



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, REDES Y
COMUNICACIÓN DE DATOS**

**PROYECTO DE TITULACION PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA**

AUTOR: RENATO ARBOLEDA TERÁN

**TEMA: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
ENTRENAMIENTO A TRAVÉS DE UN PATEADOR ELECTRÓNICO PARA
ARTES MARCIALES.**

DIRECTOR: ING. TIPÁN, EDGAR

CODIRECTOR: ING. LOACHAMIN, EDUARDO

SANGOLQUÍ, SEPTIEMBRE 2014

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de grado titulado: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENTRENAMIENTO A TRAVÉS DE UN PATEADOR ELECTRÓNICO PARA ARTES MARCIALES., ha sido desarrollado en su totalidad por el señor RENATO ARBOLEDA TERÁN, bajo nuestra dirección.

Atentamente

Ing. Edgar Tipán.

DIRECTOR

Ing. Eduardo Loachamin.

CODIRECTOR

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

RENATO ARBOLEDA TERÁN

DECLARO QUE:

El proyecto denominado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENTRENAMIENTO A TRAVÉS DE UN PATEADOR ELECTRÓNICO PARA ARTES MARCIALES”, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando los derechos intelectuales de terceros, conforme a las fuentes que se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi entera autoría.

En virtud a esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, Septiembre del 2014.

Renato Arboleda Terán.

AUTORIZACIÓN

RENATO ARBOLEDA TERÁN

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” la publicación, en la biblioteca virtual de la institución el trabajo “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENTRENAMIENTO A TRAVÉS DE UN PATEADOR ELECTRÓNICO PARA ARTES MARCIALES”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, Septiembre del 2014.

Renato Arboleda Terán.

DEDICATORIA

A mi madre, por ser una persona perseverante en sus metas y objetivos que a largo de su vida pensó en dar la mejor educación a todos sus hijos y gracias a esto dio un ejemplo de vida mediante el estudio y el esfuerzo continuo en cada etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A dios por haber estado siempre a mi lado desde muy pequeño, ya que por él he podido superar ciertas pruebas que fueron trascendentales a lo largo de mi vida, por su forma de inculcarnos su sabiduría para poderla utilizar en forma correcta y para hacer el bien a este mundo en el que vivimos.

A mis familiares, aunque físicamente no estuvieron todo el tiempo de cierta manera aportaron un granito en el proceso de mi formación como persona y luego como profesional ya que son ejemplos de vida.

A mi director y codirector de tesis por tener la suficiente paciencia y tolerancia en el transcurso del desarrollo de cada etapa de mi proyecto de tesis que se verá reflejado a la hora de crear nuevas formas de ayuda para la sociedad en la que nos desenvolvemos.

Por ultimo a todas las personas, amigos y conocidos que intervinieron en cada aspecto de mi formación en todo este proceso de aprendizaje con sus respectivos aportes ya sean buenos a malos de los cuales se aprende a lo largo de la vida.

RESUMEN

Los deportes que implican trabajo físico como son las Artes Marciales en este caso el Tae-Kwon-Do que es al cual se enfoca el desarrollo de esta aplicación, surge la necesidad de optimizar el desempeño y control de ciertos parámetros de importancia como son la Fuerza (como precisión a los golpes o foco) y la velocidad de reacción (como tiempo de reacción), ambos parámetro se encuentran estrechamente ligados en un plan de entrenamiento ya que si uno de ellos mejora ambos presentan mayores cambios para un mejor trabajo en el área deportiva o de entrenamiento, vista esta necesidad se recurre a construcción de un implemento deportivo con bajo consumo de energía y portabilidad evitando el uso de conexiones físicas, gracias a los avances en la redes inalámbricas que presentan uno de tantos modelos existentes en el mercado de dispositivos electrónicos como son los módulos X-BEE que permiten de forma transparente enlazar sistemas embebidos como Arduino con sistemas que requieren de computadoras para su control y adquisición de datos en red en base a Hardware y Software libre como Processing .

PALABRAS CLAVES

Artes Marciales, Sensores Electrónicos, Sistemas Embebidos, Plataforma Arduino, Plataforma Processing.

ABSTRACT

Sports that involve physical labor such as martial arts in this case the Tae-Kwon-Do which is the development of this application is focused, the need to optimize the performance and control of some important parameters such as the Force (as precision shock or focus) and the reaction rate (as reaction time), both parameters are closely linked in a training plan because if one improves both have major changes for a better job in the area sports training or view uses this need by building a sports implement with low power consumption and portability without the use of physical connections, thanks to advances in wireless networks which have one of many models on the market devices electronics such as X-BEE modules allowing transparently link as Arduino embedded systems with systems that require computers for data acquisition and control network based on free Software and Hardware and Processing.

KEYWORDS

Martial Arts, Electronic Sensors, Embedded Systems, Platform Arduino, Processing Platform.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN -----	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA -----	1
1.2. Justificación e Importancia-----	2
1.3. Alcance del Proyecto-----	3
1.4. Objetivos-----	3
1.5. TAE-KWON-DO -----	4
1.6. Redes Inalámbricas-----	50
1.7. Processing -----	64
CAPITULO 2: DISEÑO DEL SOFTWARE -----	83
2.1. Entrada y Salida de Datos en Pantalla con Processing-----	83
2.2. Lectura y Escritura de Datos en Archivos de Texto (".txt") con Processing-----	89
2.3. Diseño de la Interfaz con Processing -----	92
2.4. Comunicación Serial entre Módulos X-BEE y Processing-----	101
2.5. Comunicación Serial entre Arduino y Processing -----	103
2.6. Test del Software con el Implemento Deportivo -----	104
2.7. Diagrama de Flujo de la Aplicación con el Ordenador -----	106
2.8. Diagrama de Flujo de la Aplicación con el Implemento Deportivo (Hardware)-----	107
CAPITULO 3: DISEÑO DE HARDWARE -----	108
3.1. Arduino-----	108
3.2. Descripción del Hardware-----	111
3.3. Entrada y Salida de Datos con Arduino -----	113
3.4. Diseño e Implementación del Escudo para visualización Luminosa-----	115
3.5. Diseño e Implementación del Pateador Electrónico con los Sensores de fuerza (deformación) -----	119
3.6. Diseño de la Tarjeta para el Módulo X-BEE y el Sistema del Pateador Electrónico-----	125
3.7. Pruebas del Hardware -----	127

CAPITULO 4: PRUEBAS Y RESULTADOS -----	129
4.1. Pruebas de Envío de Tramas para 5 Diferentes Tipos de Distancia y Verificación de la Cobertura-----	129
4.2. Toma de Datos con un Deportista del Club de Tae-Kwon-Do antes del uso del Sistema de Entrenamiento para Artes Marciales -----	130
4.3. Toma de Datos con un Deportista del Club de Tae-Kwon-Do Después del uso del Sistema de Entrenamiento para Artes Marciales -----	132
4.4. Análisis Comparativo del Desempeño de Resultados Obtenidos por el Uso y Manipulación del Sistema de Entrenamiento para Artes Marciales -----	134
4.5. Conclusiones -----	136
4.6. Recomendaciones -----	137
Bibliografía-----	139
ANEXO 1:-----	140
Hojas de datos Arduino:-----	140
Hoja de Datos Tip41: -----	141
Hoja de Datos Modulo XBEE S1:-----	141
ANEXO 2:-----	143
Configuración para Módulos X-BEE modo Trasparente -----	143
ANEXO 3:-----	149
Manual de Usuario para poner en marcha el Sistema-----	149
ANEXO 4:-----	155
Recopilación de Fotos Adicionales Sobre el Desarrollo del Sistema de Entrenamiento para Artes Marciales-----	155

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Módulo XBEE con homologación ZigBee.....	56
Figura 2: Pines de Transmisión y Recepción en X-BEE.....	62
Figura 3: Topologías soportadas por los módulos X-BEE.....	63
Figura 4: Programas utilizados para creación de interfaces gráficas.....	65
Figura 5: Entorno grafico de desarrollo de Processing.....	66
Figura 6: Menú archivo y New.	69
Figura 7: Programa básico animación.	70
Figura 8: Ejemplo de programación en Processing.....	71
Figura 9: Tipos de variables.	72
Figura 10: Programa en funcionamiento imprimiendo datos en consola.	72
Figura 11: Ejemplo de operaciones básicas en Processing.....	74
Figura 12: Operaciones abreviadas.	74
Figura 13: Datos de tipo char.....	75
Figura 14: Concatenación de caracteres y String.....	76
Figura 15: Estructuras de control.....	77
Figura 16: Ejemplo de una estructura de control.	78
Figura 17: Programa para la utilización de la comunicación serial.	85
Figura 18: Monitor serial de Arduino para realizar pruebas.	86
Figura 19: Inicialización de los objetos y atributos de la función void setup.....	87
Figura 20: Ejemplo Corriendo desde Processing.	89
Figura 21: a. Programación, b. Vectores y c. Coordenadas generadas.	91
Figura 22: Interfaz Gráfica para Medidor de Reacción.	93
Figura 23: Interfaz del Programa en Processing.....	100
Figura 24: Comando enviado para activa un sensor en el hardware.	105
Figura 25: Respuesta del Hardware hacia Processing.....	105
Figura 26: Conexiones internas de la tarjeta Arduino. (Arduino, 2014).....	112
Figura 27: Pines de alimentación de la tarjeta Arduino. (Arduino, 2014).....	113
Figura 28: Pines de entrada analógica. (Arduino, 2014).....	114
Figura 29: Pines de entrada, salida y comunicación serial de Arduino.....	114
Figura 30: Diagrama de Bloques del Implemento Deportivo.	115
Figura 31: Librerías de Arduino y X-BEE.	116

Figura 32: Acondicionamiento físico de un sensor piezoeléctrico.....	117
Figura 33: Tarjeta para Conexión de los Indicadores Luminosos.....	118
Figura 34: Vista superior escudo o hardware.....	119
Figura 35: Implementos deportivos, saco de box y pateadores deportivos.....	120
Figura 36: Patada arriba utilizando un pateador de precisión.	120
Figura 37: Etapas de Acondicionamiento de los Sacos de Box.	122
Figura 38: Sensores piezoeléctricos.....	123
Figura 39: Acondicionamiento físico para un sensor piezoeléctrico.	124
Figura 40: Efecto piezoeléctrico, deformación vs voltaje en forma directa.....	124
Figura 41: Sensor piezoeléctrico utilizado en forma inversa.....	125
Figura 42: Esquema, diseño del Circuito impreso y modulo terminado.....	126
Figura 43: Prueba de datos del hardware con el sistema Arduino integrado.....	127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características de los dispositivos inalámbricos de área personal.....	55
Tabla 2: Características IEEE 802.15.4.	60
Tabla 3 Tabla Comparativa de Módulos X-BEE S1, S2, 900.	60
Tabla 4: Velocidades soportadas por Arduino para la Comunicación Serial.	84
Tabla 5: Cuadro de envío de datos y medida de errores para cada distancia.....	129
Tabla 6: Datos obtenidos patada superior derecha sin el sistema.	131
Tabla 7: Datos obtenidos patada superior izquierda sin el sistema.	132
Tabla 8: Datos obtenidos patada superior derecha usando el sistema.	133
Tabla 9: Datos obtenidos patada superior izquierda usando el sistema.....	134
Tabla 10: Tabla comparativa de datos tomados con y sin el sistema.....	135

GLOSARIO

TAE: Golpear con el pie, patada.

KWON: Golpear con la mano, puño.

DO: Camino o método.

XBee: Módulos XBee son soluciones integradas que brindan un medio inalámbrico para la interconexión y comunicación entre dispositivos.

Zigbee: Es una alianza y un estándar de redes MESH de eficiencia energética y de costos.

XBee S1: (también llamados XBee 802.15.4): Son la serie más fácil para trabajar, no necesitan ser configurados, pero incluso así se pueden obtener beneficios.

WLAN: Red de Área Local Inalámbrica.

PDA: asistente digital personal.

WPAN: Red de Área Personal Inalámbrica.

Mbps: Mega bit por segundo.

Bluetooth: Dispositivo para comunicaciones inalámbricas del estándar IEEE 802.15.1.

IEEE: El Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

RF: Abreviación de Radio Frecuencia.

PC: Abreviación de Computador u Ordenador.

NesCom: Comité de nuevos estándares en la IEEE.

GHz: Giga Hertz, medida de frecuencia.

ACK: Asentimiento o aceptación de llegada de datos o tramas.

AT: Los comandos AT son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un terminal modem.

TX: Abreviación de transmisión.

RX: Abreviación de recepción.

UNICAST: Unicast es el envío de información desde un único emisor a un único receptor.

MULTICAST: Multidifusión es el envío de la información en múltiples redes a múltiples destinos simultáneamente.

API: Interfaz de aplicación programable.

TCP: Protocolo de control de transmisión

MIT: El Instituto Tecnológico de Massachusetts es una universidad privada localizada en Cambridge, Massachusetts

GNU GPL: La Licencia Pública General de GNU o más conocida por su nombre en inglés GNU General Public License es la licencia más ampliamente usada en el mundo del software y garantiza a los usuarios finales la libertad de usar, estudiar, compartir y modificar el software

APPLETS: Aplicativos en programación comúnmente conocidos

GIF: GIF es un formato gráfico utilizado ampliamente en la World Wide Web, tanto para imágenes como para animaciones

POO: Programación orientada a objetos

BPS: Bit por Segundo unidad de transferencia de datos por segundo

PCB: Placa de circuito impreso en español

USB: Bus universal Serial para comunicación con dispositivos y ordenadores.

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El taekwondo es un arte marcial Coreano que desarrolla habilidades físicas de pelea cultivando el espíritu a través del entrenamiento del cuerpo y la mente y se ha convertido en un deporte mundial que ha ganado reputación internacional, ubicándose oficialmente en los juegos olímpicos.

En el Ecuador el taekwondo es una disciplina practicada desde hace varios años con un crecimiento indudable; se han creado clubes en escuelas, colegios y universidades debido a su influencia en todos los niveles sociales de este país, así también la Escuela Politécnica del Ejercito a través de la Unidad de Bienestar Estudiantil brinda apoyo al club de TAE-KWON-DO para la práctica de este deporte, mismo que ha tenido una excelente participación provincial y destacados deportistas en la selección de Pichincha, sin embargo los sistemas de entrenamiento que hasta ahora se han venido trabajando han sido superados por otros clubes evidenciándose una gran diferencia de preparación técnica. Es así que ha surgido la necesidad de elevar el desempeño de sus deportistas para lograr mejores resultados, recurriendo al análisis de la enseñanza técnica y proponiendo un sistema de preparación física y táctica, en base a la utilización de nuevas y actuales tecnologías de hardware y software para mejorar el entrenamiento en este deporte.

Actualmente quienes están inmersos en el TAE-KWON-DO están conscientes de que una de las maneras de alcanzar mejoras es mediante la

implementación de un sistema de entrenamiento basado en un modelo de preparación física y técnica en la disciplina del taekwondo por medio de ataques tácticos y así lograr un mejor desarrollo de los fundamentos básicos en el club, todo lo anterior se pretende alcanzar a través del desarrollo de este proyecto de tesis mediante el uso de sistemas embebidos y tecnología inalámbrica para su elaboración.

1.2. Justificación e Importancia

La importancia, pertinencia y trascendencia del tema se justifica debido a que en el Ecuador el taekwondo ha sufrido un proceso de masificación a todo nivel (escolar, colegial, cantonal, provincial, nacional) debido a esta popularidad se hace necesario que los instructores de esta disciplina posean un sistema científicamente elaborado para la preparación técnica de los diferentes deportista y de esta manera lograr un desarrollo futuro de este deporte alcanzando metas superiores a las ya obtenidas.

Mediante la aparición de nuevas tecnologías y conocimientos se genera la necesidad de integrar la parte deportiva con la tecnológica, dando como resultado la implementación de sistemas de procesamiento que permitan a los deportistas prepararse sin la necesidad de un entrenador que este controlando tiempos de cada serie y verificando su desempeño, para lograr este objetivo se pretende la utilización de plataformas de código abierto mediante Processing y Arduino que no necesitan de licencias pagadas para su utilización, optimizando el tiempo de desarrollo y reduciendo los costos de implementación.

Todo el proceso será dirigido a establecer la formación multilateral del participante y el logro de un gran fondo de hábitos motores, en particular los relacionados directamente con la técnica deportiva.

1.3. Alcance del Proyecto

Con el desarrollo de este proyecto, se pretende implementar un pateador electrónico con tecnología inalámbrica XBEE y aplicaciones de CAPA 4 (software en la PC), para la adquisición de datos, sobre el rendimiento en la velocidad de reacción y precisión de la patada a través de sensores de fuerza llevando esta información a ser procesada por un sistema electrónico, como ayuda y retroalimentación para fines de entrenamiento.

Se implementará un sistema amigable de visualización luminosa y señales sonoras para el comienzo de la actividad todo esto será previamente pre programado y las secuencias de cada entrenamiento diferenciadas por niveles, dando así un apoyo a los deportistas para el mejoramiento de las capacidades físicas y motrices por medio de la integración de tecnología inalámbrica, aplicaciones de software, hardware de control y sensores, así se logrará reducir el tiempo de preparación que convencionalmente se realizaría con cronómetros y pitos en el desarrollo de las actividades y niveles de entrenamiento.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Diseño e implementación de un sistema de entrenamiento a través de un pateador electrónico y una interfaz gráfica con comunicación inalámbrica

para el club de Tae-Kwon-Do de la ESPE, afín de mejorar las capacidades físicas practicadas por los atletas y obtener un mayor rendimiento deportivo.

1.4.2. Objetivos Específicos:

- Realizar una descripción general sobre métodos convencionales de entrenamiento para Tae-Kwon-Do, los fundamentos de Processing, Arduino y tecnología inalámbrica en base a módulos XBEE.
- Mediante el software Processing interactuar con Arduino y XBee para la entrada y/o salida de información a ser manipulada.
- Establecer las características de los materiales que constituye un pateador, sobre el cual se va a implementar el hardware y software del sistema.
- Tomar datos del sistema de entrenamiento mediante tecnología inalámbrica para la realización de tablas comparativas sobre los deportistas al comienzo y final del periodo de pruebas, para análisis de datos y pruebas de las técnicas implementadas.

1.5. TAE-KWON-DO

1.5.1. Definición del TAE-KWON-DO

El Taekwondo es uno de los más sistemáticos y científicos artes marciales coreanos, que enseña habilidades físicas de pelea. Es una disciplina que enseña medios para desarrollar el espíritu a través del entrenamiento del cuerpo y la mente. Actualmente el Taekwondo se ha convertido en un deporte mundial que ha ganado una reputación internacional, ubicándose entre los deportes oficiales en los Juegos Olímpicos.

La palabra Taekwondo se compone de tres partes “Tae”, “Kwon”, “Do” cuyo significado etimológico es Tae = pie, pierna, avanzar adelante; Kwon = puño, pelear; Do = Camino, disciplina.

El Taekwondo es el medio para controlar o calmar la violencia y mantener la paz.

Pero una definición más completa es que "El Taekwondo es un arte marcial coreano, transformado en deporte, en el que se usan manos y pies para defenderse y atacar" con la característica de que se usan los pies en un 80%, estimula la iniciativa del hombre, mediante el cultivo educativo del cuerpo, el aprendizaje y fortalecimiento del respeto hacia los demás, ya que es una escuela de juego limpio y formación espiritual.

1.5.2. Reseña Histórica(Origen y Evolución)

Los antecedentes históricos del desarrollo del Taekwondo serán explicados siguiendo el orden cronológico de cuatro eras diferentes: la Edad Antigua, la Edad Media, la Edad Moderna y Actualmente.

Edad Antigua

El origen del Taekwondo

El hombre tiene por naturaleza el instinto de conservar tanto su propia vida como la de su raza, y por tanto desarrolla actividades físicas bien sea consciente o inconscientemente. El Hombre no puede prescindir de los movimientos físicos, crece y evoluciona en ellos, sin importar el tiempo y el espacio. En la antigüedad las personas no tenían otros medios más que sus

propias manos desnudas y sus cuerpos para defenderse, así que naturalmente desarrollaron técnicas de combate mano a mano. Incluso en la época en que se desarrollaron las armas como medios defensivos u ofensivos, las personas aún seguían disfrutando de las técnicas de combate mano a mano con el propósito de fortalecer sus cuerpos, así como de lucirse en los combates durante los rituales de las comunidades tribales.

En los comienzos de la península coreana había tres tribus, cada una contaba con una competencia de arte marcial para guerreros durante la época de rituales. Para ese entonces, la gente aprendía sus técnicas de las experiencias de pelear con animales, cuyos movimientos defensivos y ofensivos también eran objeto de análisis. Se cree que éste es exactamente el verdadero origen del Taekwondo moderno, cuyo nombre proviene de “Subak”, “Taekkyon”, entre otros.

Al final de la edad antigua en la península de Corea, tres reinos rivalizaban entre ellos por la hegemonía. Estos eran Koguryo, Paekje y Shilla, todos se satisfacían del fortalecimiento del nacionalismo creciente con guerreros entrenados. La historia coreana cuenta que había personalidades militares entre los líderes nacionales más destacados de los tres reinos, lo cual prueba la tendencia militar de la jerarquía predominante.

Como resultado, los jóvenes guerreros fueron organizados como “Hwarangdo” en Shilla y “Chouisonin” en Koguryo, ambos con entrenamiento en artes marciales como una de las materias más importantes del aprendizaje. Un conocido libro de artes marciales de la época llamado

“Muyedobo-Tongji” escribió “El Taekwondo es la base del arte marcial, permite el fortalecimiento del cuerpo usando el pie y la mano libremente y entrenando los brazos y la piernas y en general el cuerpo para adaptarlo a cualquier situación crítica”. Esto muestra que el Taekwondo ya era común en esa época, por lo que se puede asumir fácilmente que el Taekwondo se originó desde la época de las comunidades tribales en la península coreana.

El reino de Shilla, fundado en el año 52 A.C. en el sureste de Corea, y el de Goguryeo, fundado en el 37 a.C. en el norte de Corea cerca al río Yalu, hicieron grandes esfuerzos para transformar a sus jóvenes en fuertes guerreros llamados “Hwarang” y “Sunbae” respectivamente, ciertamente con el Taekwondo como una de las principales materias de entrenamiento físico.

El Sonbae (o Sunbae) de Koguryo y el Taekkyon

Koguryo fue fundado en la parte norte de Corea rodeado por las hostiles tribus (chinas) Han en el norte. Por consiguiente, en un principio, el reino organizó un fuerte cuerpo de guerreros llamado “Sunbae” en su intento por consolidar el poder.

Según los expertos, Sunbae significa un hombre virtuoso que nunca huye en una pelea, el cual es miembro del cuerpo de guerreros. Más tarde, la crónica de la antigua Dinastía Choson o Joseon describió el ascenso de la era de Koguryo diciendo “la gente se reúne el 10 de marzo cada año en el lugar del ritual, en donde disfrutaban de una danza de espadas, tiro con arco, combates de Taekwondo, entre otros” insinuando que el Taekwondo era uno de los eventos populares en los rituales de la época de Koguryo. También

decía que un “Sunbae” vivía en grupo, aprendiendo las artes de la historia y la literatura en sus casas y saliendo a construir caminos y fortalezas para el beneficio de la sociedad, siempre leales a la nación.

Por tanto, era natural que Koguryo tuviera la prioridad en el interés del Taekkyon el cual era la base de las artes marciales, como se puede probar por las pinturas murales descubiertas en las tumbas de la época de Koguryo. Una pintura mural en la tumba de Samsil expone dos guerreros enfrentándose en un combate cara a cara de la época de Koguryo y un tercero en la misma tumba muestra la escena de un combate (Ssirum) claramente característico del Taekkyon. Se puede asumir por la pintura del combate de Taekkyon que la muerte era una práctica del Taekkyon o el objeto de pésame con bailes y artes marciales.

El Hwarang de Shilla y el Taekkyon

El reino de Shilla fue fundado en el sureste de la península coreana en donde no había amenazas inmediatas del exterior, pero junto con el nacimiento del reino Paekje en su lado oeste y el comienzo de las invasiones por Koguryo por el norte, Shilla fue impulsada a armarse con el desarrollo de las artes marciales.

De hecho “hwarangdo” es el típico ejemplo de las artes marciales de Shilla, la cual es una asimilación del sistema “sunbae” de Koguryo. El joven grupo de hwarangdo fue bien entrenado con el sentimiento de una piedad filial, lealtad al Reino y devoción de sacrificio hacia la sociedad para convertirse en importantes personalidades en el control del Reino. Entre

estos se distinguieron Kim Yu-Shin y Kim Chun-Chu quienes hicieron evidentes contribuciones a la unificación de estos tres reinos.

La crónica del antiguo Chosun describe la vida de los hwarang, miembros del hwarangdo: “los hwarang eran seleccionados por el Reino a través de concursos y, después de la selección, vivían juntos en grupo, aprendiendo, ejercitando el subak, practicando la esgrima y montando a caballo, y algunas veces disfrutaban de los diversos juegos de las comunidades, trabajando en ayudas de emergencia y en la construcción de fortalezas y caminos, y siempre estaban dispuestos a sacrificar sus vidas en tiempos de guerra”.

Los hwarangs fueron particularmente influenciados por las disciplinas budistas, como se puede observar en la estatua de bronce del guerrero Kumgang Yoksa (un hombre de una gran fuerza física) exhibida actualmente en el museo Kyongju la cual claramente indica que las artes marciales eran practicadas en los templos al mostrar las manos desnudas en poses defensivas y ofensivas de un fuerte hombre.

Especialmente la forma de puño mostrado en la estatua de Kumgang Yoksa se parece exactamente a un “jungkwon” (puño correcto) en el término contemporáneo del Taekwondo. La estatua también muestra el “pyon jumok” (puño plano) y el uso de las piernas, el cual se ve en el Taekwondo actual.

Es importante notar que en la época de Shilla los términos “subak” (técnicas de manos) y “taekkyon” aparezcan juntas, significando que tanto

las técnicas de manos como las de pies se usaban en las artes marciales como se muestra en el Taekwondo moderno.

El Taekkyon transmitido del Koguryo al Shilla

Mientras que el arte del Taekkyon se popularizaba en Koguryo, éste también se transmitía a Shilla, lo cual se justifica desde los siguientes puntos de vista:

- Hwarang (o sonrang) en Shilla tiene el mismo significado que la palabra “sonbae” en Koguryo al indicar ambos el joven cuerpo guerrero en su origen etimológico.
- Tanto hwarang como sonbae tenían las mismas organizaciones y estructura jerárquica.
- De acuerdo con la historia, mientras los sonbaes de Koguryo solían competir en los juegos de Taekkyon durante las festividades nacionales, los hwarangs de Shilla también jugaban juegos de Taekkyon (subak, dokkyoni o taekkyoni) en tales festivales como “palkwanhoe” y “hankawi”, así transformaron sistemáticamente las antiguas técnicas de pelea en el Taekkyon (o sonbae) como la base de las artes marciales para alrededor del año 200 D.C. Desde el siglo IV los Hwarangs tomaron las lecciones de Taekkyon como un arte marcial sistematizado en sus casas de aprendizaje para hacerlo también popular entre la gente del común tanto que sus técnicas fueron representadas en los murales de las tumbas de los antiguos guerreros. El Taekkyon de Shilla, fue transformado más adelante en una escuela de arte marcial con la división de técnicas, técnicas de mano a mano

y técnicas de pies, las cuales pueden demostrarse por el hecho de que tanto las técnicas mano a mano como las de pies aparecen en las antiguas esculturas y estatuas budistas.

Edad Media

La dinastía Koryo, que reunificó la península coreana después de Shilla (A.D. 918 a 1392), hizo que el Taekkyon se desarrollara más sistemáticamente y lo convirtió en tema obligatorio en los exámenes para la selección de cadetes militares.

Las técnicas y el poder del Taekkyon evolucionó para convertirse en armas eficaces incluso para matar a seres humanos. En los militares, se introdujo un patrón de la práctica colectiva, llamado “obyong-subak-hui” (juego de Taekkyon de 5 soldados), de modo que pudiera ser utilizado en una guerra de verdad.

En los días tempranos de la dinastía de Koryo, las habilidades en las artes marciales eran las únicas calificaciones requeridas para pertenecer a las fuerzas militares, porque el reino necesitaba las capacidades de defensa nacional después de conquistar la península. Cualquier soldado llano que dominara las técnicas de Taekkyon era promovido a general y los jóvenes eran invitados a las competencias de Taekkyon donde los expertos en el arte eran seleccionados para ser oficiales militares. Existen muchos otros ejemplos en los cuales los jóvenes que participaban en las competencias y quienes dominaban el Taekkyon eran escogidos, lo que prueba que el deporte del Taekwondo se originó en esa época.

