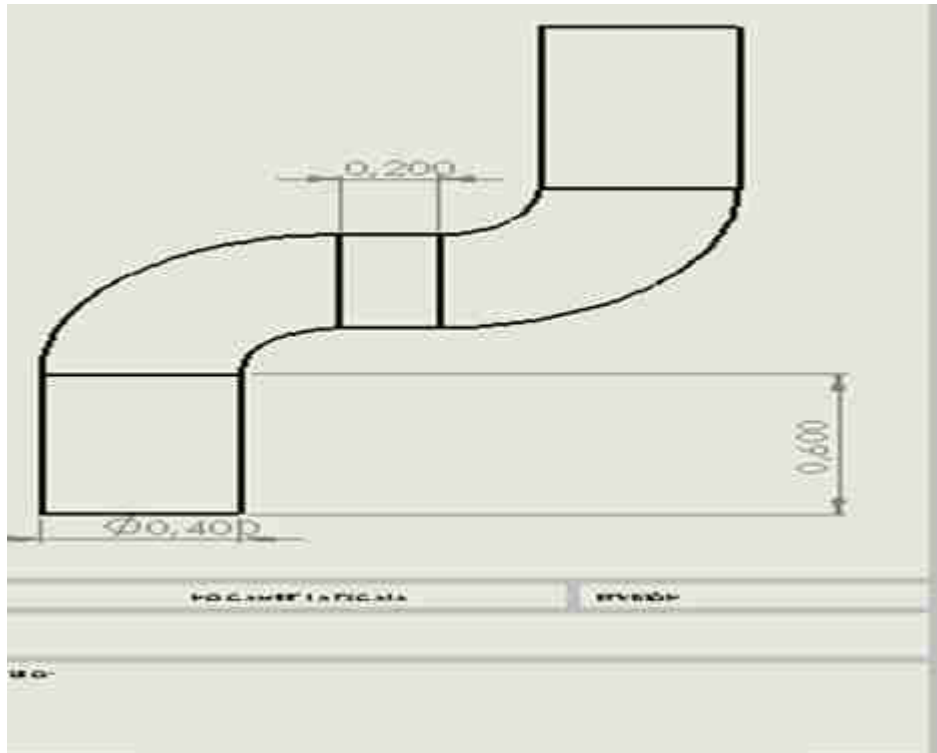
Plano. Ensamble de soportes antebrazo-muñeca



REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
TÍTULO:		
NÚMERO DE DIBUJO	Ensamblaje_antebrazo	

