



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN**

**TEMA: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA CON
INTERACCIÓN GESTUAL PARA LA ENSEÑANZA DE
LENGUAJE DE SEÑAS BÁSICO ECUATORIANO A NIÑOS
CON DISCAPACIDAD AUDITIVA MEDIANTE SENSORES
GESTUALES”**

AUTORES: VÍCTOR ALFONSO MORALES CRUZ

WILLIAM ALBERTO TAMAYO SÁNCHEZ

DIRECTOR: ING. DAVID RIVAS

LATACUNGA

2017



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el proyecto de investigación, **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA CON INTERACCIÓN GESTUAL PARA LA ENSEÑANZA DE LENGUAJE DE SEÑAS BÁSICO ECUATORIANO A NIÑOS CON DISCAPACIDAD AUDITIVA MEDIANTE SENSORES GESTUALES”** realizado por los señores **VÍCTOR ALFONSO MORALES CRUZ Y WILLIAM ALBERTO TAMAYO SÁNCHEZ**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar a los señores **VÍCTOR ALFONSO MORALES CRUZ Y WILLIAM ALBERTO TAMAYO SÁNCHEZ**, para que lo sustente públicamente.

Latacunga, enero de 2017

ING. DAVID RIVAS MSc.
DIRECTOR



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

VÍCTOR ALFONSO MORALES CRUZ
WILLIAM ALBERTO TAMAYO SÁNCHEZ

DECLARAMOS QUE:

El presente proyecto de investigación, **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA CON INTERACCIÓN GESTUAL PARA LA ENSEÑANZA DE LENGUAJE DE SEÑAS BÁSICO ECUATORIANO A NIÑOS CON DISCAPACIDAD AUDITIVA MEDIANTE SENSORES GESTUALES”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, enero de 2017

Víctor Alfonso Morales Cruz
C.C.: 0503698201

William Alberto Tamayo Sánchez
C.C.: 0503374563



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA DE ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**

AUTORIZACIÓN

Nosotros, VÍCTOR ALFONSO MORALES CRUZ
WILLIAM ALBERTO TAMAYO SÁNCHEZ

Autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la Biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA CON INTERACCIÓN GESTUAL PARA LA ENSEÑANZA DE LENGUAJE DE SEÑAS BÁSICO ECUATORIANO A NIÑOS CON DISCAPACIDAD AUDITIVA MEDIANTE SENSORES GESTUALES”** cuyo contenido, ideas y criterios son de autoría y responsabilidad.

Latacunga, enero de 2017

Víctor Alfonso Morales Cruz
C.C.: 0503698201

William Alberto Tamayo Sánchez
C.C.: 0503374563

DEDICATORIA

Dedicado a mí familia por ser parte fundamental en mi vida, brindarme su apoyo en momentos difíciles e impulsarme a superar adversidades ; en especial quiero dedicar este proyecto a mis padres Patricio Morales y Elizabeth Cruz quien con su esfuerzo, sacrificio y consejos supieron guiarme por el camino correcto para cumplir mi sueño; a mis tíos Fausto, Vanesa, Álvaro, Patricia, Rodrigo y Lina los cuales me dieron ánimos y me enseñaron a no rendirme por más complicada que sea la situación; a mi hermanita Mayte quien me ha brindado su amistad y apoyo incondicional.

Y sobre todo quiero dedicar este proyecto a mis abuelitos Teresa y Rodrigo quienes siempre me han cuidado velando por mis necesidades y brindándome cariño, muchas gracias por la confianza que han depositado en mí.

Víctor M.

DEDICATORIA

Dedicado primeramente a Dios y a mi familia por ser parte fundamental en mi vida, principalmente a mi madre Rubí Sánchez quien con su sacrificio ha logrado brindarme de una educación superior desempeñando el papel de madre amiga, enseñándome valores y principios y el temor a Dios, además aconsejándome y guiándome para luchar por mis sueños y ser perseverante, a mis hermanos Luis y Jessica Tamayo que han sido y son un ejemplo a seguir, siendo un pilar fundamental brindándome con su apoyo incondicional.

William T.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPEL, por darnos la apertura para aprender en sus instalaciones y que han hecho posible que podamos lograr una meta profesional.

Al ing. David Rivas por guiarnos con sus enseñanzas en el proceso de la realización de este proyecto, al Ing. Marcelo Álvarez por brindar sus conocimientos y apoyo incondicional en el desarrollo del proyecto, a los Ingenieros docentes de la carrera de Electrónica e Instrumentación por compartir sus conocimientos con dedicación estos años.

A la Unidad Educativa Especializada Cotopaxi gracias por abrirnos las puertas de su institución para la realización de este proyecto, y convivir un tiempo un con nosotros compartiendo experiencias

Víctor M, William T

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xiv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Formulación del problema.....	1
1.3 Antecedentes	2
1.4 Justificación e Importancia.....	3
1.5 Objetivos	4

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes investigativos.....	6
2.2 Fundamentación Teórica.....	7

2.2.1	Discapacidad.....	7
2.2.2	Lenguaje de señas Ecuatoriano.....	8
2.2.3	Sensores Gestuales.....	11
2.2.4	Python.....	16
2.2.5	Módulos de Python.....	17
2.2.6	Eclipse.....	18
2.2.7	XAMPP.....	19
2.2.8	SQL.....	19
2.2.9	La Correlación Estadística.....	20
2.2.10	DTW (Alineamiento temporal dinámico).....	21
2.2.11	La psicología del color en el aprendizaje.....	22
2.2.12	Cuestionario SUS.....	23
2.2.13	Escala cuestionario SUS.....	24
2.2.14	Puntuación de SUS.....	25
2.3.1	Variable independiente.....	25
2.3.2	Variable dependiente.....	25
2.4	Hipótesis.....	25

CAPÍTULO III

3.	DESARROLLO.....	26
3.1	Sensor.....	27
3.2	Clasificador.....	30
3.2.1	Base de datos.....	30
3.2.2	Tratamiento de datos.....	34
3.2.3	Comparador.....	34
3.3	Visualización.....	48

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	53
4.1	Análisis de resultados.....	53
4.1.1	Factor de iluminación.....	53

4.1.2	Dimensión de manos.....	57
4.1.3	Distancia de Interacción.....	61
4.1.4	Sintonización de configuraciones de señas.	65
4.1.5	Pruebas de Aprendizaje.....	68
4.1.6	Usabilidad del Sistema.....	74

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
5.1	Conclusiones.....	77
5.2	Recomendaciones.....	79

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
---	-----------

ANEXOS.....	85
--------------------	-----------

Anexo A: Programas

Anexo B: Instalación de Programas

Anexo C: Álbum Fotográfico De Pruebas

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Personas con discapacidad en Ecuador.....	2
Figura 2 Configuración estática.	9
Figura 3 Configuración dinámica.	9
Figura 4 Diccionario de Lengua de Señas Ecuatoriana “Gabriel Román”....	10
Figura 5 Mando Wiimote.....	11
Figura 6 Mando y cámara PlayStation Move.	12
Figura 7 Dispositivo Kinect.	13
Figura 8 Componentes que integran Kinect.....	13
Figura 9 Sensor Leap Motion.....	14
Figura 10 Componentes de Leap Motion.....	15
Figura 11 Distancia Euclidiana (superior) y DTW (inferior).....	22
Figura 12 Diagrama de proceso del sistema de aprendizaje de señas.....	26
Figura 13 Sistema de coordenadas del Leap Motion.....	28
Figura 14 Conexión Leap Motion al computador	28
Figura 15 Icono de identificación Leap Motion.....	29
Figura 16 Visualizador Leap Motion.....	30
Figura 17 Programa en Eclipse.....	31
Figura 18 Servidor XAMPP	31
Figura 19 Página del servidor	32
Figura 20 Gráfica en Matlab de datos de la letra C.....	33
Figura 21 Gráfica en Matlab de datos de la letra B.....	33
Figura 22 Correlación entre Gold Standard datos registrados	39
Figura 23 Gráfica en Matlab de la trayectoria dividida en 6 en partes.	41
Figura 24 Gráfica en Matlab de trayectoria 1 completa.	42
Figura 25 Gráfica en Matlab de trayectoria 2 dividida en 6 en partes.....	43
Figura 26 Gráfica en Matlab de trayectoria 2 completa	44
Figura 27 Gráfica en Matlab de las trayectorias 1 y 2 dividida en 6 partes..	45
Figura 28 Gráfica en Matlab de las trayectorias 1 y 2 completas.....	46
Figura 29 Ejecución del programa clasificador en Python.	47
Figura 30 Gesto Swipe.	47
Figura 31 Gesto Keytap.....	48
Figura 32 Screenshot.	48

Figura 33 Red TCP/IP conectada para transmitir datos.....	49
Figura 34 Red TCP/IP conectada para recibir datos.....	49
Figura 35 Ventana de Menú.	50
Figura 36 Ventana modos de aprendizaje	51
Figura 37 Ventana aprendizaje de señas	52
Figura 38 Ventana concluir modo de aprendizaje.....	52
Figura 39 Ubicación del sensor Leap Motion.....	53
Figura 40 Detección de señas en diferente iluminación.....	55
Figura 41 Detección del gesto swipe en diferente iluminación.....	55
Figura 42 Detección del gesto keytap en diferente iluminación.	56
Figura 43 Detección del gesto screentap en diferente iluminación.	57
Figura 44 Largo total de la mano.	58
Figura 45 Detección de la Mano por longitud	60
Figura 46 Detección de la mano por Edad.....	60
Figura 47 Ejes del Sensor.....	61
Figura 48 Detección en distancias horizontales (Eje Y).....	63
Figura 49 Detección en diferentes distancias verticales (Eje Z).....	63
Figura 50 Detección en diferentes distancias Laterales.....	64
Figura 51 Detección Distancia Horizontal - Vertical – Lateral	65
Figura 52 Distancia y posición de la mano.	65
Figura 53 Rangos de umbral en configuraciones estáticas.	66
Figura 54 Curvas de Aprendizaje en Usuarios No Oyentes.....	70
Figura 55 Curva Promedio de Aprendizaje en Usuarios No Oyentes	71
Figura 56 Curvas de Aprendizaje en Usuarios Oyentes	72
Figura 57 Curvas de Aprendizaje en Usuarios Oyentes	73
Figura 58 Curvas de Aprendizaje de usuarios oyentes y no oyentes	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Correlación entre configuraciones de la mano de la letra a	36
Tabla 2 Correlación entre configuraciones de la mano de la letra a con b ..	38
Tabla 3 Registro de luxes gesto y configuración de señas	54
Tabla 4 Registro de longitudes de manos de usuarios.	59
Tabla 5 Registro de distancias horizontales – verticales – laterales	62
Tabla 6 Registro de umbral configuraciones estáticas.....	67
Tabla 7 Registro de umbral en configuraciones dinámicas.....	68
Tabla 8 Registro de aprendizaje niños No Oyentes.....	69
Tabla 9 Registro de aprendizaje niños Oyentes	71
Tabla 10 Registro de umbral en configuraciones dinámicas.....	75

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Formula de la correlación.....	20
Ecuación 2 Formula del distancia Euclídea.	21

RESUMEN

El trabajo de titulación pretende ofrecer el desarrollo de un sistema gestual interactivo enfocado al aprendizaje del lenguaje de señas básico Ecuatoriano principalmente a niños con discapacidad auditiva, sin descartar que el sistema puede ser utilizado por niños, jóvenes y adultos también que tengan o no ésta discapacidad, el sistema puede ser manipulado con diferentes gestos realizados con la mano que permitirá desplazarse por diferentes opciones del sistema sin la necesidad que el usuario manipule físicamente el computador. La pantalla principal que se muestra al usuario tiene diferentes modos de aprendizaje, el modo ordenado, que presenta las letras del alfabeto de manera ascendente (A – Z), el usuario debe realizar la configuración con la seña con la mano derecha como es presentada en la interfaz del usuario y el sistema reconocerá si se realizó de forma correcta y posteriormente continuar con las siguiente configuración, caso contrario el sistema no continuará hasta que se realice correctamente, el siguiente modo presenta 10 configuraciones aleatorias, que tendrá el mismo principio de funcionamiento que el modo ordenado, el tercero es el modo aprendizaje donde el usuario tendrá 30 segundos para realizar el mayor número de configuraciones presentando una puntuación. Para lograr este reconocimiento se utiliza un sensor gestual que brinda información del movimiento del brazo, palma, y dedos de la mano que acompañado por un algoritmo que permite manejar todos los datos que envía el dispositivo en coordenadas de dirección (X, Y, Z), para ser analizados y procesados para el reconocimiento de configuraciones de señas realizadas por el usuario.

PALABRAS CLAVE:

- **LENGUAJE DE SEÑAS - SISTEMA DE APRENDIZAJE**
- **DISCAPACIDAD AUDITIVA**
- **SENSORES GESTUALES**
- **SENSOR LEAP MOTION**

ABSTRACT

The Titling work attempts to run the development of an interactive gesture system focused on Ecuadorian basic sign language mainly aimed at children suffering from hearing loss and deafness. Children, teenagers and adults, who do not have disability, are no exception when using the programme. The system can operate by slight hand movements, which in turn allow the user to navigate through different menu-options without need of directly touching either keyboard or computer screen. Interface has got a display of learning modes and options such as sequenced mode, which introduces alphabet from A to Z. Each letter is known as hand sign setting and user must follow hand pattern shown on the screen carefully. As a result, software recognizes whether patterns are done properly. If not it will not work until it is done in the right way. The next mode shows a ten shuffled set of patterns whose functional principle is alike the same, and lastly there it is a learning mode through which user has a thirty second interval to carry out as many patterns as they can to get a final score. In such way, there is a pursuit of learning for sign language to make it quicker and dynamic as compared to other traditional and conventional learning methods. To achieve this all, a device for detection of gestures has been used to recognize both hand and finger movements. Any signal being sent by device is analyzed and processed to interpret positions, actions and movements that are done. Device sends information on directional coordinates (X, Y, Z) from arm, palm and every finger of the hand.

PALABRAS CLAVE:

- **SIGN LANGUAGE - LEARNING SYSTEM**
- **HEARING IMPAIRMENT**
- **SIGNAL SENSOR**
- **LEAP MOTION SENSOR**

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

La mayoría de niños con deficiencias auditivas provienen de familias oyentes, por ello se afirma que están relativamente privados del desarrollo de lenguaje y que viven en un ambiente comunicativo menos eficiente, en comparación con los niños oyentes. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos existen 4.926 con deficiencias auditivas en la provincia de Cotopaxi de las cuales 4.636 son mayores a 13 años y 181 son menores a 12 años (INEC, 2015), además no existe el personal docente suficiente para la enseñanza del lenguaje de señas en centros educativos.

Esta privación lingüística tiene consecuencias en su desarrollo social, la solución es la incorporación del lenguaje de señas en su comunicación, sin embargo el aprendizaje de dicho lenguaje puede resultar tedioso y presentar ciertas dificultades para los niños, sobre todo al no estar familiarizado con este.

Un sistema interactivo y amigable facilitará el aprendizaje del lenguaje de señas ya que involucra la participación activa del usuario proporcionando información visual, como resultado el proceso de aprendizaje se captará de una manera más rápida.

1.2 Formulación del problema

¿De qué manera influye un sistema de aprendizaje de señas con sensores gestuales como estrategia educativa en niños con discapacidad auditiva?

1.3 Antecedentes

Las estadísticas de discapacidad según el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS, 2015) las personas con discapacidad auditiva en Ecuador es de un 13% que corresponde a 50,580 personas (ver figura 1). La sordera es una discapacidad invisible, por lo tanto genera problemas conductuales y de rendimiento cuando no es detectado. Para las personas con sordera profunda, su medio de comunicación con las demás es el lenguaje de signos, que consiste en comunicarse visualmente mediante gestos o mímicas, que es tan antiguo como el de las lenguas orales. (Chacón, 2014).

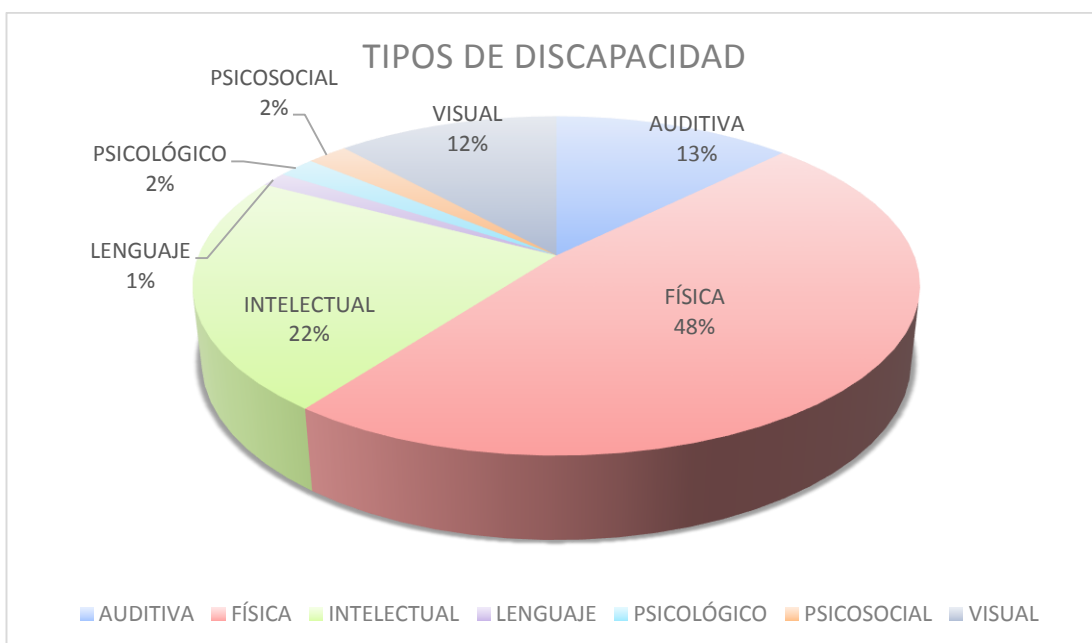


Figura 1 Personas con discapacidad en Ecuador

El pensamiento de lo que es la discapacidad ha ido cambiando con el tiempo de lo que era caridad y beneficencia a rehabilitación, en la actualidad con la ayuda de nueva tecnología se crean instrumentos y dispositivos para superar las barreras físicas y psicológicas que limitan a las personas con discapacidad. (Fabián Sáenz, 2014).

Después de la creación de la tecnología táctil el siguiente paso es el reconocimiento de gestos en el aire, en la actualidad existen diferentes ejemplos funcionando a pleno rendimiento, uno de ellos es el Kinect tal vez el sistema gestual más conocido del mundo, por haberse comercializado de forma masiva para usarse con un producto tan popular como Xbox, este dispositivo ha contribuido a la creencia que esta tecnología se usa exclusivamente para videojuegos. Una creencia errónea. (Elons, 2014).

Kinect fue desarrollado por la empresa israelí PrimeSence que Microsoft incorporo a la consola Xbox. PrimeSence no vendió la patente del hardware a Microsoft ya que dejo claro que la tecnología tenía múltiples usos y que estaban trabajando en conjunto con otras empresas para crear nuevos productos, por su lado Sony desarrolló la tecnología denominada Move que tiene varias similitudes con el mando de la consola WII de Nintendo que es el pionero de la tecnología de control de videojuegos por movimiento, otras empresas han desarrollado control gestual para ordenadores una de ellas es Leap Motion. (Bejerano, 2013).

Leap Motion trabaja especialmente en la detección de manos y brazos, el inexistente retardo y su alta sensibilidad pueden detectar hasta el más sutil movimiento de nuestros dedos toda esta tecnología integrada en un dispositivo de pequeñas dimensiones de fácil manipulación. (Palo, 2013).

Las interfaces gestuales tienen la ventaja de enviar comandos o instrucciones a una máquina sin la necesidad de estar en contacto físico con ella por lo que las órdenes se transmiten de forma remota, además este tipo de interfaz ofrece una gran posibilidad de ampliar el número de signos que se usan para la información debido a la riqueza de la expresión corporal. (Bejerano, 2013).

1.4 Justificación e Importancia

Hoy en día el Ecuador ha implementado leyes en las cuales se da oportunidad a personas con discapacidades, una de las cuales es solicitar a

grandes empresas tener un número determinado de empleados con discapacidad para ejercer diferentes funciones, las personas con discapacidades auditivas deben tener la posibilidad de expresarse con los demás tanto para trabajar en la empresa como para desarrollarse de manera independiente en la sociedad.

Para esto se ha creado el lenguaje de señas que previamente deben conocer mediante entrenamiento y a temprana edad pero el aprendizaje de este lenguaje muchas veces se lo realiza de forma autónoma ya que no han tenido la posibilidad de aprender en instituciones educativas públicas o privadas por la falta de atención o conocimiento en el tema.

La idea principal del proyecto es crear un sistema para el aprendizaje del lenguaje de señas ecuatoriano que pueda brindar un entorno para el usuario y que a la vez se pueda interactuar con él de forma gestual, además este sistema pasará a formar parte del aprendizaje en instituciones educativas para que los niños con discapacidad auditiva puedan aprender este lenguaje y que no se limite solo a niños con déficits auditivos sino también a niños sin discapacidad auditiva para que entre ellos se puedan comunicar y socializar de esta manera se brinda un mejor entorno evitando la discriminación.

El presente proyecto va dirigido principalmente a personas en edad escolar, sin embargo la versatilidad del sistema permite que cualquier persona con o sin discapacidad auditiva que requiera aprender este lenguaje pueda hacerlo.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

- Diseñar e implementar un sistema con interacción gestual para la enseñanza de lenguaje de señas básico ecuatoriano a niños con discapacidad auditiva utilizando sensores gestuales

1.5.2 Objetivo Específico

- Analizar el lenguaje de señas que se utiliza en el Ecuador.
- Investigar los tipos de sensores gestuales que existen en el mercado para el desarrollo del sistema de aprendizaje del lenguaje de señas.
- Investigar métodos para la recolección de datos usando el sensor gestual.
- Buscar un software que facilite el manejo del sensor gestual.
- Desarrollar algoritmos que permitan reconocer los gestos realizados por el usuario.
- Diseñar e implementar una interfaz gráfica para el usuario.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos

Desde hace poco tiempo se empezó a desarrollar una nueva tecnología que consiste en reconocer movimientos físicos de los usuarios y también a ejecutar acciones en base a estos movimientos, que permite un alto nivel de interacción humano-maquina.

En la actualidad la tecnología gestual es uno de los desafíos a los que se enfrenta la informática, su objetivo es reconocer la gestualidad humana por medio de algoritmos matemáticos, dichos gestos pueden ser originados por algún estado del cuerpo, algún movimiento o acción con la mano. La función principal del reconocimiento gestual es saber que gesto se realizó.

En (Espinoza, 2013) se presenta un prototipo basado en un traductor de movimiento de la mano a través de un guante, el mismo que permite traducir el lenguaje de signos usado por las personas privadas del habla, en (Pfeiffe, 2001) se realiza un sistema que consiste en controlar los brazos de un robot humanoide mediante los datos proporcionados por un sensor gestual Kinect, también se menciona en (Moreno, 2010) el reconocimiento gestual con el objetivo de desarrollar una librería con la capacidad de reconocer patrones definidos de movimiento por medio de una IMU (Unidad de Medición Inercial) de captura de movimiento este software que se describe se le busca aplicaciones relacionadas con la medicina y el ser humano como la rehabilitación de personas con problemas de movilidad.

2.2 Fundamentación Teórica

El sistema de aprendizaje del lenguaje de señas ecuatoriano que se propone emplea un sensor gestual además de un software compatible con el dispositivo como los son Python, Eclipse y base de datos SQL.

2.2.1 Discapacidad

Según (Minsalud, 2016) la discapacidad es un trastorno en las facultades físicas o mentales que hace que una persona tenga dificultad para realizar tareas cotidianas y corrientes que al resto de individuos no les resulta complicadas de realizar.

Discapacidad auditiva

La discapacidad auditiva se refiere a la pérdida parcial o total de la capacidad auditiva, así una persona que sea sorda será incapaz o tendrá dificultad para escuchar lo que sucede en su entorno. La pérdida auditiva puede ser superficial o más profunda por ejemplo hay personas que se comunican a través del lenguaje de señas u otras que realizan lecturas labio facial y que se comunican oralmente. (Asenjo, 2010).

En (ASPANSOR, 2013) se describe los tipos de sordera:

Según el momento de adquisición:

- Sordera prelocutiva: La pérdida auditiva está presente antes de que se haya desarrollado el lenguaje,
- Sordera postlocutiva: La pérdida auditiva aparece cuando ya existe lenguaje.

Según el grado de pérdida auditiva:

- Pérdidas leves: el umbral de audición está situado entre 20 y 40 dB
- Pérdidas medias: la pérdida auditiva se encuentra entre 41 y 70 dB

- Pérdidas severas: la pérdida auditiva se sitúa entre los 71 y 90 dB
- Pérdidas profundas: en este caso la pérdida auditiva supera los 90 dB y se sitúa entre 91-100 dB.

2.2.2 Lenguaje de señas Ecuatoriano

En el Ecuador han existido varias versiones de diccionarios del Lenguaje de Señas, que han sido publicadas por asociaciones de personas sordas.

En (Ponce, 1987) menciona que en 1987 la Asociación de Personas Sordas de Pichincha (APSOP) publicó el diccionario denominada “El Lenguaje de Señas Guía básica sobre una Comunicación Especial (Tomo I)”, este diccionario contiene una recopilación de señas básicas provenientes de las ciudades de Quito y Guayaquil.

El Diccionario Oficial de la Lengua de Señas Ecuatoriana fue publicado en 2012 por la FENASEC (Federación Nacional de Personas Sordas del Ecuador), este diccionario fue el resultado del trabajo combinado de la USAID (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional) y la Vicepresidencia de la República del Ecuador, y contiene aproximadamente 4.000 señas. (FANASEC, 2012)

En junio del 2014 el Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades (CONADIS) junto con el FENASEC presentaron el Diccionario Virtual de Lengua de Señas Ecuatoriana “Gabriel Román”, este diccionario recopila alrededor de 5000 palabras e incluye gráficos y videos explicativos (CONADIS, Diccionario de Lengua de señas Ecuatoriana Gabriel Román, 2014) , además es el diccionario estándar que se utiliza en todo el país actualmente.

Existen dos tipos de configuraciones de señas en el Diccionario Virtual de Lengua de Señas Ecuatoriana “Gabriel Román” (CONADIS, Diccionario de Lengua de señas Ecautoriana Gabriel Román, 2014) estas son: estáticas (sin movimiento) (ver figura 2) y dinámicas (con movimiento). (ver figura 3)

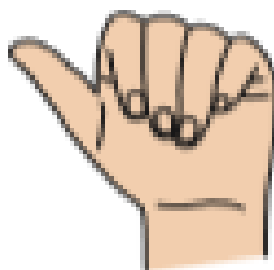


Figura 2 Configuración estática.

Fuente: (CONADIS, Diccionario de Lengua de señas Ecautoriana Gabriel Román, 2014)

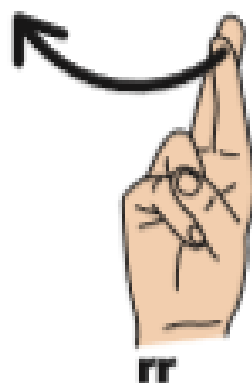


Figura 3 Configuración dinámica.

Fuente: (CONADIS, Diccionario de Lengua de señas Ecautoriana Gabriel Román, 2014)

En la figura 4 se muestra el Diccionario Virtual de Lengua de Señas Ecuatoriana “Gabriel Román” completo.

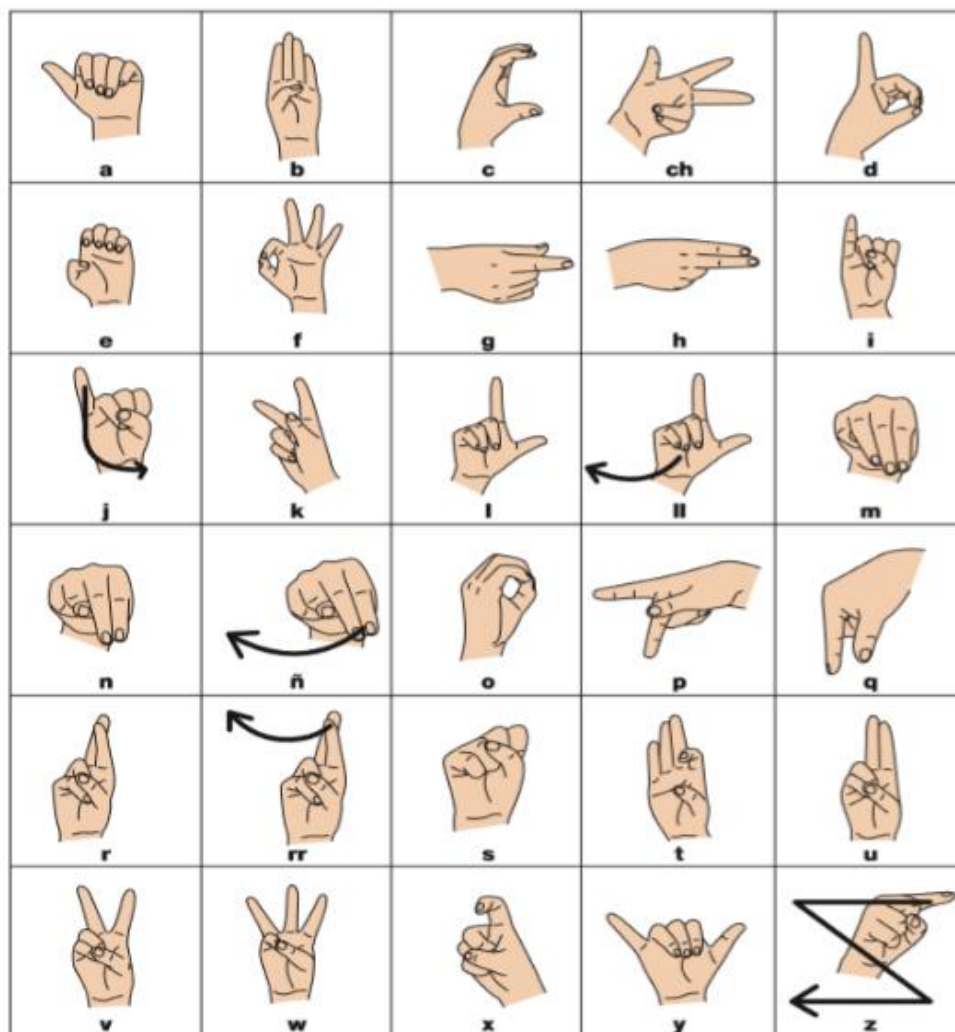


Figura 4 Diccionario de Lengua de Señas Ecuatoriana “Gabriel Román”.

Fuente: (CONADIS, Diccionario de Lengua de señas Ecautoriana Gabriel Román, 2014)

Tecnología Gestual

Normalmente cuando se refiere a dispositivos electrónicos sean de sobremesa o portátiles se suele centrar en sus prestaciones o de los programas que se pueden ejecutar en estos dispositivos sin prestar atención a su modo de interacción con el usuario, de hecho se maneja el teclado o el ratón con total fluidez y prácticamente con los ojos cerrados y se da por hecho que este es el control definitivo y no se puede modificar. En (Lorenzana, 2013) se explica que el ratón está desapareciendo y da paso a otros mecanismos de interacción sobre todo al control gestual.

Las pantallas táctiles han redefinido la forma de interactuar con la tecnología, una relación de contacto que evoluciona y da paso al control gestual, en (Avances Tecnología gestual, 2013) se menciona que los sensores gestuales funcionan con éxito en la industria de los videojuegos y se convertirán en un nuevo estándar para tablets, ordenadores personales y teléfonos celulares antes de que finalice la década.

2.2.3 Sensores Gestuales

En la actualidad en lo que se refiere al reconocimiento de gestos en el aire existen sensores funcionando con gran rendimiento.

WiiMote

El Wiimote (ver figura 5), es el dispositivo de entrada de la consola Wii de Nintendo. Consiste en un mando sin cables, que usa la tecnología Bluetooth para establecer comunicación con la consola. El Wiimote está formado por acelerómetros los cuales pueden medir la acción o movimiento que está produciendo el jugador, este dispositivo también puede interactuar con una barra de infrarrojos que tiene la función de puntero. (El Wiimote, s.f.)



Figura 5 Mando Wiimote.

Fuente: (El Wiimote, s.f.)

PlayStation Move.

En (Interacción persona computador, s.f.), se describe el sistema de control de movimiento de las consolas PS3 Y PS4 de Sony, fue el competidor del Kinect de las consolas Xbox y del Wiimote de Nintendo. El sistema proporciona precisión en los movimientos que produce el jugador, para esto se usa un mando con sensores de movimiento, y la cámara PlayStation Eye, que es la encargada de detectar la posición del mando. (ver figura 6)



Figura 6 Mando y cámara PlayStation Move.

Fuente: (Interacción persona computador, s.f.)

Kinect

Kinect fue lanzado en noviembre de 2010 para la consola de videojuegos Xbox 360 de Microsoft. El dispositivo Kinect (ver figura 7) permite la interacción con la consola por medio de movimientos corporales de los usuarios, sin tener que estar sujetos a un mando físico o un dispositivo táctil, esto se logra gracias a la tecnología creada por la compañía Israelí Primesence que permite obtener la profundidad, color y audio de una escena en tiempo real. (Bejarano, 2015)



Figura 7 Dispositivo Kinect.

Fuente: (Bejarano, 2015)

El Kinect no solo ha transformado la industria de los videojuegos sino también ha contribuido en otras áreas como la realidad virtual y la robótica, este dispositivo está compuesto por múltiples componentes (ver figura 8) estos son: un sensor de profundidad, una cámara RGB, un proyector láser de luz infrarroja, múltiples micrófonos y un motor de base que permite modificar la inclinación del dispositivo. (Bejarano, 2013)

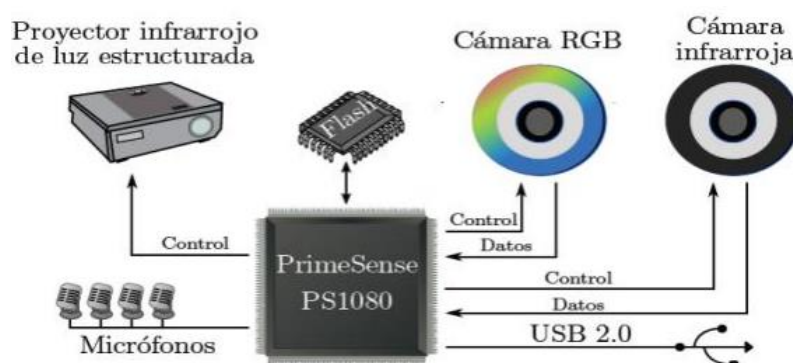


Figura 8 Componentes que integran Kinect.

Fuente: (Bejarano, 2013)

Leap Motion.

La empresa Leap Motion fundada en 2010 desarrolló y comenzó a distribuir en el año 2013 un tipo de sensor basado en la tecnología de Kinect con la diferencia que está orientado únicamente al reconocimiento de las

manos del usuario, lo que hace que este dispositivo sea más económico que Kinect, además de portátil con pequeñas dimensiones de 8 cm de largo por 3 cm de ancho. A pesar del tamaño reducido del dispositivo, conectado a un PC permite a los usuarios interactuar de forma fluida y precisa con el computador mediante el movimiento de las manos sin la necesidad de tocar la pantalla o tener contacto con el mouse y teclado. (Tecnología gestual, 2015), el dispositivo cuenta con distintas plataformas de desarrollo como son C++, C#, Java, Python entre otros.



Figura 9 Sensor Leap Motion.

Fuente: (Tecnología gestual, 2015)

El Leap Motion (ver figura 9) ha sido aplicado con éxito en múltiples disciplinas de la ingeniería como en el diseño 3D además es utilizado como una herramienta para el diseño de cohetes reutilizables de la empresa SpaceX. (Tecnología gestual, 2015)

Los principales componentes que forman el sensor Leap Motion son: tres leds, dos cámaras monocromáticas y un microcontrolador. (ver figura 10)

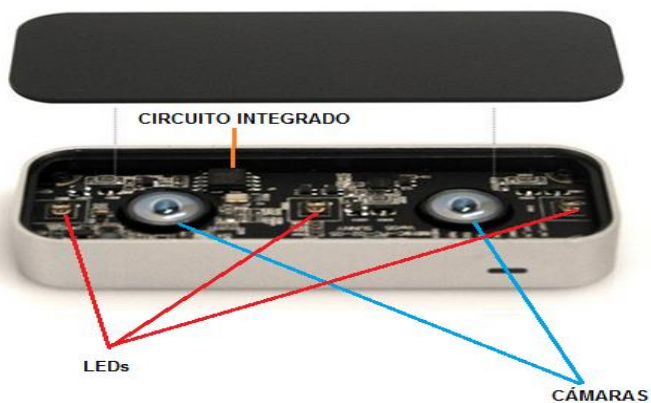


Figura 10 Componentes de Leap Motion.

Fuente: (Tecnología gestual, 2015)

Cámaras

Las cámaras son una de las partes más importantes del Leap Motion dado que son las encargadas de capturar las imágenes, cada una de estas cuenta con un sensor monocromático que es sensible a la luz infrarroja, con una longitud de onda de 850 nm, los sensores que son de tipo CMOS pueden trabajar a una velocidad de hasta 200 fps, dependiendo del rendimiento del equipo al que se conecte el dispositivo. (Belda, 2015)

Iluminación infrarroja

Los leds trabajan en el espectro de la luz infrarroja, que es la misma a la que son sensibles los sensores ópticos, los leds se encargan de iluminar una zona de cobertura de 61 cm de radio y estos varían su consumo dependiendo de la luz que haya en la zona de cobertura para asegurar una óptima resolución de imagen. (Belda, 2015)

El Microcontrolador

Es un circuito integrado que contiene el programa que controla todo el dispositivo, además tiene la tarea de regular la iluminación y se encarga de

recoger la información de los sensores para luego enviarla al controlador instalado en el computador. (Belda, 2015)

Cuando las manos del usuario se ubican en la zona de detección del Leap Motion se produce una reflexión de la luz, que llega al dispositivo e incide sobre las lentes de las cámaras, los datos recogidos por los sensores se almacenan en una matriz en la memoria del microcontrolador, los datos adquiridos representan un valor de luminosidad que se cuantifica a 8 bits para formar una imagen en escala de grises, entonces se considera que hay un total de 256 posibles valores de luminosidad, cada imagen captada por el sensor tiene dimensiones de 640 x 120 píxeles. Lo que hace que el sensor sea rápido es que las imágenes no son tratadas en el dispositivo este solo recoge y envía los datos al driver instalado en el computador donde la información se hace accesible para el desarrollador. (Belda.J., 2015)

2.2.4 Python

Python es un lenguaje de programación poderoso y de fácil aprendizaje, cuenta con estructuras de datos eficientes y de alto nivel además tiene un enfoque simple y efectivo para el paradigma orientado a objetos. El lenguaje Python es ideal para el desarrollo rápido de aplicaciones y sobre la mayoría de plataformas. (Rossum, 2009)

A continuación se presentan las principales características (Rossum, 2009) de Python:

- Simple: Python es un lenguaje muy simple de aprender, por lo que iniciarse en este muy sencillo.
- Propósito General: El lenguaje Python permite crear todo tipo de programas de propósito general, así también desarrollar aplicaciones con arquitectura web.
- Open Source: Python es gratuito y ha sido modificado para que pueda funcionar en diversas plataformas (Linux, Windows, Macintosh, Solaris).

- **Lenguaje Orientado a Objetos:** Al ser un Lenguaje Orientado a Objetos es construido sobre objetos que combinan datos y funcionalidades.
- **Lenguaje de Alto Nivel:** Al programar en Python no ha de que preocuparse por detalles de bajo nivel, (como manejar la memoria empleada por el programa).
- **Incrustable:** Python se puede insertar dentro de un program C/C++.
- **Extensas Librerías:** Python cuenta con una gran cantidad de librerías y funciones incorporadas, para desarrollar tareas de complejidad considerable sin tener que programarlas desde cero.

- **Sintaxis:** La sintaxis de Python cuenta con una estructura de márgenes, además para separar los bloques de código se debe tabular hacia dentro, de esta forma los desarrolladores adoptan consideraciones estándar al estructurar un programa hecho en Python.

2.2.5 Módulos de Python.

Tkinter

Tkinter (de TK Interface) es un módulo que permite construir interfaces gráficas de usuario multiplataforma en Python utilizando en su entorno el toolkit Tk. Python incluye este módulo por defecto, lo que hace que sea un toolkit muy popular, además es robusto, maduro y muy sencillo de aprender y de utilizar, contando con una amplia información documentada. (Interfaces Gráficas de usuario en Python, s.f.)

NumPy

NumPy es un paquete de procesamiento de propósito general diseñado para manipular gran número de matrices y vectores multidimensionales de

registros arbitrarios, también tiene herramientas de álgebra lineal básica y para la generación de números aleatorios. (Fundation, 1990)

SciPy

SciPy es un paquete de Python que contiene un conjunto de funciones y algoritmos matemáticos construidos sobre la extensión NumPy, proporcionando al usuario la facilidad de manipular y visualizar datos utilizando comandos, el SciPy convierte el Python en un entorno de procesamiento de datos similar al programa MATLAB, el beneficio adicional es que se cuenta con un potente lenguaje de programación para el desarrollo de programas sofisticados y aplicaciones especializadas. (Enthought, 2016)

2.2.6 Eclipse

Eclipse es una plataforma de desarrollo genérica que no tiene un lenguaje específico, aunque goza de la predilección de los desarrolladores del lenguaje JAVA gracias al plug-in JDT que viene en la distribución IDE. La plataforma Eclipse proporciona herramientas útiles para escribir, desplegar, depurar código y ejecutar aplicaciones. (Eclipse IDE, 2014)

Las Principales características que presenta el software Eclipse (Eclipse IDE, 2014) son:

- **Perspectivas, editores y vistas:** En Eclipse el modo de trabajo está basado en una pre configuración de ventanas y editores relacionada entre sí y que permite al desarrollador trabajar en el entorno de forma óptima.
- **Gestión de proyectos:** Eclipse proporciona un conjunto de asistentes que ayudan a la creación de proyectos, por ejemplo, cuando se crea un proyecto, se abre un entorno con la colección de vistas, editores y ventanas pre configuradas por defecto.