Especialmente los reyes de la dinastía de Koryo estaban muy interesados en el “subakhui” (competencia de Taekkyon), haciendo de éste un curso obligatorio en el entrenamiento militar. De esta manera, el subakhui era también popular entre las aldeas, como forma de inspección.

Sin embargo, la dinastía de Koryo en sus últimos años tuvo acceso a la pólvora y a nuevos tipos de armas, retrasando así su ayuda a las artes marciales, así como a los juegos populares que se transmitieron posteriormente a la Corea moderna, Chosun. (Taekkyon explicado en el libro de la historia de Koryo).

Edad Moderna

En los tiempos modernos de Corea, en la dinastía Chosun (1392 – 1910), la Corea imperial y la colonia japonesa gobernaron hasta 1945. En esta época, el Taekwondo era llamado “subakhui” y sufrió una eventual pérdida de apoyo oficial del gobierno central, ya que las armas se modernizaron para la defensa nacional, aunque el subakhui aún era popular en los inicios de Chosun.

La dinastía Chosun se fundamentó en la ideología del Confucionismo, el cual resultó del rechazo del budismo y de darle más importancia a la literatura que a las artes marciales. No obstante, los anales de la dinastía Chosun cuentan sobre las competencias de subakhui ordenadas por las autoridades locales, con el propósito de seleccionar soldados, y otras ordenadas por los reyes, quienes disfrutaban observar las competencias de subakhui en la época de banquetes. También era dictaminado por el

departamento de Defensa que un soldado debía ser empleado cuando le hubiere ganado a otros tres competidores en los combates de subakhui. Sin embargo, mientras el gobierno progresó, los oficiales administrativos empezaron a darle más importancia a la lucha por el control que al interés de la defensa, descuidando naturalmente la promoción de las artes marciales.

Entonces, fue en los días del rey Jungjo después de la vergonzosa invasión de Corea por los japoneses (1592) que el gobierno revivió las fuertes medidas de defensa fortaleciendo el entrenamiento militar y la práctica de las artes marciales. Alrededor de este periodo hubo una publicación del llamado Muyedobo-Tongji, un libro de ilustraciones de artes marciales, cuyo cuarto volumen titulado “técnicas de pelea mano a mano” contenía la ilustración de 38 movimientos, pareciéndose exactamente al Taekwondo poomsae moderno y los movimientos básicos, aunque estos movimientos no pueden ser comparados con el Taekwondo poomsae moderno, el cual ha sido modernizado a través de estudios científicos.

Incluso bajo el dominio japonés, algunos escritores coreanos famosos como Shin Chae- Ho y Choi Nam-Sun hablaron sobre el Taekwondo diciendo “el subak actual que prevalece en Seúl vino del sunbae de la dinastía Koguryo” y “el subak es como el Taekwondo moderno, el cual era practicado originalmente como un arte marcial, pero ahora es practicado mayormente como deporte por los niños.

Sin embargo el gobierno colonial japonés, en proceso de suprimir al pueblo coreano, prohibió totalmente cualquier deporte folclórico incluido el

Taekwondo. El arte marcial Taekkyion (Taekwondo) fue transmitido en secreto sólo por los maestros del arte hasta la liberación del país en 1945. Song Duk-Ki uno de los maestros de entonces declaró que su maestro era Im Ho quien tenía muy buena reputación por sus excelentes habilidades en Taekkyon “saltando sobre los muros y corriendo a través de los bosques como un tigre.

En la época, 14 términos de técnicas eran usados para representar 5 patrones de patada, 4 técnicas de mano, 3 patrones de patada de hacha, un patrón de patada saltando y una técnica de golpeo por debajo de la cintura. Algo que también vale la pena mencionar es el uso del término “poom” que significa una pose cara a cara preparándose para el combate.

El Taekwondo en el presente

Con la liberación de Corea del régimen colonial japonés después de la Segunda Guerra Mundial, la gente coreana comenzó a recuperar el pensamiento de independencia y los juegos folclóricos tradicionales retomaron su popularidad. Song Duk-Ki, un renombrado maestro del Taekkyon, presentó una demostración del arte marcial ante Syngman Rhee el primer presidente de la nueva república de Corea, con motivo de su cumpleaños, distinguiendo claramente el Taekwondo del Karate japonés que había sido introducido por los gobernantes japoneses durante la ocupación.

Los expertos en artes marciales comenzaron a abrir gimnasios de Taekwondo en todo el país y después del final de la guerra coreana (1950-1953) el Taekwondo se popularizó entre el grado Dan de cinturones negros

dentro del país, también enviando cerca de 2.000 maestros de Taekwondo a más de cien países.

El Taekwondo recibió el nombramiento de arte marcial nacional en 1971, el presente Kukkiwon fue fundado en 1972 para ser utilizado como la sede, así como el lugar de las diversas competencias de Taekwondo. Un año más tarde, en 1973, la Federación Mundial de Taekwondo fue establecida. En 1973, el campeonato bienal mundial de Taekwondo fue organizado.

En 1974, el Taekwondo fue admitido en los juegos asiáticos como evento oficial. En 1975, el Taekwondo fue aceptado como deporte oficial por la Unión Atlética de Aficionados de los EE.UU. (AAU) y también fue admitido a la Asociación General de las Federaciones Internacionales de Deportes (GAISF), seguida por la adopción por parte del Consejo Internacional de Deportes Militares (CISM) en 1976 como evento deportivo oficial. La WTF (World Taekwondo Federation) se convirtió en una federación deportiva reconocida por el Comité Olímpico Internacional (COI) en 1980, haciendo del Taekwondo un deporte olímpico. Así, la adopción del Taekwondo como evento oficial fue seguida por los Juegos Mundiales de 1981, los juegos Panamericanos en 1986, y finalmente por los Juegos Olímpicos de Sídney 2000 y posteriormente en los Juegos Olímpicos de Atenas 2004. El 29 de noviembre de 2002, la 114 sesión del COI también confirmó la inclusión del Taekwondo en los Juegos Olímpicos de Beijing en 2008.

El Taekwondo en el Ecuador

La historia de Taekwondo en nuestro país se remonta a la década de los 60; cuando llegan al Ecuador muchos orientales coreanos que imparten sus clases y difunden este arte marcial en muchas regiones del país, vale la pena mencionar que una de las personas que organizó este deporte fue el profesor Bun Jae Lee actualmente octavo Dan de la WTF (Federación Mundial de Taekwondo) quien se radicó en Guayaquil, pero bien se puede decir que el profesor Chul Woong Jang fue en pionero del Taekwondo en el país quien se radicó en Quito en 1967 y empezó a dictar clases.

Con el profesor Lee se dan varios campeonatos nacionales e internacionales dando muchos logros al país, alcanzando en varias ocasiones distinciones con el equipo nacional como campeones sudamericanos en 1979, vice campeones panamericanos en el 1980 y 1986, campeones bolivarianos en el 1985, vice campeones mundiales en el 1982, campeones iberoamericanos en el 1992.

El Taekwondo en el país se ha difundido grandemente de tal manera que en la actualidad todas las provincias practican este deporte y desde 1985 se realiza su inclusión en los juegos nacionales.

En 1977 fue la primera participación del Ecuador a un mundial en Chicago.

En 1981 se forma la Asociación de Taekwondo de Pichincha (ATP) y los clubes que iniciaron esta organización son: U. Central, Kukkiwon, Ciudad de

Quito, Rumiñahui, y a partir de esto se realizan competencias formales de esta disciplina.

En 1978 se funda la Federación Ecuatoriana de Taekwondo (FET).

Definición entre Taekwondo como arte marcial y como deporte de competencia

Se puede considerar dos niveles de actividad deportiva: amateur y profesional como en el caso del fútbol y otros deportes que brinden la posibilidad del profesionalismo dentro de su estructura. En las disciplinas como el karate, judo, Taekwondo donde no existe el profesionalismo y son netamente amateur la división anteriormente señalada no tiene aplicación. En su lugar se puede analizar a cada una de estas disciplinas bajo dos ópticas no opuestas pero si complementarias, pero con fines y metas propias, así pueden ser estudiadas desde la óptica de:

- Arte marcial
- Deporte de competencia

Como arte marcial, el Taekwondo tiene una gama de actividades donde se ejecutan técnicas de puño y piernas, movimientos de ataque y defensa, poomsaes, rompimientos, combate y la defensa personal que proporciona autoconfianza y seguridad. Hablamos también de la evolución de un practicante desde sus inicios en cinturón blanco, amarillo, verde, azul, rojo y negro y los DAN que indican en nivel de conocimiento adquirido, el tiempo de entrenamiento y el nivel de los practicantes.

En el Taekwondo marcial las normas éticas son de gran importancia. “Cuando un individuo respeta y hace respetar los deberes y derechos de sus congéneres, y estos a su vez siguen siendo entes propagadores de esas normas, uno puede llegar a ver una sociedad con grandes cimientos éticos” así resume la Federación Mundial de Taekwondo la importancia de la ética en un individuo porque es el camino para la consecución del fin fundamental de esta parte del Taekwondo, conseguir la armonía del hombre con la naturaleza y consigo mismo.

Como deporte y bajo el lema olímpico de “más rápido, más alto, y más fuerte” la competición de Taekwondo anima a los competidores a mejorar el nivel de la capacidad humana y es una forma de educación por el aprendizaje de habilidades de pelea reglamentadas que buscan cuidar la integridad de los competidores. El sitio de competición es un lugar para aprender la manera de alcanzar la armonía de mente, cuerpo y espíritu con el descubrimiento de uno mismo y del opositor. El continuo perfeccionamiento de las técnicas y tácticas de competencia produce inevitablemente que siempre algún competidor este en mejores condiciones y se imponga sobre el resto de competidores, por ende conferir al ganador un estatus superior ante los demás es un hecho inevitable, por esa razón la preparación de un competidor de Taekwondo debe ser integral tanto técnica, física, psicológica, teórica y espiritualmente para que pueda enfrentar la victoria o la derrota. Así, para que un Taekwondoka tenga éxito en sus combates, el competidor debe estar preparado en tres aspectos: defensa, ataque y contraataque.

Para algunos el aspecto deportivo es una evolución normal del Taekwondo, para otros es una distorsión de los principios del mismo, pero como podemos observar la parte competitiva va de la mano con la formación marcial de un practicante de Taekwondo, si bien la competencia es una parte importante del arte marcial, no se puede decir que el Taekwondo solo es competir, abarca otros aspectos que inciden directamente en el crecimiento físico, mental y espiritual del ser humano como ente integral y a la vez múltiple.

1.5.3. Modalidad Combate

Introducción

El Taekwondo deportivo bajo el lema olímpico de “más rápido, más alto, y más fuerte” orienta a los competidores a mejorar el nivel de la capacidad humana y es una forma de educación por el aprendizaje de habilidades de pelea reglamentadas que buscan cuidar la integridad de los competidores. El sitio de competición es un lugar para aprender la manera de alcanzar la armonía de mente, cuerpo y espíritu con el descubrimiento de uno mismo y del opositor.

El continuo perfeccionamiento de las técnicas y tácticas de competencia produce inevitablemente que siempre algún competidor este en mejores condiciones y se imponga sobre el resto de competidores, por ende conferir al ganador un estatus superior ante los demás es un hecho inevitable, por esa razón la preparación de un competidor de Taekwondo debe ser integral tanto técnica, física, psicológica, teórica y espiritualmente para que pueda

enfrentar la victoria o la derrota. Así, para que un Taekwondoka tenga éxito en sus combates, debe estar preparado en tres aspectos: Defensa, Ataque y Contraataque.

Para algunos el aspecto deportivo es una evolución normal del Taekwondo, para otros es una distorsión de los principios del mismo, pero como podemos observar la parte competitiva va de la mano con la formación marcial de un practicante de Taekwondo, si bien la competencia es una parte importante del arte marcial, no podríamos decir que el Taekwondo solo es competir, abarca otros aspectos que inciden directamente en el crecimiento físico, mental y espiritual del ser humano como ente integral.

1.5.4. Ataques

Son acciones ofensivas que se realizan durante el combate, pueden ser simples o combinados ya sea uniendo varias patadas o desplazamientos, los ataques se clasifican de la siguiente manera:

- Ataque directo
- Ataque preparado
- Ataque combinado

Ataque Directo:

Es el movimiento simple a máxima velocidad sin ningún movimiento extraño de los brazos o de las piernas, es la técnica pura.

La ventaja de este tipo de ataque es la sorpresa, la velocidad, mientras más rápido es mejor.

Ataque Preparado:

Es preparar una acción de ataque a través de un movimiento previo una amague o finta, u otro movimiento que ayude a descontrolar o engañar al oponente para que cometa un error y aprovechar la oportunidad para ejecutar el ataque.

Ataque Combinado:

En este ataque se realiza una combinación de técnicas es decir se realiza más de una técnica dependiendo de la categoría y el peso del competidor; las características más importantes de este tipo de ataques es la velocidad y la coordinación para ejecutar las técnicas.

1.5.5. Contra-Ataques

Los contra-ataques son la reacción a los ataques, son de carácter defensivo y se clasifican de la siguiente manera:

- Contra-ataque Simultáneo
- Contra-ataque Posterior
- Contra-ataque Anticipado

Contra-ataque Simultáneo:

En este tipo de contra-ataque se realiza al mismo tiempo en el que ejecuta el oponente la técnica de ataque, es la reacción que se tiene frente al estímulo del oponente.

Contra-ataque Posterior:

Este tipo de contra-ataque se deja que el oponente ejecute su ataque para luego ejecutar el contra-ataque, su característica más importante es el desplazamiento que permite evitar el ataque y que el contendor marque el punto y luego aprovechar la ventaja y marcar el punto.

Contra-ataque Anticipado:

Como su nombre lo indica este tipo de contra-ataque permite anticiparse al ataque del oponente, la característica más importante de este contra-ataque es la reacción al ataque.

1.5.6. Desplazamientos

Es una de las técnicas más eficaces del Taekwondo para recorrer una distancia bastante larga en un movimiento suave, corto y explosivo.

El desplazamiento tiene la finalidad de evitar los ataques del oponente y ponerle en una situación que permita marcar puntos a favor, también se puede utilizar como acción previa para marcar un punto, un desplazamiento se efectúa generalmente en posición de combate.

La dirección en la que se pueden realizar los desplazamientos es variada por ejemplo: dirección lineal hacia delante y hacia atrás, lateral derecha, lateral izquierda, etc. Además hay que tener en cuenta que al realizar una acción de desplazamiento esta debe permitir evadir uno o varios ataques y adquirir en una situación favorable para marcar un punto.

Los desplazamientos pueden ser:

Simples

Son cuando se realiza un solo desplazamiento, por ejemplo: deslizamiento hacia atrás, paso lateral derecho, deslizamiento lateral izquierdo, etc.

Combinados

Son cuando se realiza varias acciones de desplazamiento, por ejemplo: deslizamiento hacia atrás-desplazamiento lateral derecho, paso hacia atrás-desliz hacia atrás, desliz hacia atrás-paso lateral izquierdo, paso-desplazamiento, doble desliz y paso, paso doble, desplazamiento deslizante, triple paso, etc.

1.5.7. Capacidades Físicas Relacionadas con el TAE-KWON-DO

El apareamiento de las contiendas deportivas en el Taekwondo presentó la posibilidad a los competidores de demostrar el grado de habilidad alcanzado en la práctica de cada una de las técnicas de pie o mano que existen, procurando en un principio el perfeccionamiento técnico - táctico como la vía más adecuada de alcanzar el éxito.

Con el avance de la investigación en el campo deportivo, el nivel competitivo de los deportes ha ido creciendo a pasos agigantados, se han ido transformando las ideas, de la estricta preparación técnica a la conjugación de los diversos factores que conforman el ámbito en el que se desenvuelve la práctica de uno otro deporte específico, de la continua improvisación de las sesiones de entrenamiento de acuerdo a la experiencia previa de los entrenadores, a la metódica planificación de todo el proceso de entrenamiento del deportista para lograr el óptimo aprovechamiento y beneficio del potencial de este.

El Taekwondo como es lógico no podía quedarse al margen de estos avances, y de acuerdo a las características de la competencia se han podido identificar los siguientes requisitos para Taekwondoka de alto rendimiento:

- Debido a que la competencia oficial de Taekwondo se realiza en 3 asaltos de tres minutos con un minuto de descanso entre cada uno, es necesario que el competidor posea una resistencia aeróbica aceptablemente desarrollada como base primordial.

- El mantener una actividad con una elevada intensidad durante el lapso de tres minutos requiere del deportista un entrenamiento muy bien dirigido del sistema del ácido láctico o como se le conoce comúnmente, resistencia a la velocidad; dado caso la asumiremos como resistencia anaeróbica láctica.

- Si bien es cierto las acciones de un asalto son realizadas con una intensidad muy alta, no son realizadas de forma continua durante los tres

minutos; son más bien realizadas en lapsos considerablemente cortos (menos de un segundo a dos o tres segundos), por consiguiente es claramente identificable la necesidad de trabajar la velocidad gestual, para poder salir airoso en cada encuentro deportivo.

- Para poder alcanzar un punto (se considera como punto a cualquier acción que sea realizada con zonas permitidas - pie o mano - y sea impactada en zonas puntuables – parte frontal del tronco con el pie y puño y el área de la cabeza con el pie - y con un grado aceptable de potencia), se necesita imprimir en cada acción ejecutada la fuerza necesaria como para causar el efecto deseado en el oponente; en tal virtud sería un grave error el no considerar la preparación de la fuerza en el momento de estructurar un plan de entrenamiento del deportista.

- Para poder realizar las acciones técnicas propias del TaeKwonDo, se requiere del deportista un alto grado de desarrollo de la flexibilidad, en especial de los miembros inferiores que son los más utilizados durante la competencia.

- La complejidad que representa el ejecutar una técnica de patada ya sea a pie firme o en salto, implica que el deportista debe tener un proceso de entrenamiento de las distintas capacidades coordinativas perfectamente concebidas y estructuradas; así, la solución de los diferentes problemas que se le presentan al competidor en la contienda serán solucionados con mayor facilidad.

1.5.8. Clasificación de las Capacidades Físicas

Se clasifican de la siguiente manera:

- Capacidades condicionales
- Capacidades coordinativas
- Flexibilidad

Capacidades condicionales:

“Las capacidades condicionales serían el conjunto de capacidades que tienen factores limitantes en la disponibilidad de energía y, por consiguiente, en las condiciones orgánico-musculares del hombre.”

En esta categoría entran:

- Fuerza
- Resistencia
- Velocidad

Fuerza

Al momento de hablar de la fuerza es imposible dejar de lado la potencia, porque si se asume que la potencia es "el ritmo temporal al que se realiza el trabajo mecánico", y que puede ser expresado como el producto de la fuerza por la velocidad; es indudable que no pueden estar separadas una de otra o que al hablar de una no se deba hablar obligatoriamente de la otra.

La fuerza y la potencia pueden definirse de diversas formas, dando como resultado varios puntos de vista y de tratamiento como es lógico. Así según el libro Olímpico de la Medicina deportiva (1990), se entiende por fuerza a "la capacidad del músculo para ejercer grandes fuerzas (en sentido físico)", y a la potencia como "la naturaleza explosiva de la producción de la fuerza". En nuestro caso resumiremos los dos conceptos y los asumiremos como uno solo, y entenderemos a la fuerza como la capacidad que tiene un músculo para vencer una resistencia.

Por ello más que hacer diferenciaciones fisiológicas, biomecánicas o físicas para definir la fuerza y la potencia, pueden entenderse según han evolucionado en la terminología práctica del entrenamiento; considerándose a la fuerza como la capacidad que tiene un músculo para realizar un trabajo en una unidad de tiempo y a la potencia como a la naturaleza explosiva de la producción de fuerza.

En el campo deportivo, la importancia de la fuerza y la potencia varían de un deporte a otro a pesar de que todos contienen elementos en los que se precisa de la fuerza y la potencia de nuestros músculos. Dependiendo del tipo específico de actividad, los requerimientos de fuerza y velocidad también son específicos; así en deportes como el levantamiento de pesas, los lanzamientos, los saltos, los sprints en pista, la fuerza y la potencia son de vital importancia; mientras que en modalidades de deportes de resistencia como maratones, esquí de fondo, pruebas de natación de larga duración, la fuerza y la potencia tienen una importancia mucho menor.

En lo que respecta al Taekwondo por las características anotadas anteriormente sobre el desarrollo de un raund en un combate normal (acciones con gran potencia en lapsos muy cortos menores a 4 segundos), la importancia de la fuerza y la potencia es muy alta, ya que se cuenta con centésimas de segundo para poder hacer un impacto certero en el cuerpo del contendor y causar el daño esperado como para obtener la victoria inmediata o para colocarse en superioridad con relación a este.

Clasificación de la fuerza:

Fuerza – Velocidad:

Se entiende por fuerza - velocidad a "la capacidad del sistema neuromuscular de movilizar el potencial funcional para lograr elevados índices de fuerza en el tiempo más breve posible". Es decir es la capacidad de poder realizar acciones con gran fuerza en el menor tiempo posible, pudiendo ser considerada la fuerza - velocidad como FUERZA EXPLOSIVA.

La fuerza explosiva tiene una influencia decisiva en los resultados de las carreras de velocidad, saltos de atletismo, esgrima, boxeo, y es aquí donde se encuentra incluido el Taekwondo.

Fuerza máxima:

La fuerza máxima tiene mucha importancia en deportes como la halterofilia, los lanzamientos de atletismo, los saltos entre otros; y es considerada teóricamente como el máximo peso levantado por cada grupo

muscular; pero dicha magnitud real solo puede ser alcanzada en condiciones externas especiales (electro estimulación o condiciones máximas de estrés).

Fuerza – Resistencia:

También llamada resistencia a la fuerza y que se define como "la capacidad de mantener índices de fuerza medianamente altos, durante el mayor tiempo posible". Esto se traduce como la posibilidad que posee un deportista de vencer la fatiga manteniendo la misma eficiencia mecánica en la ejecución de un determinado ejercicio por un período largo.

La resistencia de fuerza no solo se utiliza para vencer una resistencia externa producida por un implemento o material, sino también por el peso del propio cuerpo del deportista. Este tipo de fuerza se manifiesta especialmente en los deportes cíclicos y en la gimnasia y en distintos tipos de lucha, en los cuales figura como la cualidad más importante al determinar un resultado.

Si bien existen diferentes tipos de fuerza, no se debe pensar que se manifiestan aisladamente en cada una de las prácticas deportivas que se mencionaron; por el contrario en todas y cada una de las disciplinas deportivas existe una compleja interacción de los tres diferentes tipos de fuerza, presentándose una mayor exigencia a un tipo específico de fuerza de acuerdo a la modalidad deportiva que se trate.

En el Taekwondo por ejemplo la manifestación de la fuerza se da de la siguiente manera:

1) Fuerza - velocidad, por el corto tiempo que se dispone para poder realizar una acción técnica eficaz.

2) Fuerza resistencia, debido a la repetición constante de ciertas acciones técnicas; y además porque a pesar de no ser los mismos gestos técnicos, se utilizan para su ejecución grupos musculares similares.

3) Fuerza máxima, ya que se debe tratar de ocasionar en el oponente un daño considerable con tan solo la aplicación de una acción.

Velocidad

La velocidad de un deportista se define como "un conjunto de propiedades funcionales que permiten ejecutar las acciones motoras en un tiempo mínimo", o también la podemos concebir como el cambio que presenta un cuerpo con relación al tiempo.

Si se considera el tiempo que emplea un cuerpo en movilizarse de un punto a otro, se está teniendo en cuenta la velocidad instantánea, (cambio muy rápido y en espacios muy reducidos), característica a tener en cuenta en deportes como los lanzamientos, los saltos, los clavados, en los que las centésimas de segundo de un movimiento cambian el resultado final.

Si se compara el tiempo empleado por un individuo en un recorrido determinado con la magnitud de dicho espacio recorrido. Se obtendrá el valor de la velocidad media alcanzada; lo que representaría por ejemplo que si un individuo que corrió los 100 m en un tiempo de 10 segundos, mantuviera la velocidad de 10 m/s desde el inicio de la carrera conseguiría

repetir en cualquier condición el tiempo de 10 segundos. Este tipo de velocidad se presenta como es obvio en actividades cíclicas, en las que se desplaza el cuerpo en una distancia determinada mediante la ejecución de una acción motora específica.

Una concepción diferente de velocidad se puede tener cuando se considera como velocidad máxima, término que se "aplicará a aquellas pruebas deportivas en las que la velocidad máxima posible está destinada a un solo esfuerzo de corta duración o a esfuerzos máximos repetidos que duran menos de 10 segundos".

Por el complejo desarrollo del deporte se debe tener en cuenta las consideraciones anteriormente anotadas, pero se debe también tener presente que las capacidades de velocidad de un deportista se encuentran influenciadas por factores como:

Caracteres Hereditarios Estables.-

Considerados a todos aquellos caracteres que posee el individuo y que no son susceptibles de ser transformados por el entrenamiento, o en su defecto son muy poco probables de transformación; y entre los cuales se encuentran la coordinación y la velocidad.

El hecho de ser considerada la velocidad como un carácter hereditario estable se debe básicamente a la relación de esta cualidad con la estructura o arquitectura del tejido muscular. Todo ser humano en el momento de concepción recibe el código genético resultante de la combinación de la información proveniente de sus progenitores; como resultado en el plano

muscular, el nuevo ser viene con un porcentaje determinado de fibras de contracción lentas (STF) o fibras rojas, y de fibras de contracción rápida (FTF) o fibras blancas.

La diferencia de las fibras (Contracción lenta STF, y contracción rápida FTF), se debe a la mayor o menor concentración de mioglobina en el musculo; característica que le da a la fibra muscular un mayor poder oxidativo si contiene más cantidad de mioglobina, o más poder glucolítico si contiene menos mioglobina.

La Técnica.-

Otro elemento que influencia mucho el resultado final de la velocidad como tal es la técnica, o dominio del gesto técnico que realiza un deportista. Concebida la técnica como la utilización racional de las acciones mecánicas que es capaz de generar el cuerpo; mientras mayor sea el dominio de dichas acciones mecánicas (gesto técnico), menor será el tiempo empleado en su ejecución.

Este factor es decisivo en la consecución de resultados deportivos en todo nivel, pero como es evidente mucho más en el alto rendimiento; y mucho más en deportes en los que el resultado final depende del máximo aprovechamiento de las fracciones de segundo en la que se desarrollan las acciones de la competencia.

En consecuencia no se debe dejar de lado el análisis del componente de la técnica al tratar de comparar las velocidades alcanzadas o desarrolladas por dos individuos diferentes, y mucho más en deportes como el

Taekwondo en los que el resultado final de una acción depende en gran porcentaje del perfecto manejo de la técnica.

Por lo anteriormente mencionado, queda claro que la velocidad como tal juega un papel importante en el Taekwondo, en especial la velocidad instantánea, ya que las acciones que realiza el Taekwondoka para poder alcanzar un punto no son más que los cambios rápidos en la posición de sus extremidades con relación al tiempo y al espacio.

Adicionalmente se debe tener en cuenta que no todos las personas que practican Taekwondo tienen la misma posibilidad de llegar a ser deportista de alto nivel, por la alta influencia que ejerce en la cualidad de la velocidad el factor genético.

Clasificación de la velocidad:

Velocidad de reacción:

Se conoce con este nombre a la facultad del sistema nervioso para captar un estímulo y convertirlo en una contracción muscular o movimiento, lo más rápido posible.

Velocidad de contracción:

Es la frecuencia de contracciones musculares determinada por los impulsos nerviosos. Por ejemplo, en una carrera de velocidad, tendrá ventaja el que más veces, y más rápido, contraiga los músculos.

Velocidad-resistencia:

Es la capacidad que tiene un músculo o grupo de músculos para mantener un determinado movimiento a la máxima velocidad, durante un cierto tiempo. Las carreras de velocidad en natación son un claro ejemplo de esta capacidad.

Rapidez de reacción:

El Taekwondoka depende mucho de esta capacidad al menos cuando esta juega el papel de contra atacador durante el combate, pues se ve en la obligación de reaccionar a los ataques de su contrario, ya sea mediante defensas o contraataques, si por el contrario el atleta juega el rol de atacador la dependencia de en esta capacidad persiste parcialmente porque en la mayoría de los casos el ataque se realiza como respuesta a las oportunidades que brinda el oponente en algún instante de descuido, muy pocos ataques se realizan por capricho o antojo, sin tener en cuenta las acciones del oponente.