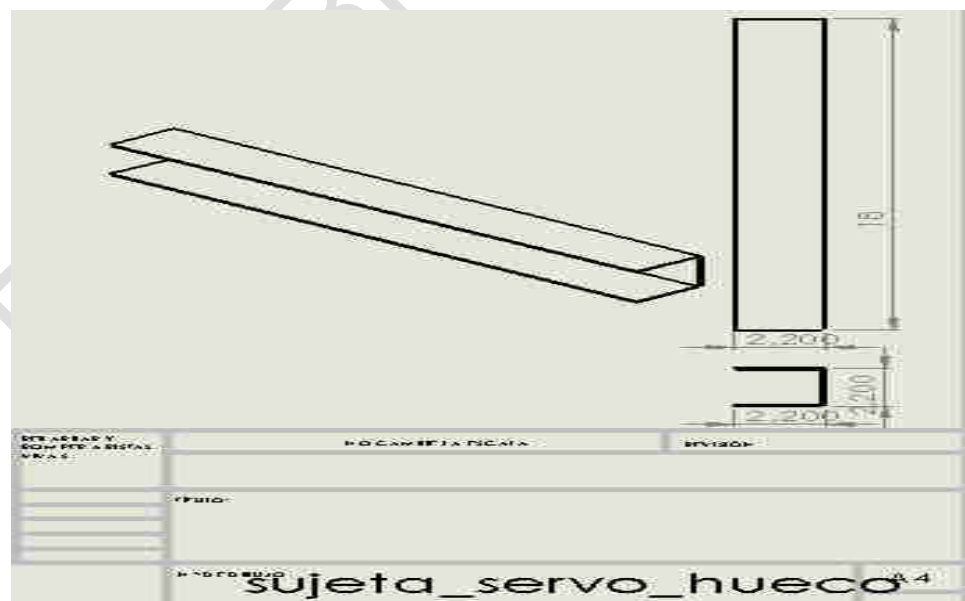
Fuente: Esta investigación 2015

Plano. Eje de soporte de dedo



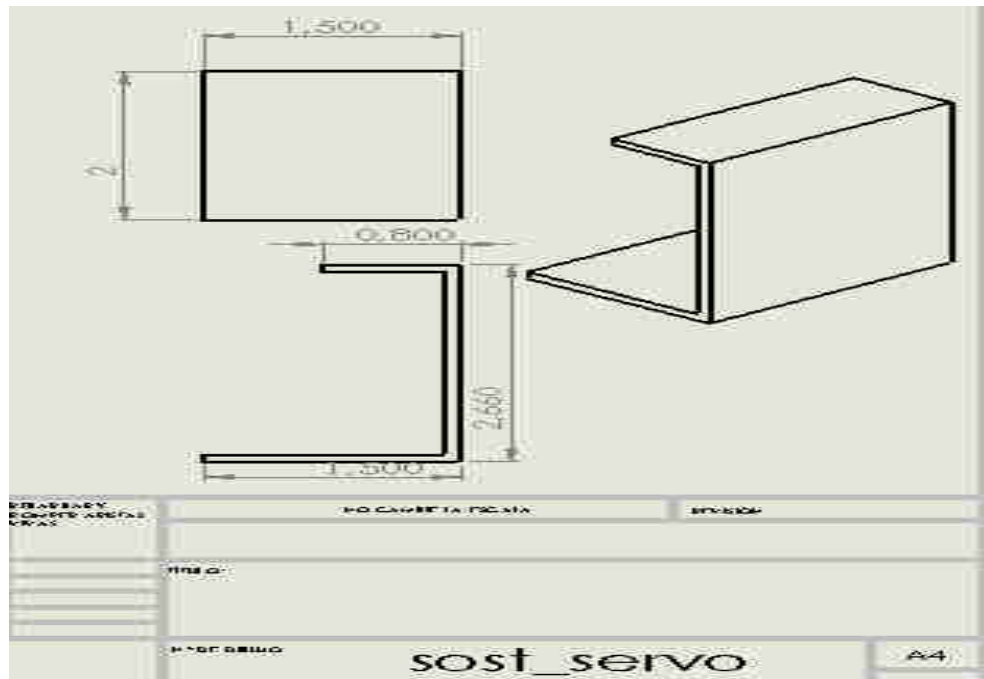
Fuente: Esta investigación 2015

Plano. Eje de soporte de servo-estructura



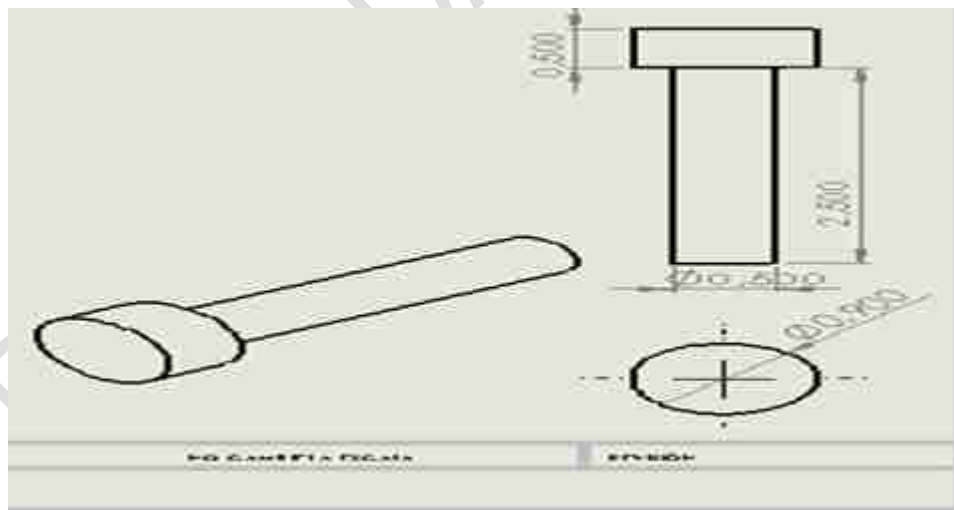
Fuente: Esta investigación 2015

Plano. Sujeta servo



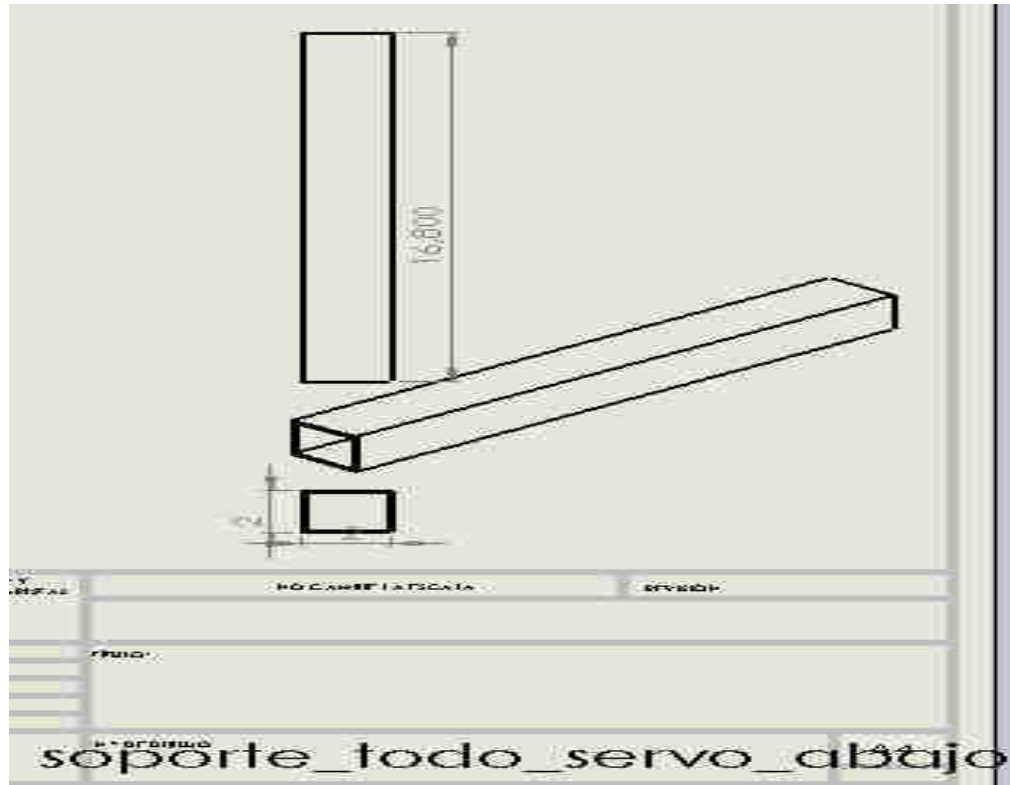
Fuente: Esta investigación 2015

Plano. base-dedo



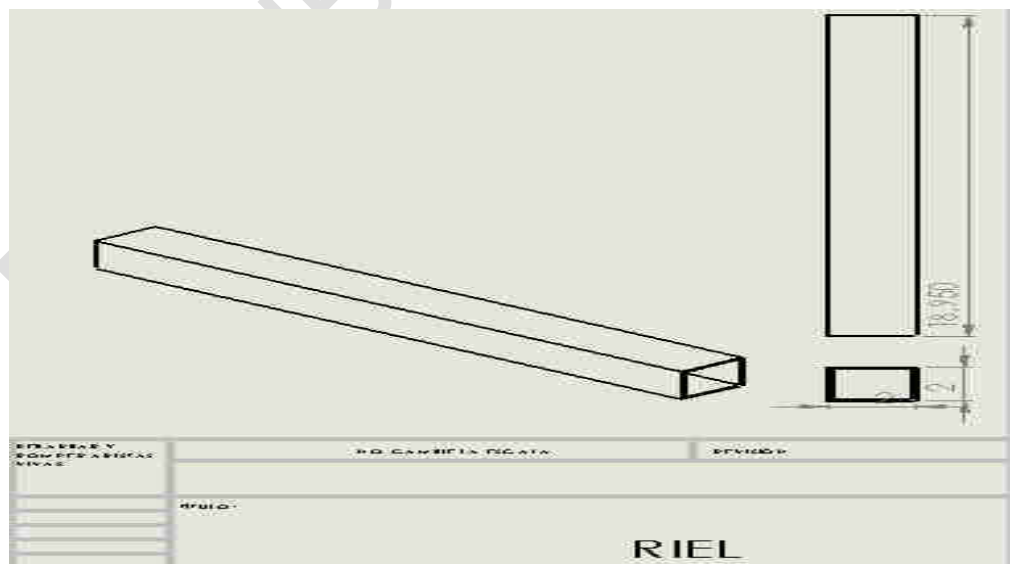
Fuente: Esta investigación 2015

Plano. Soporte inferior de servomotor



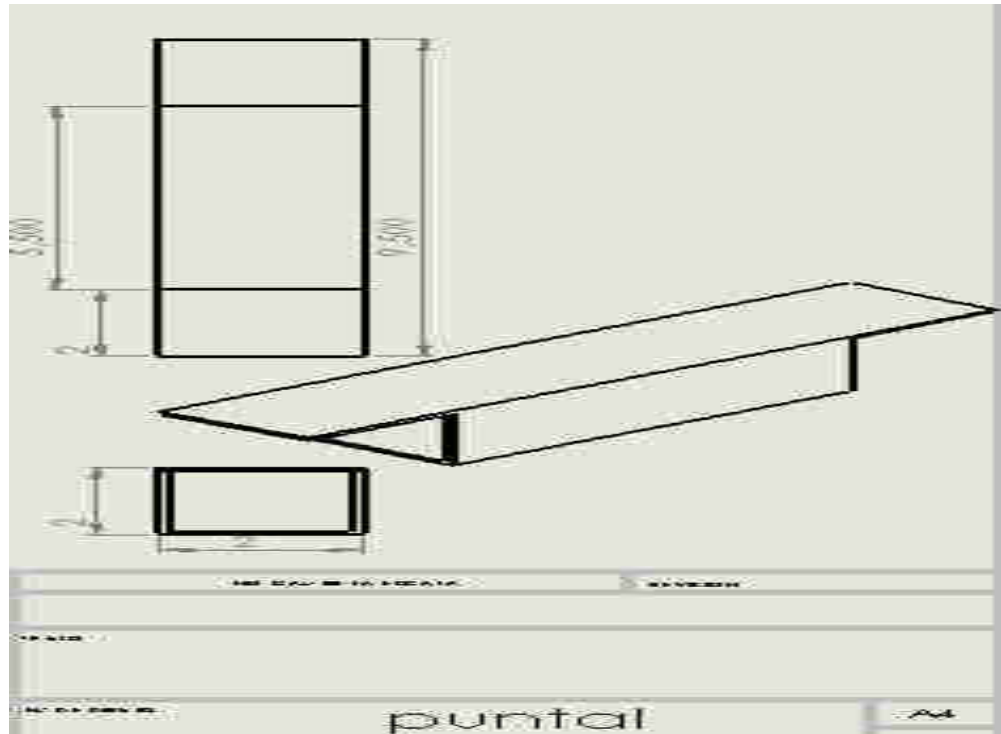
Fuente: Esta investigación 2015

Plano. Riel de para la corredera



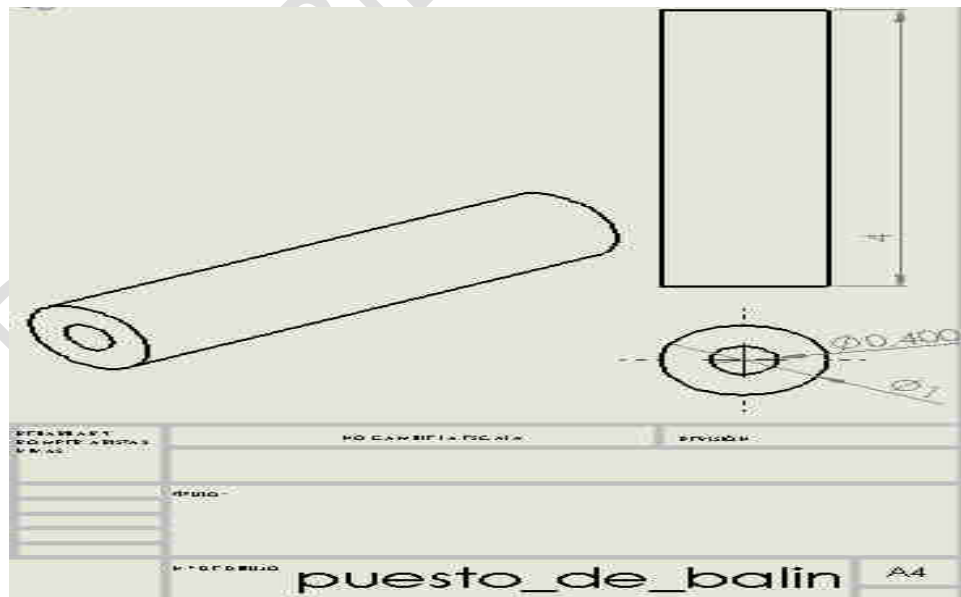
Fuente: Esta investigación 2015

Plano. Eje vertical de estructura



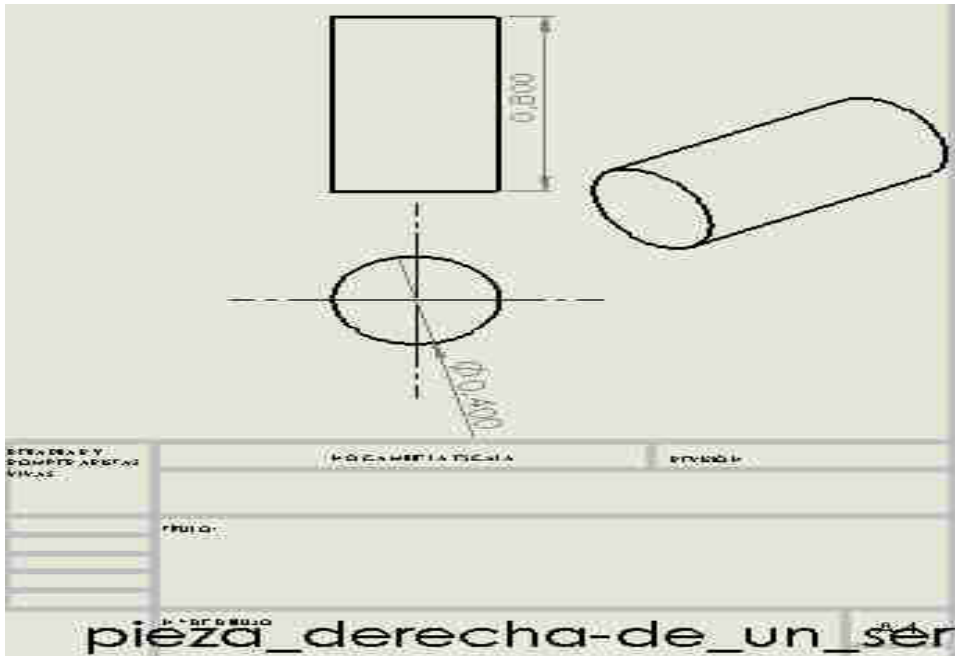
Fuente: Esta investigación 2015

Plano. Puesto de balín para los dedos índice, medio, anular y meñique



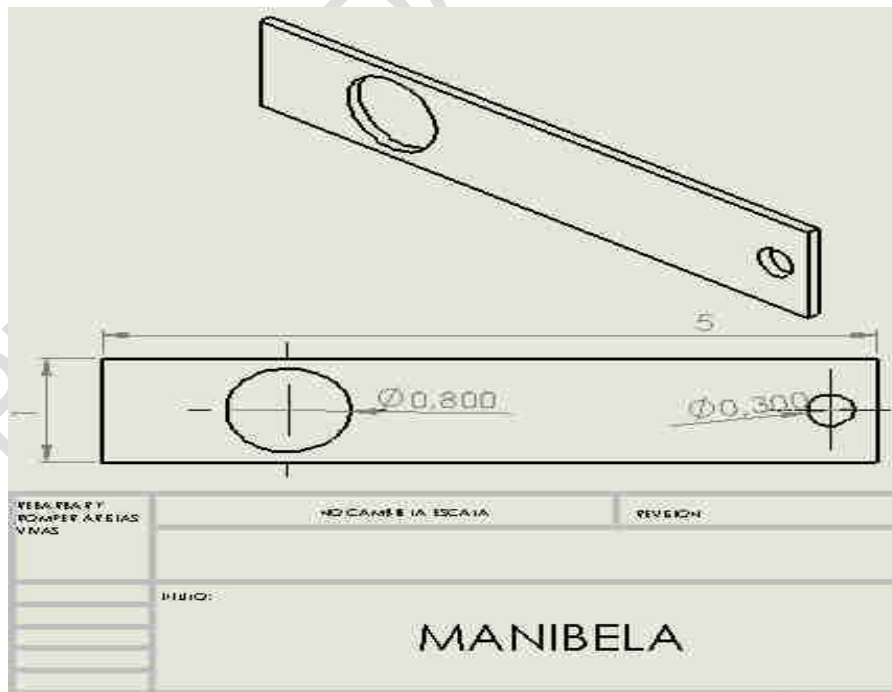
Fuente: Esta investigación 2015

Plano. Apoyo para balín del dedo pulgar



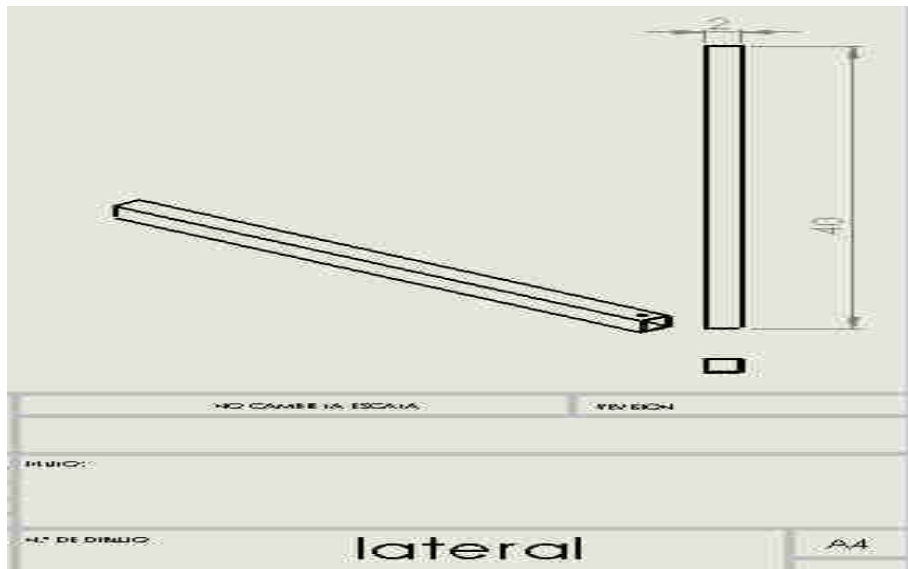
Fuente: Esta investigación 2015

Plano. Manivela para el servomotor



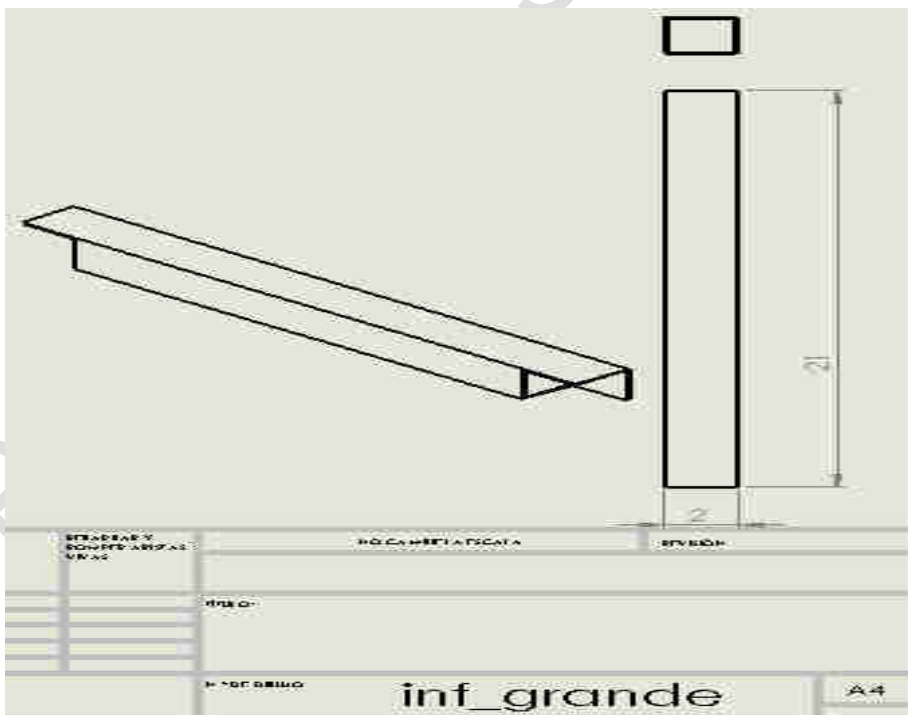
Fuente: Esta investigación 2015

Plano. Pieza lateral para estructura principal



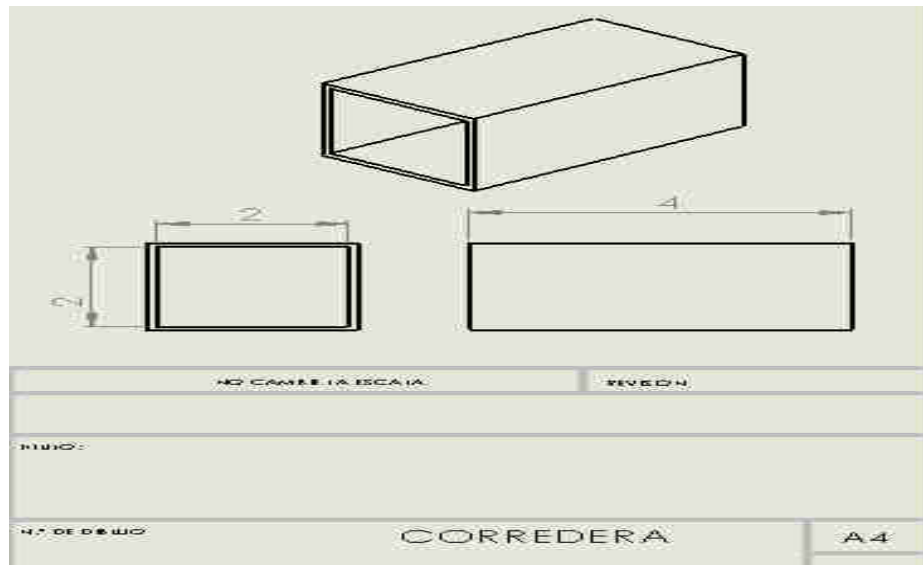
Fuente: Esta investigación 2015

Plano. Pieza inferior estructura principal



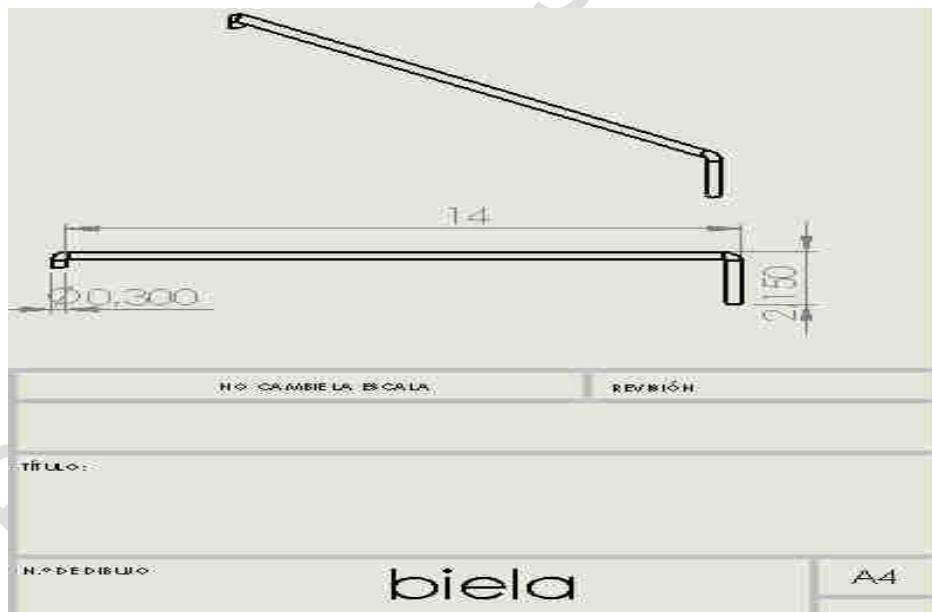
Fuente: Esta investigación 2015

Plano. Corredera para el movimiento de los dedos



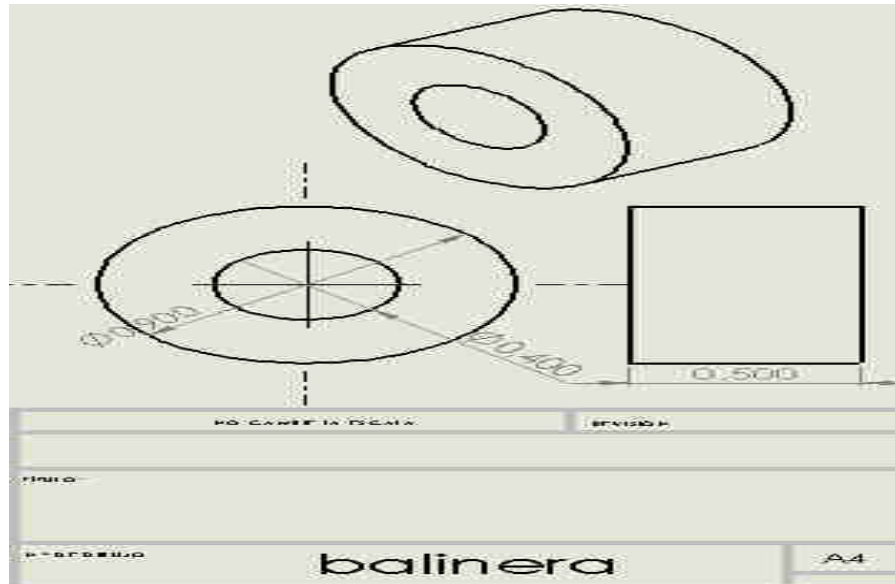
Fuente: Esta investigación 2015

Plano. Biela para el servomotor



Fuente: Esta investigación 2015

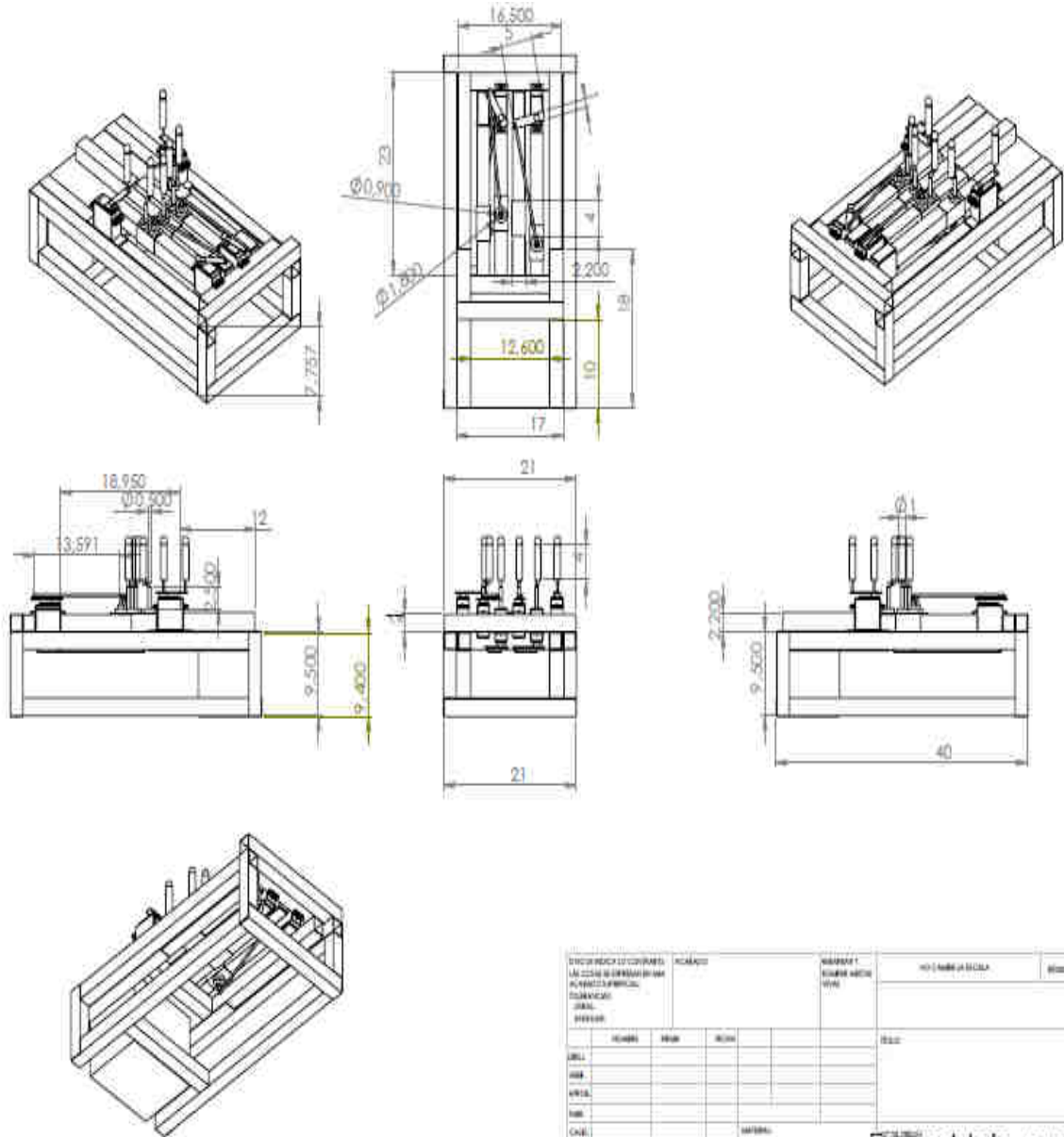
Plano. Balinera para el movimiento de biela



Fuente: Esta investigación 2015

PROHIBIDA SU

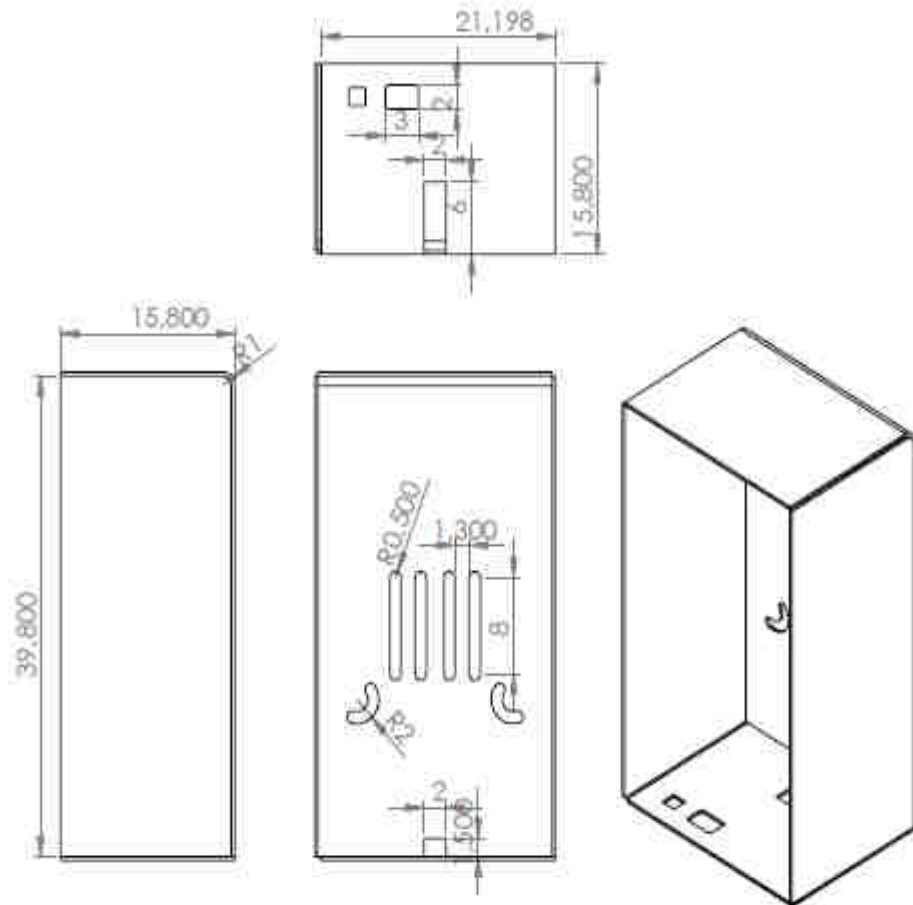
Plano. Ensamble estructura principal



Ensamblaje_prototipo

Fuente: Esta investigación 2015

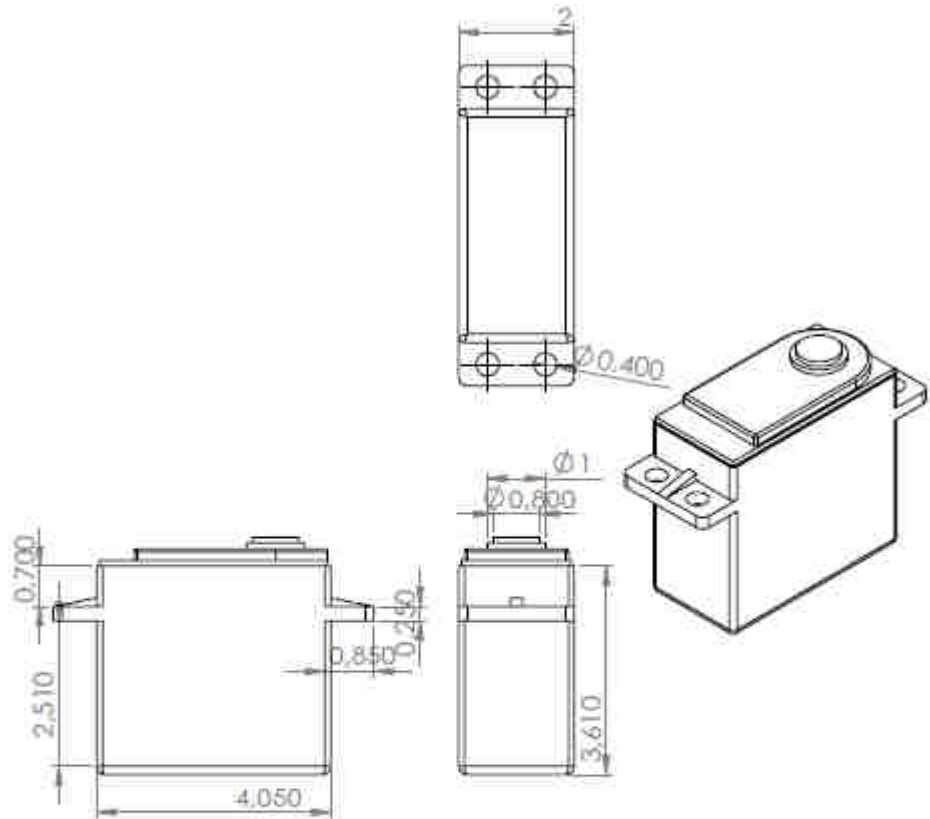
Plano. Cubierta para estructura



DISEÑO DE PROYECTO CONFECCIONADO LAS COSAS DE ENTIDAD (DISEÑO) ACABADO SUPERFICIAL (DISEÑO) TOLERANCIAS (DISEÑO) ANOTACIONES				APROBADO:	REVISADO Y COTADO:	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISOR:
DISEÑO	REVISOR	PARRA	YUCA	ESCALA:	TITULO	N° DE DISEÑO: Ensamblaje_car A3	
VISTAS	AVISO	FECHA	CALIDAD	MATERIAL:	ESCALA:	(OJO A LA ESCALA)	
PARRA	YUCA	CALIDAD	MATERIAL:	ESCALA:	TITULO	N° DE DISEÑO: Ensamblaje_car A3	

Fuente: Esta investigación 2015

Plano. Servomotor



SE HICIE INDICA LO CONSERVADO. LAS COTAS SE ESPESAN (E) MM ACABADO ESPECIAL: (DIFERENCIA) LÍNEA ANGULAR		ACABADO:	REBARBAR Y CONFECCIONES VNAE		NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					TÍTULO	
DRU1	NOMBRE	TIPO	FECHA			
VER						
APRO						
FAB						
CRUZ				MATERIAL:	Nº DE DISEÑO	
					servomotor	
					A3	

Fuente: Esta investigación 2015



Anexo D
Manual de usuario

PROTOTIPO ELECTRÓNICO PARA TERAPIAS DE REHABILITACIÓN EN DEDOS DE LA MANO EN PACIENTES CON HEMIPARESIA.