- Depurador de código: Eclipse cuenta con un potente depurador de código intuitivo y fácil de usar, para utilizar esta herramienta sólo se debe ejecutar el programa en modo depuración con solo activar un botón.
- Extensa colección de plug-ins: Están disponibles en gran cantidad, unos publicados por Eclipse, otros por desarrolladores independientes, estos se encuentran de forma gratuita, de pago o bajo distintas licencias.

2.2.7 XAMPP

XAMPP es un servidor de plataforma libre que está formado por el servidor web Apache, la base de datos MySQL e intérpretes de lenguajes como: Perl y PHP, el XAMPP es una herramienta útil para desarrolladores ya que se usa para realizar pruebas de base de datos, páginas web y para aplicaciones en PHP, el programa está liberado bajo la licencia GNU y actúa como un servidor Web libre, fácil de usar y capaz de interpretar páginas dinámicas. Actualmente XAMPP está disponible para Microsoft Windows, GNU/Linux, Solaris, y MacOS X. (Desarrollo de Aplicaciones Web XAMPP, s.f.), en (Desarrollo de Aplicaciones Web XAMPP, s.f.), se explica que el software incluye módulos de administración SQL como el phpMyAdmin.

2.2.8 SQL

SQL (Structured Query Language) es un lenguaje de programación estándar e interactivo que sirve para la gestión de bases de datos (SQL, s.f.), este lenguaje permite seleccionar, insertar, actualizar y averiguar la ubicación de los datos. Aunque SQL es a la vez un ANSI y una norma ISO muchos productos de bases de datos soportan SQL con extensiones propietarias al lenguaje estándar. (Lenguaje de consultas estructuradas, s.f.)

2.2.9 La Correlación Estadística.

La correlación estadística es una técnica que indica si dos variables están relacionadas. (EXPLORABLE, s.f.)

El coeficiente de correlación es un valor cuantitativo que varía entre -1 a 1 y es el indicador de la relación que hay entre dos variables, además el coeficiente de correlación no varía al hacerlo la escala de medición, es decir, si una variable expresa la altura en metros o en centímetros el coeficiente de correlación no varía.

El coeficiente de correlación puede definirse como la covarianza entre dos variables y tiene por expresión de cálculo (Ver ecuación 1).

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})(Z_i - \bar{Z})}{\sqrt{[\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2][\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2][\sum_{i=1}^n (Z_i - \bar{Z})^2]}}$$

Ecuación 1 Formula de la correlación.

Interpretación:

Si $r < 0$ existe correlación negativa: Las dos variables se correlacionan en sentido inverso. A valores altos de una de ellas le suelen corresponder valores bajos de la otra y viceversa. (COEFICIENTE DE CORRELACIÓN, s.f.)

Si $r = -1$ es correlación negativa perfecta: Lo que supone una determinación absoluta entre las dos variables (en sentido inverso): Existe una relación funcional perfecta entre ambas (una relación lineal de pendiente negativa). (COEFICIENTE DE CORRELACIÓN, s.f.)

Si $r > 0$ existe correlación positiva: las dos variables se correlacionan en sentido directo. A valores altos de una le corresponden valores altos de la otra e igualmente con los valores bajos. (COEFICIENTE DE CORRELACIÓN, s.f.)

Si $r = 1$ es correlación positiva perfecta lo que supone una determinación absoluta entre las dos variables (en sentido directo): Existe una relación lineal perfecta (con pendiente positiva). (COEFICIENTE DE CORRELACIÓN, s.f.)

Si $r = 0$ las variables están incorrelacionadas: no puede establecerse ningún sentido de relación entre las variables. (COEFICIENTE DE CORRELACIÓN, s.f.)

2.2.10 DTW (Alineamiento temporal dinámico)

El algoritmo DTW mide la similitud entre dos trayectorias que pueden variar en tiempo o velocidad, con el fin de evaluar la similitud entre dos trayectorias de puntos, se calcula la distancia entre ellas. Cuanto más corta es la distancia, mayor es la similitud, para calcular el DTW se utiliza la distancia Euclídea (ver ecuación 2).

$$d(P, Q) = \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + \dots + (p_n - q_n)^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2}$$

Ecuación 2 Formula del distancia Euclídea.

La idea principal de DTW es eliminar la diferencia entre las longitudes de las trayectorias. La posible falta de alineamiento temporal de las trayectorias no obedece a una ley fija, sino que se da de forma heterogénea, produciéndose así variaciones que aumentan o disminuyen la duración del tramo de la secuencia, entonces es necesario alinear temporalmente las trayectorias para poder realizar una medida de distancia entre ellas. Para buscar una alineación óptima entre trayectorias de puntos, el procedimiento consiste en estirar o encoger el eje temporal iterativamente hasta lograr una mínima distancia global. (Andrade, s.f.)

En la Figura 11 se muestra el alineamiento que produce la distancia euclidiana, el punto i -ésimo de la primera con el i -ésimo de la segunda. (Andrade, s.f.)

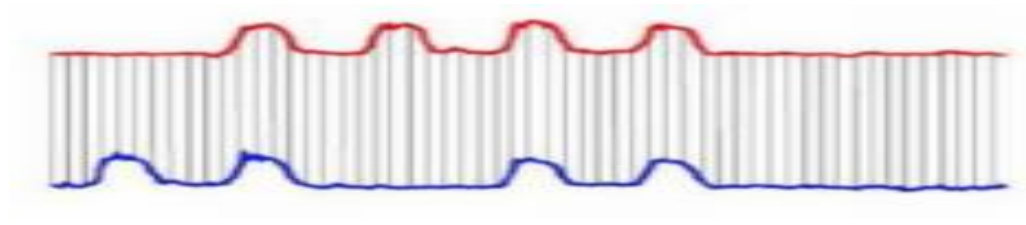


Figura 11 Distancia Euclidiana (superior) y DTW (inferior).

2.2.11 La psicología del color en el aprendizaje

Los colores están presentes en el ambiente de trabajo, en el arte, en la publicidad, en el Internet, en la medicina, o sea, prácticamente está en todas partes, por eso la presencia del color en el ámbito de la enseñanza merece especial atención ya que los colores estimulan e intervienen en nuestras reacciones, estado de ánimo. De esto trata la psicología del color y se puede definir como el campo de la psicología que analiza los efectos y la percepción de los colores captados por los humanos. (Cracovia, s.f.)

Colores que ayudan a estudiar

Los colores ayudan a mantener la concentración para estudiar porque el 8% del cerebro recibe información visualmente. El color estimula la vista y apoya el proceso de asimilación de la información, además sirve para la inspiración de creatividad e incentiva la creación de nuevas ideas. (Cracovia, s.f.)

A continuación algunos ejemplos de colores y su significado para el ser humano.

Verde: Concentración

Los colores de baja longitud de onda, como el verde, promueven la calma, y mejoran la eficiencia y la concentración, por eso es que el verde es un color excelente para mejorar la concentración de los alumnos. Aparte, el verde es uno de los colores más relajantes para los ojos, ya que recuerda a la naturaleza. (Gutierrez, 2016)

Naranja: Ánimo

El color naranja es acogedor y sube el estado de ánimo de los alumnos, también promueve la comodidad y mejora el funcionamiento neuronal, algunos teóricos sostienen que un ambiente con color naranja aumenta el suministro de oxígeno al cerebro, promueve la estimulación de la actividad mental y disminuye las inhibiciones de las personas, pero hay que evitar los colores naranja chillones si los estudiantes son demasiado jóvenes e inquietos ya que puede sobre estimularlos. (Gutierrez, 2016)

Azul: Productividad

El color azul es la mejor opción para aprender temas difíciles, se puede utilizar para ayudar a mejorar la comprensión de lectura y en general, es un color relajante y calmante, los tonos más claros son más amigables para la vista, mientras que los más oscuros son más sobrios y serios, muchos expertos en psicología recomiendan el uso del color azul con otro color más fuerte como el naranja para destacar la información importante. (Gutierrez, 2016)

2.2.12 Cuestionario SUS

El cuestionario SUS (System Usability Scale) fue desarrollado en 1986 como parte de la introducción de la ingeniería de usabilidad a los sistemas de oficina de Digital Equipment, el propósito del cuestionario SUS es proporcionar un test fácil de completar que cuente con un mínimo de cuestiones, fácil de puntuar y que permitiera medir la usabilidad de

programas, instrumentos y herramientas técnicas. El cuestionario se aplica después de que un usuario ha tenido la oportunidad de utilizar un sistema, pero antes de que cualquier informe o discusión tenga lugar. (Cortés, s.f.)

El cuestionario SUS está formado por 10 ítems (Florida, 2000):

1. Creo que me gustaría utilizar este sistema frecuentemente
2. Encuentro este sistema innecesariamente complejo
3. Pienso que el sistema es fácil de usar
4. Creo que necesitaría soporte técnico para hacer uso del sistema
5. Encuentro las diversas funciones del sistema bastante bien integradas
6. He encontrado demasiada inconsistencia en este sistema
7. Creo que la mayoría de la gente aprendería a hacer uso del sistema rápidamente
8. He encontrado el sistema bastante incómodo para usar
9. Me he sentido muy seguro haciendo uso del sistema
10. Necesitaría aprender un montón de cosas antes de poder manejar el sistema.

2.2.13 Escala cuestionario SUS.

Es una escala de estilo Likert de 1 a 5

1	2	3	4	5

En donde cada valor de la escala representa:

1. Totalmente en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4. De acuerdo
5. Totalmente de acuerdo.

Si el usuario no se siente en capacidad de responder algún ítem del cuestionario, habrá que señalar el valor central de la escala Likert.

2.2.14 Puntuación de SUS.

Para calcular la puntuación del SUS, hay que sumar las contribuciones de cada ítem. Para los ítems 1, 3, 5, 7 y 9, la contribución será la posición de la escala menos 1, para los ítems 2, 4, 6, 8 y 10, la contribución será 5 menos la posición en la escala, después se multiplica la suma de los resultados por 2.5 para obtener el valor global. El resultado estará entre 0 y 100. Para que un programa tenga una usabilidad aceptable el promedio global debe superar el 68% según el estándar del cuestionario SUS. (Cortés, s.f.)

2.3 Variables de la investigación

2.3.1 Variable independiente.

Sistema con interacción gestual.

2.3.2 Variable dependiente.

Aprendizaje del lenguaje de señas básico ecuatoriano.

2.4 Hipótesis

La implementación del sistema con interacción gestual, es una herramienta que facilita el aprendizaje del lenguaje de señas básico ecuatoriano a niños con discapacidad auditiva.

CAPÍTULO III

DESARROLLO

Para entrenar el sistema de aprendizaje se necesita una base de datos para lo cual se emplea un programa de lectura y recolección de datos de las configuraciones de señas, la adquisición de información proviene de un sensor gestual y dichos datos se graban usando SQL.

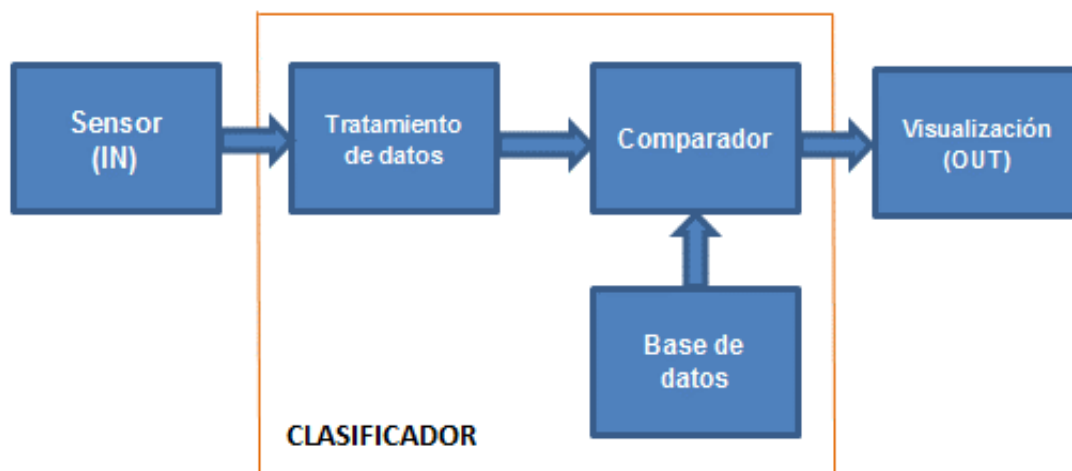


Figura 12 Diagrama de proceso del sistema de aprendizaje de señas

En la Figura 12 se muestra un esquema generalizado de los procesos que componen el sistema de aprendizaje de señas. En la entrada se emplea un sensor gestual que permite detectar el movimiento de las manos y dedos, la información que provee el sensor son coordenadas cartesianas (X, Y, Z). El proceso de clasificación consta de dos subprocesos que son: Tratamiento de datos y el comparador.

En tratamiento de datos la información que proporciona el sensor gestual es identificada y agrupada en vectores para un mejor manejo de datos, con el objetivo de que no se presente ningún inconveniente en los procesos matemáticos de comparación, en la siguiente fase la información

tratada es comparada con la base de datos mediante procesos matemáticos como la correlación o DTW.

El resultado final del clasificador es un valor que dictamina si el signo captado por el sensor tiene la misma naturaleza con uno de los que se encuentra en la base de datos. En el proceso de visualización el resultado obtenido es mostrado por medio de una interface comprensible para usuario.

3.1 Sensor

Para el reconocimiento de las configuraciones de las señas en el sistema, se usa el sensor gestual Leap Motion principalmente por ser un dispositivo dedicado específicamente a la detección de los huesos de las manos además de ser barato, de fácil manipulación por sus dimensiones, gran precisión y compatible con un gran número de lenguajes de programación (Java, Python, Unity, C++,C#), la página oficial proporciona la información necesaria para el manejo adecuado del dispositivo y para la creación de aplicaciones, haciéndolo más sencillo el desarrollo.

El sensor proporciona diversa información acerca del estado de la mano, las principales son:

- Numero de manos
- Numero de dedos
- Coordenadas de posición X , Y, Z de cada mano
- Longitud de los dedos.
- Coordenadas iniciales X, Y, Z de cada hueso de los dedos
- Coordenadas finales X, Y, Z de cada hueso de los dedos
- Coordenadas de dirección X, Y, Z de cada hueso de los dedos

A continuación se presenta la ubicación del sistema de coordenadas del Leap Motion (ver figura 13)

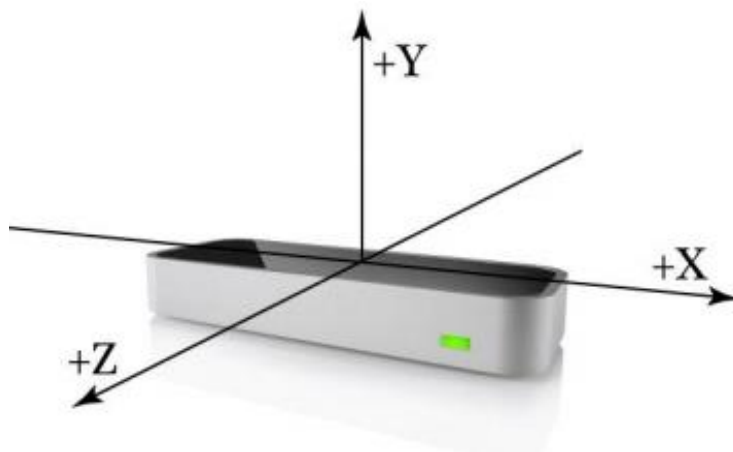


Figura 13 Sistema de coordenadas del Leap Motion.

Fuente: (Tecnología gestual, 2015)

Leap Motion es conectado mediante cable USB al CPU del computador (ver figura 14) para que el sensor se pueda activar, operar y tener interacción con el usuario.



Figura 14 Conexión Leap Motion al computador

Fuente: (Tecnología gestual, 2015)

Cuando se instala el driver de Leap Motion que se descarga de la página oficial, aparece un icono en la parte inferior de la pantalla específicamente en la barra de tareas de Windows que indica el estado de conexión del sensor, si el sensor está conectado el icono cambia a color verde (ver figura 15)

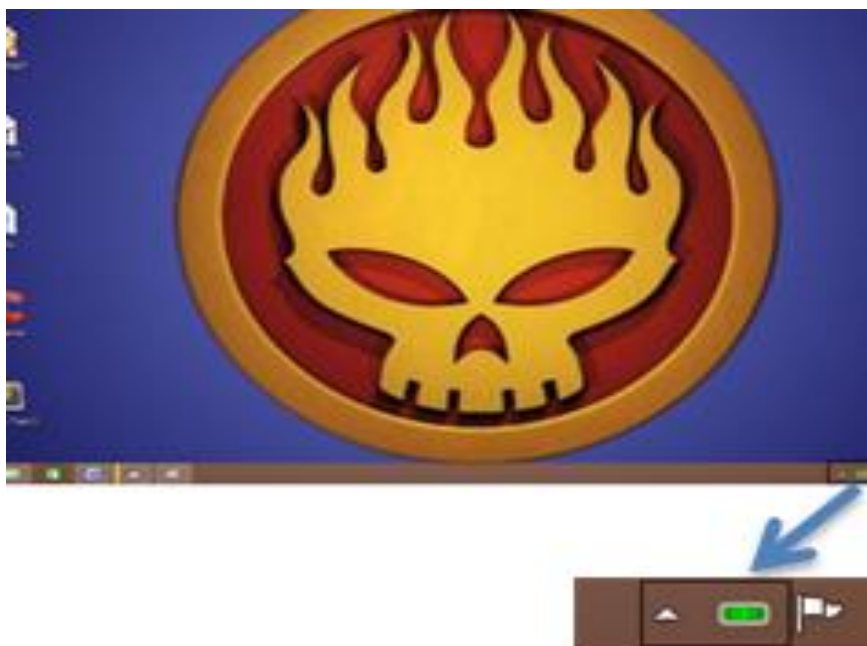


Figura 15 Icono de identificación Leap Motion.

Al momento de que el sensor Leap Motion detecta la mano, toma frames usando cámaras de luz infrarroja, para verificar el funcionamiento del sensor los fabricantes proporcionan herramientas de visualización con los cuales se puede observar la detección de las manos. (ver figura 16)

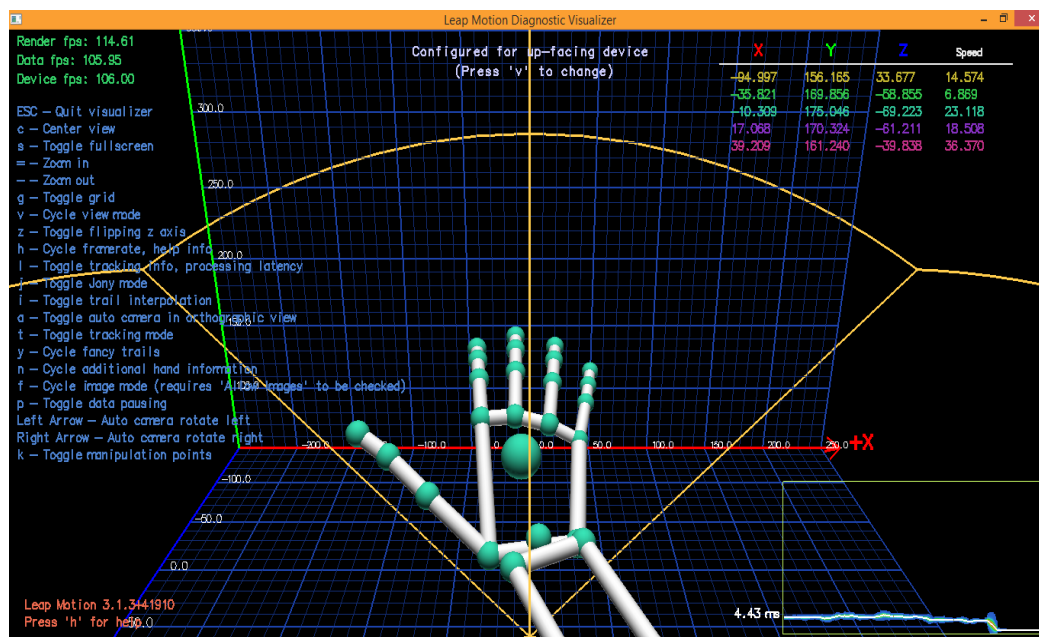


Figura 16 Visualizador Leap Motion

3.2 Clasificador

El clasificador está formado por tres etapas que son: Base de datos, tratamiento de datos y finalmente el comparador.

3.2.1 Base de datos

Para almacenar los datos de las configuraciones de las señas las cuales sirven como referencia para el comprador requiere de un programa para la lectura de datos y la recolección de los mismo, el cual se desarrolla en lenguaje JAVA en la herramienta de desarrollo Eclipse (ver figura 17), se emplea el lenguaje Java por su facilidad de manejo y flexibilidad a la hora de realizar transacciones con la base de datos realizada en MySQL, además es compatible con el sensor gestual Leap Motion.

Los datos a extraer y grabar son vectores denominados dirección de huesos los cuales muestra una variación considerable cuando el usuario realiza algún movimiento o signo con la mano.

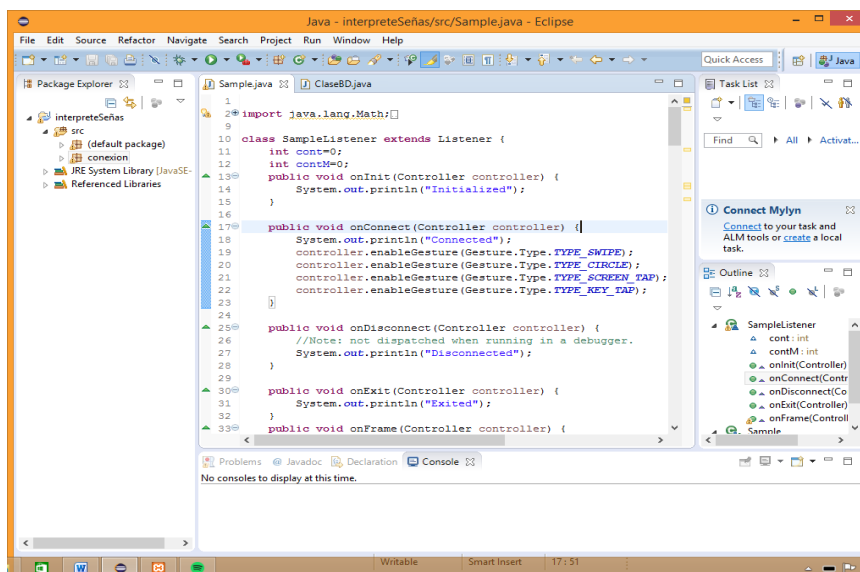


Figura 17 Programa en Eclipse

Para la creación y gestión de la base de datos en MySQL se usa la herramienta PHPMysqlAdmin incorporada en XAMPP (ver Figura 18) ya que tiene características versátiles e idóneas para el desarrollo de la base de datos y con la ventaja de ser software libre.

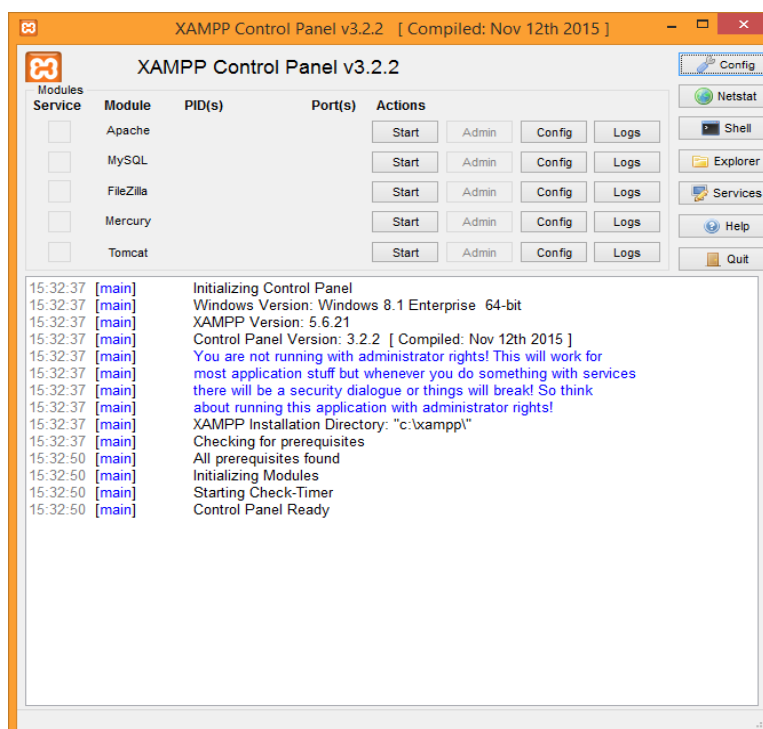


Figura 18 Servidor XAMPP

Para realizar el proceso de obtención de datos hay que ejecutar el programa en Java y el servicio de MySQL que se encuentra en el Panel de Control de XAMPP, después realizar la configuración de la seña deseada al frente del sensor gestual y finalmente acceder a la aplicación PHPMyAdmin (ver Figura 19) por medio de un navegador de internet el cual presenta los datos que se obtienen del sensor.

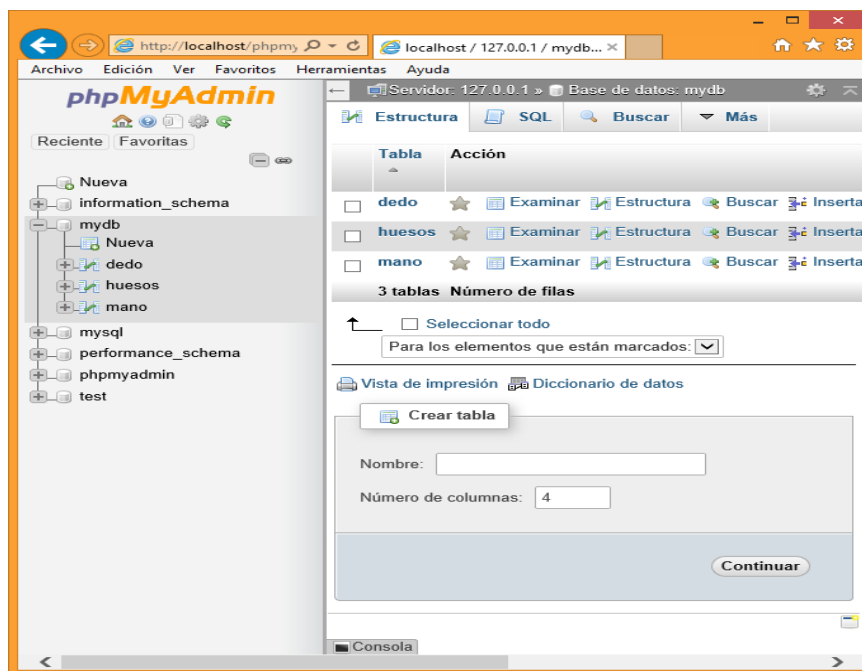


Figura 19 Página del servidor

Es necesario recolectar varias muestras (en concreto son 10 para configuraciones estáticas y 6 para configuraciones dinámicas), para después obtener una muestra estándar de mejor rango (gold standard), el promedio es una técnica útil para reunir toda esa información y conjugarla en la gold standard, se usa Matlab como herramienta idónea para obtener las gráficas del comportamiento de datos (ver figura 20 y figura 21) y hacer la gran cantidad de cálculos que se necesita.

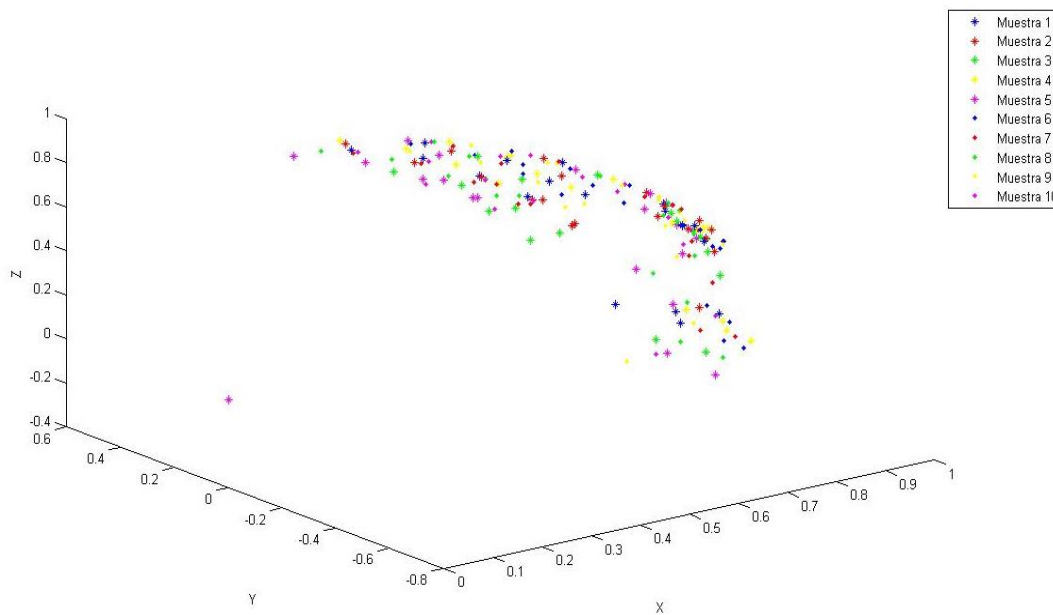


Figura 20 Gráfica en Matlab de datos de la letra C

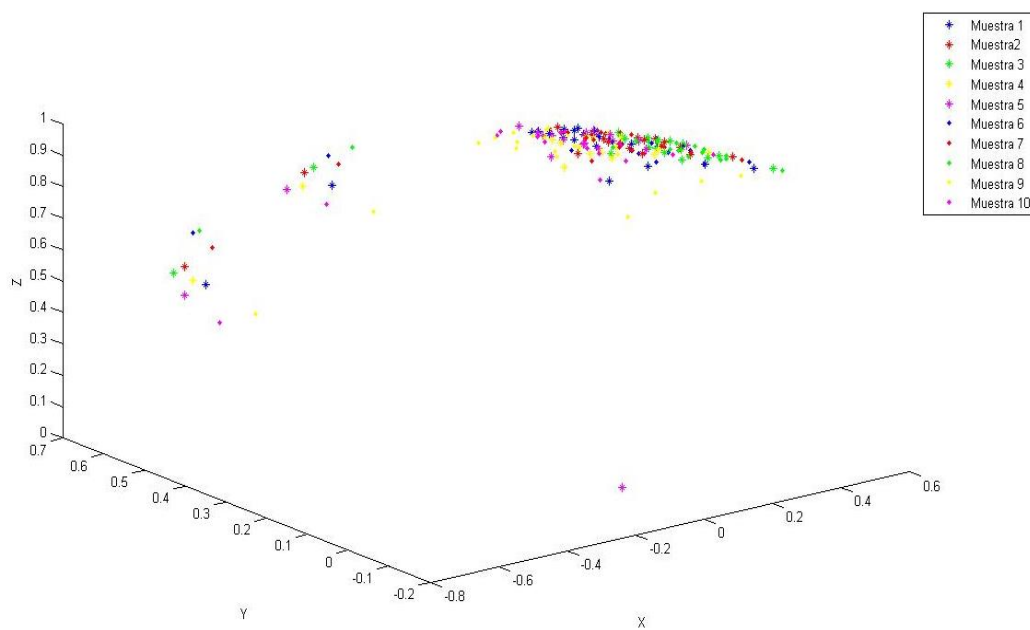


Figura 21 Gráfica en Matlab de datos de la letra B

Una observación importante obtenida de las gráficas, es que los datos de dirección de los huesos de cada configuración de la seña presenta un área diferente en el plano, entonces no va a existir concordancia en los datos entre configuraciones de señas diferentes.

3.2.2 Tratamiento de datos

Parte importante del sistema de aprendizaje de señas es tomar la información proveniente del Leap Motion, examinarla, excluir lo irrelevante y tomar lo fundamental para el desarrollo del proceso. El sensor brinda información detallada de la mano que corresponde a vectores posición inicial y final del brazo, palma, huesos de los dedos, además de vectores dirección de los mismo, también permite tener información de la longitud y grosor de cada dedo, tiene identificadores ID de cada mano y dedo que es actualizado cada vez que se identifique una nueva mano, los datos a tomar en cuenta para el desarrollo es el vector dirección de cada uno de los hueso de los dedos, con esta información se forma un vector de 60×1 para configuraciones estáticas y un arreglo de 60×6 para las configuraciones dinámicas para posteriormente hacer las operaciones matemáticas de la correlación y DTW respectivamente.

Para el manejo de los datos que van a ser procesador se utiliza el software Python, por los distintos módulos que posee para gestionar de manera más eficiente los cálculos entre un gran número de datos que incluyen arreglos y vectores.

3.2.3 Comparador

El último paso del clasificador es el comparador, su importancia radica en que la información entregada determina si la configuración realizada con la mano ante el sensor es la indicada, el proceso de experimentación es vital para verificar si las técnicas empleados son las correctas.

Para las configuraciones estáticas el algoritmo establecido es de la correlación, porque determina la relación que existe entre dos variables, en el caso del sistema de aprendizaje se establece la relación de los datos que ingresan por el sensor gestual con las Gold Standard de la base de datos almacenada, entonces se comprueba si ambos poseen la misma naturaleza,

en la experimentación, se utiliza Matlab como software matemático especializado.

El resultado de la correlación presenta las siguientes condiciones:

- Si el valor es cercano a 1, entonces existe correlación positiva y los datos presentan la misma naturaleza.
- Si el valor se aleja de 1, entonces no existe correlación positiva y los datos no presentan la misma naturaleza.

Con el software Matlab se realiza la experimentación recolectando datos y formando 10 muestras de una misma configuración de la seña para posteriormente realizar la correlación entre cada una de ellas y establecer si existe similitud y conocer su valor de correlación.

La tabla 1 muestra los resultados al realizar la correlación entre dos matrices con la misma naturaleza, en este caso las dos matrices están formadas con datos de la configuración de la letra A, y se aprecia que cada valor de correlación se aproxima a 1 indicando así la similitud entre ellas y es exactamente igual a 1 cuando la correlación se realizó con la misma matriz.

Tabla 1

Correlación entre configuraciones de la mano de la letra a

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	
		1	0.98352775	0.97820521	0.9327669	0.94777983	0.96233386	0.94290323	0.9619891	0.96918603	0.94403042	0.97660791
A1	0.98352775		1	0.99611015	0.97160118	0.98311927	0.97935741	0.969618	0.97497994	0.99557877	0.96365763	0.99633115
A2	0.97820521	0.99611015		1	0.98498668	0.99160467	0.97131053	0.95871731	0.96559134	0.9981011	0.94482689	0.99348425
A3	0.9327669	0.97160118	0.98498668		1	0.99795743	0.94067623	0.93267936	0.93193739	0.98879095	0.9052556	0.97287697
A4	0.94777983	0.98311927	0.99160467	0.99795743		1	0.95116396	0.9435864	0.94327171	0.9950829	0.92165814	0.98187011
A5	0.96233386	0.97935741	0.97131053	0.94067623	0.95116396		1	0.99529147	0.99913906	0.97397554	0.99040374	0.99082872
A6	0.94290323	0.969618	0.95871731	0.93267936	0.9435864	0.99529147		1	0.9956235	0.96595686	0.99380912	0.98416157
A7	0.9619891	0.97497994	0.96559134	0.93193739	0.94327171	0.99913906	0.9956235		1	0.96826378	0.99181041	0.98767947
A8	0.96918603	0.99557877	0.9981011	0.98879095	0.9950829	0.97397554	0.96595686	0.96826378		1	0.95114115	0.9951542
A9	0.94403042	0.96365763	0.94482689	0.9052556	0.92165814	0.99040374	0.99380912	0.99181041	0.95114115		1	0.97487322
A10	0.97660791	0.99633115	0.99348425	0.97287697	0.98187011	0.99082872	0.98416157	0.98767947	0.9951542	0.97487322		1

La tabla 2 muestra los resultados al realizar la correlación entre dos matrices diferentes, en este caso las dos matrices están formadas con datos de la configuración de la letra A y letra B respectivamente, y se aprecia que cada valor de correlación está alejado al valor de 1 indicando así que no existe similitud alguna entre ellas, de esta manera se basa el clasificador para el reconocimiento de las diferentes configuraciones de la mano que existen.

Tabla 2

Correlación entre configuraciones de la mano de la letra a con b

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11
A1	-0.24944525	-0.28672692	-0.28619147	-0.28078583	-0.28745046	-0.27823671	-0.25517476	-0.26659289	-0.23939027	-0.26904408	-0.27203434
A2	-0.18188486	-0.2335298	-0.23542469	-0.22282634	-0.22868744	-0.23075508	-0.19390702	-0.22388601	-0.17064567	-0.20768426	-0.21418803
A3	-0.17218991	-0.22177873	-0.22259555	-0.21353886	-0.21951789	-0.22027065	-0.18360688	-0.21181566	-0.16345943	-0.19924494	-0.20405428
A4	-0.10761834	-0.16781756	-0.17085756	-0.15550443	-0.15948715	-0.17409995	-0.12483367	-0.16865285	-0.09781124	-0.13833095	-0.14693347
A5	-0.1263164	-0.18503983	-0.18822465	-0.17213694	-0.17679649	-0.18798024	-0.14221097	-0.18312203	-0.11563262	-0.15631727	-0.16400593
A6	-0.14551929	-0.20215979	-0.19954963	-0.19467245	-0.2001083	-0.20391241	-0.15970193	-0.18927911	-0.13498924	-0.17218049	-0.18114964
A7	-0.12564435	-0.19223341	-0.18935723	-0.18106567	-0.18666899	-0.19585012	-0.14426854	-0.18125189	-0.11093344	-0.15405659	-0.16671357
A8	-0.1517527	-0.2089859	-0.20537187	-0.2014695	-0.20751459	-0.20974994	-0.16607304	-0.19351341	-0.13979951	-0.17793271	-0.18721361
A9	-0.14925912	-0.20460674	-0.20603042	-0.19404706	-0.19941153	-0.20492403	-0.16307473	-0.19704472	-0.1387805	-0.17737831	-0.18438733
A10	-0.15185369	-0.21760166	-0.21716432	-0.2042805	-0.20958786	-0.21967155	-0.16989673	-0.20836355	-0.13489598	-0.17747629	-0.19183493
A11	-0.15858947	-0.21528673	-0.21531472	-0.20513151	-0.21070512	-0.21577809	-0.17291136	-0.20543183	-0.1469101	-0.18579452	-0.1941933

La figura 22 muestra el comportamiento grafico de la correlación entre el Gold Standard y los datos registrados.

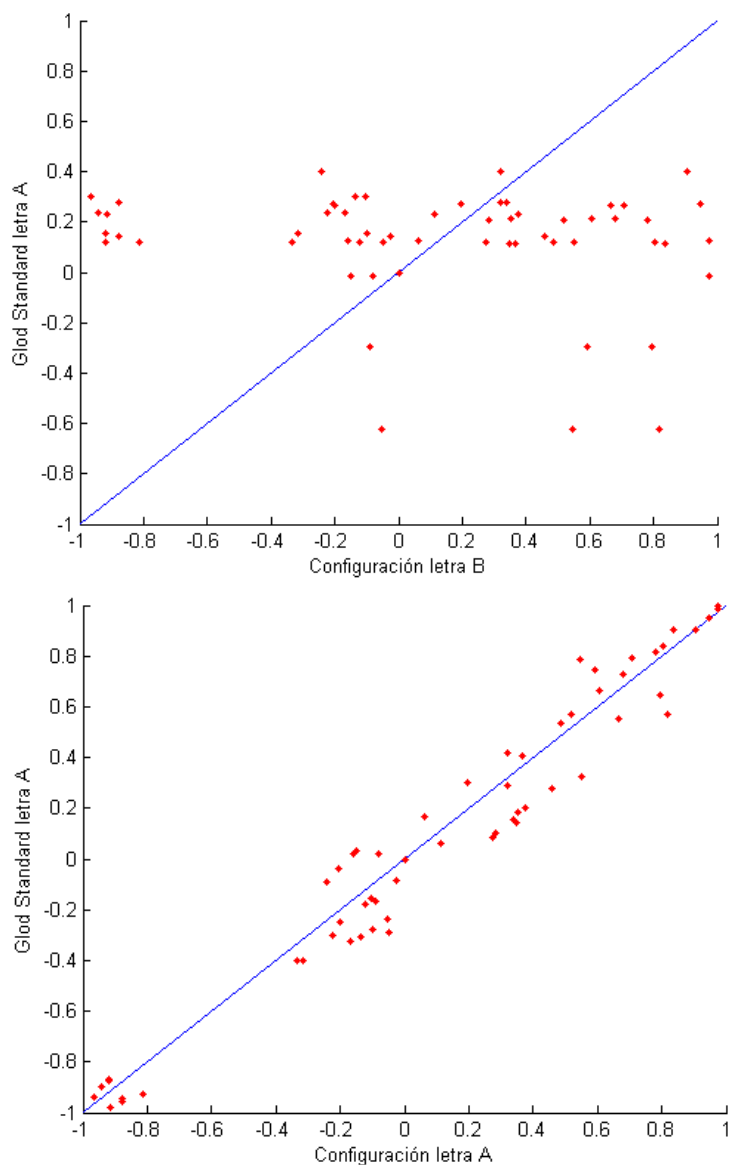


Figura 22 Correlación entre Gold Standard datos registrados

Con las configuraciones de señas que poseen movimiento no es viable usar la correlación porque presentan problemas al comparar varios puntos que conforman una secuencia por lo que una opción adecuada es usar el DTW que sirve para medir similitud entre dos trayectorias que varían en el tiempo.

El DTW evalúa similitud de dos trayectorias calculando la distancia entre estas dos, este algoritmo presenta las siguientes condiciones:

- Si el valor de la distancia es más corto entonces va a existir mayor similitud.
- Si el valor de la distancia no es corto entonces no va a existir similitud alguna entre las trayectorias.

Para la experimentación se recolecta datos de la letra LL, se realiza un muestreo de toda la trayectoria con un total de 6 muestras. Se toman dos trayectorias para la comparación, si las trayectorias 1 y 2 son similares entonces el valor de la distancia es corta, para visualizar el experimento se usa Matlab.

La figura 23 y figura 24 presentan la trayectoria 1 dividida en 6 muestras y la trayectoria completa, respectivamente.