Resistencia a la rapidez:

Avala la relación de trabajos en condiciones lactacidémicas, mediante el desarrollo del sistema anaeróbico láctico, a través de una mayor producción y tolerancia al lactato.

Resistencia

Por mucho tiempo se consideró al término resistencia como único para poder definir la capacidad de trabajo que puede demostrar un individuo; con

el paso de los años y el continuo incursionar de las ciencias en el deporte, se llegó a realizar la diferenciación de la cualidad de resistencia en dos tipos:

- Aeróbica
- Anaeróbica

La resistencia aeróbica como la anaeróbica, tienen su similitud en que dependen de la transformación de la energía química del cuerpo (personalizada por el ATP), en energía mecánica para la mantención de la actividad física; pero la gran diferencia radica en los substratos energéticos que posibilitan el trabajo mecánico.

Si bien cualquier actividad que cumple el ser humano depende de la producción de energía, efecto que se sucede por la descomposición y re síntesis del ATP (Adenosíntrifosfato) en el organismo; la descomposición y re síntesis del mismo se da por las dos vías anotadas anteriormente (una vía aeróbica y una vía anaeróbica); y cada una utiliza un substrato energético propio para la producción de energía. A continuación se realiza una síntesis de cada una de ellas.

Resistencia Anaeróbica.-

Se entiende como trabajo anaeróbico a todo aquel en el que la producción de energía del organismo no depende del consumo o transporte de oxígeno desde los tejidos hasta los músculos activos, En sentido literal son actividades realizadas en ausencia de oxígeno.

En este tipo de actividades podemos reconocer dos variantes muy bien definidas:

- Anaeróbica aláctica
- Anaeróbica láctica

Anaeróbica Aláctica.-

Actividades que tienen como fuente de energía el ATP (Adenosíntrifosfato) y el PC (Fosfocreatina o créatinfosfato), y que tiene su influencia cuando se realizan acciones de altísima intensidad pero de muy corta duración (algunos autores consideran el límite de los 10 segundos, teniendo como ejemplo clásico la carrera de 100 m, pero actualmente se está manejando mucho el concepto de que la influencia de esta vía se presenta entre los 0 a 6 segundos).

La producción de energía del organismo bajo estas condiciones está dada en función de la capacidad que tenga el individuo de utilizar las reservas de ATP y PC almacenadas en los músculos; razón por la cual es considerada la fuente principal de energía del ser humano.

Cabe señalar que dicha reserva (en lo que ha cantidad se refiere), es única e invariable desde ese momento, lo que se consigue por medio del entrenamiento es el óptimo aprovechamiento de estos substratos energéticos para la producción de energía.

Anaeróbica Láctica.-

Actividades que tienen como fuente de energía la degradación de los hidratos de carbono pero en ausencia del oxígeno, y que se caracterizan por ser acciones de alta intensidad y de corta duración (según los estudios realizados se ha determinado que la mayor influencia de esta vía energética se encuentra en actividades que duran alrededor de los 50 segundos, donde el mejor exponente son las carreras de 400m en el atletismo).

La teoría marca que la influencia de esta vía metabólica se encuentra entre los 10 segundos y los 3 minutos; y donde la producción de energía se da por medio de la descomposición del glucógeno muscular, específicamente por una reacción no oxidativa (es decir no interviene el oxígeno), dando como resultado:



Razón por la cual recibe el nombre de anaeróbica láctica, o sistema energético del ácido láctico, el valor de conocer estas diferencias en el taekwondo es de vital importancia debido a que en determinados momentos del combate se recurre a la producción de energía en base a la vía aláctica, pero como el tiempo que se sucede de una acción de este tipo y la subsiguiente no es el necesario para permitir la re síntesis completa del ATP por medio de la misma, se recurre también a la producción de energía por medio de la vía láctica.

Resistencia Aeróbica.-

Se conoce como trabajo aeróbico a todas aquellas actividades en las que la producción de energía está íntimamente relacionada con el transporte del oxígeno desde los tejidos hasta los músculos activos en cualquier actividad que realiza el ser humano.

La energía generada por este sistema es producto de la hidrólisis del ATP, que se consigue por la descomposición de los hidratos de carbono, grasas o proteínas en el ciclo de Krebs; cada una en el orden en que están enunciadas.

Dependiendo de la intensidad del trabajo aeróbico, existe un predominio de uno u otro substrato para la producción de energía; además de la dependencia en la duración del mismo. Mientras más corto e intenso es el trabajo aeróbico la producción de energía se realiza a favor de los hidratos de carbono, y mientras menos intensa y más larga es la actividad la producción de energía se hace a partir de las grasas.

Actividades como el Taekwondo donde el control del peso corporal es permanente debido a que las competencias se realizan de acuerdo a las categorías de peso, y la actividad competitiva propiamente dicha se lleva a cabo en un lapso de 9 minutos totales; el conocer la diferencia entre actividad aeróbica de corta y larga duración será de mucha ayuda en el momento de querer realizar un plan de entrenamiento.

Además se debe tener en cuenta que para poder obtener el desarrollo de las demás cualidades físicas del deportista, es indispensable contar con una

muy buena base aeróbica; base que depende directamente de la actividad específica que desarrolle el deportista, porque mientras mayor sea el tiempo de duración de la prueba mayor también será la necesidad de desarrollar esta vía metabólica.

Potencia

La potencia es la capacidad de la musculatura de contraerse venciendo una resistencia que se opone al acercamiento de sus puntos de inserción.

Diferencias entre fuerza y potencia

Desde el aspecto funcional todos los movimientos en los cuales debe vencerse una resistencia a la mayor velocidad posible pueden ser considerados movimientos de potencia (saltos, lanzamientos).

La potencia sólo se identifica a través de sus efectos, cuanto mayor sea la aceleración que una persona pueda imprimir a su masa corporal en un tiempo determinado mayor será la potencia de que disponga.

Para que un movimiento pueda ser calificado de potente deben darse dos condiciones primordiales:

- El movimiento debe vencer relativamente grandes resistencias que lo dificulten
- Deben alcanzarse relativamente grandes aceleraciones

La potencia en relación con la velocidad:

Cuando se habla de velocidad se define como la capacidad condicional de realizar acciones motoras en el menor tiempo posible en las condiciones dadas. La potencia en un deportista es la capacidad para vencer una resistencia mediante una alta velocidad de contracción, es hablar de la cantidad de fuerza utilizada en cierta velocidad de reacción. Esta capacidad es decisiva en las disciplinas de sprint. Además es importante para la mayoría de los deportes, canotaje y esquí de velocidad, carreras ciclísticas en pista, Taekwondo, karate, etc. En la velocidad como en la potencia hay prerequisites esenciales, como la movilidad de los procesos nerviosos, el rendimiento en fuerza rápida, la flexibilidad, la elasticidad y la capacidad de relajación de los músculos, la calidad de la técnica deportiva, la fuerza de voluntad y los mecanismos bioquímicos.

La potencia está referida al accionar de un grupo muscular en un esfuerzo físico determinado, como en el caso de la movilización de una carga, ajustándola a la variable tiempo o fuerza (conocida como potencia muscular) o a la producida en un gesto o práctica deportiva, como en el caso de un remate en vóley o el lanzamiento de la jabalina, entre otros, en los que interactúan la fuerza y la velocidad. Este concepto de potencia está más referido dentro de la fórmula física, a fuerza \times velocidad. Esto quiere decir, a la adecuada armonización de la velocidad y la fuerza (como cualidades físicas orgánicas) que se le debe imprimir a un gesto deportivo, o a cualquier conducta motriz.

Capacidades coordinativas:

“Las capacidades coordinativas son definibles como aquellas que permiten organizar y regular el movimiento” del cuerpo. Gracias a personajes y atletas como Grosser, Platonov, Weineck, Freg, Hirts, etc., en general que dedicaron su vida al análisis de cualidades coordinativas que son requisitos indispensables para el rendimiento en una amplia categoría de tareas motrices. Esto significa que una capacidad coordinativa jamás es el único requisito para obtener un determinado rendimiento, sino que la estructura condicionante consta siempre de varias cualidades coordinativas que se encuentran en relación estrecha entre sí y, a menudo, también actúan en combinación con capacidades o cualidades intelectuales, volitivas o de la condición física.

Su nombre proviene de la capacidad que tiene el cuerpo de desarrollar una serie de acciones determinadas.

Clasificación, son las siguientes:

Diferenciación:

Es la capacidad de lograr una exactitud y economía (coordinación fina) de movimiento de cualquier parte del cuerpo y de las fases mecánicas del movimiento total. Permite ejecutar en forma finamente diferenciada los parámetros dinámicos, temporales o espaciales del movimiento sobre la base de percepciones detalladas del tiempo, el espacio y la fuerza. Es determinante en la dosificación de los impulsos contra el piso, o la fuerza en los golpes, en el perfeccionamiento del gesto técnico y en las figuras de los

deportes con componentes estéticos. La capacidad de diferenciación también comprende a la destreza como capacidad para llevar a cabo una coordinación fina de movimientos de cabeza, pies y manos; y a la capacidad de distensión muscular (relajación) que conduce a una regulación consiente del tono muscular. Los métodos para su desarrollo son todos los ejercicios en los cuales hay un gradual aumento de la precisión o impulso; los saltos de alturas y distancias variadas; tiros al blanco a distancias crecientes y decrecientes, desde posiciones diversas; la autoevaluación sobre las condiciones y posiciones de los propios segmentos corporales en forma estática y dinámica, a través de puntos de referencia en la ejecución del gesto, con una creciente profundización de la capacidad de autoevaluación.

Orientación:

Esta capacidad permite modificar la posición y el movimiento del cuerpo en el espacio y en el tiempo, con referencia a un campo de acción definido, o a un objeto móvil.

El principal movimiento recae en el cuerpo en su totalidad y no en el de sus partes, respecto a un objeto inmóvil o en movimiento y respecto a su propio eje principal. La percepción de la posición y del movimiento en el espacio y de la acción motora para cambiar la posición del cuerpo debe entenderse como una unidad, o sea, como la capacidad para controlar el movimiento del cuerpo orientado. Los métodos para desarrollarla son la observación de otros ejecutantes en movimiento y parados; los cambios de posición en el espacio, sobre distancias prefijadas; la utilización de espacios

diferentes a los estándar (terreno reducido, cancha más grande, etc.); el uso de un número diferente de adversarios, implementos de juego de dimensiones distintas; la observación y el conocimiento del espacio que ocupan, del movimiento que deben hacer los otros (roles); el empleo de posiciones, condiciones y movimientos inusitados (verticales, ruedas, vuelcos); la posibilidad de auto observación simultánea o diferida (espejos, videotape); la inserción progresiva al objeto principal del ejercicio de posteriores elementos estables o inestables en el campo visual del ejecutante.

Equilibrio:

Es la capacidad de mantener el cuerpo en posición de equilibrio (equilibrio estático), de mantenerlo equilibrado durante la ejecución de acciones de movimiento (equilibrio dinámico) o recuperar este estado después de la ejecución de las mismas. Es determinante en el caso de desplazamientos acrobáticos y/o perturbaciones o variaciones imprevistas de los apoyos. Se distingue un equilibrio estático que se efectiviza durante las posiciones de descanso relativo del cuerpo y en movimientos lentos; y un equilibrio dinámico caracterizado por rápidos y amplios desplazamientos, realizados prevalentemente a través de aceleraciones angulares. En el primer caso, la mayor parte de las regulaciones son desarrolladas por los analizadores cinestésicos y táctiles y sólo en parte por los analizadores vestibular y óptico. En el segundo caso, la información vestibular estimulada por las aceleraciones angulares es claramente predominante (Blume, 1978). Los métodos para desarrollarla son todos aquellos ejercicios que estimulan

el equilibrio del cuerpo o de implementos controlados por el cuerpo mismo. Particularmente indicados son los ejercicios de acrobacia elemental.

Anticipación:

Esta capacidad se manifiesta morfológicamente en la adecuación desde la fase anterior del movimiento principal o de un movimiento previo a otro que continúa. Esta preparación previa generalmente no se puede captar en un movimiento simple, pero, sin embargo, esto es más fácil en las combinaciones de habilidades.

En la combinación de recibir y lanzar el balón, esta capacidad se manifiesta en la capacidad que tenga el alumno de anticipar el movimiento de lanzar antes o durante la acción de recibir.

En toda fase preparatoria se encuentra la anticipación de la fase principal. Cuando se realiza el salto de altura con impulso o el lanzamiento de jabalina, esta carrera en sus últimos pasos, no constituye un simple movimiento de correr, sino que este adopta un ritmo y una forma especial en correspondencia con la tarea a seguir. En estos casos, el deportista se plantea a menudo en su mente la trayectoria del movimiento una y otra vez. Durante su ejecución se concentra cada vez más en la parte siguiente del ejercicio, solo de esta manera es posible un enlace fluido. En el deporte se da frecuentemente el lado de la anticipación del propio movimiento, la anticipación de otro movimiento, la de un balón, de un jugador contrario o de uno del propio equipo. En este caso se trata de una anticipación de movimientos ajenos.

Esta anticipación solo llega a ser adquirida mediante la relación con los objetos y personas correspondientes en las situaciones determinadas, con esto se quiere decir, que la anticipación justa y apropiada de movimientos ajenos presupone necesariamente una experiencia motriz de las diferentes situaciones.

Acoplamiento:

Permite unir habilidades motrices automatizadas y también se encarga de la coordinación segmentaria de los miembros superiores e inferiores. Se expresa en la interacción de parámetros espaciales, temporales y dinámicos de movimiento.

Los métodos para desarrollarla son el encadenamiento gradual, parcial o total entre dos habilidades con acento en algunos componentes; los ejercicios de coordinación segmentaria entre miembros superiores o inferiores, en forma simultánea, sucesiva, alternada, con movimientos simétricos, cruzada o sobre planos diversos, asincrónica; el desarrollo progresivo de la lateralidad, explotando movimientos asimétricos, con dificultad creciente desarrollada en forma ambidiestra; la combinación de habilidad con resistencias variadas, que crean inconvenientes al enlace de movimientos.

Ritmo:

Es la capacidad de dar un sustento rítmico a las acciones motrices (movimientos globales y parciales), es decir, de organizar los compromisos musculares de contracción y des contracción según un orden cronológico.

Forma parte de esta capacidad el saber adaptarse a un ritmo establecido o imprevistamente cambiado. Es determinante en el aprendizaje de cualquier movimiento deportivo y de desarrollo táctico de situaciones en las cuales se prevén variaciones de frecuencia de movimientos. Los métodos para su desarrollo se basan en las variaciones del ritmo de ejecución en los movimientos de aumento, disminución o frecuencia constante, la recuperación de la frecuencia de movimientos y la acentuación acústica de los ritmos de ejecución.

Cambio:

Es la capacidad de adaptación de un individuo a las nuevas situaciones de movimiento que se presentan durante la ejecución de una actividad física que presenta numerosas interferencias del entorno, los contrarios o los compañeros.

Reacción:

Es la capacidad que permite reaccionar a estímulos como respuesta a una señal, con acciones motrices adecuadas. Las reacciones pueden dividirse en:

- **Simples:** Todas las respuestas del organismo a una señal imprevista ya conocida, en forma de un movimiento claramente definido previamente. Los estímulos pueden ser señales ópticas, acústicas, táctiles, cinestésicas.
- **Complejas:** Son todas las respuestas del organismo, en forma de acción motriz no predeterminada, a una señal no claramente conocida

previamente. La reacción compleja se basa en gran medida en la capacidad de anticipación y depende notablemente de los conocimientos y de la experiencia. En general, una mayor información favorece a los ejecutantes más experimentados que están en condiciones de elaborar más estímulos informativos. Si la información disminuye, esta diferencia disminuye. Se ha observado que las reacciones deportivas complejas mejoran con el entrenamiento.

Flexibilidad:

En el contexto del deporte se utiliza el término flexibilidad para definir la cantidad de movimiento que es capaz de producir una articulación y se puede asumir como:

“La flexibilidad comprende propiedades morfo funcionales del aparato locomotor que determina la amplitud de los distintos movimientos del deportista”, o “La amplitud de movimiento de una sola articulación o una serie de articulaciones y refleja la capacidad de las unidades musculotendinosas para alongarse tanto como se lo permitan las restricciones físicas de la articulación”

A diferencia de las anteriores cualidades físicas, la flexibilidad es una capacidad que se va perdiendo desde que se nace.

En esta cualidad las mujeres poseen mayores niveles de flexibilidad que los hombres. Sus articulaciones permiten mayor movimiento, además poseen menos tono muscular que contribuye aún más.

La flexibilidad es necesaria en muchos deportes en los cuales se requieren amplios movimientos articulares como el Taekwondo, pero también se necesita en deportes en los que se debe desarrollar fuerza explosiva, pues cuanta más flexibilidad mayor será el recorrido y por tanto mayor el impulso que se obtendrá.

Es importante para todos los deportistas entrenar la flexibilidad, porque aparte de las razones comentadas, poseer flexibilidad previene de muchas lesiones. La flexibilidad se entrena por medio de los llamados estiramientos, que muchas veces se incluyen en los ejercicios de calentamiento previos al inicio de la competición o al entrenamiento.

Movilidad:

La movilidad es la capacidad del individuo de alcanzar las máximas aptitudes articulares, acompañadas de las elongaciones de los músculos y articulaciones correspondientes.

Tipos de movilidad:

Movilidad activa:

Que se pueden dividir en:

Movimientos activos relajados: Producen un fortalecimiento de los músculos que rodean la articulación por lo que se evita una inestabilidad de la misma. Son los más adecuados en la edad escolar.

Movimientos activos forzados: Además se consigue mayor amplitud de movimiento, debido a una ayuda externa, como puede ser un compañero.

Movilidad pasiva:

Que a la vez se puede dividir en:

Movimientos pasivos relajados: Hay una relajación de toda la musculatura, solo actúa el peso del cuerpo. Pueden ser utilizados en edad escolar.

Movimientos pasivos forzados: La acción de la musculatura sobre el ejercicio es nula, por lo que solo es posible con la colaboración externa de un compañero. Se consiguen las mayores amplitudes, pero no hay fortalecimiento y por lo tanto, pueden crear inestabilidad articular. No son aconsejables en edades escolares.

Para terminar el análisis de este punto relacionado a las capacidades a interpretar por el "SISTEMA DE ENTRENAMIENTO PARA ARTES MARCIALES", se toma dos aspectos principales para el desarrollo, interpretación y monitoreo los cuales son:

- **Fuerza**(como medición indirecta a los golpes), o se lo conoce comúnmente como precisión ya que una variable de fuerza es un parámetro medible en relación a un sistema de referencia por lo cual se lo interpretaría como una variación de la cercanía hacia el objeto o punto de trabajo en el cual se encuentra implementado el sensor de fuerza o deformación dando como mayor energía si el sensor es impactado en su punto central y en caso

contrario simplemente se ejercerá una relación de acuerdo a la lejanía del golpe con respecto a la posición de dicho sensor de deformación o fuerza .

- **Velocidad**(como velocidad de reacción), se la toma en cuenta ya que en la actividad deportiva, si un golpe se genera con menor tiempo entre su inicio y finalización la conservación de energía o resistencia de un deportista es más eficiente por ende se puede planificar de mejor manera el proceso de entrenamiento con el sistema desarrollado, más adelante en este documento se puede hacer mediciones precisas de cuánto tarda un deportista en reaccionar a un estímulo visual para generar una técnica o golpe y así medir que velocidad o tiempo de reacción se obtiene para un análisis posterior sobre el proceso de entrenamiento.

1.6. Redes Inalámbricas

1.6.1. Introducción

En los últimos años las redes inalámbricas locales, Wireless Local Area Network (WLAN), han ganado muchos reconocimientos por su facilidad de implementación en varios sectores tales como hospitales, fabricas, bodegas, tiendas de autoservicio, tiendas departamentales, pequeños negocios y áreas académicas. Las redes inalámbricas permiten a los usuarios acceder a información y recursos en tiempo relativamente reducido sin necesidad de estar físicamente en un sólo lugar. Con WLANs la red por sí misma es móvil, se elimina la necesidad de usar cables y establece nuevas aplicaciones añadiendo flexibilidad a la red llevando a lo más importante incrementa la productividad y eficiencia en las actividades diarias de la empresa. Un

usuario dentro de una red inalámbrica puede transmitir y recibir voz, datos y video dentro de diferentes tipos de infraestructuras e inclusive sobre áreas metropolitanas a velocidades de hasta 11 Mbps.

Muchos de los fabricantes de computadoras y equipos de comunicaciones como PDAs (Personal Digital Assistants), módems, microprocesadores inalámbricos, lectores de punto de venta y otros dispositivos están introduciendo aplicaciones en soporte a las comunicaciones inalámbricas. Las nuevas posibilidades que ofrecen las WLANs son permitir una fácil incorporación de nuevos usuarios a la red, lo que normalmente se conoce con escalabilidad, ofrecen una alternativa de bajo costo a los sistemas cableados, además de la posibilidad para acceder a cualquier base de datos o cualquier aplicación localizada dentro de la red.

1.6.2. ¿Qué es una Red Inalámbrica?

Una red inalámbrica utiliza ondas de radio para conectar dispositivos, pueden ser ordenadores o aplicaciones para algún tipo de tarea específica, ya sea establecer conexiones a Internet o a la red de su preferencia.

En términos simples una red inalámbrica necesita de un medio o canal de comunicación sin la necesidad de elementos físicos conectados desde su transmisor hacia su receptor y viceversa, este medio se lo conoce comúnmente como “el aire” como medio de transporte para llevar la información a donde sea requerida.

1.6.3. Ventajas de las Redes Inalámbricas

A continuación se detallan las siguientes ventajas:

Comodidad:

Acceder a los recursos de red desde cualquier ubicación dentro del área de cobertura de la red inalámbrica.

Movilidad:

Se elimina la forma de manejo cableada tradicional, como ocurría con una conexión por cable. Existe la posibilidad de conectarse en line, por ejemplo, desde una sala de conferencias.

Productividad:

El acceso inalámbrico a Internet, recursos y a las aplicaciones de su empresa ayuda al personal a mejorar el trabajo y fomenta la colaboración mutua.

Instalación sencilla:

No existe accesos cableados, por tanto, la instalación puede ser rápida y económica.

Capacidad de ampliación:

Puede ampliar fácilmente las redes inalámbricas con el equipo existente, mientras que una red por cable requiere cableado adicional.

Seguridad:

Los avances en las redes inalámbricas proporcionan una seguridad sólida.

Costo:

Puesto que las redes inalámbricas eliminan o reducen los costos de cableado, su funcionamiento puede resultar más económico que el de las redes por cable.

1.6.4. Desventajas de las Redes Inalámbricas

- Todavía no hay estudios certeros sobre la peligrosidad (o no) de las radiaciones utilizadas en las redes inalámbricas.
- Pueden llegar a ser más inseguras, ya que cualquier persona cerca podría acceder a la red inalámbrica. De todas maneras, se les puede agregar la suficiente seguridad como para que sea difícil descifrar.

1.6.5. Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN)

Una red inalámbrica de área personal (WPAN) incluye redes inalámbricas de corto alcance que abarcan un área de algunas decenas de metros. Este tipo de red se usa generalmente para conectar dispositivos periféricos (por ejemplo, impresoras, teléfonos móviles y electrodomésticos) o un asistente personal, en la actualidad pueden ser teléfonos inteligentes a un ordenador sin conexión por cables. También se puede interconectar dos ordenadores cercanos, se utilizan varios tipos de tecnología para las WPAN:

La primera tecnología es Bluetooth, lanzado por Ericsson en 1994. Ofrece una velocidad máxima de 1Mbps con un alcance máximo de 30 metros. La tecnología Bluetooth, también conocida como IEEE 802.15.1, tiene la ventaja de bajo consumo de energía, algo que resulta ideal para dispositivos de pequeño tamaño.

Como segunda tecnología esta HomeRF (Home Radio Frequency), lanzada en 1998 por HomeRF Working Group (que incluye a los fabricantes Compaq, HP, Intel, Siemens, Motorola y Microsoft, entre otros) ofrece una velocidad máxima de 10Mbps con un alcance de 50 a 100 metros sin amplificador. A pesar de estar respaldado por Intel, el estándar HomeRF se abandonó en enero del 2003, en gran medida porque los fabricantes de procesadores empezaron a usar la tecnología Wi-Fi en placa (por medio de la tecnología Centrino, que incluía un microprocesador y un adaptador Wi-Fi en un solo componente).

Como tercera tecnología tenemos Zigbee (también conocida como IEEE 802.15.4) también se puede utilizar para conectar dispositivos en forma inalámbrica a un costo muy bajo y con bajo consumo de energía. Resulta particularmente adecuada porque se integra directamente en pequeños aparatos electrónicos (como por ejemplo, electrodomésticos, sistemas estéreos, juguetes, etc.). Zigbee funciona en la banda de frecuencia de 2.4GHz y en 16 canales, y puede alcanzar una velocidad de transferencia de hasta 250 Kbps con un alcance máximo de unos 100 metros.

Para concretar la tecnología de conexiones Infrarrojas, que se las puede utilizar para crear conexiones inalámbricas en un radio de pocos metros, con velocidades que pueden alcanzar unos pocos megabits por segundo. Esta tecnología se usa ampliamente en aparatos electrónicos del hogar (como los controles remotos), pero puede sufrir interferencias debido a las ondas de luz. La IrDA (infrared Data Association), creada en 1995, tiene más de 150 miembros. A continuación se presenta la Tabla 1, con un resumen de las características más importantes en las redes inalámbricas de área personal:

Tabla 1:
Características de los dispositivos inalámbricos de área personal.

Dispositivo	Frecuencia	Distancia	Velocidad	Consumo
Bluetooth	2.4 GHz (no licencia)	10-100 metros	3Mbps	>40 mAh
Home RF	2.4 GHz (no licencia)	50-100 metros	10Mbps, 5Mbps, 1.6Mbps, 800Kbps	>40 mAh
Zigbee		>30 metros	250Kbps	<30 mAh
Infrarrojo	38 KHz(depene de la portadora)	<5 metros	4.6Mbps	<30 mAh

1.6.6. Módulos Inalámbricos X-BEE

MaxStream, que ahora forma parte de Digi International, es una empresa líder mundial en el desarrollo de módems de conexión a redes inalámbricas para dispositivos electrónicos. MaxStream dispone de módulos, de módems inalámbricos, módems por radio independientes, servicios de diseño de radiofrecuencia y el software correspondiente

Los módulos XBee y XBee-PRO (fabricados por MaxStream), son los primeros productos resistentes de uso industrial con homologación ZigBee, se basan en una plataforma compatible con ZigBee, y cuentan con un rango y una fiabilidad líderes en el sector.

En la Figura 1, se muestra uno de los tantos dispositivos que posee la empresa MaxStream, como es el módulo XBEE.



Figura 1: Módulo XBEE con homologación ZigBee

Los módulos XBee y XBee-PRO OEM RF presentan una solución excepcionalmente potente para los numerosos mercados que adoptan la conexión a redes inalámbricas para sus aplicaciones de comunicaciones de datos. La línea de productos XBee se puede encontrar en diversas aplicaciones industriales y comerciales, como sensores remotos, control y manipulación de robots, control de equipos y automatización. Si bien existen bastantes módulos inalámbricos, estos son los que mantienen la relación exacta entre precio y calidad, y debido a su pequeño tamaño y fácil

programación (sólo requiere una conexión serial) son ideales para cualquier proyecto.

1.6.7. El Estándar IEEE 802.15.4

Las características más importantes en este estándar son la flexibilidad de la red, bajos costos, bajo consumo de energía; este estándar se puede utilizar para muchas aplicaciones en el hogar que requieren una tasa baja en la transmisión de datos.

No es la primera vez que se intenta establecer una red en el hogar para ofrecer soluciones a su propietario. Los intentos por lograr esta meta se pueden clasificar fácilmente en dos grupos: los que utilizan alambres y los inalámbricos.

Los principales sistemas en la parte cableada, como las líneas telefónicas, módems por cable y líneas de transmisión de energía eléctrica. Cada uno de ellos ofrece ventajas y desventajas que dependen principalmente en sus capacidades de ancho de banda, instalación, mantenimiento y costo entre otros.

La clave de motivación para el uso de tecnología inalámbrica es la reducción en los gastos de instalación, ya que no es necesario cambiar el cableado. Las redes inalámbricas implican un gran intercambio de información con un mínimo de esfuerzo de instalación. Esta tendencia es impulsada por la gran capacidad de integrar componentes inalámbricos de una forma más barata y el éxito que tienen otros sistemas de comunicación inalámbrica como los celulares.