1	CONTENIDO.....	141
1.	INTRODUCCIÓN.	142
2.	OBJETIVO DE ESTE MANUAL.	142
3.	DIRIGIDO A:.....	142
4.	LO QUE DEBE CONOCER.....	142
5.	ESPECIFICACIONES TECNICAS	143
5.1	Software base de datos.....	144
5.2	Software interfaz grafica.....	144
6.	INSTALACIÓN DE SOFTWARE	144
6.1	CÓMO DESCARGAR E INSTALAR POSTGRESQL	144
6.2	INSTALACIÓN DEL CONTROLADOR ODBC	154
6.3	Descargar e instalar Microsoft visual estudio 2010	161
6.4	Descargar e instalar Arduino	169
7.	OPERACIÓN AL SISTEMA DE REHABILITACION	171

PROHIBIDA SU COPIA



1. INTRODUCCIÓN.

En este documento se describe los objetivos e información clara y concisa de cómo utilizar el Sistema de rehabilitación en pacientes con disfuncionalidad motora en dedos de las manos.

El Sistema electrónico para terapias fue creado con el objetivo de brindar una nueva y adecuada alternativa para rehabilitación en dedos de la mano. Es de mucha importancia consultar este manual antes y/o durante la visualización de las páginas, ya que guiara paso a paso en el manejo de las funciones del sistema, con el fin de facilitar la comprensión del manual, se incluye gráficos explicativos.

2. OBJETIVO DE ESTE MANUAL.

El objetivo primordial de éste Manual es ayudar y guiar al usuario a utilizar el Sistema de rehabilitación obteniendo la información deseada para poder despejar todas las dudas existentes; y comprende:

- Guía para instalación de software visual Basic, Arduino, PostgreSQL, ODBC.
- Guía para acceder al Sistema de rehabilitación.
- Registro, editar, listar y búsqueda del historial del Pacientes
- Conocer cómo utilizar el sistema, mediante una descripción detallada e ilustrada de las opciones para realizar terapia.

3. DIRIGIDO A:

Este manual está orientado a personas quienes se dediquen a realizar terapia física, es decir a terapeutas y/o médicos especializados en la rehabilitación de problemas de movilidad en dedos de la mano.

4. LO QUE DEBE CONOCER

Los conocimientos mínimos que deben tener las personas que operan el sistema de rehabilitación en dedos de la mano son:

- Conocimiento básico de Windows
- Conocimiento básico en herramientas ofimáticas



5. MEDIDAS DE SEGURIDAD E INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO

Para utilizar el dispositivo de manera apropiada y segura, lea cuidadosamente estas advertencias y precauciones y respétalas estrictamente durante la operación del dispositivo.

5.1 Medidas de seguridad

- Antes de conectar los cables, deje de utilizar el dispositivo y luego desconéctelo de la fuente de alimentación, asegúrese de tener las manos secas para realizar esta operación.
- Coloque el dispositivo sobre una superficie estable.
- Solo utilice los accesorios provisto autorizado por el fabricante del dispositivo. De lo contrario, es posible que su funcionamiento se vea afectado.
- En el caso de los dispositivos enchufables, el tomacorriente debe encontrarse cerca del dispositivo y debe ser de fácil acceso.

5.2 Mantenimiento.

- Si el dispositivo no va a ser utilizado por un periodo de tiempo prolongado, apáguelo.
- Si ocurre alguna situación excepcional (por ejemplo, el dispositivo genera humo o ruidos), deje de utilizar el equipo inmediatamente, apáguelo, extraiga todos los cables conectados a él.
- No aplaste los cables, no hale de ellos y no los doble demasiado. De lo contrario, podrían dañarse y hacer que el equipo funcione mal.
- Antes de limpiar el equipo, deje de utilizarlo, apáguelo y luego extraiga todos los cables.
- Utilice una tela limpia, suave y seca para limpiar la carcasa del dispositivo.

6. Clasificación del prototipo electrónico.

El prototipo electrónico para terapias de rehabilitación está clasificado como equipo de categoría I. Son aquellos dispositivos de bajo riesgo, sujetos a controles generales, no destinados para proteger o mantener la vida o para un uso de importancia especial en la prevención del deterioro de la salud humana y que no representan un riesgo potencial no razonable de enfermedad o lesión.



6.1 Periodicidad De Mantenimiento

Semestral o según las necesidades del cliente y/o requerimientos del fabricante.

7. ESPECIFICACIONES TECNICAS

Para el funcionamiento del sistema de rehabilitación en dedos de la mano requerimos lo siguiente:

7.1 Software base de datos

Base de datos realizada en PostgreSQL.

7.2 Software interfaz grafica

Interfaz gráfica diseñada en Visual Basic 2010.

7.3 Software conexión de PostgreSQL y Visual Basic 2010.

Controlador ODBC para tener acceso a base de datos.

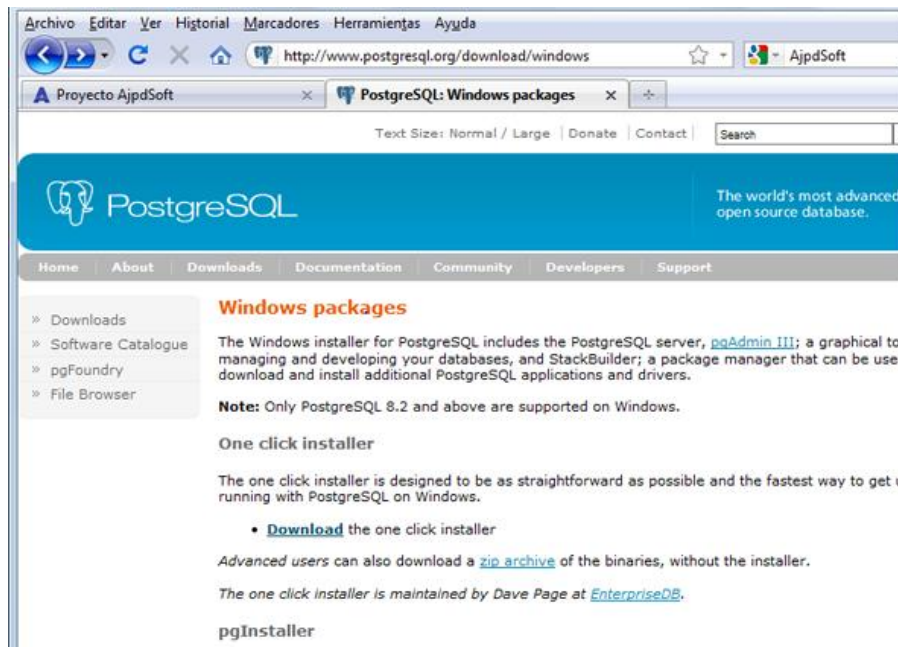
8. INSTALACIÓN DE SOFTWARE

8.1 DESCARGAR E INSTALAR POSTGRESQL

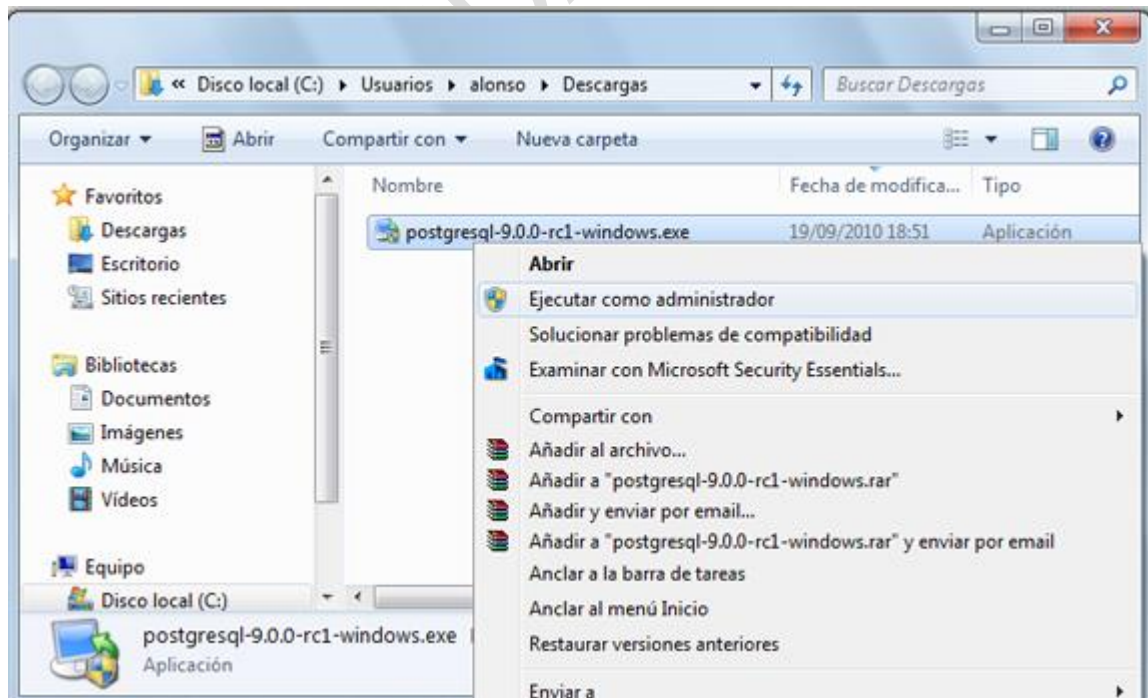
Abriremos un navegador web y accederemos a la URL:

<http://www.postgresql.org/download/windows>

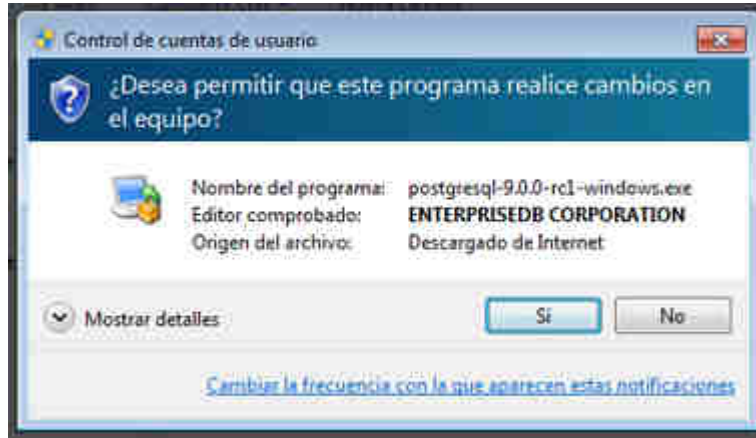
En nuestro caso descargaremos la versión aún no estable 9.0.0 RC1 para Windows de 32 bits (Win x86-32):



Una vez descargado el archivo de instalación de PostgreSQL (postgresql-9.0.0-rc1-windows.exe de 45,5 MB) pulsaremos con el botón derecho del ratón sobre él y seleccionaremos "Ejecutar como administrador":



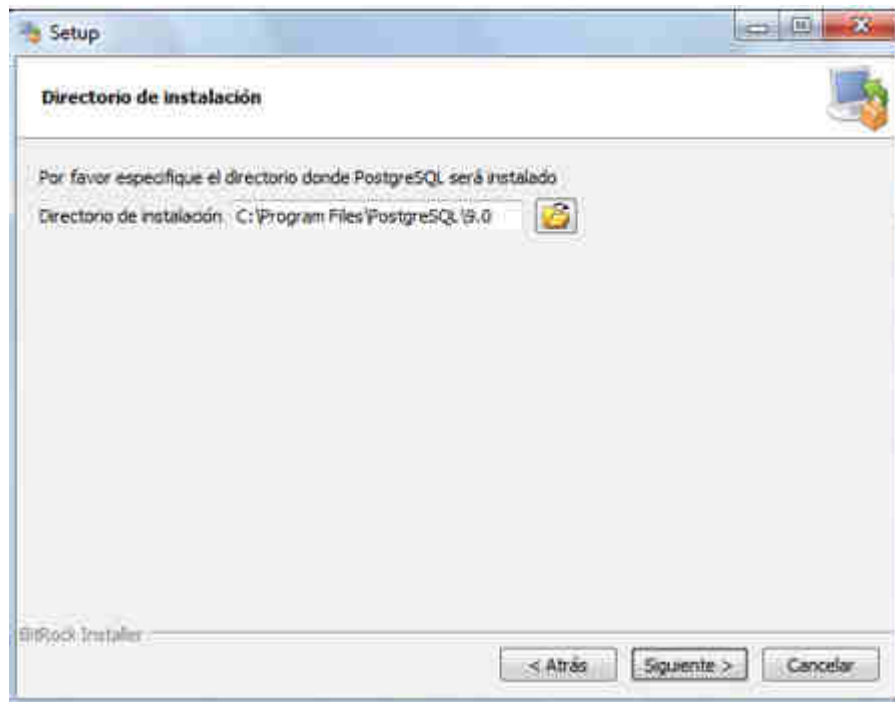
Si tenemos activado el control de cuentas de usuario nos mostrará una advertencia con el texto "¿Desea permitir que este programa realice cambios en el equipo?", pulsaremos "Sí" para continuar con la instalación de PostgreSQL:



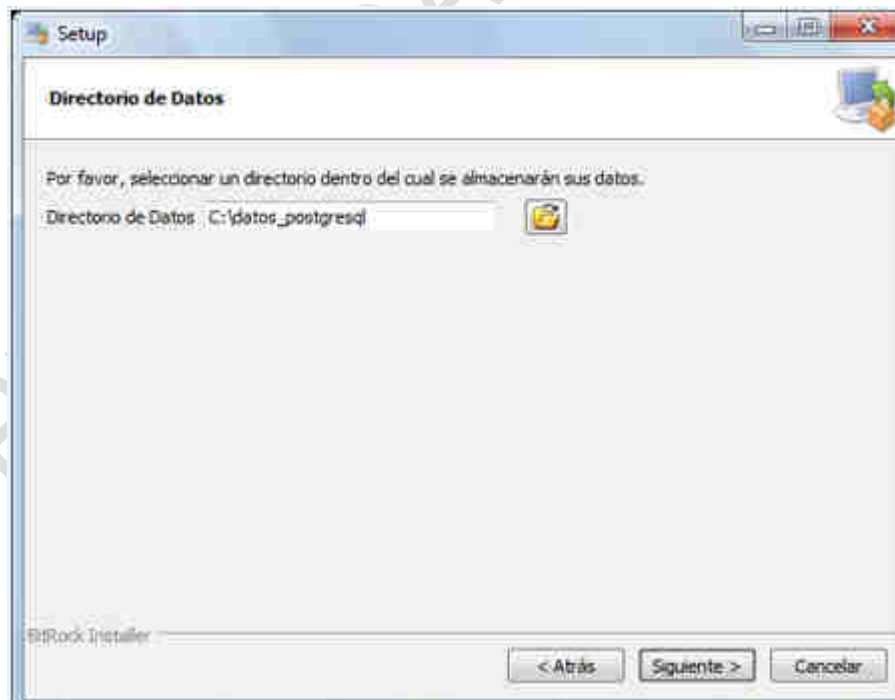
Se iniciará el asistente para instalar PostgreSQL, pulsaremos "Siguiente":



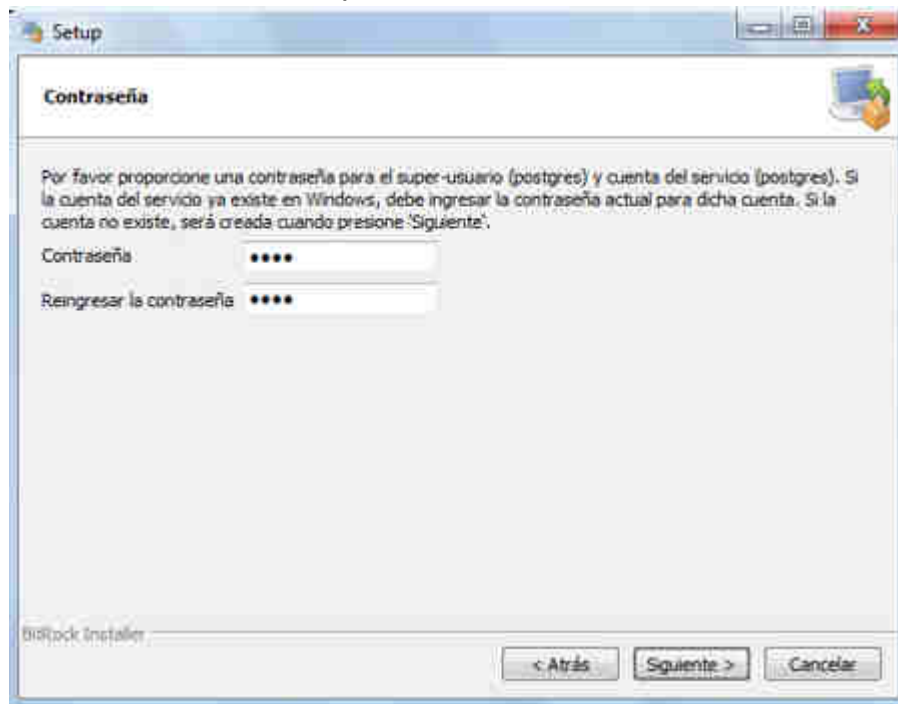
Indicaremos la carpeta de instalación de PostgreSQL, donde se guardarán los ejecutables, librerías y ficheros de configuración de PostgreSQL:



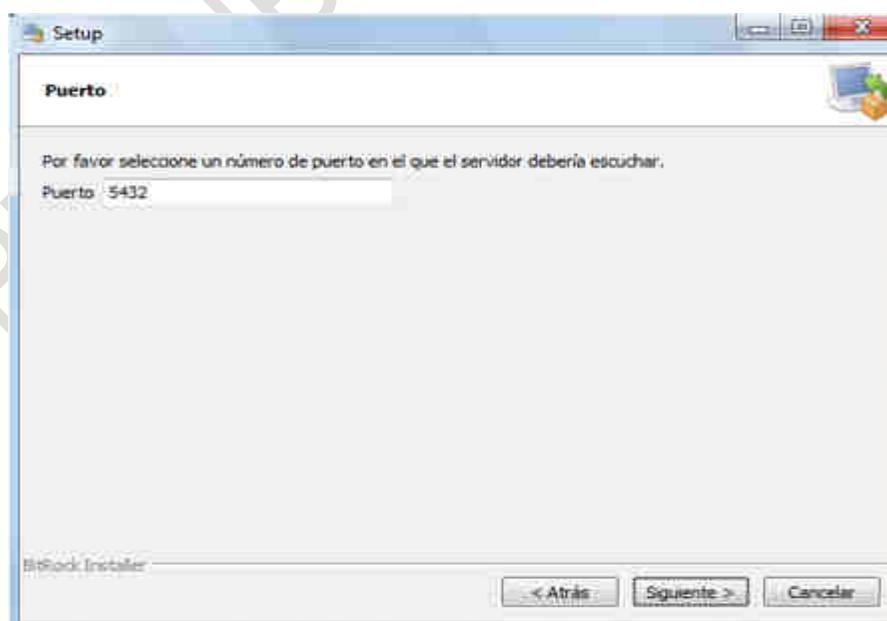
Indicaremos también la carpeta donde se guardarán los datos por defecto de PostgreSQL:



Introduciremos la contraseña para el superusuario "postgres" que será con el que iniciemos sesión para administrar la base de datos:

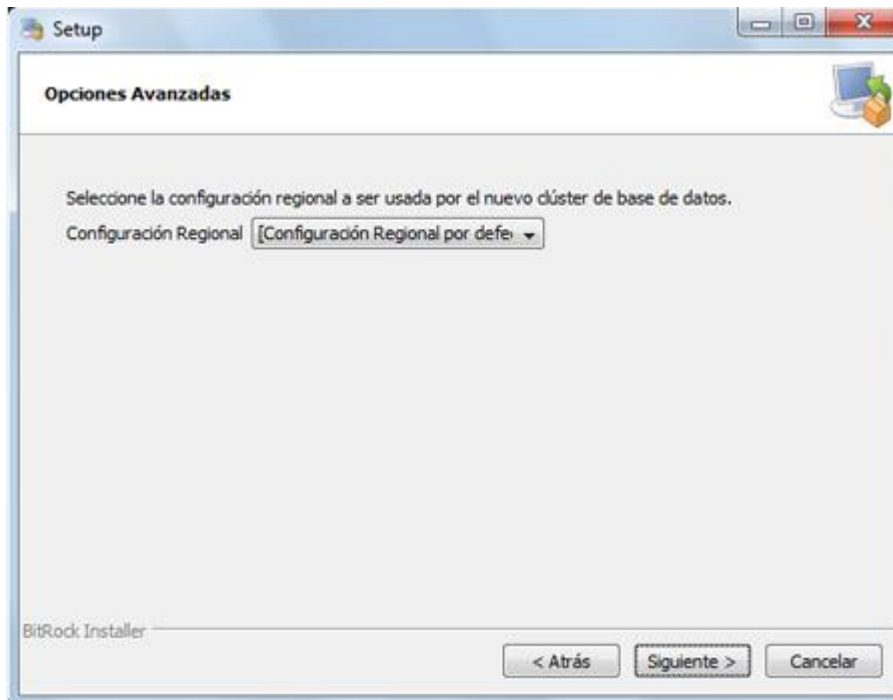


Introduciremos el puerto de escucha para la conexión con el servidor PostgreSQL, por defecto el 5432:

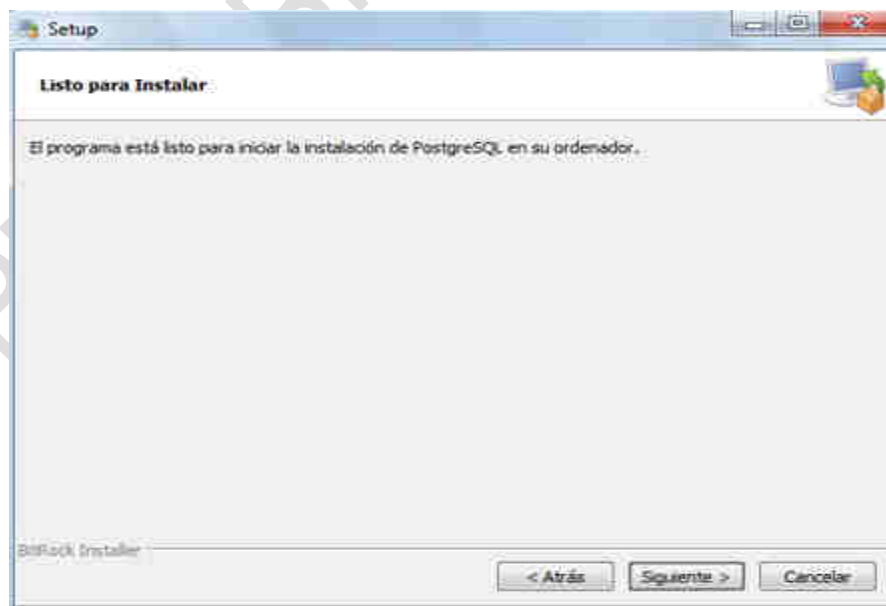




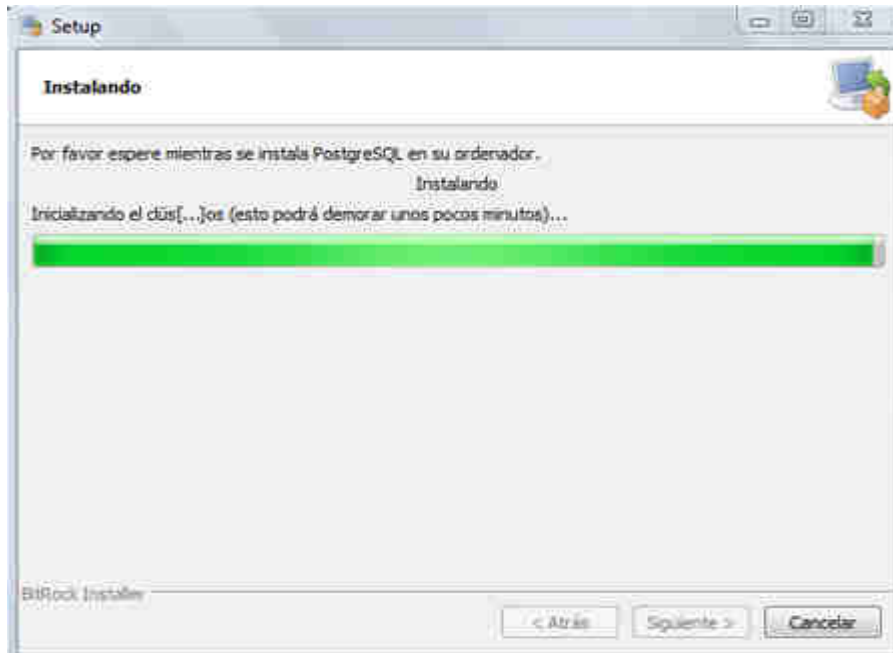
Seleccionaremos la configuración regional:



Pulsaremos "Siguiete" para iniciar la instalación definitiva del servidor PostgreSQL en Microsoft Windows 7:



Se iniciará el asistente para instalar el motor de base de datos PostgreSQL, que creará las carpetas oportunas, copiará los ficheros necesarios y creará el servicio Windows para iniciar de forma automática el motor de base de datos:



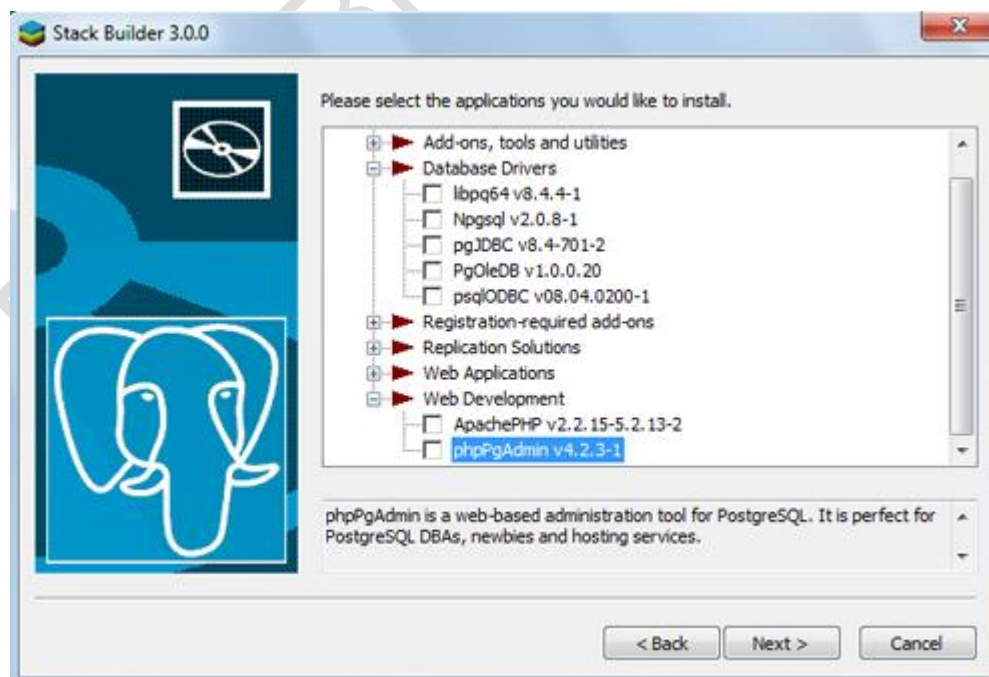
Una vez finalizada la instalación el asistente nos dará la posibilidad de ejecutar Stack Builder, aplicación que nos permitirá instalar otros componentes y herramientas para PostgreSQL:



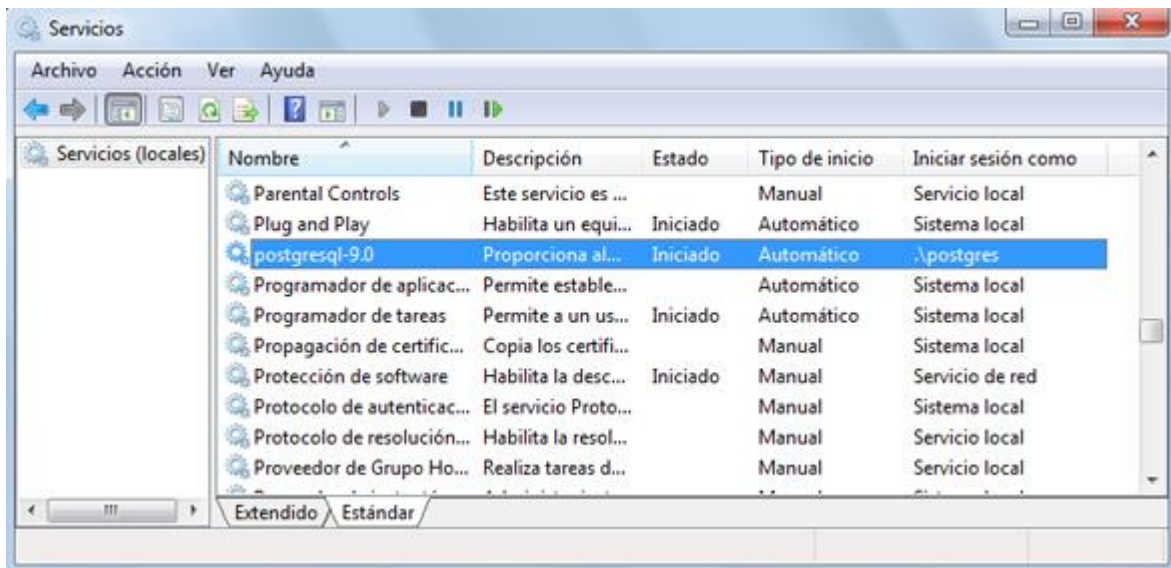
Si hemos marcado la opción de Stack Builder, se iniciará, seleccionaremos "PostgreSQL 9.0 on port 5432" y pulsaremos "Next":



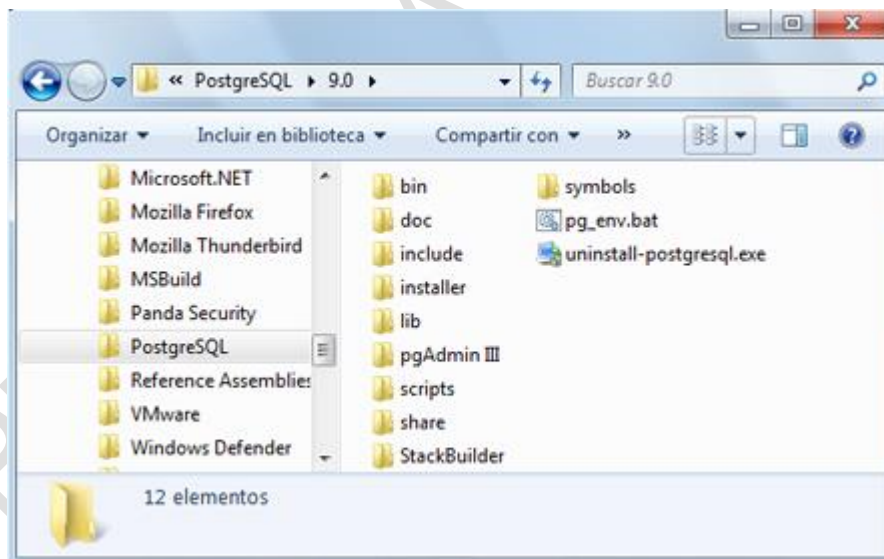
Seleccionaremos las aplicaciones, componentes y herramientas a instalar y pulsaremos "Next" (en nuestro caso cancelaremos Stack Builder pues no instalaremos más componentes):



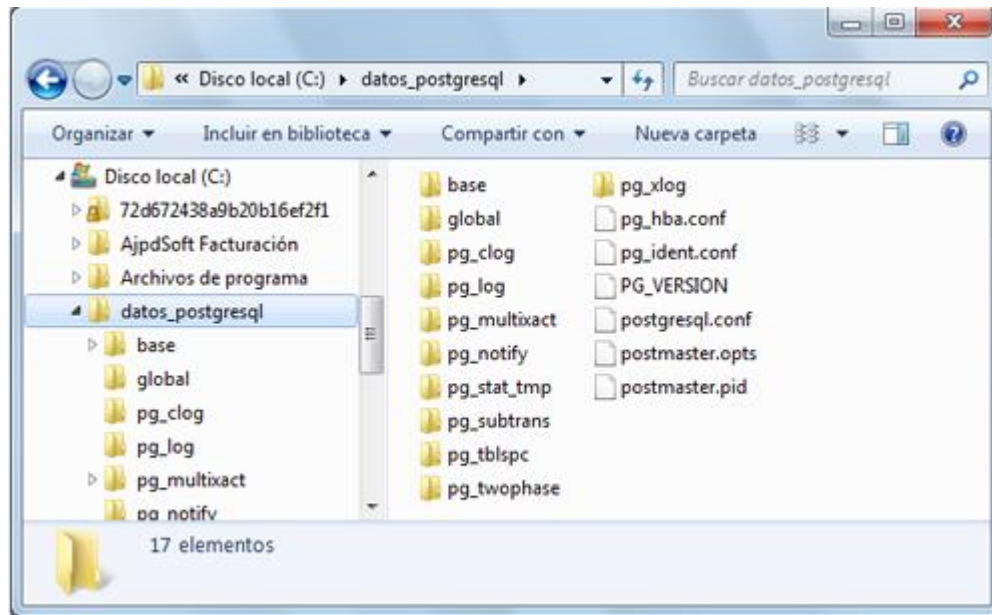
El asistente para instalar el servidor PostgreSQL habrá creado un servicio que estará iniciado y en tipo de inicio automático llamado "postgresql-9.0":



Y habrá creado la carpeta en archivos de programa "PostgreSQL" con las subcarpetas:



Y la carpeta de datos:

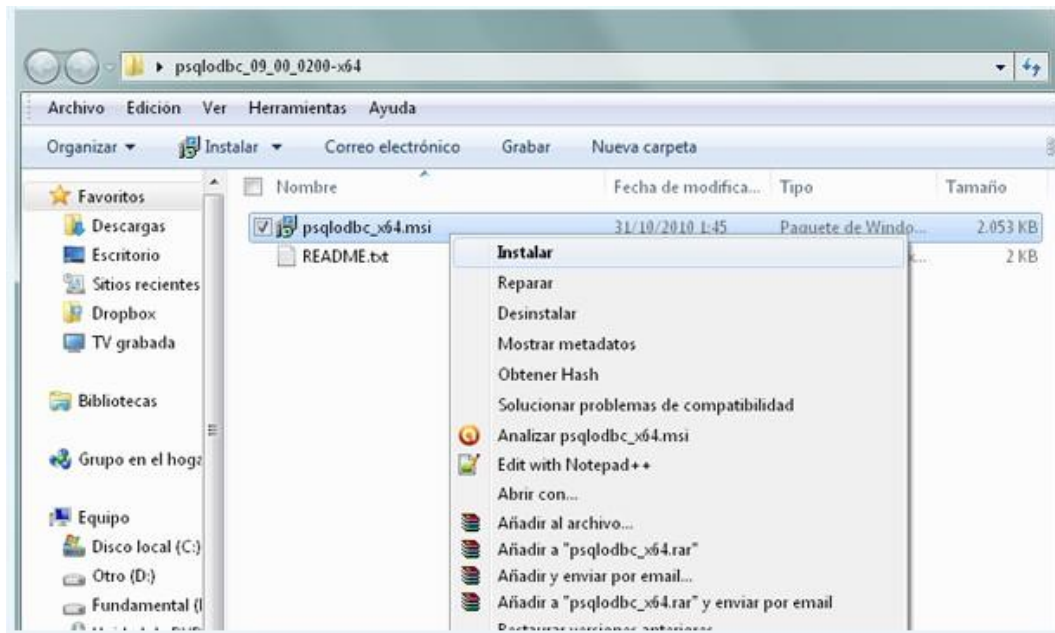


Con esto habremos convertido nuestro equipo Microsoft Windows 7 en un servidor de base de datos PostgreSQL.

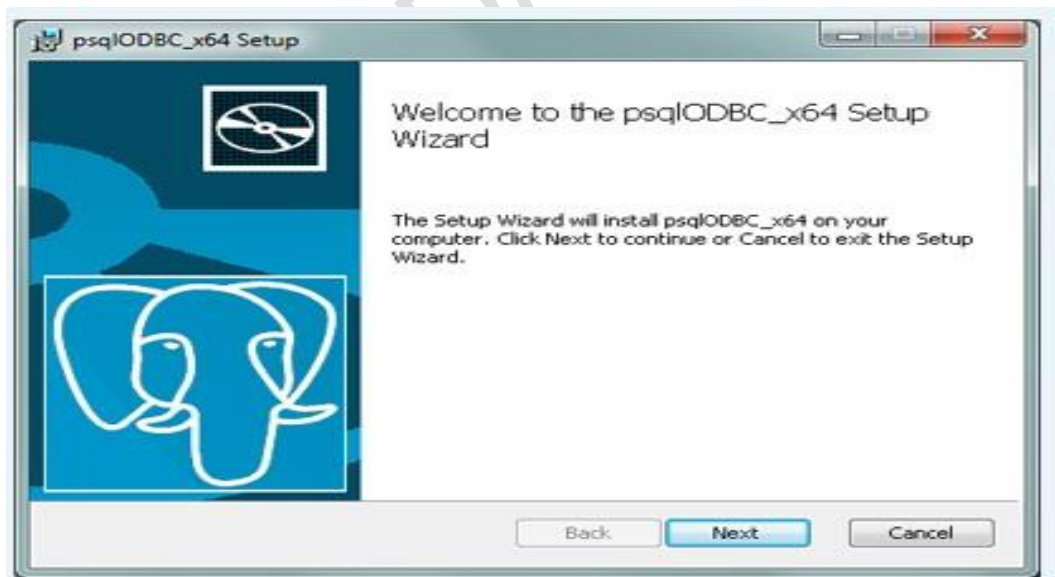
Si queremos que los equipos de nuestra red tengan acceso al servidor PostgreSQL y tenemos algunos cortafuegos (firewall) deberemos abrir el puerto 5432. Y si queremos que se tenga acceso desde Internet al servidor PostgreSQL deberemos re direccionar (mapear) el puerto 5432 en el router o cortafuegos de nuestra empresa.