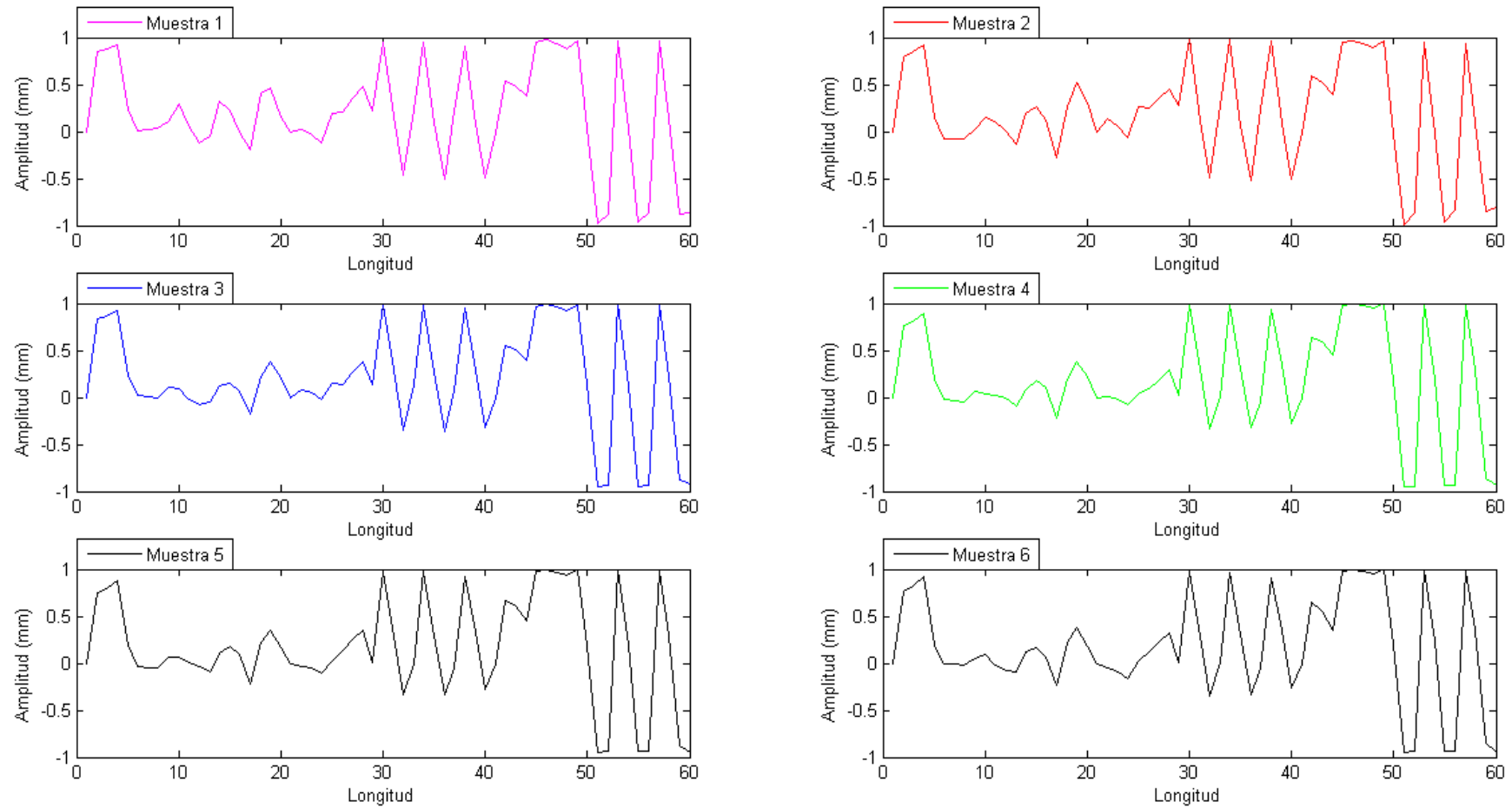


Figura 23 Gráfica en Matlab de la trayectoria dividida en 6 en partes.

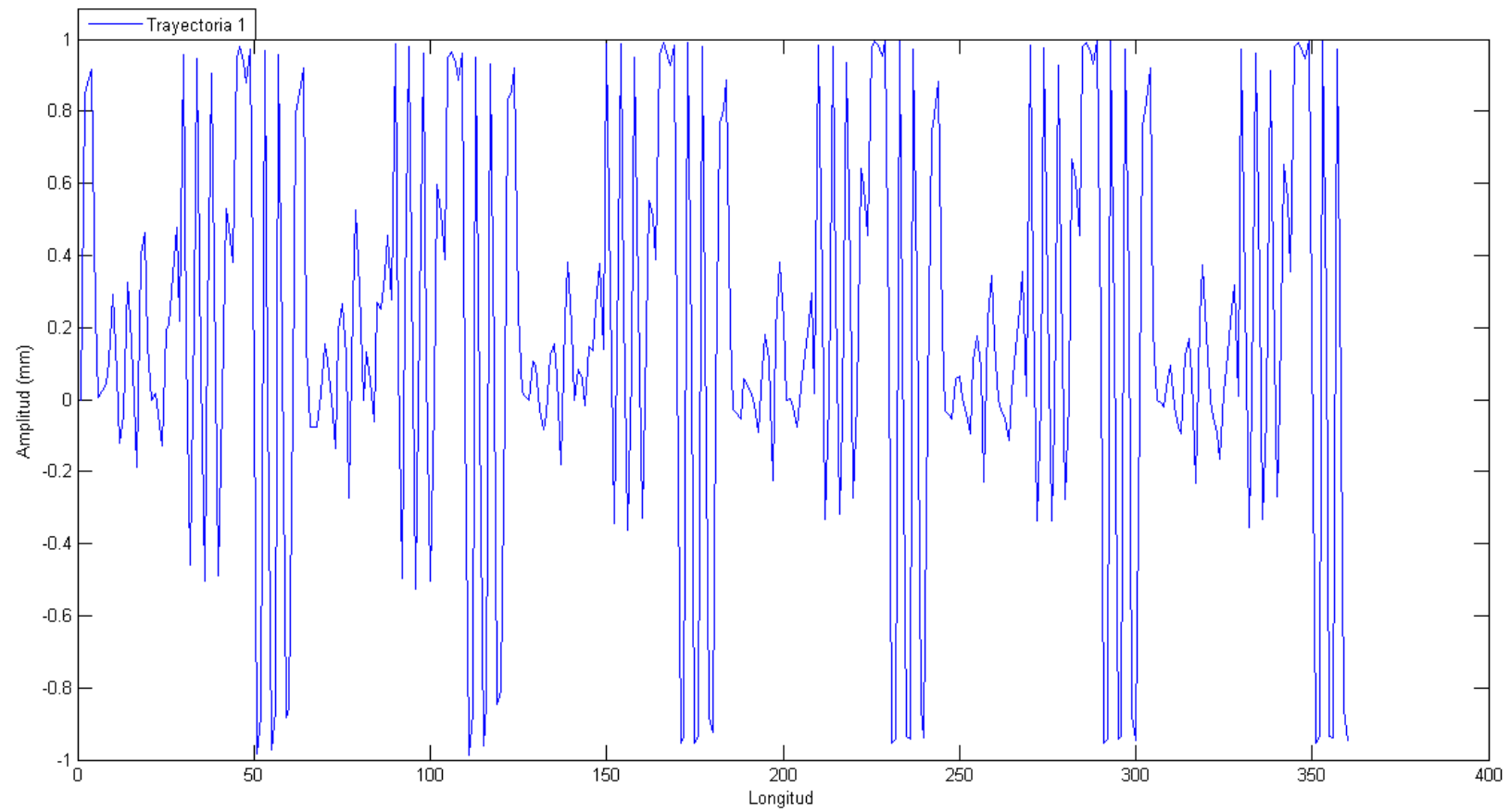


Figura 24 Gráfica en Matlab de trayectoria 1 completa.

La figura 25 y figura 26 presentan la trayectoria 2 dividida en 6 muestras y la trayectoria completa, respectivamente.

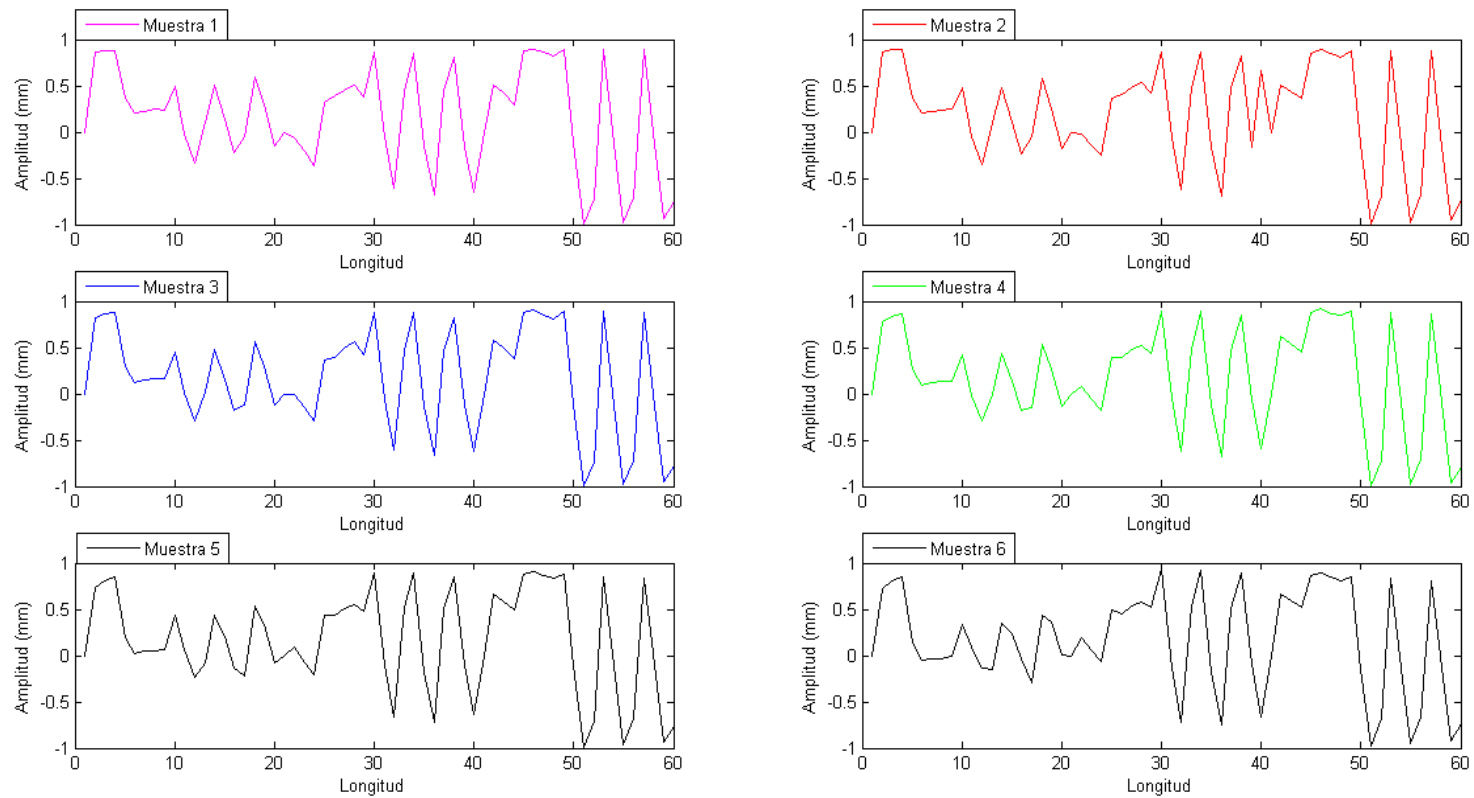


Figura 25 Gráfica en Matlab de trayectoria 2 dividida en 6 en partes.

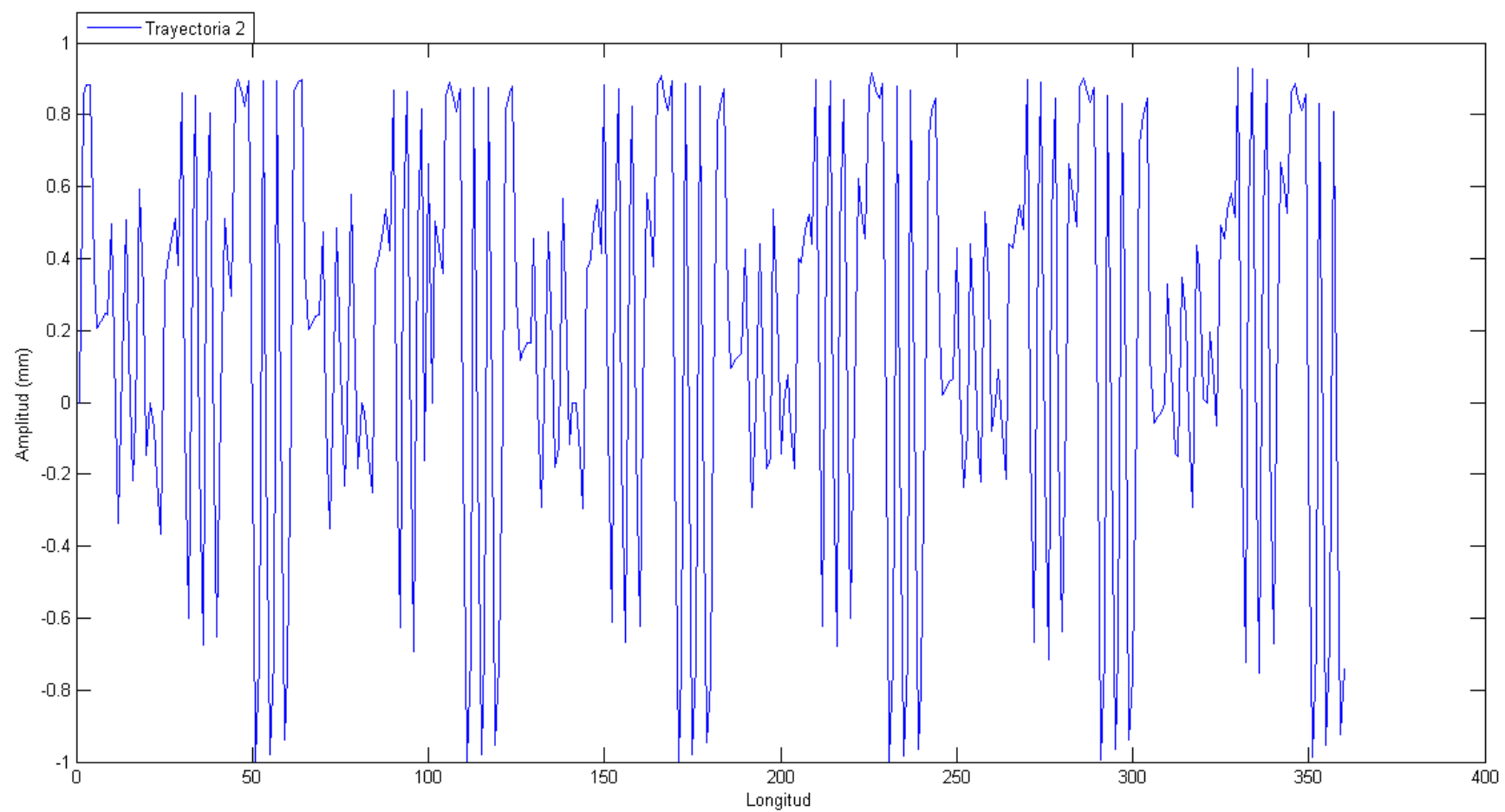


Figura 26 Gráfica en Matlab de trayectoria 2 completa

En la figura 27 y figura 28 se muestra la comparación de las dos trayectorias, se aprecia que las dos son similares entonces se considera que las trayectorias 1 y 2 son la misma letra en este caso la letra LL.

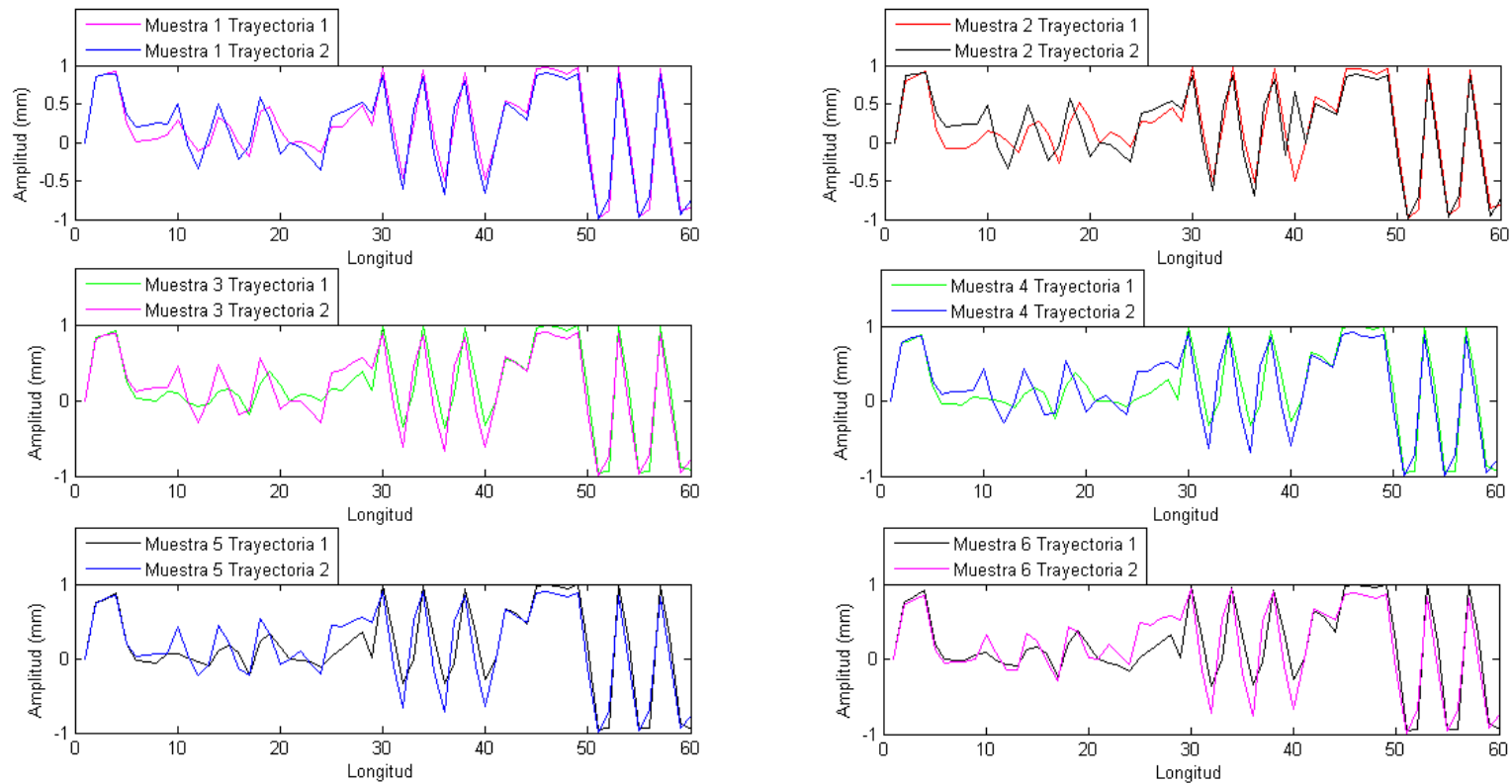


Figura 27 Gráfica en Matlab de las trayectorias 1 y 2 dividida en 6 partes

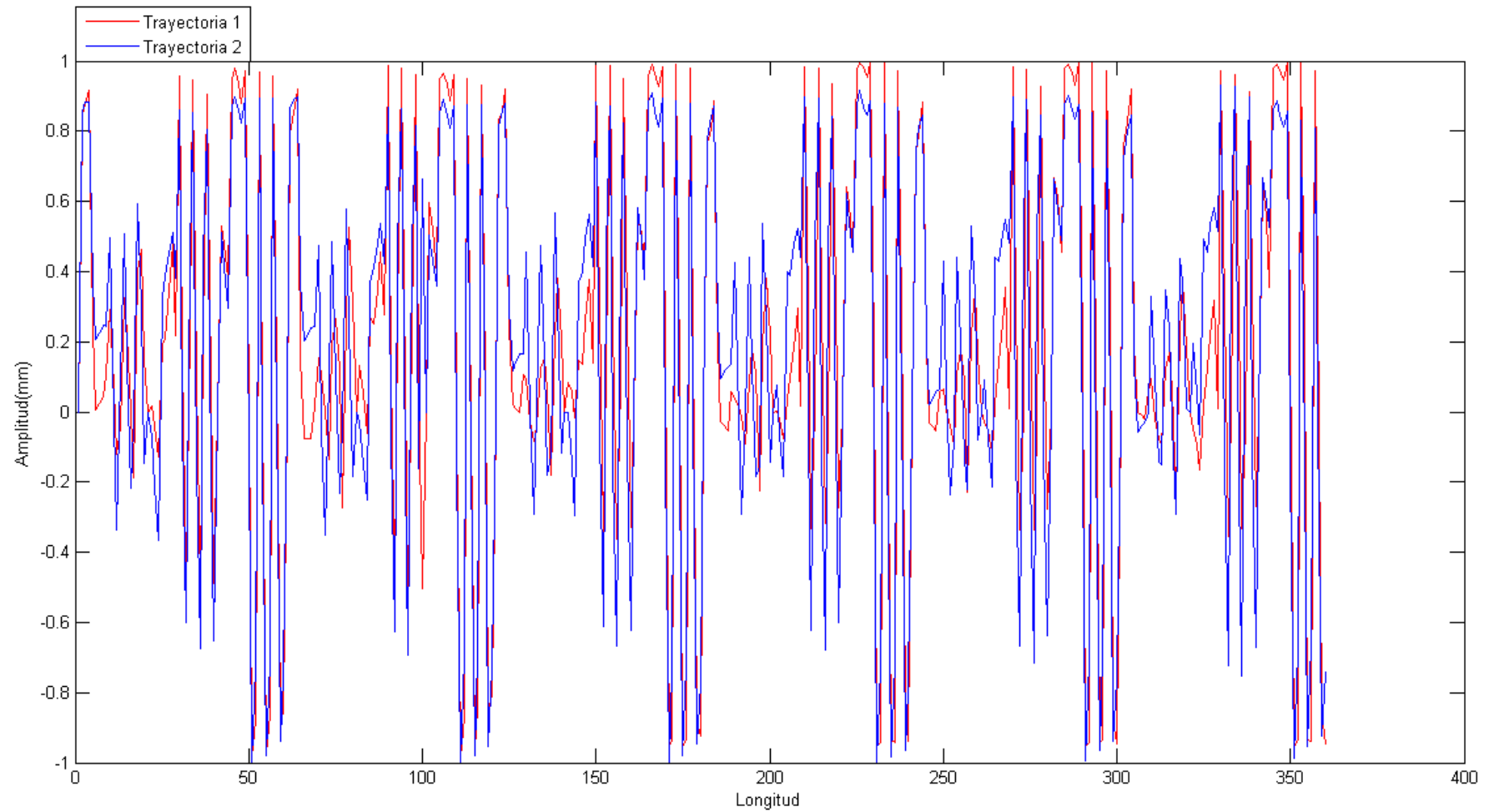


Figura 28 Gráfica en Matlab de las trayectorias 1 y 2 completas.

A continuación en la figura 29 se muestra la ejecución del programa integrado.



```
C:\Python27\python.exe
Initialized
Press Enter to quit...
Connected
A
A
A
A
A
A
A
A
A
```

Figura 29 Ejecución del programa clasificador en Python.

El sensor Leap Motion dispone de gestos establecidos y que se pueden usar en cualquier parte del programa y está disponible para todos los lenguajes de programación, para el sistema de aprendizaje se usa para la interacción gestual en la interface, estos gestos ya determinados tienen el nombre de: swipe (ver figura 30), keytap (ver figura 31) y screentap (ver figura 32).

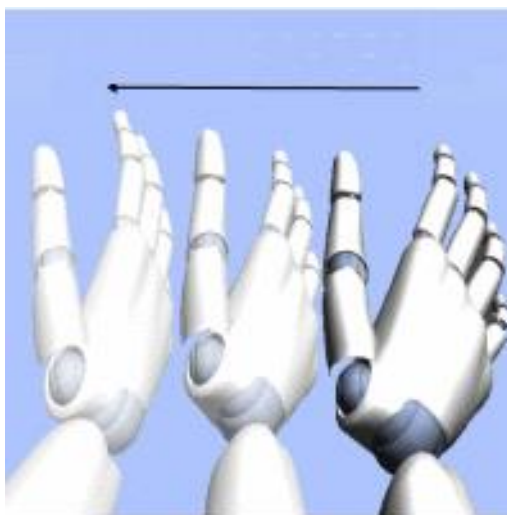


Figura 30 Gesto Swipe.

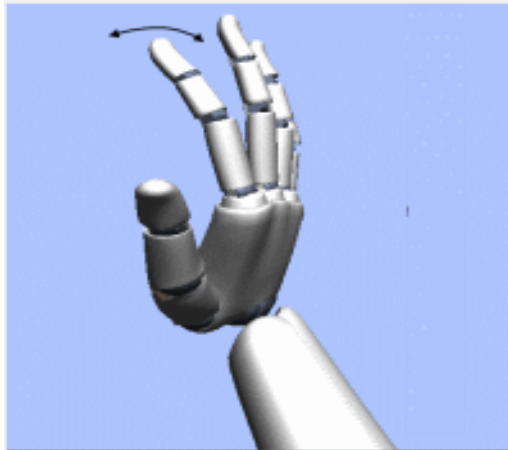


Figura 31 Gesto Keytap.

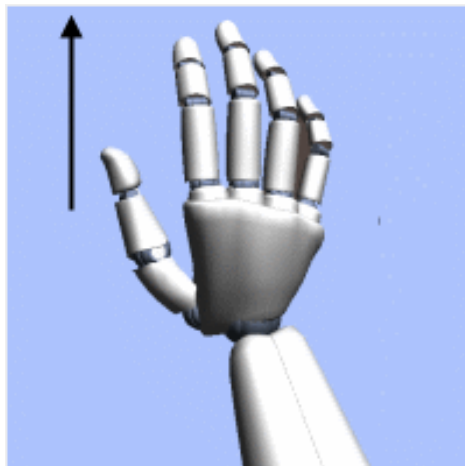


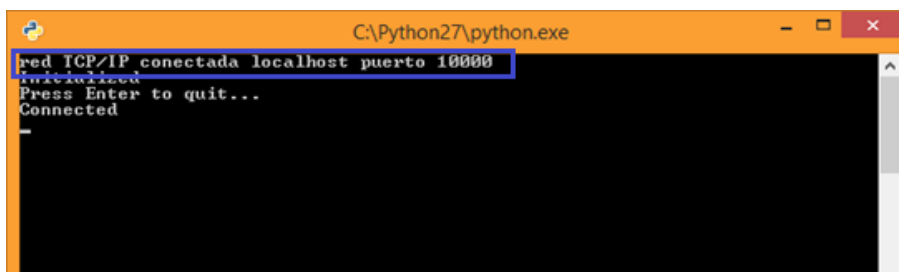
Figura 32 Screentap.

3.3 Visualización

Con el objetivo de lograr que el sistema tenga un mejor rendimiento, y que no tenga problemas con la saturación de memoria y congestión de datos, se divide el código en dos programas:

- Programa del clasificador
- Programa de la interface.

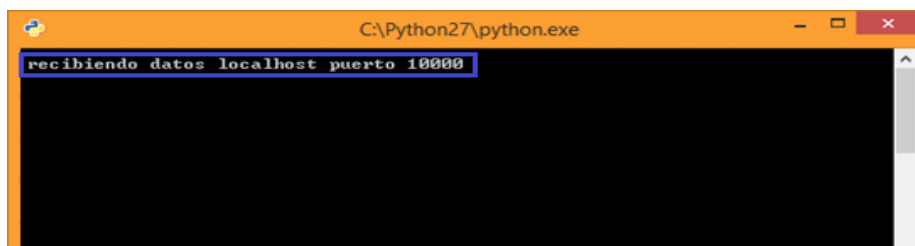
El programa del clasificador fue desarrollado en la sección anterior, para unir con el programa de la interface se usa una red TCP/IP (ver figura 33) con el fin de que el programa del clasificador envíe un dato con la letra que identifique al programa de la interface.



```
C:\Python27\python.exe
red TCP/IP conectada localhost puerto 10000
Iniciado
Press Enter to quit...
Connected
-
```

Figura 33 Red TCP/IP conectada para transmitir datos.

El programa de la interface recibe los datos provenientes del programa del clasificador (ver figura 34) para después validar la información



```
C:\Python27\python.exe
recibiendo datos localhost puerto 10000
```

Figura 34 Red TCP/IP conectada para recibir datos.

Para la interface del sistema de aprendizaje se usa Tkinter que es un módulo que permite construir aplicaciones gráficas en Python, el objetivo es presentar un entorno de fácil manipulación en la que se permita la interacción gestual de parte del usuario, la interface consta primero de una ventana llamada MENÚ en donde está disponible tres botones de opciones como se observa en la figura 35.



Figura 35 Ventana de Menú.

Funciones de los botones de menú:

- Aprendizaje: Accede a otra ventana en donde está disponible diferentes modos de aprendizaje del lenguaje de señas Ecuatoriano.
- Manual: Accede a una ventana en donde está disponible las instrucciones básicas para manipular el sistema de aprendizaje de forma correcta.
- Salir: Cierra completamente la ventana de menú.

Cuando se elige el botón aprendizaje aparece una nueva ventana, que presenta el menú con las diferentes opción de modos de aprendizaje cabe recalcar que se eligió un color en base a estudios relacionados con la psicología del color por esta razón se implementa un fondo de verde pastel que motiva al aprendizaje y a la relajación de la persona. El usuario mediante gestos establecidos (swipe, keytap, screentap) puede elegir varios modos de aprendizaje del lenguaje de señas como se muestra en la Figura 36, los modos son:

- Modo ordenado: Ofrece letras de forma ascendente ordenada desde la A hasta la Z.
- Modo aleatorio: Ofrece un número determinado de letras en forma desordenada.
- Modo contrarreloj: Ofrece un modo de juego en donde el sistema establece una puntuación según el número de letras que el usuario realiza en 30 segundos.



Figura 36 Ventana modos de aprendizaje

Una vez establecido el modo de aprendizaje el sistema muestra una ventana que provee información visual de las letras al usuario, si el usuario realiza la configuración de la seña indicada de forma correcta el sistema cambia a la siguiente letra, este procesos se realiza sucesivamente hasta terminar el modo, existe un gesto que se puede utilizar en cualquier momento del programa para regresar al menú de modos de aprendizaje como se indica en la figura 37



Figura 37 Ventana aprendizaje de señas

Al finalizar con éxito el modulo se muestran opciones que permiten: repetir el modo de aprendizaje o regresar al menú donde se encuentran las opciones de modos de aprendizaje como se muestra en figura 38



Figura 38 Ventana concluir modo de aprendizaje

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Análisis de resultados

Las pruebas se realizan bajo los siguientes aspectos:

- Factor de iluminación.
- Dimensión de manos.
- Distancia de interacción.
- Sintonización de las configuraciones de señas.
- Pruebas de Aprendizaje.
- Usabilidad del sistema.

4.1.1 Factor de iluminación

La experimentación consiste en exponer al sensor Leap Motion a diferentes condiciones de iluminación y verificar como responde la detección de los gestos predefinidos del sensor y configuraciones de la mano, ubicando el sensor en la parte superior de la pantalla del monitor del computador donde debe ser expuesto de manera directa a la luz (ver Figura 39).



Figura 39 Ubicación del sensor Leap Motion.

La tabla 3 se muestra el registro de las diferentes condiciones de iluminación al que fue expuesto el sensor para medir su grado de respuesta.

Tabla 3

Registro de luxes gesto y configuración de señas

LUXES	SEÑAS	SWIPE	KEYTAP	SCREENTAP
6	90%	100%	60%	30%
15	90%	100%	60%	30%
18	90%	100%	60%	30%
26	90%	100%	70%	30%
46	90%	100%	70%	40%
50	94%	100%	80%	40%
80	94%	100%	80%	40%
120	94%	100%	80%	60%
320	96%	100%	85%	70%
400	98%	100%	85%	70%
600	100%	100%	90%	90%
900	100%	100%	100%	100%
1200	98%	100%	90%	80%
1500	98%	100%	80%	80%
1600	98%	100%	80%	80%
2000	95%	100%	70%	60%
2400	95%	100%	60%	80%
3000	94%	100%	50%	80%

En la figura 40 se observa el desempeño del sensor al detectar las configuraciones de la mano en diferentes intensidades luminosas, en el rango de 6 a 300 luxes. La iluminación óptima para que la detección de las configuraciones de la mano tengan un desempeño mayor al 90% debes ser en un rango de 900 a 1000 luxes, que según la norma ISO 8995 determina para tareas con requerimientos visuales elevados.

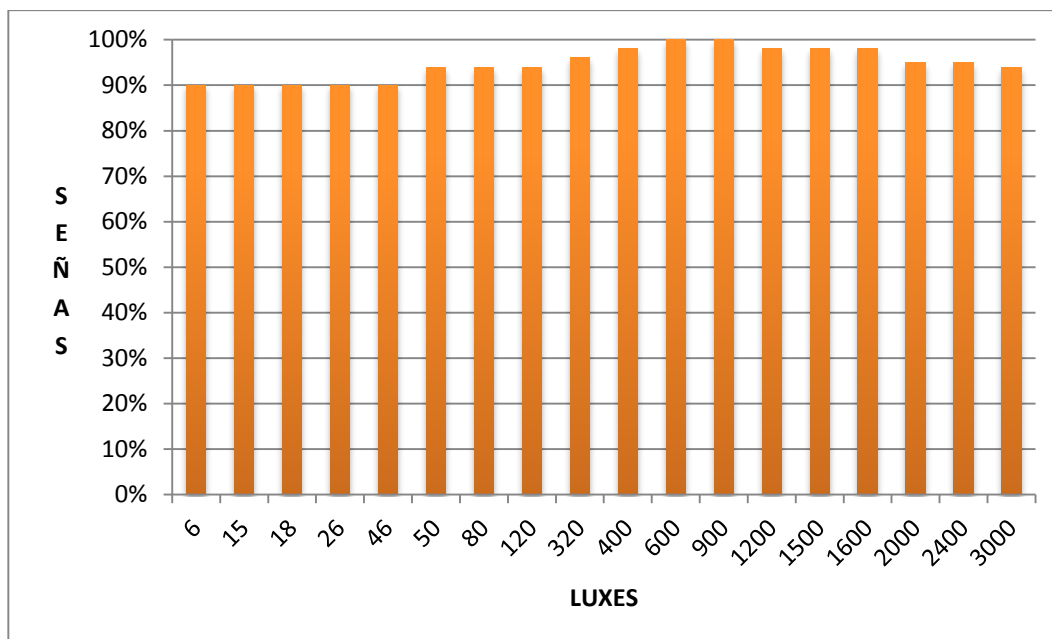


Figura 40 Detección de señas en diferente iluminación.

La detección del gesto swipe no presenta dificultades en diferentes condiciones de iluminación ya que en un rango de 6 a 3000 luxes tiene una probabilidad de detección del 100% (ver Figura 41), el alto porcentaje de detección ocasiona inconvenientes en la interacción con el sistema de aprendizaje.

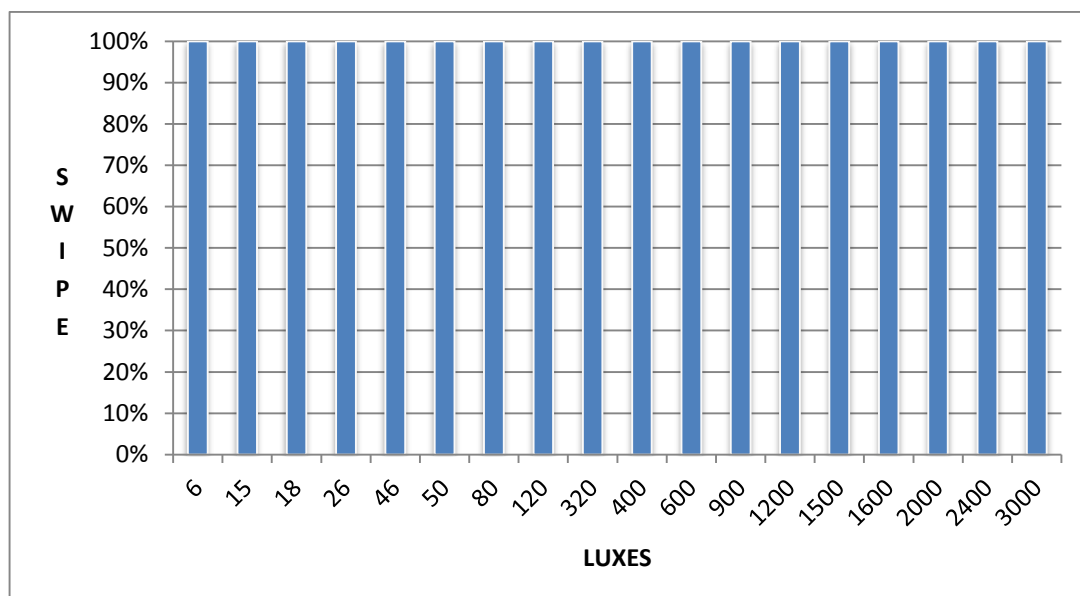


Figura 41 Detección del gesto swipe en diferente iluminación.

El gesto keytap logra una detección del 100% al estar expuesto a una iluminación de 900 luxes, este porcentaje desciende a un 80% en un rango de 50 a 1600 luxes, y un bajo desempeño se considera un 60% que corresponden a iluminaciones menores a 26 luxes y mayores a 2400 luxes. (ver figura 42)

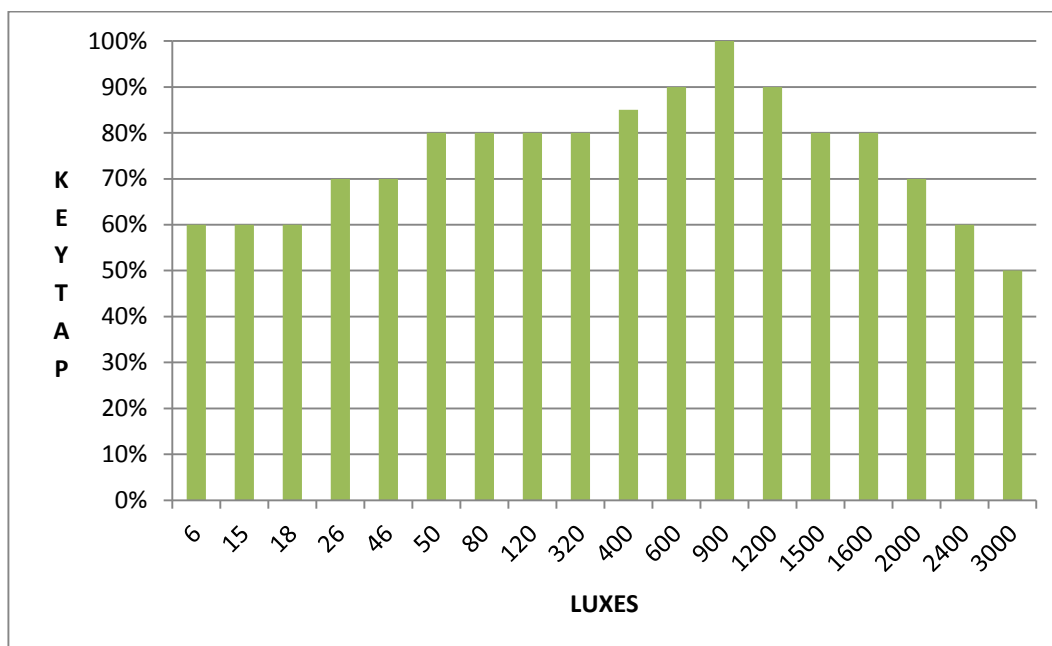


Figura 42 Detección del gesto keytap en diferente iluminación.

El último gesto que emplea el sistema de aprendizaje es el screentap que en condiciones de iluminación de 600 a 3000 luxes la detección del gestos es de un 80% considerado aceptable, si se tiene una iluminación aproximada de 900 luxes la detección del gesto es del 100%, para los rango de iluminación de 6 a 80 luxes la detección desciende a un 30% que es considerado como bajo desempeño de detección. (ver figura 43)

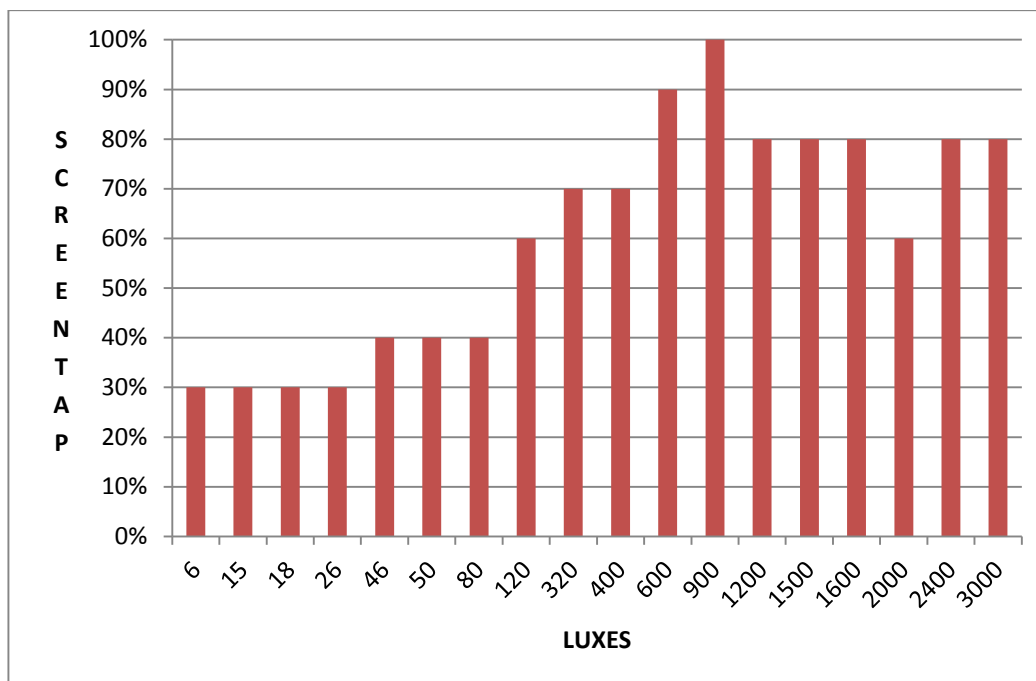


Figura 43 Detección del gesto screentap en diferente iluminación.