Varias aplicaciones dentro del hogar están vislumbrando la necesidad de comunicación. En términos generales, estos se pueden clasificar en conexión a Internet, conexión multi-PC, redes de audio y video, automatización del hogar, ahorro de energía y seguridad. Cada uno de ellos tiene diferentes necesidades de ancho de banda, costos y procedimientos de instalación. Con el gran crecimiento de Internet, las mayores preocupaciones de los diseñadores es el satisfacer la necesidad de compartir conexiones de alta velocidad.

En el otro lado del espectro, las aplicaciones como la automatización del hogar y aplicaciones de seguridad han relajado dichas necesidades. Estas aplicaciones no pueden manejar protocolos muy pesados ya que afectarían seriamente en el consumo de energía y requerirían de mayor poder de procesamiento.

Como ejemplo se considera un detector de temperatura pequeño en una ventana. Este sensor no necesita reportar la información más que unas pocas veces por hora, es discreto y tiene un precio muy bajo. Este tipo de aplicaciones se manejarían muy bien con un enlace de comunicación inalámbrica de baja potencia. El uso de cables (de comunicaciones o de energía) es impráctico por el uso mismo de la ventana. Además, los costos de la instalación del cable excederían en varias veces el costo del sensor. Además se prefiere que los aparatos consuman muy poca energía ya que el cambio constante de las baterías se considera poco práctico. La tecnología 802.11 (WLAN) resultaría impráctica ya que solo satisface los requerimientos de conexión. Bluetooth se concibió originalmente como un sustituto del

cable, pero se ha llevado sobre un camino más complejo, haciéndolo impráctico para aplicaciones de bajo consumo. La tendencia a la complejidad ha incrementado los costos provistos para esta tecnología. Ambos dispositivos, bluetooth y 802.11, requerirán un cambio de baterías algunas veces al año, lo que resulta inconveniente si se tienen varias ventanas en esta aplicación como es el caso de una casa con varias ventanas.

En el año 2000 dos grupos especialistas en estándares (ZigBee y el grupo 15 de trabajo IEEE 802) se unieron para dar a conocer la necesidad de un nuevo estándar para redes inalámbricas de bajo consumo y por lo tanto bajos costos en ambientes industriales y caseros. Dando como resultado que en diciembre de ese año el comité para nuevos estándares IEEE NesCom (New Standards Committee) designara oficialmente un nuevo grupo de trabajo para el desarrollo de un nuevo estándar de baja transmisión en redes inalámbricas para áreas personales (LR-WPAN), con lo que nació el estándar que ahora se conoce como el IEEE 802.15. Algunas características de alto nivel del 802.15.4 se resumen en la Tabla 2:

Tabla 2:
Características IEEE 802.15.4.

Propiedad	Rango
Rango de Transmisión de datos	868 MHz: 20kb/s; 915 MHz: 40kb/s; 2.4 GHz: 250 kb/s.
Alcance	10 – 20 m.
Latencia	Abajo de los 15ms.
Canales	868/915 MHz: 11 canales. 2.4 GHz: 16 canales.
Banda de frecuencia	Dos PHY: 868/915 MHz y 2.4 GHz.
Direccionamiento	Cortos de 8 bits o 64 bits IEEE
Canal de acceso	CSMA-CA y rasurado CSMA-CA
Temperatura	El rango de temperatura industrial: -40° a +85°C

1.6.8. Tipos de Módulos X-BEE

MaxStream fabrica más de 70 tipos de módulos XBee con diferentes antenas, potencia y capacidades. Muchas de las características de los módulos XBee tales como velocidad de transmisión y canales por ejemplo pueden ser configurados utilizando el software X-CTU o directamente desde un microcontrolador.

En la Tabla 3, se realiza una comparación entre los módulos de la serie1:

Tabla 3:
Tabla Comparativa de Módulos X-BEE S1, S2, 900.

Información	X-BEE Serie 1	X-BEE Serie 2	X-BEE 900
Rango en Interiores	30 metros	40 metros	370 metros
Rango en Exteriores	100 metros	120 metros	24 Kilómetros
Poder de Transmisión	1mW(0 dbm)	2mW(+3 dbm)	693mW(+28.4 dbm)
Velocidad de Datos RF	250 Kbps	250Kbps	230Kbps
Sensibilidad del Receptor	-92 dbm(1% PER)	-98 dbm(1% PER)	-106 dbm(1% PER)
Voltaje de Operación	2.8 - 3.4 V	2.8 - 3.6 V	3.0 - 3.6 V
Consumo de Corriente en Transmisión	45 mA (@ 3.3 V)	40 mA (@ 3.3 V)	265 mA (@ 3.3 V)
Consumo de Corriente en Recepción	50 mA (@ 3.3 V)	40 mA (@ 3.3 V)	80 mA (@ 3.3 V)
Corriente en Bajo Consumo	10 uA	1 uA	60 uA
Frecuencia	ISM 2.4 GHz	ISM 2.4 GHz	ISM 900 MHz
Topologías de Red Soportadas	Punto a Punto, Estrella	Punto a Punto, Estrella, Malla	Punto a Punto, Estrella

1.6.9. Modos de Funcionamiento para los Módulos X-BEE

Existen 5 modos de operación que se detallan a continuación:

- **Modo Recibir/transmitir:**

Un modo de funcionamiento mediante uso de un ACK (confirmación de paquetes) o no para realizar comunicaciones punto a punto y punto a multipunto.

- **Modo Bajo Consumo:**

En este modo solo se requiere de ciertos comandos para su configuración y cuando existe un cambio de nivel o flanco en los voltajes se enciende la recepción o transmisión de los datos para establecer la comunicación.

- **Modo Comando**

En este modo se envían ciertos código denominados comandos AT, que simplemente es un encadenamiento de caracteres para luego ser decodificados por el modulo extrayendo los valores para ser configurados.

- **Modo Transparente:**

En este modo todo lo que ingresa por el pin 3 (Data in), es guardado en el buffer de entrada y luego transmitido y todo lo que ingresa como paquete RF, es guardado en el buffer de salida y luego

enviado por el pin 2 (Data out), ver Figura 2. El modo Transparente viene por defecto en los módulos XBee.

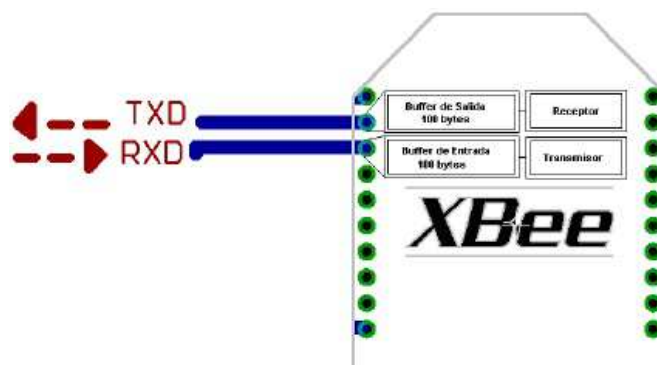


Figura 2: Pines de Transmisión y Recepción en X-BEE.

Este modo está destinado principalmente a la comunicación punto a punto, donde no es necesario ningún tipo de control. También se usa para reemplazar alguna conexión serial por cable, ya que es la configuración más sencilla posible y no requiere una mayor configuración. En este modo, la información es recibida por el pin 3 del módulo XBee, y guardada en el buffer de entrada. Dependiendo de cómo se configure el comando RO, se puede transmitir la información apenas llegue un carácter (RO=0) o después de un tiempo dado sin recibir ningún carácter serial por el pin 3. En ese momento, se toma lo que se tenga en el buffer de entrada, se empaqueta, es decir, se integra a un paquete RF, y se transmite. Otra condición que puede cumplirse para la transmisión es cuando el buffer de entrada se llena, esto es, más de 100 bytes de información.

En este modo se basa el funcionamiento del SISTEMA DE ENTRENAMIENTO PARA ARTES MARCIALES, simplemente es configurado por la aplicación desarrollada por los creadores y se lo conoce como X-CTU, el cual verifica el tipo de módulo y lo configura en forma gráfica de una forma más simple que en el resto de los modos de funcionamiento puede funcionar en una topología de red punto a punto y punto a multipunto (unicast y multicast).

En la Figura 3, se puede apreciar los tipos de topologías de red para los diferentes módulos de la gama X-BEE:

Figura 3: Topologías soportadas por los módulos X-BEE.

- **Modo API (Application Programming Interface)**

Este es el modo más complejo para utilizarlo ya que es un sistema parecido al protocolo TCP en el cual se arman tramas de datos con sus respectivas cabeceras, confirmación de cambios en la red como desconexiones, re-inicialización de los dispositivos, etc.

Como aclaración en el modo API se tiene dos tipos de configuración, cuando AP=1 significa que en la trama el byte de inicio en el código 0x7E por lo que así se descifra el inicio de una trama de

datos y cuando el comando AP=2 significa que existe un carácter 0x7D o escape a continuación se detalla un ejemplo de cómo se arma una trama en este modo quedando finalizada la explicación de este punto:

```
<0x7E><LEN: 2 bytes><INFO: len bytes><CHECKSUM>
```

```
INFO: <ID><DATA>
```

Es necesario que un controlador sea este un ordenador o un microcontrolador manejen este modo armando las tramas a utilizar.

- **Modo IDLE (Modo Dinámico de Reducción de Consumo)**

Cuando el módulo no se está en ninguno de los otros modos, se encuentra en éste. Es decir, si no está ni transmitiendo ni recibiendo, ni ahorrando energía ni en el modo de comandos, entonces se dice que se encuentra en un estado al que se conoce como IDLE.

1.7. Processing

1.7.1. Introducción

Processing es un lenguaje de programación y entorno de desarrollo integrado de código abierto basado en java de fácil utilización y que sirve como medio para la enseñanza y producción de proyectos multimedia e interactivos de diseño digital. Fue iniciado por Ben Fry y Casey Reas a partir de reflexiones en el Aesthetics and Computation Group del MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) Media Lab dirigido por John Maeda.

Processing es desarrollado por artistas (por contribuciones de otras áreas como pintura escultura, etc.) y diseñadores como una herramienta alternativa al software propietario. Puede ser utilizado tanto para aplicaciones locales así como para aplicaciones para la web (Applets). Se distribuye bajo la licencia GNU GPL (General No Unix, General Public License).

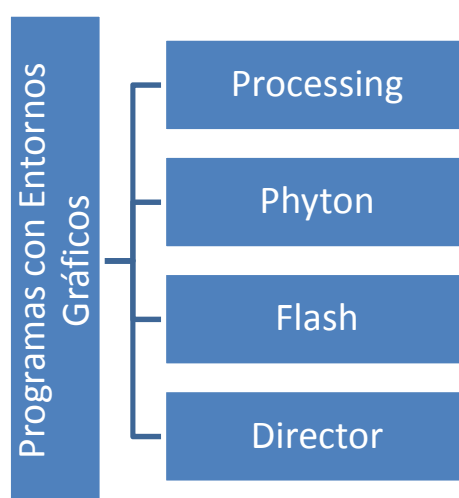


Figura 4: Programas utilizados para creación de interfaces gráficas.

1.7.2. Descripción del Software

Processing es un contexto para explorar el espacio conceptual emergente que nos entregan los medios electrónicos. Es un entorno para aprender los fundamentos de la programación informática dentro del contexto de las artes electrónicas y es un bloc de notas electrónicas para desarrollar ideas.

El entorno de Processing es el más fácil compilador de Java, entorno de programación multimedia y gráfico conocido por los usuarios y

programadores. El sistema puede ser usado para producir piezas que arrancan localmente, como también Applets (pequeños códigos aplicativos) de java incrustados en la web. Deliberadamente, el programa está diseñado para hacer un puente entre la programación gráfica educativa, y el java "real". Processing puede ser utilizado como rueda de entrenamiento, pero no tiene por qué ser eso.

1.7.3. Entorno y Menú

En la Figura 5 se muestra el entorno de programación de Processing:

Figura 5: Entorno grafico de desarrollo de Processing.

Probablemente a simple vista se intuya que simple es esta interfaz. ¿Cómo puede ser tan potente como Director o Flash (programas para la creación de aplicaciones gráficas)?” Ambos, Director y Flash, poseen todo tipo de interfaces de importación y edición de medios, basados en funciones comunes de multimedia comercial. En Processing todo esto se hace o

usando otro programa o programando en Java (es un lenguaje de programación multiplataforma). Por ejemplo, Flash tiene su propio mini Illustrator (programa para edición de imágenes), mientras Director viene con su propio mini Photoshop (programa para edición de imágenes). En consecuencia, un largo trozo del trabajo realizado en ambos programas ha asemejado las restricciones de sus editores integrados. En Processing (y en Java), el usuario provee cualquier lista de gráficas vectoriales o archivos GIF, y los interpreta usando programación. El usuario es libre de usar propias formas y estructuras, usando el lenguaje para controlar los píxeles en la pantalla más directamente.

A continuación se detalla una explicación de los seis botones en la parte superior izquierda de la ventana.



El botón de reproducir (play) es el mismo que en Director y Flash. Al presionarlo se puede ejecutar el código como un programa.



El botón de parar (stop) es el mismo que en Director o Flash que son compiladores existentes en el mercado. Al presionarlo se detendrá el programa.



Crea un nuevo archivo (new). En Processing se conoce como sketches (bosquejos). Se conoce también como Applets, programas o piezas interactivas. En Director y Flash se conoce como movies (películas).



Se conoce como Abrir un sketch preexistente (open). Un menú aparecerá y se podrá elegir dentro de los archivos existentes guardados en la carpeta especial de Processing.



Se conoce como Guardar el sketch actual dentro de la carpeta de sketches de Processing (save). Si se requiere guardarlo con diferente nombre al documento se debe dirigir a la pestaña archivo (File) y selecciona la opción guardar como para realizar la operación requerida.



Se conoce como Exportar (export) el sketch a la carpeta de sketch de Processing, esta vez como un Applet de java, completo con su propio archivo html.

1.7.4. Creación de Programas

En el punto 1.7.3., se detalló las paletas y el entorno de la interfaz gráfica, a continuación se presentan los pasos para la creación de un programa:

- Ya ingresados en el programa Processing, seleccionamos el menú “File” y escogemos la opción “New” para abrir un nuevo sketch o proyecto en el cual se va a trabajar, inicialmente se carga un sketch vacío, pero cuando se está ya con algún otro programa abierto se recurre a este paso, en la Figura 6 se detalla el proceso anterior.

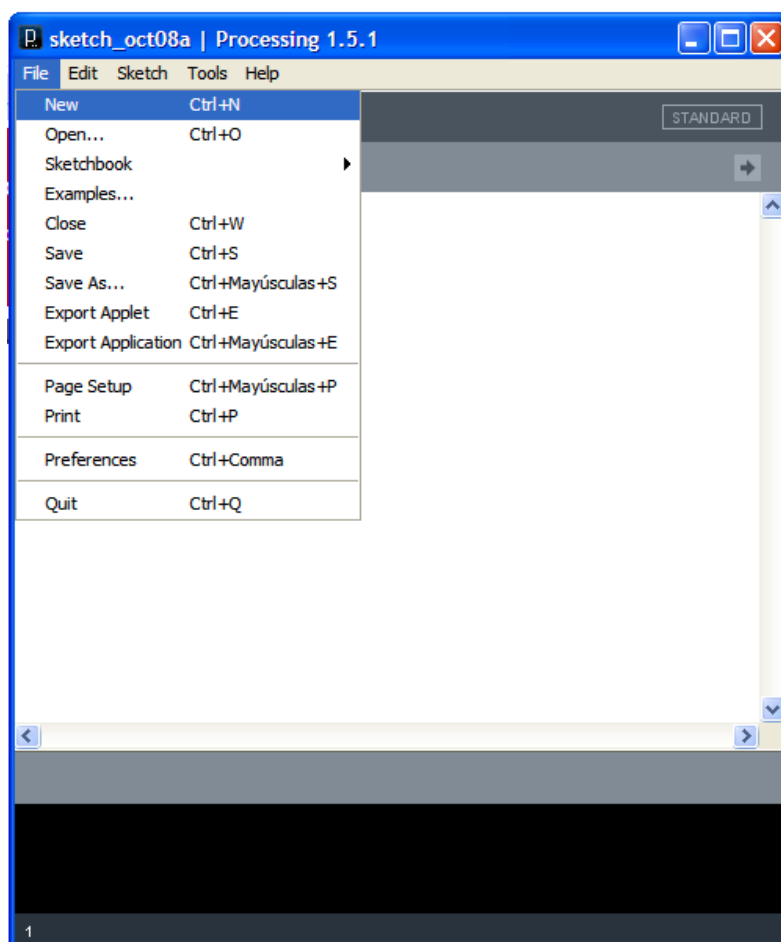


Figura 6: Menú archivo y New.

- Cuando se trabaja en programación en general se recomienda la siguiente estructura de trabajo, se detalla inicialmente librerías si el caso lo amerita, a continuación se declara diferentes tipos de

datos seguido de objetos o métodos(funciones o estructuras), cuando se haga una programación orientada a objetos POO y para terminar se crea funciones adicionales necesarias como el “Void Loop” que es el lazo principal del código, o a su vez las funciones específicas como son de lectura del ratón(periférico de un ordenador), teclados, etc.

- En la Figura 7, se detalla un ejemplo de programa básico que genera figuras en un formulario de tamaño definido por el usuario:

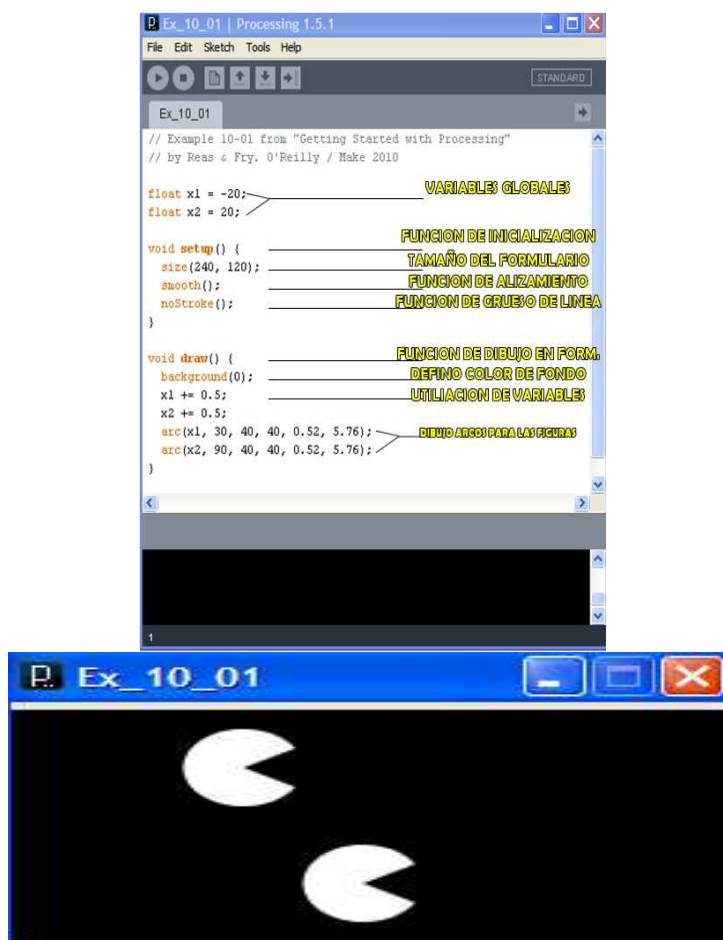


Figura 7: Programa básico animación.

1.7.5. Tipos de Datos, Estructuras y Propiedades

Tipos de Datos y Operaciones:

La programación trata acerca de la construcción de algoritmos (conjunto de instrucciones que la computadora deberá seguir), durante el desarrollo de dichos algoritmos es necesario establecer algunos datos. Los datos sirven generalmente como parámetros que establecen el grado y forma con el que se ejecutan ciertas instrucciones. Para dar un ejemplo, en el siguiente algoritmo mostrado en la Figura 8:

```
size(150,150); //define el tamaño de ventana  
background(0); //pinta la ventana de negro  
set(75,75,255); //dibuja un pixel blanco
```

Figura 8: Ejemplo de programación en Processing.

Todos los números que aparecen (como el 150 en la instrucción size) son datos. En este caso todos los datos que aparecen son constantes, es decir que no cambian su valor durante el transcurso del algoritmo, pero también es posible establecer datos variables. Los textos que aparecen en cada línea después de la doble barra (//) son comentarios.

Las Variables:

Las variables son espacios de memoria que permiten almacenar datos e ir variando sus valores durante el transcurso de un programa. Una variable deber ser declarada para poder ser utilizada, luego se le puedo asignar un

valor y ser utilizada, en la Figura 9, se muestra un ejemplo de código de algunas variables:

```
int miVar; //declara una variable numérica llamada "miVar"  
miVar = 23; //le asigna el valor 23 a la variable miVar  
println(miVar); //imprime el valor almacenado en miVar.
```

Figura 9: Tipos de variables.

La instrucción "*println ()*" imprime el valor de variable, así como el resultado de operaciones, en el área negra de la interface de Processing mostrada en la Figura 10:

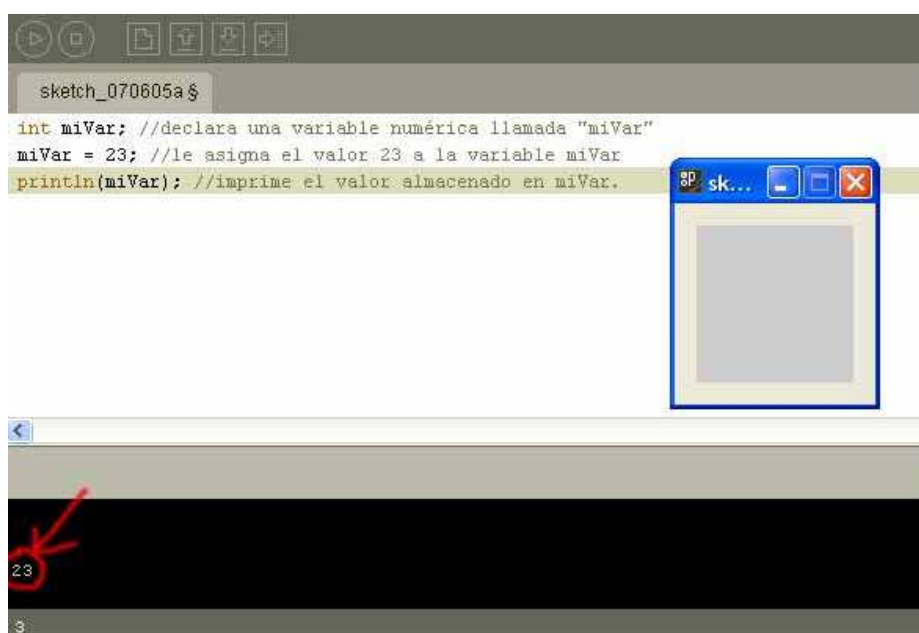


Figura 10: Programa en funcionamiento imprimiendo datos en consola.

Tipos de Datos:

Los datos que se pueden guardar en variables pueden ser de diferentes tipos, estos tipos responden a la naturaleza de información que pueden

guardar y operar. Por ejemplo, los dos tipos de datos principales son el numérico y los alfanuméricos. Los primeros, como su nombre lo indica, almacenan valores numéricos, lo que permite realizar operaciones matemáticas con ellos, mientras los alfanuméricos almacenan y operan caracteres, es decir letras y otros signos que sirvan para escribir.

Datos Numéricos:

Dentro de los tipos numéricos existen dos tipos principales: los enteros y los reales (con decimales). Los enteros incluyen a los números naturales (que sirven para contar cosas: 1, 2, 3,...) a los negativos (-1,-2,-3,...) y al cero. Mientras que los reales incluyen a los enteros pero también a los números fraccionarios, racionales e irracionales (como la raíz cuadrada de dos o el número Pi), es decir todo lo que puede ser representado con decimales (0.14 , 15.67 , -6.8998762 ,etc.).

Los enteros se declaran con la palabra `int`, que viene del término inglés `integer`. Mientras que los reales se declaran con la palabra `float`, este término viene de la denominación inglesa de "coma flotante" que es como se llamaba a estos números.

Cada tipo de dato define las operaciones que se pueden realizar con dichas variables. Por ejemplo, las variables enteras permiten las 4 operaciones aritméticas básicas: `+`, `-`, `*`, `/` (es decir: suma, resta, multiplicación y división, respectivamente). Si bien la variables de tipo real también permite las cuatros operaciones básicas, una de la diferencias principales es que la

división es diferente. Por ejemplo, la división con datos enteros devuelve valores enteros, mientras que la división real devuelve un resultado con decimales, en la Figura 11, se muestra ejemplos de operaciones realizadas con operadores básicos:

```
int a,b,e;
float c,d,f;
a = 10;
b = 3;
c = 40.0;
d = 6.0;
println( a / b ); //imprime 3
println( c / d ); //imprime 6.66666666...
e = a + b * 8;
f = c - d * 2.0;
```

Figura 11: Ejemplo de operaciones básicas en Processing.

En la Figura 12, se muestra algunas formas abreviadas de escribir ciertas operaciones, como en el caso de $a=a+1$ que pueden ser escrito como `a++`:

```
int x,b;
x = 100;
b = 5;
x++; // esto equivale a x=x+1
x--; // esto equivale a x=x-1
x+=b; // esto equivale a x=x+b
x-=b; // esto equivale a x=x-b
x*=b; // esto equivale a x=x*b
x/=b; // esto equivale a x=x/b
```

Figura 12: Operaciones abreviadas.

Datos Alfanuméricos:

Los datos alfanuméricos permiten trabajar con caracteres y cadenas de caracteres (secuencias de caracteres). Los caracteres que la computadora puede utilizar pertenecen al código ASCII. Los dos tipos de datos alfanuméricos que se pueden usar son el tipo carácter y el tipo cadena de caracteres, la diferencia entre estos dos tipos es que el primero sólo puede almacenar un carácter mientras que el segundo puede almacenar secuencias y por ende palabras oraciones y cualquier otro tipo de secuencia. Los caracteres se declaran con la palabra “char” y sus valores constantes se encierran con comilla simple, en la Figura 13, se muestra un ejemplo más detallado:

```
char miVar;  
miVar = 'b';  
println(miVar); imprime una b
```

Figura 13: Datos de tipo char.

Las cadenas de caracteres se declaran con la palabra String y sus valores constantes se encierran entre comillas dobles. La función de las comillas en ambos casos es de distinguir los valores alfanuméricos del resto del texto del algoritmo. En la Figura 14, se puede ver también la única operación que permiten los tipos alfanuméricos, la concatenación, que se representa con el signo (+). En la cuarta línea se puede ver como se le asigna a la variable c la concatenación de la variable a y la variable b, es

decir el valor de la variable a ("hola ") y el valor de la variable b ("mundo!!!!"), lo que sería "hola "+"mundo!!!!":

```
String a,b,c;  
a = "hola ";  
b = "mundo!!!!";  
c = a + b;  
println(a); imprime hola  
println(c); imprime hola mundo!!
```

Figura 14: Concatenación de caracteres y String.

Otros Tipos de Datos:

Además de los tipos de datos numéricos y alfanuméricos, existen otros tipos. Uno de estos, son los datos de tipo lógico, que permiten operar y almacenar valores de verdad lógica. Los datos lógicos pueden adquirir dos valores: verdadero y falso, que en inglés se escriben: true y false.

Dependiendo del Lenguaje de programación, veremos que pueden existir muchos más tipos de datos primitivos. Por ejemplo en Processing existe el tipo de dato para tratar colores, llamado "color".

Estructuras de Control

Los ejemplos de los anteriores apartados siguen una línea única de ejecución, es decir, no tienen posibilidad de bifurcar su línea de ejecución, ni de repetir ninguna porción de su código. Para poder dirigir, controlar, la forma en que se ejecuta el algoritmo, es decir, para controlar su flujo de ejecución, existen dos tipos principales de estructuras: las estructuras condicionales y las estructuras iterativas (repetitivas). Entendemos por

estructura a un tipo de demarcación del código que nos permite organizarlo de alguna forma. En LA Figura 15, se ve una estructura condicional que bifurca el código en dos líneas de ejecución:

```
void draw() {  
    if(mouseX>200){ //comienzo estructura  
        background(255); //primera línea de ejecución  
    }else{ //separación entre las líneas  
        background(0); //segunda línea de ejecución  
    } //fin de la estructura  
}
```

Figura 15: Estructuras de control.