8.2 INSTALACIÓN DEL CONTROLADOR ODBC

Una vez descargado el controlador procedemos a la instalación



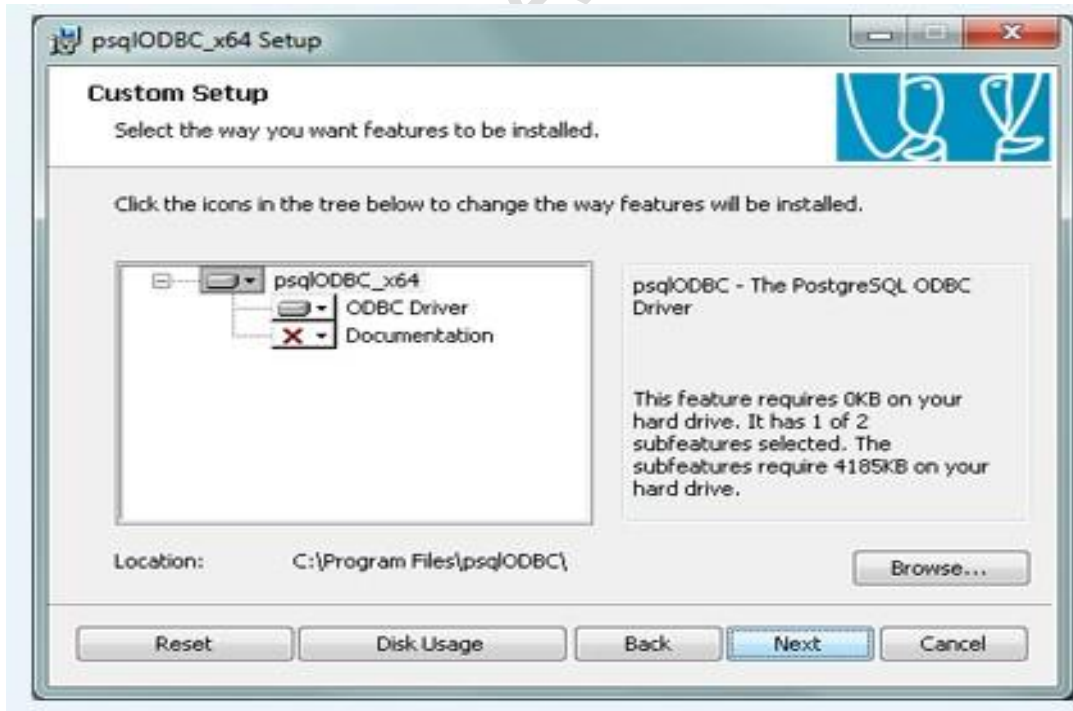
Se iniciará el asistente para instalar el driver ODBC de PostgreSQL en Microsoft Windows 7, pulsaremos "Next" para continuar:



Para Aceptar marcamos "I accept the terms in the License Agreement", pulsaremos "Next" para continuar:

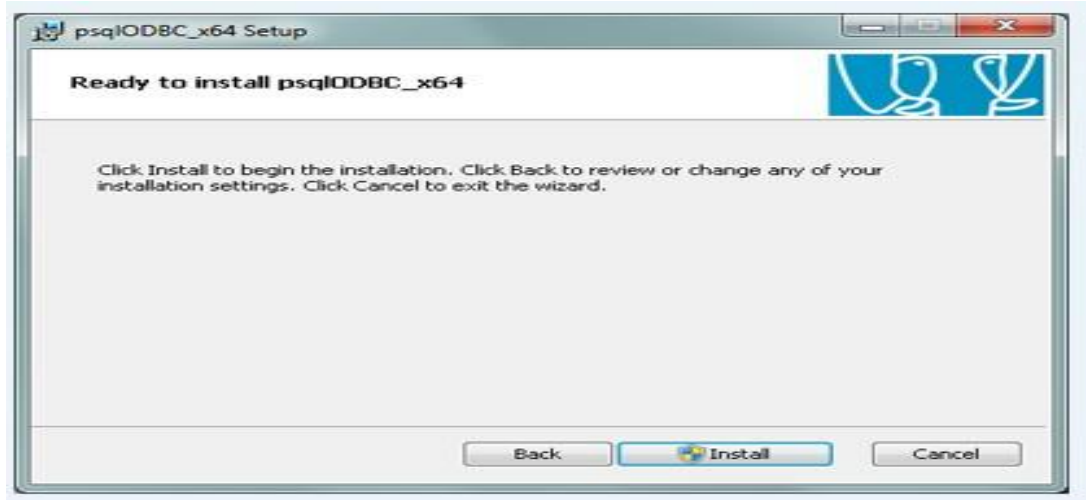


Seleccionaremos la ubicación de los ficheros de instalación, pulsaremos "Next":

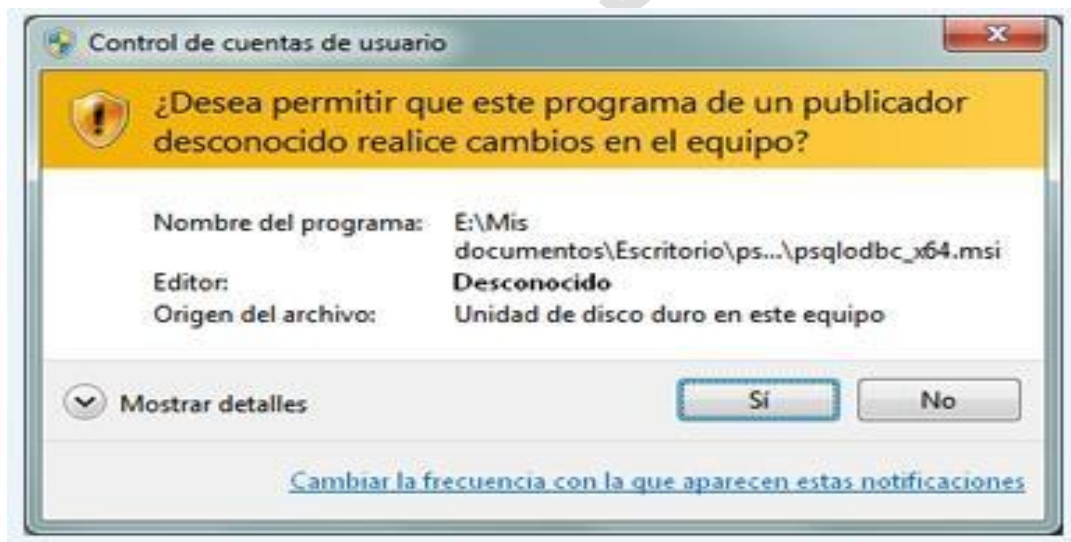


Pulsaremos "Install" para iniciar la instalación final del driver ODBC de

PostgreSQL en Microsoft Windows 7:



Si tenemos UAC (Control de cuentas de Usuario) activado, nos mostrará un mensaje de aviso, pulsaremos "Sí" para continuar:



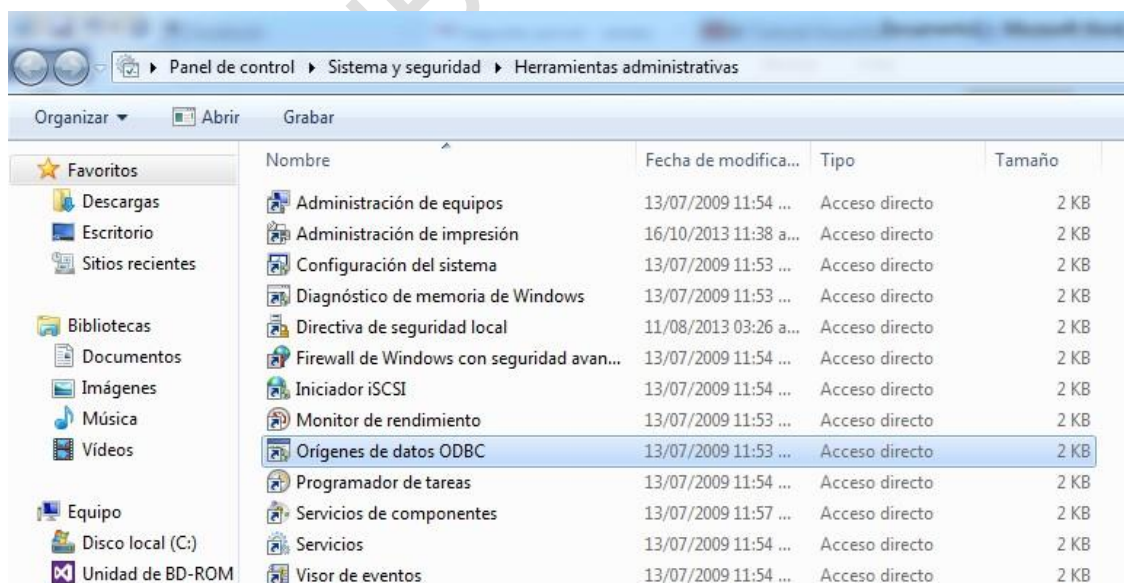
La instalación se completará, mostrará el mensaje Completed hte psqlODBC_x64 (ó psqlODBC_x32) Setup Wizard. Click the Finish button to exit the Setup Wizard. Pulsaremos "Finish" para finalizar la instalación:



Ahora ya tenemos instalado el controlador ODBC, procedemos a configurar los orígenes ODBC

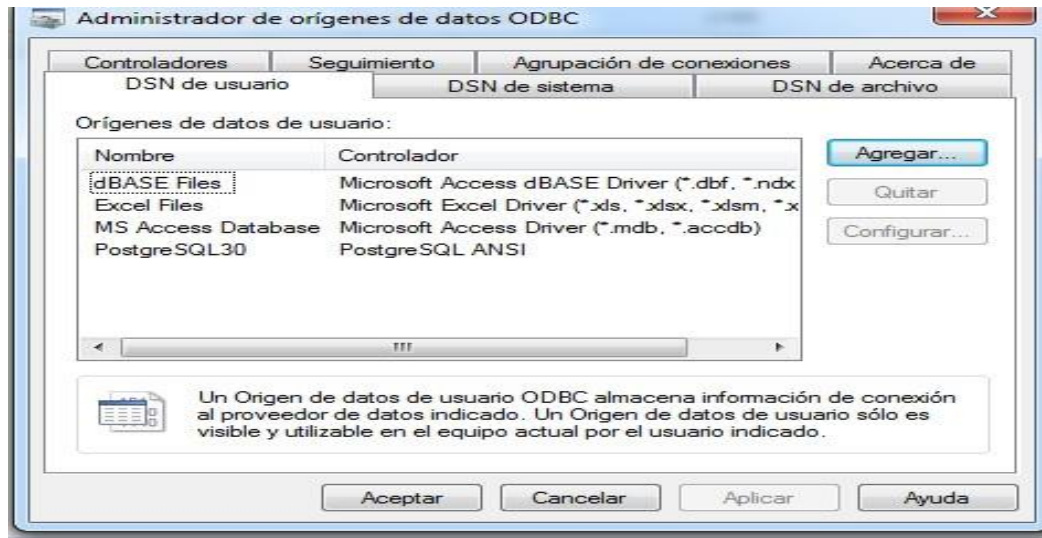
Panel de control\Sistema y seguridad\Herramientas administrativas

Y seleccionamos orígenes de datos ODBC .

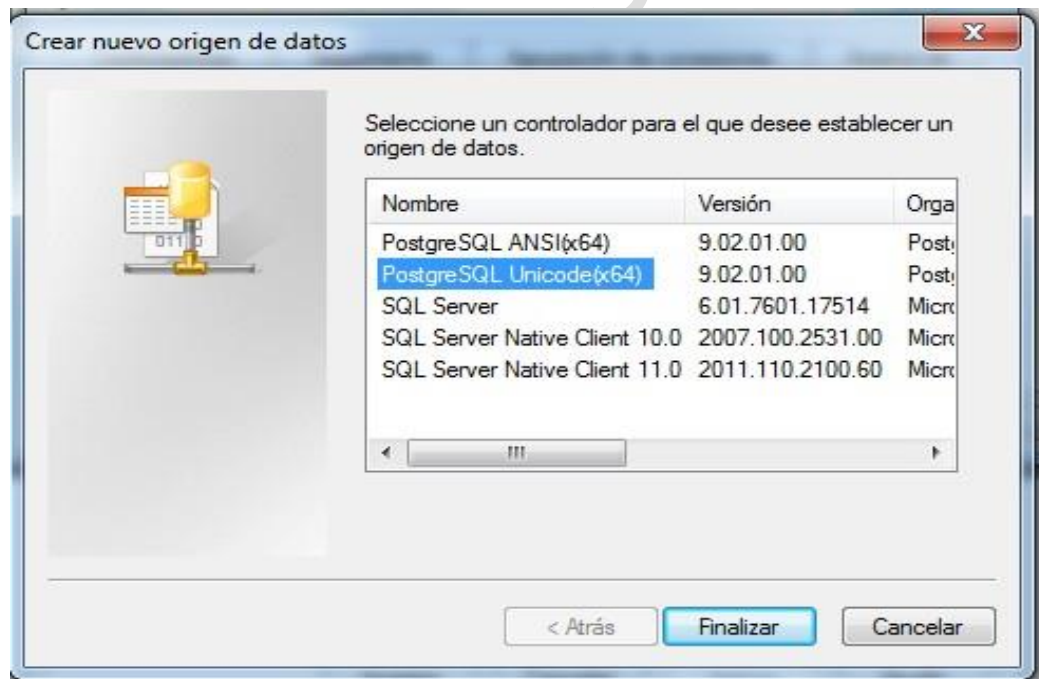




Se selecciona DSN de usuario y luego seleccionamos agregar.



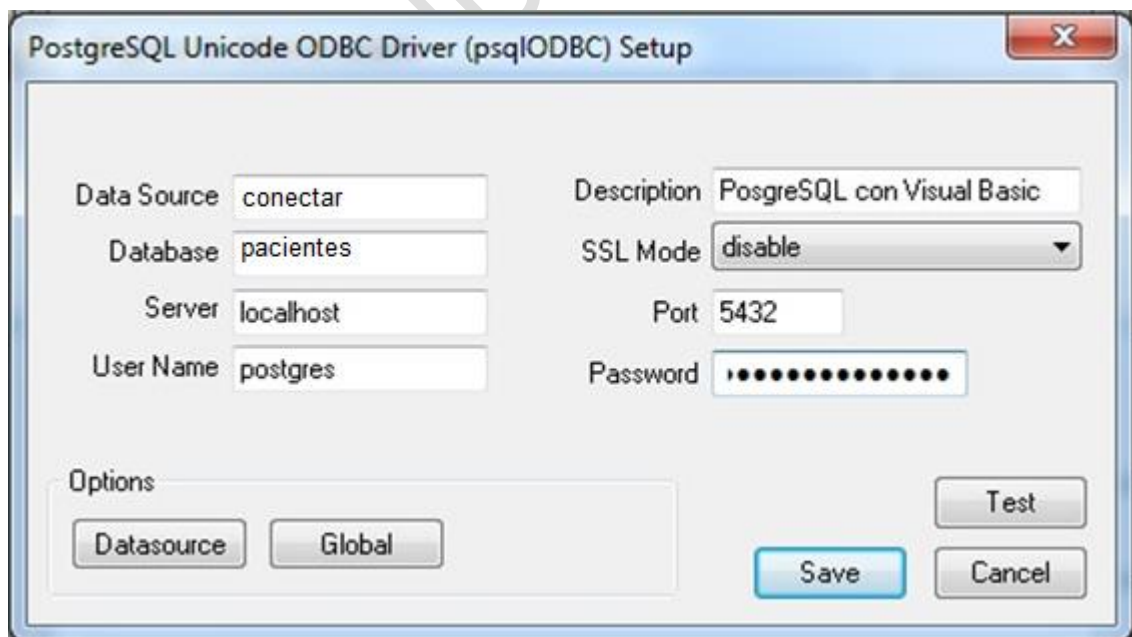
Seleccionaremos el origen de datos "PostgreSQL Unicode(x64)", pulsaremos "finalizar":



En las opciones del driver psqLODBC de PostgreSQL introduciremos las siguientes opciones:



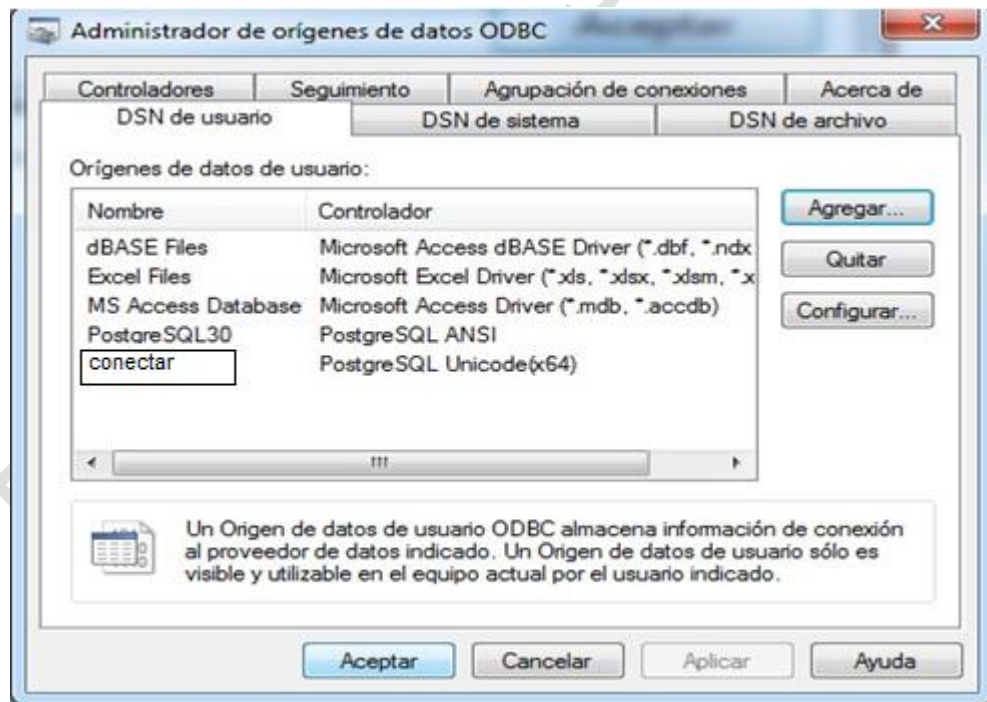
1. Data Source: nombre que le daremos al origen de datos para identificarlo en la cadena de conexión, en nuestro caso "conectar".
2. Database: nombre de la base de datos PostgreSQL a la que nos conectaremos, en nuestro caso "pacientes".
3. Description: texto descriptivo de la conexión, por ejemplo "PosgreSQL con Visual Basic".
4. SSL Mode: si tenemos el modo SSL activado en el servidor podremos seleccionar "enable", en caso contrario seleccionaremos "disable".
5. Server: nombre de red (hostname) o IP del servidor de PostgreSQL, en nuestro caso "localhost".
6. Port: puerto usado por PostgreSQL, por defecto 5432.
7. User Name: nombre de usuario de PostgreSQL con permisos suficientes para la acción que realizará la aplicación, en nuestro caso seleccionaremos el usuario por defecto "postgres".
8. Password: contraseña del usuario "contraseña con la que abrimos nuestras bases de datos en postgres".
9. Pulsaremos en el botón "Test" para comprobar la conexión con el servidor:



Si la conexión se establece correctamente con el servidor de PostgreSQL nos mostrará el siguiente mensaje: "conexión satisfactoria"



Pulsaremos "Aceptar" en la ventana de "Seleccionar origen de datos":





Una vez realizado esta serie de pasos estamos listos para poder realizar la conexión de la aplicación “en nuestro caso la aplicación realizada en visual basic” con la base de datos realizada en postgres “pacientes”.