Con los resultados obtenidos de las pruebas realizadas, para que las configuraciones de la mano y gestos predefinidos de Leap Motion tengan una probabilidad de detección del 80% al 100%, la iluminación a la que debe estar expuesto el sensor debe ser en un rango de 900 a 1000 luxes aproximado.

4.1.2 Dimensión de manos.

La prueba se realiza para tener un registro, con el objetivo de conocer si el sensor responde ante las diferentes medidas de manos.

La experimentación se basa en las mediciones de la longitud de la mano derecha de cada usuario considerando el largo total de la mano, ancho de la palma de la mano sin incluir el pulgar, ancho de la palma de la mano con el pulgar y largo del dedo medio (ver figura 44).

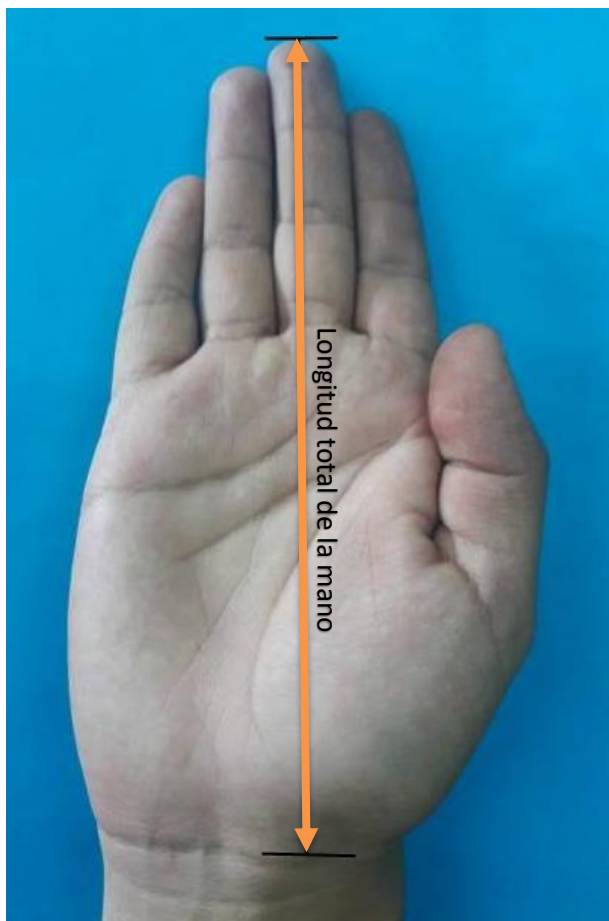


Figura 44 Largo total de la mano.

Para la experimentación el registro está formado por 21 personas en un rango de 9 a 49 años de edad. (ver tabla 4). La longitud de la mano debe ser mayor a 13 centímetros para que el sensor reconozca de manera correcta y no se presente inconvenientes en el sistema. La figura 45 describe los resultados de este análisis

Tabla 4**Registro de longitudes de manos de usuarios.**

EDAD (AÑOS)	LONGITUD DE LA MANO (cm)	DETECCIÓN	TOTAL DE NIÑOS	TOTAL DE JÓVENES	TOTAL DE ADULTOS	TOTAL DE USUARIOS
9	12.5	NO	10	4	7	
9	13	NO	47.62%	19.05%	33.33%	100.00%
10	15	SI				
11	18	SI				
11	16.5	SI				
12	17	SI				
12	18.5	SI				
12	18	SI				
12	16	SI				
13	15	SI				
15	17.5	SI				
15	16	SI				
16	16.5	SI				
17	18.5	SI				
18	18	SI				
25	16	SI				
28	17	SI				
32	18	SI				
38	15.5	SI				
46	17	SI				
49	19	SI				

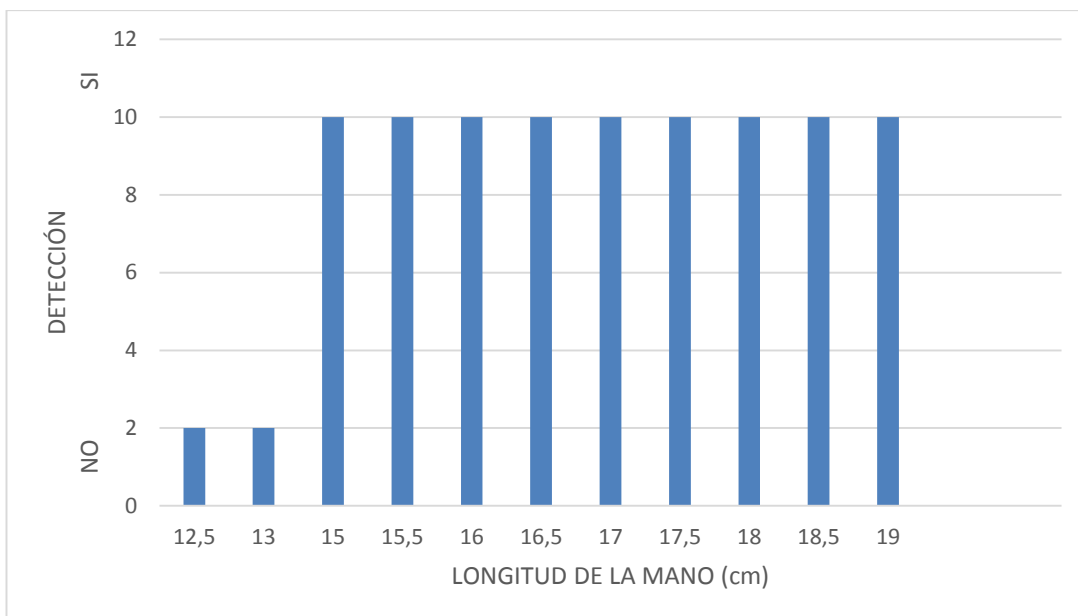


Figura 45 Detección de la Mano por longitud

En función al análisis realizado en base a las longitudes de la mano se considera que el sensor reconoce correctamente la mano de usuarios a partir de niños de 10 años de edad. La figura 46 describe los resultados de este análisis.

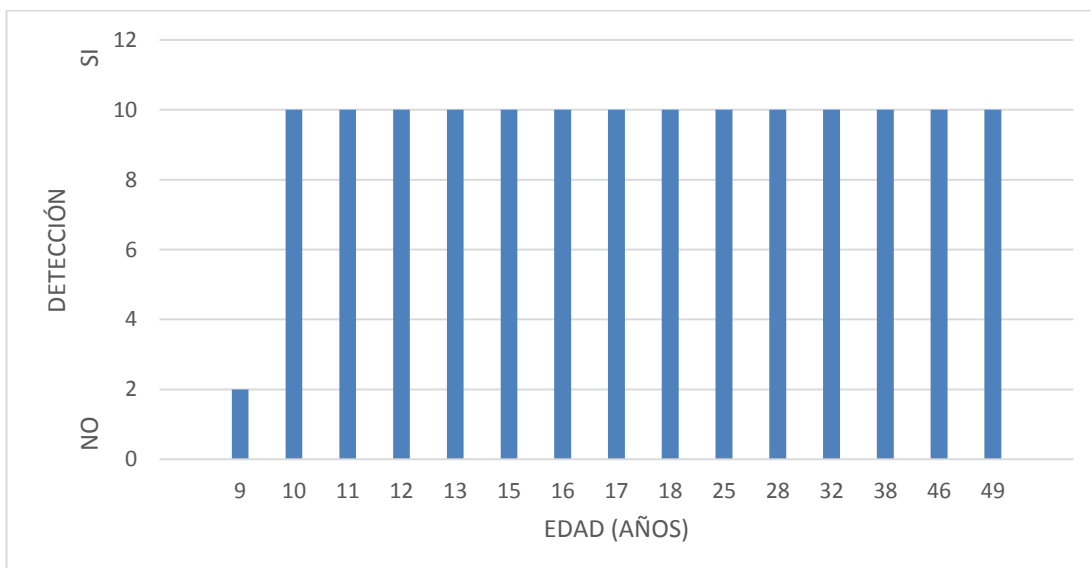


Figura 46 Detección de la mano por Edad

4.1.3 Distancia de Interacción.

La distancia entre el sensor y la mano del usuario es uno de los factores más importante ya que determina el espacio de trabajo para que la detección de los gestos y las configuraciones de la mano sean correctas.

La experimentación se basa en ubicar la mano a diferentes distancias dentro del rango de detección del sensor que es un radio de 61 cm de acuerdo a las especificaciones técnicas del mismo, en la figura 47, se muestra los ejes de coordenadas y zona de detección del sensor.

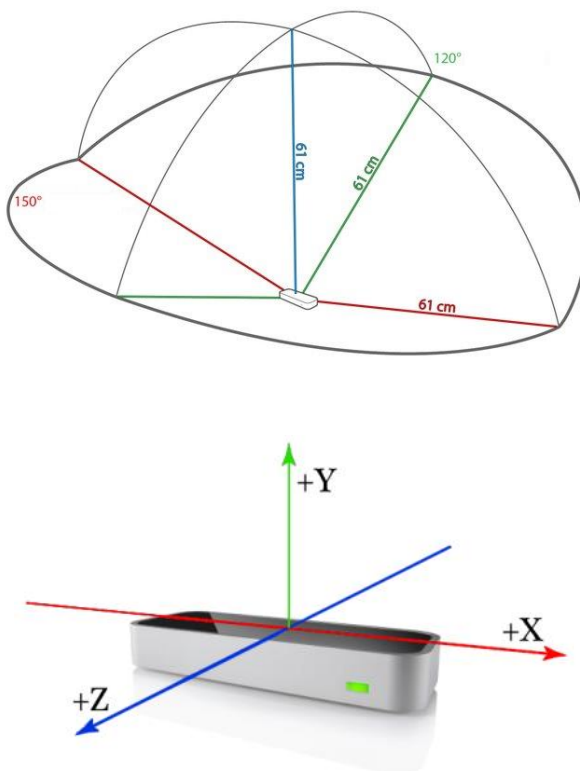


Figura 47 Ejes del Sensor

Fuente: (Tecnología gestual, 2015)

De acuerdo al análisis de la tabla 5, se determina las distancias a las que el usuario debe poner la mano respecto al sensor en los ejes X, Y, Z, tomando en consideración el punto de origen a 35 cm perpendicular al sensor.

Tabla 5

Registro de distancias horizontales – verticales – laterales

HORIZONTAL		VERTICAL		LATERAL	
Distancia	Detección	Distancia	Detección	Distancia	Detección
-30	0%	-30	0%	-30	0%
-25	30%	-25	20%	-25	5%
-20	80%	-20	40%	-20	50%
-15	80%	-15	60%	-15	60%
-10	90%	-10	80%	-10	80%
-5	90%	-5	90%	-5	90%
0	100%	0	100%	0	100%
5	95%	5	95%	5	90%
10	95%	10	93%	10	80%
15	90%	15	90%	15	60%
20	80%	20	80%	20	50%
25	80%	25	60%	25	5%
30	30%	30	30%	30	0%

La distancia registrada con una probabilidad de detección del 100% corresponde al punto de origen en el eje Y, además se considera que en un rango de - 20 a 25 cm tiene una probabilidad de detección del 80% dando así mayor libertad al usuario en ubicar la mano a diferentes distancias sin afectar el funcionamiento del sistema lo que se ve representado en la figura 48.

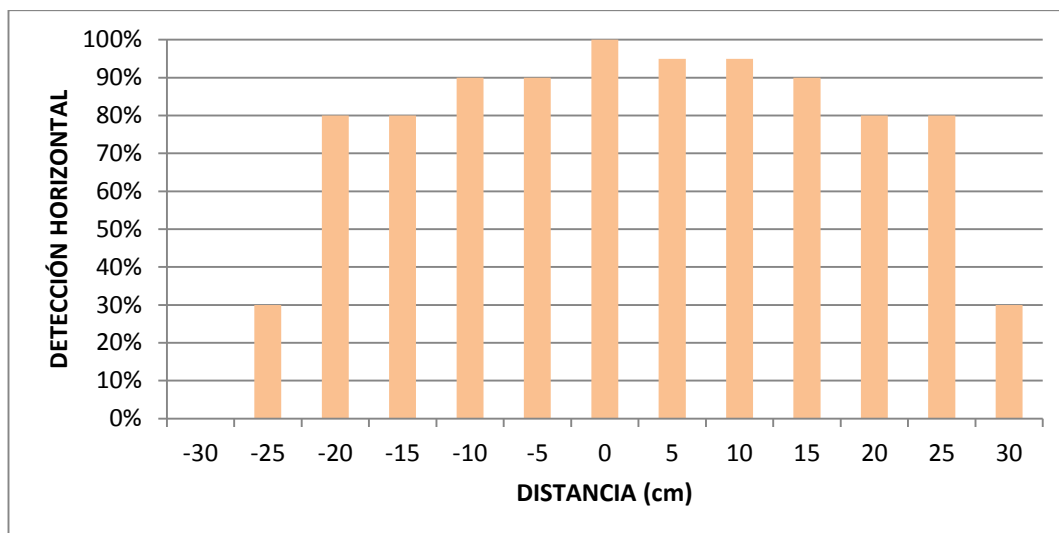


Figura 48 Detección en distancias horizontales (Eje Y)

Si la mano está ubicada frente al sensor en el eje Z (eje vertical), para tener una probabilidad de detección del 100% no debe existir desplazamiento en el eje Z, si existe un desplazamiento hacia la izquierda (-Z) o derecha (+Z) de 10 centímetros la probabilidad de detección es mayor al 80%, si el desplazamiento incrementa hasta 15 centímetros la detección tendrá una probabilidad de detección del 60%, con desplazamientos mayores a 15 centímetros la detección bajando hasta ser nula. Este análisis se ve representado en la figura 49.

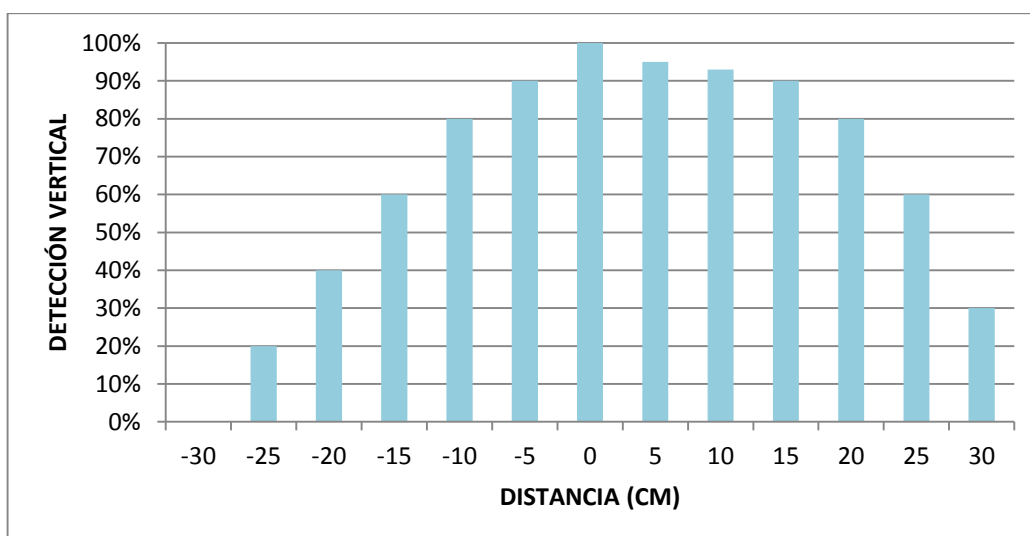


Figura 49 Detección en diferentes distancias verticales (Eje Z).

El en el eje X al no tener un desplazamiento lateral respecto al sensor la probabilidad de detección es de 100%, mientras exista un desplazamiento hacia la izquierda (-X) o derecha (+X) menor a 10 centímetros la probabilidad de detección será mayor al 80%, si el desplazamiento incrementa hasta 25 centímetros, la detección tendrá una probabilidad de detección del 50%, con desplazamientos mayores a 25 centímetros la detección bajará hasta ser nula. Este análisis se ve representado en la figura 50.

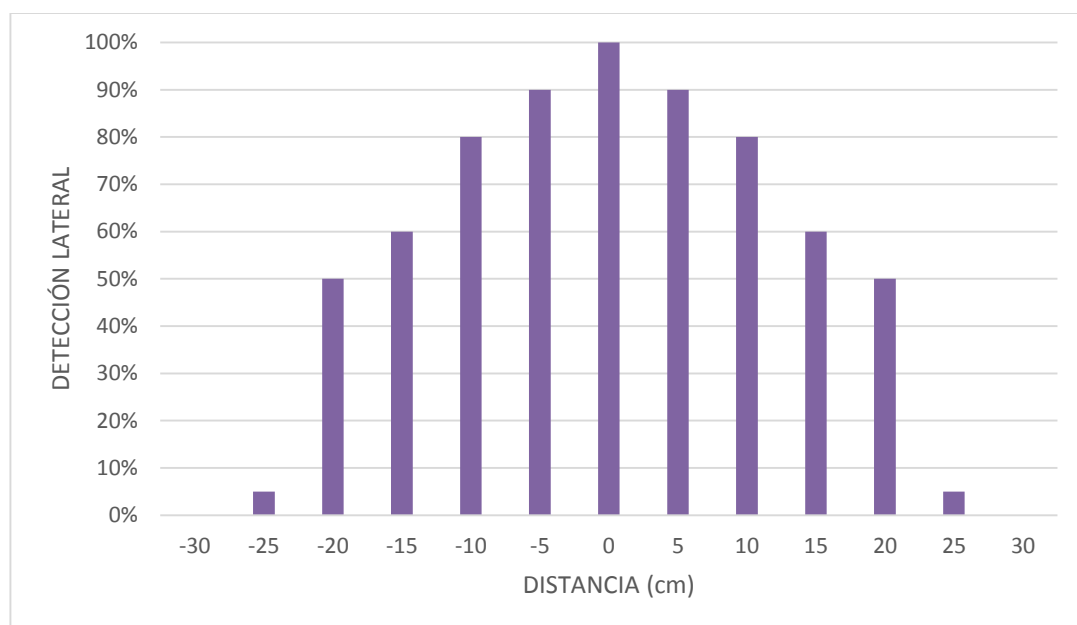


Figura 50 Detección en diferentes distancias Laterales

Las pruebas realizadas muestran que el sensor tiene una detección del 100% al ubicar la mano en el eje $X = 0$ cm, $Y = 0$ cm y $Z = 0$ cm que corresponden a la posición Lateral, Horizontal y Vertical respectivamente, pero esta posición puede tener variaciones de hasta $\pm 22,5$ cm en el eje Y (Horizontal), ± 10 cm en el eje Z (Vertical) y ± 10 cm en el eje X, dando así al usuario libertad de ubicar la mano frente al sensor, de esta manera se logra una detección del 80% lo que se muestra en la figura 51.

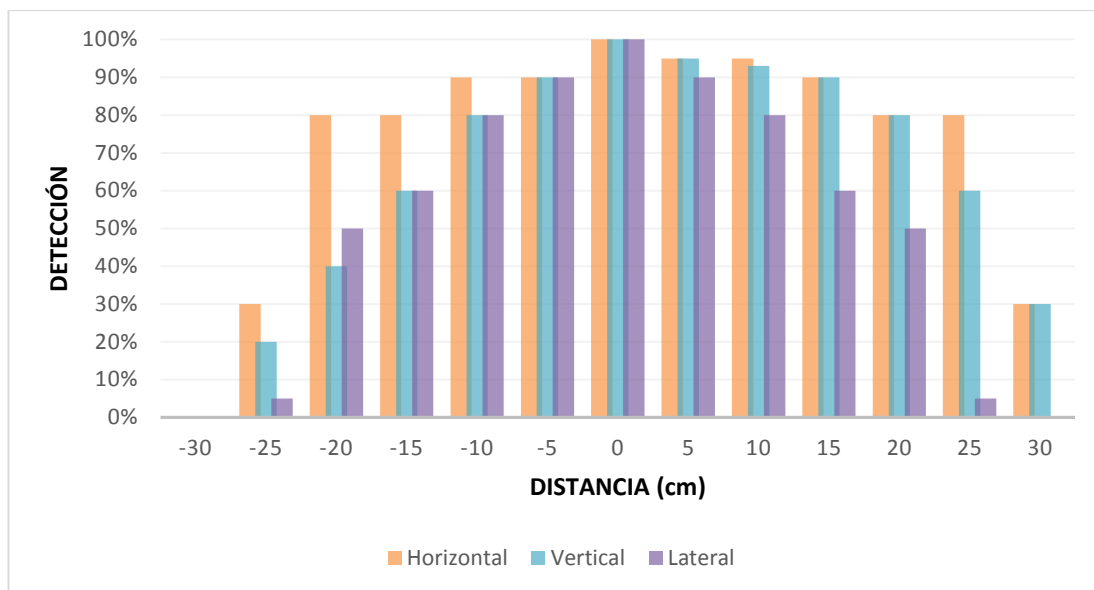


Figura 51 Detección Distancia Horizontal - Vertical – Lateral

La Figura 52 muestra la posición y la manera correcta a la que el usuario debe estar ubicada la mano.

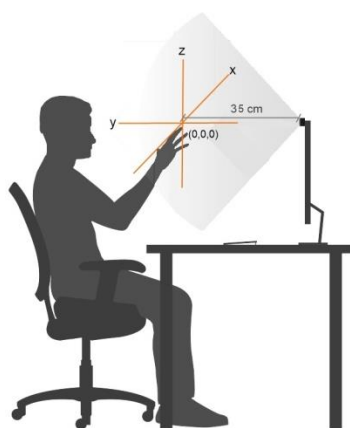


Figura 52 Distancia y posición de la mano.

4.1.4 Sintonización de configuraciones de señas.

Para la experimentación se realiza una sintonización de cada configuración de la seña figura 53 para dar un rango de libertad en el que la seña realizada por el usuario tenga similitud a la base de datos registrada, esto se realiza para el caso de la correlación y el DTW.

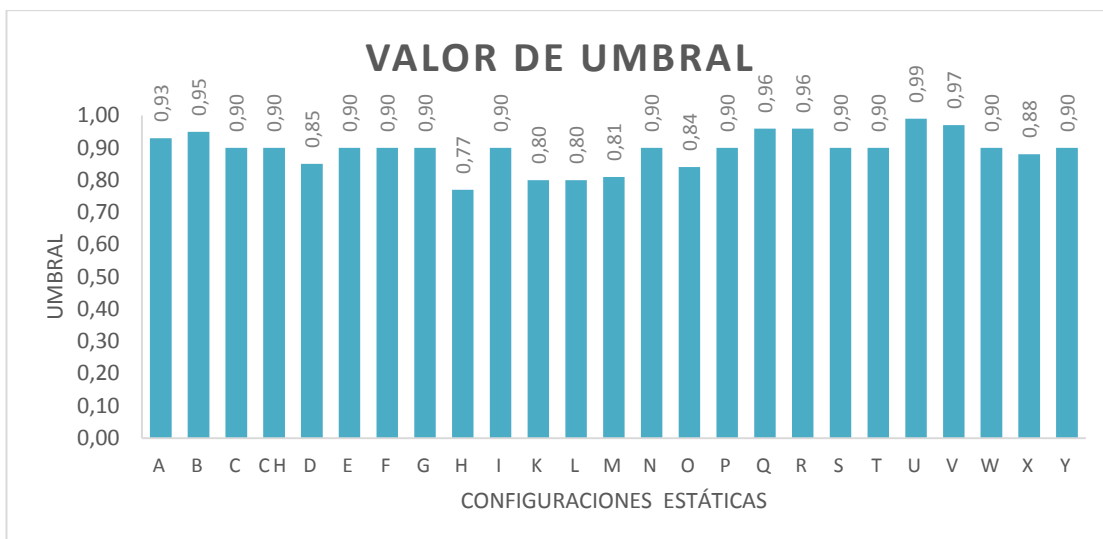


Figura 53 Rangos de umbral en configuraciones estáticas.

Para realizar la sintonización como primer paso se obtuvo un gold standard de cada configuración, lo que corresponde realizar como mínimo 10 ocasiones cada configuración frente al sensor recolectando los datos de cada uno, para luego realizar un promedio de todas estas muestras generando así la configuración patrón llamada gold standard.

La sintonización consta en definir un valor de correlación que pueda definir el grado de similitud entre el gold standard y los nuevos datos de entrada que pertenece a la configuración realizada por el usuario.

Para configuraciones estáticas si el valor de correlación es igual a 1 significa que la configuración de la seña que el usuario realizó es la indicada por el sistema, pero esto implica que la posición de la mano será exactamente igual tanto en posición X, Y, Z como en dirección X, Y, Z dificultando así el reconocimiento por parte del algoritmo debido a que la base de datos almacenada fue tomada con muestras de manos con diferentes características, por esta razón se considera un umbral que permitirá al usuario mayor libertad para realizar la configuración de la seña indicada por el sistema de manera parecida y no necesariamente exacta para tener una similitud del 80%, esto corresponde a un valor de 0,8 de correlación (ver tabla 6).

Tabla 6**Registro de umbral configuraciones estáticas**

Configuraciones Estáticas	Umbral
A	0,93
B	0,95
C	0,90
CH	0,90
D	0,85
E	0,90
F	0,90
G	0,90
H	0,77
I	0,90
K	0,80
L	0,80
M	0,81
N	0,90
O	0,84
P	0,90
Q	0,96
R	0,96
S	0,90
T	0,90
U	0,99
V	0,97
W	0,90
X	0,88
Y	0,90

Considerando que existen configuraciones estáticas que tienen cierta similitud ante otras, es necesario realizar una sintonización por cada configuración de la seña.

Para el caso del método DTW la sintonización se realiza para cada configuración dinámica proporcionando un rango de distancia en donde estas son detectadas sin mayor dificultad por el algoritmo. Dentro del proceso experimental con las muestras tomadas se determina que la sintonización adecuada para cada una de las configuraciones son las representadas en la tabla 7.

Tabla 7

Registro de umbral en configuraciones dinámicas

Distancia de Sintonización	Configuración Dinámica
Menor a 21	J
Entre 4 a 8	LL
Entre 31 a 35	Ñ
Entre 10 a 15	Z
Entre 7 a 9	RR

4.1.5 Pruebas de Aprendizaje

Las pruebas se realizan con un total de 13 usuarios donde el 46% son niños con discapacidad auditiva y el 54% son niños sin capacidad auditiva.

La experimentación de aprendizaje se realiza en diferentes partes, primero el usuario se familiarizará con el sistema y la interfaz, después el usuario debe completar los tres modos de aprendizaje que comienza con el Modo Ordenado, donde debe realizar todo el alfabeto del lenguaje de señas de forma ordenadas A – Z, luego se procede a realizar el Modo Aleatorio que consiste en que el sistema mostrará 10 letras del alfabeto indistintamente y el usuario deberá realizar cada una de ellas hasta completar las 10 letras, y por último se realiza el Modo Aprendizaje, que consiste en realizar el mayor número de letras que muestra el sistema en un tiempo de 30 segundo al terminar el tiempo se mostrará una puntuación que reflejará el nivel de aprendizaje del usuario.

Cabe recalcar que el número de interacciones realizadas por cada uno de los usuarios es de 6 repeticiones debido a la disponibilidad de tiempo por parte de los alumnos y del docente. Además todos los niveles se encuentran reunidos en una misma aula y está dirigido solamente por un docente especializado en el lenguaje de señas.

Para mejorar la percepción por parte del usuario frente a éste resultado, se multiplica el valor del mismo por 100 de esta manera si realizó 12 señas en 30 segundos la interfaz mostrará una puntuación de 12000 punto, incentivando así al usuario a seguir intentando para lograr un mayor puntaje.

El desempeño y nivel de aprendizaje que brinda el sistema a niños con discapacidad auditiva (Usuarios No Oyentes) se ve reflejada en la tabla 8 y en la figura 54, donde se aprecia que la curva de aprendizaje es exponencial y el número de configuraciones realizadas asciende cada vez que el usuario interactúa con el sistema.

Tabla 8

Registro de aprendizaje niños No Oyentes

Usuario No Oyentes							
Usuari	Edad	Número de pruebas realizadas					
		1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta
o	(años)						
1	10 Años	3	8	10	12	13	13
2	11 Años	4	5	7	11	12	12
3	12 Años	6	9	10	13	13	13
4	13 Años	6	8	12	12	14	14
5	12 Años	7	8	14	17	17	17
6	12 años	8	10	11	12	13	13
	Promedio	6	8	11	13	14	14

Además se observa que al realizar la prueba por quinta y sexta vez la curva se estabiliza, lo que significa que en un tiempo estimado de 20 min logró realizar un número de configuraciones máximo, el cual puede ir incrementando mientras el usuario siga interactuando con el sistema.

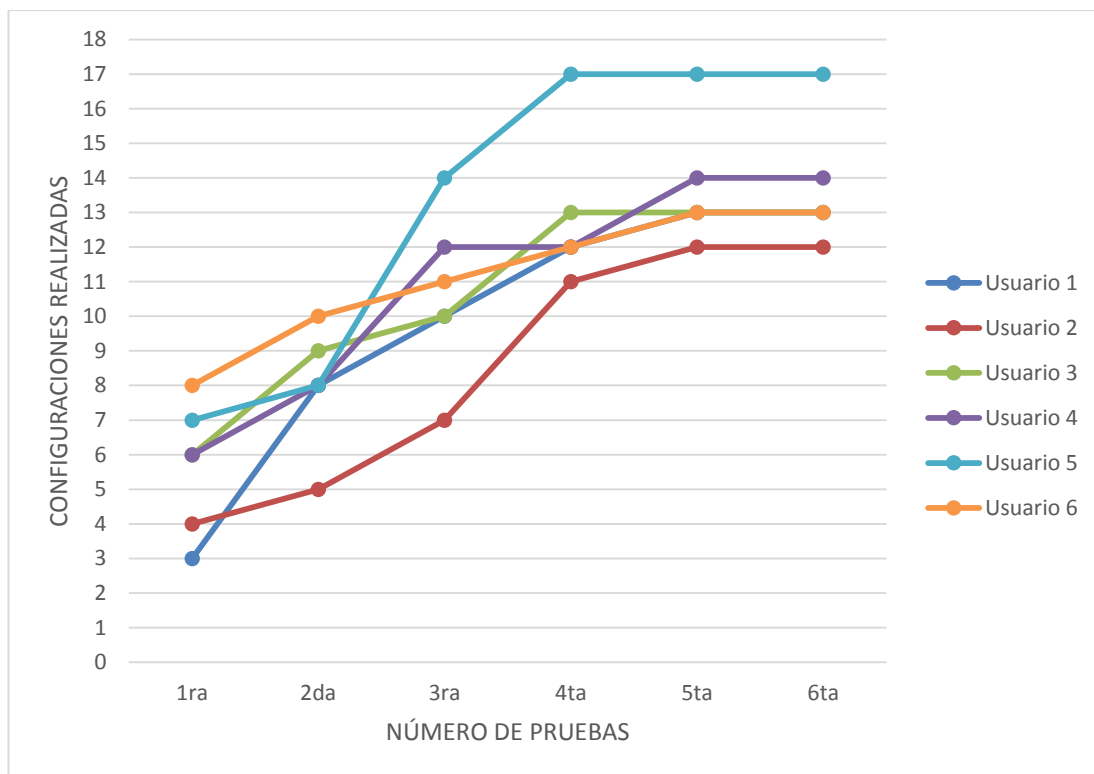


Figura 54 Curvas de Aprendizaje en Usuarios No Oyentes

Al obtener un promedio de toda la familia de datos de los usuarios, se obtiene una curva que representa el comportamiento de aprendizaje de todo el grupo de niños no oyentes donde el número máximo de configuraciones realizadas fue de un promedio de 14 que corresponde al 46,66% del total de las letras del alfabeto. Figura 55.

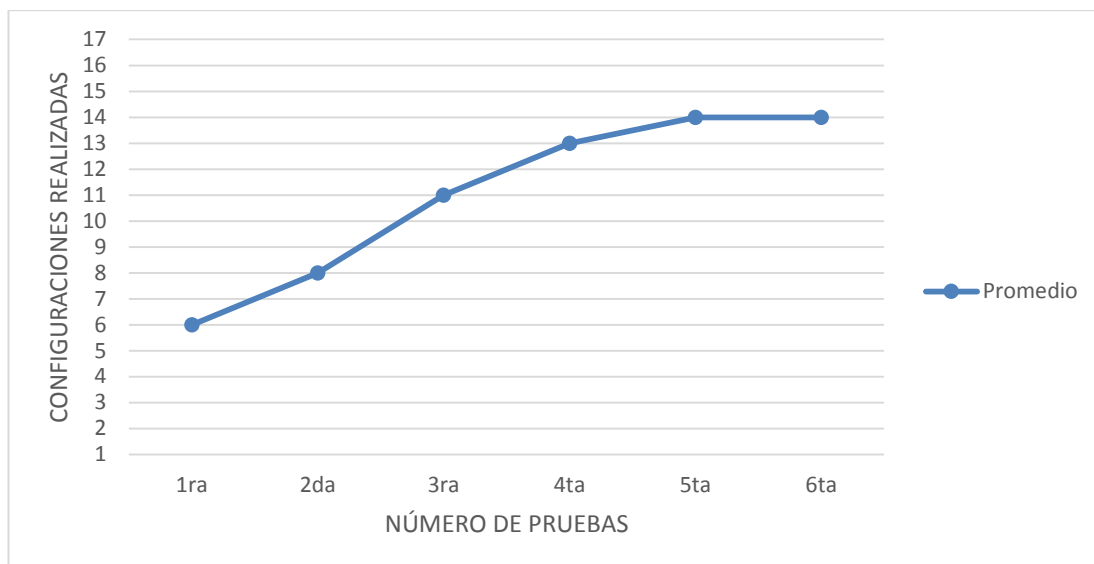


Figura 55 Curva Promedio de Aprendizaje en Usuarios No Oyentes

De igual manera el desempeño y nivel de aprendizaje que brinda el sistema a niños que no padecen de discapacidad auditiva (Usuarios Oyentes) se ve reflejada en la tabla 9 y en la figura 56, donde se aprecia que la curva de aprendizaje es exponencial ya que el número de configuraciones realizadas asciende cada da vez que el usuario interactúa con el sistema.

Tabla 9

Registro de aprendizaje niños Oyentes

		Usuarios Oyentes					
Usuari	Edad	Número de pruebas realizadas					
		1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta
o	(años)						
1	10 Años	2	5	7	7	8	8
2	10 Años	3	6	8	10	9	10
3	11 Años	4	7	8	9	10	10
4	12 Años	3	6	9	11	11	10
5	12 Años	5	7	10	10	11	11
6	13 Años	3	5	8	11	12	11
7	14 Años	2	6	8	10	12	11
	Promedio	3	6	8	10	10	10

De la misma forma al realizar las pruebas por quinta y sexta ocasión se observa la curva se estabiliza, lo que significa que en un tiempo estimado de 25 min se logró realizar un numero de configuraciones máximo.

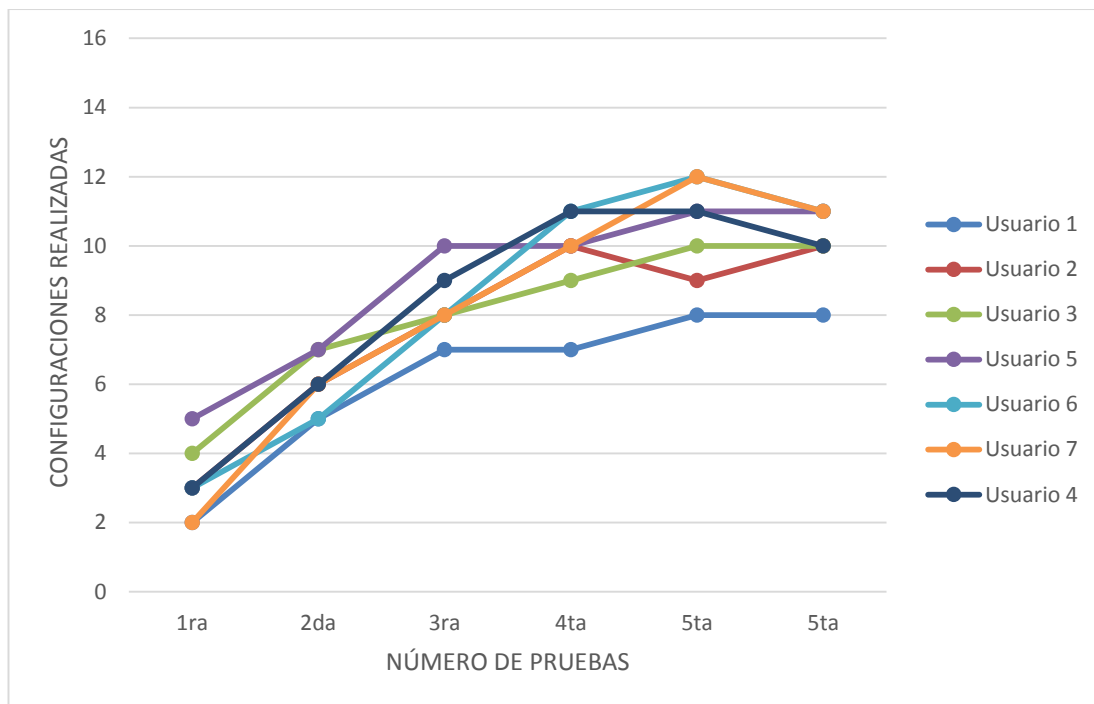


Figura 56 Curvas de Aprendizaje en Usuarios Oyentes

De igual manera al obtener un promedio de toda la familia de datos de los usuarios, se obtiene una curva que representa el comportamiento de aprendizaje de todo el grupo de niños oyentes que indica que el número máximo de configuraciones realizadas es de un promedio de 10 correspondiente al 33,33% del total de las letras del alfabeto como se muestra en la figura 57.

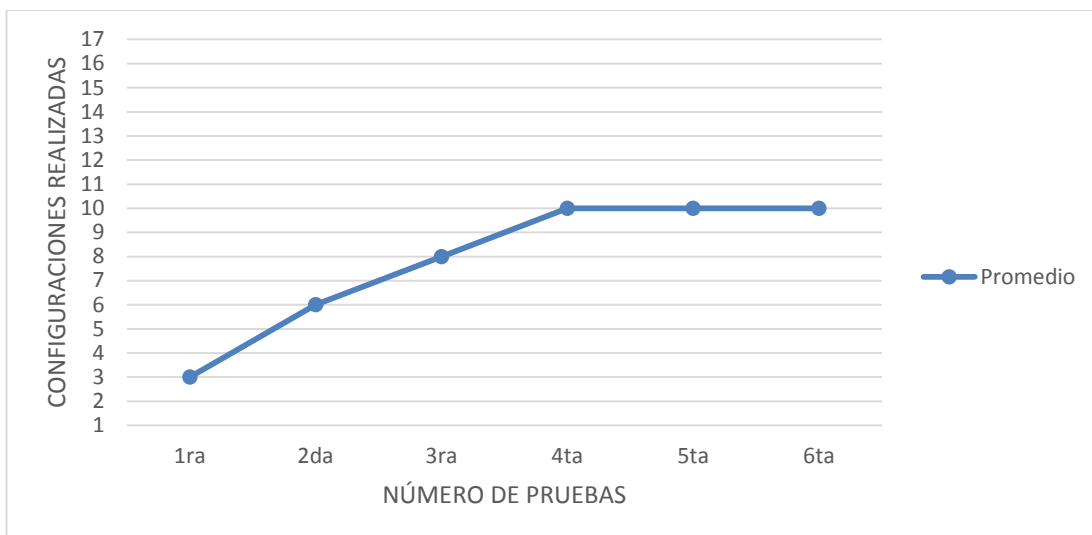


Figura 57 Curvas de Aprendizaje en Usuarios Oyentes

La curva de aprendizaje promedio de niños no oyentes en relación a la curva de aprendizaje de niños oyentes (ver figura 58) se puede observar que la naturaleza de las curvas son similares, las dos presenta un crecimiento exponencial, independientemente del número de señas realizadas, debido a que los niños no oyentes tienen previo conocimiento del lenguaje de señas su curva tiene un mayor número de configuraciones realizadas correspondiente al 46,66% a diferencia de los niños no oyentes que es de un 33,33%.

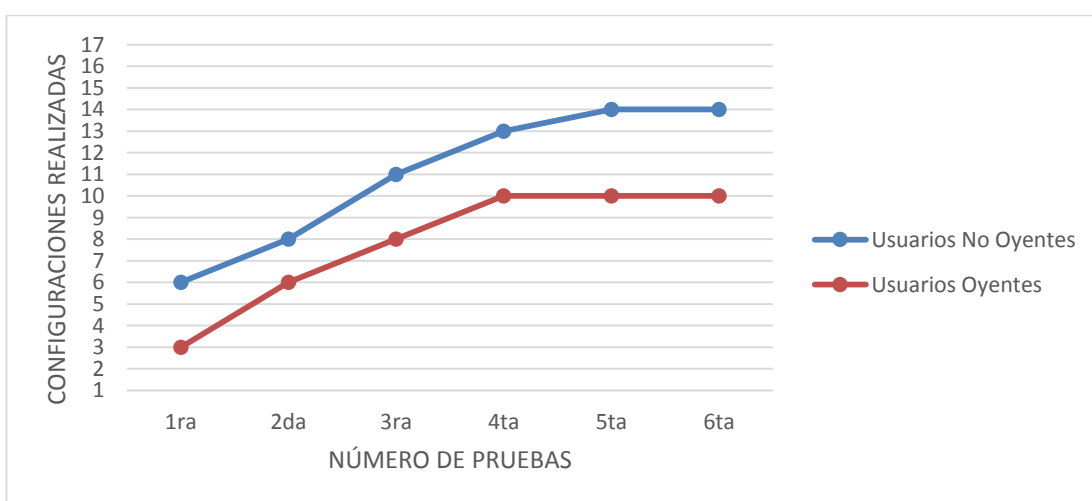


Figura 58 Curvas de Aprendizaje de usuarios oyentes y no oyentes

4.1.6 Usabilidad del Sistema

En este experimento se evalúa la usabilidad del sistema de aprendizaje aplicando el cuestionario SUS, los 12 usuarios que realizan las pruebas con el sistema de aprendizaje son sujetos inmediatamente al test.

Una vez que los usuarios completen el test, se reúnen los datos y se analizan. En la tabla 10, muestra las contribuciones que los usuarios proporcionan a cada pregunta, el total de cada encuesta y el promedio global. Para que el programa tenga una usabilidad aceptada el promedio global debe superar el 68% según el estándar del cuestionario SUS.