En cuanto a las estructuras de repetición como su propio nombre lo indica se ejecutan en un determinado número de veces siempre y cuando se cumpla con el parámetro a evaluar dentro de la estructura de repetición, las más comunes son: while, do-while y el for.

En la Figura 16, se muestra un ejemplo concreto de estas estructuras:

```
void setup() {  
    size(200,200);  
}  
void draw() {  
    background( 0 );  
    fill(255);  
    if( mouseX > 100 ){  
        rect( 50 , 50 , 100 , 100 );  
    }  
    fill(255,0,0,150);  
    rect(100,0,100,200);  
}
```

Figura 16: Ejemplo de una estructura de control.

1.7.6. Comunicación Serial

Como detalle de este capítulo se incluyó la etapa de conectividad como es la comunicación serial entre la PC y cualquier otro tipo de dispositivo serial implementado, a continuación explicaremos algunos parámetros para establecer y conocer cómo crear conexiones seriales desde Processing.

Como Processing puede usar librerías al estilo de java, hay una que necesitaremos para la programación del puerto serie, esta es "processing.serial" y se puede importar desde un sketch de la siguiente manera:

```
import processing.serial.*;
```

A continuación se debe crear una variable global del tipo Serial (o varias si vamos a tratar con más de un puerto serie):

Serial puerto;

Después hay que instanciarlo en el método Setup (función de configuraciones):

```
puerto = new Serial(this, Serial.list()[0],115200);
```

Lo que estamos haciendo es crear un objeto Serial. El constructor de la clase Serial tiene varias sobrecargas:

Serial(padre)

Serial(padre, velocidad)

Serial(padre, puerto)

Serial(padre, puerto, velocidad)

Serial(padre, puerto, velocidad, paridad, palabra, parada)

Los parámetros son:

- **padre:** Se suele usar this siempre.
- **velocidad:** La velocidad en b.p.s. a la que se quiere enviar y recibir datos: 9600 es la que toma por defecto si no se le indica otra cosa.
- **puerto:** Nombre del puerto de comunicaciones. "COM1" es el que toma por defecto, pero puede ser otro de Windows. En Linux o Mac suele ser /dev/tty*
- **paridad:** 'N' para ninguna, 'E' para paridad par, 'O' para paridad impar. 'N' es la que se toma por defecto.
- **palabra:** Número de bits que conforman una unidad de datos. 8 es el que se toma por defecto.

- **parada:** Número de bits de parada (stop). Puede ser 1.0, 1.5, o 2.0, siempre en formato float. 1.0 es el que se toma por defecto.

Si no se sabe qué puerto serie se tiene en el ordenador, se puede imprimir un listado de que puertos están disponibles.

```
println(Serial.list());
```

Como se trata simplemente de un arreglo de cadena de datos, se puede acceder al valor de cualquiera de ellas y pasárselo como argumento al constructor de Serial, tal y como he expuesto líneas atrás en la creación del objeto.

A partir de aquí, y si el puerto se ha podido abrir sin problemas, se puede enviar y recibir los datos.

Para enviar datos desde Processing al puerto serie hay que usar el método write del objeto que se haya creado.

```
puerto.write(11);
```

```
puerto.write("hola");
```

```
puerto.write('e');
```

Se puede enviar tipos byte, char, int, array de bytes o cadenas.

Para recibir los datos se tiene dos posibilidades.

- 1) Comprobar dentro del método Draw si hay datos disponibles para su lectura, leerlos y procesarlos:

```
while(puerto.available() > 0)  
{  
    dato = puerto.read();  
}
```


El método `available` nos devuelve el número de bytes que hay pendientes por leer en el buffer. El método `read` nos devuelve un valor de 0 a 255 del primer byte de la cola FIFO del buffer, o -1 si no hay dato disponible. Además de `read` hay otros métodos para recuperar los datos: `readChar`, `readBytes`, `readBytesUntil`, `readString`, `readStringUntil`.

2) Definir en el método `Setup` cuantos bytes queremos leer cada vez, esperar a que se active el evento `serialEvent`, y dentro de este leer los bytes.

En `Setup`:

```
puerto.buffer(2);
```

En el cuerpo principal del sketch:

```
void serialEvent(Serial puerto_serie)  
{  
    valor1 = puerto_serie.read();  
    valor2 = puerto_serie.read();  
}
```

Esta técnica es mucho más óptima que la primera. El rendimiento del método `Draw` para leer los datos del puerto serie y dibujarlos será menor que si el método `Draw` sólo se centra en leer las variables y dibujar en consecuencia, dejando al evento `serialEvent` que se encargue de poblar las variables con los datos recibidos por el puerto serie. Para que funcione esta técnica, se debe informar al objeto `Serial` de cuantos bytes se deben leer antes de que se dispare el evento `serialEvent`, esto se hace usando el

método `buffer` indicando los bytes a leer. Dentro del evento `serialEvent` se deben leer tantos bytes como se especificaron con el método `buffer`. Si se está trabajando con más de un puerto serie se puede usar el único parámetro del evento `serialEvent` para distinguir desde qué puerto serie se han recibido los bytes.

```
if(puerto_serie == puerto)
```

Si se desea escribir los datos que se reciben a un fichero se debe crear una variable global del tipo `PrintWriter`.

```
PrintWriter fichero;
```

Luego en el método `Setup` se debe crear el objeto `PrintWriter` indicando en qué fichero guardar los datos.

```
fichero = createWriter("positions.txt");
```

Finalmente, ya sea dentro del método `Draw` o del evento `serialEvent` (recomendado) se escriben los datos al fichero:

```
fichero.print(valor1);
```

```
fichero.print(',');
```

```
fichero.print(valor2);
```

```
fichero.flush();
```

Es importante ejecutar el método `flush` para garantizar que se están guardando los datos y no se quedan en buffers intermedios, ya que cuando cerremos la ejecución del sketch todo lo que no haya sido físicamente escrito al disco se pierde.

CAPITULO 2: DISEÑO DEL SOFTWARE

2.1. Entrada y Salida de Datos en Pantalla con Processing

Se debe comenzar aplicando conceptos comunes analizados a lo largo de la carrera para el desarrollo de este capítulo, por lo tanto vamos a partir desde lo más simple, que es como crear un programa sencillo en Processing 2.0.1 y Arduino para encontrar una semejanza al momento de cambiar de una plataforma hacia la otra ya que las dos fueron realizadas con el mismo concepto de diseño, siempre detallando la sintaxis que es lo que en algunos métodos pudiese variar, la ventaja que tenemos es que utilizando la misma lógica de programación se puede llegar a crear aplicativos confiables y a un bajo costo.

Salida de Datos desde Arduino:

Se parte con Arduino para comenzar a familiarizarse con el entorno de programación el cual se requiere implementar en el SISTEMA DE ENTRENAMIENTO PARA ARTES MARCIALES, para esto se debe seguir los pasos que se detallan a continuación:

- 1) Crear un nuevo proyecto.
- 2) Declarar la función de inicio de parámetros y configuraciones que es el “void setup” y la función o lazo principal “void loop”.
- 3) Dentro de la función o método “void setup”, se escribe las sentencia que sirve para iniciar la comunicación serial que viene dada por el comando “serial.begin(bps)”, en donde los bps son la velocidad de

sincronización de la comunicación serial lo más común es trabajar a 9600 bps pero existen varias velocidades que vienen detalladas por la

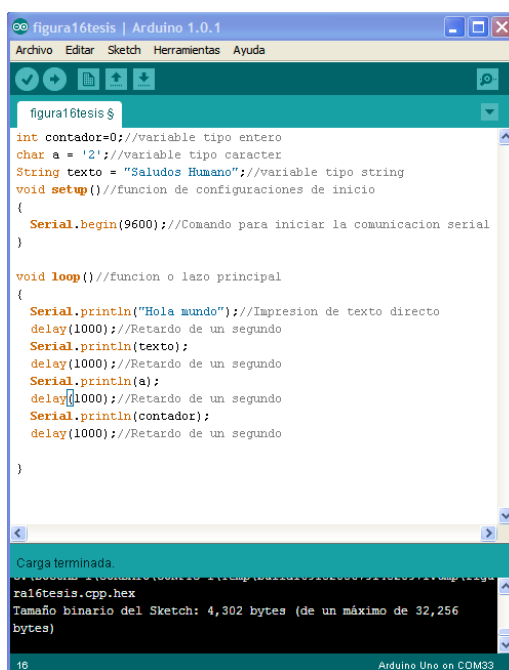
Tabla 4:

Tabla 4:
Velocidades soportadas por Arduino para la Comunicación Serial.

Velocidades en la Comunicación Serial con Arduino
300
1200
2400
4800
9600
14400
19200
28800
38400
57600
115200

- 4) A continuación se utiliza la función "serial.print("texto")", la cual imprime en el puerto de transmisión serie de la tarjeta Arduino el texto que se detalle dentro de los paréntesis, en el caso de ser texto entre las comillas, caso contrario las variables que pueden ser de diferentes tipos como int, char, String, etc.

- 5) Verificar si la sintaxis es correcta con el botón de verificación o el comando “CTRL+R”, que sirve para dicho motivo. Previamente listo y sin errores el IDE de Arduino nos mostrara en pantalla cuanto se ha requerido de la memoria del Arduino y la que aún queda libre del mismo para tener en cuenta cuando se programa códigos demasiados extensos.
- 6) Por último se conecta la placa Arduino hacia el PC(Previamente instalado el driver controlador del dispositivo), con lo cual procedemos a cargar el sketch del programa creado, en la Figura 17, podemos ver el código implementado:



```
figura16tesis | Arduino 1.0.1
Archivo Editar Sketch Herramientas Ayuda

figura16tesis $
int contador=0;//variable tipo entero
char a = 'a';//variable tipo caracter
String texto = "Saludos Humano";//variable tipo string
void setup()//Funcion de configuraciones de inicio
{
  Serial.begin(9600);//Comando para iniciar la comunicacion serial
}

void loop()//funcion o lazo principal
{
  Serial.println("Hola mundo");//Impresion de texto directo
  delay(1000);//Retardo de un segundo
  Serial.println(texto);
  delay(1000);//Retardo de un segundo
  Serial.println(a);
  delay(1000);//Retardo de un segundo
  Serial.println(contador);
  delay(1000);//Retardo de un segundo
}

Carga terminada.
ra16tesis.cpp.hex
Tamaño binario del Sketch: 4,302 bytes (de un máximo de 32,256 bytes)

16 Arduino Uno en COM33
```

Figura 17: Programa para la utilización de la comunicación serial.

- 7) Como paso extra se procede en abrir el Monitor Serial de la IDE de Arduino para verificar el código, revisar y configurar la velocidad del monitor serial en la misma pantalla que se abre desde la IDE, en la

Figura 18, se puede observar el programa funcionando desde Arduino hacia la ordenador o PC:

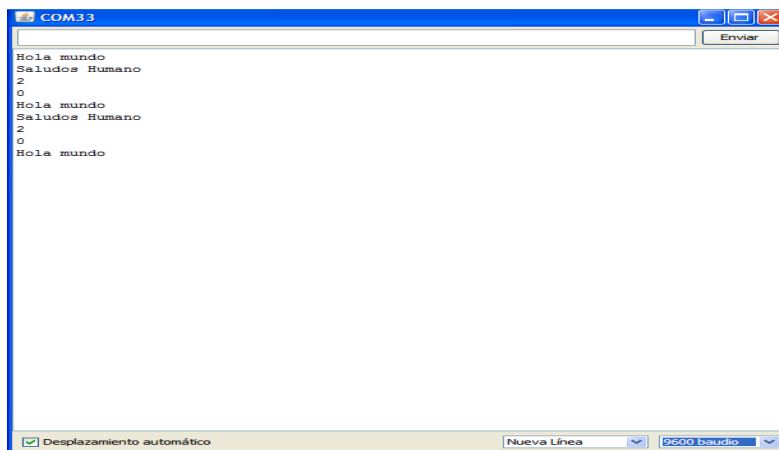


Figura 18: Monitor serial de Arduino para realizar pruebas.

Salida de Datos desde Processing (Consola, Pantalla y Serial mente):

En el siguiente tema en base a Processing, se debe seguir análogamente los pasos que se realizaron para Arduino pero en este caso cambiando los parámetros y la sintaxis necesaria para Processing.

Se debe seguir ciertos pasos para sacar los datos a pantalla (conocido como formulario) y consola desde Processing:

1. Crear un nuevo proyecto e Incluir la librería para comunicación serial.
2. Declarar la función principal que es el "void setup" y la función o lazo principal "void Draw", a diferencia de Arduino acá se trata de imprimir en formularios (pantalla de la aplicación) el texto o datos.
3. Dentro de la función o método "void setup", escribir sentencias de código que inician los objetos y atributos a utilizar, estas son:

- `size(200, 200);`
- `println(Serial.list());`
- `String portName = Serial.list()[11];`
- `myPort = new Serial(this, portName, 9600);`
- `PFont font;`
- `font = loadFont("Arial-Black-12.vlw");`
- `font = loadFont("Arial-Black-12.vlw");`//carga el tipo de letra en el objeto
- `textFont(font);`

A continuación en la Figura 19 se detalla las funciones y tareas que anteriormente se describieron:

```

Serial myPort; // Creo un objeto para la clase serial
void setup()//Funcion para inicializacion de las clases
{
  size(200, 200);//Creo las dimensiones del formulario de 200 pixeles en por 200 pixeles en y
  //No conosco que el puerto utilizado desde arduino es el COM33
  //y siempre abre el puerto serial con la lista Serial.list()[0].
  println(Serial.list());
  //Imprime en pantalla la lista de puertos seriales existentes
  String portName = Serial.list()[11];
  //Creo un objeto de tipo String y asigno a mi objeto los atributos del puerto a utilizar
  myPort = new Serial(this, portName, 9600);
  //inicializo mi objeto myPort de la clase serialcon los parametros de la comunicacion
  PFont font;//Creo un objeto para la clase de tipos de letras
  // The font must be located in the sketch's
  // "data" directory to load successfully
  font = loadFont("Arial-Black-12.vlw");//carga el tipo de letra en el objeto
  textFont(font);//asigno que para la funcion texto use el tipo de letra creada
}
void draw()//Funcion para impresion en el formulario
{
  //background(255);//Color del fondo del formulario
  myPort.write("Hola mundo");//Imprimo en el puerto texto
  fill(255,128,1);//relleno de color tomate el rectangulo
  rect(50, 50, 100, 50);//Dibujo un cuadrado
  fill(255);//pinto de blanco el texto
  text("Consola",75,80);//Imprimo texto en pantalla
}

```

Figura 19: Inicialización de los objetos y atributos de la función void setup.

4. A continuación se va a utilizar la función `myPort.write("texto")`, la cual imprime en el puerto de transmisión desde Processing el texto que se

escriba dentro de los paréntesis, en el caso de ser texto entre las comillas, caso contrario variables que pueden ser de diferentes tipos como int, char, String, etc., seguido de esto se utiliza las funciones de relleno para los comandos de texto y figuras que se pueden utilizar en Processing.

5. Verificar si la sintaxis es correcta con el botón “RUN” o el comando “CTRL+R”, que sirve para ese motivo, con el código listo y sin errores el IDE de Processing nos desplegará en consola la lista de puertos seriales instalados en el ordenador o la PC, a su vez el texto que se imprime por el puerto serial y por último crea el formulario para imprimir el texto por pantalla.
6. Por último se debe conectar la tarjeta Arduino hacia el ordenador o PC (previamente instalado su controlador para que reconozca el sistema operativo del dispositivo sin problemas), con lo cual procedemos a correr el sketch del programa creado durante estos pasos con el fin de comenzar a dar los primeros pasos en la implementación de códigos con Processing, en la Figura 20, podemos ver el programa corriendo:



Figura 20: Ejemplo Corriendo desde Processing.

7. Como paso extra se procede a utilizar el Monitor Serial de la IDE de Arduino para verificar nuestro código, revisar y configurar la velocidad del monitor serial en la misma pantalla del compilador.

2.2. Lectura y Escritura de Datos en Archivos de Texto (".txt") con Processing

En este punto se revisa los pasos esenciales para la lectura y escritura de números y letras en un archivo de texto con extensión ".txt", se procede a explicar los pasos de un código que se toma como ejemplo para generar puntos en un archivo de texto:

1. `PrintWriter output;`
2. `void setup()`

```
{
  size(200, 200);
  // Create a new file in the sketch directory
  output = createWriter("positions.txt");
  frameRate(12);
}
```

```

}

3. void draw()
{
  if (mousePressed) {
    point(mouseX, mouseY);
    // Write the coordinate to a file with a
    // "\t" (TAB character) between each entry
    output.println(mouseX + "\t" + mouseY);
  }
}

4. void keyPressed() { // Press a key to save the data
  output.flush(); // Write the remaining data
  output.close(); // Finish the file
  exit(); // Stop the program
}

```

En el punto número uno se inicia al escribir o declarar un objeto para el flujo de datos que serán guardados posteriormente en un archivo de extensión “.txt”, obviamente con un nombre adecuado al tipo de trabajo que realiza el código de la aplicación.

En el punto numero dos se crea la función de inicializar algunos parámetros del código como son el tamaño del formulario, se crea realmente el archivo de texto con la función “output = createWriter(positions.txt)” y finalmente se realiza un retardo, se conoce como refresco de pantalla de 12 cuadros por segundo eso es simplemente como se verán los datos obtenidos de la pantalla y la interacción con el ratón del ordenador o PC.

En el tercer punto se establece la función de impresión o dibujo en pantalla, en donde se tiene la mayor parte del código de la aplicación, se verifica si el ratón fue presionado dentro de los bordes internos de la pantalla al correr el código, pasando esa condición o en términos técnicos si es verdadero procede a realizar lo que contiene en su interior, se imprime la posición en donde se presionó el ratón y por ultimo imprime en el archivo de

texto las coordenadas de los puntos con un separador de tipo tabulador (“\t”), esta función siempre se ejecuta verificando el estado del ratón mientras está corriendo la aplicación.

En el cuarto punto se utiliza un control conocido como evento o interrupción, el cual sirve para limpiar el buffer de salida de datos, cerrar la comunicación con el archivo de texto y cerrar la aplicación para terminar de escribir en el archivo de texto, en la Figura 21, se muestran tres imágenes correspondientes al código anteriormente explicado:

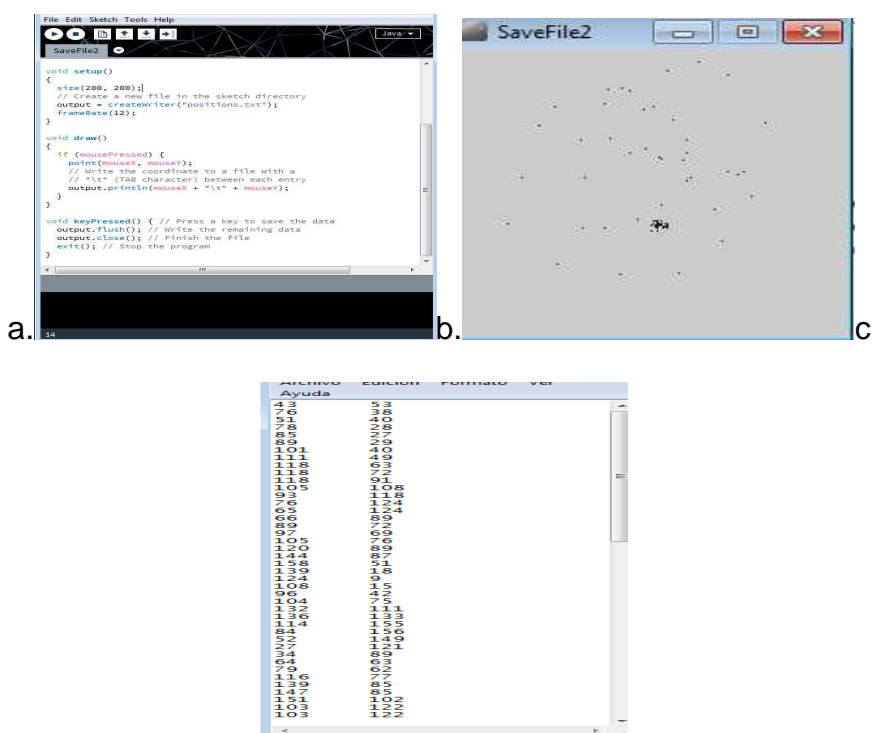


Figura 21: a. Programación, b. Vectores y c. Coordenadas generadas.

Para la lectura de datos el proceso es muy similar y se detalla a continuación el código correspondiente para graficar puntos en la pantalla de la aplicación, en cierta forma es la parte inversa al primer código presentado, con la variación de impresión en pantalla y captura de datos en forma de

subString para luego ser transformados a datos de tipo entero y así poder realizar la impresión final de dicha lectura de texto:

```
String[] lines;
int index = 0;

void setup() {
  size(200, 200);
  background(0);
  stroke(255);
  frameRate(12);
  lines = loadStrings("positions.txt");
}

void draw() {
  if (index < lines.length) {
    String[] pieces = split(lines[index], '\t');
    if (pieces.length == 2) {
      int x = int(pieces[0]) * 2;
      int y = int(pieces[1]) * 2;
      point(x, y);
    }
    // Go to the next line for the next run through draw()
    index = index + 1;
  }
}
```

2.3. Diseño de la Interfaz con Processing

En esta sección se procede a explicar los dos programas realizados en función al sistema de entrenamiento para Artes Marciales, a continuación se comienza con el programa para medir tiempos de reacción y sacar datos en un archivo de texto con el fin de hacer pruebas de inicio, entre y fin de los periodos de entrenamiento para poder constatar el rendimiento del deportista y sus posibles avances o no en el desempeño del Arte Marcial.

En la Figura 22, se muestra la interfaz realizada con Processing, la cual se detalla a continuación:



Figura 22: Interfaz Gráfica para Medidor de Reacción.

La Figura 22, consta de tres puntos, el primero, descrito con el número uno, es la sección de ingreso de datos en el cual se puede dar a conocer los detalles requeridos para la sesión de entrenamiento y control de los deportistas según tres campos como son:

- Nombre del deportista
- Edad del deportista y
- Categoría en la cual se desempeña el deportista

El segundo punto detallado con el número dos es el botón de aceptación de datos, el cual al ser presionado toma los textos ingresados por el usuario y los carga en un archivo de texto creado en ese instante, dicho archivo se guarda en el ruta en la cual se encuentra guardado el programa ejecutado, el nombre del archivo va relacionado a la fecha del sistema y la hora en la cual se genera el entrenamiento la ventaja de guardarlo con esos parámetros es para su posterior recopilación y análisis de las sesiones de entrenamiento de acuerdo a cronogramas de los entrenadores para llevar un control más sistematizado de las sesiones de entrenamiento.

Para finalizar se tiene el punto número 3 que se muestra en la Figura 22, que son 6 botones los cuales emulan una orden visual para ser enviada desde el software a través de la red inalámbrica y así activar el correspondiente indicador luminoso que el deportista deberá golpear para poder realizar la toma de los tiempos desde que el visualizador se activa hasta que el deportista lo acierta, finalmente devolviendo por la red inalámbrica un detalle de que sensor el deportista golpeo y cuánto tiempo se demoró en reaccionar para acertar en el sensor, este tiempo es administrado por el hardware por ser más eficiente y evitando retardos de envío o recepción de datos por la red inalámbrica simplemente es un arranque y paro de uno de los temporizadores internos el cual está configurado con una resolución de un milisegundo por desbordamiento del temporizador.

A continuación se detalla el programa escrito en Processing para revisar ciertas funciones importantes las cuales nos sirven para entender cómo funciona el sistema:

Primero se importan las librerías de la comunicación serial y la de modo grafico que se muestra a continuación:

```
import controlP5.*;
import processing.serial.*;
```

Como siguiente paso se procede con la declaración de variables y objetos para su posterior uso en forma global:

```
ControlP5 cp5;
Serial myPort;

String textValue="";
PrintWriter output;
String inString="";
boolean stringComplete=false;
```

En la función de inicialización que viene a continuación, se crea el área de trabajo o formulario, se define una fuente de texto para la entrada de datos por pantalla, se inicializa el objeto de la comunicación serial, se captura la hora y fecha del sistema para luego crear el nombre del archivo de texto y se termina con la inicialización de los botones y cuadros de texto que son la estructura de la plantilla en el formulario previamente descrito en la Figura 22:

```
void setup() {
  size(700,300);
  PFont font = createFont("arial",20);
  println(Serial.list());
  myPort = new Serial(this, Serial.list()[2], 9600);

  int d = day(); // Values from 1 - 31
  int m = month(); // Values from 1 - 12
  int y = year(); // 2003, 2004, 2005, etc.
  String sd = String.valueOf(d);
  String sm = String.valueOf(m);
  String sy = String.valueOf(y);
  int hour = hour();
  String shour = String.valueOf(hour);
  int minute = minute();
  String sminute = String.valueOf(minute);
  int second = minute();
  String ssecond = String.valueOf(second);
  output = createWriter(sd+"-"+sm+"-"+sy+"_"+shour+"-"+sminute+"-"+ssecond+".txt");

  cp5 = new ControlP5(this);

  cp5.addTextfield("Nombre:")
    .setPosition(20,20)
    .setSize(100,25)
    .setColorBackground(128)
    .setFont(font)
    .setFocus(true)
    .setColor(color(0,255,0))
    ;

  cp5.addTextfield("Edad:")
    .setPosition(140,20)
    .setSize(100,25)
    .setColorBackground(128)
    .setFont(font)
    .setFocus(false)
    .setColor(color(0,255,0))
    ;

  cp5.addTextfield("Categoria:")
    .setPosition(260,20)
    .setSize(100,25)
    .setFont(font)
```

```

        .setFocus(false)
        .setColorBackground(128)
        .setColor(color(0,255,0))
        ;

cp5.addButton("Cargar")
    .setValue(0)
    .setPosition(380,20)
    .setSize(100,25)
    .getCaptionLabel().align(ControlP5.CENTER, ControlP5.CENTER)
    ;

cp5.addButton("S1")
    .setValue(0)
    .setPosition(20,100)
    .setSize(50,50)
    .getCaptionLabel().align(ControlP5.CENTER, ControlP5.CENTER)
    ;

cp5.addButton("S2")
    .setValue(0)
    .setPosition(90,100)
    .setSize(50,50)
    .getCaptionLabel().align(ControlP5.CENTER, ControlP5.CENTER)
    ;

cp5.addButton("S3")
    .setValue(0)
    .setPosition(160,100)
    .setSize(50,50)
    .getCaptionLabel().align(ControlP5.CENTER, ControlP5.CENTER)
    ;

cp5.addButton("S4")
    .setValue(0)
    .setPosition(240,100)
    .setSize(50,50)
    .getCaptionLabel().align(ControlP5.CENTER, ControlP5.CENTER)
    ;

cp5.addButton("S5")
    .setValue(0)
    .setPosition(310,100)
    .setSize(50,50)
    .getCaptionLabel().align(ControlP5.CENTER, ControlP5.CENTER)
    ;

cp5.addButton("S6")
    .setValue(0)
    .setPosition(380,100)
    .setSize(50,50)
    .getCaptionLabel().align(ControlP5.CENTER, ControlP5.CENTER)
    ;
    textFont(font);
}

```

A continuación se declara la función o método de impresión en pantalla, en la cual se define el fondo del formulario, la impresión en el lado derecho superior del formulario para visualizar los datos previos a cargar en el

archivo de texto, estos son ingresados por teclado, una de las funciones más importantes es la de la recepción de la trama desde la red inalámbrica o el puerto serial, se llama trama por ser una serie de datos enviados desde el hardware que solo el sistema tanto en software como en hardware los reconocen, dicha función realiza la captura de los datos, los imprime en el archivo de texto ya que así logramos documentar lo que el sistema recibe a través de la trama, y finalmente existe un método de impresión en pantalla para el formulario:

```

void draw() {
  background(0, 0, 255);
  fill(255);
  text(cp5.get(Textfield.class,"Nombre:").getText(), 500,20);
  text(textValue, 360,180);
  text(cp5.get(Textfield.class,"Edad:").getText(), 500,50);
  text(textValue, 360,180);
  text(cp5.get(Textfield.class,"Categoria:").getText(), 500,80);
  text(textValue, 360,180);

  if(stringComplete == true)
  {
    inString.trim();
    println(inString);
    output.println(inString);
    stringComplete = false;
    inString="";
  }
}

void controlEvent(ControlEvent theEvent) {
  if(theEvent.isAssignableFrom(Textfield.class)) {
    println("controlEvent: accessing a string from controller "
      +theEvent.getName()+"": "
      +theEvent.getStringValue()
    );
  }
}

```

Como se puede entender Processing al ser un lenguaje de programación en base a java, existen varios eventos que se relacionan con la parte grafica como por ejemplo los botones utilizados en el sistema los cuales al ser activados apuntan a los correspondientes métodos en los cuales se realizan las acciones previamente explicadas que se detallan a continuación:

```

public void Cargar(int theValue) {
    output.println(cp5.get(Textfield.class,"Nombre:").getText() + "\t" +
cp5.get(Textfield.class,"Edad:").getText() + "\t" +cp5.get(Textfield.class,"Categoria:").getText() +
"\n");
    println("a button event from Cargar: "+theValue);
    cp5.get(Textfield.class,"Nombre:").clear();
    cp5.get(Textfield.class,"Edad:").clear();
    cp5.get(Textfield.class,"Categoria:").clear();
}

public void S1(int theValue) {
    myPort.write("LEDA."+ "\n");
    println("a button event from Sensor 1: ");
}

public void S2(int theValue) {
    myPort.write("LEDB."+ "\n");
    println("a button event from Sensor 2: ");
}

public void S3(int theValue) {
    myPort.write("LEDC."+ "\n");
    println("a button event from Sensor 3: ");
}

public void S4(int theValue) {
    myPort.write("LEDD."+ "\n");
    println("a button event from Sensor 4: ");
}

public void S5(int theValue) {
    myPort.write("LEDE."+ "\n");
    println("a button event from Sensor 5: ");
}

public void S6(int theValue) {
    myPort.write("LEDF."+ "\n");
    println("a button event from Sensor 6: ");
}
}

```

El siguiente método se utiliza para que el usuario pueda cerrar la aplicación y finalizar el sistema guardando los datos en el archivo de texto generado:

```

void keyPressed() { // Press a key to save the data
    int salir = 0;
    salir=(int)key;
    if (salir == 27)
    {
        output.flush(); // Write the remaining data
        output.close(); // Finish the file
        exit(); // Stop the program
    }
}
}

```

Para terminar, se tiene una función para el control del evento que maneja la comunicación serial o detección de las tramas entrantes, ya que estos eventos se ejecutan como una interrupción y dan prioridad para su ejecución.