8.3 DESCARGAR E INSTALAR MICROSOFT VISUAL ESTUDIO 2010

Abriremos un navegador web como Mozilla Firefox y accederemos a la URL:

<http://www.microsoft.com/downloads/es-es/details.aspx?FamilyID=06A32B1C-80E9-41DF-BA0C-79D56CB823F7>

(la URL puede variar en función de la versión)

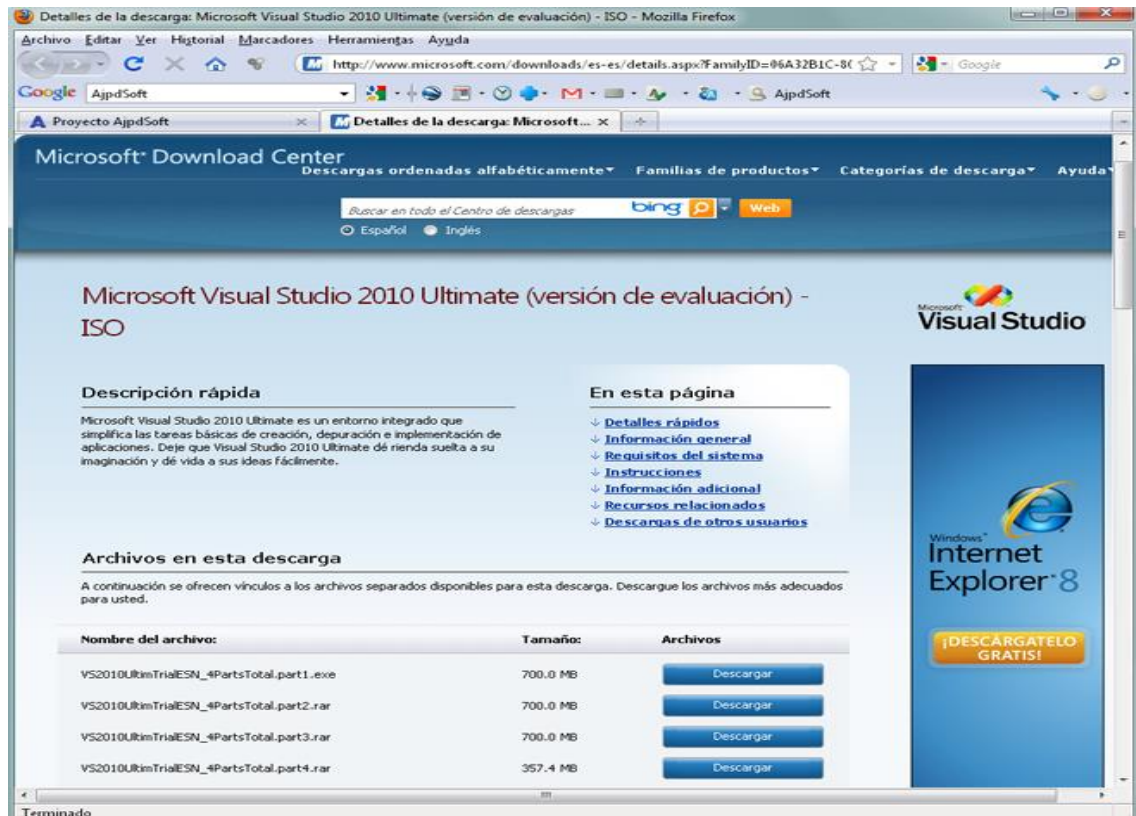
Descargaremos los cuatro ficheros de Visual Studio 2010 Ultimate (versión de evaluación):

VS2010UltimTrialESN_4PartsTotal.part1.exe (720MB).

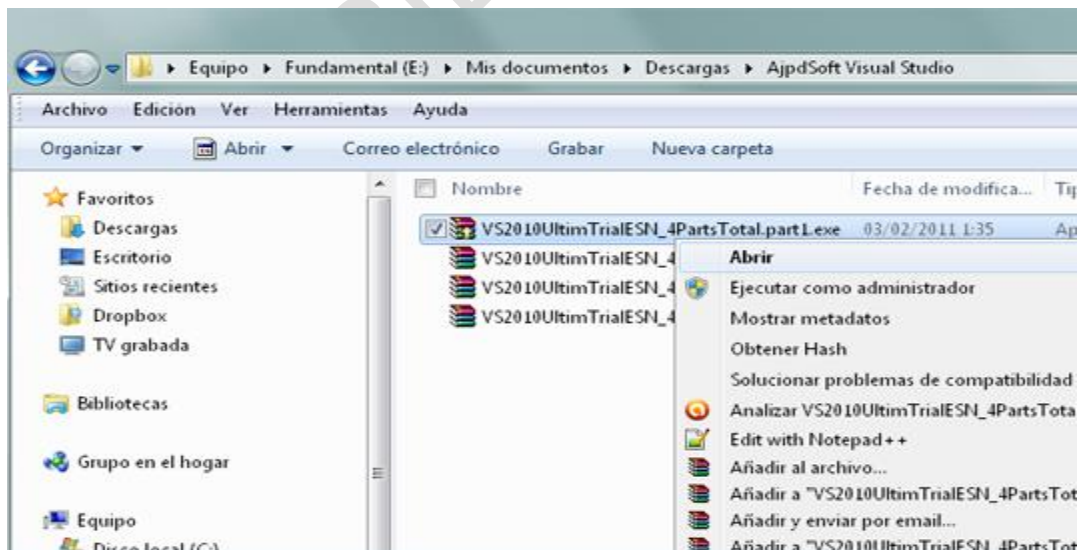
VS2010UltimTrialESN_4PartsTotal.part2.rar (720MB).

VS2010UltimTrialESN_4PartsTotal.part3.rar (120MB).

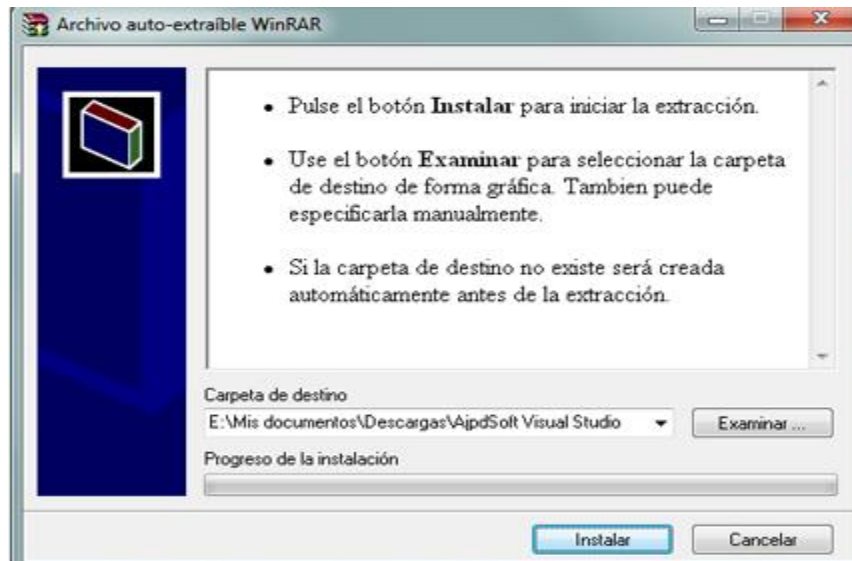
VS2010UltimTrialESN_4PartsTotal.part4.rar (366MB).



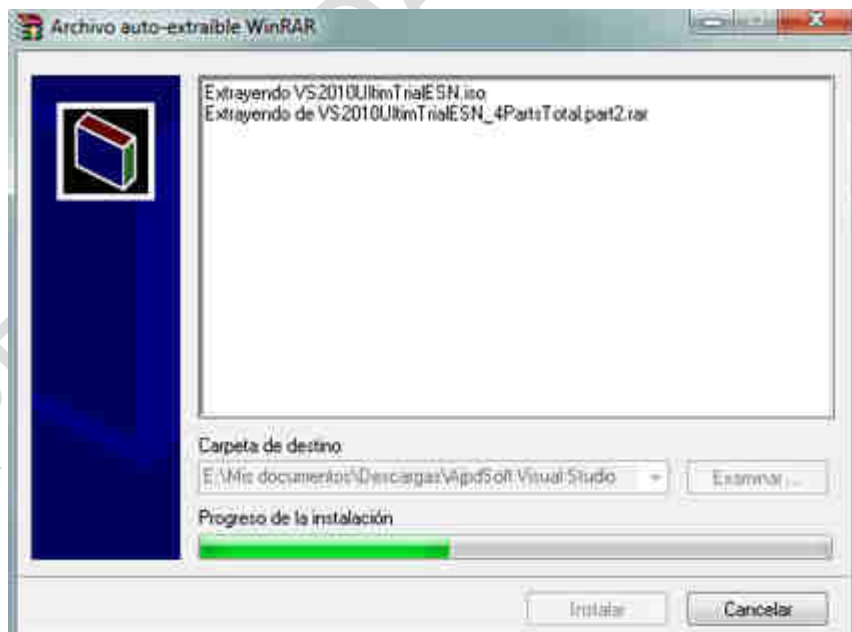
Unas ves descargadas todos los ficheros, ejecutaremos el fichero VS2010UltimTrialESN_4PartsTotal.part1.exe:



Seleccionaremos la carpeta de destino para la descompresión de los ficheros y pulsaremos "Instalar":



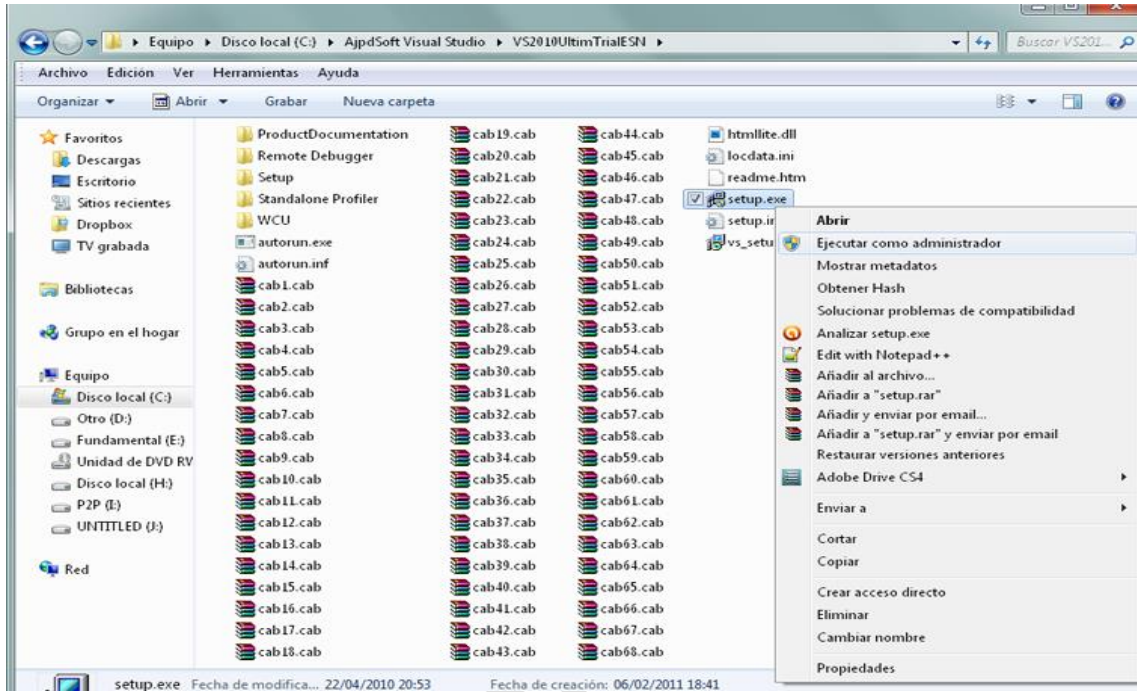
Se iniciará la descompresión de los ficheros descargados en el fichero .iso con la instalación de Microsoft Visual Studio 2010:



Una vez descomprimidos los ficheros, quedará el fichero VS2010UltimTrialESN.iso de 2,5GB, este fichero podremos pasarlo a un DVD como indicamos aquí:

Crear CD con imagen ISO y CDBurnerXP

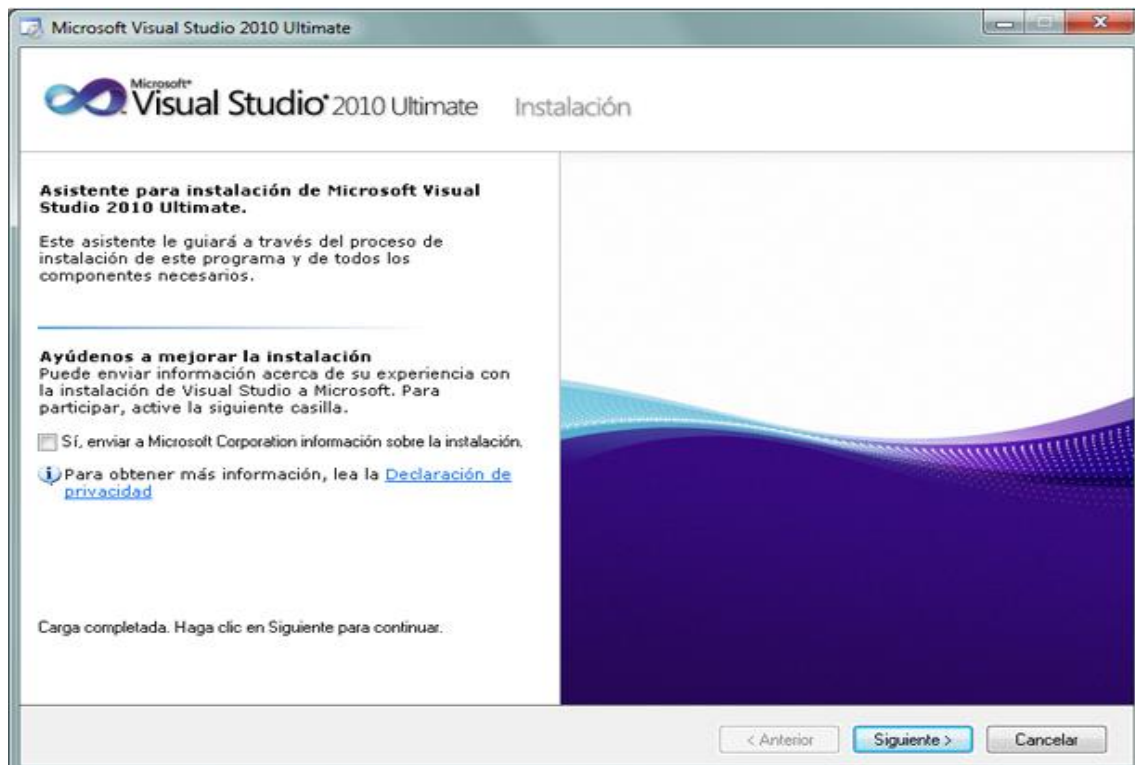
Tras crear el DVD (o descomprimir el fichero ISO), ejecutaremos el fichero "setup.exe":



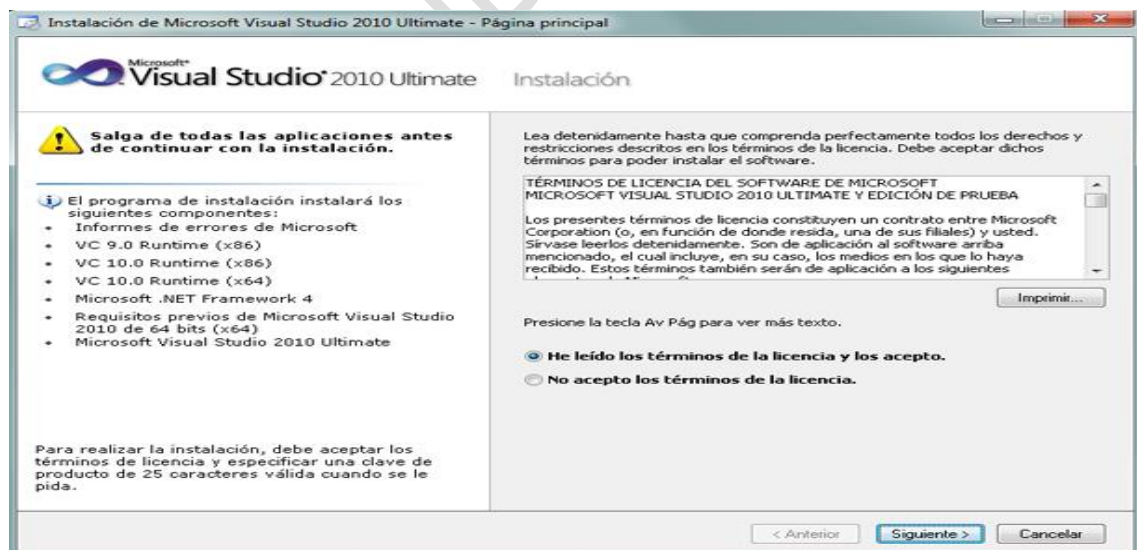
Se iniciará el asistente para la instalación de Microsoft Visual Studio 2010 (versión de evaluación). Pulsaremos en "Instalar Microsoft Visual Studio 2010":



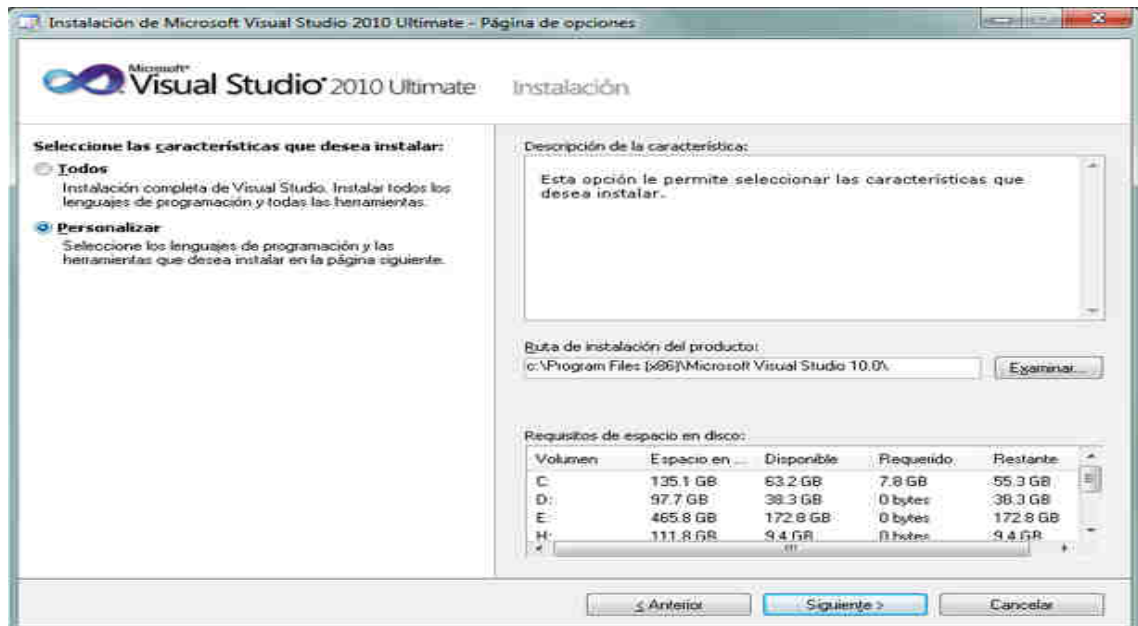
En el primer paso de la instalación de Microsoft Visual Studio 2010 Ultimate, desmarcaremos "Sí, enviar a Microsoft Corporation información sobre la instalación" (si no queremos enviar esta información) y pulsaremos "Siguiente":



Leeremos los términos de licencia del software de Microsoft Visual Studio 2010 Ultimate (edición de prueba). Si estamos de acuerdo marcaremos "He leído los términos de la licencia y los acepto". Pulsaremos "Siguiente" para continuar:



A continuación marcaremos "Personalizar" para seleccionar los lenguajes de programación y las herramientas que se quieran instalar. En "Ruta de instalación del producto" indicaremos la unidad y carpeta de destino de la instalación:



Seleccionaremos los lenguajes a instalar:

Visual Basic.

Visual C++.

Visual C#.

Visual F#.