Como se observa en la tabla 10, el resultado obtenido es de 71%, lo que indica que el sistema de aprendizaje está por encima del promedio de usabilidad. Los resultados de la encuesta SUS reflejan que el programa de aprendizaje es cómodo, sin complejidad de manipulación y sobre todo útil para el aprendizaje del lenguaje de señas a usuarios oyentes y no oyentes, aunque como aspecto a corregir se considera el requerimiento de soporte técnico para la utilización del sistema.

Tabla 10

Registro de umbral en configuraciones dinámicas

Cuestionario SUS (System Usability Scale)												
	USUARIO 1	USUARIO 2	USUARIO 3	USUARIO 4	USUARIO 5	USUARIO 6	USUARIO 7	USUARIO 8	USUARIO 9	USUARIO 10	USUARIO 11	USUARIO 12
PREGUNTA 1	4	5	4	3	4	5	4	4	4	4	5	4
CALCULO 1	3	4	3	2	3	4	3	3	3	3	4	3
PREGUNTA 2	3	2	1	3	5	4	5	3	5	4	4	1
CALCULO 2	2	3	4	2	0	1	0	2	0	1	1	4
PREGUNTA 3	4	4	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5
CALCULO 3	3	3	4	3	3	4	3	4	4	3	4	4
PREGUNTA 4	4	4	5	4	4	3	4	2	1	4	2	3
CALCULO 4	1	1	0	1	1	2	1	3	4	1	3	2
PREGUNTA 5	4	4	4	4	5	4	5	4	3	5	4	5
CALCULO 5	3	3	3	3	4	3	4	3	2	4	3	4
PREGUNTA 6	2	1	3	2	2	1	2	2	1	2	2	2
CALCULO 6	3	4	2	3	3	4	3	3	4	3	3	3
PREGUNTA 7	5	5	5	3	4	4	4	5	5	5	4	5
CALCULO 7	4	4	4	2	3	3	3	4	4	4	3	4
PREGUNTA 8	2	1	2	2	4	4	5	4	4	4	4	1
CALCULO 8	3	4	3	3	1	1	0	1	1	1	1	4
PREGUNTA 9	4	5	3	4	5	4	3	4	5	4	5	5
CALCULO 9	3	4	2	3	4	3	2	3	4	3	4	4
PREGUNTA 10	2	1	3	2	1	2	3	1	2	1	1	1
CALCULO 10	3	4	2	3	4	3	2	4	3	4	4	4
SUMATORIA	28	34	27	25	26	28	21	30	29	27	30	36
TOTAL ENCUESTA	70	85	67.5	62.5	65	70	52.5	75	72.5	67.5	75	90
PROMEDIO GLOBAL	71.04											

4.2 Comprobación de la hipótesis

En las pruebas que se realizaron con el sistema a niños en edades de 10 a 13 años con deficiencia auditiva, se pudo evidenciar un crecimiento en el aprendizaje del lenguaje señas al realizar varias repeticiones, como se muestra en la Figura 58; mientras que el otro grupo de niños en edades de 10-14 años sin discapacidad auditiva presentaron de igual manera un aprendizaje similar al grupo anterior con un número menor de configuraciones de señas realizadas debido a que no tienen ninguna experiencia relacionada con la comunicación mediante señas como se muestra en la figura 58.

Según el Modelo de Programación Neurolingüística (Ruiz, 2015), el aprendizaje se plantea como la capacidad de abstracción y está directamente relacionada con la capacidad de visualizar, donde los usuarios aprenden mejor cuando leen o ven la información de alguna manera, con estas consideraciones se puede determinar que los usuarios que tuvieron la oportunidad de interactuar con el sistema mejoraron significativamente la percepción de las configuraciones del lenguaje de señas ecuatoriano. Comprobándose de esta manera que el sistema es una herramienta que permite al usuario agilizar su proceso de aprendizaje, adicionalmente se comprobó que el sistema cumple con los estándares SUS para ser considerado usable.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

- La implementación del sistema de aprendizaje del lenguaje de señas básico ecuatoriano, basado en el diccionario estandarizado por el CONADIS denominado “Gabriel Román” es una herramienta que permite el aprendizaje a niños con discapacidad auditiva de manera rápida y eficiente.
- El sensor Leap Motion es óptimo para el desarrollo del sistema de aprendizaje por brindar información detallada de las manos, como vectores posición y dirección del brazo, palma y hueso de los dedos, longitudes, grosor de los dedos, vectores de posiciones iniciales y finales, gestos predefinidos, ID de cada mano y dedo, además de ser económico y de tamaño reducido.
- Xampp permite implementar una arquitectura cliente-servidor que proporciona al desarrollo del sistema de aprendizaje una herramienta útil de gestión de base de datos, que permite la elaboración de transacciones SQL (Structured Query Language) con datos obtenidos del sensor gestual, y de esta manera crear los patrones de cada configuración del lenguaje de señas para su posterior procesamiento y análisis.
- El entorno de desarrollo Python es un lenguaje de programación de gran utilidad para la implementación e integración con el sensor gestual, con capacidad de procesamiento de datos, soporte para manejo de vectores, módulos y librerías los cuales permiten un manejo eficiente en los cálculos matemáticos.
- La naturaleza de las señales de las configuraciones estáticas tienen una relación lineal y proporcional, por esta razón se determinó que el

método matemático de la correlación es el indicado para solventar las necesidades del sistema.

- El algoritmo matemático DTW calcula la distancia entre trayectorias que varían en el tiempo por lo que es de utilidad para la detección de configuraciones dinámicas, debido a que presentan un comportamiento que está determinado por variaciones en el tiempo.
- Con el algoritmo desarrollado se determinó que si el sensor es expuesto a iluminaciones de 6 a 3000 luxes el reconocimiento de configuraciones de señas por parte del sistema es mayor al 90%, lo que no ocurre con el reconocimiento de gestos que vienen predefinidos en el drive del sensor ya que presenta dificultades de detección perjudicando la interacción en la interfaz del sistema.
- La distancia óptima para el correcto reconocimiento de las configuraciones de señas es de 35 centímetros frente al sensor que corresponde el eje Y, además permite un rango de ± 20 centímetros de desplazamiento, manteniendo una probabilidad de detección mayor al 80%.
- El rango óptimo para el funcionamiento de todo el sistema es de 900 a 1000 luxes permitiendo un desempeño mayor al 80%, y en rangos menores a 50 luxes o mayores a 1600 luxes el desempeño de la detección gestual del sistema será menor al 80%.
- Para longitudes de la mano igual o menor a 13 centímetros el sensor no logra un reconocimiento, por lo que el sistema de no responde ante manos con estas características.
- El coeficiente de correlación no está afectado por una escala de medición, por lo que el reconocimiento en diferentes tipos de manos no presenta inconveniente, salvo por las limitaciones del sensor.
- La librería de Leap Motion no puede ser utilizada al mismo tiempo por diferentes programas que la requieran, haciendo que el sensor proporcione datos erróneos para su funcionamiento.
- Las curvas de aprendizaje promedio de cada grupo de niños, presentan características similares determinando un crecimiento

exponencial, lo que indica que el nivel de aprendizaje que puede llegar a tener el usuario no depende de la discapacidad.

5.2 Recomendaciones.

- El driver Leap Motion requiere características mínimas para su funcionamiento que consta de un procesador i3, 1 Giga de RAM y 300 Megabytes de espacio en el disco duro
- Es recomendable utilizar el visualizador que viene por defecto para comprobar el funcionamiento del dispositivo.
- Usar Leap Motion un promedio de 4 horas debido a que el sensor tiende a calentarse y presentar un funcionamiento lento y presentar lecturas erróneas.
- Utilizar el driver 3.10 de Leap Motion debido a que la vectorización de la mano hace referencia a la parte frontal de la mano, lo que no sucede con las versiones posteriores que hacen referencia a la parte posterior de la mano para un mejor manejo en aplicaciones de realidad virtual.
- Instalar el módulo NumPy de Python para mejorar la eficiencia y el manejo de datos y cálculos realizados en el algoritmo desarrollado.
- Para mejorar el gold standard o muestra patrón de cada configuración de la mano, es necesario tomar muestras de diversas manos con diferentes características en longitud, grosor de mano y dedos.
- Realizar la sintonización de cada una de las configuraciones de señas considerando el grado de similitud que requiere que el usuario realice con la mano.
- Se recomienda que la iluminación a la que debe estar expuesto el sensor este en un rango de 900 a 1000 luxes y la mano este ubicada a una distancia aproximada a 35 centímetros frente al sensor para garantizar el correcto funcionamiento del sistema.
- Para el uso del sistema es recomendable la supervisión de un adulto para el buen uso del mismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, F. (s.f.). *Un enfoque inteligente para el reconocimiento de gestos*.
Recuperado el 29 de 11 de 2016, de
<http://ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/601/Tesis%20de%20Grado%20Andrade%20Facundo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Asenjo, M. (2010). *El alumno con discapacidad auditiva en el aula ordinaria*.
Recuperado el 14 de 09 de 2016, de
<http://www.eduinnova.es/dic2010/dic01.pdf>
- ASPANSOR. (2013). *Qué es la sordera y tipos de pérdida auditiva?*
Recuperado el 14 de 09 de 2016, de http://www.aspansor.com/que-es-la-sordera-y-tipos-de-perdida-auditiva_15
- Avances Tecnología gestual*. (30 de 06 de 2013). Recuperado el 30 de 09 de 2016, de <http://www.20minutos.es/noticia/1859145/0/evolucion-informatica/avances/control-gestual/>
- Bejarano, A. (2015). *Captura de movimiento utilizando kinnect para el control de un plataforma*. Recuperado el 30 de 09 de 2016, de
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5136/6298O83CB108466.pdf?sequence=1>
- Bejerano, P. G. (9 de 11 de 2013). *Cuatro ejemplos de interfaz gestual*.
Obtenido de <http://blogthinkbig.com/interfaz-gestual-ejemplos/>
- Belda, J. (20 de 04 de 2015). *Leap Motion características técnicas*.
Recuperado el 30 de 09 de 2016, de
<http://blog.showleap.com/2015/04/leap-motion-caracteristicas-tecnicas/>
- Belda.J. (04 de 05 de 2015). *Leap Motion principio de funcionamiento*.
Recuperado el 10 de 07 de 2016, de
<http://blog.showleap.com/2015/05/leap-motion-ii-principio-de-funcionamiento/>
- Chacón, E. (2014). Desarrollo de una Interfaz para el Reconocimiento Automático del Lenguaje de Signos. *Cultura Sorda*, 18-26.

- COEFICIENTE DE CORRELACIÓN. (s.f.). Recuperado el 28 de 11 de 2016, de <https://www.uv.es/ceaces/base/descriptiva/coefcorre.htm>
- CONADIS. (2014). *Diccionario de Lengua de señas Ecautoriana Gabriel Román*. Recuperado el 15 de 09 de 2016, de <http://plataformaconadis.gob.ec/diccionario/>
- CONADIS. (Agosto de 2015). Obtenido de <http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/>
- Cortés, A. (s.f.). *Manual de Técnicas para el Diseño Participativo de Interfaces de Usuario de Sistemas basados*. Recuperado el 23 de 12 de 2016, de http://www.disenomovil.mobi/multimedia_un/trabajo_final/03_cuestionarios_modelo_usabilidad_web.pdf
- Cracovia, E. P. (s.f.). *La influencia de los colores en el proceso de aprendizaje*. Recuperado el 24 de 12 de 2016, de <http://profesuj20.blogspot.com/2015/01/la-influencia-de-los-colores-en-el.html>
- Desarrollo de Aplicaciones Web XAMPP*. (s.f.). Recuperado el 26 de 12 de 2016, de <http://www.um.es/docencia/barzana/DAWEB/Desarrollo-de-aplicaciones-web-Xampp.html>
- Eclipse IDE*. (10 de 01 de 2014). Recuperado el 02 de 10 de 2016, de <http://www.genbetadev.com/herramientas/eclipse-ide>
- El futuro de los dispositivos electrónicos es el control gestual*. (2013).
- El WiiMote*. (s.f.). Recuperado el 30 de 09 de 2016, de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11823/fichero/Volumen+I%252F5.pdf>
- Elons, A. (2014). Arabic sign language recognition using leap motion sensor. *Computer Engineering & Systems (ICCES), 2014 9th International Conference on*, (págs. 368 - 373). Cairo.
- Enthought. (19 de Septiembre de 2016). *Scipy.org*. Obtenido de The Scipy community: <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/tutorial/general.html>
- Espinoza, P. P. (2013). *Diseño y construcción de un guante prototipo electrónico capaz de traducir el lenguaje de señas de una persona sordomuda al lenguaje de letras*. Recuperado el 14 de 09 de 2016, de

<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4211/1/UPS-CT002598.pdf>

EXPLORABLE. (s.f.). *La Correlación Estadística*. Recuperado el 24 de 11 de 2016, de <https://explorable.com/es/la-correlacion-estadistica>

Fabián Sáenz, E. C. (2014). Desarrollo de una Interfaz para el Aprendizaje y reconocimiento Automático del Lenguaje de Signos . *TE&ET*, 18-26.

FANASEC. (2012). *Glosario Básico de Lengua de Señas Ecuatoriana*.

Recuperado el 15 de 09 de 2016, de

<https://dl.dropboxusercontent.com/u/89448753/Glosario%20B%C3%A1sico%20de%20Lengua%20de%20Se%C3%B1as.pdf>

Florida, A. (02 de 2000). *Algunos cuestionarios conocidos*. Recuperado el 23 de 12 de 2016, de

<https://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/nuevos/CuestCon.htm>

Foundation, P. S. (1990). *python*. Obtenido de

<https://pypi.python.org/pypi/numpy>

Giraldo, C. D. (2006). LOS ESTILOS DE APRENDIZAJE DESDE EL MODELO V.A.K. Y SU INCIDENCIA EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN NIÑOS Y NIÑAS DE GRADO 5º DE PRIMARIA EN DIFERENTES ESTRATOS SOCIOECONÓMICOS EN LA CIUDAD DE PEREIRA, COLOMBIA . *REPES*.

Guillermo, A. (13 de 06 de 2013). *De la pantalla táctil al control gestual*.

Recuperado el 15 de 09 de 2016, de

<http://www.elmercurio.com.ec/386848-de-la-pantalla-tactil-al-control-gestual-la-siguiente-evolucion-informatica/#.V9sFTPnhDDc>

Gutierrez, K. (16 de 3 de 2016). *La psicología del color: ¿Cómo influyen los colores en el aprendizaje?* Recuperado el 23 de 12 de 2016, de

<http://info.shiftelearning.com/blogshift/como-influyen-los-colores-en-el-aprendizaje>

INEC. (2015). Recuperado el 01 de 08 de 2016, de Población y Demografía:

<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>

INEC. (2015). *Resultados Censo de Población*. Obtenido de INEC:

<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>

- Interacción persona computador.* (s.f.). Recuperado el 30 de 09 de 2016, de https://es.wikiversity.org/wiki/Tendencias_en_tecnolog%C3%ADa_de_interacci%C3%B3n_persona-computador
- Interfaces Gráficas de usuario en Python.* (s.f.). Recuperado el 25 de 12 de 2016, de <http://mundogeek.net/archivos/2008/11/24/interfaces-Gráficas-de-usuario-en-python/>
- Leap Motion SDK Documentation.* (21 de Agosto de 2015). Obtenido de <https://developer.leapmotion.com/documentation/index.html>
- Lenguaje de consultas estructuradas.* (s.f.). Recuperado el 01 de 10 de 2016, de <http://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/SQL-o-lenguaje-de-consultas-estructuradas>
- Lorenzana, D. (01 de 07 de 2013). *El futuro de los dispositivos electrónicos es el control gestual.* Recuperado el 30 de 09 de 2016, de <http://www.ennaranja.com/es-noticia/ni-el-raton-ni-la-pantalla-tactil-el-futuro-de-los-dispositivos-electronicos-es-el-control-gestual/>
- Minsalud.* (2016). Recuperado el 14 de 09 de 2016, de <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/Paginas/DisCAPACIDAD.aspx>
- Moreno, G. (2010). *Sistema de reconocimiento gestual para una unidad de medición inercial.* Recuperado el 14 de 09 de 2016, de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/8609/MEMORIA_PFC_GUSTAVO_VIDAL.pdf
- Palo, O. (20 de 4 de 2013). *Juegos.es.* Obtenido de <http://juegos.es/pc/leap-motion-un-superkinect-disponible-en-mayo-93670>
- Pfeiffe, S. (2001). *Guiado gestual de un robot humanoide mediante un sensor kinect.* Recuperado el 14 de 09 de 2016, de <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/12454/74118.pdf>
- Ponce, L. (1987). *Sordos Ecuador.* Recuperado el 15 de 09 de 2016, de <http://www.sordosecuador.com/lenguaje-de-senas-guia-basica/>
- Principales Características del Lenguaje Python.* (s.f.). Recuperado el 02 de 10 de 2016, de http://www.cuatroorios.org/index.php?option=com_content&view=article&id=161:principales-caracteristicas-del-lenguaje-python&catid=39:blogsfeeds

- Rossum, G. (09 de 2009). *Python*. Recuperado el 01 de 10 de 2016, de <http://docs.python.org.ar/tutorial/pdfs/TutorialPython2.pdf>
- Ruiz, M. G. (2015). *Guía mínima de estudio para la evaluación del desempeño docente* . México, D.F.: Kindle.
- Sordos Ecuador. (2015). Obtenido de Sordos Ecuador:
<http://www.sordosecuador.com/lengua-de-senas/>
- SQL. (s.f.). Recuperado el 01 de 10 de 2016, de <http://proyectobasesdedatos.galeon.com/enlaces1416754.html>
- Tecnología gestual*. (15 de 07 de 2015). Recuperado el 30 de 09 de 2016, de <http://www.nmformacion.com/blog.asp?vcblog=1359>
- Tecnología gestual*. (15 de 07 de 2015). Recuperado el 30 de 09 de 2016, de <http://www.nmformacion.com/blog.asp?vcblog=1359>

ANEXOS

Anexo A: Programas

INICIO

```
#####  
import Tkinter  
from Tkinter import *  
import os  
from PIL import Image, ImageTk  
def funcion2():  
    os.system ("start ayuda.pyw")  
def funcion():  
    os.system ("start clasificador.py")  
def salir():  
    sys.exit(0)  
    os.system('TASKKILL /F /IM python.exe')  
app2 = Tkinter.Tk()  
app2.title("MENU")  
app2.geometry("619x592")  
imgmenu=PhotoImage(file="emergente.gif")  
lblImagenmenu=Label(app2,image=imgmenu).place(x=0,y=0)  
boton = Tkinter.Button(app2, text="APRENDIZAJE", command=funcion)  
boton.pack()  
boton.place (x=65, y=270)  
boton2=Button(app2,text="MANUAL",command=funcion2)  
boton2.pack()  
boton2.place (x=450, y=262)  
boton3=Button(app2,text="SALIR",command=salir)  
boton3.pack()  
boton3.place (x=550, y=362)  
app2.mainloop()
```

AYUDA

```
#####
```

```
import Tkinter
from Tkinter import *
import os
from PIL import Image, ImageTk
app3 = Tkinter.Tk()
app3.title("MANUAL")
app3.geometry("1920x1080")
imgmenu=PhotoImage(file="ayuda.gif")
lblImagenmenu=Label(app,image=imgmenu).place(x=0,y=0)

app3.mainloop()
```


INTERFAZ

```
#####
```

```
from Tkinter import *
from PIL import Image, ImageTk
from time import sleep
import socket
import random
import datetime
import time
import threading

sock = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
# Conecta el socket en el puerto cuando el servidor está escuchando
server_address = ('localhost', 10000)
print ('conectando a %s puerto %s' % server_address)
sock.connect(server_address)

app = Tk()
app.title("ABC TUTOR")
app.config(bg="DarkOliveGreen1")
app.geometry("1280x720")
cont=-1;
cont2=random.randrange(0, 29, 1);
x=0;
score=0;
tiempo=0;
def timer():
    threading.Timer(1.0, timer).start()
    global tiempo
    tiempo=tiempo+1;
timer()
def actualizar (n):
    global cont
    actual=n;
    #print actual
    letras=["A","B","C","CH","D","E","F","G","H","I","J","K","L","LL","M","N","NN","
O","P","Q","R","RR","S","T","U","V","W","X","Y","Z","gracias"];
    if cont<0: # IMAGEN MENU #
        lbl1=Label(app,text= "* TUTOR*",
```

```

fg='blue',font=('Ravie',14))
lbl1.grid(row=0,column=0,padx=550,pady=50)
lbl2=Label(app,text= " *ABC* ",fg='blue',font=('Ravie',14))
lbl2.grid(row=1,column=0)
imgmenu=PhotoImage(file="menu.gif")
lblImagenmenu=Label(app,image=imgmenu).place(x=425,y=170)
img1=PhotoImage(file="oporden.gif")
lblImagen1=Label(app,image=img1).place(x=100,y=100)
img2=PhotoImage(file="opalea.gif")
lblImagen2=Label(app,image=img2).place(x=100,y=440)
img3=PhotoImage(file="opcontra.gif")
lblImagen3=Label(app,image=img3).place(x=1030,y=300)
if actual=="stap": # MODO ORDENADO #
    global cont
    cont=0;
    img=None;
if actual=="ktap": # MODO ALEATORIO #
    global cont
    cont=100;
    img=None;
if actual=="swipe": # MODO CONTRA RELOJ #
    global cont
    cont=200;
    global tiempo
    tiempo=0;
    global score
    score=0;
    img=None;
else:
# MODO ORDENADO#
if cont >=0 and cont < 30:
    img=PhotoImage(file=letras[cont]+".gif")
    lblImagen=Label(app,image=img).place(x=425,y=170)
    img0=PhotoImage(file="opmenu.gif")
    lblImagen0=Label(app,image=img0).place(x=100,y=100)
    img7=PhotoImage(file="fonorden.gif")
    lblImagen7=Label(app,image=img7).place(x=100,y=440)

```

```

img10=PhotoImage(file="fondo.gif")
lblImagen10=Label(app,image=img10).place(x=1030,y=300)
if letras[cont]==actual:
    global cont
    cont=cont+1;
    # IR AL MENU PRINCIPAL EN CUALQUIER MOMENTO #
    if actual == "swipe":
        global cont
        cont =-1;
if cont==30:
    img=PhotoImage(file=letras[cont]+".gif")
    lblImagen=Label(app,image=img).place(x=425,y=170)
    img0=PhotoImage(file="opmenu.gif")
    lblImagen0=Label(app,image=img0).place(x=100,y=100)
    img4=PhotoImage(file="reporden.gif")
    lblImagen4=Label(app,image=img4).place(x=1030,y=300)
    img7=PhotoImage(file="fonorden.gif")
    lblImagen7=Label(app,image=img7).place(x=100,y=440)
    # REINICIAR MODO ORDENADO #
    if actual == "stap":
        global cont
        cont=0;img=None;
    # IR AL MENU #
    if actual == "swipe":
        global cont
        cont=-1;
    # print actual
# MODO ALEATORIO #
if cont>=100 and cont<110:
    img=PhotoImage(file=letras[cont2]+".gif")
    lblImagen=Label(app,image=img).place(x=425,y=170)
    img0=PhotoImage(file="opmenu.gif")
    lblImagen0=Label(app,image=img0).place(x=100,y=100)
    img7=PhotoImage(file="fonalea.gif")
    lblImagen7=Label(app,image=img7).place(x=100,y=440)
    img10=PhotoImage(file="fondo.gif")
    lblImagen10=Label(app,image=img10).place(x=1030,y=300)

```

```

if letras[cont2] == actual:
    global cont2
    cont2=random.randrange(0, 29, 1);
    global cont
    cont=cont+1
# IR AL MENU EN CUALQUIER MOMENTO #
if actual == "swipe":
    global cont
    cont=-1;
    global cont2
    cont2=random.randrange(0, 29, 1);
if cont == 110:
    imgfin=PhotoImage(file="gracias.gif")
lblImagenfin=Label(app,image=imgfin).place(x=425,y=170)
img0=PhotoImage(file="opmenu.gif")
lblImagen0=Label(app,image=img0).place(x=100,y=100)
img5=PhotoImage(file="repalea.gif")
lblImagen5=Label(app,image=img5).place(x=1030,y=300)
img7=PhotoImage(file="fonalea.gif")
lblImagen7=Label(app,image=img7).place(x=100,y=440)
# IR AL MENU #
if actual == "swipe":
    global cont
    cont=-1;
# REINICIAR MODO ALEATORIO #
if actual == "ktap":
    global cont
    cont =100;
    img=None;
# CONTRA RELOJ #
if cont==200:
    img=PhotoImage(file=letras[cont2]+".gif")
lblImagen=Label(app,image=img).place(x=425,y=170)
img0=PhotoImage(file="relojmenu.gif")
lblImagen0=Label(app,image=img0).place(x=100,y=100)
img7=PhotoImage(file="fonreloj.gif")
lblImagen7=Label(app,image=img7).place(x=100,y=440)

```

```

img10=PhotoImage(file="fondo.gif")
lblImagen10=Label(app,image=img10).place(x=1030,y=300)
lab1=Label(app,text= "* Tienes 30 Segundos
*",fg='blue',font=('Ravie',14))
lab1.grid(row=0,column=0,padx=550,pady=50)
T=Text(app,height=1, width=5)
T.grid(row=1,column=0)
T.insert(END, tiempo)
if tiempo < 31:
    if letras[cont2] == actual:
        global cont2
        cont2=random.randrange(0, 29, 1);
        global score
        score=score+100
    else:
        cont=205
# IR AL MENU EN CUALQUIER MOMENTO #
if actual == "stap":
    global cont
    cont=-1;
    global tiempo
    tiempo=0;
if cont == 205:
    imgfin=PhotoImage(file="gracias.gif")
    lblImagenfin=Label(app,image=imgfin).place(x=425,y=170)
    img0=PhotoImage(file="relojmenu.gif")
    lblImagen0=Label(app,image=img0).place(x=100,y=100)
    img6=PhotoImage(file="repreloj.gif")
    lblImagen6=Label(app,image=img6).place(x=1030,y=300)
    img7=PhotoImage(file="fonreloj.gif")
    lblImagen7=Label(app,image=img7).place(x=100,y=440)
    lbl1=Label(app,text= "*** Puntaje Logrado:
***",fg='blue',font=('Ravie',14))
    lbl1.grid(row=0,column=0,padx=550,pady=50)
    T=Text(app,height=1, width=5)
    T.grid(row=1,column=0)
    T.insert(END, score)

```

```
# IR AL MENU #
if actual == "stap":
    global cont
    cont=-1;
    global tiempo
    tiempo=0;

# REINICIAR MODO CONTRARELOJ
if actual == "ktap":
    global cont
    cont =200;
    global score
    score=0
    global tiempo
    tiempo=0
    img=None;

    app.update()
while 1:
    global data
    data = sock.recv(1024)
    actualizar(data)
app.mainloop()
```

CLASIFICADOR

```
#####
```

```
import Leap, sys, thread, time
import numpy as np
import collections
import jiphy
import socket
import os
from scipy.spatial.distance import euclidean
from fastdtw import fastdtw
os.system("start interfaz.pyw")
sock = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
server_address = ('localhost', 10000)
print >>sys.stderr, 'starting up on %s port %s' % server_address;
sock.bind(server_address)
sock.listen(1)
connection, client_address = sock.accept()
class SampleListener(Leap.Listener):
    finger_names = ['Thumb', 'Index', 'Middle', 'Ring', 'Pinky']
    bone_names = ['Metacarpal', 'Proximal', 'Intermediate', 'Distal']
    def on_init(self, controller):
        print "Initialized"
    def on_connect(self, controller):
        print "Connected"
        connection.sendall('0')
        controller.enable_gesture(Leap.Gesture.TYPE_KEY_TAP);
        controller.enable_gesture(Leap.Gesture.TYPE_SCREEN_TAP);
        controller.enable_gesture(Leap.Gesture.TYPE_SWIPE);
        controller.config.set("Gesture.Swipe.MinLength", 1.0)
        controller.config.set("Gesture.Swipe.MinVelocity", 1)
        # controller.enable_gesture(Leap.Gesture.TYPE_CIRCLE);
    def on_disconnect(self, controller):# Note: not dispatched when running in a
debugger.
        print "Disconnected"
    def on_exit(self, controller):
        print "Exited"
```

```

sys.exit(0)
def on_frame(self, controller): # Get the most recent frame and report some basic
information
    frame = controller.frame()
    datos1=[];
    datos2=[];
    datos11=[];
    numero=[];
    bone1= int(0);
    case=int(0);
    cont=int(0);
    cont2=int(0);
    cont1=int(0);
    cont0=int(0);
    for gesture in frame.gestures():
        if gesture.type == Leap.Gesture.TYPE_KEY_TAP:
            connection.sendall('ktap')
        if gesture.type == Leap.Gesture.TYPE_SWIPE:
            swipe = Leap.SwipeGesture(gesture)
            direction = swipe.direction[0]
            if direction<0:
                connection.sendall('swipe')
        if gesture.type == Leap.Gesture.TYPE_SCREEN_TAP:
            screen_tap = Leap.ScreenTapGesture(gesture)
    connection.sendall('stap')
    for hand in frame.hands: # Toma el vector dirección de huesos de los dedos
        normal = hand.palm_normal
        direction = hand.direction
        arm = hand.arm # Get fingers
        for finger in hand.fingers: # Get bones
            for b in range(0, 4):
                bone = finger.bone(b)
                datos2.append(bone.direction[0]);
                datos2.append(bone.direction[1]);
                datos2.append(bone.direction[2]);
                datos1.append(bone.direction[0]);
                datos1.append(bone.direction[1]);

```



```

    datos1.append(bone.direction[2]);
    datos1=map(float,datos1);
    datos2=map(float,datos2)
vectorleap =[0 for x in xrange(60)];
vectorleap0 =[0 for x in xrange(60)];
vectorleap2 =[0 for y in xrange(6)];
cont0=0;
cont2=0;
cont=0;
for x in range(60):
    vectorleap[x]=datos1[cont];
    cont+=3;
    if x==19:
        cont=1;
        pass
    if x==39:
        cont=2
        pass
    if cont==60:
        cont=0;
        pass
for m in xrange(0,25):

```

#DATOS DE LETRAS ESTATICAS

```
if m==0: #A
```

```

vector=[0,0.709531764000000,      0.590910856000000,      0.548274836000000,
0.319405514000000, 0.365731872000000, -0.123676906500000, 0.334682963400000,
0.197575192000000, 0.486346999000000, -0.023129138500000, -0.317629188000000,
0.0603288452700000, 0.520138290000000, 0.113229132400000, -0.225046616100000,
-0.082083748000000, 0.607595902000000, 0.318953262000000, -0.105183159500000, 0,
-0.202027493000000, -0.088697033800000, 0.053781434900000, -0.241640218000000,
0.836414149000000, 0.550422996000000, -0.047379775300000, -0.205766646000000,
0.804037691000000, 0.459044877000000, -0.099045564760000, -0.158828431300000,
0.779342849000000, 0.373708733000000, -0.166091842500000, -0.148221541300000,
0.677806954000000, 0.337380401000000, -0.134755951900000,      0,
0.663786449000000, 0.794337939000000, 0.818365556000000, 0.903674776000000,
0.349456686000000, -0.812676865000000, -0.917324895000000, 0.947462861000000,

```

```
0.272712003000000,-0.879333176000000, -0.920600636000000, 0.975387818000000,
0.282263458000000, -0.914309166000000, -0.942282592000000, 0.976260971000000,
0.352065628000000, -0.876794352000000, -0.965506767000000];
```

```
if m==1: #B
```

```
vector=[0, 0.267597378600000, -0.295129140500000, -0.623466934000000,
0.401080099000000, 0.112753207400000, 0.118161529800000, 0.121902023900000,
0.273960444000000, 0.122268883850000, 0.143244065320000, 0.153768620300000,
0.128463697700000, 0.205344757000000, 0.228241107000000, 0.236950354500000,
-0.0137037409200000, 0.216278813600000, 0.276646185000000, 0.301730200000000, 0,
0.286082028000000, 0.478300265000000, 0.506050705000000, 0.0516610086000000,
0.0870195691000000, 0.174724294500000, 0.245986468000000, 0.0673734983400000,
0.133667867900000, 0.223317240000000, 0.272205204000000, 0.0863876348000000,
0.137845626000000, 0.214267951000000, 0.244957341000000, 0.0633417258600000,
0.0687864296000000, 0.191884478400000, 0.246122279000000, 0,0.904595403000000,
0.812391562000000, 0.574686186000000, 0.909062662000000, 0.986010385000000,
0.972680114000000, 0.955530624000000, 0.953500258000000, 0.979505160000000,
0.959345953000000, 0.944162911000000, 0.981298689000000, 0.964921124000000,
0.944718594000000, 0.934530848000000, 0.990581631000000, 0.970649018000000,
0.936287247000000, 0.914941610000000];
```

```
if m==2: #C
```

```
vector=[0, 0.734369412000000, 0.757271717000000, 0.713688327000000,
0.438648050000000, 0.462798009000000, 0.830995449000000, 0.949502191000000,
0.414393661000000, 0.440666694000000, 0.839159179000000, 0.964150428000000,
0.381582426000000, 0.550198529000000, 0.961386330000000, 0.964329066000000,
0.307696893000000, 0.523300599000000, 0.944712666000000, 0.976440428000000,
0, -0.402693750000000, -0.136686229300000, 0.156585244200000,
-0.333107211000000,-0.340862023000000, -0.128899310100000, 0.0755613895000000,
-0.209131787500000, -0.229845109000000, -0.108638392700000, 0.0155801949600000,
-0.0672170622700000, -0.0535725684100000, 0.0266899112700000,
0.0724942878000000, 0.0546167820000000, 0.125833801100000, 0.0249159370300000,
-0.0544227102760000, 0, 0.537194208000000, 0.619607873000000, 0.652492472000000,
0.828335752000000, 0.805916466000000, 0.504699642000000, 0.134018501690000,
0.879482876000000, 0.857053400000000, 0.502535740000000, 0.0880239283000000,
0.915504342000000, 0.826666700000000, 0.259302357000000,
-0.229091780000000, 0.943219283000000, 0.837431914000000,
0.311441853000000, -0.146010584000000];
```

if m==3: #CH

```
vector=[0, 0.542929966000000, 0.517386342000000, 0.405856109000000,
0.869730297000000, 0.940040509000000, 0.964901984000000, 0.974703225000000,
0.918123854000000, 0.985150454000000, 0.986647593000000, 0.978597634000000,
0.952003324000000, 0.594777665000000, -0.442846345000000, -0.804229893000000,
0.955882059000000, 0.620694498000000, -0.397706150000000, -0.747077383000000, 0,
0.133016759400000, 0.158105518700000, 0.200839491000000, 0.183659413000000,
0.244849991000000,0.120096395700000,0.00798525790000000, 0.189766128700000,
0.100810543200000,-0.0473618127600000,-0.135467607500000, 0.189227033000000,
-0.731346457000000,-0.825500864000000,-0.474454450000000, 0.222847567500000,
-0.713849558000000,-0.780466744000000, -0.503992359000000, 0, 0.807263595000000,
0.782949188000000, 0.791959556000000, 0.436509969000000, 0.216692448000000,
0.214740726000000,0.210060575500000,0.310616465000000,0.0830554081000000,0.098
2144946700000,0.108692864500000, 0.165494329300000, 0.272534697500000,
0.133490006600000, -0.0166223560000000, 0.0250453447000000, 0.295333802000000,
0.416392935000000, 0.309891586000000];
```

if m==4:#D

```
vector=[0, 0.406359869, 0.369981863, 0.260269979, 0.060476519, 0.061111573,
0.207849889, 0.283515388, 0.026111108, 0.415236737, 0.56905173, 0.485405443,
-0.009121929, 0.785676559, 0.76575086, 0.242523598, -0.080069437, 0.675642772,
0.89604649, 0.470793416,0, -0.254066304, 0.186668087, 0.595450963, -0.318747728,
-0.2774031, -0.236449955, -0.210143439, -0.192522615, -0.21327055, -0.084540353,
0.024992634, -0.048693207, -0.014058953, 0.047059636, 0.056542287, 0.076956036,
-0.04000768, -0.16389336, -0.136483091, 0, 0.87402316, 0.90420047, 0.743941551,
0.937517219, 0.949242719, 0.939010554, 0.927783748, 0.972660909, 0.788557999,
0.17037651, -0.142474628, 0.990268787, 0.611323194, -0.620961752, -0.954736844,
0.984364234, 0.734078225, -0.387685811, -0.858463452];
```

if m==5:#E

```
vector=[0, 0.762419036000000, 0.564902373000000, 0.375894581400000,
0.251362237000000, 0.201446319000000, 0.0730372313000000, -0.0977734388200000,
0.118245970300000, 0.174000124000000, 0.274960933000000, 0.0748379684000000,
-0.0302723423700000, 0.112944990600000, 0.361893207000000, 0.206555621500000,
```

```
-0.174175388100000, 0.000874597730000001, 0.519322204000000, 0.454520994000000,
0, -0.398536473000000, -0.264158998400000, -0.145805297600000, -0.109227813920000,
0.407827638000000, 0.955930644000000, 0.476529031000000, -0.0922159338000000,
0.302031275000000, 0.945609241000000, 0.498638905000000, -0.0683040234600000,
0.316746572000000, 0.918679646000000, 0.497590971000000, -0.0834523321000000,
0.282049206000000, 0.843514083000000, 0.518880693000000, 0, 0.502523733000000,
0.768058616000000, 0.872362385000000, 0.953571681000000, 0.872651762000000,
-0.213515781000000, -0.864519264000000, 0.980689527000000, 0.930114061000000,
-0.114079699900000, -0.857928098000000, 0.989431068000000, 0.936998511000000,
-0.0982972651700000, -0.837161127000000, 0.973599862000000, 0.954137762000000,
0.0349432651000000, -0.716199443000000];
```

```
if m==6:#F
```

```
vector=[0.0 ,0.59898883, 0.5867749, 0.452917, 0.20864202, 0.7050615, 0.73508245,
0.26295766, 0.13987127, 0.13736707, 0.34283537, 0.48447633, 0.06396001, -0.08074971,
0.045793954, 0.1799898, -0.04215967, -0.25902975, -0.17147024, -0.044961926, 0.0,
-0.036801636, 0.02105152, 0.3979785, -0.068522245, 0.21930267, 0.532799, 0.38919678,
0.049444184, -0.05307885, 0.030644901, 0.09202275, 0.17977366, 0.038441144,
0.07957738, 0.121936515, 0.27762598, 0.25269774, 0.27218187, 0.295936, 0.0,
0.79991126, 0.80947644, 0.79779655, 0.9755887, 0.67438465, -0.41926014, -0.8828245,
0.98893446, 0.989097, 0.9388956, 0.86995083, 0.9816265, 0.99599284, 0.9957763,
0.9760815, 0.9597637, 0.9322272, 0.94684476, 0.95414895];
```

```
if m==7:#G
```

```
vector=[0, 0.798652474000000, 0.926748804000000, 0.978031544000000,
0.832220901000000, 0.938770434000000, 0.948171369000000, 0.939706493000000,
0.874399649000000, 0.585763825000000, -0.553843076000000, -0.815020481000000,
0.902962540000000, 0.566477995000000, -0.642976670000000, -0.927890825000000,
0.895986636000000, 0.592910591000000, -0.603051947000000, -0.917838400000000,
0, 0.195355529200000, 0.140313521330000, 0.0760778789300000, 0.336270800000000,
0.224951986600000, 0.0996577252680000, 0.0060336120000000, 0.354727855000000,
-0.714979803000000, -0.702833861000000, -0.204098430830000, 0.364407386000000,
-0.741207603000000, -0.723944299000000, -0.189342316500000,
0.401147320000000, -0.666242987000000, -0.757139782000000, -0.269826657000000, 0,
0.527368228000000, 0.293375522500000, 0.0180832371000000, 0.400773382000000,
0.175042773500000, 0.153962088700000, 0.133198112690000, 0.275919811000000,
0.234189455050000, -0.152730847000000, -0.282472243000000, 0.132594143900000,
0.256837431700000,
```