Se puede verificar que cuando todos los datos entrantes terminan con un carácter de salto de línea, el programa acepta la trama entrante y luego ejecuta la función utilizada en el método de impresión en pantalla o formulario.

```
void serialEvent (Serial myPort)
{
  while (myPort.available() > 0) {
    char data = (char)myPort.read();
    inString += data;
    if(data=='\n')
    {
      stringComplete=true;
    }
  }
}
```

Con la explicación finalizada del programa para medir tiempos de reacción se procede a detallar el segundo programa para entrenamiento continuo que es una ampliación del programa anterior, las principales diferencias se detallan a continuación:

- Como primer cambio se tiene una barra que se desplaza a lo largo del eje x en el formulario, dicha barra sirve para verificar en forma gráfica si el sensor fue accionado o no, dando lugar a un análisis más fácil del mismo.

- El segundo cambio viene dado que al utilizar el modo grafico se maneja la impresión de etiquetas de texto para visualizar los cambios en puntaje, tiempo de funcionamiento del sistema, cual de los sensores fue activado gracias a lo más simple que posee Processing que es la impresión de figuras como son los círculos y su relleno para interpretar en forma visual que o cual sensor fue activado y para finalizar un medidor en forma numérica de la intensidad del golpe para precisar el foco o la precisión del deportista ya que mientras más cercano al centro del sensor este localizado el golpe, más alto será el nivel de respuesta que entrega el sensor, en caso contrario sería un valor bajo de acuerdo a la distancia del golpe con respecto a la posición. A continuación se presenta en la Figura 23, la interfaz del sistema descrito anteriormente y seguido del programa que está realizado en Processing:



Figura 23: Interfaz del Programa en Processing.

Para mayor información se detalla en la sección de anexos los programas completos del desarrollo del implemento deportivo para artes marciales con red inalámbrica y módulos X-BEE.

2.4. Comunicación Serial entre Módulos X-BEE y Processing

Para este punto se procede a explicar cómo Processing utiliza los métodos para el envío y recepción de datos. Previamente el módulo XBee debe estar pre configurado con los datos de la red como son las direcciones del emisor y del transmisor, se debe estar en la misma red WPAN en caso contrario no se podrán detectar ni conectar automáticamente entre si dichos módulos, en la sección a anexos se detalla estas configuraciones que son necesarias para su correcto funcionamiento.

En esta sección se procede utilizar como una comunicación serial por cable a una velocidad de transmisión de 9600bps que poseen tanto el ordenador como el hardware del sistema de entrenamiento, a continuación se detalla las funciones de envío y recepción de datos desde Processing:

```
import processing.serial.*;
```

La anterior línea de código es necesaria para utilizar el hardware serial instalado en el ordenador el cual nos debe direccionar a que puerto serial vamos a enviar o recibir los datos.

```
Serial myPort;
```

En esta línea de código se crea un objeto de tipo Serial que posteriormente será inicializado con los parámetros correspondientes de la comunicación serial.

```
String inString="";
```

El string anterior es utilizado para almacenar datos en forma de cadena de caracteres, para luego manipularlos a lo largo del programa y evaluar según que parámetros realiza cada acción el sistema.

```
boolean stringComplete = false;
```

La bandera o variable de tipo booleana será utilizada para validar si la trama llegó completa o no y así proceder a manipular los datos a conveniencia.

```
println(Serial.list());
```

```
myPort = new Serial(this, Serial.list()[2], 9600);
```

Las dos instrucciones anteriores sirven para presentar en la consola de impresión la lista de vectores generados en la máquina para luego ser introducida en la segunda sentencia que realiza la configuración del puerto serial y poder utilizar a este objeto para recibir o enviar datos desde Processing.

```
void serialEvent (Serial myPort)
{
  while (myPort.available() > 0)
  {
    char data =(char)myPort.read();
    inString += data;

    if(data == '\n')
    {
      stringComplete = true;
    }
  }
}
```

En la sección de código anterior, se puede visualizar el evento o interrupción serial que se activa cuando hay presencia de datos entrantes o

recibidos desde el puerto serial, como se puede apreciar se debe utilizar un método de lectura del puerto serial en forma de caracteres para luego ser acumulados en un string de datos, seguido de un carácter de salto de línea “\n” que es el código encargado para finalizar la recepción de datos en Processing.

Vale recalcar que la trama enviada desde Processing está en relación al sensor accionado, su valor en tres cifras enteras, seguido del tiempo enviado por el temporizador sea o no utilizado en los dos modos de funcionamiento todo depende del programa utilizado en Processing.

2.5. Comunicación Serial entre Arduino y Processing

En este punto se detalla las líneas de código necesarias por Arduino para realizar el envío de datos desde el hardware al módulo XBee, y por consiguiente al ordenador:

```
String inputString = ""; // a string to hold incoming data
boolean stringComplete = false; // whether the string is complete
```

En las dos líneas anteriores se puede correlacionar en cierto modo con Processing ya que Arduino es diseñado a partir de Processing, sus semejanzas son muy estrechas obviamente por ser un lenguaje realizado para programar micro controladores debe variar en su sintaxis y ciertos comandos pero en si casi todo lo que es programación en general se asemeja mucho.

```
Serial.begin(9600);
inputString.reserve(200);
```

Para inicializar la velocidad de transmisión basta por utilizar la sentencia anterior que nos indica su valor y inherentemente activa el módulo de comunicación serial del micro controlador avr con Arduino y se realiza una reservación de memoria para el string de entrada de datos por fines de espacio para la trama entrante.

```
void serialEvent() {
  while (Serial.available()) {
    // get the new byte:
    char inChar = (char)Serial.read();
    // add it to the inputString:
    inputString += inChar;
    // if the incoming character is a newline, set a flag
    // so the main loop can do something about it:
    if (inChar == '\n') {
      stringComplete = true;
    }
  }
}
```

El código presentado anteriormente es similar en funcionamiento al de Processing para manejo de los datos entrantes en el sistema acumulando los caracteres en un string y finalizando la trama con un salto de línea.

```
Serial.print("S1: 123 TM: 1234");
Serial.println(valor);
```

En las últimas dos líneas de código se detallan las funciones que realiza él envió o impresión de datos en el Puerto serial

2.6. Test del Software con el Implemento Deportivo

Para este punto se realizaron varias pruebas de funcionamiento como son él envió de caracteres simples, variables, y una unión entre varios tipos de datos que manipula la comunicación serial, como muestra de estas pruebas en la Figura 24, se muestra en modo consola la impresión de como los datos salen desde Arduino o llegan gracias al monitor serial que la propia

interfaz posee no explicaremos desde Processing porque la forma de testear esa interfaz es similar a Arduino ya que son realmente similares en funcionamiento de la comunicación serial:



Figura 24: Comando enviado para activa un sensor en el hardware.

En la Figura 25, se puede visualizar la respuesta del hardware en relación a la orden obtenida desde Processing la cual envía una trama de datos que posee el sensor activado y los correspondientes valores de fuerza (como deformación o en este caso de precisión del golpe en el sensor) y tiempo transcurrido desde que se inició la acción para que el deportista reaccione con la técnica requerida:



Figura 25: Respuesta del Hardware hacia Processing.

Para finalizar este capítulo, vale aclarar que la comunicación serial entre dispositivos no es más que un medio de transporte de datos, que en la actualidad la gran mayoría de los periféricos o dispositivos externos o internos poseen para realizar acciones o control de procesos, así como cualquier otro tipo de medio sea este cableado o inalámbrico ya que el programador puede estar en la capacidad de realizar un sistema de acuerdo a las necesidades del usuario final.

2.7. Diagrama de Flujo de la Aplicación con el Ordenador

En el anterior diagrama de flujo se simplifica en forma gráfica como realmente funciona el sistema de entrenamiento para artes marciales con modulo X-BEE.

2.8. Diagrama de Flujo de la Aplicación con el Implemento Deportivo (Hardware)

El diagrama de flujo anterior es similar al de la aplicación mostrada en el punto anterior y por eso se tiene una estrecha relación entre Arduino y Processing.

CAPITULO 3: DISEÑO DE HARDWARE

3.1. Arduino

Arduino se lo puede desglosar en tres partes:

- **Una placa de hardware libre** que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines-hembra (los cuales están unidos internamente a las pines de entrada y salida del microcontrolador) que permiten incorporar de forma sencilla y cómoda diferentes sensores y actuadores.

Cuando se habla de una “placa o hardware” se está refiriendo en concreto a una PCB (del inglés “Printed Circuit Board”, o en español, placa de circuito impreso). Las PCBs son superficies fabricadas de un material no conductor (normalmente resinas de fibra de vidrio reforzada, cerámica o plástica) sobre las cuales aparecen laminadas (“pegadas”) pistas de material conductor (normalmente cobre). Las PCBs se utilizan para conectar eléctricamente, a través de los caminos conductores, diferentes componentes electrónicos soldados a ella. Una PCB es la forma más compacta y estable de construir un circuito electrónico (en contra posición a una breadboard, perfboard o similar) pero, al contrario que estas, una vez fabricada, su diseño es bastante difícil de modificar. Por lo tanto, la placa Arduino es un PCB que implementa un determinado diseño de circuitería interna.

No obstante cuando se habla de una “placa Arduino”, se debería especificar el modelo concreto, ya que existen varias placas Arduino

oficiales, cada una con diferentes características (como el tamaño físico, el número de pines-hembra ofrecidos, el modelo de microcontrolador incorporado y como consecuencia, entre otras cosas, la cantidad de memoria utilizable, etc.). Conviene conocer estas características para identificar qué placa Arduino es la que nos convendrá más en cada proyecto.

De todas formas, aunque puedan ser modelos específicos diferentes (tal como acabamos de comentar), los microcontroladores incorporados en las diferentes placas Arduino pertenecen a la misma “familia tecnológica”, por lo que su funcionamiento es bastante parecido entre sí. En concreto, todos los microcontroladores son de tipo AVR, una arquitectura de microcontroladores desarrollada y fabricada por la marca Atmel.

- **Un Software** (más en concreto, un “entorno de desarrollo”) **gratis, libre y multiplataforma** (ya que funciona en Linux, MacOS y Windows) que se debe instalar en un ordenador y que a su vez permite escribir, verificar y guardar (“cargar”) en la memoria del microcontrolador de la placa Arduino el conjunto de instrucciones que se desea que este empiece a ejecutar. Es decir: permite programarlo. La manera estándar de conectar el computador con la placa Arduino para poder enviarle y grabarle dichas instrucciones es mediante un cable USB, ya que la mayoría de las placas Arduino incorporan este tipo de conector.

Los proyectos Arduino pueden ser autónomos o no. En el primer caso, una vez programado su microcontrolador, la placa no necesita estar conectada a ningún computador y puede funcionar autónomamente si dispone de alguna fuente de alimentación. En el segundo caso, la placa debe estar conectada de alguna forma permanente (por cable USB, por cable de red Ethernet, etc.) a un computador ejecutando algún software específico que permita la comunicación entre este y la placa y el intercambio de datos entre ambos dispositivos. Este software específico se deberá programar generalmente por el usuario, mediante algún lenguaje de programación como Python, C, Java, PHP, etc., y será independiente completamente del entorno de desarrollo Arduino, el cual no se necesitara más, una vez que la placa ya haya sido programada y esté en funcionamiento.

- Un lenguaje de programación libre. Por “lenguaje de programación” se entiende por cualquier idioma artificial diseñado para expresar instrucciones (siguiendo unas determinadas reglas sintácticas) que pueden ser llevadas a cabo por máquinas. Concretamente dentro del lenguaje Arduino, se encuentran elementos parecidos a muchos otros lenguajes de programación existentes (como los bloques condicionales, los bloques repetitivos, las variables, etc.), así como también diferentes tipos de comandos (órdenes o funciones) que permiten especificar de una forma coherente y sin errores las funciones exactas que se desea programar en el microcontrolador de

la placa. Dichos comandos se los escribe mediante el entorno de programación Arduino.

3.2. Descripción del Hardware

En este punto se describe las diferentes partes que conforman tanto el SISTEMA DE ENTRENAMIENTO PARA ARTES MARCIALES como la tarjeta Arduino la cual consta de los siguientes elementos que se detallan a continuación:

- El microcontrolador Atmega328, el cual es el encargado de cumplir y ejecutar los programas grabados en su interior para realizar las tareas especificadas por el sistema a controlar o monitorizar.
- Conector USB el cual es asociado a un microcontrolador Atmega16u2 el cual posee en su interior un programa para transmitir datos desde la placa Arduino hacia el ordenador utilizando un puerto serial que previamente se instala con el driver de la tarjeta Arduino y a su vez sirve para cargar o grabar los programas que se desarrollen para dicha tarjeta.
- Un conector Jack incorporado en la tarjeta Arduino uno, que sirve para alimentar a dicha tarjeta con una fuente externa o batería para dar autonomía a la tarjeta, obviamente posee integrados que regulan los diferentes tipos de voltajes a utilizar en los sistemas y periféricos que comúnmente se integran a la tarjeta, normalmente son de 3.3V y de 5V.
- Un botón de reseteo o inicialización de la tarjeta para poder utilizarlo a conveniencia por el programador.

- Un cristal de 16MHz el cual viene asociado de dos capacitores de 15pf a 33pf de acuerdo a la hoja de datos, que sirven para dar los ciclos o impulsos eléctricos para que el microcontrolador corra por dentro y así poder utilizar el software apropiadamente.
- Los conectores hembra que vienen detallados con nomenclatura entre números y letras según las funciones de cada uno de los pines del microcontrolador y así realizar las conexiones entre la tarjeta y los periféricos, en la Figura 26, se muestra como está constituida la tarjeta Arduino uno:

Figura 26: Conexiones internas de la tarjeta Arduino. (Arduino, 2014)

3.3. Entrada y Salida de Datos con Arduino

Tomando como referencia a la Figura 26, se tiene detallados los siguientes pines tanto para entradas como para salidas:

- Se parte cómo un punto inicial desde la sección de pines de alimentación de la tarjeta Arduino tanto para su propio uso como para repartir a los diferentes periféricos o escudos que se asociaran luego a la tarjeta, en la Figura 27 se detallan los conectores de entrada así como los que pasan a través de los espadines hembra hacia sus diferentes periféricos:

Figura 27: Pines de alimentación de la tarjeta Arduino. (Arduino, 2014)

- Se puede continuar con el detalle de los pines tanto de entrada como salida, en forma digital o a su vez como entradas análogas en las cuales se puede leer voltajes que van en un rango de 0V a 5V, con una resolución de 10 bits, para hacer cálculos de sensores analógicos previamente calibrados a esos rangos, el sistema utiliza estos pines ya que son de suma importancia para la detección de los valores en el

SISTEMA DE ENTRENAMIENTO PARA ARTES MARCIALES, en la Figura 28, se muestra en detalle los correspondientes pines:

Figura 28: Pines de entrada analógica. (Arduino, 2014)

- En forma consecutiva se revisa los pines de entrada y salida digital en el cual se basa el sector para la lectura de pulsadores y salidas de los indicadores luminosos, a su vez se pueden diferenciar los pines de transmisión serial que son implementados para comunicarse con los módulos inalámbricos y poder tener acceso hacia el ordenador, dichos pines vienen marcados con la nomenclatura TX y RX (pin de Transmisión y Recepción) para la comunicación serial respectivamente, en la Figura 29 se detallan los diferentes pines asociados a este punto:

Figura 29: Pines de entrada, salida y comunicación serial de Arduino.

(Arduino, 2014)

3.4. Diseño e Implementación del Escudo para visualización Luminosa

En este punto se detalla los pasos y requerimientos necesarios para el SISTEMA DE ENTRENAMIENTO PARA ARTES MARCIALES, a continuación se explicara todo lo relacionado a dicho hardware.

Se detalla a continuación el diagrama de bloques del SISTEMA DE ENTRENAMIENTO PARA ARTES MARCIALES, en la Figura 30 mostrado a continuación:

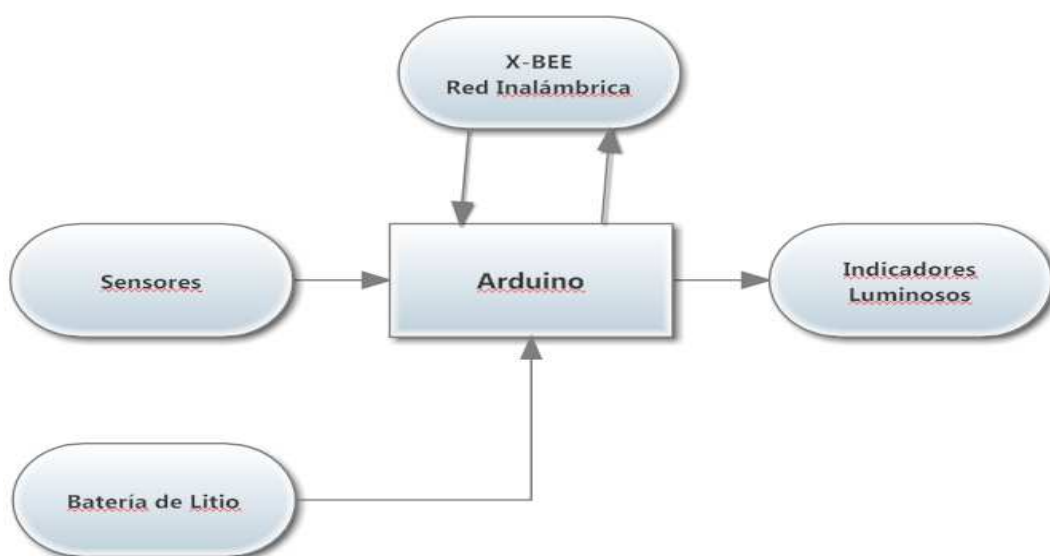


Figura 30: Diagrama de Bloques del Implemento Deportivo.

Como primer paso se evaluó si en el mercado existía algún modelo previo de escudo para poder optimizar en tiempo de desarrollo pero existen escudos parcialmente pre-definidos que no cumplen con las necesidades del sistema que se pretende integrar por lo cual se procedió al diseño y desarrollo del mismo:

- Primeramente se utilizara un software para el desarrollo tanto de los esquemas como de las placas o escudos, se optó por el uso de la herramienta Proteus desarrollado por Labcenter Electronics que consta de los dos programas principales: Ares e Isis, y los módulos VSM y Electra.
- Como ciertos elementos y dispositivos no poseen librerías (esquema y modelo de circuito impreso), se procedió a desarrollar o crear dichas librerías en la Figura 31 se puede apreciar tanto el esquema como diseño de placa del módulo de radio frecuencia y adicionalmente su escudo o placa del modelo compatible con la tarjeta Arduino uno:

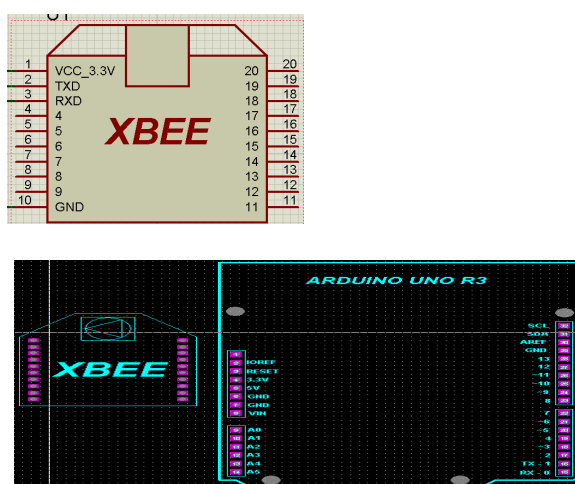


Figura 31: Librerías de Arduino y X-BEE.

- A continuación ya con todos los elementos previamente listos se procede a detallar paso a paso cada uno de los bloques utilizados para el monitoreo y control de los procesos para el SISTEMA PARA ENTRENAMIENTO DE ARTES MARCIALES.
1. Como primer paso o necesidad en hardware es obtener datos de las entrada análogas para los sensores utilizados en el sistema como son

los sensores piezoeléctricos que de acuerdo a una deformación en su estructura mecánica, generan una tensión o voltaje en relación al grado de la deformación estos sensores por lo general vienen desde tarjetas de navidad o regalo hasta dispositivos más industriales como vehículos, llamados sensores “knock” que sirven para evitar el cascabeleo del vehículo de acuerdo al sistema de inyección incorporado por el mismo, obviamente realizado un previo acondicionamiento en los sensores podemos utilizarlos como sensores de golpe o deformación en un sistema confeccionado y optimizado mecánicamente en relación a implementos deportivos como son gomas. Para aclarar un poco esta etapa en la Figura 32, se visualiza una parte de la construcción y acondicionamiento de dichos sensores:

Figura 32: Acondicionamiento físico de un sensor piezoeléctrico.

2. Como segundo requerimiento o necesidad se tiene el de interactividad con el usuario el cual viene dado por indicadores luminosos para informar al deportista o usuario final que o cuales posiciones se debe

utilizar para ejecutar dicha acción, en la Figura 33 se muestra un detalle de las salidas de los indicadores luminosos o leds que están localizados en el segundo escudo que sirve para las conexiones físicas de los indicadores luminosos o cinta de leds:

Figura 33: Tarjeta para Conexión de los Indicadores Luminosos.

3. Para finalizar se viene la parte de comunicaciones inalámbricas para el manejo de información hacia un ordenador, el cual utiliza un par de módulos inalámbricos que sirven para este fin, y hacen un camino de información que el programador interpreta tanto en software como en hardware, en la Figura 34, podemos visualizar en forma detallada del esquema eléctrico del sistema completo en el que está el modulo inalámbrico y la placa de circuito impreso o escudo:

Figura 34: Vista superior escudo o hardware.

3.5. Diseño e Implementación del Pateador Electrónico con los Sensores de fuerza (deformación)

En este punto se procede a una explicación práctica de porque se escogieron ciertos materiales como son los sensores y su funcionamiento, a continuación vamos a detallar por etapas para una mejor comprensión:

- Inicialmente la necesidad del sistema se fundamentó en tener un dispositivo electrónico capaz de ser autónomo y de forma inalámbrica, con el transcurso de algunos de los diseños previos al hardware final se fue modificando y se materializo el sistema en sí, como primero se va a recurrir un poco a los tipos de implementos deportivos que convencionalmente existen en el mercado, en la Figura 35 se detallan algunos modelos típicos existentes en el mercado:



Figura 35: Implementos deportivos, saco de box y pateadores deportivos.

Como se puede apreciar en la Figura 34, se analizó tres tipos de implementos deportivos de alto impacto (para recibir golpes de gran magnitud) de los cuales se fueron descartando los dos de la derecha que son pateadores de entrenamiento general y pateadores de precisión, no obstante la idea de los dos fueron tomadas en cuenta, cuando un deportista sostiene dichos pateadores, simplemente el oponente u otro deportista interpreta las acciones que el primer deportista genera para que pueda reaccionar de acuerdo a las técnicas que se requieran realizar, en forma más gráfica tenemos en la Figura 36 un ejemplo detallado de como es este procedimiento:



Figura 36: Patada arriba utilizando un pateador de precisión.

(Flodo™, 2009)

Tomando en cuenta los diferentes tipos de patadas y técnicas existentes en la rama de Tae kwon Do, se resumieron en dos tipos de técnicas que son las más utilizadas en un combate de entrenamiento, son patadas a nivel de la cabeza y otras a nivel del torso cercanas al estómago del deportista, por tal motivo se escogió el saco de box ya que es un implemento lo más cercano al tamaño de un deportista y con mayor resistencia a los impactos o golpes.

Para poder realizar el acondicionamiento del pateador se requirió el desarme de un saco de box para verificar como son las partes y su relleno, normalmente los sacos de box se los encuentra rellenos con aserrín o viruta de madera lo cual es un gran error en el trabajo deportivo ya que en un principio el aserrín no está compactado y no ejerce demasiada resistencia a un golpe, al pasar el tiempo dicho aserrín se torna muy compacto lo cual se asemeja a golpear a una pared y por consiguiente se generan daños en las articulaciones del deportista estas generalmente pueden ser manos y piernas.

Llevando una investigación más a fondo de como rellenar un saco de box, gracias a la colaboración de gente entendida en la materia de implementos deportivos se obtuvo mejor información para dicho desempeño el cual es un saco de box de varias capas y cada capa tiene elementos de diferentes densidades para que sea lo suficientemente pesado pero a su vez con una capa externa ligeramente suave lo cual se consigue intercalando desde su núcleo, un saco de aserrín, luego recubierto de esponja negra de la utilizada

para colchonetas de 5 centímetros de espesor y al nivel de dicha esponja se posicionaron los sensores o cubículos de cada sensor en una esponja más compacta la cual la podemos encontrar utilizada en los flotadores de piscina. Todo lo anterior se recubre de un saco más de tela y finalmente se lo introduce en un saco de box hecho a base de lona para que resista los impactos, en la Figura 37 se muestran imágenes del proceso de acondicionamiento de los sacos.

Ahora se procede a explicar el tipo de sensor para detectar un golpe que a su vez existe en varias aplicaciones en el mercado de dispositivos electrónicos, estos sensores se los conoce como sensores piezoeléctricos.

Figura 37: Etapas de Acondicionamiento de los Sacos de Box.

- Sensor Piezoeléctrico: es un dispositivo que utiliza el efecto piezoeléctrico para medir presión, aceleración, tensión o fuerza transformando las lecturas en medidas eléctricas.

Normalmente se los encuentra en algunas aplicaciones bien definidas como vehículos el sensor de cascabeleo, en guitarras para transformar las señales sonoras o vibrantes a eléctricas y luego amplificarlas, por último el más sencillo de todos los ejemplos es el utilizado para cartas musicales que se muestra a continuación en la Figura 38:

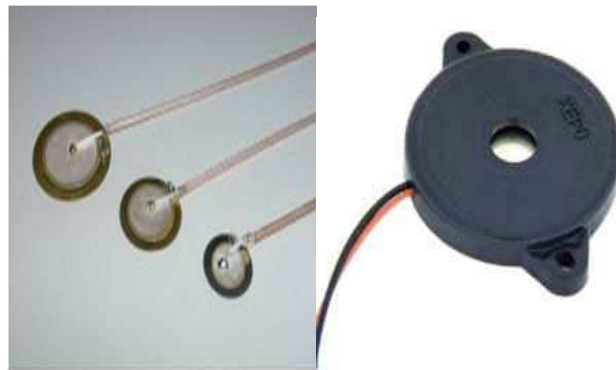


Figura 38: Sensores piezoeléctricos.