Seleccionaremos también las características a instalar:

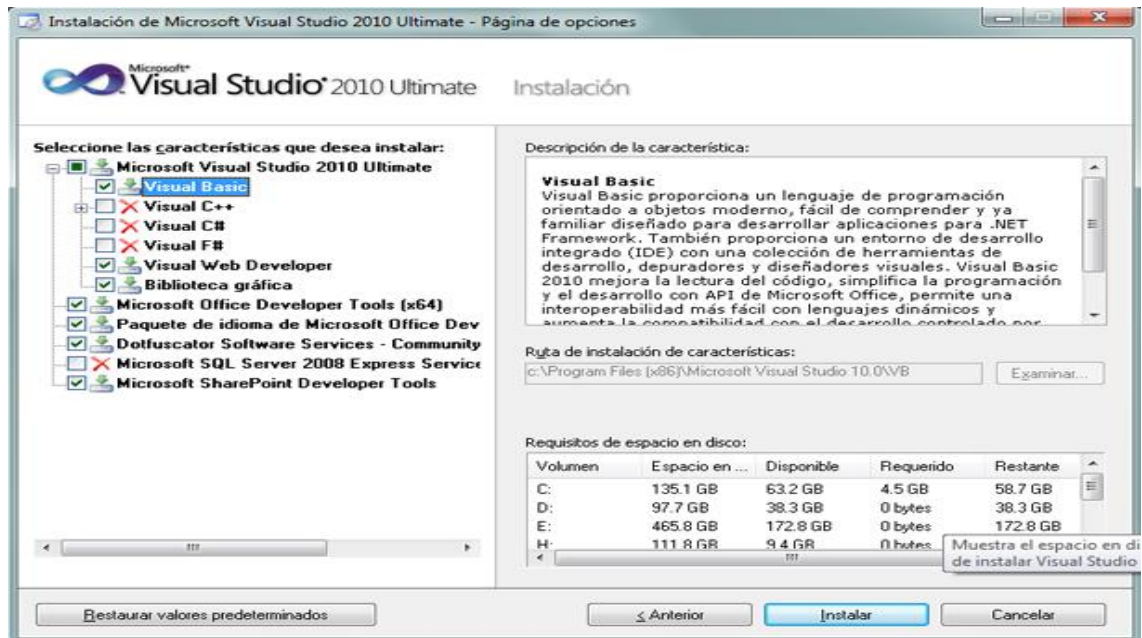
Microsoft Office Developer Tools.

Dotfuscator Software Services.

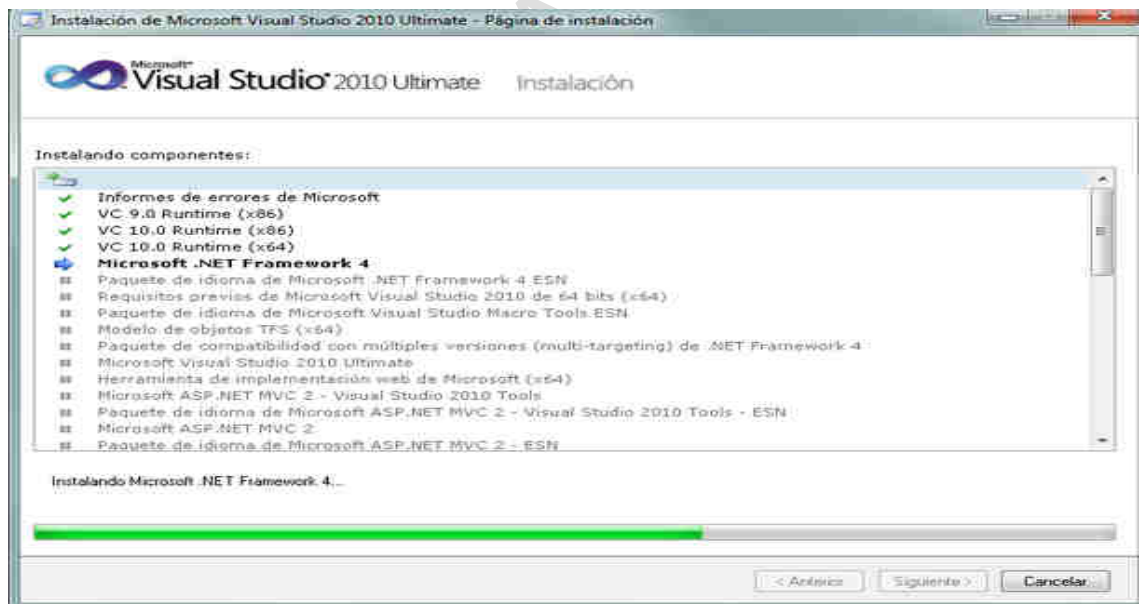
Microsoft SQL Server 2008 Express.

Microsoft SharePoint Developer Tools.

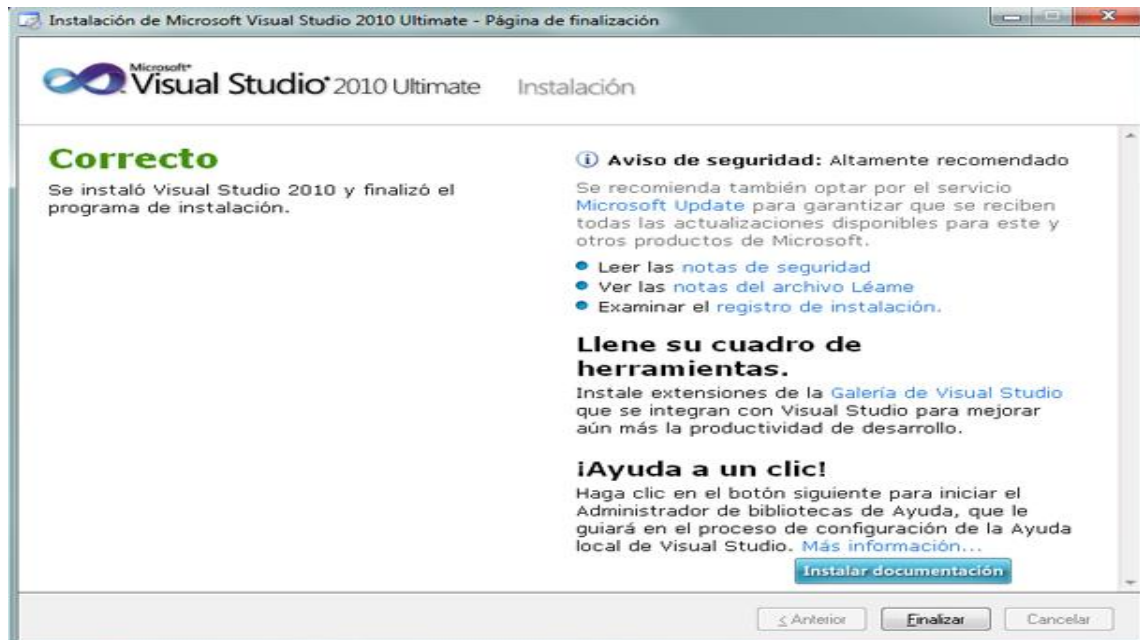
Una vez seleccionadas las características a instalar pulsaremos en el botón "Instalar":



Se iniciará la instalación de Microsoft Visual Studio 2010 Ultimate: informe de errores de Microsoft, VC 9.0 Runtime, VC 10.0 Runtime, Microsoft .Net Framework 4, Microsoft Visual Studio 2010 Ultimate, Microsoft ASP .Net, etc.:



Tras la instalación, el asistente para instalar Visual Studio mostrará la siguiente ventana, con el texto "Correcto. Se instaló Visual Studio 2010 y finalizó el programa de instalación". Pulsaremos "Finalizar":

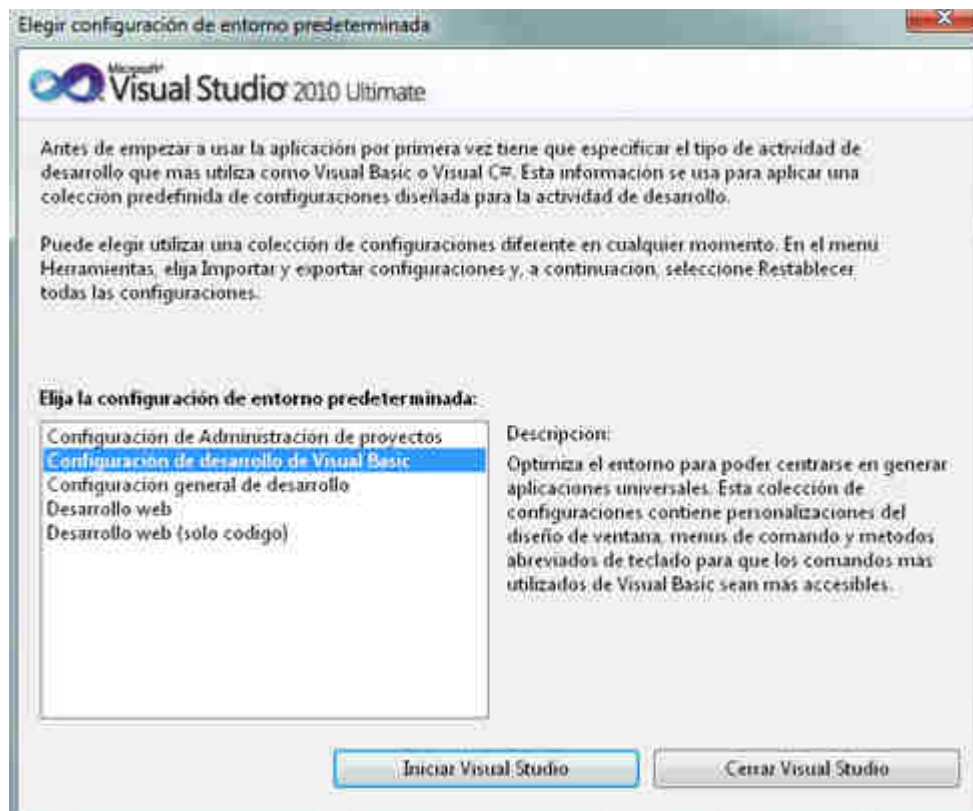


Tras el proceso de instalación puede que pida reiniciar el equipo:



Con el texto: "Debe reiniciar el equipo para completar la instalación. El programa de instalación continuará automáticamente después de haber reiniciado el equipo".

Tras iniciar por primera vez Microsoft Visual Studio 2010 Ultimate, seleccionaremos la configuración de entorno predeterminada, por ejemplo "Configuración de desarrollo de Visual Basic":



Y ya podremos disponer de este entorno de programación:

8.4 DESCARGAR E INSTALAR ARDUINO

Necesitamos instalar el software que permite escribir los programas de instrucciones que queremos que ejecute la tarjeta controladora, (Software IDE de desarrollo), y también necesitamos instalar los controladores de Arduino, (drivers), software que informa a tu PC, el tipo de aparato que se le conecta por USB y cómo tiene que manejarlo. La dirección para descargar el IDE es: <http://arduino.cc/en/Main/Software>

Si trabajamos teniendo como sistema operativo Windows, tendremos que instalar los drivers o controladores. (Emulamos el funcionamiento de USB como si fuera una entrada de puerto serie)

Para instalar los drivers en el Sistema Operativo de Microsoft realizaremos los siguientes pasos, conviene que lo lea atentamente primero, para que sepa lo que le va a ocurrir y lo que tiene que hacer:



- a) Conectaremos Arduino UNO al PC mediante el cable USB de tipo A-B
- b) El sistema operativo Windows 7 detecta el dispositivo e intentará instalar los drivers
- c) Como no los encuentra da un error. No será problema, no asustarse vamos bien
- d) Accederemos al botón “Inicio” – “Panel de control”
- e) Pulsamos en “Hardware y sonido”
- f) Pulsamos en “Administrador de dispositivos”
- g) En la ventana del Administrador de dispositivos, en “Otros dispositivos” nos debe mostrar “Arduino Uno”, pulsaremos con el botón derecho del ratón y seleccionaremos “Actualizar software de controlador”:
- h) Pulsaremos en “Buscar software de controlador en el equipo. Buscar e instalar el software de controlador de forma manual”.
- i) Pulsaremos en el botón “Examinar” para seleccionar la carpeta donde se encuentran los drivers.
- j) Seleccionaremos la carpeta donde guardamos los ficheros descomprimidos, (en mi caso, “2º Post de arduino”, en el suyo, si me ha hecho caso “Arduino” y, dentro de esta, la carpeta “drivers” (¡ojo!, es una carpeta no un fichero):
- k) Pulsaremos “Siguiente”:
- l) El asistente para instalar un nuevo controlador nos mostrará un aviso de seguridad, pues estamos cambiando algo vital para la seguridad del PC. Como sabemos lo que estamos haciendo ¿? pulsamos “Instalar este software de controlador de todas formas”.
- m) Si todo es correcto, el asistente nos habrá instalado el controlador para Arduino UNO y nos lo mostrará en una ventana
- n) En el Administrador de dispositivos de Microsoft Windows 7 nos mostrará el nuevo controlador instalado, en “Puertos (COM y LPT)”. Es importante que anotemos el nombre asignado al puerto COM para Arduino, en nuestro caso COM3, pues lo necesitaremos seleccionar en el IDE de Arduino:

8. OPERACIÓN DEL SISTEMA DE REHABILITACION

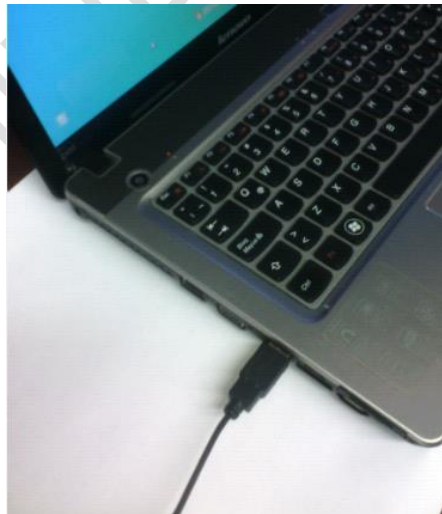
9.1 CONEXION A FUENTE DE PODER

Enchufar cable de poder a **110v AC** y verificar el estado encendido de la fuente mediante el LED del switch.



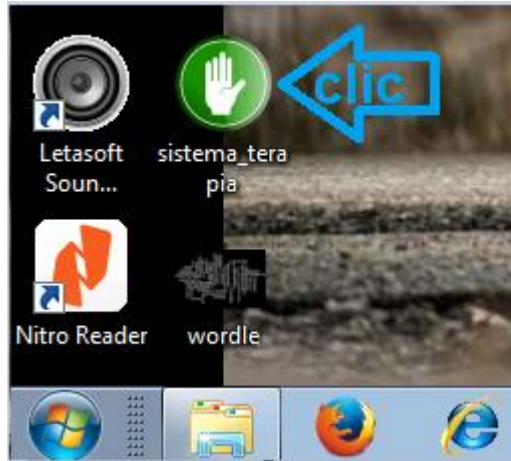
9.2 CONEXIÓN CABLE SERIAL A PC

Conectar cable serial al puerto USB de la PC, e identificar el puerto COM establecido al ARDUINO.



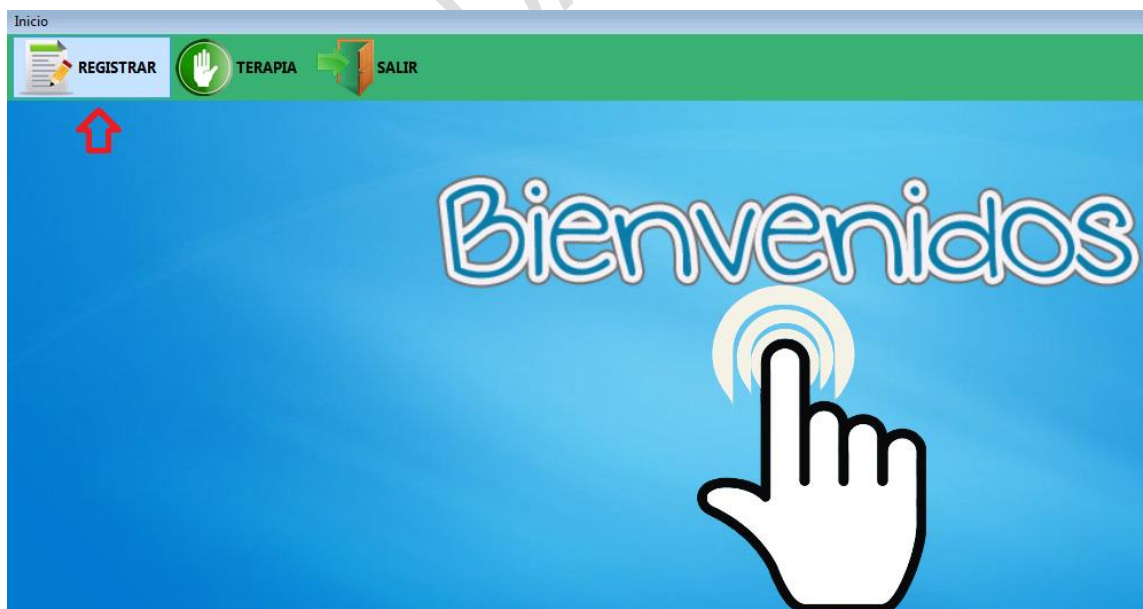
9.3 INICIAR SESION DE LA INTERAZ DE USUARIO

Clic sobre el icono de SISTEMA TERAPIA.



9.4 LECTURA Y ESCRITURA DE ARCHIVOS

Interfaz de usuario para registrar nuevo paciente



En esta imagen se observa la primera opción para agregar un nuevo paciente en la base de datos, para realizar el primer paso se elige **REGISTRAR**.



Registro de pacientes

REGISTRAR PACIENTE

CEDULA

NOMBRE

APELLIDO

EDAD

NUEVO

BUSCAR

EDITAR

LISTAR

A black arrow points to the 'NUEVO' button.

En esta nueva imagen se mira la opción que permite registrar un nuevo paciente, para ello se elige el botón **NUEVO** seguido de esto, se llena los campos de información personal como, cedula, nombre, apellido, edad.

Guardado paciente

REGISTRAR PACIENTE

CEDULA 1086300887

NOMBRE JUAN FELIPE

APELLIDO MORA MORA

EDAD 32

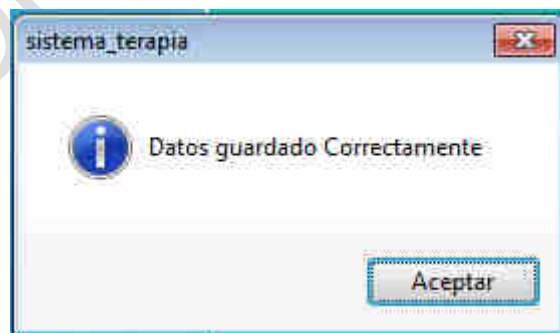
GUARDAR

BUSCAR

EDITAR

LISTAR

A black arrow points to the 'GUARDAR' button.



Luego de haber lleno los campos de texto se eligen **GUARDAR**, seguido de este paso aparece una ventana de información de que los datos del paciente han sido guardados correctamente en la base de datos.



Paciente Guardado

REGISTRAR PACIENTE

Formulario de registro de paciente con campos para CEDULA, NOMBRE, APELLIDO, EDAD y botones NUEVO, BUSCAR, EDITAR, LISTAR.

ID	CEDULA	NOMBRE	APELLIDO	EDAD
16	1086300887	JUAN FELIPE	MORA MORA	32

Se puede comprobar que los datos del paciente han sido ingresados en la base de datos, con el código o ID 16 y con sus respectivos datos personales.

Editar un registro

REGISTRAR PACIENTE

Formulario de registro de paciente con el campo CEDULA pre-llenado con el número 1086300887 y un cursor sobre el botón BUSCAR.

←

Para editar un registro ya existente se debe ingresar el número de cedula y se elige **BUSACAR**.



Editar el registro encontrado

REGISTRAR PACIENTE

CEDULA

NOMBRE

APELLIDO

EDAD



Para editar debemos cambiar los campos de datos personales es importante recordar que el número de cedula no se puede editar, seguidamente damos clic en **EDITAR**.

Registro Editado

REGISTRAR PACIENTE

CEDULA

NOMBRE

APELLIDO

EDAD

ID	CEDULA	NOMBRE	APELLIDO	EDAD
16	1086300887	JUAN FERNANDO ...	MORA MORALES ...	36

Se comprueba que los datos fueron editados correctamente.



Búsqueda de Historial

Historial

cedula	nombre	apellido	edad	fecha	hora	tiempo	extremidad	meñique	anular	medio	indice	pulgar
1086300885	LUIS MIGUEL ...	TREJO REVELO ...	23	09/10/2015	14:03:27-05	00:59	DERECHA			10 ci...		
1086300885	LUIS MIGUEL ...	TREJO REVELO ...	23	09/10/2015	14:04:09-05	0:59	DERECHA		10 cic...	10 ci...		
1086300885	LUIS MIGUEL ...	TREJO REVELO ...	23	12/10/2015	18:37:40-05	00:29	IZQUIERDA	10 ciclos	10 cic...	10 ci...	10 ciclos	
1086300885	LUIS MIGUEL ...	TREJO REVELO ...	23	12/10/2015	18:38:52-05	0:29	DERECHA	10 ciclos	10 cic...	10 ci...	10 ciclos	
1086300885	LUIS MIGUEL ...	TREJO REVELO ...	23	12/10/2015	18:39:45-05	0:2	DERECHA	1	1	1	1	1

Para realizar una consulta del historial de un paciente se debe colocar la cedula para luego dar clic en buscar. Se puede observar que se muestra todas las terapias realizadas de un paciente.

Realizar la terapia

Para realizar la terapia es necesario buscar los datos del paciente, para ello se escribe el número de cedula luego clic en buscar.

Buscando al paciente para realizar la terapia



BUSQUEDA PACIENTE	
1086300885	<input type="button" value="BUSCAR"/>
CEDULA	1086300885
NOMBRE	LUIS MIGUEL
APELLIDO	TREJO REVELO
EDAD	23

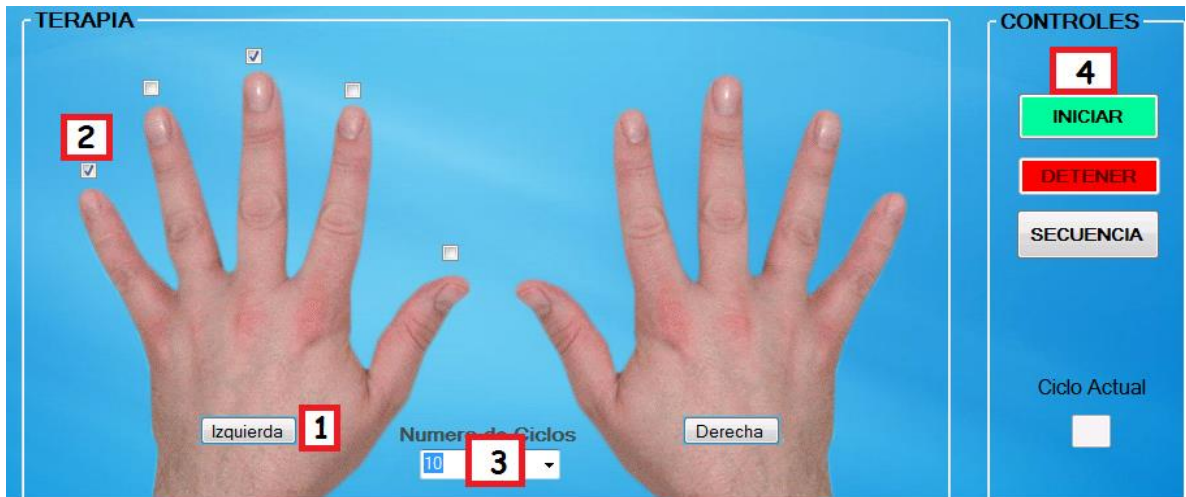
Se observa que los datos del paciente han sido encontrados y podemos realizarle la correspondiente terapia.

Seleccionar extremidad



A continuación se realiza una terapia para la mano Izquierda, para esto se elige el botón izquierda. También se puede realizar los pasos siguientes para la mano Derecha.

Seleccionando dedo y número de ciclos



Como primer paso se eligió el botón de la mano izquierda esto permite habilitar las opciones de elegir uno o varios dedos de la mano, el segundo paso es escoger el dedo a realizar la terapia, aquí podemos elegir combinaciones entre todos los dedos, para este ejemplo se realizó al dedo meñique y medio, el tercer paso es seleccionar el número de ciclos se para este caso 10, seguido damos clic en iniciar que permite enviar la instrucción al Arduino y este permite realizar el movimiento al dedo meñique.

Seleccionar Secuencia



En esta opción de terapia elegimos el botón **SECUENCIA** este permite mover los dedos de la mano izquierda en secuencia iniciando con el dedo meñique y termina con el dedo pulgar.

Datos guardados en base de datos

TERAPIA

CONTROLES

INICIAR
DETENER
SECUENCIA

Ciclo Actual

CEDULA	NOMBRE	APELLIDO	EDAD	FECHA	HORA	TIEMPO	EXTREMIDAD	MEÑIQUE	ANULAR	MEDIO	INDICE	PULGAR
086300885	LUIS MIGUEL ...	TREJO REVELO...	23	15/10/2015	14:38:34	00:33	IZQUIERDA	10 ciclos		10 ciclos		
086300885	LUIS MIGUEL ...	TREJO REVELO...	23	15/10/2015	14:46:30	2:25	IZQUIERDA	10 ciclos	10 ciclos	10 ciclos	10 ciclos	10 ciclos

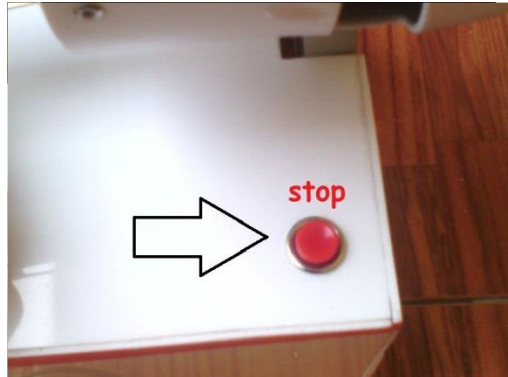

Se observa en esta imagen que los datos son guardados como fecha, hora, extremidad y el número de ciclos que fueron hechos en el dedo meñique y medio, como también registra los ciclos realizados en modo secuencia.

Botón detener mediante software



En esta imagen se muestra en la parte de controles el botón **detener**, que permite parar la ejecución de la terapia por medio de software, de esta manera guardar automáticamente el historial de terapia actual del paciente.

Botón stop mediante hardware

CEDULA	NOMBRE	APELLIDO	EDAD	FECHA	HORA	TIEMPO	EXTREMIDAD	MEÑIQUE	AN
123	JUAN ANDRES ...	BOTINA BOTINA...	23	23/10/2015	11:34:32	00:1	IZQUIERDA	1	
123	JUAN ANDRES ...	BOTINA BOTINA...	23	23/10/2015	11:34:49	0:9	IZQUIERDA	3 ciclos	

Esta opción de parada de emergencia permite detener el proceso de terapia por medio de hardware, el botón está situado de tal manera que el paciente pueda presionarlo fácilmente. En el instante de accionar el botón aparece un mensaje de información que menciona la operación ha sido abortada, también se guardara la información de terapia actual del paciente.



Anexo E

Programación Arduino

En esta parte se incluye la librería Servos para la configuración de los pines

```
#include <Servo.h>

Servo myservo;
Servo myservo1;
Servo myservo2;
Servo myservo3;
Servo myservo4;
Servo myservo5;

int boton = 2;
int pos,pos1 = 0;
int dato;
int tiempo = 400; //5 ciclos
int contador=0;
unsigned long time_since_last_reset = 0;
void(* Resetea) (void) = 0;
```

En esta parte se configura cada servomotor a un pin específico de la tarjeta Arduino

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  myservo.attach(9);
  myservo1.attach(8);
  myservo2.attach(7);
  myservo3.attach(6);
  myservo4.attach(5);
  myservo5.attach(4);

  myservo.write(0);
  myservo1.write(0);
  myservo2.write(0);
  myservo3.write(0);
  myservo4.write(0);
  myservo5.write(55);
  delay(1000);
}
```

En el void loop primero se habilita el puerto serial para que exista una comunicación, seguidamente se espera un dato a recibir y lo lee y realiza una sentencia dependiendo del dato que está se enviando desde Visual Basic.

```
void loop()
{
  if(Serial.available()>0)
  {
    dato = Serial.read();
    delayMicroseconds(1000);
    //////////////////////////////////////
    //// //////////MANO IZQUIERDA DESDE VISUAL////

    //////////////////////////////////////
    ////////////PARA 5 DEDOS////
    //////////// ciclos izqi//

    if (dato==100)
    {
      time_since_last_reset = millis()/1000;
      while ((millis()/1000 - time_since_last_reset) < tiempo)
      {
        int lectura = digitalRead(boton);
        if(lectura==HIGH)
```



```
        {
            Serial.println(9);
            delay(100);
            Resetea();
        }
    sentencia_10_izq();

    dato = Serial.read();
    if (dato==99)
    {
        delayMicroseconds(1000);
        Resetea();
    }
}
delayMicroseconds(1000);
Resetea();
}
//////////indice izquierdo ciclos//////////
if (dato==230)
{
    time_since_last_reset = millis()/1000;
    while ((millis()/1000 - time_since_last_reset) < tiempo)
    {
        int lectura = digitalRead(boton);
        if(lectura==HIGH)
        {
            Serial.println(9);
            delay(100);
            Resetea();
        }
    }
    indice_izq();

    dato = Serial.read();
    if (dato==99)
    {
        delayMicroseconds(1000);
        Resetea();
    }
}
delayMicroseconds(1000);
Resetea();
}
//////////medio izquierdo//////////
if (dato==235)
{
    time_since_last_reset = millis()/1000;
    while ((millis()/1000 - time_since_last_reset) < tiempo)
    {
        int lectura = digitalRead(boton);
        if(lectura==HIGH)
        {
            Serial.println(9);
            delay(100);
            Resetea();
        }
    }
    medio_izq();

    dato = Serial.read();
    if (dato==99)
    {
        delayMicroseconds(1000);
        Resetea();
    }
}
}
delayMicroseconds(1000);
```

```

Resetea();
}
//////////anular izquierdo//////////
if (dato==240)
{
  time_since_last_reset = millis()/1000;
  while ((millis()/1000 - time_since_last_reset) < tiempo)

  {
    int lectura = digitalRead(boton);
    if(lectura==HIGH)
    {
      Serial.println(9);
      delay(100);
      Resetea();
    }
    anular_izq();

    dato = Serial.read();
    if (dato==99)
    {
      delayMicroseconds(1000);
      Resetea();
    }
  }
  delayMicroseconds(1000);
  Resetea();
}
//////////meñique izquierdo//////////
if (dato==245)
{
  time_since_last_reset = millis()/1000;
  while ((millis()/1000 - time_since_last_reset) < tiempo)
  {
    int lectura = digitalRead(boton);
    if(lectura==HIGH)
    {
      Serial.println(9);
      delay(100);
      Resetea();
    }
    menique_izq();

    dato = Serial.read();
    if (dato==99)
    {
      delayMicroseconds(1000);
      Resetea();
    }
  }
}

```

sentencias llamadas desde la parte del Void Loop para que los servomotores se muevan según el dato que recibió desde visual Basic.

```

void sentencia_10_izq()
{
  for(pos= 0; pos<= 75; pos+=1)
  {
    myservo.write(pos);
    myservo1.write(pos);
    myservo2.write(pos);
    myservo3.write(pos);
    delay(25);
  }
  for(pos = 75; pos>=0; pos-=1)
  {
    myservo.write(pos);

```



```
myservo1.write(pos);
myservo2.write(pos);
myservo3.write(pos);
delay(25);
}
for(pos= 0; pos<= 55; pos+=1)
{
  myservo4.write(pos);
  delay(20);
}
for(pos= 55; pos>= 0; pos-=1)
{
  myservo4.write(pos);
  delay(20);
}
}
void sent_izq()
{
  for(pos1= 0; pos1<= 75; pos1+=1)
  {
    myservo.write(pos1);
    delay(25);
  }
  for(pos1 = 75; pos1>=0; pos1-=1)
  {
    myservo.write(pos1);
    delay(25);
  }
  }
  dato = Serial.read();
  if (dato==99)
  {
    delayMicroseconds(1000);
    Resetea();
  }
  }
  for(pos1= 0; pos1<= 80; pos1+=1)
  {
    myservo1.write(pos1);
    delay(25);
  }
  for(pos1 = 80; pos1>=0; pos1-=1)
  {
    myservo1.write(pos1);
    delay(25);
  }
  }
  dato = Serial.read();
  if (dato==99)
  {
    delayMicroseconds(1000);
    Resetea();
  }
  }
  for(pos1= 0; pos1<= 90; pos1+=1)
  {
    myservo2.write(pos1);
    delay(25);
  }
  for(pos1 = 90; pos1>=0; pos1-=1)
  {
    myservo2.write(pos1);
    delay(25);
  }
  }
  dato = Serial.read();
  if (dato==99)
  {
    delayMicroseconds(1000);
```




```
    Resetea();
  }
  for(pos1= 0; pos1<= 75; pos1+=1)
  {
    myservo3.write(pos1);
    delay(25);
  }
  for(pos1 = 75; pos1>=0; pos1-=1)
  {
    myservo3.write(pos1);
    delay(25);
  }
  dato = Serial.read();
  if (dato==99)
  {
    delayMicroseconds(1000);
    Resetea();
  }

  for(pos= 0; pos<= 55; pos+=1)
  {
    myservo4.write(pos);
    delay(20);
  }
  for(pos= 55; pos>= 0; pos-=1)
  {
    myservo4.write(pos);
    delay(20);
  }
}
//////////indice izquierdo////////
void indice_izq()
{
  for(pos= 0; pos<= 75; pos+=1)
  {
    myservo3.write(pos);
    delay(25);
  }
  for(pos = 75; pos>=0; pos-=1)
  {
    myservo3.write(pos);
    delay(25);
  }
}
//////////dedo medio izquierdo////////
void medio_izq()
{
  for(pos= 0; pos<= 75; pos+=1)
  {
    myservo2.write(pos);
```



Anexo F

Programación Visual Basic

Opción Guarda datos de Paciente

```
Private Sub btnguardar_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles  
btnguardar.Click
```

```
    If Me.TxtCedula.Text = "" Or Me.TxtNombre.Text = "" Or Me.TxtApellido.Text = "" Or  
Me.TxtEdad.Text = "" Then  
        MsgBox("Ingres todo los datos", 0 + 16, "Error de Ingreso")  
  
        Exit Sub  
    End If  
    conexion.Open()  
    comando = New OdbcCommand("select max(id_paciente) from datos_personales", conexion)  
    lector = comando.ExecuteReader 'lector va tomar la consulta  
    If lector.Read Then ' lee la consulta  
        If lector.IsDBNull(0) Then ' si no hay ningun registro id_PACIENTE = 1  
            id_paciente = 1  
        Else  
            id_paciente = Val(lector(0)) + 1 'toma el max(id_PACIENTE) y suma 1 que es el  
registro que se va ingresar  
        End If  
    End If  
    comando = New Odbc.OdbcCommand("insert into datos_personales  
(id_paciente,cedula,nombre,apellido,edad) values(" & id_paciente & ",'" & Me.TxtCedula.Text & "','"  
& Me.TxtNombre.Text & "','" & Me.TxtApellido.Text & "','" & Me.TxtEdad.Text & "')", conexion)  
    Try  
        comando.ExecuteNonQuery()  
        Me.DataGridView1.Rows.Add(id_paciente, Me.TxtCedula.Text, Me.TxtNombre.Text,  
Me.TxtApellido.Text, Me.TxtEdad.Text)  
        Me.DataGridView1.Visible = True  
        MsgBox("Datos guardado Correctamente", MsgBoxStyle.Information)  
  
    Catch ex As Exception  
        MsgBox("Ya existe El Registro")  
  
    End Try  
  
    conexion.Close()
```

Opción Buscar datos de Paciente

```
conexion.Open()  
Try  
    Dim dato As New OdbcDataAdapter("select * from datos_personales where cedula =" &  
Me.TxtCedula.Text & "", conexion)  
    Dim ds As New DataSet()  
    dato.Fill(ds, "datos_personales")  
  
    Catch ex As Exception  
        MsgBox("No Existe El Registro")  
    End Try  
    conexion.Close()
```



Opción Buscar datos Paciente

```
conexion.Open()

comando = New OdbcCommand("update datos_personales set nombre='" & Me.TxtNombre.Text & _
                            "',apellido='" & Me.TxtApellido.Text & "',edad='" &
Me.TxtEdad.Text & "' where cedula='" & Me.TxtCedula.Text & "'", conexion)

comando.ExecuteNonQuery()
comando = New OdbcCommand("update tratamiento set nombre='" & Me.TxtNombre.Text & _
                            "',apellido='" & Me.TxtApellido.Text & "',edad='" &
Me.TxtEdad.Text & "' where cedula='" & Me.TxtCedula.Text & "'", conexion)
comando.ExecuteNonQuery()
conexion.Close()
```

Configuración de Puerto serial

```
SerialPort1.Close()
SerialPort1.Dispose()
SerialPort1.PortName = "com42" 'you need to check which com port your arduino is using, and
change them if you need
SerialPort1.BaudRate = 9600
SerialPort1.DataBits = 8
SerialPort1.Parity = Parity.None
SerialPort1.StopBits = StopBits.One
SerialPort1.Handshake = Handshake.None
SerialPort1.Encoding = System.Text.Encoding.Default
```

Botón iniciar

```
Select Case cbxciclos.SelectedIndex

Case 0
SerialPort1.Open()
SerialPort1.Write(Chr(105))
Timer1.Start()
Timerciclos.Start()

Case 1
SerialPort1.Open()
SerialPort1.Write(Chr(105))
Timer2.Start()

Case 2
SerialPort1.Open()
SerialPort1.Write(Chr(105))
Timer3.Start()

Case 3
SerialPort1.Open()
SerialPort1.Write(Chr(105))
Timer4.Start()

Case 4
SerialPort1.Open()
SerialPort1.Write(Chr(105))
Timer5.Start()

End Select
End If
```



Botón detener

```
Mhora = Me.txthora.Text
Mfecha = DateTime.Now().ToShortDateString() ' DateString

conexion.Open()
cadena_comando = "insert into tratamiento
(cedula,nombre,apellido,edad,fecha,hora,tiempo,extremidad,pulgar,indice,medio,anular,meñique)
values(' & Me.Txtcedula.Text & ',' & Me.Txtnombre.Text & ',' & Me.Txtapellido.Text & ',' &
Me.Txtedad.Text & ', date ' & Mfecha & _
', time ' & Mhora & ',' & Me.txttiempo.Text & ',' & Me.txtextremidad.Text & ',' &
& Me.txtpulgar.Text & ',' & Me.txtindice.Text & ',' & Me.txtmedio.Text & ',' &
Me.txtanular.Text & ',' & Me.txtmenique.Text & '')"
comando = New Odbc.OdbcCommand(cadena_comando, conexion)
comando.ExecuteNonQuery()
Me.DataGridView1.Rows.Add(Me.Txtcedula.Text, Me.Txtnombre.Text, Me.Txtapellido.Text,
Me.Txtedad.Text, Mfecha, Mhora, Me.txttiempo.Text, Me.txtextremidad.Text, Me.txtmenique.Text,
Me.txtanular.Text, Me.txtmedio.Text, Me.txtindice.Text, Me.txtpulgar.Text) ', Me.txtextremidad.Text,
conexion.closed()
```



Anexo G

Posibles resultados obtenidos en cada paciente

PROHIBIDA SU COPIA