-0.0488417574000000,-0.213588494820000,-0.00423245500000000, 0.384229353000000,
0.0839110266720000, -0.1756892349000000];

if m==8: #H

vector=[0,0.514146092510000,0.524860269400000,0.533590962200000,0.3702052420000
00,0.604211921600000,0.519854100000000,0.379300756600000,0.352503994000000,0.4
45955223200000,0.635071119000000,0.735819678000000,0.327338363000000,0.457794
439600000,0.641148573000000,0.737290136000000,0.272827042000000,0.44260681050
0000,0.591079692000000,0.705654459000000,0,-0.466522663200000,
-0.450324545000000,-0.405939289900000,-0.386102467000000,
-0.478196919000000,0.0329976620000000,0.224891892100000,-0.401829328000000
, -0.639815685000000,-0.376921790000000,-0.119127970800000,-0.410221770000000,
-0.625008959000000,-0.329473823400000,-0.093566385400000,-0.411371679800000,
-0.637291142000000,-0.344322308000000,-0.107496027600000, 0, 0.109079581500000,
-0.000946972239999994,-0.115734999000000, 0.215496580700000,
-0.00909116160000001,-0.251006268700000,-0.315041148600000,0.162061850400000,
0.101808839000000,-0.0237060072000000,
-0.143494389590000,0.0990535457000000,0.0747523184000000,-0.0223462684800000,
-0.113647838700000,0.0467107096000000,-0.0488182874100000,-0.0999070172000000,
-0.1373715867000000];

if m==9: #I

vector=[0, 0.0345389862000000, -0.283611923000000, -0.570603594000000,
0.252793747000000, 0.156401414000000, -0.144427963900000, -0.223747218500000,
0.120398951400000, 0.259044238000000, 0.0350496450000000, -0.135092752600000,
-0.0275414687000000, 0.262668821600000, 0.212806175900000,
0.0140400990000000, -0.168904999800000, -0.0325309468000000, 0.101581721100000,
0.197370796000000, 0, 0.117048686660000, 0.216458860000000,
0.265480550000000, -0.229016747100000, 0.783169446000000, 0.677176142000000,
0.114302738400000, -0.222444348400000, 0.770251864000000, 0.638071087000000,
0.0576023849049000, -0.207268991000000, 0.743502331000000, 0.622359408000000,
0.0600452256200000, -0.226578326200000, 0.0250833171400000, 0.251584415000000,
0.409367163000000, 0, 0.973056830000000, 0.920610618000000,
0.746350199000000, 0.925333064000000, 0.561571327000000, -0.679228058000000,
-0.941336597000000, 0.954605504000000, 0.532890890000000, -0.738527330000000,
-0.967559001000000, 0.966730637000000, 0.567141253000000, -0.719600752000000,
-0.978782704000000, 0.949100695000000, 0.993352514000000, 0.954782867000000,
0.8779383730000000];

if m==10:#K

```
vector=[0.0 ,0.37006572, 0.75611305, 0.92448246, 0.20457336, 0.3641703, 0.42827013,
0.47058046, 0.3043022, 0.56133413, 0.63821393, 0.6559385, 0.40944523, 0.5348785,
-0.06309543, -0.37538472, 0.473799, 0.43932575, -0.08846526, -0.35872295, 0.0,
-0.30051407, -0.062124297, 0.13648339, -0.04100667, -0.12252537, -0.20436577,
-0.261023, 0.04935432, -0.16114496, -0.39468694, -0.49187428, 0.14520423, -0.8374939,
-0.603743, -0.16206808, 0.26177052, -0.8597331, -0.70333105, -0.22770502, 0.0,
0.8790578, 0.6514857, 0.35595584, 0.977992, 0.9232375, 0.88023823, 0.84286475,
0.95129615, 0.8117489, 0.6609881, 0.57254213, 0.9007054, 0.11184371, -0.79467815,
-0.9125898, 0.84082735, 0.26048383, -0.7053363,
-0.9052449];
```

if m==11:#L

```
vector=[0,      0.805767436000000,      0.828012774000000,      0.892787154000000,
0.337288091000000, 0.144872445200000, 0.143100016000000, 0.138535485200000,
0.206011385000000, 0.229029839000000, -0.0572165901000000, -0.194095375500000,
0.0572363583000000, 0.247521568000000, 0.0996471732000000,
-0.0694504085500000, -0.0842402021000000, 0.337623895000000, 0.318210957000000,
0.0578838983960000,0, 0.0905344024000000, 0.0676390704400000,
-0.0088271715000000,0.0814292389000000, 0.154627786000000, 0.271760795000000,
0.390867994000000, 0.0883828806000000, 0.930086594000000, 0.380125598000000,
-0.249651488000000, 0.0973359634000000, 0.934910941000000, 0.303042580000000,
-0.320700216000000, 0.0642892192000000, 0.889969810000000, 0.282713742000000,
-0.319900591600000, 0,      0.576365407000000,      0.545824396000000,
0.428347750000000, 0.934075652000000, 0.973363565000000, 0.945212138000000,
0.900034159000000, 0.970867814000000, 0.225235602400000, -0.893246887000000,
-0.914789272000000, 0.989891561000000, 0.194533429400000, -0.928048397000000,
-0.922912497000000, 0.990639654000000, 0.266753543000000, -0.888159305000000,
-0.928965886000000];
```

if m==12:#M

```
vector=[0,      -0.177171445100000,      -0.291459464000000,      -0.366878364000000,
0.0297591721000000, -0.0796269605400000, -0.140447843600000, -0.158912270000000,
-0.105803601210000, -0.0316024930000000, 0.0200002846000000, 0.0435102135000000
-0.252985064000000,0.0123290707700000, 0.0516286218000000, 0.0660271869000000,
-0.380600365000000, 0.160119900500000, 0.231357694000000, 0.257199908000000,
```

```

0,      0.881562051000000,      0.852385049000000,      0.825501652000000,
0.981709636000000, 0.342479291000000, 0.036818917600000,
-0.0742029609300000, 0.975329501000000, 0.455078685000000, 0.165046206300000,
0.0238721338000000, 0.947322945000000, 0.429667588000000, 0.299438111000000,
0.250729105000000, 0.898279439000000, 0.386295578000000, 0.218561245600000,
0.148321269000000, 0, -0.396872099000000, -0.397299388000000,
-0.395101699000000, 0.0659518788000000, -0.925130592000000, -0.983822628000000,
-0.979336898000000, 0.0833021496000000, -0.878350658000000, -0.980773480000000,
-0.994716806000000, 0.0973844478000000, -0.890985728000000, -0.946633299000000,
-0.960227557000000, 0.147368396800000, -0.895546757000000, -0.942263609000000,
-0.950230155000000];

```

```

if m==13:#N

```

```

vector=[0, -0.109305242600000, -0.291595535400000, -0.441945442000000,
-0.0280405960000000, -0.172852835000000, -0.205227463300000, -0.196941683000000,
-0.159922439100000,-0.120399508500000,-0.0507962446700000, -0.00876593930000000,
-0.302159471000000,-0.104402992600000,-0.00631030830000000, 0.0356535451000000,
-0.420678308000000, 0.0227248847000000, 0.176471859900000, 0.238225501000000,
0,      0.935458162000000,      0.900394224000000,      0.841168690000000,
0.961749760000000, 0.575774366000000, 0.103538998900000, -0.132915094800000,
0.942507049000000, 0.639410322000000, 0.212871937000000,
-0.0251509015000000, 0.901441960000000, 0.622993808000000, 0.308911001000000,
0.162308334300000, 0.836591650000000, 0.601956090000000, 0.251284855600000,
0.0584890172300000, 0, -0.238662360470000, -0.241820273000000,
-0.239664793600000, 0.201191077500000, -0.768035948000000, -0.954726887000000,
-0.946444455000000, 0.225474416000000, -0.739969666000000, -0.960912190000000,
-0.979459111000000, 0.244199046500000, -0.756650321000000, -0.935047045000000,
-0.962208250000000, 0.294075623000000, -0.780777565000000, -0.937347509000000,
-0.941643081000000];

```

```

if m==14:#0

```

```

vector=[0,      0.632534960000000,      0.621980420000000,      0.442105604000000,
0.311550778000000, 0.727895932000000, 0.785865167000000, 0.153253248800000,
0.286766268000000, 0.779882200000000, 0.803504337000000, 0.208564417000000,
0.256312955000000, 0.761928481000000, 0.834139409000000, 0.282520639000000,
0.185280920000000, 0.643843460000000, 0.932608356000000, 0.516625284000000,
0, -0.127695844270000, 0.215227237500000, 0.708594400000000, -0.190225429700000,
-0.0578859734000000, 0.275677529000000, 0.279006571000000, -0.058815094200000,

```

```

-0.0552026237000000,0.0960731751000000,0.127449146100000,
0.0877169714000000,0.0133296155000000,-0.0063914238000000,0.0171522930000000,
0.2141207190000000,0.0609485076000000,-0.1628732496000000,-0.2103587895000000,
0,0.7570616830000000, 0.7466082460000000, 0.5346336570000000, 0.9233876710000000,
0.6695133320000000, -0.5306577710000000, -0.9369760110000000, 0.9489746650000000,
0.6140180160000000, -0.5753124330000000, -0.9604631130000000, 0.9556067900000000,
0.6409064610000000, -0.5371146240000000, -0.9474822650000000, 0.9521228430000000,
0.7548438110000000, -0.2854965670000000, -0.8114861660000000];

```

```

if m==15:#P

```

```

vector=[0,      0.9003970270000000,      0.8604468180000000,      0.8065639500000000,
0.8165271860000000, 0.8492205170000000, 0.7329870260000000, 0.6415829790000000,
0.7557805580000000, 0.7485252070000000, 0.1288010990000000, -0.1910312580000000,
0.6738194560000000, 0.6667773340000000, -0.2394554596000000, -0.6327591160000000,
0.5671264380000000, 0.7778193810000000, -0.0583365698000000, -0.4896503850000000,
0,      0.02082459211000000,      0.2211159374000000,      0.2844991782000000,
0.3917829350000000, 0.4716570650000000, 0.3985373088000000, 0.3400913810000000,
0.5114990040000000, 0.1926271821000000, -0.2119503364000000, -0.2997392790000000,
0.6322496100000000, 0.0442288091000000, -0.5823539980000000, -0.6336974720000000,
0.7292606860000000, 0.0182348508560000, -0.6492683680000000, -0.7065626740000000,
0,      0.3271757783000000,      0.2465681981000000,      0.2072491533000000,
0.3871609245000000, -0.0316586927700000, -0.2904770394000000, -0.3986113244000000,
0.3710542120000000, -0.4859225382000000, -0.5546220560000000, -0.3458982358000000,
0.3423238740000000, -0.7289701820000000, -0.7518986170000000, -0.3754897494000000,
0.3440900160000000, -0.6079154720000000, -0.7367701570000000, -0.4604074910000000];

```

```

if m==16:#Q

```

```

vector=[0,      0.7123018900000000,      0.6058983690000000,      0.4941252280000000,
0.8127610030000000, 0.4924795390000000, 0.1713398650000000, -0.0402817729000000,
0.7318131780000000, 0.4835708680000000, 0.3015100980000000, 0.1022181066000000,
0.6266744800000000, 0.4546595700000000, 0.2860310045000000, 0.1488673800000000,
0.5173575370000000, 0.5174930370000000, 0.3323113520000000, 0.1958363156000000,
0,      0.3828259010000000,      0.4708521920000000,      0.5370668440000000,
0.5005954940000000, 0.0886286961000000, -0.1033988634000000, -0.2068741754000000,
0.6041179650000000, 0.0296079930000000, -0.1417901328000000, -0.2711291795000000,
0.7039809430000000, 0.0014558520000000,-0.1959270118000000, -0.2978630367000000,
0.7928865640000000, 0.0117433230000000, -0.3043215684000000, -0.4446731220000000,
0, -0.5649899190000000,-0.6177188280000000, -0.6490126020000000, -0.1955909736000000,

```



```
-0.805832651000000, -0.935156318000000, -0.948781338000000, -0.218160276200000,
-0.779080474000000, -0.792177930000000, -0.777565303000000, -0.241266442700000,
-0.796361959000000, -0.783521920000000, -0.749378113000000, -0.220831345570000,
-0.761812115000000, -0.746709672000000, -0.682669759000000];
```

```
if m==17:#R
```

```
vector=[0.0, 0.131641, -0.36152276, -0.72407305, 0.28698263, 0.012250983,
-0.03275952, 0.06201121, 0.15414295, 0.14065816, 0.14743532, 0.13159983,
0.0043116948, 0.10318046, 0.068581566, -0.01370913, -0.13135535, 0.18652649,
0.27792126, 0.11814608, 0.0, 0.6069997, 0.60388255, 0.47645983, 0.28625005,
0.2947579, 0.60632354, 0.7805321, 0.27926838, 0.23164773, 0.6539797, 0.868903,
0.2686397, 0.96869653, 0.34328488, -0.37659672, 0.21489652, 0.95695645, 0.33340356,
-0.3444436, 0.0, 0.7837232, 0.71037114, 0.49870265, 0.9141672, 0.95549345, 0.794543,
0.62203234, 0.94776005, 0.96257704, 0.7420063, 0.47716784, 0.963231, 0.22578944,
-0.9367241, -0.92627585, 0.967763, 0.22235638, -0.9008895, -0.9313432];
```

```
if m==18:#S
```

```
vector=[0, 0.294497419000000, -0.108251813700000, -0.533375112000000,
0.357543729000000, 0.423653581000000, 0.071155684200000, -0.211031753400000,
0.234399702000000, 0.513295150000000, 0.134514018100000, -0.226866603800000,
0.0948919843300000, 0.515615713000000, 0.180290988000000, -0.189720255000000,
-0.0501787553400000, 0.583705339000000, 0.366640689000000, -0.073531279500000,
0, 0.536879563000000, 0.741406025000000, 0.770257629000000,
0.239839386000000, 0.815493647000000, 0.575073583000000, -0.020405969900000,
0.293200005000000, 0.812909621000000, 0.362210500000000, -0.237925474000000,
0.348357751000000, 0.842873895000000, 0.120046383700000, -0.453311543000000,
0.357849913000000, 0.794625692000000, 0.043054271700000, -0.482194516000000,
0, 0.782096348000000, 0.648954494000000, 0.325124867000000, 0.893757589000000,
0.370093646000000, -0.790438023000000, -0.959134125000000, 0.917489436000000,
0.243690344000000, -0.905460922000000, -0.928846250000000, 0.922471464000000,
0.107973171100000, -0.963677540000000, -0.858591856000000, 0.921737623000000,
0.135936063400000, -0.918035346000000, -0.861625636000000];
```

```
if m==19:#T
```

```
vector=[0.0,0.34691194,-0.33083698,-0.83470947,0.38042226,-0.056581285,-0.38483697,
0.33741382, 0.25366268, 0.11841824, 0.09780373, 0.08811398, 0.10803963, 0.1785106,
```

```

0.17505844, 0.16986659, -0.022060754, 0.18893532, 0.2148702, 0.22292541,0.0,
0.17164172, 0.1916619, 0.12964486, 0.052172486, 0.832948, 0.7249011, 0.14402267,
-0.086025015, 0.16894187, 0.35848817, 0.43322656, -0.1182311, 0.016591087,
0.18252619, 0.29364038, -0.18432403, -0.034506492, 0.16152234, 0.23865269, 0.0,
0.92205817, 0.9240199, 0.5352124, 0.9233401, 0.55045086, -0.57133085,
-0.9302738, 0.9634599, 0.9784865, 0.9283969, 0.8969675, 0.9870911, 0.9837981,
0.9674909,0.94070226, 0.9826179, 0.9813831, 0.96319336, 0.94517154];

```

```

if m==20:#U

```

```

vector=[0, 0.211185161000000, -0.145277321500000, -0.489162175000000,
0.255200773000000,0.0117666464800000, 0.0841858020000000, 0.133623288000000,
0.130890422400000,-0.00460418698000000, 0.121586017100000, 0.199265795000000,
-0.00746424533000000,0.379862121000000, 0.538064952000000, 0.303413240000000,
-0.151532276000000, 0.431208767000000, 0.681203712000000, 0.457239167000000,
0,0.684147146000000, 0.851979105000000, 0.848394416000000, 0.410965753000000,
0.337225867000000, 0.500378537000000, 0.603805979000000, 0.468209031000000,
0.394414176000000, 0.573281774000000, 0.670634853000000, 0.523563580000000,
0.851682988000000,0.423849186000000,-0.115158490850000,
0.532775008000000,0.815733234000000,0.398577579000000, -0.0862798775000000,0,
0.694113593000000, 0.497220517000000, 0.186826421500000, 0.872002309000000,
0.936988388000000, 0.855343382000000, 0.777966122000000, 0.870760773000000,
0.916262501000000, 0.806571322000000, 0.708819580000000, 0.848884946000000,
0.320408058000000, -0.713757047000000, -0.935007688000000, 0.829558245000000,
0.362235968000000, -0.595891191000000, -0.869358147000000];

```

```

if m==21: #V

```

```

vector=[0,0.101257851700000,-0.185903352000000,-0.529242794000000,
0.251673571000000, 0.222150491000000, 0.269692663000000, 0.304390349000000,
0.122260184900000, -0.135651127500000, -0.0681283893000000,-0.00344597270000000,
-0.0218722550400000, 0.268220299000000, 0.479120524000000, 0.379286318000000,
-0.166735786000000, 0.333229967000000, 0.621907270000000, 0.522406401000000,
0,0.768348395000000, 0.858887073000000, 0.823782909000000, 0.504577199000000,
0.324142115000000, 0.465720706000000, 0.574967705000000, 0.548835277000000,
0.425065397000000, 0.561685227000000, 0.674109283000000, 0.588119686000000,
0.920248664000000, 0.539916718000000, 0.0550882348000000, 0.581351901000000,
0.894002174000000, 0.501854622000000, 0.0536894799000000, 0, 0.628359402000000,
0.473633689000000, 0.188580721000000, 0.822792762000000, 0.915398137000000,
0.838841076000000, 0.754683804000000, 0.824059651000000, 0.892417492000000,

```

```
0.821903677000000, 0.735154396000000, 0.805705260000000, 0.249647287400000,
-0.671872238000000, -0.907787535000000, 0.793677678000000, 0.275827425300000,
-0.586616470000000, -0.839830075000000];
```

```
if m==22:#W
```

```
vector=[0, 0.0715454202650000, -0.333882100000000, -0.686529018000000,
0.244174743000000, 0.163178377000000, 0.152287987000000, 0.156248280000000,
0.110047452400000,-0.0557018423500000,-0.0368642616300000, 0.00947416430000000,
-0.0397735038700000,-0.185422854400000, -0.138381447000000,
-0.0888834020000000, -0.180194593000000, 0.118420358000000, 0.411868051000000,
0.439670369000000,0, 0.732454028000000, 0.783056853000000, 0.670774084000000,
0.532993873000000, 0.352021696000000, 0.512708684000000, 0.583418778000000,
0.549479388000000, 0.326616036000000, 0.477432492000000, 0.549476897000000,
0.558353884000000, 0.480559039000000, 0.655193350000000, 0.722206680000000,
0.521948806000000, 0.892526721000000, 0.737078900000000, 0.395836886000000,0,
0.641562647000000, 0.496694166000000, 0.243924714400000, 0.808059023000000,
0.917752522000000, 0.778723815440000, 0.621698569000000, 0.826189586000000,
0.939405091000000, 0.811563130200000, 0.665621634000000, 0.826360532000000,
0.852954373000000, 0.689501470600000, 0.514164620000000, 0.830927209000000,
0.346514975000000, -0.481184940300000, -0.794097074000000];
```

```
if m==23:#X
```

```
vector=[0, 0.705972550000000, 0.688705996000000, 0.599471653000000,
0.458922872000000, 0.587509641000000, 0.852158880000000, 0.832344396000000,
0.399837135000000, 0.916929649000000, -0.0625853243600000, -0.633061737000000,
0.328660160000000, 0.922489621000000, -0.0357356194200000, -0.626198114000000,
0.224561235200000, 0.961075168000000, 0.115215633900000, -0.534121609000000,
0,0.245023242000000, 0.392869252000000, 0.647803444000000, 0.357686616000000,
0.398320323000000, 0.432974284000000, 0.354965134300000, 0.474276756000000,
0.235183959800000, -0.350940294000000, -0.444179549000000, 0.592991004000000,
0.201346822750000, -0.490025108000000, -0.534915587000000, 0.681710466000000,
0.147346595400000,-0.531949289000000, -0.544420008000000, 0, 0.653374900000000,
0.599714672000000, 0.451550433000000, 0.808237916000000, 0.691720424000000,
0.153799853600000, -0.264214282760000, 0.778071599000000, -0.243046224000000,
-0.929659403000000, -0.619999347000000, 0.726144709000000, -0.248971292000000,
-0.864758133000000, -0.549214308000000, 0.684413283000000, 0.090087049500000,
-0.829382816000000, -0.634119228000000];
```

```
if m==24:#Y
```

```
vector=[0,0.598231777000000,0.513735219000000,0.558331154000000,
0.129128649500000, 0.129471729900000, 0.030040499400000,
-0.0498021085700000, -0.0058511395400000,0.279690812000000, 0.154993532000000,
-0.0285108950000000, -0.153717823000000, 0.302139985000000, 0.324991312000000,
0.110812190800000, -0.294416185000000, -0.319861898000000, -0.276651651000000,
-0.241063859000000,0, 0.243262250600000, 0.294762892000000, 0.208148626000000,
0.419288092000000, 0.792227030000000, -0.0986843960200000, -0.545242795000000,
0.433544833000000, 0.775285281000000, -0.133270221400000, -0.583495088000000,
0.442162265000000, 0.787342105000000, -0.101764357400000, -0.579686050000000,
0.411976681000000, 0.514654237000000, 0.547615728000000, 0.648189854000000,
0,0.744404910000000, 0.794848987000000, 0.777245846000000, 0.887449633000000,
-0.120913260100000, -0.941587151000000, -0.814448947000000, 0.891589055000000,
-0.108460167530000, -0.934504993000000, -0.788117687000000, 0.875723153000000,
-0.0428383943000000, -0.902829070000000, -0.789027136000000, 0.854805286000000,
0.661296217000000, 0.495771768000000, 0.406360995000000];
```

```
matcorre=np.corrcoef(vector,vectorleap);
```

```
valorcorre=matcorre[0,1];
```

```
if m==0 and valorcorre>0.93:
```

```
    connection.sendall('A')
```

```
if m==1 and valorcorre>0.95: #90
```

```
    connection.sendall('B')
```

```
if m==2 and valorcorre>0.90:
```

```
    connection.sendall('C')
```

```
if m==3 and valorcorre>0.90:
```

```
    connection.sendall('CH')
```

```
if m==4 and valorcorre>0.85:
```

```
    connection.sendall('D')
```

```
if m==5 and valorcorre>0.90:
```

```
    connection.sendall('E')
```

```
if m==6 and valorcorre>0.85:
```

```
    connection.sendall('F')
```

```
if m==7 and valorcorre>0.90:
```

```
    connection.sendall('G')
```

```
if m==8 and valorcorre>0.77:
    connection.sendall('H')
if m==9 and valorcorre>0.90:
    connection.sendall('I')
if m==10 and valorcorre>0.80:
    connection.sendall('K')
if m==11 and valorcorre>0.90:
    connection.sendall('L')
if m==12 and valorcorre>0.75:
    connection.sendall('M')
if m==13 and valorcorre>0.70:
    connection.sendall('N')
if m==14 and valorcorre>0.90:
    connection.sendall('O')
if m==15 and valorcorre>0.90:
    connection.sendall('P')
if m==16 and valorcorre>0.90:
    connection.sendall('Q')
if m==17 and valorcorre>0.96:
    connection.sendall('R')
if m==18 and valorcorre>0.90:
    connection.sendall('S')
if m==19 and valorcorre>0.83:
    connection.sendall('T')
if m==20 and valorcorre>0.95:
    connection.sendall('U')
if m==21 and valorcorre>0.89:
    connection.sendall('V')
if m==22 and valorcorre>0.90:
    connection.sendall('W')
if m==23 and valorcorre>0.88:
    connection.sendall('X')
if m==24 and valorcorre>0.90:
    connection.sendall('Y')
for y in range(6):
    cont0=0;
    for x in range(60):
```

```

vectorleap0[x]=datos2[cont0];
cont0+=3;
if x==19:
    cont0=1;
    pass
if x==39:
    cont0=2
    pass
vectorleap2[y]=vectorleap0;

```

#J

```

vector1=[[0.0,0.21604732,-0.20036674,-0.62071466,0.30954048,0.054955263,0.33453602,
-0.34917238,0.1772908, 0.1273795,-0.12301096, 0.18719527, 0.027639134, 0.14804402,
0.017909205,-0.06856096,-0.10877225,-0.3304805,-0.30722374,-0.27454937,
0.0,0.7605812,0.78910565,0.65818155,0.50465333,0.9961302,0.1702835,0.41697466,0.50
926995,0.9856117,0.07287967,0.51402116,0.5060779,0.98709875,0.12480031,0.4521149
7,0.45812187,0.51216745,0.57643795,0.65423894,0.0,0.6122416,0.58065945,0.42604044,
0.8059217,-0.068589054,-0.92687064,-0.83917266,0.8421473,-0.11110348,-0.98972565,
-0.83710223,0.8620449,-0.060985073, 0.99202025, 0.8893207, 0.8822091, 0.7927591,
0.75718755,0.70469433],

```

```

[0.0, 0.34777543,-0.021739965,-0.3064256, 0.30716562, 0.08885129,-0.17422651,
-0.21355332,0.17414774, 0.23248327,-0.042903468, 0.17808293, 0.024206376,0.2570969,
0.12696499,-0.03910303,-0.118339196,-0.21299912,-0.11338485,-0.06838587,0.0,
0.7250112, 0.8477661, 0.85263395, 0.59425265, 0.91094196,-0.2042848, 0.718711,
0.61969614, 0.89093477,-0.25863564,-0.76575553, 0.63671714, 0.91730607,-0.21531694,
-0.7325051, 0.6084486, 0.8118039, 0.90825737, 0.939335, 0.0, 0.5944838, 0.52992463,
0.42322436, 0.7433122,-0.4028526,-0.9632824,-0.66170186, 0.7652772,-0.3901112,
0.9650217,-0.6179846, 0.77071744,-0.30405715,-0.9682554, 0.6796376, 0.78472036,
0.5436964, 0.40275595, 0.33611462],

```

```

[0.0, 0.29385865,-0.0017261378, 0.28177738, 0.11465981, 0.29420415, 0.05925711,
-0.08838619, 0.01666964, 0.4051221, 0.2329205, -0.015110038, -0.15981263, 0.43176818,
0.34922466, 0.072872646, -0.30173767, -0.13729322, -0.023093127, 0.116465636, 0.0,
0.7142626, 0.86440593, 0.9051895, 0.60508174, 0.89458495,-0.1153164,
-0.56375957, 0.63970584, 0.84406054,-0.30142564,-0.7569726, 0.6662844, 0.8607617,
-0.26507673, -0.7379248, 0.64760625, 0.9103577, 0.9554445, 0.978918, 0.0, 0.6351975,
0.50279164, 0.31817222, 0.7878638,-0.3363953,-0.99155974,-0.8211961, 0.76843905,-

```

0.35133743,-0.9246029,-0.65327185, 0.7283715,-0.26956525,-0.8987639, 0.67093706,
0.699686, 0.39038357, 0.29426613, 0.16779493],

[0.0,0.06767184,-0.061119262,-0.18583734, 0.23922743, 0.53463143, 0.7187125,
0.46926072,0.32300988,0.63671184,0.77732277,0.4123857,-0.405713,0.6221958,
0.8054394, 0.40915537,-0.5039588,0.19047599,0.7698347,0.9528593, 0.0, 0.67266726,
0.8796655,0.9734945,0.6361387,0.84317803,0.00184664,-0.44856822,0.69508076,
0.7627353,-0.13935895,-0.5940346,0.7467713,0.7696022,-0.27841923,-0.70503116,
0.75510716, 0.9088569,0.6217394,0.30200347, 0.0, 0.73684406, 0.47164917, 0.13331494,
0.73355144, 0.056745466, -0.6953049, -0.76064503, 0.64228296,0.113282904,
-0.6134725,-0.690696, 0.52700067, 0.14347488, -0.5232115, -0.5792435, 0.4193312,
0.37107673, 0.1442034, -0.029208908],

[0.0,-0.16002513,-0.2069984,-0.2437879,-0.43108025,0.56117463,0.83897877,
0.7523352,-0.49370936,0.56236637,0.936686,0.6125319,-0.5493716,0.54065657,
0.98005813, 0.8020568,-0.6200377,0.3325129,0.6479153,0.71884876, 0.0, 0.866236,
0.95097893, 0.9669469, 0.6570179, 0.8199251, 0.19384265, -0.11864743, 0.70660174,
0.79966384, 0.015701523,-0.5763951, 0.74783367, 0.80785465, 0.12804434,-0.4675574,
0.74533373, 0.89578456, 0.710759,0.6439634, 0.0, 0.4733151, 0.22976209,-
0.07470696,0.61846364,0.113161996,-0.5084679,-0.6480081,0.5069171,0.21043247,
-0.3498185,-0.5409005, 0.3727405, 0.23465152,-0.15195556,-0.37161127, 0.2450123,
0.2949667, 0.27391124, 0.2618539],

[0.0,-0.26337993,-0.25444537,-0.20284648,-0.43504333,0.51940984,
0.93633735,0.8041077,-0.4834305,0.6101506,0.9195475,0.5932247,-0.5234731,
0.60489285,0.946158,0.5755892,-0.58226645,0.57889414,0.9632175,0.6241706,
0.0, 0.83904874, 0.9498926, 0.9495006, 0.6640265, 0.83401334, 0.14881857,-0.33046922,
0.72271913, 0.7361357,-0.18311107,-0.6103898, 0.7734341, 0.73495996,-0.25028,
-0.7135521, 0.78151083, 0.6913827,-0.25949687,-0.7015842, 0.0, 0.4760549, 0.18155316,
-0.23937806, 0.608117, 0.18610533,-0.31800202,-0.49416682, 0.49393523, 0.29295135,
-0.34771055,-0.5248891, 0.3574571, 0.30649394,-0.2052919, 0.3994249, 0.22406831,
0.43228626,-0.069809966,-0.34378877]];

#LL

vector2=[[0.0,0.85726094,0.88445824,0.88252807,0.36558867,0.20451605,0.22660352,0.2
4601877,0.24172607,0.4950147,-0.019018607,-0.33749676,0.10123535,0.507894,
0.1353844, -0.21925372,-0.044483528,0.5942469,0.29885498,-0.14528671, 0.0,
-0.06736235,-0.21422724,-0.36508748, 0.3250556, 0.38912842, 0.45322138, 0.5106492,
0.38038233, 0.8611957,-0.0517989,-0.6021224, 0.43571097, 0.85278684,-0.15280151,

-0.67294323, 0.44467524, 0.80421543,-0.16523893,-0.6518436, 0.0, 0.5104566,
0.41453624, 0.29640386, 0.8721719, 0.8981938, 0.86211437, 0.82383984, 0.89268005,-
0.11533638,-0.9984765,-0.7235637, 0.89437544,-0.12164873,-0.97893965,
-0.70645255, 0.8945866,-0.010404685,-0.9398839,-0.7443061],

[0.0,0.8634584,0.89049506,0.8984737,0.36991873,0.20087431,0.22361857,0.23956291,0.
2446944,0.47369364,-0.049028136,-0.349676,0.102526054,0.48391163, 0.104649805,
-0.23251872, -0.043382026, 0.5776098, 0.24983603, -0.18394326, 0.0,
-0.027446348,-0.15058504,-0.25125322, 0.3710902, 0.4091799, 0.483101, 0.5361851,
0.4232153, 0.86937356,-0.07011127,-0.6260221, 0.47406125, 0.863686, -0.16585685,
-0.69331074, 0.47837758, 0.8157149,-0.16262767,-0.6628076, 0.0, 0.50367284,
0.42935163, 0.3600234, 0.8517349, 0.89006823, 0.8465271, 0.8093919, 0.8723608,
-0.14072634,-0.9963336,-0.69701, 0.87450236,-0.14098227,-0.98058146,
-0.68209636, 0.877082,-0.03124265,-0.9545335,-0.7258449],

[0.0,0.8146361,0.8593246,0.87774587,0.29263186,0.11546568,0.14490865,0.16503733,0.
16431469,0.45462248,8.821167E-4,-0.29083288, 0.020498006, 0.47380814, 0.14698045,
-0.18019462, -0.12527141, 0.5656964, 0.29778412,-0.115274906, 0.0, -0.0023410928,
-0.14648812,-0.2956588, 0.36881673, 0.3989677, 0.49581236, 0.56186265, 0.41580907,
0.8813978,-0.05868003,-0.6132546, 0.46123046, 0.87162006, -0.14183562,
-0.66877425, 0.46001476, 0.8245813,-0.118035905,-0.622076, 0.0, 0.57996774,
0.4900026, 0.37702537, 0.8822362, 0.9096662, 0.8562544, 0.8106004, 0.89448506,-
0.12828274,-0.9982764,-0.7343943, 0.88704354,-0.1256357,-0.9789174,-0.72129816,
0.8790299,-0.0072943103,-0.9473078,-0.7744244],

[0.0,0.7799954,0.840215,0.87128454,0.2678146,0.0949432,0.118626684,0.12870434,0.13
728926,0.42689502,-0.014858259,-0.29033014,-0.00849264,0.43902177,0.1317255,
-0.18416625,-0.15396869, 0.5366994, 0.2601602,-0.14278486, 0.0, 0.07745954,
-0.064739406,-0.18472809,0.39916676,0.3899322,
0.48168308,0.52064455,0.44011384,0.8995673,-0.044638593,-0.62229854,0.47836939,
0.8942836,-0.11791995,-0.6770185,0.4699455,0.8432698,-0.060562,-0.59886336,0.0,
0.6209729,0.538375,0.45468548,0.876893,0.91593593,0.8682794,0.84401685,0.88738465
, -0.092407875,-0.9988927,-0.7269477,0.8781176,-0.08669949,-0.98424757,
0.7125509,0.8691633,0.029149003,-0.96366435,-0.7880198],

[0.0,0.7413869,0.8127324,0.8467631,0.19741055,0.020976702,0.043866094,0.05626975,0.
.06627505,0.4287732,0.05769251,-0.23541005,-0.07853231,0.44175836,0.20159942,
-0.13149232,-0.22284113, 0.53075784, 0.33438703,-0.08136781, 0.0, 0.09206348,
-0.07602183,-0.21339673, 0.44024214, 0.4298337, 0.5065899, 0.54694235, 0.48055336,
0.89656276,-0.10130777,-0.6665487, 0.51716566, 0.89145046,-0.17387198,-0.7172439,

0.50716335, 0.8471355,-0.10229602,-0.6381665, 0.0, 0.6647329, 0.57765627, 0.48729274,
0.8759087, 0.90266436, 0.8610705, 0.835277, 0.87445754,-0.11103466,-0.99318093,
-0.70731527, 0.85227484,-0.10082501,-0.963912,-0.68430334, 0.8325426, 0.025642855,
-0.93686754,-0.7655865],

[0.0, 0.7201456, 0.80046403, 0.8471288, 0.13140905,-0.055865217,-0.040490035,
-0.030636244,-0.0032374025,0.32888147,0.0957806,-0.14168882,-0.15066074,
0.34695208,0.23962937,-0.039621197,-0.29263854,0.4378001,0.36931387,0.010107638,
0.0,0.19531794,0.052297242,-0.06518912,0.49083686,0.4558287,0.53382206,0.5806889,
0.51667863,0.93303573,-0.14118454,-0.7247795,0.53660876,0.92820114,-0.18376675,
-0.7517316,0.5103725,0.8990328,-0.09671716,
0.6706257,0.0,0.6657636,0.59709483,0.52737385,0.8612844,0.88831264,0.84462684,0.81
354886,0.8561732,-0.14588137,-0.9853391,-0.6742543,0.8302724,-0.13441281,
0.95331395,-0.6582778,0.80863005,-0.008439524,-0.9242582,-0.741727]]

#ñ

vector3=[[0.0,0.30148154,0.49426562,0.6627862,0.056094132,0.6123103,0.5300332,0.381
84303,0.16421106,0.5084686,0.38048667,0.24013259,0.2815224,0.4950582,0.31954804,0
.17530708,0.36124852,0.37383193,0.12006081,-0.03355599,0.0,0.930854,0.8305073,
0.68846995,0.83933747,0.586359,0.016275864,-0.3146381,20.7813403,0.685932,
0.18486366,-0.13123429, 0.7018709, 0.69529897, 0.34750658, 0.0985095, 0.59662646,
0.7378466,0.42595246,0.20516436,0.0,0.20644568,0.25682503,0.29448864,0.5407089,
-0.53033835,-0.84782064,-0.8690217, 0.6021146,-0.52053535,-0.9061211,-0.9618283,
0.6543106,-0.52103424,-0.8815488,-0.979573, 0.71661454,-0.56198925,-0.8967441,
-0.97815216],

[0.0, 0.1748632, 0.37612993, 0.5329669,-0.12834282, 0.68570745, 0.7161419, 0.5969035,
-0.03216112,0.57009274,0.52105653, 0.38786313, 0.076631024, 0.53383243,
0.4384013,0.3227663,0.14863263,0.3941035,0.31823254,0.23509039, 0.0, 0.8465617,
0.7271336,0.58784056,0.65929013,0.6586098,0.096282944,-0.2296195, 0.58819944,
0.7654423,0.28013134,-0.043536562,0.49912405, 0.7869551,0.4445915, 0.19279316,
0.381958,0.85223365,0.49593824,0.24138817,0.0,0.50274867,0.57428485,0.6085965,0.74
085397,-0.3099009,-0.69128174,-0.768753,0.8080761,-0.29848352,-0.8062422,
-0.9206883, 0.86313546,-0.30939403,-0.7811163,-0.92663515, 0.9121493,-0.34406418,
-0.8079438,-0.9415223],

[0.0,0.6826334,0.7455859,0.81721735,0.57924527,0.7161969,0.5391812,0.38362876,0.66
33223,0.73255706,0.5003989,0.2991084,0.74294895,0.72559994,0.49062267,0.30450764,

0.7823675,0.6508869,0.3659229,0.16062629, 0.0, 0.69814634, 0.6375466, 0.5525772,
 0.7956384,0.25700113,-0.102125615,-0.3074567,0.7082879,0.34934902,0.058680188,
 -0.13098754, 0.5962815, 0.34038064, 0.122878626,
 -0.021306897, 0.48529643, 0.3773002, 0.21677142, 0.10024662, 0.0,-0.21587797,
 -0.19399956,-0.16375029, 0.17729752,-0.6488546,-0.8359749,-0.8708039, 0.24151987,
 -0.584222,-0.8638042,-0.94518596, 0.30409735,-0.5980348,-0.8626646,
 -0.95227164, 0.3903695,-0.65877974,-0.90504724,-0.98191136],

[0.0,0.4594242,0.2735731,-0.002917597,0.3170728,0.6804838,0.50470054,
 0.31224695,0.21589874,0.74601513,0.65735114,0.47465345,0.101955466,0.7665094,0.73
 611194,0.578737,-0.031526957,0.8545978,0.8340615,0.73661697,
 0.0,0.86012536,0.96185,0.95779926,0.81309104,0.5079299,-0.022182934,
 -0.31916046, 0.87967104, 0.5109622,-0.096552074,-0.41682476, 0.93445116, 0.47229534,
 -0.09252875,-0.4305129, 0.95749456, 0.38279063,-0.10512844,-0.3435504, 0.0,
 0.22161652,-0.0015524292,-0.2874232, 0.48820856,-0.52815616,-0.8630094,
 -0.8947839, 0.4237531,-0.4270585,-0.74737346,-0.77521694, 0.3411832,-0.4352016,
 -0.6705056,-0.69261974, 0.28672323,-0.3509045,-0.54156196,-0.58255345],

[0.0,-0.039757818,-0.15705445,-0.28818682,-0.3153082,0.4352896,0.5689112,
 0.5597321,-0.41860077,0.44223002,0.7040331,0.75362164,-0.52131563,
 0.4361448,0.6987759,0.79985917,-0.628111,0.5173851,0.76811105,0.8557479,
 0.0,0.98557836,0.93524015,0.82726485,0.93264717,0.6412134,0.07075618,
 -0.20151727,0.90371823,0.7151612,0.22608717,
 0.10691206,0.8533192,0.7253987,0.38611707,0.12545374,0.7749579,0.7379972,0.433555
 9,0.2355058,0.0,-0.16448279,-0.3172692,-0.48226663,0.17535672,-0.631956,
 -0.81934947,-0.8037977, 0.08981523,-0.5412736,-0.6732176,-0.6485554,-0.008730848,
 -0.532517,-0.60218424,-0.5869297,-0.07012025,-0.43321225,-0.4712055,-0.4606871],

[0.0,0.7556507,0.76637936,0.7681216,0.40605563,0.9980082,0.9471501,0.86630756,0.40
 892532,0.99071956,0.9628387,0.8871512,0.406164,0.9886589,0.96952003,0.927965,0.35
 866287,0.96907586,0.91135097,0.84440005,
 0.0,0.49270368,0.40374216,0.33889678,0.7674002,0.03153452,-0.23993151,
 -0.39826566,0.68346643,0.13581951,-0.087136574,-0.222231,0.5752731,0.14893876,-
 0.005918812,-0.09100664,0.4742131,0.19899228,0.06360319,-0.013839828,
 0.0,0.4315498,0.4996547,0.54326636,0.49620134,-0.054637752,-0.21293078,
 -0.30148917, 0.6046932, 0.00527349,-0.25563392,-0.40444568, 0.7099942,-0.019255554,
 -0.24494047,-0.36138445, 0.8040416,-0.14592458,-0.40668672,-0.5355345]];

#RR

vector4=[[0.0,0.22612135,-0.27359098,-0.64529866,0.18265086,-0.033791244,
-0.029839035,-0.02657437, 0.0464316, 0.18270472, 0.22774835, 0.26086614,
-0.10428651, 0.1616621, 0.2608207, 0.1390935,-0.24442172, 0.21671268, 0.4498286
,0.26358378,0.0,0.5609741,0.6523566,0.5934756,0.24479312,0.23953155,0.39281458,0.4
950143,0.25308082,0.08760166,0.30600876,0.5088974,0.25984442,0.9233107,0.5016909,
-0.11941418,0.22221303,0.89525664,0.45232636,-0.1776217,
0.0,0.7963524,0.7068089,0.48101583,0.95221585,0.9703004,0.91913354,0.8684783,0.966
3303,0.97925735,0.9243859,0.82034886,0.9600027,0.34837136,-0.8247902,-0.98305297
,0.9438641,0.3892958,-0.7701007,-0.94814247],

[0.0, 0.11021385,-0.37008557,-0.7115904, 0.08908411,-0.13973424,-0.17423093,
-0.20153265,-0.043828536, 0.15907186, 0.13853768, 0.10880236,-0.18985829,
-0.074780606,0.09357679,0.1338469,-0.3126758,0.004068949,0.288307,0.26083854,
0.0,0.53288317,0.505402,0.38886765,0.19813304,0.1669619,0.29971603,0.41094524,0.16
535696,0.06026905,0.2898948,0.51409304,0.1288252,0.9496306,0.5120217,
-0.12301553, 0.05395576, 0.93408465, 0.5217698,-0.112603575,
0.0,0.83898056,0.7794905,0.5851676,0.97611845,0.9760113,0.937984,0.88910556,0.9852
595,0.98542565,0.94697845,0.85080576,0.97332317,0.3043179,-0.85386014,
-0.98333734, 0.94832623, 0.35702842,-0.8028919,-0.95879287],

[0.0,0.056368235,-0.43045357,-0.73059905,0.052792218,-0.106056355,-0.1222876,
-0.13375947,-0.08353205,0.1450665,0.15581374,0.15734431,
0.23200887,0.027918676,0.21089152,0.17458346,0.3616055,0.07270575,0.4446798,
0.3608507,0.0,0.46380222,0.48787376,0.4237888,0.11906876,0.10267928,0.24204737,0.3
528684,0.10360466,-0.005212298,0.23017861,0.48185754,0.087565005,0.9269426,
0.54259026,-0.09550085,0.031414136,0.8983343,0.5480882,-0.077412516,
0.0,0.88414377,0.7594004,0.5353766,0.9914815,0.9890445,0.9625273,0.92606276,0.9911
0466,0.98940814,0.9605935,0.8620071,0.9687643,0.37416312,-0.8130932,
-0.98000014, 0.9318018, 0.43325427,-0.70842016,-0.9294052],

[0.0, 0.14943568,-0.3419984,-0.7069882, 0.14117804, 0.014894471,0.025892463,
0.033717867, 0.004635118, 0.07403869, 0.14141798, 0.18241999,-0.14542407,
0.16927148, 0.314969, 0.2104134,-0.28535983, 0.19886433, 0.50943696, 0.35761744,
0.0, 0.5249776, 0.6181563, 0.5616719, 0.18618922, 0.092800155, 0.289851, 0.43491644,
0.19686575,-0.0027376425, 0.28162196, 0.4717926, 0.20751739, 0.900102, 0.612804,
0.054391775, 0.17416333, 0.85643804, 0.58214563,-0.01632458,
0.0,0.8378946,0.70775694,0.4297585,0.97231805,0.9955733,0.9567215,0.8998393,0.9804
1946,0.9972517,0.9490469,0.8626325,0.9673616,0.40145195,-0.72475207,
-0.97609824, 0.9424632, 0.47641024,-0.6337038,-0.9337255],

[0.0,0.16202569,-0.28605717,-
 0.6398504,0.22119297,0.036611147,0.055348404,0.067865916,0.08659692,0.20137303,0.
 2758725,0.31639364,-0.062932275,0.23722583,0.3161333,0.14996995,-
 0.2062138,0.29895887,0.4763036,0.23664568,
 0.0,0.55666333,0.66368794,0.62979674,0.23121932,0.1908042,0.3586904,0.47350016,0.2
 521806,0.075167134,0.3258724,0.48896876,0.27287468,0.8948055,0.55685115,-
 0.04719869,0.24833836,0.8449797,0.522496,-0.09886617,
 0.0,0.81478435,0.6911509,0.44039482,0.9474235,0.9809451,0.93181425,0.8781753,0.963
 7976,0.9766263,0.90426856,0.81289893,0.959989,0.37821564,-0.7680993,-
 0.9875633,0.9464692,0.44343314,-0.70720065,-0.9665528],

[0.0, 0.22907552,-0.24896277,-0.6345379, 0.23462036, 0.06767983, 0.100821055,
 0.12472276, 0.10274406, 0.14512216, 0.22472541, 0.2753035,
 -0.043817226, 0.28643873, 0.42668462, 0.29036948,-0.18872537, 0.3263251, 0.5774112,
 0.4425572,0.0,0.54443777,0.71772003,0.69613606,0.260248,0.22553012,0.37325236,0.48
 111457,0.29574475,0.2050589,0.39403093,0.51821774,0.3313687,0.83669555,0.7016995,
 0.24680524,0.32088652,0.7884738,0.6445187,0.24114466,
 0.0,0.8069151,0.6503041,0.3357918,0.9366026,0.9718825,0.92223525,0.8677403,0.94972
 557,0.967931,0.8912003,0.8097273,0.9424833,0.4667905,-0.570577,
 -0.92453915, 0.92812425, 0.5213647,-0.5011907,-0.86370856]];

#Z1

vector5= [[0.0, 0.24006747,-0.21177873,-0.46207654, 0.05181134,-0.06880101,
 -0.025880413, 0.0054252297,-0.08168557, 0.33229762, 0.3003048, 0.10475393,
 -0.22597733, 0.35952485, 0.43157318, 0.21451207, -0.36538988, 0.44143987, 0.5747108,
 0.30776152,0.0,0.6509271,0.84395784,0.8415144,0.608089,0.68041515,0.8025607,0.8730
 359,0.63160104,0.90681976,-0.0323745,-0.57703525,0.6462156,0.89482874,-0.09057666,
 -0.6366941,0.61577433,0.8853322,-0.055727746,-0.6042377,
 0.0,0.7201816,0.4928335,0.2798907,0.79217637,0.7295902,0.59600884,0.4876258,0.7709
 784,-0.259338,-0.9532937,-0.8099734,0.72893053,-0.26461935,-0.89751905,
 0.74067897,0.69807744,-0.14600587,-0.8164569,-0.73496926],

[0.0,0.18325275,-0.11179502,-0.40740505,0.07280292,-0.052699775,-0.036365766,-
 0.022908814,-0.063314155,0.24009125,0.21279515,0.05183608,-0.21122977,
 0.26558492, 0.338035, 0.15561327,-0.35016888, 0.34627488, 0.46690986, 0.23910119,
 0.0, 0.753318, 0.8478099, 0.8478008, 0.64651805, 0.6252162, 0.7281134, 0.79948294,
 0.6599307, 0.9166461,-0.15366346,-0.7057009, 0.6627724, 0.919637,-0.14535126,
 -0.6991362, 0.6215634, 0.92738426,-0.05834305,-0.60784733, 0.0, 0.6316094,
 0.51838225, 0.33949217, 0.75941694, 0.77867025, 0.6844913, 0.6002518, 0.748654,

-0.31955594,-0.9649382,-0.70661104, 0.71841127,-0.2893657,-0.9298415, -0.6978489,
0.70074296,-0.14160566,-0.8823782,-0.75720036],

[0.0, 0.04369845,-0.26001316,-0.5228321, 0.008347783,-0.098392256,-0.09094216,
-0.08440136,-0.12835903, 0.15891898, 0.21503131, 0.09514863, -0.27572292,
0.17353784, 0.35967213, 0.22078595,-0.410164, 0.22899047, 0.5280222, 0.35085505,
0.0,0.7756471,0.82567686,0.7877834,0.63104975,0.60761875,0.71294755,0.7806594,0.63
215244,0.9502373,-0.10000951,-0.6927861,0.62213993,0.95337754,-0.08035931,
-0.6803086, 0.5687854, 0.9668946, 0.014036755,-0.59324807, 0.0, 0.6296522,
0.50065047, 0.3256439, 0.77569747, 0.78811073, 0.69529516, 0.6192313, 0.7641382,
-0.2679438,-0.971473,-0.7148386, 0.73274744,-0.24689208,-0.92961186,-0.6988803,
0.71291566,-0.11259664,-0.84911466,-0.7245395],

[0.0,-0.045602214,-0.3661088,-0.60901284,-0.039995678,-0.13627553,-0.14797947,
-0.15501891,-0.176078, 0.02669776, 0.17050341, 0.15687092,-0.32212982, 0.041712556,
0.32964805, 0.30620635,-0.44932547, 0.102588356, 0.4995932, 0.43601784,
0.0,0.7214342,0.733778,0.67544353,0.52475035,0.44967023,0.5784314,0.67404306,0.509
1351,0.991116,0.20010115,-0.4056794,0.48365247,0.988981,0.1689338,
-0.43283203, 0.41582525, 0.99456847, 0.23690377,-0.3692722,
0.0, 0.69097984, 0.5723062, 0.4157878, 0.8503161, 0.8827376, 0.80219644, 0.7222432,
0.8424832,-0.13029245,-0.9648255,-0.9004531, 0.8138259,-0.14204443,-0.92886686,
-0.8478762, 0.79069334,-0.017587436,-0.83323663,-0.82068664],

[0.0, 0.15029936,-0.14588726,-0.39971867, 0.075255096,-0.052082986,-0.08313748,
-0.115125485,-0.058419924,-0.07903673,-0.003109019, 0.046672873,-0.20489919,
-0.06565167, 0.15549228, 0.18877164,-0.32869127,-8.4066036E-5, 0.3416741,
0.32506478,0.0,0.73554933,0.756329,0.71825296,0.5738281,0.50225484,0.6080667,0.710
6162,0.5489397,0.98205495,0.062309604,-0.557713,0.51225835,0.98107946,0.07950891,
-0.53872675, 0.43498197, 0.99848944, 0.21374263,-0.44410217, 0.0, 0.6605886,
0.6377173, 0.56950647, 0.8155109, 0.8631497, 0.7895208, 0.69409716, 0.8338179,
-0.1712346,-0.998052,-0.8287206, 0.83403105,-0.18213452,-0.98463225, 0.82105947,
0.83830357,-0.054943345,-0.9151901,-0.8349288]];

#Z2

vector6= [[0.0, 0.11250752,-0.29292607, 0.58283114, 0.07625274, 0.002356393,
0.010010875, 0.015941942,-0.060756665, 0.13924493, 0.21239823, 0.13479923,
-0.20994839, 0.13652165, 0.34322435, 0.27034923, -0.34719375, 0.15915716, 0.5443108,
0.45528755,0.0,0.680759,0.76093584,0.7189279,0.49753308,0.4809924,0.63409525,0.741
90557,0.50423545,0.9882813,0.3967168,-0.20154597,0.5034558,0.98942626,0.35990041,

-0.24723275, 0.45770028, 0.9774302, 0.36788613,-0.24071933, 0.0, 0.7238158,
0.57893944, 0.37874874, 0.8640869, 0.8767216, 0.77319026, 0.6703148, 0.8614263,
0.062537305,-0.89303017,-0.97015893, 0.83812517, 0.04896353,-0.8675648,-0.93047684,
0.81851506, 0.13892172,-0.7539135,-0.8571858],

[0.0, 0.046602786,-0.27178064,-0.5214702, 0.0471975,-0.09246735,-0.099165246,
-0.103995964,-0.08983685, 0.085242845, 0.12008547, 0.061007302,-0.2387369,
0.11355296, 0.25379506, 0.17072201,-0.37127674, 0.19867663, 0.410372,0.26894215,
0.0,0.63838226,0.6879684,0.6686278,0.4652943,0.42416847,0.53709704,0.6362469,0.458
57567,0.99097264,0.13255838,-0.4900321,0.44409892,0.988525,0.115500525,
-0.49948007, 0.3859256, 0.9799343, 0.16922836,-0.43361807,0.0, 0.7683074,
0.67293, 0.5300997, 0.88389677, 0.9008501, 0.8376712, 0.7644442, 0.8841028,
-0.10347432,-0.9838739,-0.8695669, 0.863586,-0.09961932,-0.96033734,
-0.8493373, 0.84452057, 0.016016759,-0.8960784,-0.86002636],

[0.0,-0.0036537955,-0.3066801,-0.5668521, 0.008491856,-0.13375215,-0.15573561,
-0.1750357,-0.12682013,-0.019428829, 0.06065144, 0.07059198,-0.27338096,
0.0037905085, 0.22152664, 0.2105985,-0.39861298, 0.10090487, 0.35873723,
0.28464714,0.0,0.56806797,0.589839,0.55697936,0.3773682,0.2685407,0.3894031,0.5035
502,0.3546932,0.99962777,0.24523182,-0.37270993,0.32502696,0.99958676,0.22551559,
-0.39454034, 0.2539493, 0.99134696, 0.28670824,-0.31736708, 0.0, 0.8229735,
0.7470189, 0.607003, 0.9260244, 0.95393735, 0.9078059, 0.8460494, 0.92634183,-
0.019153625,-0.96756536,-0.92525893, 0.9053288,-0.02849648,-0.9487195,
-0.8944195, 0.881259, 0.08396066,-0.88831633,-0.904574],

[0.0,-0.059053436,-0.3966659,-0.6596851,-0.039510384,-0.17631736,-0.16746245,
-0.1586689,-0.1756267, 0.15184383, 0.24722996, 0.14062688,-0.32129827, 0.17144708,
0.38803318, 0.25864637,-0.4533671, 0.24176523, 0.5210614, 0.3396475,
0.0, 0.5430183, 0.62394094, 0.61649656, 0.34628794, 0.26759622, 0.42306176,
0.5236206, 0.34938273, 0.9871766, 0.24294376,-0.3747971, 0.3482433, 0.98345685,
0.21234602,-0.4048045, 0.3025159, 0.9514695, 0.25426662,-0.34087357, 0.0, 0.8376419,
0.6733156,0.42982265,0.937296,0.9472615,0.8904914,0.83704585,0.9203734,0.04925278
2,-0.9380063,-0.9163794,0.8806215,0.05846784,-0.89684975, 0.8770607,0.8384166,
0.19040884,-0.81476593,-0.8766099],

[0.0, 0.012417417,-0.32938716,-0.5510957,-0.018500747,-0.13066025,-0.09761835,
-0.071550995,-0.15291055, 0.27367038, 0.28889996, 0.11600432,-0.29681683,
0.29572493, 0.42365518, 0.23110823,-0.43241897, 0.3675169, 0.5529114, 0.30869952,
0.0,0.4690088,0.61264765,0.65478456,0.2736178,0.32048875,0.48135293,0.5892694,0.29
423267,0.95537794,0.2929526,-0.2888255,0.3135936,0.9474077,0.2520962,

-0.32880855, 0.28739586, 0.896113, 0.27662063,-0.27981624, 0.0, 0.88310623,
 0.7184475, 0.517253, 0.96166056, 0.9381977, 0.87107414, 0.8047621, 0.9434222,
 0.11116435,-0.91143596,-0.9503277, 0.90197504, 0.12233317,-0.8700368,-0.9156823,
 0.85464466, 0.24882326,-0.7859835,-0.90906954],

[0.0, 0.39360422,-0.06669242,-0.36128265, 0.09278081, 0.035380505,
 0.011086326, 0.058656156,-0.040161975, 0.2818025, 0.39187774, 0.29458693,
 -0.18469693, 0.26832154, 0.49356934, 0.42650717,-0.3258284, 0.3254034, 0.6503496,
 0.5392423,0.0,0.282214,0.57565624,0.6762922,0.21724227,0.12997656,0.3168936,0.4971
 115,0.2508504,0.85460925,0.7647792,0.38998362,0.2854256,0.86916244,0.71383053,0.3
 2603255,0.2743057,0.83569413,0.5825409,0.14589116,0.0,0.8748892,0.8149675,0.64195
 305,0.9716982,0.9908856,0.9483963,0.86570185,0.96719235,0.43615407,-0.51141423,-
 0.8724285,0.94043565,0.41540357,-0.4968253,-0.84367913,0.90476084,0.44241154,-
 0.48753607,-0.8294176]];

#Z3

vector7= [[0.0,-0.09641479,-0.43445244,-0.5646091,-0.09469565,-0.08673105,
 -0.038791403,-0.014981443,-0.22913308, 0.19472489, 0.38114148, 0.26258504,
 -0.3716239, 0.2339994, 0.5268121, 0.3791443, 0.50172764, 0.30372247, 0.6280332,
 0.44045267,0.0,0.53197986,0.62899053,0.63967925,0.33458182,0.65420306,0.8494973,0.
 9148445,0.34215975,0.9791517,0.17332311,-0.41688055,0.3461153,0.9710085,
 0.12503052,-0.46304163, 0.30511683, 0.94557333, 0.20967935,-0.36890867,
 0.0, 0.84124994, 0.6446874, 0.52156204, 0.9375968, 0.75132954, 0.52616495,
 0.40352827, 0.9112764,-0.057827257,-0.9081246,-0.8702068, 0.8614523,-0.048854545,
 -0.8407357,-0.8011503, 0.8094277, 0.11680618,-0.7494057,-0.81847894],

[0.0,-0.05182292,-0.37067533,-0.63504446,-0.00563642,-0.052954074,-0.04030123,
 -0.03383863,-0.14237303, 0.1493351, 0.18369445, 0.082155585,-0.28954464,
 0.17004055,0.35076517,0.22622067,-0.42253828,0.25006342,0.50437605,0.32591313,
 0.0,0.4821866,0.5619468,0.5716106,0.2757451,0.47693187,0.7063976,0.78749335,0.2775
 4796,0.9830163,0.32378063,-0.30205747,0.27662846,0.9819383,0.26516733,
 -0.36330435, 0.23168083, 0.9479381, 0.2874413,-0.30739695, 0.0, 0.8745345,
 0.73946977, 0.5195958, 0.9612143, 0.87734354, 0.70666707, 0.61539364, 0.95010376,
 0.10666676,-0.9281285,-0.9497429, 0.9163191, 0.08296667,-0.8981369, 0.9037888,
 0.8762337, 0.19718438,-0.8142373,-0.89402896],

[0.0,-0.15534444,-0.42559996,-0.6435523,-0.047128312,-0.1077199,-0.08996363,
 -0.0815986,-0.18332712, 0.09424328, 0.28538686, 0.20401084,

-0.3290183, 0.13899142, 0.39862156, 0.28147674,-0.459767, 0.22101489, 0.53549457,
 0.3473949,0.0,0.45413527,0.5220244,0.5398263,0.23879096,0.4456804,0.6761056,0.7481
 8724,0.23958908,0.97983867,0.3545667,-0.2927048,0.23842305,0.97898126,0.28506327,-
 0.3432352,0.19365224,0.9419722,0.2731517,-0.33278805,0.0,0.87728506, 0.7391586,
 0.5426122, 0.96992666, 0.8886875, 0.73129183, 0.65845084, 0.9534087, 0.17616555,
 -0.8904139,-0.934186, 0.91372937, 0.14925459,-0.8716878,-0.8960806, 0.86666787,
 0.25266707,-0.79914564,-0.8766807],

[0.0,-0.14049277,-0.3817528,-0.61642253,-0.03178229,-0.1691915,-0.20217617,
 -0.21499704,-0.16543737,-0.088818565, 0.091467544, 0.13902909,-0.30949506,
 -0.06698273, 0.26693866, 0.2848167,-0.42967883, 0.015395312, 0.43538046, 0.3850107,
 0.0,0.5116117,0.5110889,0.4731592,0.30183262,0.44954276,0.60995233,0.6773572,0.271
 19824,0.99431,0.26535803,-0.37323573,0.23464662,0.9968532,0.24789026,
 -0.39082888, 0.15840375, 0.98834085, 0.30057326,-0.3315648, 0.0, 0.84765273
 ,0.7700992, 0.6293993, 0.95283103, 0.87708926, 0.7662134, 0.7035365, 0.94819933,
 0.05881158,-0.95980144,-0.91726005, 0.92149544, 0.042393107,-0.93128633,
 -0.8752898, 0.88897943, 0.1514769,-0.84858686,-0.86129636],

[0.0,-0.11145781,-0.38671345,-0.60813,-0.011284025,-0.2091496,-0.24233161,
 -0.2553862,-0.14186211,-0.16362488,-0.024829429, 0.07477407,-0.28335556,
 -0.14370018, 0.15223388, 0.2302999,-0.3979494,-0.049284402, 0.31658122, 0.32844898,
 0.0,0.466755,0.44564113,0.39565176,0.24347404,0.3803128,0.48873633,0.5329635,0.201
 37277,0.9629527,0.4428925,-0.1566759,0.15370838,0.98064226,0.37700167,
 -0.22933012, 0.069028, 0.97497016, 0.43515298,-0.18330634, 0.0, 0.87733513
 ,0.8073764, 0.68821335, 0.96984184, 0.90089875, 0.83810025, 0.80667704, 0.9691873,
 0.2143572,-0.8962308,-0.98481554, 0.9466168, 0.13300736,-0.9136162,
 -0.94571126, 0.9148068, 0.2168044,-0.842863,-0.92656356],

[0.0,-0.1618961,-0.48536438,-0.6964952,-0.104914084,-0.30206057,-0.31934088,
 -0.3318035,-0.23751423,-0.09360316, 0.12604976, 0.1793689,-0.37880442,
 -0.071124576, 0.28235546, 0.32193413,-0.4954098, 0.007253029, 0.43475488, 0.4249473,
 0.0,0.46644336,0.46968317,0.43268493,0.27629063,0.36055353,0.46663523,0.5651529,0.
 24452744,0.992939,0.35180745,-0.24909812,0.20733263,0.99493223,0.3704758,
 -0.23438126, 0.13084118, 0.9823585, 0.43758735,-0.1628118,
 0.0,0.86960924,0.737441,0.57243186,0.95533055,0.8824741,0.8247866,0.75532025,0.940
 1028,0.07287474,-0.92754674,-0.9517231,0.9019536,0.07107299,-0.8848859,
 -0.9172916, 0.8587488, 0.18686706,-0.7870868,-0.8904562]];

distancia1, path= fastdtw(vector1, vectorleap2, dist=euclidean);

distancia2, path= fastdtw(vector2, vectorleap2, dist=euclidean);


```

distancia3, path= fastdtw(vector3, vectorleap2, dist=euclidean);
distancia4, path= fastdtw(vector4, vectorleap2, dist=euclidean);
distancia5, path= fastdtw(vector5, vectorleap2, dist=euclidean);
distancia6, path= fastdtw(vector6, vectorleap2, dist=euclidean);
distancia7, path= fastdtw(vector7, vectorleap2, dist=euclidean);
if distancia1<17:
    connection.sendall('J')
if distancia2<=5:
    connection.sendall('LL')
if distancia3<=36:
    connection.sendall('NN')
if distancia4>=8and distancia4<10:
    connection.sendall('RR')
if distancia7>7 and distancia7<9:
    connection.sendall('Z')
# if not (frame.hands.is_empty):
    # connection.sendall('off')
# print "-----"
def main(): # Create a sample listener and controller
    listener = SampleListener()
    controller = Leap.Controller()
    controller.set_policy(Leap.Controller.POLICY_BACKGROUND_FRAMES) # Have
the sample listener receive events from the controller
    controller.add_listener(listener) # Keep this process running until Enter is pressed
    # print "Press Enter to quit..."
    try:
        sys.stdin.readline()
    except KeyboardInterrupt:
        pass
    finally: # Remove the sample listener when done
        controller.remove_listener(listener)
if __name__ == "__main__":

    main()

```

Anexo B: Instalación de Programas

Instalar Leap Motion

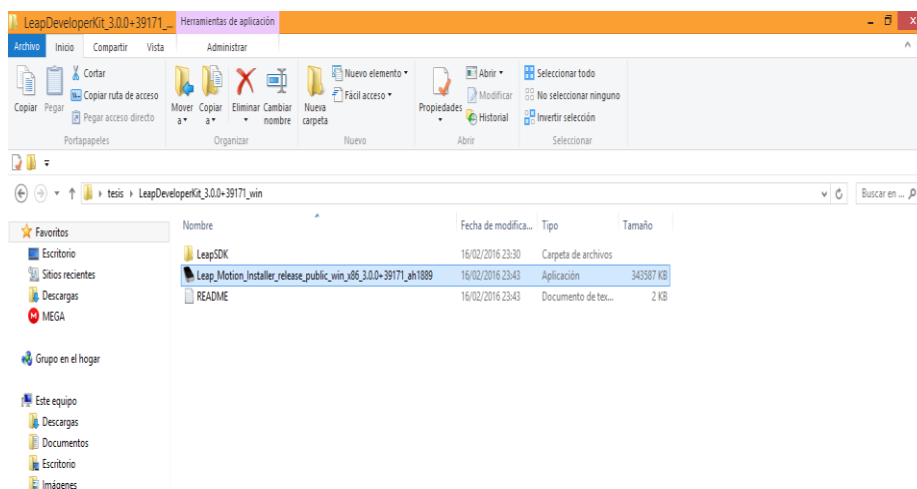
1) Ingresar al link <https://www.leapmotion.com/setup> y descargar el drive de leap motion para Windows.



Después de un tiempo de espera la descarga finaliza.

2) En el directorio de descargas aparece una carpeta que se llama LeapDeveloperKit doble clic para acceder.

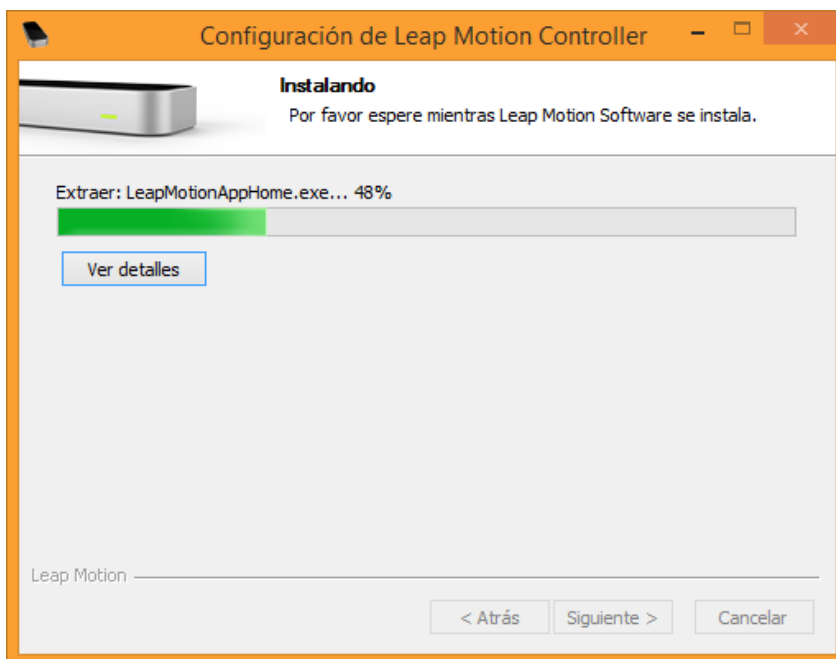
3) En la carpeta aparece tres iconos, ejecutar Leap_Motion_Installer_release_public_win_x86_3.0.0+39171_ah1889 para instalar el drive del sensor.



4) Aparece un asistente de instalación, dar clic en el botón siguiente, aceptar los términos y condiciones.



5) Después se ejecuta la instalación de los archivos respectivos, esperar hasta que la instalación se complete de forma correcta.



6) Cuando la instalación finaliza, clic en terminar para finalizar la instalación.



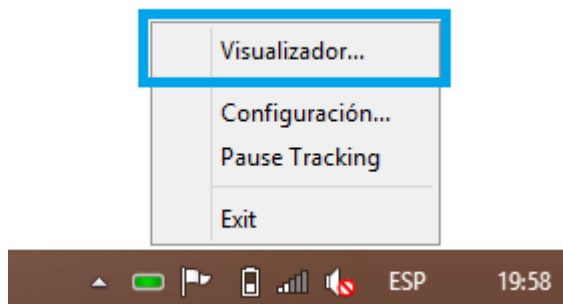
7) Una vez terminada la instalación se habilita un icono en la barra de Windows que demuestra que el computador puede reconocer al sensor.



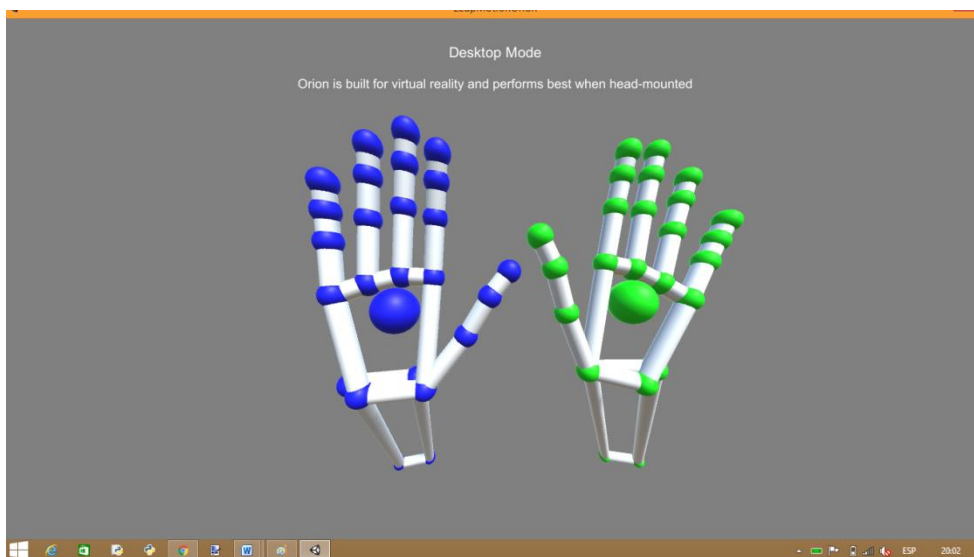
8) Conectar el dispositivo al computador y verificar que este encendido.



9) Clic derecho en el icono del sensor y seleccionar la opción visualizador.



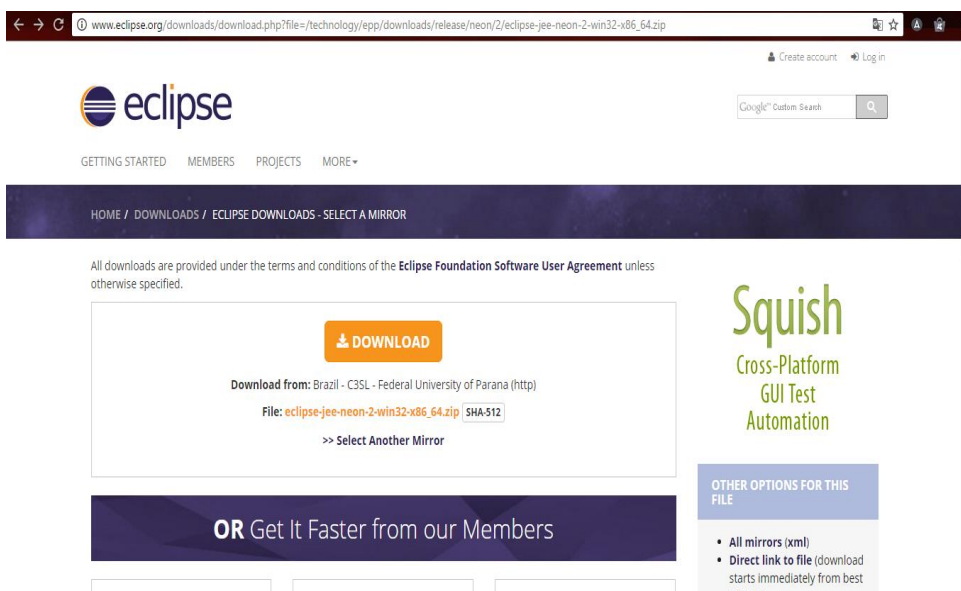
10) Aparece una ventana para comprobar si el dispositivo detecta las manos de forma correcta, colocar las manos frente al sensor Leap Motion.



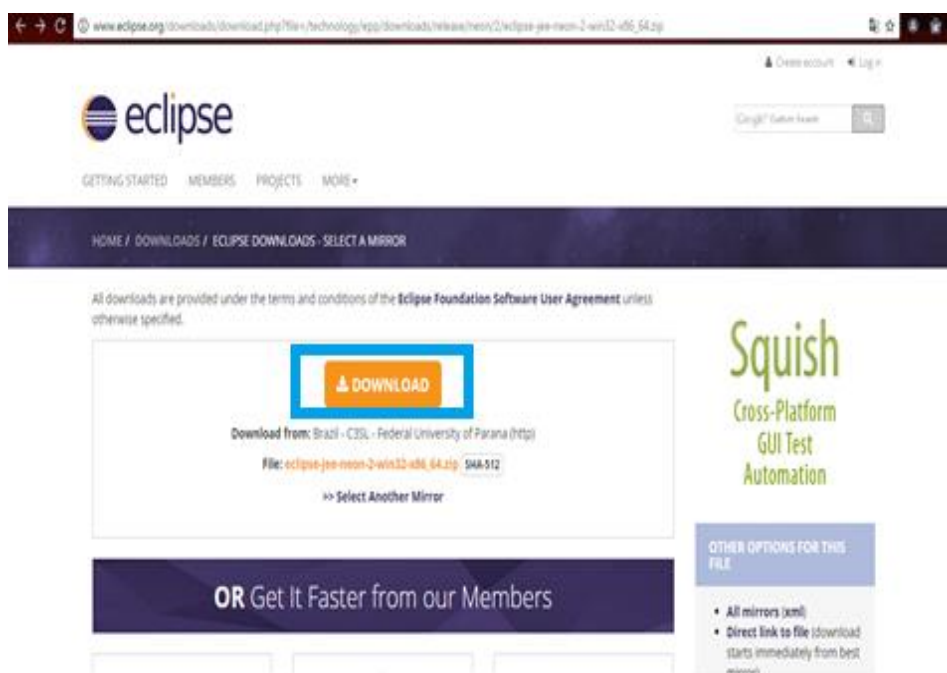
Instalación Eclipse

1) Ir al link

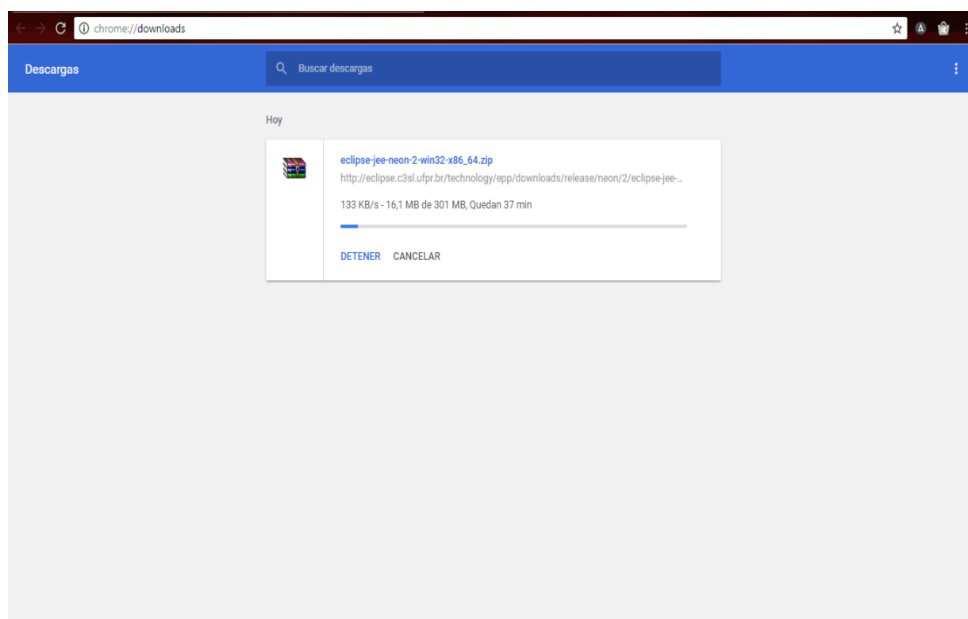
http://www.eclipse.org/downloads/download.php?file=/technology/epp/downloads/release/neon/2/eclipse-jee-neon-2-win32-x86_64.zip.



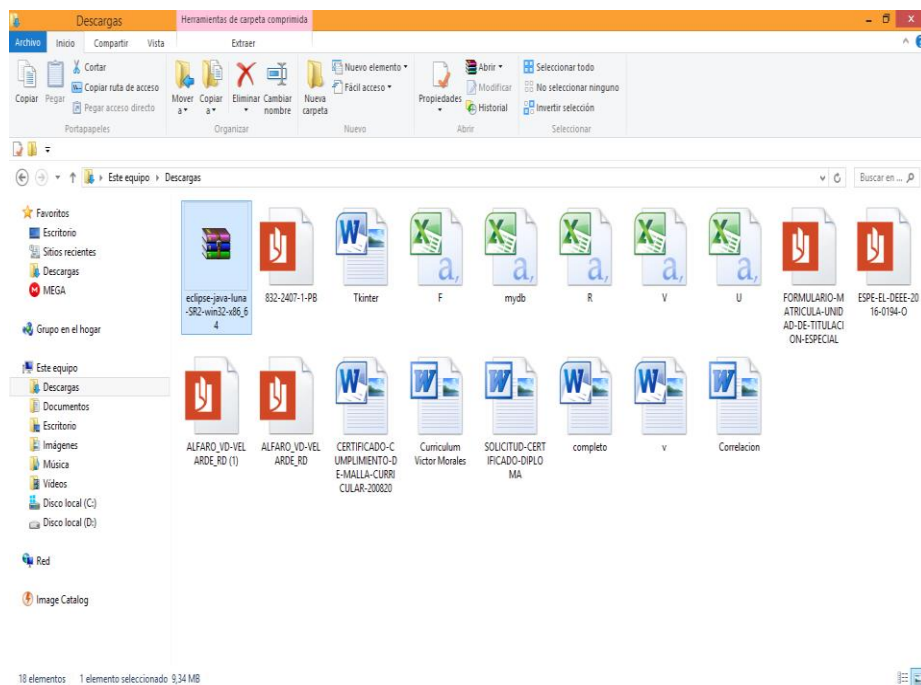
2) Clic en la opción Descargar.

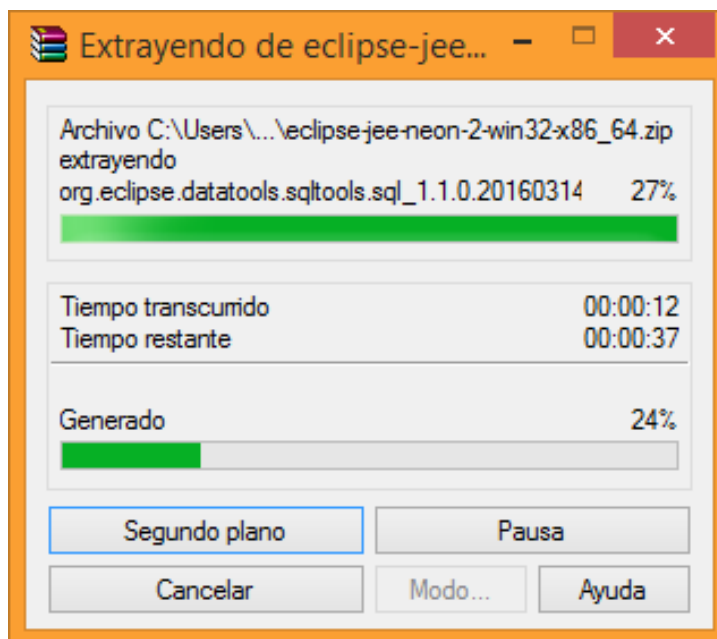


3) Espera a que la descarga finalice.

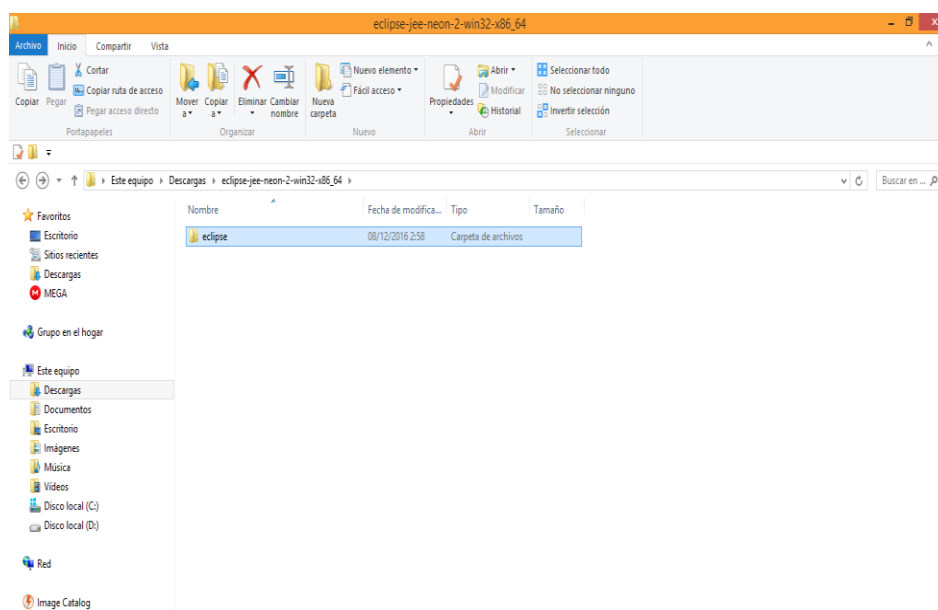


4) En la carpeta de descargas del equipo seleccionar el archivo rar y descomprimir.

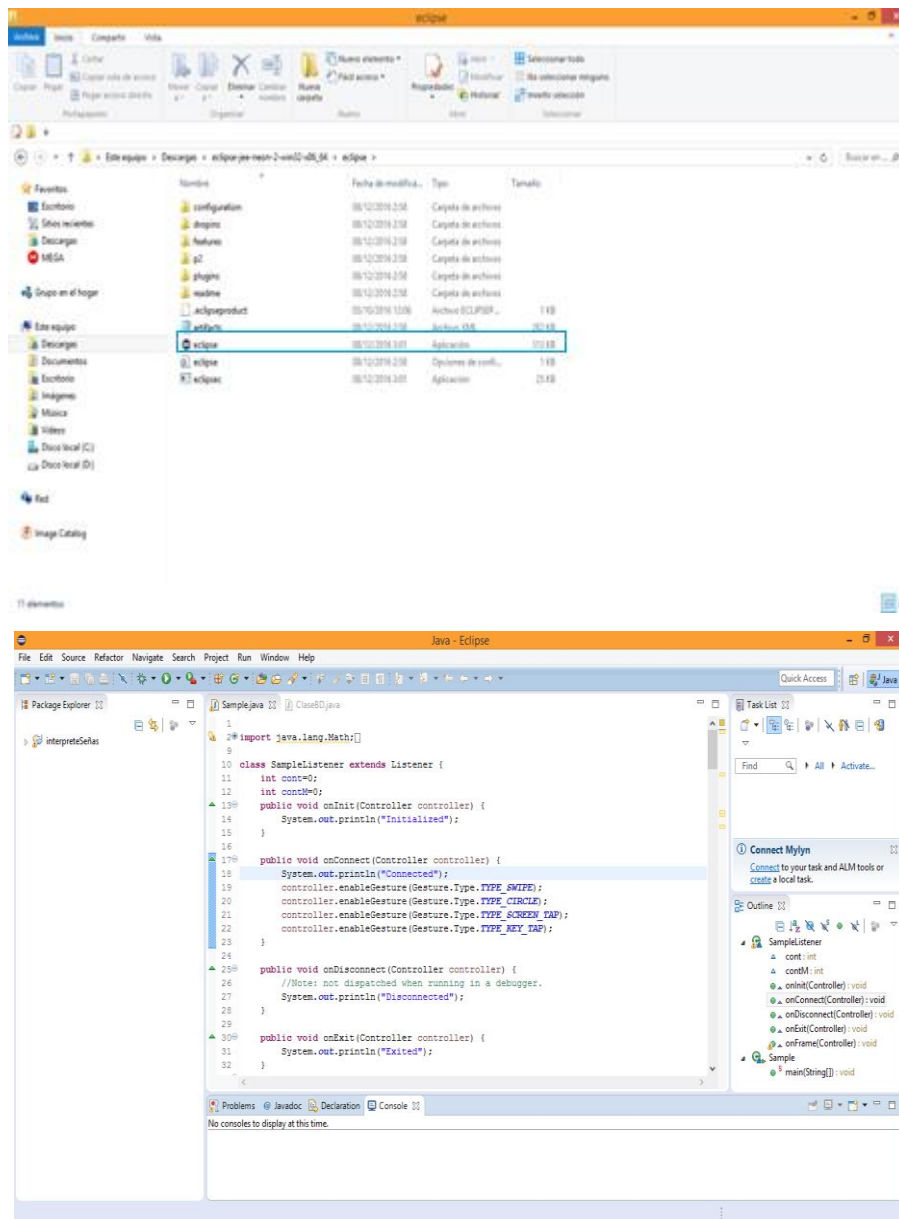




6) Seleccionar la carpeta descomprimida y doble clic en la carpeta eclipse.



7) Doble clic en el icono del software para ejecutar el programa.



Instalación XAMPP

1) Ingresar a la página <https://www.apachefriends.org/es/index.html>.



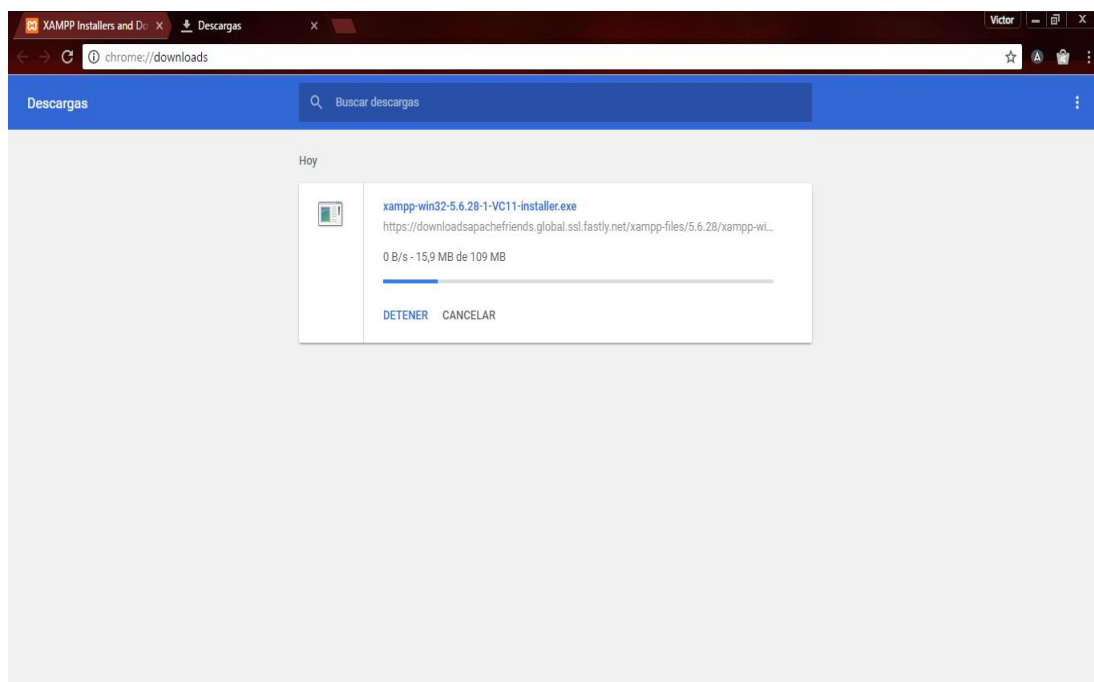
The screenshot shows the Apache Friends website. At the top, there is a navigation bar with links for 'Descargar', 'Complementos', 'Alojamiento', 'Comunidad', and 'Acercas de', along with a search bar and a language selector set to 'ES'. The main heading is 'XAMPP Apache + MariaDB + PHP + Perl'. Below this, there is a section titled '¿Qué es XAMPP?' with a sub-heading 'XAMPP es el entorno más popular de desarrollo con PHP'. The text explains that XAMPP is a free and easy-to-install distribution of Apache, MariaDB, PHP, and Perl. To the right of the text is a video player showing the XAMPP logo. At the bottom, there are four buttons: a green 'Descargar' button with the text 'Pulsa aquí para otras versiones', and three buttons for different operating systems: 'XAMPP para Windows v5.6.28 (PHP 5.6.28)', 'XAMPP para Linux v5.6.28 (PHP 5.6.28)', and 'XAMPP para OS X v5.6.28 (PHP 5.6.28)'.

2) Dar clic en la opción descargar para Windows.

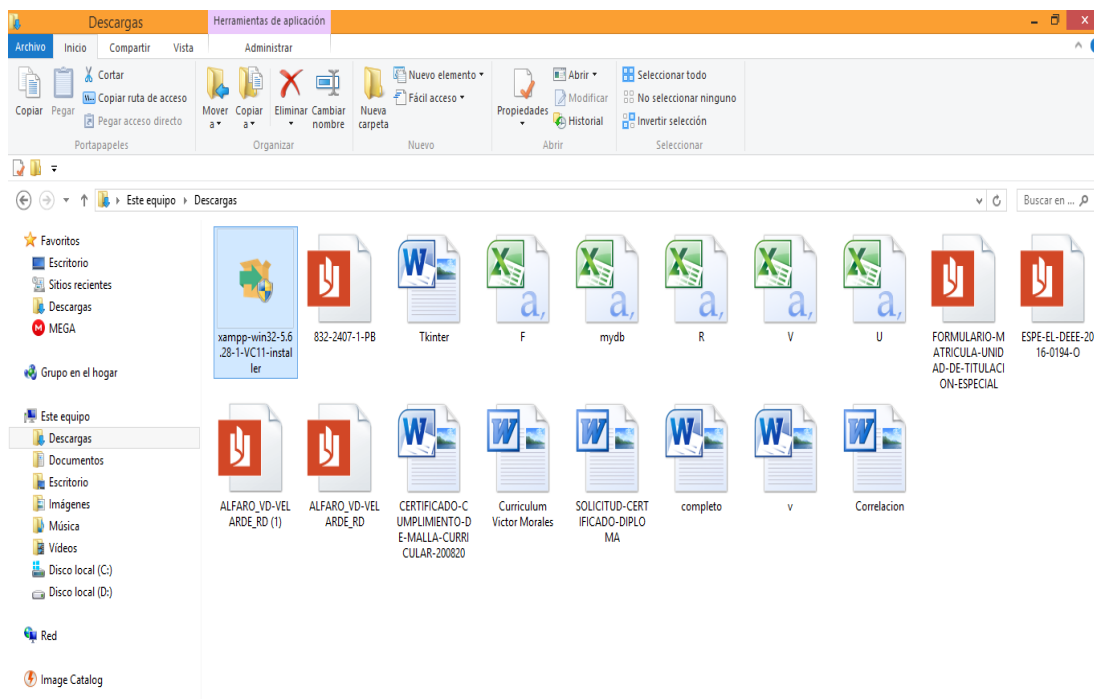


This is a close-up view of the download section of the XAMPP website. It features the same heading 'XAMPP Apache + MariaDB + PHP + Perl' and the '¿Qué es XAMPP?' section. The focus is on the download buttons at the bottom. The 'Descargar' button is highlighted with a blue border, and the 'XAMPP para Windows v5.6.28 (PHP 5.6.28)' button is also highlighted with a blue border, indicating the selected option.

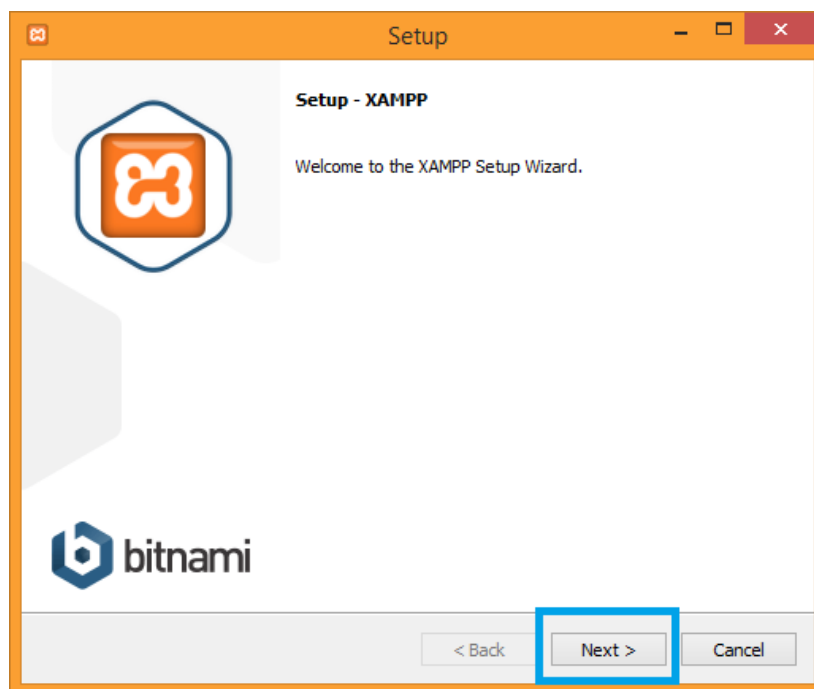
3) Esperar a que la descarga del ejecutable del instalador finalice.



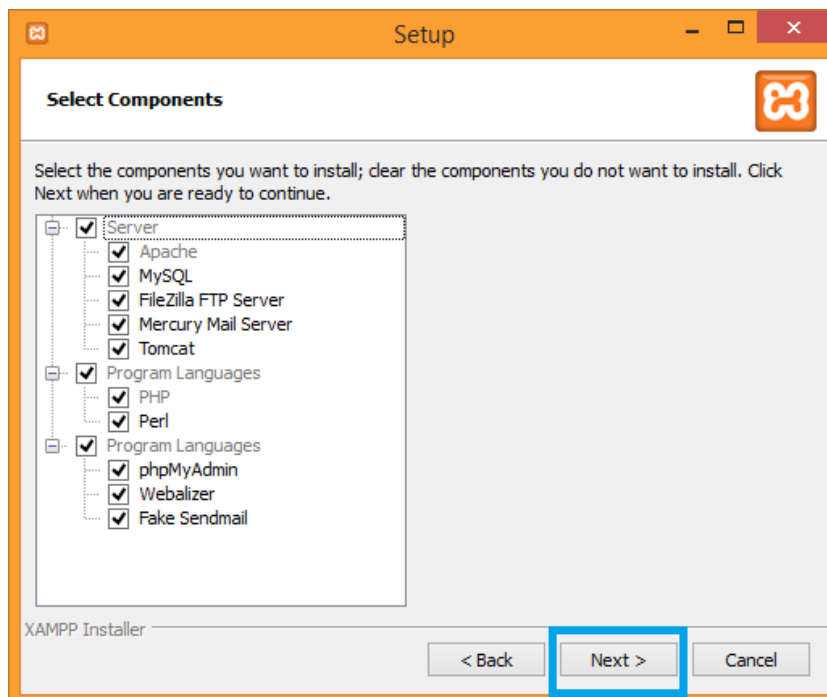
4) Dar clic en el ejecutable que se encuentra en la carpeta descargas.



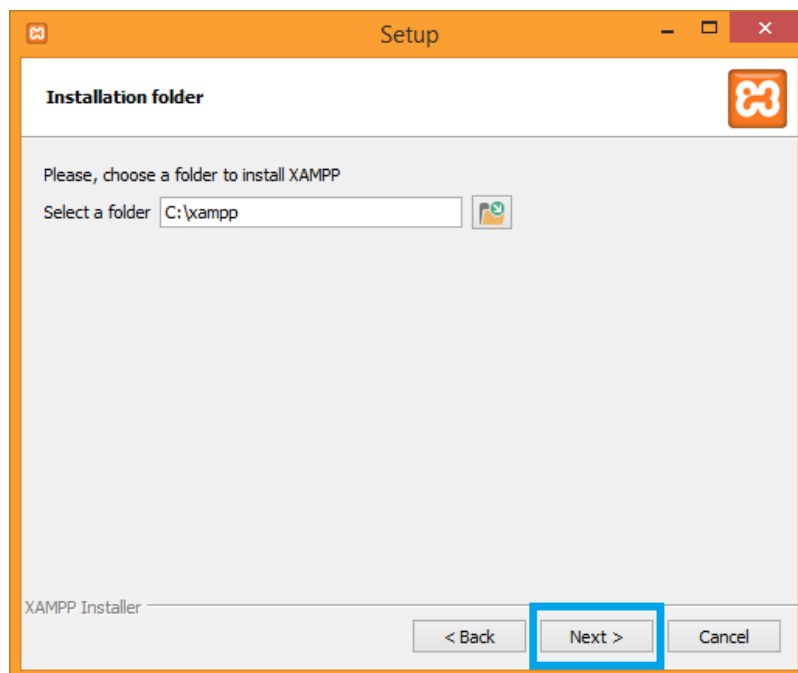
5) Aparece un asistente de instalación, dar clic en la opción next.



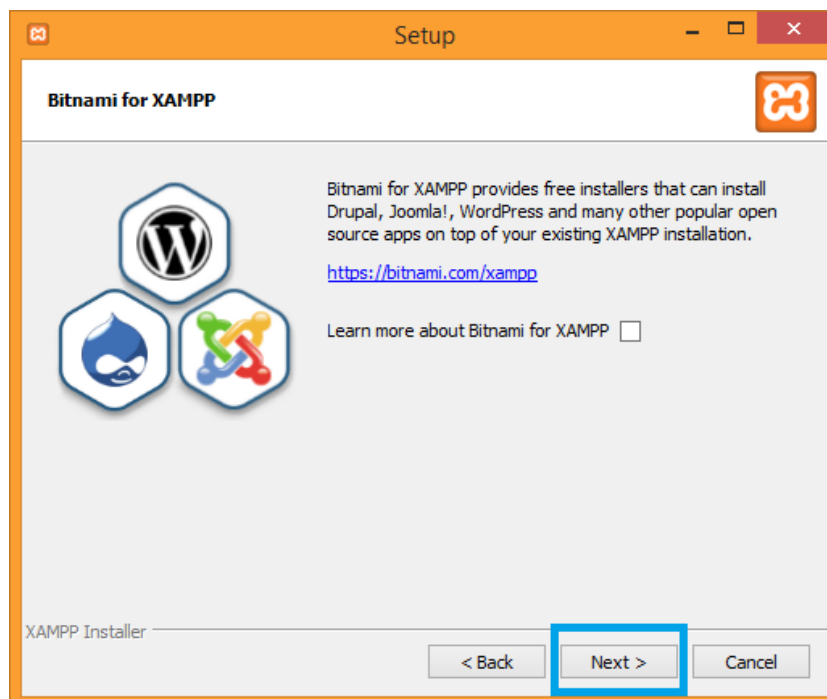
6) Seleccionar todos los componentes y dar clic en next.



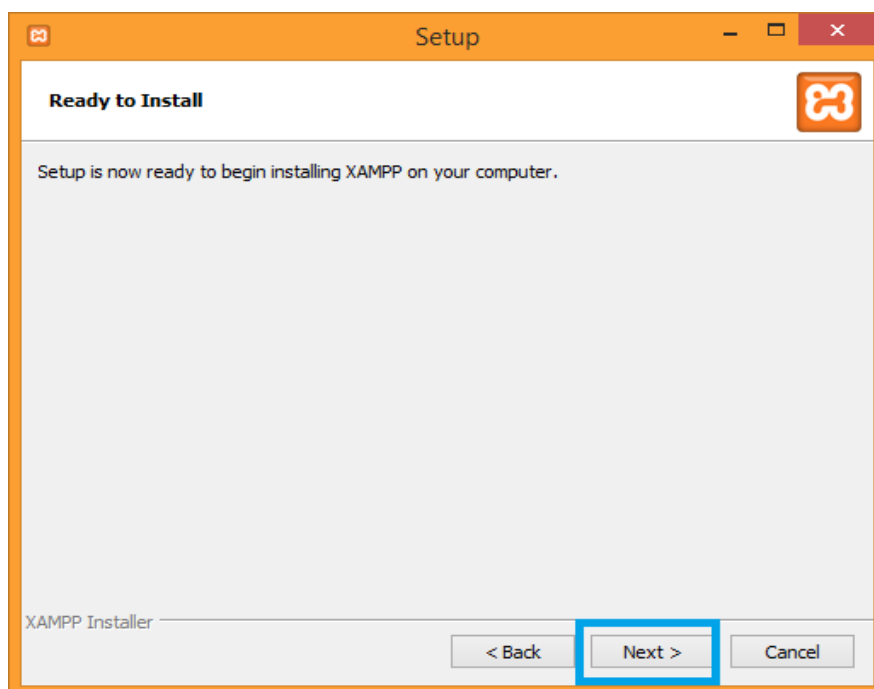
7) Escoger en qué dirección del disco se instalara el software, dar clic en next.



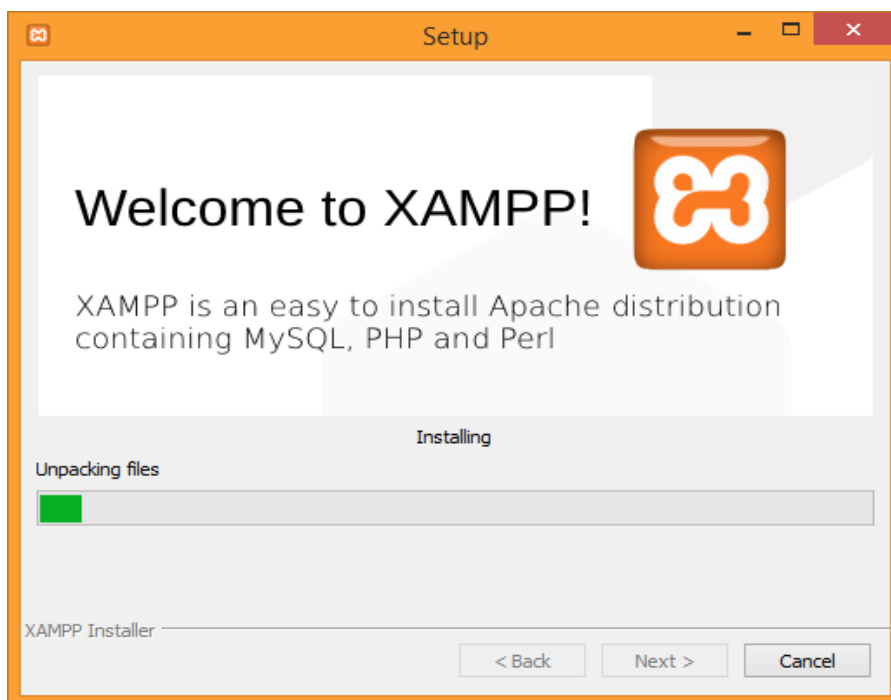
8) Clic en next.



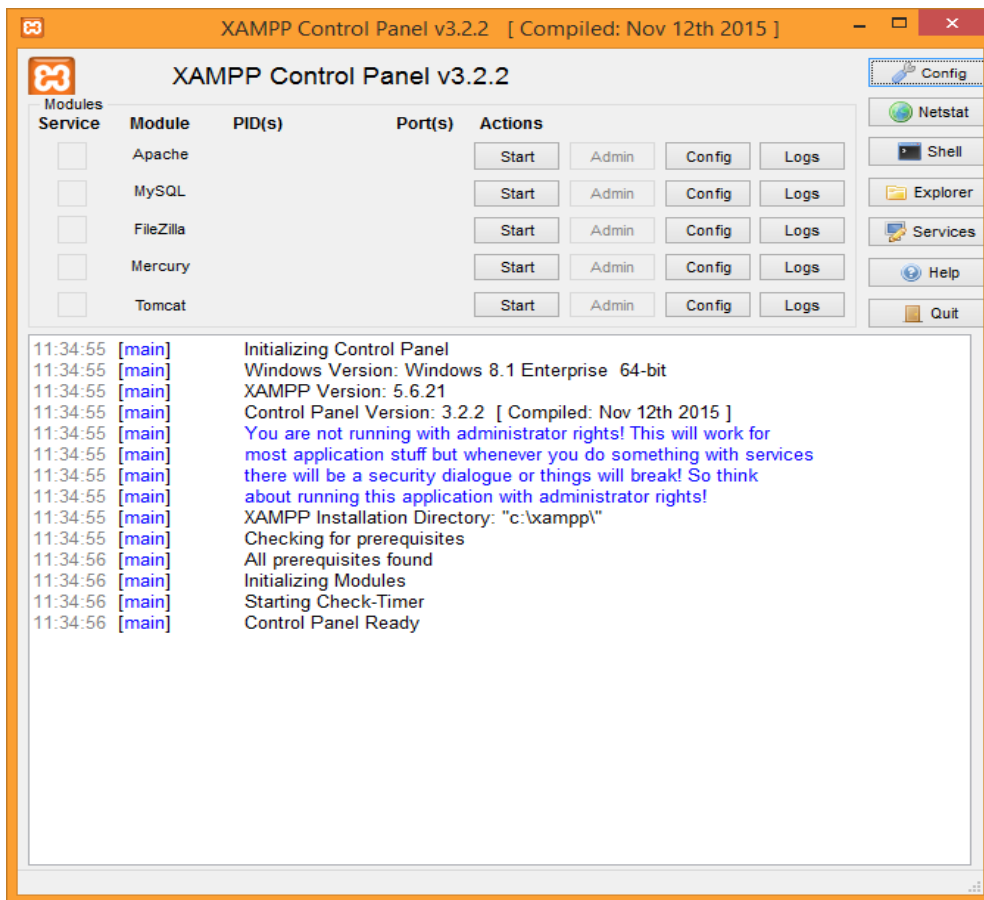
9) El asistente indica que el software XAMPP está listo para instalar, clic en next.



10) Esperar a que la instalación finalice.



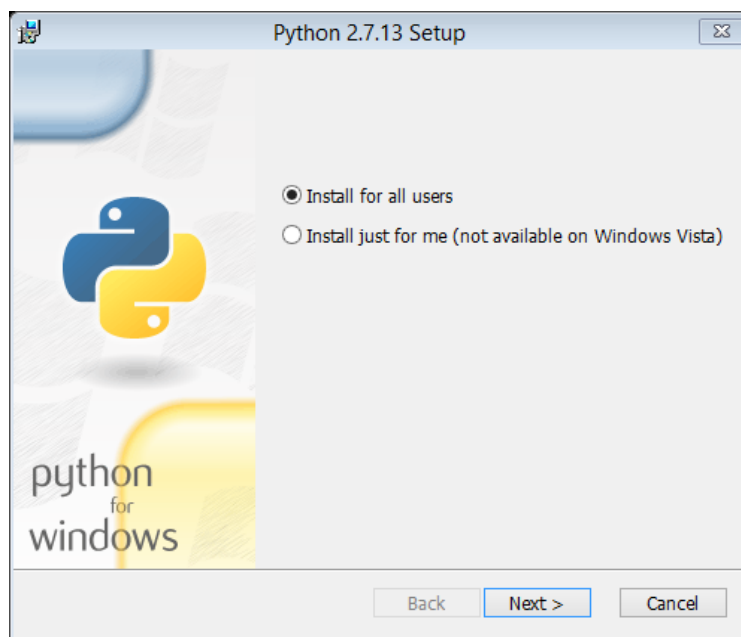
11) Iniciar el software XAMPP.



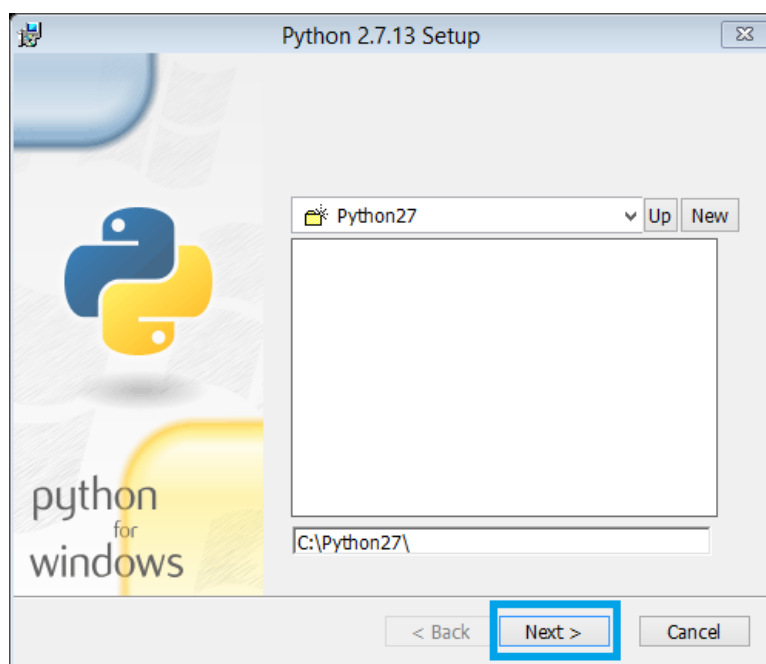
Instalación Python

Para la instalación del software python ingresar a la siguiente página y descargar python 2.7.13 <https://www.python.org/downloads/> una vez descargado el programa ir a la ubicación del archivo descargado y ejecutarlo.

1) Ejecutar python-2.7.13.msi.



2) Seleccionar la carpeta de instalación, clic en next.



3) Seleccionar el intérprete y las librerías a instalar, clic en next.



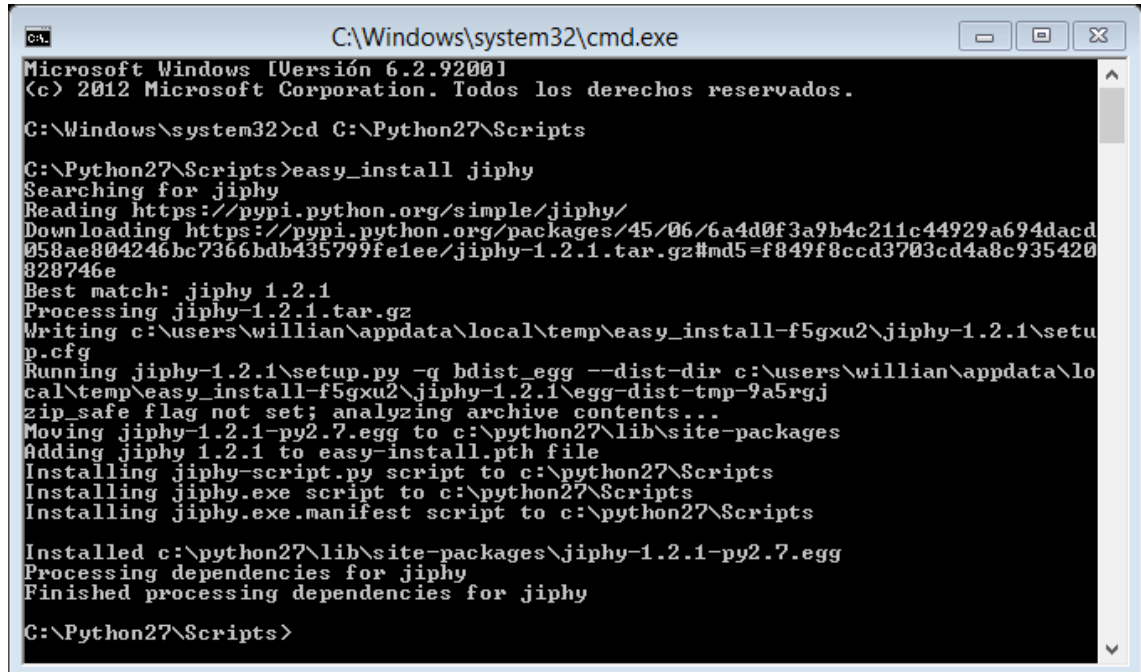
4) Una vez finalice el proceso de instalación, clic en finish.



Instalación módulo jiphy

Abrir cmd.exe ubicar la carpeta python/Scripts ejecutar el comando:

easy_install jiphy



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 6.2.9200]
(c) 2012 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Windows\system32>cd C:\Python27\Scripts

C:\Python27\Scripts>easy_install jiphy
Searching for jiphy
Reading https://pypi.python.org/simple/jiphy/
Downloading https://pypi.python.org/packages/45/06/6a4d0f3a9b4c211c44929a694dacad058ae804246bc7366bdb435799fe1ee/jiphy-1.2.1.tar.gz#md5=f849f8ccd3703cd4a8c935420828746e
Best match: jiphy 1.2.1
Processing jiphy-1.2.1.tar.gz
Writing c:\users\willian\appdata\local\temp\easy_install-f5gxu2\jiphy-1.2.1\setup.cfg
Running jiphy-1.2.1\setup.py -q bdist_egg --dist-dir c:\users\willian\appdata\local\temp\easy_install-f5gxu2\jiphy-1.2.1\egg-dist-tmp-9a5rgj
zip_safe flag not set; analyzing archive contents...
Moving jiphy-1.2.1-py2.7.egg to c:\python27\lib\site-packages
Adding jiphy 1.2.1 to easy-install.pth file
Installing jiphy-script.py script to c:\python27\Scripts
Installing jiphy.exe script to c:\python27\Scripts
Installing jiphy.exe.manifest script to c:\python27\Scripts

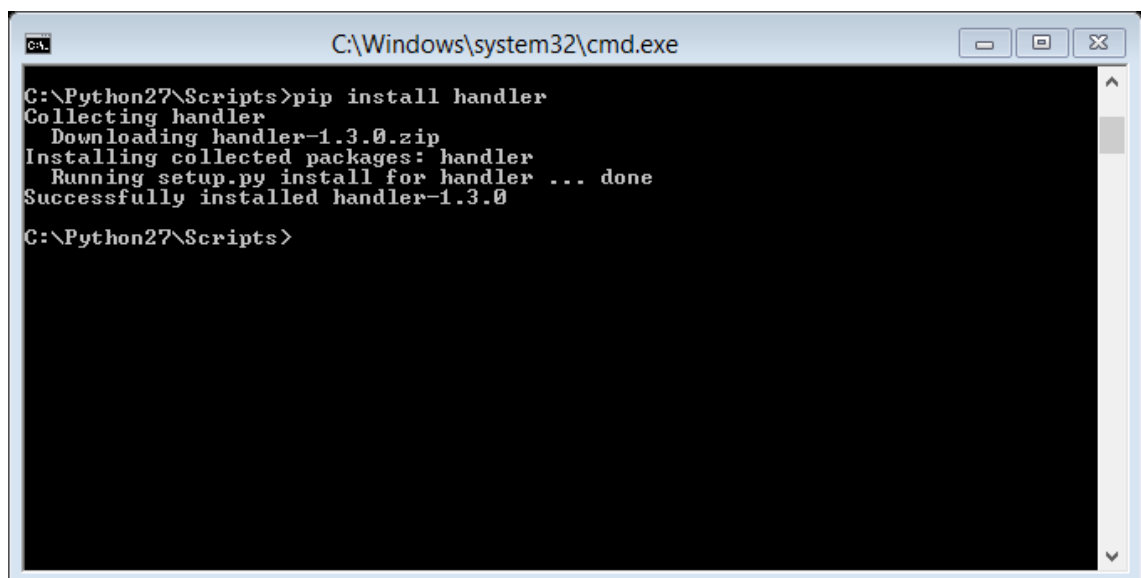
Installed c:\python27\lib\site-packages\jiphy-1.2.1-py2.7.egg
Processing dependencies for jiphy
Finished processing dependencies for jiphy

C:\Python27\Scripts>
```

Instalación módulo Handler Socket

Abrir cmd.exe ubicar la carpeta python/Scripts ejecutar el comando: pip

install handler



```
C:\Windows\system32\cmd.exe

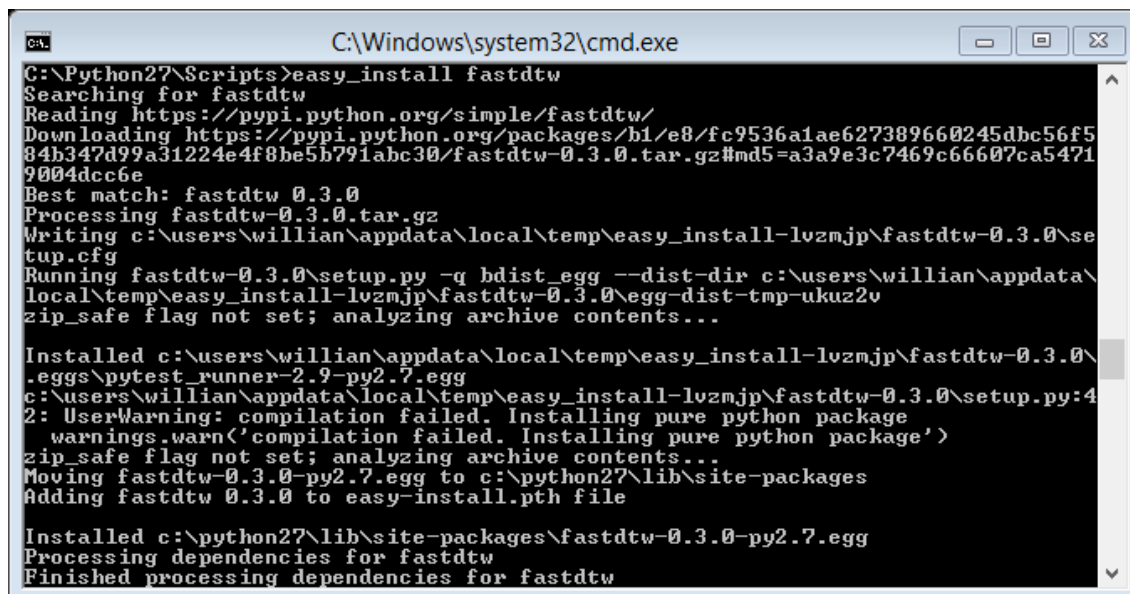
C:\Python27\Scripts>pip install handler
Collecting handler
  Downloading handler-1.3.0.zip
Installing collected packages: handler
  Running setup.py install for handler ... done
Successfully installed handler-1.3.0

C:\Python27\Scripts>
```

Instalación módulo FastDTW

Abrir cmd.exe ubicar la carpeta python/Scripts ejecutar el comando:

easy_install fastdtw



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Python27\Scripts>easy_install fastdtw
Searching for fastdtw
Reading https://pypi.python.org/simple/fastdtw/
Downloading https://pypi.python.org/packages/b1/e8/fc9536a1ae627389660245dbc56f584b347d99a31224e4f8be5b791abc30/fastdtw-0.3.0.tar.gz#md5=a3a9e3c7469c66607ca54719004dcc6e
Best match: fastdtw 0.3.0
Processing fastdtw-0.3.0.tar.gz
Writing c:\users\willian\appdata\local\temp\easy_install-lvzmjp\fastdtw-0.3.0\setup.cfg
Running fastdtw-0.3.0\setup.py -q bdist_egg --dist-dir c:\users\willian\appdata\local\temp\easy_install-lvzmjp\fastdtw-0.3.0\egg-dist-tmp-ukuz2v
zip_safe flag not set; analyzing archive contents...

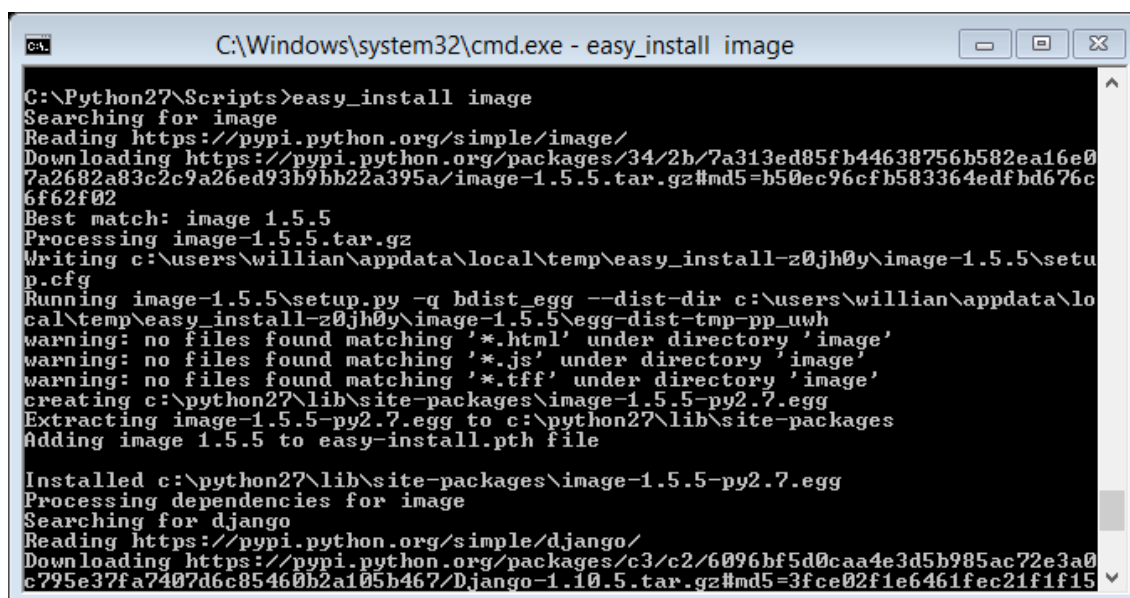
Installed c:\users\willian\appdata\local\temp\easy_install-lvzmjp\fastdtw-0.3.0\eggs\pytest_runner-2.9-py2.7.egg
c:\users\willian\appdata\local\temp\easy_install-lvzmjp\fastdtw-0.3.0\setup.py:42: UserWarning: compilation failed. Installing pure python package
  warnings.warn('compilation failed. Installing pure python package')
zip_safe flag not set; analyzing archive contents...
Moving fastdtw-0.3.0-py2.7.egg to c:\python27\lib\site-packages
Adding fastdtw 0.3.0 to easy-install.pth file

Installed c:\python27\lib\site-packages\fastdtw-0.3.0-py2.7.egg
Processing dependencies for fastdtw
Finished processing dependencies for fastdtw
```

Instalación módulo Image

Abrir cmd ubicar la carpeta python/Scripts ejecutar el comando: easy_install

image

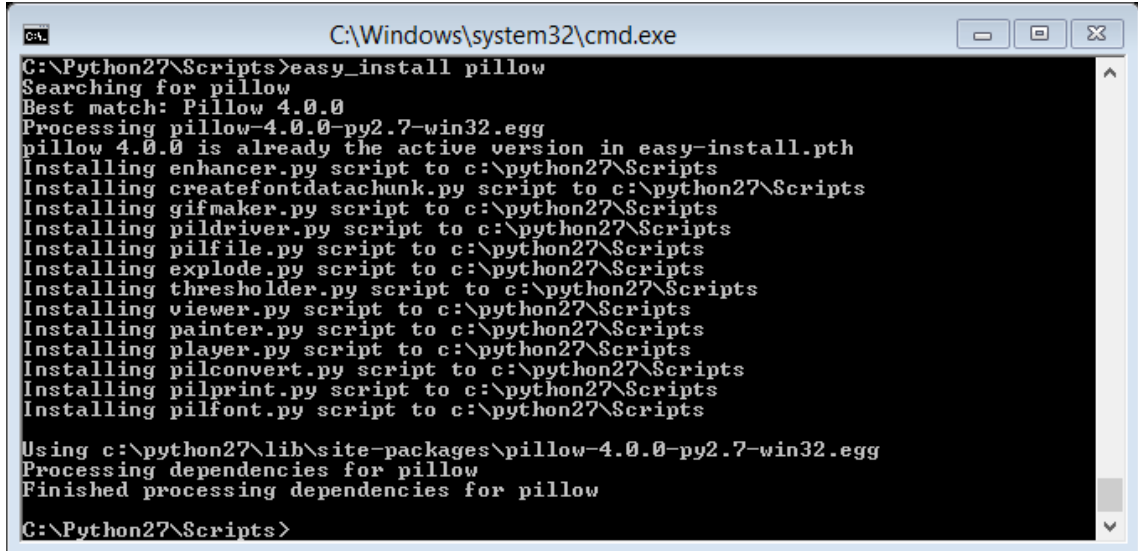


```
C:\Windows\system32\cmd.exe - easy_install image
C:\Python27\Scripts>easy_install image
Searching for image
Reading https://pypi.python.org/simple/image/
Downloading https://pypi.python.org/packages/34/2b/7a313ed85fb44638756b582ea16e07a2682a83c2c9a26ed93b9bb22a395a/image-1.5.5.tar.gz#md5=b50ec96cfb583364edfbd676c6f62f02
Best match: image 1.5.5
Processing image-1.5.5.tar.gz
Writing c:\users\willian\appdata\local\temp\easy_install-z0jh0y\image-1.5.5\setup.cfg
Running image-1.5.5\setup.py -q bdist_egg --dist-dir c:\users\willian\appdata\local\temp\easy_install-z0jh0y\image-1.5.5\egg-dist-tmp-pp_uwh
warning: no files found matching '*.html' under directory 'image'
warning: no files found matching '*.js' under directory 'image'
warning: no files found matching '*.tff' under directory 'image'
creating c:\python27\lib\site-packages\image-1.5.5-py2.7.egg
Extracting image-1.5.5-py2.7.egg to c:\python27\lib\site-packages
Adding image 1.5.5 to easy-install.pth file

Installed c:\python27\lib\site-packages\image-1.5.5-py2.7.egg
Processing dependencies for image
Searching for django
Reading https://pypi.python.org/simple/django/
Downloading https://pypi.python.org/packages/c3/c2/6096bf5d0caa4e3d5b985ac72e3a0c795e37fa7407d6c85460b2a105b467/Django-1.10.5.tar.gz#md5=3fce02f1e6461fec21f1f15
```

Instalación módulo Pillow

Abrir cmd ubicar la carpeta python/Scripts ejecutar el comando: easy_install pillow



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Python27\Scripts>easy_install pillow
Searching for pillow
Best match: Pillow 4.0.0
Processing pillow-4.0.0-py2.7-win32.egg
pillow 4.0.0 is already the active version in easy-install.pth
Installing enhancer.py script to c:\python27\Scripts
Installing createfontdatachunk.py script to c:\python27\Scripts
Installing gifmaker.py script to c:\python27\Scripts
Installing pildriver.py script to c:\python27\Scripts
Installing pilfile.py script to c:\python27\Scripts
Installing explode.py script to c:\python27\Scripts
Installing thresholder.py script to c:\python27\Scripts
Installing viewer.py script to c:\python27\Scripts
Installing painter.py script to c:\python27\Scripts
Installing player.py script to c:\python27\Scripts
Installing pilconvert.py script to c:\python27\Scripts
Installing pilprint.py script to c:\python27\Scripts
Installing pilfont.py script to c:\python27\Scripts

Using c:\python27\lib\site-packages\pillow-4.0.0-py2.7-win32.egg
Processing dependencies for pillow
Finished processing dependencies for pillow

C:\Python27\Scripts>
```

Anexo C: Álbum Fotográfico De Pruebas

Pruebas de funcionamiento del sistema en la Unidad Educativa Especializada Cotopaxi a niños y niñas con discapacidad auditiva.



Prueba del sistema en niño de 10 años.



Prueba del sistema en niña de 10 años.



Prueba del sistema con niña de 11 años



Prueba del sistema en niña de 12 años de la configuración de la letra "H"



Prueba del sistema con la configuración dinámica "J"



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por los señores: **Víctor Alfonso Morales Cruz** y **William Alberto Tamayo Sánchez**

En la ciudad de Latacunga, a los 23 días del mes de febrero del 2017.



Ing. David Rivas MSc.
TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Aprobado por:



Ing. Franklin Silva Monteros
DIRECTOR DE CARRERA



Dr. Rodrigo Vaca
SECRETARIO ACADÉMICO