El funcionamiento de los sensores piezoeléctricos es debido a la estructura de un cristal de cuarzo que al ser deformada genera una variación en los extremos dicha variación depende de que cantidad de deformación se genera por lo mismo si un elemento o dispositivo piezoeléctrico es diseñado para un voltaje de 5 voltios su máxima salida estará alrededor de dicho valor, la otra ventaja de estos elementos es cuando se le induce una corriente eléctrica este se deforma o expande provocando una deformación en el otro sentido, previamente analizado su principio de funcionamiento se optó por su utilización ya que aguanta pequeñas deformaciones, obviamente este

tipo de sensores deben ir con un encapsulado para poder estar directamente protegidos y que no sufran daños a corto plazo en la Figura 39 se puede observar cómo se realizó el cubículo para dicho sensor:

Figura 39: Acondicionamiento físico para un sensor piezoeléctrico.

En la Figura 40 se muestra el efecto piezoeléctrico en forma directa o cuando se le aplica presión al sensor:

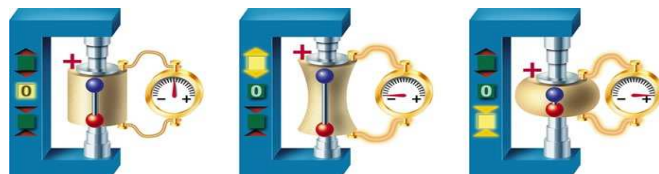


Figura 40: Efecto piezoeléctrico, deformación vs voltaje en forma directa.

(CeramTec, 2014)

En la Figura 41 se muestra el efecto piezoeléctrico inverso que es aplicando una corriente en sus terminales y generando una expansión y contracción del mismo:

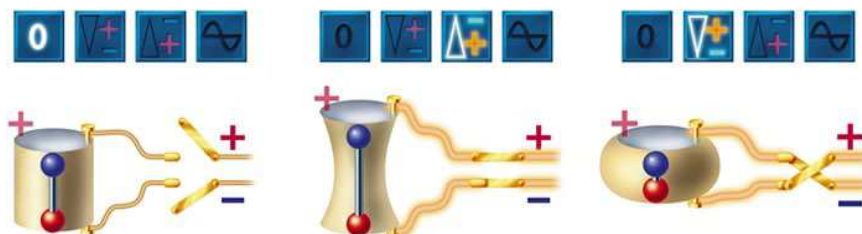


Figura 41: Sensor piezoeléctrico utilizado en forma inversa.

(CeramTec, 2014)

3.6. Diseño de la Tarjeta para el Módulo X-BEE y el Sistema del Pateador Electrónico

En este punto se detalla el hardware final del Sistema de Entrenamiento para Artes Marciales, comenzamos con la primera etapa que consta del módulo Arduino el cual tiene el siguiente escudo mostrado en la Figura 42 en donde intervienen los siguientes elementos:

- Diodos led que representan las acciones que el deportista debe realizar
- Conectores para los sensores piezoeléctricos de dos pines
- Pulsadores de 5mm para manejo de la tarjeta de modo autónomo sin necesidad de un ordenador
- Interruptor para habilitar la comunicación inalámbrica o no hacia los terminales del Arduino utilizado para poder programarlo en forma cableada o dejarlo en modo de funcionamiento inalámbrico

- Un bus de datos para conexión hacia la segunda etapa o placa en la cual se manejan los indicadores led de 12v o de mayor potencia
- Entrada de alimentación desde la tarjeta Arduino mediante una batería de Li-po de 7.4 voltios y 3000 mAh para sustentar la sesión de entrenamiento
- Módulo XBEE S1 para la comunicación inalámbrica hacia el ordenador

Figura 42: Esquema, diseño del Circuito impreso y modulo terminado.

La segunda tarjeta simplemente es un contenedor de transistores de mediana potencia como son los TIP41 y 2N3904 para poder sustentar la corriente necesaria a los indicadores luminosos.

3.7. Pruebas del Hardware

Para los test de hardware se utilizó el monitor integrado en la interfaz de Arduino para las comunicaciones inalámbricas y así poder como cada sensor devuelve los datos en un formato de 3 cifras y que sensor es el que se activó al recibir una acción de presión o deformación, en la Figura 43 se puede observar cómo se obtienen los datos en el formato definido por el criterio de envío que simplemente es un forma de entramar datos y luego verifícalos en una aplicación en el ordenador para poder tener una interacción entre la parte física y lógica de software y hardware:

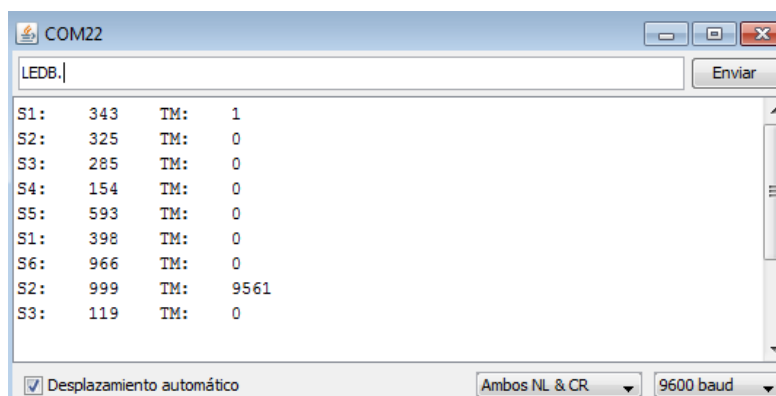


Figura 43: Prueba de datos del hardware con el sistema Arduino integrado.

La Figura 42 muestra como mensaje el sensor activado seguido del valor que el sensor recibió y a continuación un sección que es el tiempo de reacción devuelto si se utiliza la aplicación en software de tiempos de reacción, como se puede apreciar en la parte superior de la ventana, se encuentra el texto: "LEDB.", que simplemente emularía el comando enviado por el computador hacia la tarjeta y esta a su vez inicia el temporizador para

definir cuanto se demora la persona en realizar la acción pedida por el entrenador.

CAPITULO 4: PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1. Pruebas de Envío de Tramas para 5 Diferentes Tipos de Distancia y Verificación de la Cobertura

En este punto se decidió hacer una serie de pruebas para verificar la cobertura del Sistema de Entrenamiento para Artes Marciales, tomando como referencia una misma trama de datos para cada envío realizado que se podrá constatar en la siguiente Tabla 5, con una trama conformado por números del 0 al 9 (“0123456789”), y quedando los datos recibidos directamente como sigue:

Tabla 5:
Cuadro de envío de datos y medida de errores para cada distancia.

Distancia Manejada	Datos Enviados	Datos Recibidos	Datos Erróneos	Datos Correctos	Cantidad Envíos	Cantidad Erróneo Envíos
1	0123456789	0123456789	0	10	20	0
2	0123456789	0123456789	0	10	20	0
3	0123456789	0123456789	0	10	20	0
4	0123456789	0123456789	0	10	20	0
5	0123456789	0123456789	0	10	20	0
6	0123456789	0123456789	0	10	20	0
7	0123456789	0123456789	0	10	20	0
8	0123456789	0123456789	0	10	20	0
9	0123456789	0123456789	0	10	20	0
10	0123456789	0123456789	0	10	20	0
11	0123456789	0123456789	0	10	20	0
12	0123456789	0123456789	0	10	20	0
13	0123456789	0123456789	0	10	20	0
14	0123456789	0123456789	0	10	20	0
15	0123456789	0123456789	0	10	20	0
16	0123456789	0123456789	0	10	20	0
17	0123456789	0123456789	0	10	20	0
18	0123456789	0123456789	0	10	20	0
19	0123456789	0 23456789	1	9	20	3
20	0123456789	012 456789	1	9	20	2
21	0123456789	012456789	1	9	20	4
22	0123456789	01 3456789	1	9	20	3
23	0123456789	012345678*	1	9	20	6

Como se puede revisar en la Tabla 5, mientras el sistema se encuentra cerrado por motivo del recubrimiento físico o la tapa superior que es de lona a cortas distancias no existe pérdida de datos o recepción de datos erróneos, debido al incremento de la distancia con respecto a los módulos inalámbricos en un medio libre de obstáculos, la máxima distancia eficiente es menor a 30 metros pero cuando los módulos se encuentran inmersos o en el interior del implemento deportivo existe una alteración en la recepción y envío de datos, por tal motivo este parámetro de error es aceptable ya que en el club de Taekwondo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE la máxima distancia desde el modulo que va conectado a la aplicación y el implemento deportivo, no excede los 15 metros, quedando así habilitado el sistema para el área de trabajo requerido.

4.2. Toma de Datos con un Deportista del Club de Tae-Kwon-Do

antes del uso del Sistema de Entrenamiento para Artes Marciales

En el presente capítulo se pretende realizar una toma de datos que previamente serán capturados por el entrenador del club de Tae Kwon Do de la ESPE, dando lugar a una tabla de análisis para determinar las características tanto del deportista como su condición física.

A continuación se presenta la Tabla 6, realizada por el entrenador como base inicial de análisis de un deportista en proceso activo de entrenamiento:

Tabla 6:
Datos obtenidos patada superior derecha sin el sistema.

Deportista:	Carlos Magallanes		
Edad:	28		
Categoría:	Fly		
Sensor:	Intensidad:(Sensibilidad o Foco)	tiempo (ms):	Técnica:
-	-	2351	Patada superior derecha
-	-	2647	Patada superior derecha
-	-	1289	Patada superior derecha
-	-	1332	Patada superior derecha
-	-	1423	Patada superior derecha
-	-	1443	Patada superior derecha
-	-	1424	Patada superior derecha
-	-	1429	Patada superior derecha
-	-	2123	Patada superior derecha
-	-	2102	Patada superior derecha

A continuación se presenta la Tabla 7 con la toma de datos de la misma técnica aplicada con la pierna izquierda la cual permite interpretar la diferencia de tiempos de una pierna a la otra dando las primeras pautas para verificar que pierna tiene una mejor técnica en el proceso de entrenamiento y posteriormente llevarla a una mejor preparación física:

**Tabla 7:
Datos obtenidos patada superior izquierda sin el sistema.**

Deportista: Carlos Magallanes			
Edad:	28		
Categoría: Fly			
Sensor:	Intensidad:(Sensibilidad o Foco)	tiempo (ms):	Técnica:
-	-	2222	Patada superior izquierda
-	-	2212	Patada superior izquierda
-	-	1802	Patada superior izquierda
-	-	1789	Patada superior izquierda
-	-	1734	Patada superior izquierda
-	-	1745	Patada superior izquierda
-	-	1756	Patada superior izquierda
-	-	1746	Patada superior izquierda
-	-	1734	Patada superior izquierda
-	-	1790	Patada superior izquierda

No se detallan más tablas con diferentes tipos de técnicas ya que en este punto por motivos de un análisis simple y específico la información para ser posteriormente analizada es similar en su análisis final, toda la documentación pertinente a la toma de datos del sistema esta adjunta con los anexos para mayor información.

4.3. Toma de Datos con un Deportista del Club de Tae-Kwon-Do

Después del uso del Sistema de Entrenamiento para Artes

Marciales

En esta sección se integra al documento las dos técnicas utilizadas anteriormente en la sección 4.1., sobre toma de datos por medio del

entrenador, utilizando el software desarrollado a los largo de este documento. Las dos patadas son superiores con pierna derecha e izquierda del mismo deportista presentado en la Tabla 8 para la pierna derecha y la Tabla 9 para la pierna izquierda:

**Tabla 8:
Datos obtenidos patada superior derecha usando el sistema.**

Deportista:	Carlos Magallanes		
Edad:	28		
Categoría:	Fly		
Sensor:	Intensidad:(Sensibilidad o Foco)	tiempo (ms):	Técnica:
S1	338	2100	Patada superior derecha
S1	339	2147	Patada superior derecha
S1	338	1312	Patada superior derecha
S1	337	1309	Patada superior derecha
S1	340	1208	Patada superior derecha
S1	341	1212	Patada superior derecha
S1	333	1223	Patada superior derecha
S1	337	1232	Patada superior derecha
S1	338	1800	Patada superior derecha
S1	339	1783	Patada superior derecha

Como se puede apreciar en la Tabla 8, se incluye los parámetros del sensor utilizado en la toma de datos y a su vez que tiempo se demora en reaccionar el deportista a la patada realizada.

**Tabla 9:
Datos obtenidos patada superior izquierda usando el sistema.**

Deportista: Carlos Magallanes			
Edad:	28		
Categoría:	Fly		
Sensor:	Intensidad:(Sensibilidad o Foco)	tiempo (ms):	Técnica:
S2	339	2000	Patada superior izquierda
S2	339	2010	Patada superior izquierda
S2	337	1206	Patada superior izquierda
S2	337	1682	Patada superior izquierda
S2	333	1637	Patada superior izquierda
S2	345	1645	Patada superior izquierda
S2	321	1652	Patada superior izquierda
S2	342	1643	Patada superior izquierda
S2	393	1631	Patada superior izquierda
S2	321	1690	Patada superior izquierda

4.4. Análisis Comparativo del Desempeño de Resultados Obtenidos por el Uso y Manipulación del Sistema de Entrenamiento para Artes Marciales

En esta sección vamos a tomar dos datos indistintamente de la Tabla 6, Tabla 7, Tabla 8 y Tabla 9 para el análisis de los tiempos antes y después del uso del sistema de entrenamiento para artes marciales. Con esta comparación por simple inspección se procederá a ciertas conclusiones que darán como valido la utilización de sistemas tecnológicos en las áreas deportivas y sus posibles mejoras.

Se toman los datos 5 y 6 de cada tabla para hacer la comparación y armar la Tabla 10 obteniendo una forma más clara de interpretar los datos y poder llegar a las conclusiones y recomendaciones del uso de redes

inalámbricas así como implementos deportivos para preparación física de deportistas:

Tabla 10:
Tabla comparativa de datos tomados con y sin el sistema.

Deportista:	Carlos Magallanes		
Edad:	28		
Categoría:	Fly		
Sensor:	Intensidad:(Sensibilidad o Foco)	tiempo (ms):	Técnica:
-	-	1423	Patada superior derecha
-	-	1443	Patada superior derecha
-	-	1234	Patada superior izquierda
-	-	1745	Patada superior izquierda
S1	340	1208	Patada superior derecha
S1	341	1212	Patada superior derecha
S2	333	1637	Patada superior izquierda
S2	345	1645	Patada superior izquierda

Cabe mencionar que las casillas que no poseen información o están visualizadas con el símbolo guion (-), son aquellos datos tomados mediante el uso de un cronometro en forma convencional y los datos que tienen todas las casillas en su totalidad llenas son los interpretados y almacenados por el SISTEMA DE ENTRENAMIENTO PARA ARTES MARCIALES, por lo tanto si se aprecia a simple vista un sistema autónomo y monitorizado por un grupo de sensores es más eficaz y eficiente al momento de la toma de datos ya que no existen perdidas de forma visual o mecánica en cuanto a la activación del botón de inicio y fin de un cronometro al realizar la actividad o técnica por el deportista.

Al verificar las casillas que son obtenidas por el SISTEMA DE ENTRENAMIENTO PARA ARTES MARCIALES, también se aprecia una

gran diferencia al realizar las técnicas con diferentes extremidades ya que los deportistas siempre tienden a perfeccionar un lado más que el otro, lo mismo pasa al momento de escribir diferenciándonos de gente zurda como de diestra, por lo tanto los parámetros de entrenamiento no se podrán ver asimétricos en los deportistas.

Cada diferencia radica en relación a la categoría de los deportistas haciéndose de igual forma más rápida o lenta según el peso de dicho deportista.

4.5. Conclusiones

- La realización de este proyecto de tesis sirve de base para interactuar entre deportistas y el mundo computarizado ya que en un sistema computarizado se puede almacenar información, controlar actividades y ser más exactos cuando se realizan análisis de sistemas de acondicionamiento físico que convencionalmente se imparten en una cierta actividad deportiva.
- La utilización de software libre como Processing es un paso más hacia el futuro ya que al fin y al cabo da a los usuarios las mismas o mejores prestaciones que los existentes con licencias pagadas, con la diferencia que el software libre es totalmente abierto es decir que este tipo de software puede ser modificado por el usuario de acuerdo a sus necesidades, por todas estas razones cada vez son más las personas que optan por el uso de este tipo de programas.
- Es posible desarrollar circuitos electrónicos con hardware libre y elementos de bajo costo, para ser utilizados en diferentes tipos de

áreas como la deportiva, obviamente dichos sistemas electrónicos deben ser previamente acondicionados con elementos resistentes como polímeros para alargar la vida útil de las partes más delicadas como son sensores, baterías y circuitos de control y adquisición de datos.

- Gracias a la utilización de tablas de datos, sobre las técnicas realizadas por un deportista son de suma importancia en un análisis y posteriormente en la creación de nuevos planes de entrenamiento para mejorar el rendimiento de cada deportista.
- El hecho de ser un implemento deportivo modular facilita la integración y movilidad del mismo controlador a varios tipos de implementos deportivos dando como lugar a un sistema universal para la medición de diferentes parámetros en otros campos del ambiente deportivo.

4.6. Recomendaciones

- Al momento de realizar técnicas de combate, tener la precaución de que las técnicas aplicadas sean las adecuadas para el tipo de implemento deportivo a utilizar ya que el deportista podría sufrir daños a corto o largo plazo.
- Al utilizar baterías de alimentación para el hardware siempre se debe desconectar dicha batería al finalizar la sesión de entrenamiento para poder prolongar el tiempo útil de la batería, ya que sí el sistema no está siendo manipulado, el consumo mínimo llegaría a descargar la totalidad de la batería provocando un daño irreparable de la misma.

- En el caso de que el sistema sufriese una sobrecarga o quedara saturado y no respondiera a las acciones relacionadas con el mismo es indispensables que se cierren las aplicaciones y se reinicien tanto el software como el hardware ya que existe la posibilidad de que por condiciones ambientales pueda generarse este tipo de situaciones.
- Para el manejo adecuado del Sistema de Entrenamiento para Artes Marciales se debe tomar como precaución principal el evitar ambientes de trabajo húmedo ya que como son implementos deportivos desmontables y con un sistema electrónico incorporado se pueden ver afectados y comprometidos a un cortocircuito dejando averiado al sistema.
- Por ser un sistema inalámbrico y principalmente por tener módulos de radiofrecuencia, se deben tomar en cuenta que al estar inmerso el módulo XBEE dentro del saco de box, la distancia de trabajo óptima debe estar alrededor de los 15 metros para evitar la pérdida de datos.

Bibliografía


- (s.f.). Obtenido de <http://docs-asia.electrocomponents.com/webdocs/0e8b/0900766b80e8ba21.pdf>
- Arduino. (2014). *Arduino*. Obtenido de <http://arduino.cc/>
- Artero, Ó. T. (2013). *ARDUINO Curso práctico de formación*. México: Alfaomega.
- Caprile, S. R. (24 de 11 de 2008). *Utilización del modo API en módulos XBee 802.15.4*. Obtenido de http://www.cika.com/soporte/AppNotes/CAN-088_XBee802.15.4_API.pdf
- CeramTec. (29 de Julio de 2014). *CeramTec*. Obtenido de <http://www.ceramtec.es/materiales-ceramicos/piezoceramica/basicos/>
- Contribuciones. (14 de 5 de 2014). *Java (lenguaje de programación)*. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Java_\(lenguaje_de_programaci%C3%B3n\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Java_(lenguaje_de_programaci%C3%B3n))
- CONTRIBUCIONES, V. (13 de 02 de 2014). *WIKIPEDIA*. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/ZigBee>
- duarte, A. (2014). *ART INTERACTIVO*. Obtenido de <http://www.artinteractivo.com/xbee-y-arduino>
- Flodo™, I. F. (20 de octubre de 2009). *FOTOLOG*. Obtenido de http://www.fotolog.com/cbtkd_itf/68486476/
- García, F. L. (2005). http://www.mhe.es/cf/ciclos_informatica/844819974X/archivos/unidad5_recurso1.pdf. Obtenido de http://www.mhe.es/cf/ciclos_informatica/844819974X/archivos/unidad5_recurso1.pdf
- Heba, L. (17 de 2 de 2012). *compututorials*. Obtenido de <http://compututorials.blogspot.com/2012/02/como-configurar-los-modulos-xbee-basico.html>
- Inproes Marketing Tecnology. (2008). *Marketing Bluetooth*. Obtenido de <http://www.marketing-bluetooth.com/bluetooth-caracteristicas.html>
- Marin, A. D. (2014). *Arduino y Xbee*. Obtenido de <http://www.andresduarte.com/arduino-y-xbee>
- MCI Ltd. (2009-2013). *mci electronics*. Obtenido de <http://www.xbee.cl/diferencias.html>
- Nimoy, J. (30 de 5 de 2006). *Processing*. Obtenido de <http://go.yuri.at/p5/tutorial/>
- Reas, B. F. (2014). *Processing 2*. Obtenido de <https://www.processing.org/>


ANEXOS


ANEXO 1:

Hojas de datos Arduino:

Arduino UNO



Technical Specification


EAGLE files: [arduino-duemilanove-uno-design.zip](#) Schematic: [arduino-uno-schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

the board

Hoja de Datos Tip41:

NPN SILICON POWER TRANSISTOR TIP41C

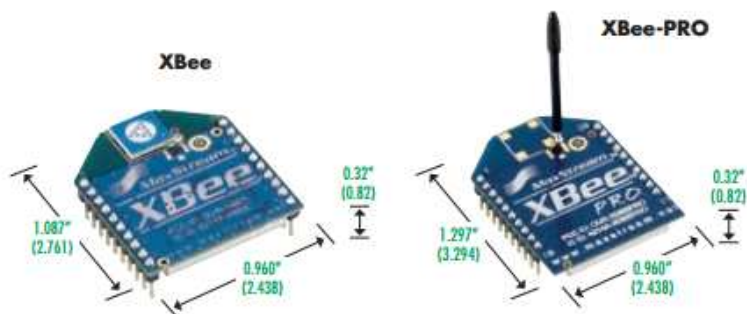
- ✦ 65 W at 25°C Case Temperature
- ✦ 6A Continuous Collector Current
- ✦ 10A Peak Collector Current
- ✦ 100V Collector-Emitter Voltage
- ✦ Isolated transistor package available on request
- ✦ Custom selections possible



TO-220

Note : Collector is connected to the mounting base

Hoja de Datos Modulo XBEE S1:



Specifications

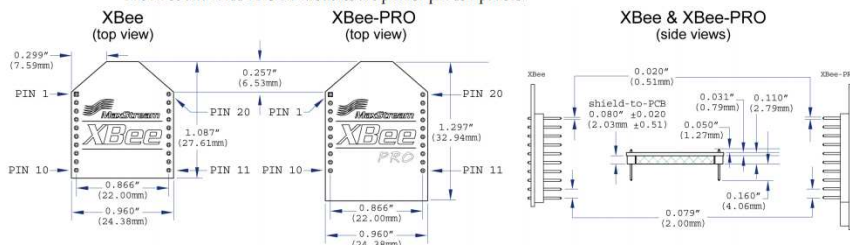
Table 1-01. Specifications of the XBee®/XBee-PRO® RF Modules

Specification	XBee	XBee-PRO
Performance		
Indoor/Urban Range	Up to 100 ft (30 m)	Up to 300 ft (90 m), up to 200 ft (60 m) International variant
Outdoor RF line-of-sight Range	Up to 300 ft (90 m)	Up to 1 mile (1600 m), up to 2500 ft (750 m) International variant
Transmit Power Output (software selectable)	1mW (0 dBm)	63mW (18dBm)* 10mW (10 dBm) for International variant
RF Data Rate	250,000 bps	250,000 bps
Serial Interface Data Rate (software selectable)	1200 bps - 250 kbps (non-standard baud rates also supported)	1200 bps - 250 kbps (non-standard baud rates also supported)
Receiver Sensitivity	-92 dBm (1% packet error rate)	-100 dBm (1% packet error rate)
Power Requirements		
Supply Voltage	2.8 - 3.4 V	2.8 - 3.4 V
Transmit Current (typical)	45mA (@ 3.3 V)	250mA (@3.3 V) (150mA for international variant) RPSMA module only: 340mA (@3.3 V) (180mA for international variant)
Idle / Receive Current (typical)	50mA (@ 3.3 V)	55mA (@ 3.3 V)
Power-down Current	< 10 µA	< 10 µA
General		
Operating Frequency	ISM 2.4 GHz	ISM 2.4 GHz
Dimensions	0.960" x 1.087" (2.438cm x 2.761cm)	0.960" x 1.297" (2.438cm x 3.294cm)
Operating Temperature	-40 to 85° C (industrial)	-40 to 85° C (industrial)
Antenna Options	Integrated Whip, Chip or U.FL Connector, RPSMA Connector	Integrated Whip, Chip or U.FL Connector, RPSMA Connector
Networking & Security		
Supported Network Topologies	Point-to-point, Point-to-multipoint & Peer-to-peer	
Number of Channels (software selectable)	16 Direct Sequence Channels	12 Direct Sequence Channels
Addressing Options	PAN ID, Channel and Addresses	PAN ID, Channel and Addresses
Agency Approvals		
United States (FCC Part 15.247)	OUR-XBEE	OUR-XBEEPRO
Industry Canada (IC)	4214A XBEE	4214A XBEEPRO
Europe (CE)	ETSI	ETSI (Max. 10 dBm transmit power output)*
Japan	R201WW07215214	R201WW08215111 (Max. 10 dBm transmit power output)*
Australia	C-Tick	C-Tick

* See Appendix A for region-specific certification requirements.

Antenna Options: The ranges specified are typical when using the integrated Whip (1.5 dBi) and Dipole (2.1 dBi) antennas. The Chip antenna option provides advantages in its form factor; however, it typically yields shorter range than the Whip and Dipole antenna options when transmitting outdoors. For more information, refer to the "XBee Antennas" Knowledgebase Article located on Digi's Support Web site

The XBee and XBee-PRO RF Modules are pin-for-pin compatible.

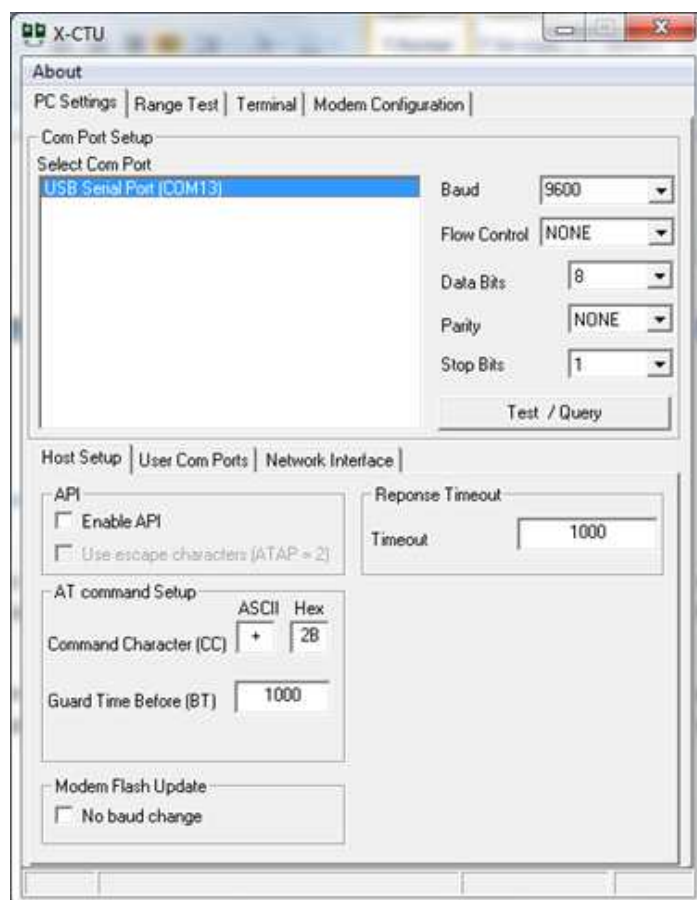


ANEXO 2:

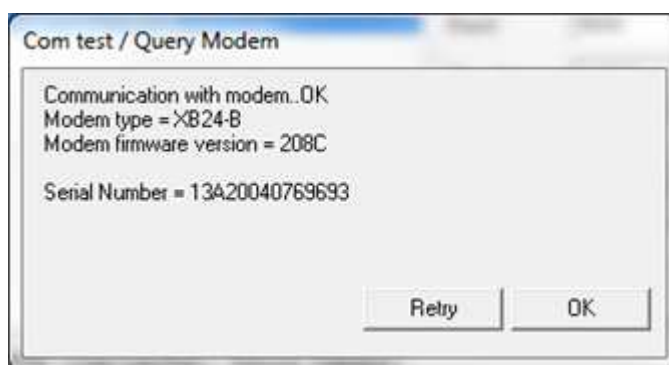
Configuración para Módulos X-BEE modo Transparente

La configuración de los módulos XBee de diferente versión no difieren mucho entre sí. En este caso se usarán módulos Serie 2.

Una vez que se tiene el módulo XBee Serie 2 conectado a la computadora a través de su respectivo adaptador/dongle, se ejecuta el X-CTU (programa de configuración). En la pestaña principal de la aplicación se muestra el puerto COM en el que se encuentra conectado el dispositivo, este no se modificará aun si el modulo se conecta en un puerto diferente.

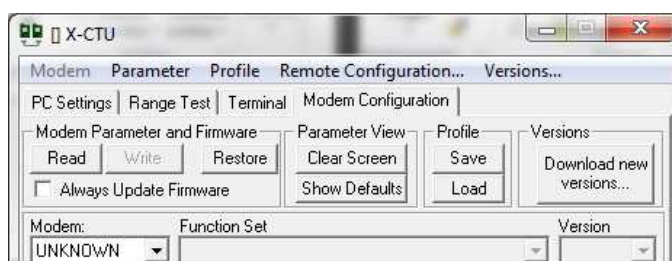


Para verificar que el dispositivo está listo para usarse, se realiza un test de conexión. Basta con presionar el botón “Test/Query”. Si todo está en orden, aparecerá una ventana emergente que muestra detalles del dispositivo, como el estado, versión de firmware y número de serie, el cual también se puede encontrar impreso en una etiqueta debajo del módulo XBee. Éste último dato será importante en el futuro. Clic en “OK” para cerrar.

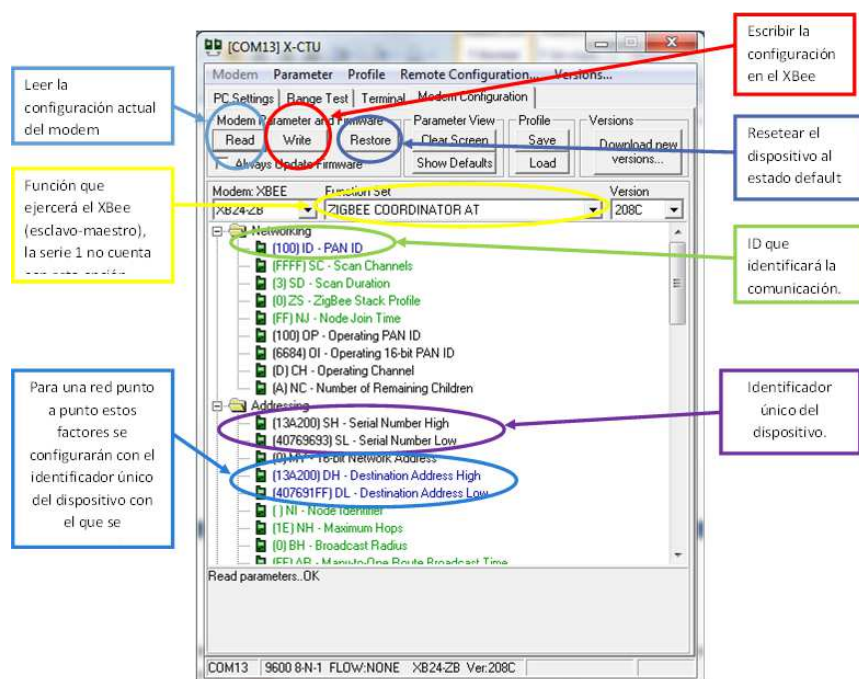


Existen dos formas de configurar el XBee, una es por medio de comandos en una terminal para comunicación serial, la otra es realizarla gráficamente. Por su simplicidad se usará únicamente la segunda opción.

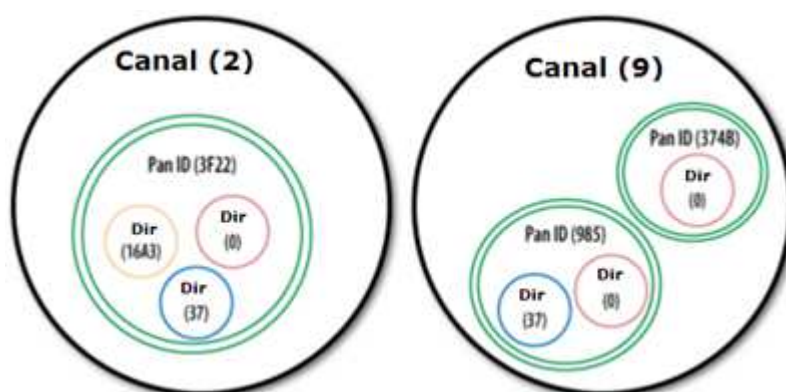
Para comenzar se accede a la pestaña “Modem Configuration”, esta contiene varios botones que serán explicados con detalle a continuación.



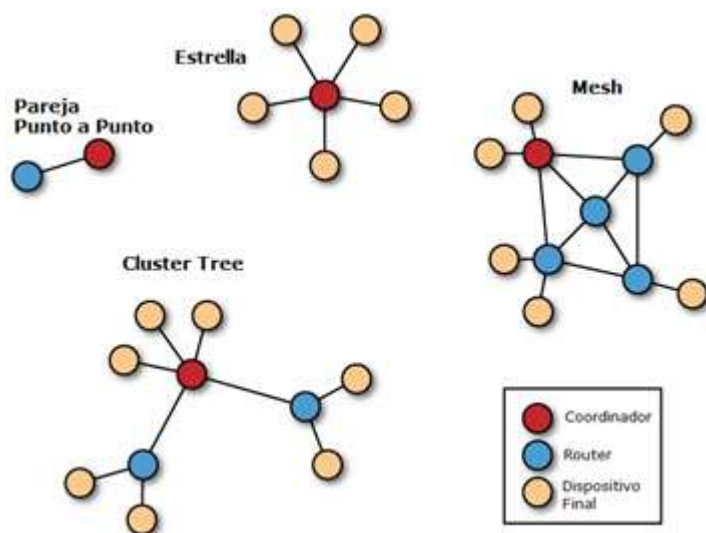
Para poder acceder a la configuración actual del radio y hacer modificaciones a la misma, se lee desde el propio módem, haciendo clic en “Read”. Se despliega la información correspondiente en la ventana.



Después de leer el XBee se procede a configurar el PAN ID (Red de Área Personal) para personalizar la red dentro de la cual el módulo estará recibiendo o transmitiendo información; el número colocado debe ser hexadecimal y en un rango de 0 – FFFFFFFFFFFFFFFF para Series 2 (en el caso de las Series 1 el rango es de 0 - FFFF), cualquier XBee que se requiera conectar en esta red deberá contener el mismo identificador. En este ejemplo se colocó el número 100.



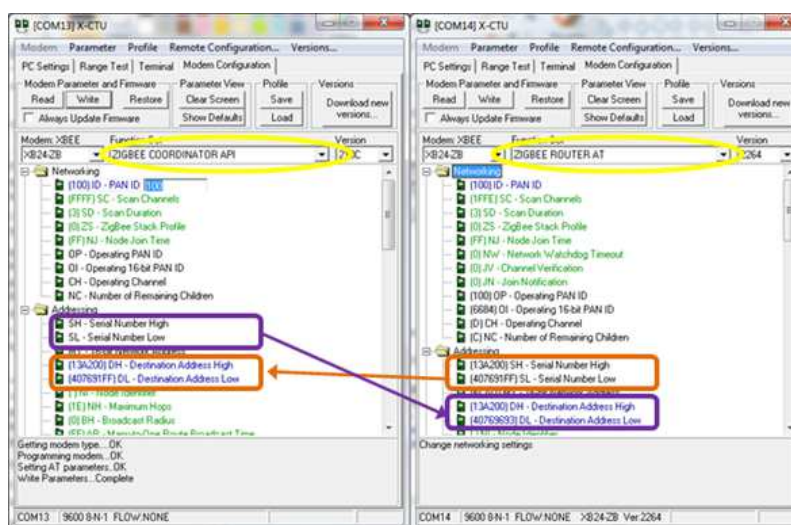
En el apartado “Function Set” se selecciona el papel que ejercerá el XBee en la red, un XBee deberá ser el maestro o coordinador, y uno o varios XBee fungirán como esclavos o “Routers” (la Serie 1 no tiene esta cualidad y no hay necesidad de configurar su función).



La configuración del modo AT o API se selecciona de acuerdo a los requerimientos necesarios para la comunicación que se desee implementar (en el modo AT, la información o los datos se envían bit a bit, por el contrario en el modo API la información se envía en pequeños paquetes de datos), en este caso ese tipo de

configuración es indiferente ya que se trata de la comunicación punto a punto.

El siguiente paso es configurar las direcciones de destino para la comunicación de los XBee, utilizando los números de serie de cada módulo. Dentro de la sección “Addressing” localice las opciones “Serial Number High/Low” estos números son los que identifican a cada dispositivo. A las direcciones de destino del XBee maestro o “coordinador” se le asignan las direcciones SH y SL correspondientes al XBee esclavo o “Router”.

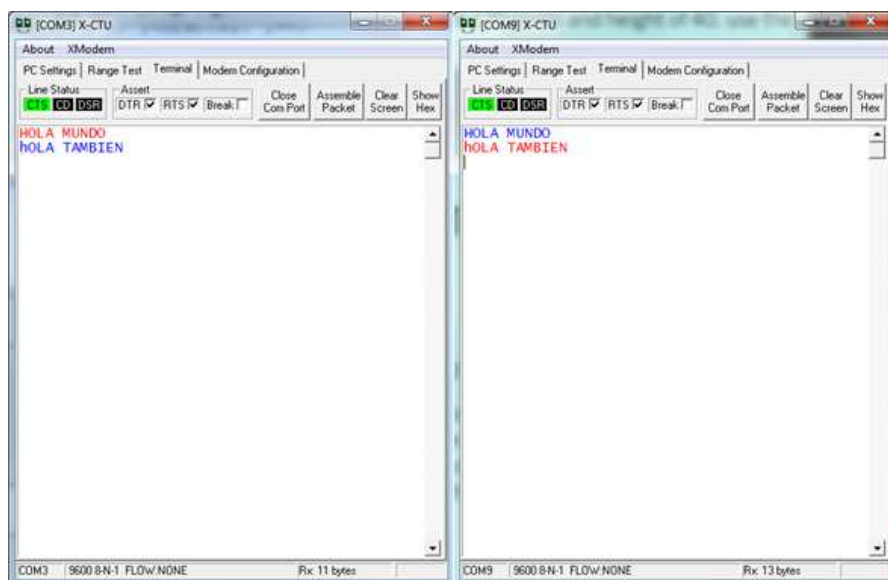
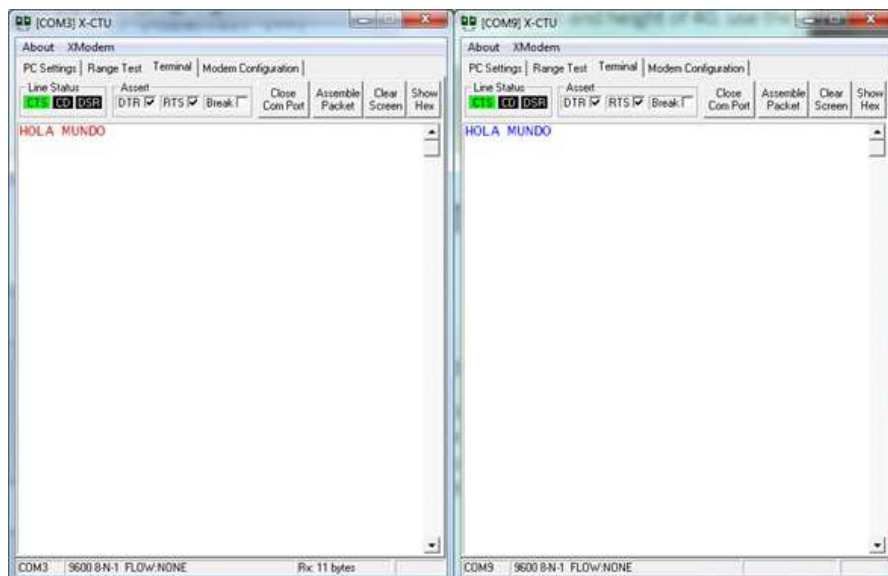


De manera inversa se asignan las direcciones correspondientes en dirección esclavo-maestro como se muestra en la figura anterior.

Después de realizar estos pasos la configuración de ambos XBee está terminada y puede empezar a trabajar con ellos.

Para verificar que la comunicación es correcta, basta con probar la comunicación por medio de la pestaña “Terminal”

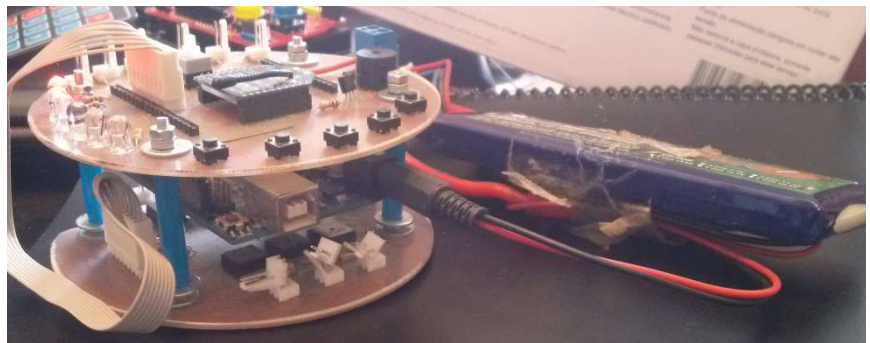
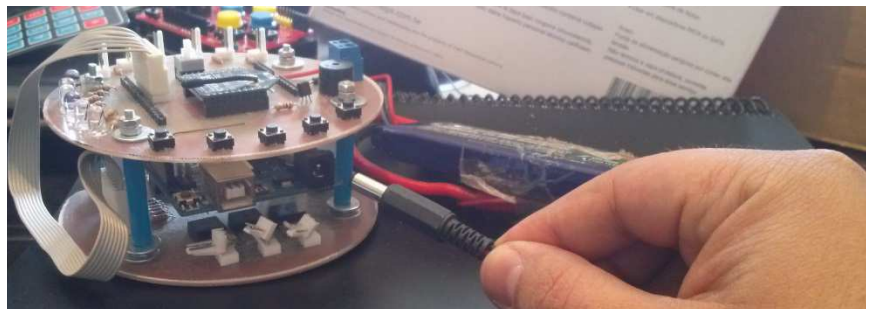
enviando cualquier mensaje, como se muestra en las siguientes capturas.



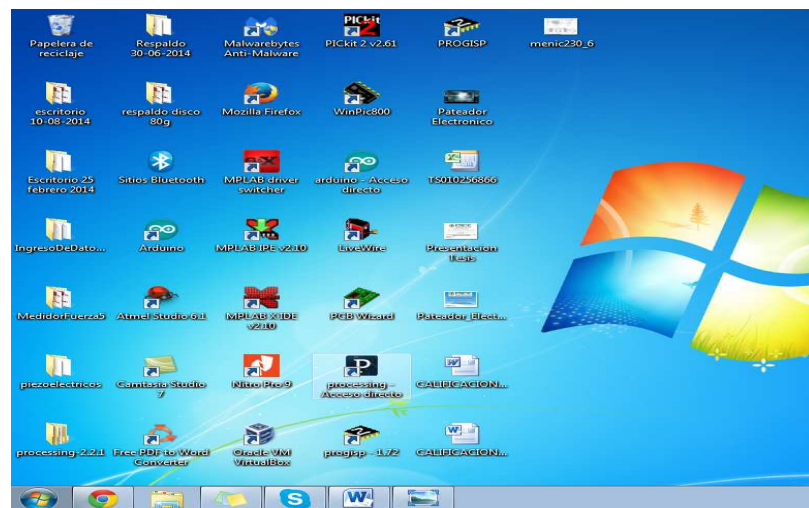
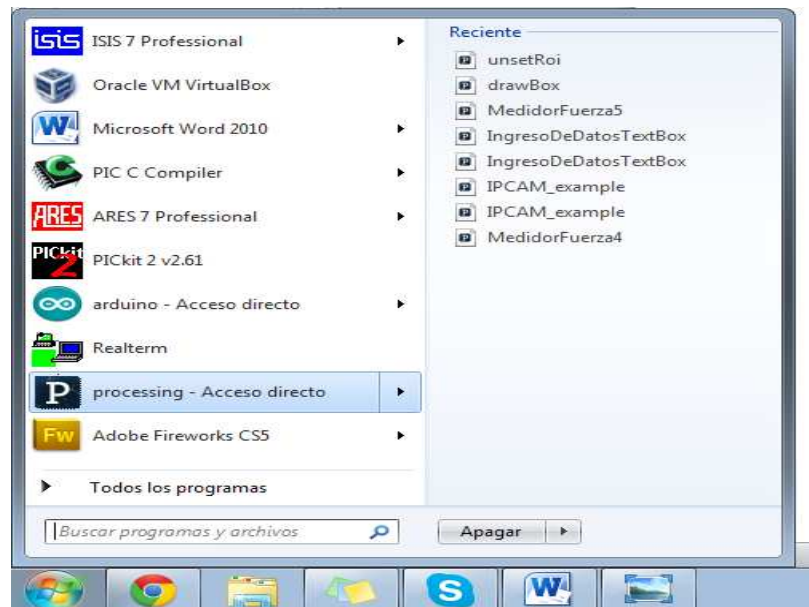
ANEXO 3:

Manual de Usuario para poner en marcha el Sistema

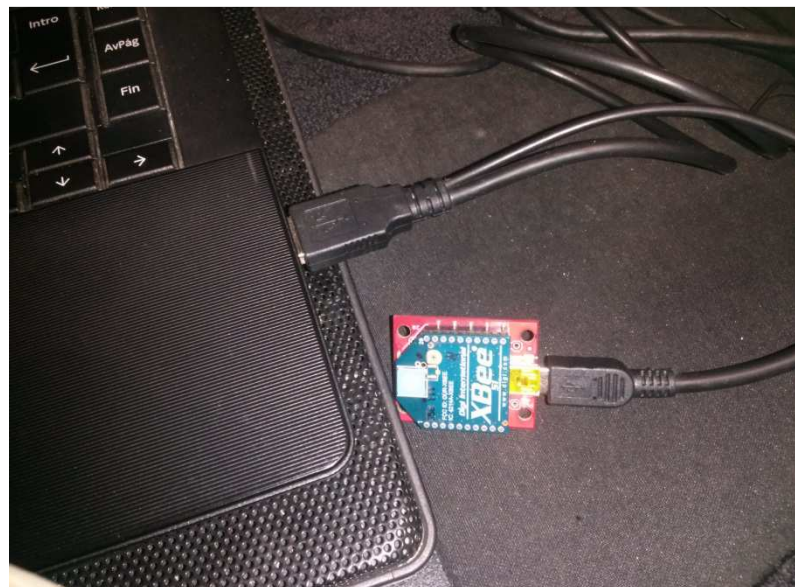
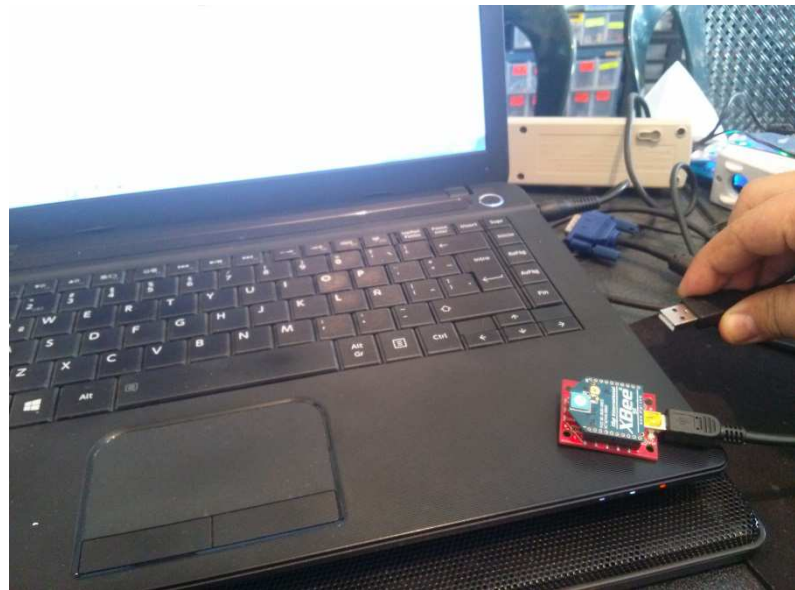
1. Primeramente encender el implemento deportivo, este procedimiento es simple solo es necesario colocar la batería en el conector correspondiente de la tarjeta Arduino.



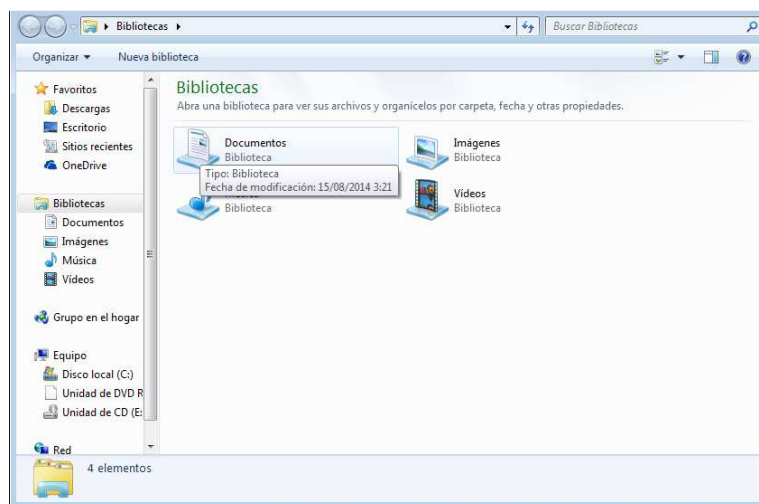
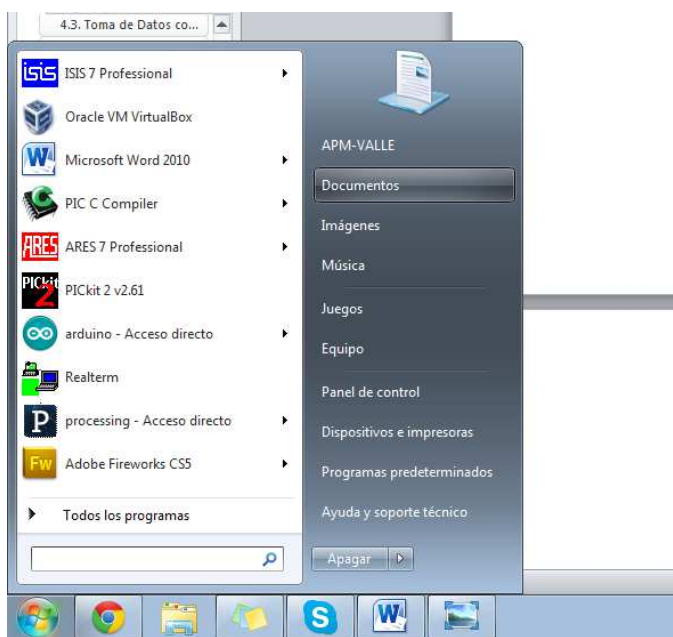
2. Segundo la plataforma Processing debe ser iniciada desde el acceso directo en el escritorio de la maquina o la barra de inicio en la categoría de todos los programas, se lo puede identificar ya que esta pre asignado un icono con la letra "P" en color blanco y contorno negro.

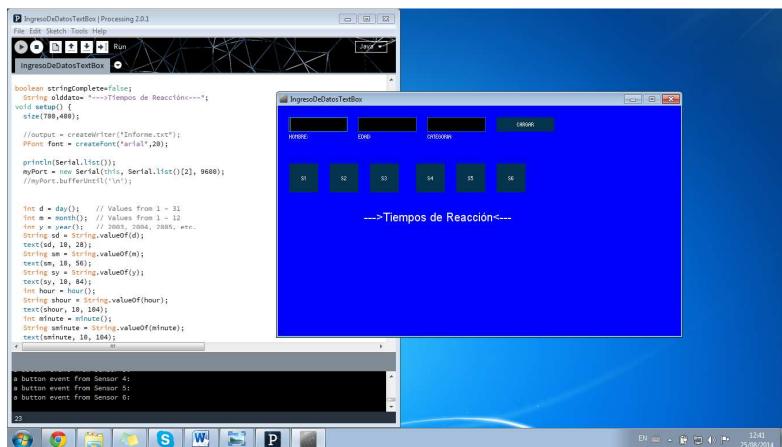
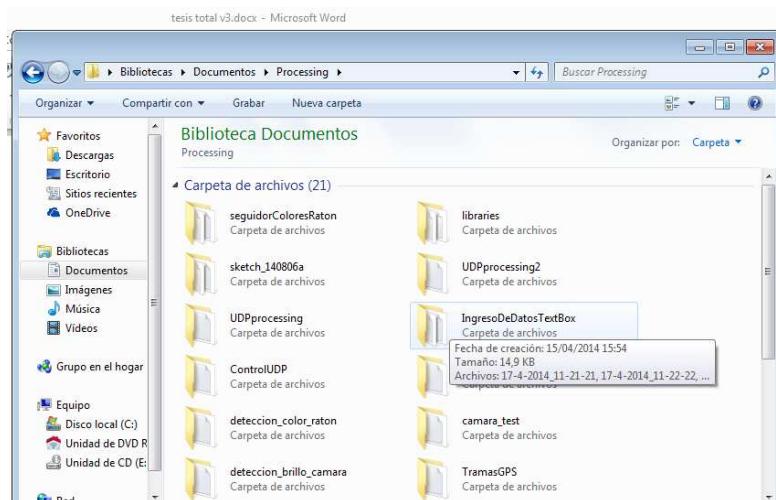


3. Conectar el cable con el modulo emisor/receptor en este caso el modulo X-BEE hacia el ordenador.

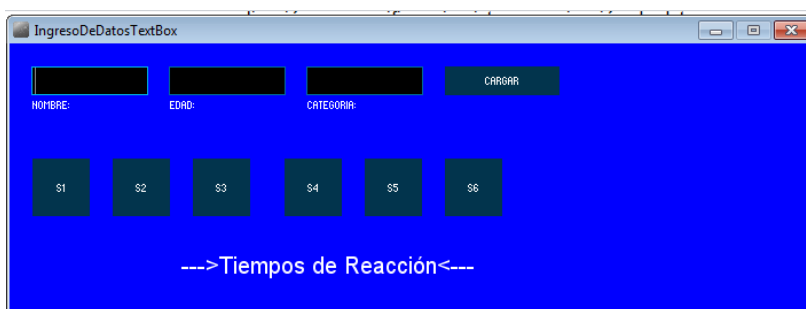


4. Correr el Software para realizar el testeo del Hardware escogiendo el código a ejecutar desde la carpeta Processing que generalmente se autogenera en la carpeta de documentos del usuario en el caso de Windows en la carpeta Mis Documentos esta dicha carpeta con el nombre Processing y dentro de ella todos los códigos que son generados por el usuario.





5. Ejecutar comandos definidos con los botones de la aplicación para verificar si existe comunicación de datos entre el dispositivo y el modulo directamente conectado con el ordenador o PC, simplemente dicho modulo conectado posee dos indicadores led tanto para transmisión como para recepción, con lo cual al presionar los botones o golpear el implemento deportivo deberán llegar datos por dicho módulo de no ser este el caso comenzar de nuevo desde el primer paso



Los botones vienen marcados con letras para los sensores e indicadores luminosos, por lo cual existe una contraindicación de que parte está siendo utilizada por el deportista.

6. Para finalizar insertar los datos por el usuario de la aplicación para luego tomar los datos de acuerdo a la técnica impuesta por el entrenador hacia el deportista.



ANEXO 4:

Recopilación de Fotos Adicionales Sobre el Desarrollo del Sistema de Entrenamiento para Artes Marciales

Las imágenes mostradas a continuación son el detalle del proceso de desarrollo des implemento deportivo:

