

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

INGENIERIA ELECTRÓNICA

Tesina para optar por el grado académico de  
Bachillerato en Ingeniería Electrónica

Dispositivo electrónico para el desarrollo y  
evaluación del desempeño técnico / integral de los  
jugadores de futbol de 11 a 14 años de edad en su  
etapa formativa, en la escuela de futbol de Barrio  
México.

Estudiante:

José Alberto Villalobos Retana.

Tutor:

Minor Caamaño Acuña.

Febrero 2017

## Índice de Contenido

<b>1</b>	<b>INFORMACION GENERAL .....</b>	<b>9</b>
1.1	Problema.....	9
1.2	JUSTIFICACIÓN.....	11
1.3	CARACTERIZACIÓN DE LA INSTITUCIÓN.....	14
1.4.1	Objetivos generales .....	16
1.5	ALCANCES Y LIMITACIONES .....	17
<b>2</b>	<b>MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>20</b>
2.1	Marco conceptual general.....	20
2.1.1	Deporte.....	20
2.1.2	Futbol .....	20
2.1.3	Técnica.....	21
2.1.4	Táctica.....	24
2.1.5	Pelota .....	25
2.1.6	Terreno de juego .....	26
2.2	Marco de gestión de proyecto .....	27
2.2.1	Arduino .....	27
2.2.2	Microcontrolador.....	27
2.2.3	Arduino MKR 1000 .....	28
2.2.4	Thingspeak.....	29
2.2.5	Batería LI - PO.....	29
2.2.6	Acelerómetro .....	29
2.2.7	Giroscopio .....	31
2.2.8	Sistema electrónico .....	31
2.2.9	Dispositivos electrónicos .....	32
2.2.10	Circuito eléctrico .....	32
2.2.11	Comunicación inalámbrica .....	33
2.2.12	WI - FI.....	34
2.2.13	Dip Switch .....	34
2.3	Impacto del proyecto .....	35
2.3.1	Método de Wiel Coerver.....	35
2.4	Antecedentes de teorías, proyectos o de experiencias generales .....	37
<b>3</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>40</b>
3.1	Enfoque de investigación.....	40
3.2	DISEÑO METODOLÓGICO .....	41
3.2.1	Clasificación .....	41
3.2.2	Diseño/Método .....	42
3.3	FUENTES Y SUJETOS DE INFORMACIÓN.....	42
3.3.1	Sujetos .....	43

3.3.2 Fuentes de información .....	43
<b>3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>43</b>
3.4.1 Observación .....	44
3.4.2 Entrevista .....	44
3.4.3 Cuestionario .....	45
<b>3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....</b>	<b>45</b>
<b>4 SITUACION ACTUAL .....</b>	<b>48</b>
<b>4.1 DESCRIPCION .....</b>	<b>48</b>
<b>4.2 RECOLECCION DE DATOS .....</b>	<b>50</b>
4.2.1 Materiales utilizados .....	50
<b>4.3 Desarrollo del proyecto. ....</b>	<b>52</b>
4.3.1 Ejecución correcta de las jugadas. ....	52
4.3.2 Postura de ejecución de los ejercicios.....	61
<b>5 DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO .....</b>	<b>65</b>
<b>5.1 SELECCIÓN DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>65</b>
5.1.1 Comunicación.....	65
5.1.2 Recolección y transmisión de datos. ....	65
<b>5.2 DETALLE DE LA PROPUESTA.....</b>	<b>67</b>
5.2.1 MKR 1000. ....	67
<b>5.3 COSTOS DE IMPLEMENTACION. ....</b>	<b>73</b>
<b>5.4 DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES .....</b>	<b>74</b>
5.4.1 Descripción de las actividades llevadas a cabo .....	76
5.4.2 DETECCION DE DEBILIDADES Y CARENCIAS.....	93
5.4.3 ACCIONES DE MEJORAMIENTO EN CADA UNA.....	94
<b>6 CONCLUSIONES.....</b>	<b>96</b>
<b>6.1 CONCLUSIONES. LOGROS OBTENIDOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>96</b>
<b>6.2 ESTADO FINAL DE LA SITUACION .....</b>	<b>97</b>
<b>6.3 RECOMENDACIONES.....</b>	<b>98</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>98</b>
A. Hoja de datos ADXL.....	100
B. Observación.....	113
C. Cuestionario.....	115
D. Entrevista .....	116
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>120</b>
<b>Índice de figuras</b>	
FIGURA 1. FUTBOL.. .....	21
FIGURA 2. DEMOSTRACIÓN DE LA TÉCNICA DE GOLPEO DE LA PELOTA CON EL BORDE INTERNO DEL PIE.. .....	24
FIGURA 3 PELOTA DE FUTBOL.. .....	25
FIGURA 4. TERRENO DE JUEGO.....	26

FIGURA 5 MICROCONTROLADOR ATMEGA 328.....	27
FIGURA 6 ARDUINO MKR 1000.....	28
FIGURA 7. ACELERÓMETRO MPU-6050.....	30
FIGURA 8. SISTEMA ELECTRÓNICO Y SUS COMPONENTES PRINCIPALES.. .....	31
FIGURA 9. CIRCUITO ELÉCTRICO CON MICROCONTROLADOR ATMEGA328.. .....	33
FIGURA 10. DIP SWITCH DE DIFERENTE CANTIDAD DE INTERRUPTORES. . .....	35
FIGURA 11. PIRÁMIDE DEL MÉTODO DE COERVER .....	37
FIGURA 12. COPAS PARA ENTRENAMIENTO DE FÚTBOL .....	50
FIGURA 13. CONOS PARA ENTRENAMIENTO DE FÚTBOL.....	51
FIGURA 14. ESCALERA. ....	51
FIGURA 15. EJERCICIO TEÓRICO 1.. ....	53
FIGURA 16. EJERCICIO TEÓRICO NÚMERO 2. ....	55
FIGURA 17. JUGADA NÚMERO 3.. ....	57
FIGURA 18. JUGADA NÚMERO 3.. ....	59
FIGURA 19.PUNTO (X,Y).. ....	67
FIGURA 20. DIAGRAMA DE FLUJO SUBROUTINA DE CONFIGURACIÓN. ....	68
FIGURA 21.DIAGRAMA DE FLUJO RUTINA CENTRAL.. ....	69
FIGURA 22. DIAGRAMA DE FLUJO SUBROUTINA DE COMPARACIÓN DE ÁNGULOS.....	70
FIGURA 23. DIAGRAMA DE FLUJO PARA SELECCIONAR EJERCICIO A REALIZAR.....	71
FIGURA 24. DIAGRAMA DE FLUJO SUBROUTINA VERIFICACIÓN DE DATOS SEGÚN JUGADA. ....	72
FIGURA 25. RESULTADOS PRÁCTICOS DE POSICIÓN EJERCICIO NÚMERO 1.....	77
FIGURA 26. COMPARACIÓN DE POSICIÓN DE DATOS TEÓRICOS VERSUS DATOS PRÁCTICOS EJERCICIO 1.....	78

FIGURA 27. DATOS PRÁCTICOS DEL ÁNGULO DE POSICIÓN DEL JUGADOR.....	79
FIGURA 28. COMPARACIÓN DE ÁNGULOS DE POSICIÓN TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DEL JUGADOR EN EJERCICIO 1.....	80
FIGURA 29.DATOS PRÁCTICOS DE POSTURA DEL JUGADOR PARA REMATE.....	81
FIGURA 30. COMPARACIÓN DE ÁNGULOS DE POSTURA TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DEL JUGADOR EN EJERCICIO 1.....	82
FIGURA 31. COMPARACIÓN DE POSICIÓN TEÓRICO Y PRÁCTICO DEL JUGADOR EN EJERCICIO 2.....	83
FIGURA 32. COMPARACIÓN DE ÁNGULOS DE POSICIÓN TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DEL JUGADOR EN EJERCICIO 2.....	84
FIGURA 33. COMPARACIÓN DE LA POSTURA DEL JUGADOR ACOSTADO TEÓRICO Y PRÁCTICO DEL JUGADOR EN EJERCICIO 2.....	85
FIGURA 34. COMPARACIÓN DE POSICIÓN TEÓRICO Y PRÁCTICO DEL JUGADOR EN EJERCICIO 3.....	86
FIGURA 35. COMPARACIÓN DE ÁNGULOS DE POSICIÓN TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DEL JUGADOR EN EJERCICIO 3.....	87
FIGURA 36. COMPARACIÓN DE POSTURA TEÓRICA Y PRÁCTICA DEL JUGADOR GOLPEANDO EL BALÓN CON IZQUIERDA, EN EJERCICIO 3..	88
FIGURA 37.COMPARACIÓN DE POSTURA TEÓRICA Y PRÁCTICA DEL JUGADOR GOLPEANDO EL BALÓN CON DERECHA, EN EJERCICIO 3. ....	89
FIGURA 38. COMPARACIÓN DE POSICIÓN TEÓRICO Y PRÁCTICO DEL JUGADOR EN EJERCICIO 4.....	91
FIGURA 39. COMPARACIÓN DE ÁNGULOS DE POSICIÓN TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DEL JUGADOR EN EJERCICIO 4.....	92
FIGURA 40.COMPARACIÓN DE POSTURA TEÓRICA Y PRÁCTICA DEL JUGADOR ACHICANDO, EN EJERCICIO 4. ....	93

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Fotos del entrenamiento. Fuente: autor, capturadas mientras realizaba las observaciones. ....	52
Ilustración 2. Componentes del dispositivo. Fuente: capturada por el autor. ....	66
Ilustración 3. Dispositivo completo. Fuente, foto capturada por el autor. ....	74
Ilustración 4. Banda del dispositivo del tren superior. Fuente: capturada por el autor en su parte trasera. ....	75
Ilustración 5. Banda del dispositivo del tren superior. Fuente: capturada por el autor en su parte frontal. ....	75
Ilustración 6. Bandas del dispositivo colocadas en las piernas. Fuente: capturadas por el autor. ....	76
Ilustración 7. Realización de ejercicio número 1. Fuente: autor, capturas en el momento de realizar ejercicios de prueba. ....	78
Ilustración 8. Postura de remate. Fuente: capturada por el autor. ....	86
Ilustración 9. Toque de pelota con pierna derecha. Fuente: capturada por el autor. ....	90
Ilustración 10. Toque de pelota con pierna izquierda. Fuente: capturada por el autor. ....	90

## Índice de Tablas

Tabla 1. Ubicación de los conos en el eje X. Fuente: realizada por el autor. ....	54
Tabla 2. Ubicación de los conos en el eje Y. Fuente: realizada por el autor. ....	54
Tabla 3. Ubicación de los ángulos de posición en jugada 1. Fuente: realizada por el autor. ....	54

Tabla 4. Ubicación de los conos en ejes X y Y para el ejercicio 2. Fuente realizada por el autor. ....	56
Tabla 5. Ubicación de los ángulos de posición en ejercicio 2. Fuente: realizada por el autor. ....	56
Tabla 6. Ubicación de los conos en ejes X y Y para el ejercicio 3. Fuente realizada por el autor. ....	58
Tabla 7. Ubicación de los ángulos de posición en ejercicio 3. Fuente: realizada por el autor. ....	58
Tabla 8. Ubicación de los conos en ejes X y Y para el ejercicio 4. Fuente realizada por el autor. ....	60
Tabla 9. Ubicación de los ángulos de posición en ejercicio 4. Fuente: realizada por el autor. ....	60
Tabla 10. Ángulos teóricos postura de pase con pie izquierdo. Fuente diseñada por el autor. ....	61
Tabla 11. Ángulos teóricos postura de pase con pie derecho. Fuente diseñada por el autor. ....	62
Tabla 12. Ángulos teóricos postura de remate con pie izquierdo. Fuente diseñada por el autor. ....	62
Tabla 13. Ángulos teóricos postura de remate con pie derecho. Fuente diseñada por el autor. ....	62
Tabla 14. Ángulos teóricos postura de achique del portero. Fuente diseñada por el autor. ....	63
Tabla 15. Ángulos teóricos postura del jugador acostado. Fuente diseñada por el autor. ....	63
Tabla 16. Lista de materiales del dispositivo. ....	73

## **CAPÍTULO I. INFORMACIÓN GENERAL**

# 1 INFORMACION GENERAL

## 1.1 Problema

De acuerdo con Hernández, Fernández y Batista (2014), el planteamiento de un problema hace mención a los perjuicios existentes con el tema en estudio al tiempo que los relaciona con cinco elementos fundamentales: los objetivos que persigue la investigación, la pregunta a la que se quiere dar respuesta, la justificación, la viabilidad del estudio y la evaluación de las deficiencias en el conocimiento del problema (p36).

El futbol es un deporte en el cual se mezclan muchas cualidades en los deportistas como lo son las capacidades cognitivas que son aquellos aspectos relacionados con la táctica y las cualidades psicológicas de la persona, capacidades coordinativas que son todos los detalles técnicos que se requieren para jugar futbol y por último, las capacidades condicionales que son aquellos que van de la mano con las cualidades físicas del deportista.

El futbol es un deporte que se ha desarrollado tanto que los jugadores de hoy en día son vistos como mercancía, como producto de los equipos para lograr los objetivos de ser campeones en sus respectivas ligas y demás competiciones. Los equipos más pequeños ven estos jugadores como sinónimo de dinero con el fin de recuperar toda la inversión de la temporada y lograr, así la permanencia en la categoría.

Debido a estos aspectos mencionados, los jugadores de futbol cada día tienen que ser más profesionales, más responsables con sus trabajos y tratar de mejorar y

corregir todos aquellos aspectos técnicos, psicológicos y físicos que les ayuden a cumplir con todas las exigencias de los diferentes clubes, en donde fueron contratados para brindar sus servicios.

Bruggemann (2004) explica que “el objetivo del entrenamiento infantil y juvenil es un desarrollo y asentamiento óptimos de todos los factores motores, cognitivos, psíquicos y sociales que determinan el posterior alto rendimiento” (p43-44).

Por otro lado, el entrenador del equipo juega un papel muy importante dentro del grupo ya que es el líder que debe guiar a los jugadores y transmitir a cada uno de ellos la sensación de creer en sus capacidades, pese a las dificultades que se puedan presentar en el juego. Esa tarea de reconocimiento de los intentos y el esfuerzo de cada uno de los jugadores, pese a no lograr en muchas ocasiones el objetivo o el éxito, refuerza la confianza de los muchachos de creer en ellos para que sigan trabajando fuertemente en los entrenamientos.

Pero para un entrenador es muy complicado estar observando a todos los muchachos en todas las prácticas y entrenamientos, en aspectos tan importantes como lo son los desplazamientos, la aceleración con la pelota, aceleración sin la pelota, golpeo del balón con cada pierna, recepción de la pelota, la manera de acomodar el cuerpo a la hora de hacer contacto con la pelota, entre otros, lo cual genera una brecha en la que al avanzar la edad del deportista y llegar a desarrollarse como jugador profesional de alto rendimiento, presenta muchas debilidades en los aspectos técnicos que marcan el rumbo del atleta y lo relegan por

otro jugador que si cumpla con todas las cualidades necesarias para el desarrollo dentro del juego.

Por esta razón, se detectó la necesidad de buscar la manera de crear un dispositivo el cual colabore dentro de los entrenamientos de futbol a los jugadores en todos aquellos aspectos técnicos, de coordinación y psicológicos. En este último aspecto, es importante resaltar que un jugador puede ser muy fuerte mentalmente y tener muy clara su función dentro del terreno de juego en los entrenamientos, pero cuando se está jugando un partido oficial, algunos de ellos tienen problemas psicológicos los cuales merman su rendimiento en la cancha. Esas barreras mentales pueden venir del público en las graderías, la cobertura de la prensa, la presión por la disputa de los puntos, etc.

Con este dispositivo, entonces, se le facilitaría grandemente al jugador desarrollarse a plenitud cuando llegue a competir en alto rendimiento ya que todas estas cualidades vienen mayoritariamente desarrolladas y corregidas en una temprana edad.

¿Cuáles aspectos técnicos se deben considerar para la construcción de un dispositivo electrónico, con el fin de mejorar el desempeño técnico / táctico de los jugadores de futbol de 11 a 14 años de edad en su etapa formativa y así formar jugadores más completos e integrales?

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

En la justificación es preciso demostrar la conveniencia, relevancia social, implicaciones prácticas, valor teórico, utilidad metodológica, pertinencia y viabilidad

del estudio, según lo citan Hernández et al. (2014 p. 40). Los mismos autores agregan que para evidenciar lo anterior, se debe tener factibilidad de acceso al lugar o contexto donde se realizará la investigación. (p40).

Para la propuesta de la justificación, el investigador debe cuestionarse de manera realista si es posible llevar a cabo la investigación y cuánto tiempo tomará efectuarla. Estas preguntas son particularmente importantes cuando se sabe de antemano que se dispondrá de pocos recursos, como lo señalan Hernández et al. (2014 p. 41).

Debido a la exigencia del futbol, en la actualidad y la detección de muchas debilidades y falencias técnicas y tácticas en los jugadores de alto rendimiento de hoy en día, se hace uso de la tecnología, con un dispositivo electrónico que ayude a tratar de corregir todos aquellos defectos de técnica a una edad temprana.

Dicho dispositivo electrónico, para los jugadores de futbol en sus entrenamientos, va a ser muy importante y de gran ayuda para los atletas, ya que va a colaborar a detectar sus debilidades técnicas con el fin de depurarlas y ser un jugador más completo, lo cual genera una mayor proyección tanto a nivel nacional como internacional. De esta forma, se podría asegurar una estabilidad integral para competir contra otros atletas del mundo, a un mismo nivel dentro del juego.

Este dispositivo lo que va a generar es la detección de falencias en los entrenamientos mediante la obtención de datos específicos sobre aspectos tales como golpeo de la pelota con borde interno, borde externo, empeine, aceleración, entre otros durante el tiempo de entrenamiento, permitiendo al entrenador evaluar dichos datos con el fin de ver en cuáles aspectos el jugador tiene debilidad, con el

fin de corregir y dejar entrenamientos básicos y específicos con el fin de mejorar y fortalecer esa carencia.

Bruggeman expresa además que “el entrenamiento implica repetición regular” (Bruggemann, 2004), también indica que “lo decisivo para la mejora a largo plazo del rendimiento no es la duración temporal de una unidad de entrenamiento, sino la regularidad de los días de entrenamiento dentro de la semana y a largo del año”, lo que confirma que para que el jugador corrija estas debilidades detectadas con el dispositivo electrónico debe realizar trabajo extra y repetitivo con el fin de fortalecer estos aspectos.

De la misma manera, los jugadores con el dispositivo podrán detectar y ver cuáles son los movimientos incorrectos y los aspectos con debilidad, para corregirlos de manera independiente, sin la necesidad de que le preparador físico o el entrenador le den indicaciones de errores comunes o trabajos específicos para mejorar esos aspectos técnicos.

Por otra parte, este proyecto traerá muchos beneficios tanto a los jugadores para ser atletas de alto rendimiento y a los clubes que, como antes mencionamos, el deporte del fútbol ahora es visto como un negocio, lo cual el club donde fue formado el deportista recibe una cantidad considerable de dinero por derechos de formación. También, si los jugadores del ámbito nacional son jugadores completos y cumplen bien sus funciones en clubes en el extranjero, Costa Rica va a tener las miradas puestas de las ligas extranjeras y podemos ser vistos como semillero de jugadores de clase A, que pueden cumplir y desempeñar sus funciones de deportista en el

exterior, lo cual beneficia también a la selección nacional de fútbol de Costa Rica para las eliminatorias mundialistas, el Mundial y todos los campeonatos oficiales en los cuales tenga participación el país.

### **1.3 CARACTERIZACIÓN DE LA INSTITUCIÓN**

El dispositivo producto de la presente investigación será aplicado en la escuela de fútbol de la Asociación Club Deportivo Barrio México, equipo que para el 2016 milita en la Liga de Ascenso, pero que tiene una larga trayectoria dentro del fútbol nacional. Incluso, ha militado en la primera categoría.

Historia:

En su sitio web, (<http://www.deportivobarriomexico.com>) se indica que el 9 de mayo de 1948, pero bajo el nombre de Nicolás Marín, nació esta institución. El nombre que se le dio en ese momento fue en honor a, Augusto Nicolás Marín Conejo, uno de los mártires de la Guerra Civil del 48. A partir de 1949, militó en el fútbol de la tercera división.

El club, de manera intermitente, ha militado entre la primera y la segunda división. Por ejemplo, en 1963 ascendió a la categoría mayor, pero en 1965 de nuevo regresó a la segunda división.

En 1967 nuevamente subió a la primera división, pero esta vez con el nombre de Asociación Deportiva Barrio México. En 1973 logra una de sus mejores posiciones (tercer lugar) dentro del certamen mayor.

Sin embargo, el máximo de sus logros dentro de la primera división lo consiguió en 1976 cuando quedó de subcampeón nacional.

En 1979, nuevamente el equipo sufre un cambio de nombre. Pasó entonces a llamarse, Municipal San José. Es el año en que otra vez regresa a la segunda división.

De 1981 a 1984 vuelve a ascender a la primera división. Sin embargo, de 1984 al 2016 (fecha de realización del presente trabajo) se ha mantenido dentro del futbol de la segunda división.

Barrio México, como institución, tiene la visión de “convertirnos en líderes en la formación de jugadores y personas, empleando a los mejores entrenadores de futbol y utilizando los valores familiares para el desarrollo de los niños en el futbol y sus vidas”.

El club tiene como misión “cimentar una escuela de futbol desarrollando jóvenes con actitud positiva que, a través de la práctica del deporte y sus respuestas en triunfos y derrotas, fortalezcan los valores de vida como fundamento en ellos, para provecho de su futuro cercano, logrando así mejores ciudadanos y personas sanas que contribuyan con el crecimiento y progreso de nuestro país”.

En lo que se refiere a la escuela de futbol de la institución, se establecen como objetivos los siguientes:

- a) Trabajar con hombres y mujeres con edades entre los 6 y los 17 años.

- b) Evaluar con profesionales, el desarrollo y crecimiento de los niños y niñas en la práctica del fútbol.
- c) Para una labor más integral, que incluya los valores y las respuestas emocionales, el trabajo se refuerza con el núcleo familiar.
- d) Otro de los objetivos es que el trabajo a realizar sirva como medio para apartar a los jóvenes de los riesgos que implican las drogas y otros vicios.
- e) Igualmente, se pretende que el trabajo a realizar en la cancha evite en los menores problemas de salud como la obesidad. O sea, contrarrestar el sedentarismo.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivos generales**

- Diseñar un dispositivo electrónico que determine y registre variables físicas y mecánicas para la mejora del desempeño técnico / integral de los jugadores de fútbol de 11 a 14 años de edad en su etapa formativa, en la escuela de fútbol de Barrio México.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar las variables físicas y mecánicas que repercuten en el desempeño de los jugadores de fútbol en su etapa formativa.
- Analizar las ofertas de tecnología electrónica y materiales en el mercado más adecuados para el desarrollo del dispositivo electrónico.

- Construir el dispositivo electrónico para la mejora el desempeño técnico / integral de los jugadores de futbol.
- Determinar los ajustes necesarios del dispositivo electrónico para la optimización y correcta funcionalidad.
- Evaluar la factibilidad, costos y beneficios del dispositivo electrónico creado.

## **1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **1.5.1 Alcances**

La técnica, dentro del futbol, ha ido evolucionando con el paso de los años, a tal punto que la incorporación de la tecnología, se ha convertido en un aspecto vital, en la tarea de conseguir un mejor rendimiento de parte de los jugadores.

Es por ello que el dispositivo, producto de la presente investigación, puede colaborar con una adecuada preparación técnica del jugador y que cumpla con la mayoría de los requerimientos y aspectos necesarios para ser un atleta de alto rendimiento. El proyecto contiene un sistema de sensores los cuales detectan movimientos específicos del jugador durante las prácticas diarias en los trabajos puntuales, que son dados por el entrenador del equipo.

Este sistema va a estar tomando una serie de datos, que van a ser enviados y almacenados en una base de datos de manera inalámbrica, los cuales podrán ser analizados por el entrenador y/o el jugador con el propósito de determinar

debilidades y falencias tácticas y técnicas del jugador con el fin de trabajar en ellas y corregir estas debilidades en el mayor porcentaje posible.

### **1.5.2 Limitaciones**

Dentro de las posibles limitaciones que se pueden presentar en la ejecución del proyecto podemos mencionar la inexistencia de sensores adecuados en relación al peso y tamaño de los mismos, los cuales al ser implementados y utilizados por el jugador en los entrenamientos, puedan pasar desapercibidos y así evitar molestias o incomodidad a la hora de estar realizando el entrenamiento.

Otra posible limitación es la falta de materiales adaptables a los jugadores para evitar que estos se caigan o sufran alguna falla por situaciones del juego como por ejemplo el sudor del deportista, un golpe con la pelota o con algún contrincante en un enfrentamiento.

Por último se puede mencionar algún inconveniente o interferencia a la hora del envío de los datos por causa de otros dispositivos electrónicos, o por el ruido que se presente en el lugar donde se esté utilizando el dispositivo y dependiendo del lugar en donde se esté realizando la práctica, si es un terreno de juego abierto o si el lugar donde se realiza la práctica es un lugar más cerrado.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

## **2 MARCO CONCEPTUAL**

### **2.1 Marco conceptual general**

Este proyecto está basado tanto en conocimientos de ingeniería electrónica como en los conceptos básicos técnico tácticos relacionados con el deporte, para ser más específicos el futbol.

De acuerdo con Hernández et al (2014), “la perspectiva teórica proporciona una visión de dónde se sitúa el planteamiento propuesto dentro del campo de conocimiento en el cual nos moveremos”.

Por esta razón a continuación se presentan los conceptos básicos más importantes que se tomaron en consideración para este proyecto, y son presentados con el fin de llevar a cabo el desarrollo del sistema, resultado de la presente investigación.

#### **2.1.1 Deporte**

Según la Real Academia española deporte tiene como significado actividad física, ejercida como juego o competición, cuya práctica supone entrenamiento y sujeción de normas. También nos da como significado recreación, pasatiempo, placer, diversión o ejercicio físico, por lo común al aire libre, (Real Académia Española, 2016).

#### **2.1.2 Futbol**

Los juegos de patear un balón o manipularlo con las manos tienen miles de años de existencia y se practicaban en todo el mundo. El futbol es un deporte, para unos

considerado el deporte rey a nivel mundial. Los orígenes del fútbol se remontan a la segunda guerra mundial, según relata la historia, el fútbol fue inventado en Inglaterra para salir del aburrimiento de los domingos según la enciclopedia la Historia de fútbol (Bueno Alvarez & Mateo, 2010). Según la Organización del Fútbol Mundial los primeros pasos del fútbol no se pueden llamar o clasificar como tal, ya que eran juegos que, aunque se acercaban a la esencia del fútbol, no eran considerados a tales efectos ya que carecían de reglas rígidas. (Expósito Bautista, 2006).

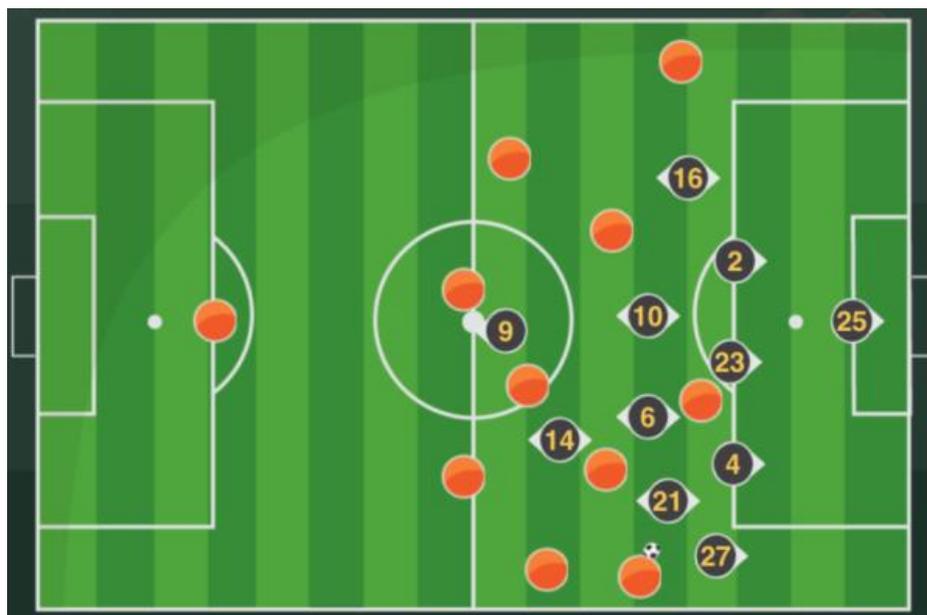


Figura 1. Fútbol. Fuente <http://www.lakibuteka.com/?p=1647>.

### 2.1.3 Técnica

El diccionario expresa que la técnica es la habilidad para hacer o conseguir algo. Que posee conocimientos teóricos o prácticos para desarrollar cierta actividad, ciencia o arte. (Salvat, 1988). En términos de fútbol la técnica es importante en cada

jugador ya que es parte fundamental para desempeñar de la mejor manera el puesto que le toque desempeñar dentro del juego. Pietersen indica que para que un entrenador pueda formar a sus jugadores con una buena técnica, debe de preparar los correspondientes ejercicios y entrenamientos y transmitirlos correctamente a los jugadores para, luego, asesorarlos en su empleo. (Peitersen, 2003).

Aplicando el concepto de técnica en el fútbol, vemos que es un aspecto fundamental en el desarrollo del atleta en el juego, buscando como objetivo principal desarrollar las habilidades de cada jugador con el fin de captar el juego, y así, el deportista va a tener muchas soluciones a la hora de desarrollarse dentro del terreno de juego.

Para esto se realizan ejercicios repetitivos básicos para mejorar la técnica del jugador que enumeramos a continuación:

El golpeo de la pelota con el empeine: Es cuando el jugador impacta la pelota con la parte de los cordones de sus zapatos de fútbol, este golpeo puede darse con la pelota en reposo o en movimiento y comúnmente se practica en parejas para ir desarrollando esa sutileza a la hora de golpear el balón, que tan fuerte tengo que golpear la pelota, en qué lugar debo golpear la pelota y sus diferentes comportamientos dependiendo de donde impacto la misma. Generalmente cuando se golpea la pelota con el empeine es para realizar un pase a un compañero que se encuentra a una distancia considerablemente larga, para realizar un disparo a marco o para despejar la pelota bien largo.

El golpeo de la pelota con el borde interno del pie: es cuando el jugador impacta la pelota con la cara interna de su pie, esta técnica es muy utilizada para realizar un pase a una distancia relativamente corta a otro compañero, ya que se tiene un mayor control y precisión con esta forma de golpeo.

Dominio de la pelota: nos referimos a dominio como la técnica del jugador a la hora de recibir el balón. Aspecto muy importante en el fútbol debido a que es un deporte colectivo y constantemente se traslada el balón entre los compañeros del mismo equipo para evitar perderlo, y así, culminar con una anotación en el marco rival que es el objetivo principal del juego. El dominio de la pelota puede realizarse de varias maneras como lo es con el pie, ya sea el borde interno, borde externo o el empeine, con la cabeza, con el pecho, con los muslos dependiendo de adonde le llegue el balón.

Conducción de la pelota: es aquella destreza que desarrolla el jugador para conducir la pelota dentro del terreno de juego con sus pies, ya sea despacio o a su velocidad máxima. Si el jugador desarrolla una buena técnica de conducción va a tener la facilidad de conducir el balón siempre con la cabeza arriba para poder ver donde se encuentran los compañeros y los jugadores rivales, y con esto evitar perder la pelota del juego.

Todos estos aspectos de formación técnica posteriormente deben trasladarse a condiciones reales de juego, esto quiere decir que dentro de las practicas se deben de realizar trabajos específicos con otros jugadores activos, con un ritmo de juego

considerable, espacios reducidos con el fin de llegar a amarrar y desarrollar grandemente estas destrezas.



Figura 2. Demostración de la técnica de golpeo de la pelota con el borde interno del pie. Fuente Peitersen, 2003 pág. 44.

#### 2.1.4 Táctica

La táctica según la real academia española nos dice que es “método o sistema para ejecutar o conseguir algo”, otra definición brindada es “arte que enseña a poner en orden las cosas”. (Real Academia Española, 2016).

Llevando el término de táctica al fútbol podemos decir que esta se divide en dos ideas de mucho tiempo atrás, una que favorece todos aquellos aspectos defensivos del equipo para evitar que no anoten un gol y mantener la portería en cero, y la otra que es todo lo contrario, apostando a todos aquellos ofensivos del equipo, para tratar de anotar la mayor cantidad de goles posibles en el marco rival.

Arda y Casal dice que “la táctica expresa los niveles de relación intraequipo según los cuales se pueden desenvolver la táctica individual y la táctica colectiva,

conteniendo esta en dos subniveles, la táctica grupal y la táctica de equipo” (Arda & Casal, 2003).

Por otro lado también nos expresa que “la táctica es la adaptación instantánea de la estrategia a las configuraciones que se presentan en el juego y, en concreto, a la posición” (Arda & Casal, 2003).

### 2.1.5 Pelota

El significado de pelota es bola de materia elástica que le permite botar, y que se usa en diversos juegos y deportes. (Real Academia Española, 2016).

Para la práctica del fútbol, la pelota tiene un significado y sentido importante ya que para ganar el juego los jugadores del equipo tienen que lograr introducir la misma dentro del marco defendido por el equipo contrario, el equipo que más anote el balón dentro del marco contrario después de los noventa minutos de juego es el ganador.



Figura 3 Pelota de futbol. Fuente <http://www.ylatuya.es/balones-de-futbol-tecnologicos/>.

## 2.1.6 Terreno de juego

El terreno de juego en el fútbol puede ser de césped natural o artificial de acuerdo al reglamento de competición. Dicho terreno tiene que ser rectangular y demarcado con líneas constantes, las cuales son llamadas líneas de banda las más largas y los lados más cortos del rectángulo son llamadas líneas de meta. También se demarcará una línea a la mitad del rectángulo de juego, donde se pinta un punto en la mitad de dicha línea media y se traza un círculo con un radio de 9.15 metros de distancia. Las dos áreas de meta, que son demarcadas según las reglas del juego a 5.5 metros de cada poste y se unen con otra línea horizontal que une a ambas marcas.

Este terreno de juego debe de contar con dos porterías en ambos lados del rectángulo los cuales están conformados por dos postes verticales a 7.32 metros de distancia, unidos por un poste horizontal llamado travesaño que tendrá una distancia de 2.44 metros en relación al suelo.

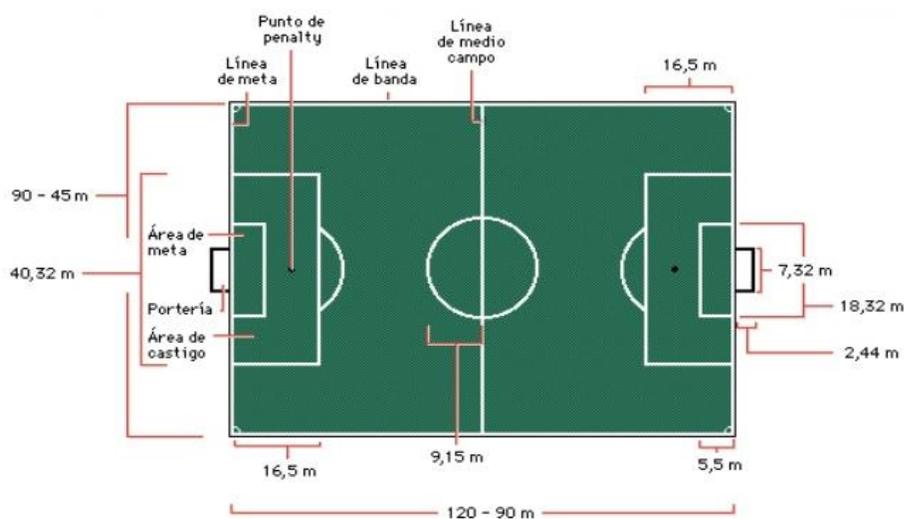


Figura 4. Terreno de juego. Fuente <http://es.slideshare.net/kiyare/conoce-el-futbol>.

## 2.2 Marco de gestión de proyecto

### 2.2.1 Arduino

Arduino es una plataforma de prototipos electrónicos de código abierto (open-source) basada en hardware y software. (ARDUINO.cl, 2016).

### 2.2.2 Microcontrolador

Según Hermosa (Hermosa Donate, 2010) un microcontrolador es también un circuito integrado, pero que contiene, además de un microprocesador, los circuitos necesarios para su total funcionamiento, o sea; la memoria y los circuitos de entrada y salida. De la misma manera (Angúlo Usategui, Hernández Martín, Prieto Blanco, Etxebarria Isuskiza, & Angulo Martinez, 2010) define al microcontrolador como un computador completo dentro de un circuito integrado.



Figura 5 Microcontrolador ATmega 328. Fuente <http://www.crcibernetica.com/atmega328-microcontroller-bootloader-uno/>.

### 2.2.3 Arduino MKR 1000

Es una placa arduino que utiliza un microcontrolador Atmel ATSAMW25 SoC creada con el fin de ofrecer una solución práctica y más rentable para los diseños que desean añadir WI – FI a los proyectos. Dicha placa tiene la facilidad de trabajar conectado al USB para suministrarle los 5 voltios de alimentación o puede trabajar con una batería externa Li – Po, este cambio de fuente lo realiza automáticamente. El dispositivo viene con un número de certificados raíz que permiten la conexión segura con una amplia variedad de sitios web. Tiene un Led de encendido que está conectado a la entrada de 5 voltios de USB o VIN y no a la energía de la batería, esto significa que si la alimentación no es de la USB o VIN este led puede estar apagado cuando el tablero está funcionando con la batería, lo que genera y maximiza el uso de la energía de la batería.



Figura 6 Arduino MKR 1000. Fuente <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoMKR1000>.

## **2.2.4 Thingspeak**

Thingspeak es una plataforma de almacenamiento de datos en la nube que proporciona un fácil acceso a dichos datos, dicha plataforma utiliza el soporte del software de MATLAB para ayudar a dar sentidos a esos datos, dentro de las opciones que se brindan podemos mencionar el pueden convertir, combinar y calcular nuevos datos, se pueden entender visualmente los datos y las relaciones entre los datos utilizando una función de tabla de funciones, combinar datos de múltiples canales para realizar un análisis más profundo de la información guardada. (thingspeak.com, 2016)

## **2.2.5 Batería LI - PO**

Las baterías de LI – PO pueden almacenar hasta 4.2 voltios con una corriente que normalmente suele ser la mitad de su capacidad nominal. Para el dispositivo que se va a utilizar se usa un chip especializado que tiene una corriente de carga preestablecida de 350 miliamperios, lo que significa que la capacidad mínima de la batería LI – PO debe de ser de 700 miliamperios. Si no se cumple esta característica las celdas más pequeñas van a sufrir daños por la corriente o sobrecalentarse, por lo que es recomendable usar una batería con una capacidad de al menos 700 miliamperios, esta va a durar un poco más de tiempo en calentar pero no tendrá problemas de calentamiento. (www.arduino.cc, 2016).

## **2.2.6 Acelerómetro**

Un acelerómetro como bien su nombre lo indica es un instrumento que se utiliza para medir aceleraciones.

Físicamente hablando la medida de la aceleración se realiza bajo la segunda ley de Newton la cual establece lo siguiente: la aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre dicho objeto e inversamente proporcional a la masa.

$$\sum F = m \cdot a;$$

En donde: F: Fuerza. m= masa. a= aceleración.

Según expresa Maloney, un acelerómetro es un dispositivo que mide la aceleración. La mayoría de los acelerómetros trabajan de manera indirecta, llevan una cantidad de masa conocida, a la cual denominan masa sísmica, a una unión mecánica con el objeto que está siendo medido, de manera que cualquier cambio en la aceleración que sufra el objeto medido, la masa sísmica debe de experimentar la misma aceleración. (Maloney, 2006).

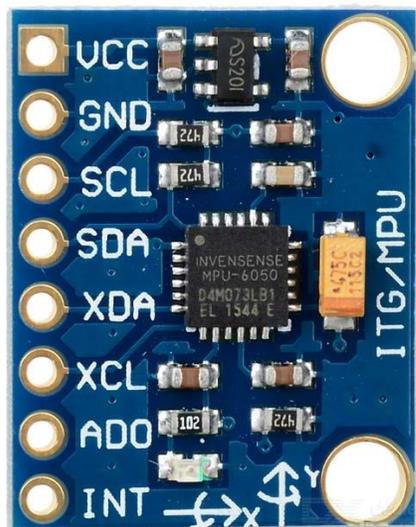


Figura 7. Acelerómetro MPU-6050. Fuente <http://www.crcibernetica.com/triple-axis-accelerometer-and-gyro-breakout-mpu-6050/>.

## 2.2.7 Giroscopio

Un giroscopio es básicamente un disco que gira rápidamente sobre su mismo eje, dicho eje está ensamblado de manera tal que pueda girar en cualquier dirección sin la necesidad de aplicar una torsión sobre el disco giratorio.

## 2.2.8 Sistema electrónico

Tomando por separado ambas palabras podemos observar que la real academia española nos indica que un sistema es un conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí y por su parte electrónico indica que es perteneciente o relativo al electrón físicamente hablando (Real Academia Española, 2016).

Hablando en términos meramente de electrónica la definición que nos brindan es un conjunto de dispositivos electrónicos interconectados y alimentados con una o varias fuentes de tensión continua, que realizan una función determinada. Los dispositivos o componentes pueden estar ubicados en una placa de circuito impreso. (Espí Lopez, Camps Valls, & Muñoz Marí, 2006).

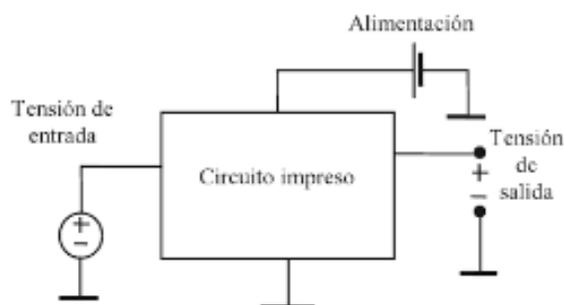


Figura 8. Sistema Electrónico y sus componentes principales. Fuente. (Espí Lopez, Camps Valls, & Muñoz Marí, 2006).

### **2.2.9 Dispositivos electrónicos**

Los dispositivos electrónicos según Espí, Camps y Muñoz son cada uno de los elementos básicos que entran a formar parte de un aparato o sistema electrónico. Dichos dispositivos pueden ser pasivos como por ejemplo las resistencias, los condensadores, las bobinas, los transformadores y los diodos, o bien activos como lo son los transistores. La diferencia de los dispositivos activos con respecto a los dispositivos pasivos es que necesitan una alimentación de tensión constante como una pila por dar un ejemplo, para que puedan funcionar correctamente. (Espí Lopez, Camps Valls, & Muñoz Marí, 2006).

### **2.2.10 Circuito eléctrico**

Un circuito eléctrico es un conjunto de componentes eléctricos interconectados entre los que puede circular una corriente eléctrica. (Introducción al Análisis de circuitos eléctricos, 2007).

De la misma manera Carrasco, García y Núñez confirman que un circuito eléctrico es el conjunto de elementos que unidos de forma adecuada permiten el paso de los electrones (Carrasco Hernandez, García Espinosa, & Nuñez Abad, 2012).

En este proyecto se utiliza un circuito eléctrico como el conjunto de elementos que unidos de forma adecuada circula la corriente para la generación de los datos, desde un generador de energía hasta el receptor de dicha información.



Figura 9. Circuito Eléctrico con Microcontrolador ATmega328.VFuente <http://www.menosmedia.org/spip.php?article43>.

### 2.2.11 Comunicación inalámbrica

Cuando hablamos de comunicación nos referimos a la transmisión de un mensaje o información de un destino a otro, para lo cual necesitamos un emisor, un canal en el cual podamos transmitir dicho mensaje y un receptor que como su palabra lo indica es el que recibe dicha información.

Hablando en términos de electrónica este canal de comunicación en los circuitos eléctricos pueden ser físicos como por ejemplo un cable de cobre o la tan mencionada fibra óptica o no físicos que nos referimos a al aire como se realiza en la comunicación inalámbrica.

La comunicación inalámbrica digital no es algo nuevo ya que el físico italiano Guillermo Marconi realizó una comunicación de un barco a tierra utilizando el código Morse, en la actualidad estos sistemas tienen un mejor desempeño pero siempre basados en su idea básica. Según Tanenbaum las redes inalámbricas pueden dividirse en tres categorías principales que son: 1. La interconexión de sistemas que se refiere a la interconexión de una computadora que utiliza radio de corto alcance como por ejemplo Bluetooth, 2. LANs inalámbricas que son sistemas en los cuales cada computadora tiene un modem de radio y una antena mediante los que se puede comunicar con otros sistemas y 3. WANs inalámbricas que se utilizan en sistemas de área amplia como por ejemplo la red de radio utilizada para los teléfonos celulares. (Tanenbaum, 2003)

### **2.2.12 WI - FI**

Su nombre proviene de una marca comercial, es un mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de manera inalámbrica, dichos dispositivos pueden conectarse a internet a través de un punto de red inalámbrica, este punto si está al aire libre es mucho mayor que en el interior de un edificio.

En el proyecto vamos a tener conexión con nuestro dispositivo electrónico mediante la conexión inalámbrica descrita llamada WI – FI.

### **2.2.13 Dip Switch**

Un Dip Switch es un conjunto de micro interruptores eléctricos que se presenta en un formato encapsulado, los cuales pueden tener dos, cuatro, cinco, seis, ocho o hasta nueve interruptores. Se utiliza normalmente para modificar el comportamiento

del programa implementado de un dispositivo electrónico dependiendo de la necesidad del fabricante. Son fáciles de configurar, de utilizar y cambiar sus estados la cual da una ventaja en relación a otros interruptores.

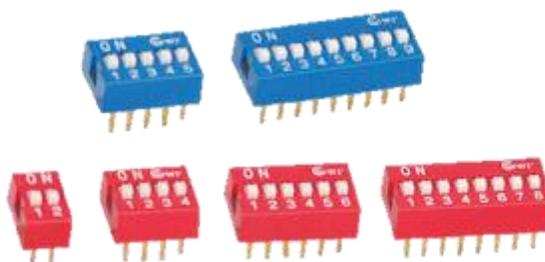


Figura 10. Dip Switch de diferente cantidad de interruptores. Fuente <http://electronicaradical.blogspot.com/2015/04/dip-switch-interruptor-dip.html>.

## 2.3 Impacto del proyecto

### 2.3.1 Método de Wiel Coerver

El método de Coerver es un método de entrenamiento creado por un jugador holandés llamado Wiel Coerver el cual basa su idea en que la técnica del jugador no solo es innata, sino se puede aprender pero con el adecuado entrenamiento y una estimulación en los entrenamientos para perfeccionarlo día a día.

El método consiste en una estructura en forma de pirámide que va relacionada a la edad del jugador y los diferentes aspectos que se van a trabajar, lo cual tienen un orden gradual y acumulativo para cada nivel. Coerver realizó un análisis de jugadores como Cruyff, Diego Armando Maradona, Pelé con el fin de analizar la

habilidad y coordinación de los movimientos con la pelota y otros aspectos relacionados con la coordinación de los movimientos, el control y la postura de cada jugador.

Los niveles piramidales son los siguientes:

- 1- La relación con la pelota: Es la comunión que debe de existir con el individuo con la pelota y al control del cuerpo en relación a las necesidades exigidas para tener dicho dominio de la pelota.
- 2- Ejecución y recepción del pase: Este piso de la pirámide va enfocada a un comportamiento técnico, en parejas ya sea en movimiento o estáticos, a diferentes distancias con el fin de mejorar ese movimiento de ejecución a la hora de golpear la pelota y la forma de recibirla.
- 3- Sesiones de uno contra uno: Son ejercicios dedicados a desarrollar todas las habilidades de un enfrentamiento de uno contra uno, con el fin de desarrollar el regate o gambeta y la destreza mental para poder salir adelante en una situación de juego que comúnmente se presentan en el fútbol.
- 4- La velocidad: es la implementación de todos los diferentes ejercicios que se han venido practicando en los pasos anteriores de la pirámide pero con un mayor grado de agilidad, velocidad con una realidad de juego que es lo que al final se busca en este método.
- 5- Finalización: son todos aquellos movimientos y ejercicios enfocados en la definición, que es el objetivo principal del juego, entonces la idea principal de este piso es guiar al individuo en la consecución del gol y de todos los medios

para lograrlo, enfocándonos en aspectos importantes como lo es el golpeo de la pelota, la precisión y la velocidad en que se realiza el ejercicio.

- 6- Ataque grupal: enfocado a todas aquellas situaciones de juego real en espacio reducido generalmente de ataque o contragolpes, involucrando la realidad de juego y tratando de abarcar todos los aspectos vistos anteriormente en la pirámide.



Figura 11. Pirámide del método de Coerver. Fuente <https://cespedycal.files.wordpress.com/2014/12/84-metodo-coerver.pdf>.

Al final este método buscar llegar un encadenamiento lógico con cada piso de la pirámide y así mejorar la técnica individual y colectiva del juego.

## **2.4 Antecedentes de teorías, proyectos o de experiencias generales**

Según las investigaciones realizadas Cristina Carvajal Zúñiga en su práctica dirigida para optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería Electrónica

(2004) “Sistema electrónico para el entrenamiento de la precisión de las posiciones básicas para la competencia de figuras de nado sincronizado con al menos un año de experiencia en la asociación deportiva Alfa de nado sincronizado”, planteó como objetivo diseñar un sistema electrónico para el entrenamiento de la precisión de las posiciones básicas para la competencia de figuras de nado sincronizado en nadadoras con al menos un año de experiencia en la Asociación Deportiva Alfa de Nado Sincronizado.

Esta autora llega a la conclusión, en su práctica dirigida que dicho dispositivo necesita mejoras en cuanto a la subjetividad, la falta de materiales, la dificultad de comunicación y la necesidad de tiempo de la entrenadora, pues el único recurso es la entrenadora, quien a su criterio evalúa y realiza las correcciones durante y después de los ejercicios.

## **CAPÍTULO III. MARCO METODOLOGICO**

### **3 MARCO METODOLÓGICO**

En el presente capítulo se dará a conocer el método que será utilizado para realizar la presente investigación y, además, se explicarán el enfoque y el tipo de investigación aplicados. Igualmente, se detallarán las fuentes de información a las cuales se acudirá y, al mismo tiempo, se hará referencia a las variables utilizadas, entre otros aspectos.

Tal y como lo indica Rodrigo Barrantes Echavarría en el libro *Investigación: un camino al conocimiento*, “esta parte de la investigación debe escribirse detalladamente, pues es la que le da la validez al estudio, la que demuestra la profundidad con que se realizó la investigación”, (2012, pág. 130).

Para Barrantes, la elaboración del marco metodológico es determinante para el éxito de la investigación, ya que es la parte que da la respuesta al problema de investigación planteado al inicio del estudio.

“El marco metodológico es el corazón de la investigación, o sea, esta bombardeará la “sangre” a todo el “cuerpo” del documento y ayudará a producir “los alimentos” que le facilitarán crecer y vivir”. (Barrantes, 2012, p. 91).

#### **3.1 Enfoque de investigación**

En este apartado se indica cuál será el enfoque por utilizar en la investigación: cualitativo, cuantitativo o mixto. El investigador debe explicar por qué considera que el enfoque seleccionado es el que más se adecua a su proceso.

En el caso de la presente investigación se utilizará el enfoque mixto, ya que se explorará la utilidad de un dispositivo y para ello, adicionalmente, se acudirá la técnica de la descripción con el fin de precisar acerca de su validez. Al respecto, Barrantes dice que “actualmente hay una tendencia que parece muy sana, a no ver estos enfoques como antagónicos sino como complementarios” (2012, p. 72).

Por su parte, Hernández et al., indican que los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (2014, p 534).

En refuerzo a lo anterior, Barrantes señala que “ambos enfoques pueden vigorizarse uno al otro para brindar la percepción que ninguno de los dos por separado podría conseguir” (2012, p.72).

Hernández et al., a su vez, recalcan que el enfoque mixto permite “lograr una perspectiva más amplia y profunda del fenómeno” (2014, p.534).

## **3.2 DISEÑO METODOLÓGICO**

### **3.2.1 Clasificación**

Una investigación se puede clasificar según varios criterios como, por ejemplo, su finalidad, el alcance temporal, la profundidad, el carácter de la medida, entre otros.

Al presente trabajo se le clasificará según su finalidad y más específicamente, como investigación aplicada, pues se diseñará un dispositivo que busque mejorar el desarrollo técnico integral del jugador en su etapa de desarrollo futbolístico.

Para Barrantes, la finalidad de la investigación aplicada “es la solución de problemas prácticos para transformar las condiciones de un hecho que nos preocupa. El propósito fundamental no es aportar al conocimiento teórico”. (Barrantes, 2012, p. 64).

### **3.2.2 Diseño/Método**

Hernández et al. (2014), explican que el diseño “se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea con el fin de resolver al planteamiento del problema” (p.128).

Para efectos del presente trabajo se utilizará los diseños de investigación-acción que, de acuerdo con Hernández et al. (2014), tiene la finalidad de “resolver problemas cotidianos e inmediatos y mejorar prácticas concretas. Su propósito fundamental se centra en aportar información que guíe la toma de decisiones para programas, proceso, y reformas estructurales” (p. 509).

## **3.3 FUENTES Y SUJETOS DE INFORMACIÓN**

En este apartado se hará referencia a todas aquellas fuentes y personas a las cuales se acudió en procura de información y datos que ayudaran a fortalecer el proceso investigativo.

### **3.3.1 Sujetos**

Para realizar una investigación es necesario recurrir a personas (físicas y jurídicas) las cuales, mediante la aplicación de diferentes instrumentos, surtirán de información y datos que son de interés para el tema en desarrollo.

Barrantes, al respecto, indica que “los sujetos son todas aquellas personas físicas o corporativas que brindarán información” (2002, p.92).

En esta investigación figuran como sujetos consultados Ricardo Arguedas Baldí y William Hernández Mora.

### **3.3.2 Fuentes de información**

Si las fuentes no son humanas, sino más bien, materiales, entonces se está hablando propiamente de fuentes de información (Barrantes, 2002, p.92).

En esta investigación se acudirá a fuentes como William Hernandez, entrenador de futbol de ligas menores de Barrio México.

## **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Barrantes (2002) define la obtención de datos como “la forma de predecir de modo intencionado y sistemático, la realidad natural y compleja que pretendemos estudiar reducirla a una representación o modelo que nos resulte más comprensible y fácil de tratar”. Hernández et al. (2014, p. 397), por su parte, mencionan que la finalidad de recolectar datos es analizarlos, comprenderlos y así responder a la pregunta de investigación y generar conocimiento.

### **3.4.1 Observación**

El proceso de una investigación cualitativa, por sus características mismas, permite que se pueda obtener datos e información no solo a través de entrevistas sino también, mediante la observación.

Barrantes (2002), al ampliar sobre ese punto, destaca que “la observación permite obtener información sobre los fenómenos o acontecimientos tal y como se producen” (p. 202).

“Observar supone advertir los hechos como se presentan y registrarlos, siguiendo algún procedimiento físico o mecánico” (Barrantes, 2002, p. 203).

La idea es observar y luego, utilizando la narración, describir todos aquellos elementos y factores que se consideren pertinentes en la investigación realizada.

En el caso de este trabajo se observará el comportamiento de los jugadores de la escuela de fútbol de Barrio México para recabar toda la información necesaria del comportamiento y manejo de los deportistas en el entrenamiento para amalgamar la idea del dispositivo a la hora de la implementación.

### **3.4.2 Entrevista**

Además de acudir a la observación, como vía para obtener información, es preciso proceder a entrevistar a aquellas fuentes de información quienes, por su conocimiento del tema, pueden aportar datos valiosos.

Para efectos de la presente investigación se acudirá a la técnica cualitativa de la entrevista de profundidad, la cual Barrantes indica que “proporciona la comprensión

detallada que solo suministra la observación directa de las personas o escuchando lo que tienen que decir en la escena de los hechos” (2002, p. 210).

Debido a la información que pueden aportar, para este trabajo se eligió entrevistar a Ricardo Arguedas Baldí y Rafael Arguedas C.

### **3.4.3 Cuestionario**

Aunque normalmente se le asocia más como una técnica para obtener información propia del enfoque cuantitativo, se le tiene, igualmente, como un instrumento que, en el caso de la investigación cualitativa, puede arrojar información de interés.

De acuerdo con Barrantes, se trata de una forma de encuesta que se utiliza para conseguir información proveniente de grupos numerosos, en un corto tiempo y con un mínimo de esfuerzo (2012, p.215).

En lo que concierne a la presente investigación, el cuestionario será aplicado a la escuela de fútbol de Barrio México, la escuela de Futbol Alexander Zúñiga en Desamparados, la Escuela de fútbol de Barcelona en la Villa Olímpica de Desamparados y la escuela de fútbol de Futbol Consultans, en Guadalupe.

## **3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

Hernández et al (2014), explica que una variable es una propiedad que tiene una variación que puede medirse u observarse. Añaden los autores que “las variables adquieren valor para la investigación científica cuando llegan a relacionarse con

otras variables, es decir, si forman parte de una hipótesis o una teoría. En este caso se les suele denominar constructos o construcciones hipotéticas” (p.105).

## **CAPÍTULO IV. SITUACION ACTUAL**

## 4 SITUACION ACTUAL

### 4.1 DESCRIPCION

Un entrenamiento de futbol en la escuela de futbol de Barrio México tiene una duración aproximada de dos horas, las cuales están estructuradas de la siguiente manera:

Se realiza un calentamiento para que el grupo inicie a tener contacto entre sí, dicho calentamiento puede llevarse a cabo sin pelota o con pelota, dependiendo del ejercicio y la planificación del entrenador, dentro de los ejercicios con pelota puede ser un rondo o conocido popularmente como “monito”, un circuito de ejercicios indicados por el entrenador en el que cada jugador debe de realizar los ejercicios estipulados en cada estación por un lapso de un minuto, teniendo quince segundos para trasladarse de estación y continuar con el ejercicio siguiente.

Este calentamiento también puede darse sin pelota y popularmente se hacen dos filas de jugadores, en donde se tiene un cono de inicio y otro cono de finalización, en donde el jugador trota de cono a cono realizando los movimientos que el entrenador o el preparador físico van indicando.

Este calentamiento tiene una duración de aproximadamente 15 minutos. Cuando termina el calentamiento se procede a estirar los músculos del cuerpo para evitar problemas musculares y lesiones, este estiramiento es dirigido generalmente por el entrenador o preparador físico y tiene una duración aproximada de 8 a 10 minutos. Esta parte del entrenamiento es vital para que el jugador prepare el cuerpo ya que si no hay ejercicios de estiramiento y flexibilidad se producen lesiones en los jugadores

en los trabajos posteriores del entrenamiento ya que contienen una mayor exigencia física.

Cuando se termina el estiramiento hay un pequeño espacio de tiempo no mayor a 5 minutos los cuales son aprovechados para la hidratación del jugador y explicar el trabajo específico táctico técnico preparado por el entrenador que se va a realizar a continuación, este espacio del entrenamiento está subdividido en dos lapsos de 25 minutos y son enfocados para mejorar los aspectos técnicos de los jugadores, aspectos que el entrenador quiere plasmar en su idea de juego, movimientos que se desean realizar en el terreno de juego tanto con la pelota o sin la pelota, para los jugadores ofensivos como para los jugadores defensivos.

Al finalizar esta etapa de trabajo del entrenamiento se aprovecha de nuevo para hidratar al jugador después del trabajo realizado, este espacio tiene una duración de 5 minutos.

Para terminar el entrenamiento se realiza de nuevo un estiramiento dirigido por el cuerpo técnico y a la vez se aprovecha para conversar un poco sobre el entrenamiento realizado, ver debilidades tanto de grupo como individuales, fortalezas y otros aspectos generales del equipo. Este estiramiento de cierre tiene una duración de aproximadamente 15 minutos, pero puede extenderse un poco más dependiendo de la charla del entrenador.

## 4.2 RECOLECCION DE DATOS

### 4.2.1 Materiales utilizados

La escuela de futbol de Barrio México cuenta con los chalecos respectivos para identificar a los jugadores dependiendo de los trabajos estipulados por el cuerpo técnico, en cada entrenamiento se cuenta con tres juegos de chalecos de once unidades para cubrir la necesidad del entrenamiento, estos tres juegos son de tres distintos colores. También se cuenta con una pelota para cada jugador en cada entrenamiento, esto puede variar según la necesidad y la planificación del entrenador para cada cesión por lo que se pueden utilizar menos pelotas si el trabajo es en parejas o en grupos.

El cuerpo técnico cuenta con conos altos y copas para demarcar y ejemplificar los ejercicios por realizarse en cada cesión de entrenamiento.



Figura 12 , copas para entrenamiento de fútbol.

Fuente:[https://www.google.com/search?q=conos+para+entrenar+futbol&espv=2&biw=1366&bih=613&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjR0vXe2qTRAhXGLS YKHRG3AJwQ\\_AUIBigB#imgrc=pod4tIVWKSzRM%3a](https://www.google.com/search?q=conos+para+entrenar+futbol&espv=2&biw=1366&bih=613&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjR0vXe2qTRAhXGLS YKHRG3AJwQ_AUIBigB#imgrc=pod4tIVWKSzRM%3a).



Figura 13, conos para entrenamiento de fútbol. Fuente:  
[https://www.google.com/search?q=conos+para+entrenar+futbol&espv=2&biw=1366&bih=613&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj0vXe2qTRAhXGLSYKHRG3AJwQ\\_AUIBigB#imgsrc=HLcDETr1T7tr6M%3A](https://www.google.com/search?q=conos+para+entrenar+futbol&espv=2&biw=1366&bih=613&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj0vXe2qTRAhXGLSYKHRG3AJwQ_AUIBigB#imgsrc=HLcDETr1T7tr6M%3A).

El entrenador cuenta con escaleras para realizar diversos ejercicios que trabajan la coordinación del jugador como la intensidad y velocidad del jugador, aspectos vitales para que el deportista sea un jugador de alto rendimiento y cumpla con todas las características necesarias para triunfar en el fútbol mundial.



Figura 14, escalera. Fuente  
[https://www.google.com/search?q=conos+para+entrenar+futbol&espv=2&biw=1366&bih=613&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj0vXe2qTRAhXGLSYKHRG3AJwQ\\_AUIBigB#imgdii=R0lhL\\_q0-ggn2M%3A%3BR0lhL\\_q0-ggn2M%3A%3Bm2NLbNDrOXw4mM%3A&imgsrc=R0lhL\\_q0-ggn2M%3A](https://www.google.com/search?q=conos+para+entrenar+futbol&espv=2&biw=1366&bih=613&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj0vXe2qTRAhXGLSYKHRG3AJwQ_AUIBigB#imgdii=R0lhL_q0-ggn2M%3A%3BR0lhL_q0-ggn2M%3A%3Bm2NLbNDrOXw4mM%3A&imgsrc=R0lhL_q0-ggn2M%3A).

Para finalizar, la escuela de fútbol de Barrio México cuenta con marcos o porterías de tres tamaños distintos, y su uso va a depender de la necesidad y el trabajo específico que lleva el entrenador para este día.



Ilustración 1. Fotos del entrenamiento. Fuente: autor, capturadas mientras realizaba las observaciones.

### **4.3 Desarrollo del proyecto.**

#### **4.3.1 Ejecución correcta de las jugadas.**

El entrenador y el cuerpo técnico del equipo son los encargados de velar por la correcta ejecución de los movimientos de los jugadores del equipo y generalmente estas ejecuciones son realizadas con todo el equipo realizando el mismo ejercicio a la vez por lo que para los jugadores es complicado que los corrijan siempre cuando la ejecución realizada no es la adecuada.

A continuación se describen los ejercicios que se van a analizar teóricamente, dados por el entrenador:

### 4.3.1.1 Ejercicio 1.

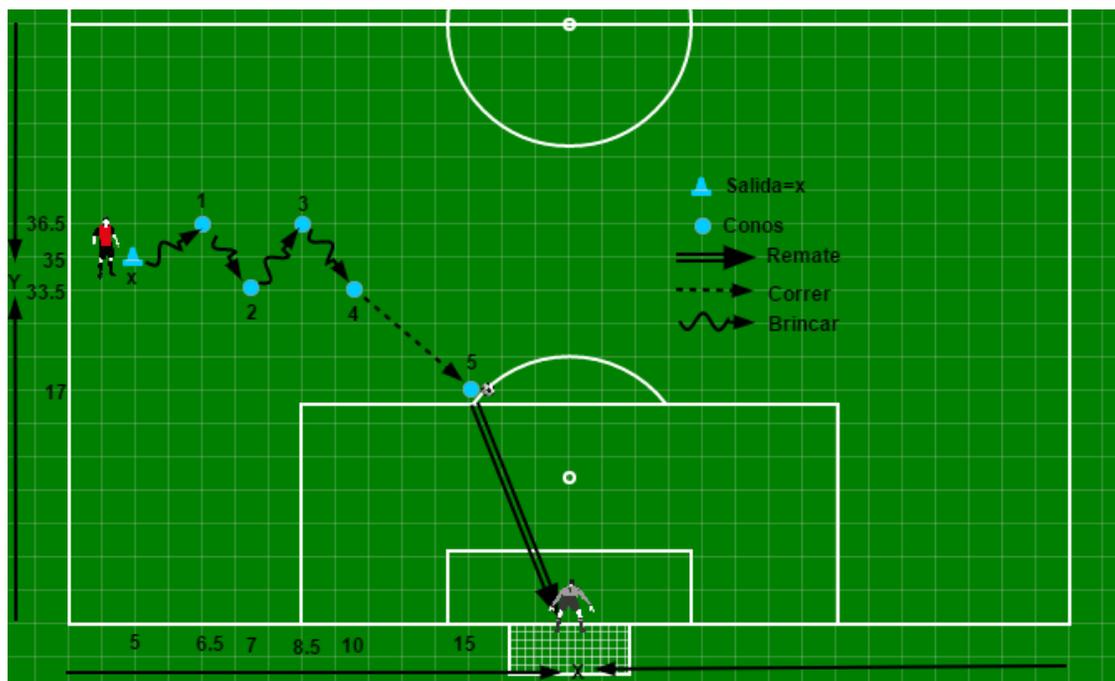


Figura 15. Ejercicio teórico 1. Creada por el autor.

El jugador uno se encuentra en la posición de salida "x", a la indicación del entrenador el jugador tiene que saltar con un pie extendido al cono 1 cayendo con su pierna izquierda, inmediatamente para fortalecer e incrementar la potencia de esa pierna brinca seguidamente al cono 2, cayendo con la pierna derecha. Este ejercicio le ayuda al jugador en la potencia de sus piernas ya que se realiza un gran esfuerzo por llegar de un solo movimiento de un cono a otro. El ejercicio se repite en el cono tres y cono cuatro. Al llegar al cono cuatro el jugador debe correr al cono 5 en donde se encuentra una pelota, el cual tiene que realizar un disparo a portería, con el fin de afinar el remate de larga distancia del jugador.

#### 4.3.1.1.1 Ubicación teórica de los conos en el eje X y en el eje Y en el ejercicio 1

Como pudimos observar en la figura catorce, los conos de referencia del ejercicio van a estar ubicados en las posiciones que describimos en la tabla número 1 para el eje X, y en la tabla número 2 para el eje Y respectivamente, dichas tablas las presentamos a continuación:

Ubicación de los conos en el eje X					
Salida	Cono 1	Cono 2	Cono 3	Cono 4	Cono 5
5	6.5	7	8.5	10	15

Tabla 1. Ubicación de los conos en el eje X. Fuente: realizada por el autor.

Ubicación de los conos en el eje Y					
Salida	Cono 1	Cono 2	Cono 3	Cono 4	Cono 5
35	36.5	33.5	36.5	33.5	17

Tabla 2. Ubicación de los conos en el eje Y. Fuente: realizada por el autor.

#### 4.3.1.1.2 Ubicación teórica del jugador en relación a los ángulos de posición ejercicio 1

También el jugador tiene un ángulo de posición de referencia según los conos del trabajo asignado por el entrenador, estos datos son medidos en grados y se muestran a continuación:

Ubicación de los ángulos de posición en jugada 1.					
Salida	Cono 1	Cono 2	Cono 3	Cono 4	Cono 5
0	30	330	30	330	270

Tabla 3. Ubicación de los ángulos de posición en jugada 1. Fuente: realizada por el autor.

### 4.3.1.2 Ejercicio 2.

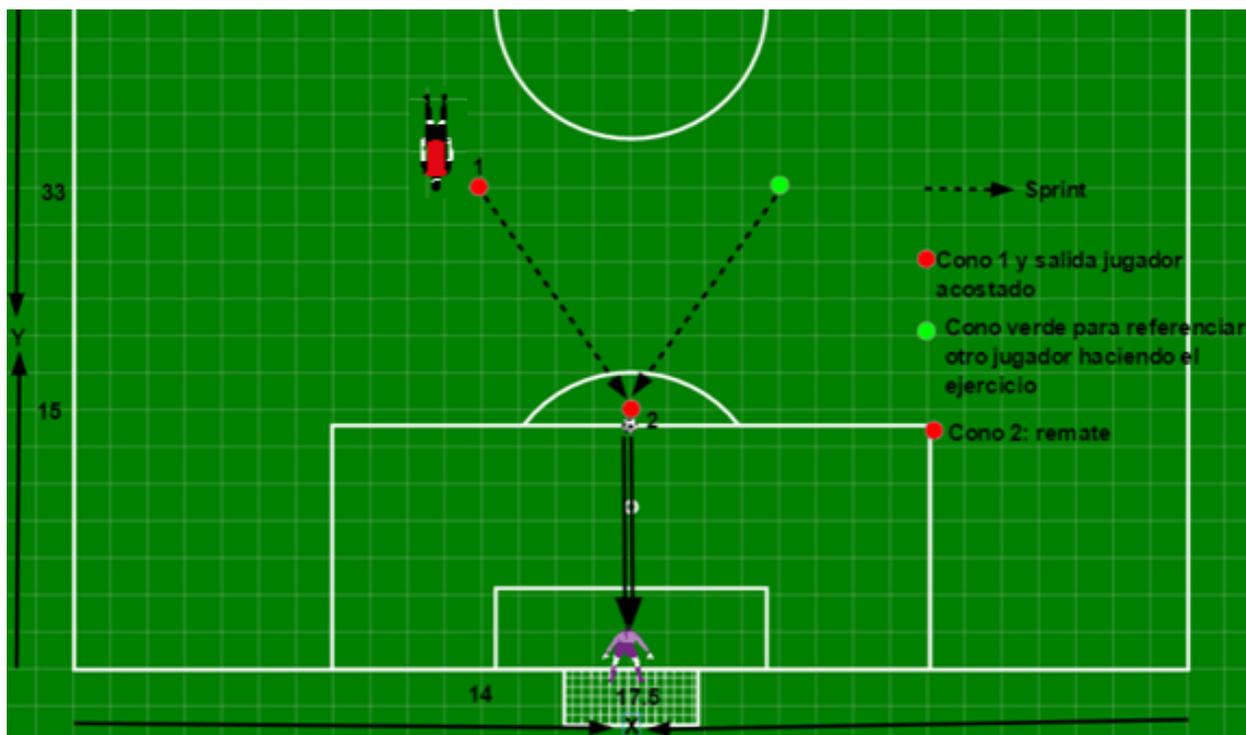


Figura 16. Ejercicio teórico número 2. Fuente: realizada por el autor.

El jugador se acuesta boca abajo en el cono 1, el entrenador da la instrucción de partida, el jugador tiene que ponerse de pie y hacer un sprint hacia el cono dos en donde hay una pelota, al llegar a este cono tiene que realizar un remate a marco. Este ejercicio se hace con dos jugadores a la misma vez, con el fin de mejorar la atención del jugador al silbato o a la instrucción del entrenador para partir. También se trabaja la potencia del jugador para ponerse de pie, la velocidad del jugador es muy importante ya que el jugador que llega de primero al cono 2 es el que va a realizar el remate a marco.

#### 4.3.1.2.1 Ubicación teórica de los conos en el eje X y en el eje Y en el ejercicio 2

Para este ejercicio los conos de referencia teórica en los dos ejes son los siguientes:

Ubicación de los conos en el eje X	
Salida= cono 1	Cono 2
14	17.5

Ubicación de los conos en el eje Y	
Salida= cono 1	Cono 2
33	15

Tabla 4. Ubicación de los conos en ejes X y Y para el ejercicio 2. Fuente realizada por el autor.

#### 4.3.1.2.2 Ubicación teórica del jugador en relación a los ángulos de posición ejercicio 2

Para este ejercicio los ángulos de posición de jugador expresados en grados son los siguientes:

Ubicación de los ángulos de posición en ejercicio 2.	
Salida= cono 1	Cono 2
270	315

Tabla 5. Ubicación de los ángulos de posición en ejercicio 2. Fuente: realizada por el autor.

### 4.3.1.3 Ejercicio 3.

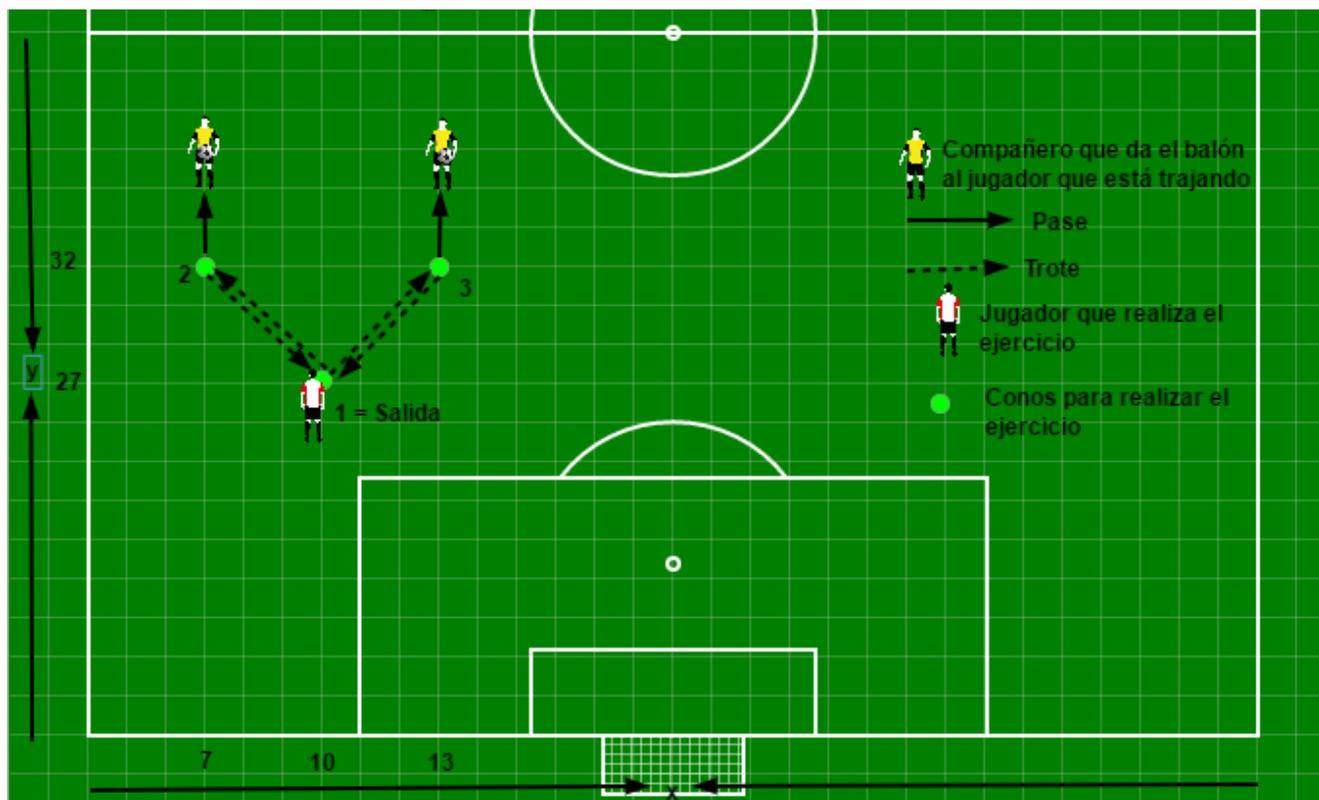


Figura 17. Jugada número 3. Fuente: realizada por el autor.

En este ejercicio el jugador inicia en el cono 1, a la indicación del entrenador el jugador debe desplazarse al cono 2 y devolver el balón que le facilita el compañero con un pase, seguidamente tiene que regresar al cono uno y desplazarse al cono 3 en donde va a recibir otro balón por parte de otro compañero, el cual también tiene que devolvérselo con un pase.

Con este ejercicio se trabaja el desplazamiento del jugador y el toque de balón ya que generalmente se realizan los pases con ambas piernas, tanto la derecha como la izquierda, lo cual ayuda al jugador a ser técnicamente más dotado, ya que un jugador de fútbol normalmente tiene una pierna fuerte y una débil.

#### 4.3.1.3.1 Ubicación teórica de los conos en el eje X y en el eje Y en el ejercicio 3

Los conos para el ejercicio 3 están teóricamente ubicados en las siguientes posiciones:

Ubicación de los conos en el eje X		
Cono 1 = Salida	Cono 2	Cono 3
10	7	13

Ubicación de los conos en el eje Y		
Cono 1 = Salida	Cono 2	Cono 3
27	32	32

Tabla 6. Ubicación de los conos en ejes X y Y para el ejercicio 3. Fuente realizada por el autor.

#### 4.3.1.3.2 Ubicación teórica del jugador en relación a los ángulos de posición en el ejercicio 3

La ubicación teórica del jugador que realiza el ejercicio angularmente hablando debe de ser los siguientes:

Ubicación de los ángulos de posición en el ejercicio 3.			
Cono 1 = Salida	Cono 2	Cono 3	Cono 1 regreso
90	135	45	270

Tabla 7. Ubicación de los ángulos de posición en ejercicio 3. Fuente: realizada por el autor.

#### 4.3.1.4 Ejercicio 4.

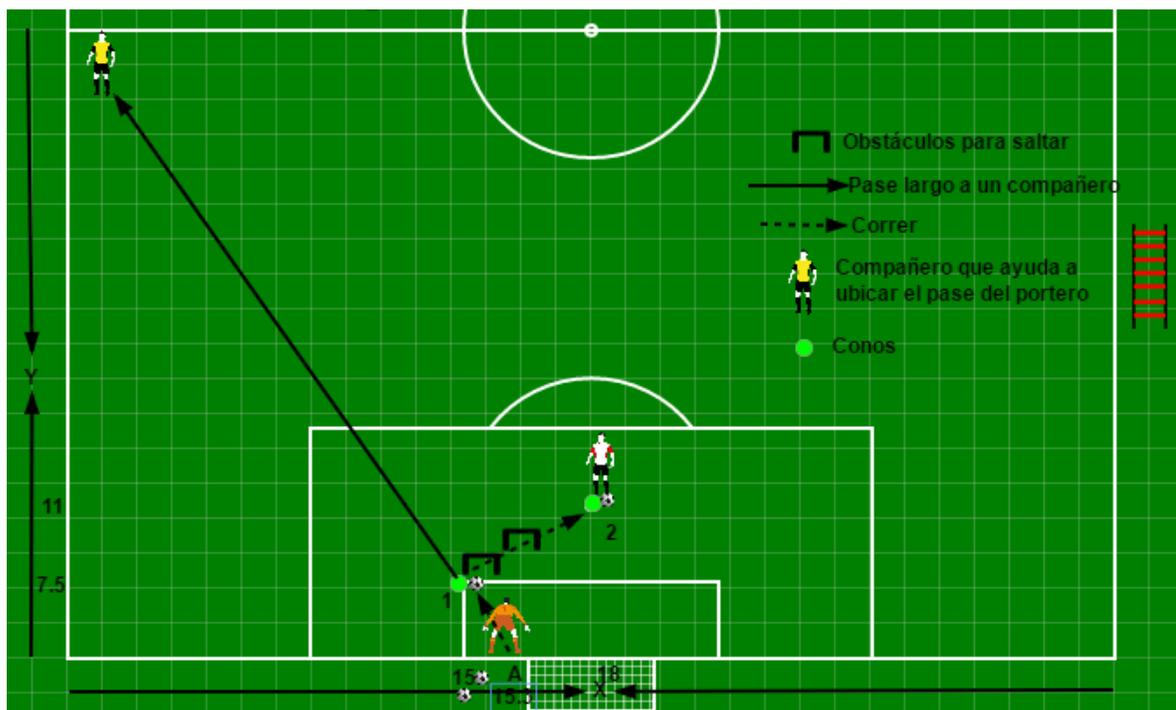


Figura 18. Jugada número 3. Fuente: realizada por el autor.

Este ejercicio es enfocado al entrenamiento del portero que normalmente realiza un trabajo diferente del equipo para mejorar su aspecto técnico dentro de los tres palos. Para este ejercicio el portero inicia en el punto A y va a simular un saque de puerta, para este ejercicio se ubica un compañero al costado izquierdo del portero donde se va a realizar el saque pero en media cancha. El portero tiene una pelota en el cono A por lo cual se desplaza del punto A al cono 1 despejando el balón al compañero que espera el saque en media cancha, seguidamente el portero tiene que ir al cono dos saltando los obstáculos que hay en el camino y cuando va llegando al cono dos debe de achicar el ángulo de tiro del entrenador de porteros que se va a encontrar en el cono dos y va a realizar un remate a portería.

Con este ejercicio podemos demostrar que el dispositivo independientemente de la posición cumple su función, en este caso el portero afina aspectos técnicos de golpeo de balón, aspectos físicos y la técnica tan importante en esta posición como lo es el achique, adicional a esto tiene que tapar el remate del entrenador de porteros, la cual es la función principal de este puesto.

#### 4.3.1.4.1 Ubicación teórica de los conos en el eje X y en el eje Y en el ejercicio 4

En este ejercicio cuatro los conos tienen las siguientes coordenadas en sus respectivos ejes:

Ubicación de los conos en el eje X		
Salida = A	Cono 1	Cono 2
15.3	15	18

Ubicación de los conos en el eje Y		
Salida = A	Cono 1	Cono 2
0	5.5	11

Tabla 8. Ubicación de los conos en ejes X y Y para el ejercicio 4. Fuente realizada por el autor.

#### 4.3.1.4.2 Ubicación teórica del jugador en relación a los ángulos de posición en el ejercicio 4

Para el análisis de la posición del portero en el ejercicio número cuatro, el portero va a tener los siguientes ángulos teóricos de posición:

Ubicación de los ángulos de posición en el ejercicio 4.		
Punto A = Salida	Cono 2	Cono 3
90	96	35

Tabla 9. Ubicación de los ángulos de posición en ejercicio 4. Fuente: realizada por el autor.

### 4.3.2 Postura de ejecución de los ejercicios.

Para analizar la postura de los jugadores a la hora de realizar los ejercicios vamos a trabajar con 7 ángulos, los cuales determinamos los más importantes para determinar la correcta ejecución del ejercicio.

El ángulo A, va a ser el dato enviado por el acelerómetro que está instalado en el pecho del jugador y nos da la posición del tronco en relación al terreno de juego, que es de vital importancia para determinar una buena postura en los ejercicios.

Los otros seis acelerómetros van a estar ubicados en las rodillas y muslos para obtener los ángulos necesarios para ver la técnica con la cual el jugador está realizando el ejercicio, dichos ángulos representan la ubicación de los acelerómetros, generando un ángulo con el eje cero.

#### 4.3.2.1 Postura teórica de pase

A continuación se detallan los ángulos teóricos para tener una buena ejecución a la hora de realizar un pase, tanto con el pie izquierdo como para el derecho.

Ángulos de postura de pase pie izquierdo (grados)						
A	B	C	D	E	F	G
45	165	180	180	15	5	30

Tabla 10. Ángulos teóricos postura de pase con pie izquierdo. Fuente diseñada por el autor.

Ángulos de postura de pase pie derecho (grados)						
A	B	C	D	E	F	G
-45	180	180	-15	180	5	30

Tabla 11. Ángulos teóricos postura de pase con pie derecho. Fuente diseñada por el autor.

#### 4.3.2.2 Postura teórica de remate

En las tablas 12 y 13 se muestran los ángulos teóricos de la postura del jugador para realizar un remate a marco, ya sea con la pierna izquierda o con la pierna derecha.

Ángulos de postura de remate pie izquierdo (grados)						
A	B	C	D	E	F	G
90	45	315	-30	90	45	30

Tabla 12. Ángulos teóricos postura de remate con pie izquierdo. Fuente diseñada por el autor.

Ángulos de postura de remate pie izquierdo (grados)						
A	B	C	D	E	F	G
90	45	315	-30	-45	90	30

Tabla 13. Ángulos teóricos postura de remate con pie derecho. Fuente diseñada por el autor.

### 4.3.2.3 Postura teórica de achique del portero

A continuación observamos los ángulos teóricos que debe de realizar un portero para realizar una buena postura de achique.

Ángulos de postura de achique del portero (grados)						
A	B	C	D	E	F	G
90	45	-315	-30	-30	0	30

Tabla 14. Ángulos teóricos postura de achique del portero. Fuente diseñada por el autor.

### 4.3.2.4 Postura teórica del jugador acostado

Para este caso observamos cuales deben de ser los ángulos teóricos para la postura del jugador acostado, ya que en el ejercicio dos se requiere esta postura para realizar el ejercicio.

Ángulos de postura del jugador acostado(grados)						
A	B	C	D	E	F	G
0	180	180	180	180	0	0

Tabla 15. Ángulos teóricos postura del jugador acostado. Fuente diseñada por el autor.

## **CAPÍTULO V. DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO**

## **5 DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO**

### **5.1 SELECCIÓN DE LA PROPUESTA**

#### **5.1.1 Comunicación**

##### **5.1.1.1 Inalámbrica**

Para lograr conectar el arduino con la nube, en este caso el Thingspeak se necesita una comunicación inalámbrica, la cual permite una comunicación al aire libre ya que el dispositivo se va a utilizar en un terreno de juego.

###### **5.1.1.1.1 WI - FI**

La comunicación inalámbrica WI –FI, la cual es una abreviatura de Wireless Fidelity utiliza el estándar IEEE 802.11b, el cual se utiliza para proporcionar la conectividad en los distintos lugares, para nuestros fines al móvil donde se van a enviar y almacenar los datos. Este estándar es el más utilizado en la actualidad, y tiene un alcance de aproximadamente 300 metros en un espacio abierto, que es lo que necesitamos en el dispositivo, el rango de frecuencia utilizado es el de 2,4 GHz con tres canales de radio disponibles.

#### **5.1.2 Recolección y transmisión de datos.**

El encargado de recolectar y transmitir los datos por comunicación inalámbrica hacia la nube, en este caso el Thingspeak, es el arduino MKR 1000. Dicha recolección de información se realiza por medio de los puertos análogos que tiene el arduino. La señal de salida es un voltaje análogo proporcional a la aceleración y tiene como unidad de medida  $m/s^2$ .



Ilustración 2. Componentes del dispositivo. Fuente: capturada por el autor.

El Adxl 335 mide aceleración con un mínimo rango de escala Completa de  $\pm 3$  g (aceleración de la gravedad). Esta aceleración viene en una escala de  $\pm 1024$  para cada uno de los ejes x, y, z. Debido a esto, el MKR 1000 lee el valor dado por el acelerómetro en los ejes respectivos y así podemos calcular un ángulo, el cual nos va a ayudar a obtener la posición inicial del jugador que tenga el dispositivo y este en el punto de salida indicado por el entrenador del equipo.

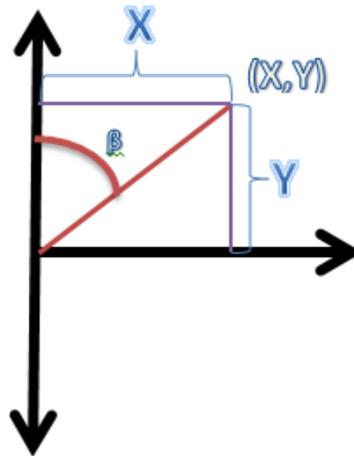


Figura 19. Punto  $(x,y)$ . Fuente: realizada por el autor.

## 5.2 DETALLE DE LA PROPUESTA

### 5.2.1 MKR 1000.

El MKR 1000 tiene como función realizar la lectura respectiva de los sensores instalados, realizar los cálculos de los ángulos y después de realizar el cálculo envía los datos al Thingspeak. Los diagramas de flujo que representan el programa que se utilizó para que el dispositivo realice las actividades de manera correcta se muestran a continuación.

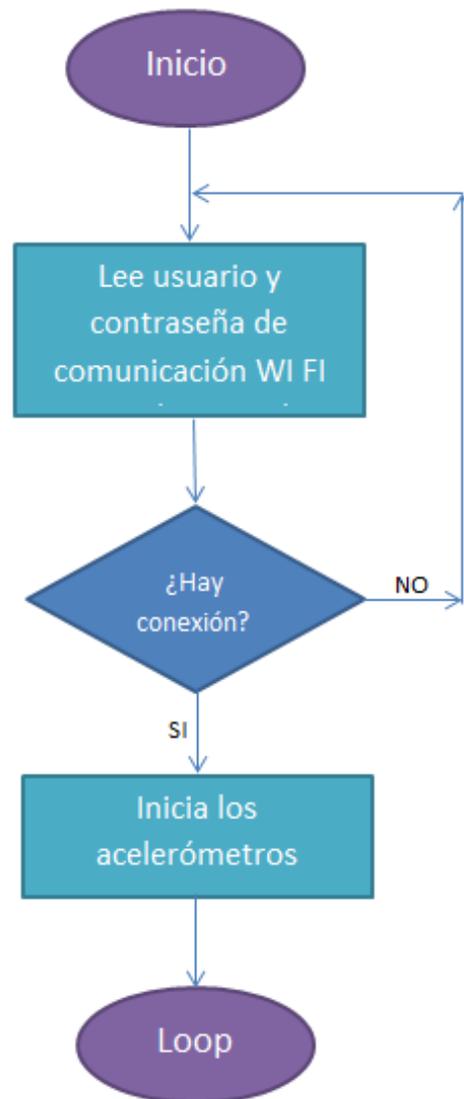


Figura 20. Diagrama de flujo Subrutina de Configuración. Fuente creada por el autor.

Posteriormente la lectura de los sensores, el cálculo de las posiciones de los ejercicios, el cálculo de los ángulos de las jugadas y la transmisión hacia la nube se hace en la rutina central a partir que la recepción de los datos.

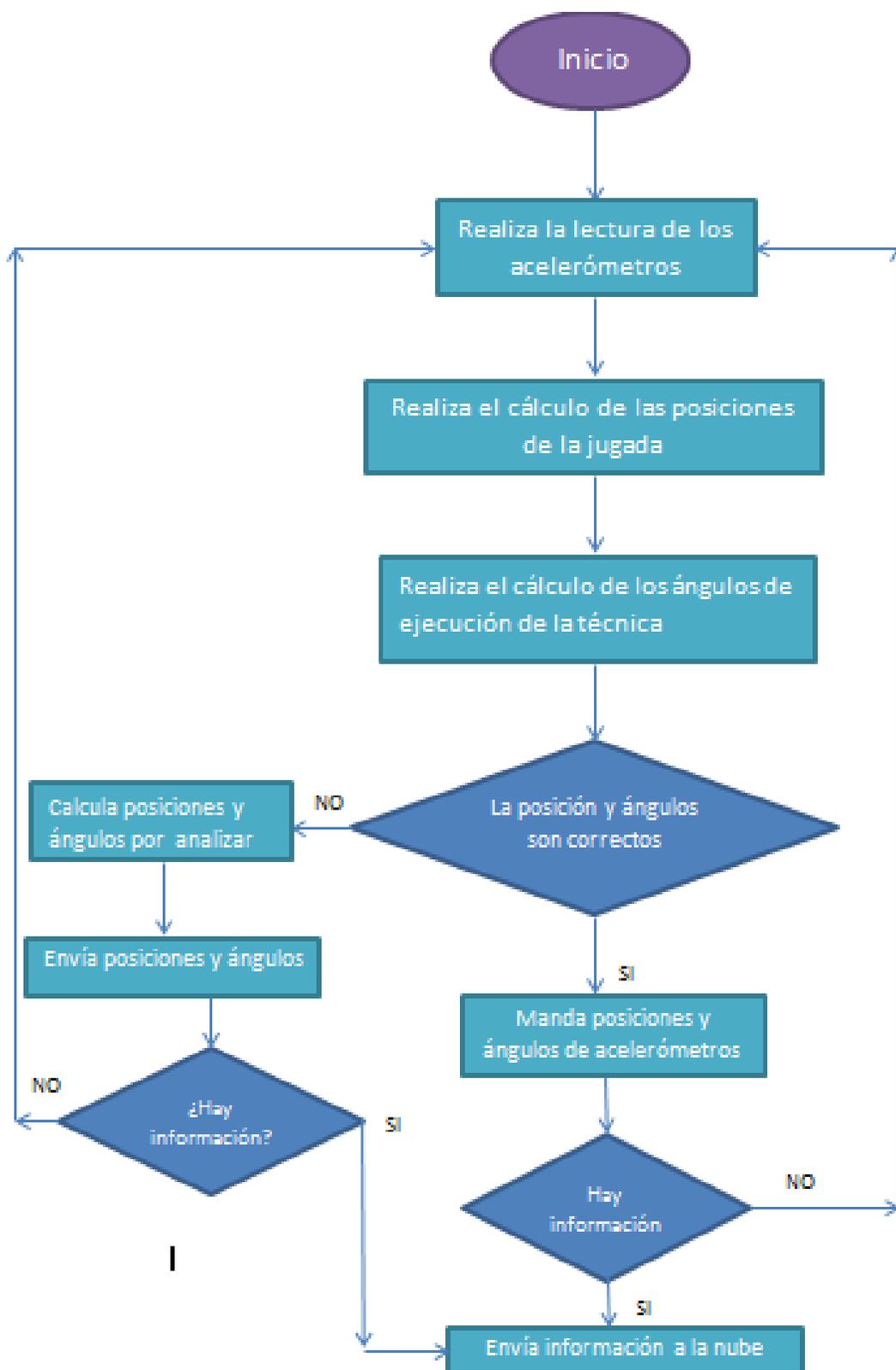


Figura 21. Diagrama de flujo rutina central. Fuente: realizado por el autor.

En el programa existe una subrutina que se encarga de realizar una comparación de los datos de los ángulos de ejecución del ejercicio, los cuales son recibidos por el MKR 1000.

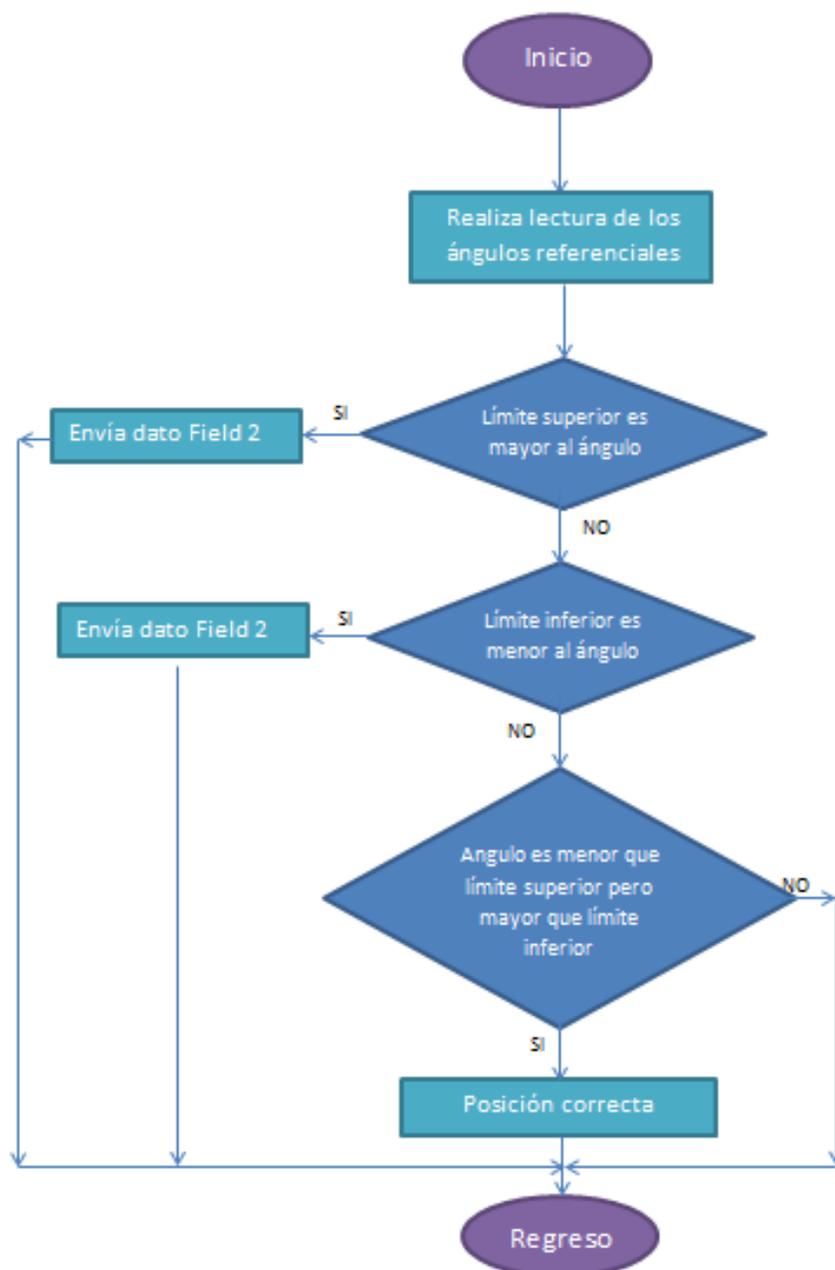


Figura 22. Diagrama de flujo subrutina de comparación de ángulos. Fuente: realizada por el autor.

La subrutina de selección del ejercicio lo que realiza es la verificación de cual jugada va a ser realizada por el jugador para actualizar los datos de dicho ejercicio.

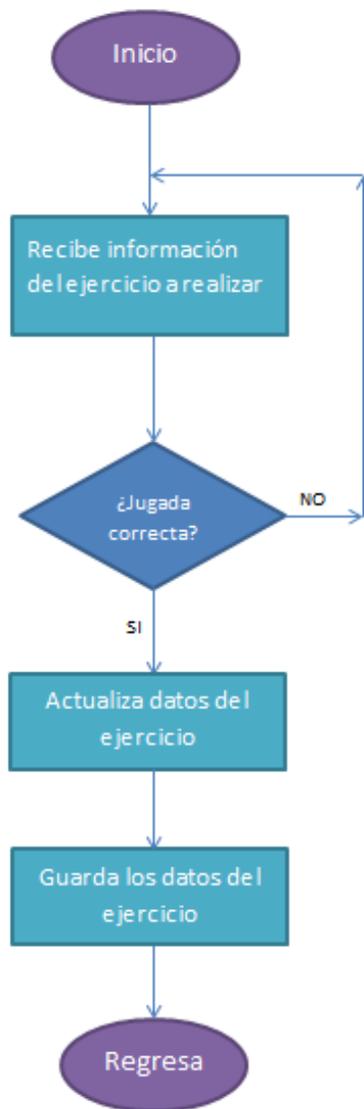


Figura 23. Diagrama de flujo para seleccionar ejercicio a realizar. Fuente realizada por el autor.

La subrutina siguiente tiene la función de enviar los datos de la jugada que se está comparando según la realización de la posición requerida para este ejercicio.

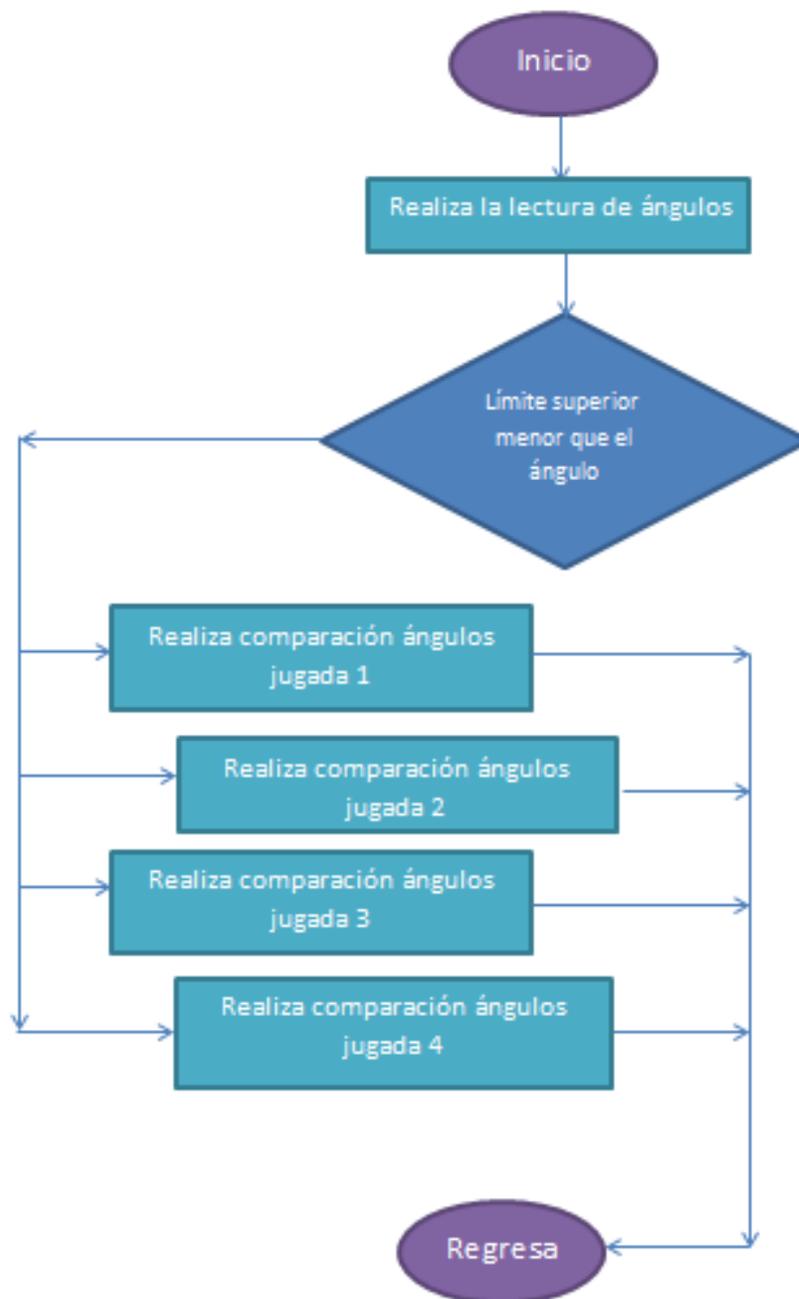


Figura 24. Diagrama de flujo subrutina verificación de datos según jugada. Fuente: realizada por el autor.

### 5.3 COSTOS DE IMPLEMENTACION.

Para implementar este dispositivo se utilizaron acelerómetros, un dip witch de cuatro posiciones, un botón, cable, una placa perforada, un MKR 1000, batería Li Po, módulo para cargar la batería. Los precios del mercado de los componentes se muestran a continuación:

Componente	Valor del mercado	Cantidad utilizada	Valor Total
MKR 1000	44,95	1	44,95
Dip switch cuatro posiciones	12	1	12
Batería Li Po 2500 Ma	18,95	1	18,95
Módulo cargador de Li Po	10,95	1	10,95
Botón	0,35	1	0,35
ADXL 335	18,95	6	113,7
Placa perforada	7,99	1	7,99
Cable	1,45	3	4,35
Elástico	0,85	2	1,7
Total Dólares			\$214,94
Total Colones			120.581,34

Tabla 16. Lista de materiales del dispositivo.

Adicional al valor de los dispositivos, se agregan al costo 100 horas relacionadas a la mano de obra implementada para la realización del dispositivo y los ajustes que conllevó a su diseño, cada hora de diseño tiene un valor de \$1,25 por hora lo cual da como resultado \$125,00. El costo total del dispositivo es de \$339,94.

En el mercado actual no hay un dispositivo que cumpla con las mismas características para los entrenamientos de futbol. Dispositivos similares pero más básicos como aceleración del jugador, desplazamiento realizado, total de distancia recorrida tienen un valor del mercado que va de los \$850,00 a los \$2.000,00 según la

marca del distribuidor. Al crear un dispositivo que sea más integral y le ayude al jugador en su etapa formativa a corregir y ver en cuales temas tiene debilidades, todo esto con un precio más accesible es lo que va a beneficiar a los jugadores en la utilización del dispositivo realizado en los entrenamientos.



Ilustración 3. Dispositivo completo. Fuente, foto capturada por el autor.

#### **5.4 DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES**

Con el diseño del dispositivo final creado se procede a colocárselo a los jugadores para ver si el mismo cumple con el estándar y comodidad deseada para que se proceda con la práctica de las jugadas planteadas anteriormente.



Ilustración 4. Banda del dispositivo del tren superior. Fuente: capturada por el autor en su parte trasera.

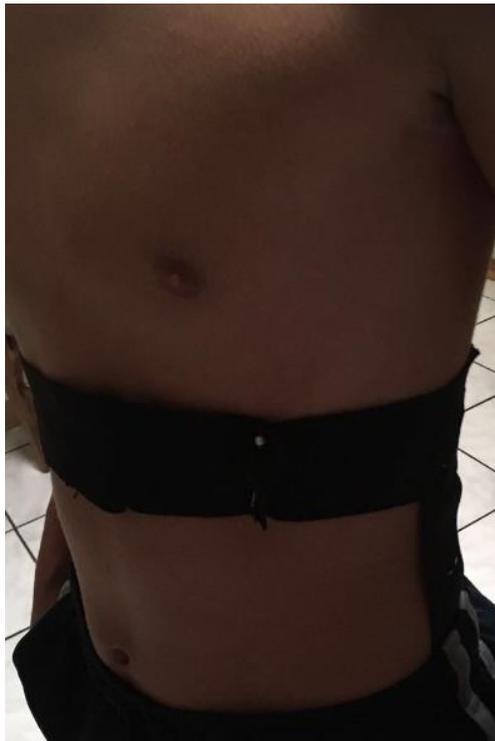


Ilustración 5. Banda del dispositivo del tren superior. Fuente: capturada por el autor en su parte frontal.



Ilustración 6. Bandas del dispositivo colocadas en las piernas. Fuente: capturadas por el autor.

#### **5.4.1 Descripción de las actividades llevadas a cabo**

Con el dispositivo listo, se procede a realizar las pruebas respectivas de las cuatro jugadas predeterminadas para ver la posición de los jugadores a la hora de realizar los ejercicios, sus ángulos de posición corporal y sus ángulos de postura del jugador que porta el dispositivo.

### 5.4.1.1 Resultados prácticos de posición obtenidos en ejercicio 1.



Figura 25. Resultados prácticos de posición ejercicio número 1. Fuente [https://thingspeak.com/channels/183535/private\\_show](https://thingspeak.com/channels/183535/private_show).

Observando los datos enviados por los acelerómetros al Thingspeak, vemos que el jugador no tuvo un salto con potencia en del cono uno al cono dos, en general los saltos realizados por el jugador son más cortos que los indicados teóricamente. También, cuando el jugador se desplaza al cono cinco y llega a este destino se pasa del punto teórico. Con esos resultados confirmamos que la información que está siendo enviada por los acelerómetros a la nube son correctos en relación a la posición del jugador según el ejercicio seleccionado.



Ilustración 7. Realización de ejercicio número 1. Fuente: autor, capturas en el momento de realizar ejercicios de prueba.

En la figura 26 realizamos dentro de la nube Thingspeak la comparación de los datos teóricos contra los datos prácticos de la posición del jugador en el ejercicio, con el fin de validar la funcionalidad de los sensores y la información que esté viajando a la nube sea la correcta.



Figura 26. Comparación de posición de datos teóricos versus datos prácticos ejercicio 1. Fuente [https://thingspeak.com/channels/183535/private\\_show](https://thingspeak.com/channels/183535/private_show).

Al ver la figura la línea teórica es la trazada con rojo y los datos enviados por los sensores en la práctica es la línea trazada en azul, la cual podemos confirmar que los datos son veraces.

#### 5.4.1.2 Resultados prácticos del ángulo de posición obtenidos en ejercicio 1.



Figura 27. Datos prácticos del ángulo de posición del jugador. Fuente [https://thingspeak.com/channels/183535/private\\_show](https://thingspeak.com/channels/183535/private_show).

Al observar la tabla de datos en la página de Thingspeak, vemos que los puntos en el cono tres y cinco son de ángulos aproximadamente 30 grados como se especificó en las indicaciones teóricas del ejercicio número uno, comprobando así que la información enviada por los sensores es correcta.

De igual manera se hace uso del Thingspeak para unificar los y comparar los datos teóricos (ángulos marcados con rojo) del ejercicio uno contra los datos prácticos (ángulos expresados en color azul), con el fin de verificar y comprobar el buen funcionamiento de los sensores, dicha comparación se muestra en la figura número 28.



Figura 28. Comparación de ángulos de posición teóricos y prácticos del jugador en ejercicio 1. Fuente [https://thingspeak.com/channels/183535/private\\_show](https://thingspeak.com/channels/183535/private_show).

#### 5.4.1.3 Resultados prácticos de la postura obtenidos en ejercicio 1

En esos datos obtenidos podemos analizar que el jugador inclinó un poco el cuerpo hacia el costado de su pierna de remate derecha, no realizó una inclinación de su tronco hacia adelante como lo indica la teoría, su pierna de apoyo de remate estaba muy rígida y recta. Su palanqueo a la hora de rematar no fue tan amplio como

se desea lo cual dicho remate pierde fuerza. Con esto concluimos que la pierna fuerte del jugador no es la derecha.

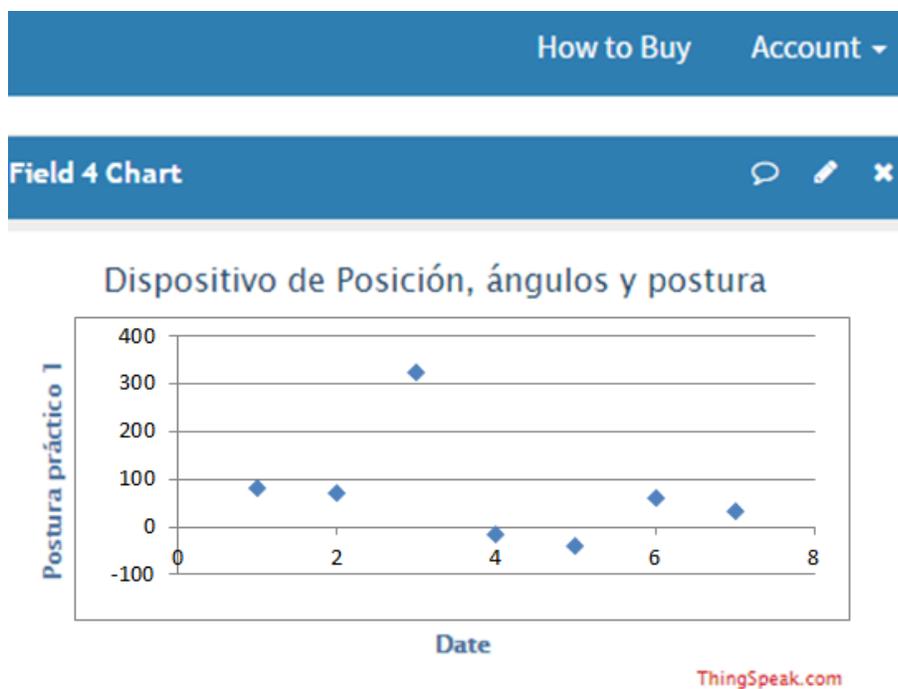


Figura 29. Datos prácticos de postura del jugador para remate. Fuente [https://thingspeak.com/channels/183535/private\\_show](https://thingspeak.com/channels/183535/private_show).

Posteriormente procedemos a analizar los datos teóricos contra los prácticos para tener una mejor noción de cada ángulo en la teoría comparado con la ejecución del ejercicio.



Figura 30. Comparación de ángulos de postura teóricos y prácticos del jugador en ejercicio 1. Fuente [https://thingspeak.com/channels/183535/private\\_show](https://thingspeak.com/channels/183535/private_show).

#### 5.4.1.4 Comparación de los resultados teóricos en relación a los datos obtenidos en la práctica.

Al igual que en el ejercicio número uno, se realizó la ejecución de los ejercicios dos, tres y cuatro, y con los resultados obtenidos en la nube se procedió a hacer la unificación de las gráficas para poder analizar de una manera más sencilla los datos enviados por los sensores y la ejecución de los ejercicios en relación a lo plasmado en la teoría. Dichas comparaciones se muestran en las figuras que se muestran a continuación:



Figura 31. Comparación de posición teórico y práctico del jugador en ejercicio 2.  
Fuente [https://thingspeak.com/channels/183535/private\\_show](https://thingspeak.com/channels/183535/private_show).

Los puntos y la línea en rojo representa la posición teórica del ejercicio número dos, la azul es la información obtenida en la realización del ejercicio.

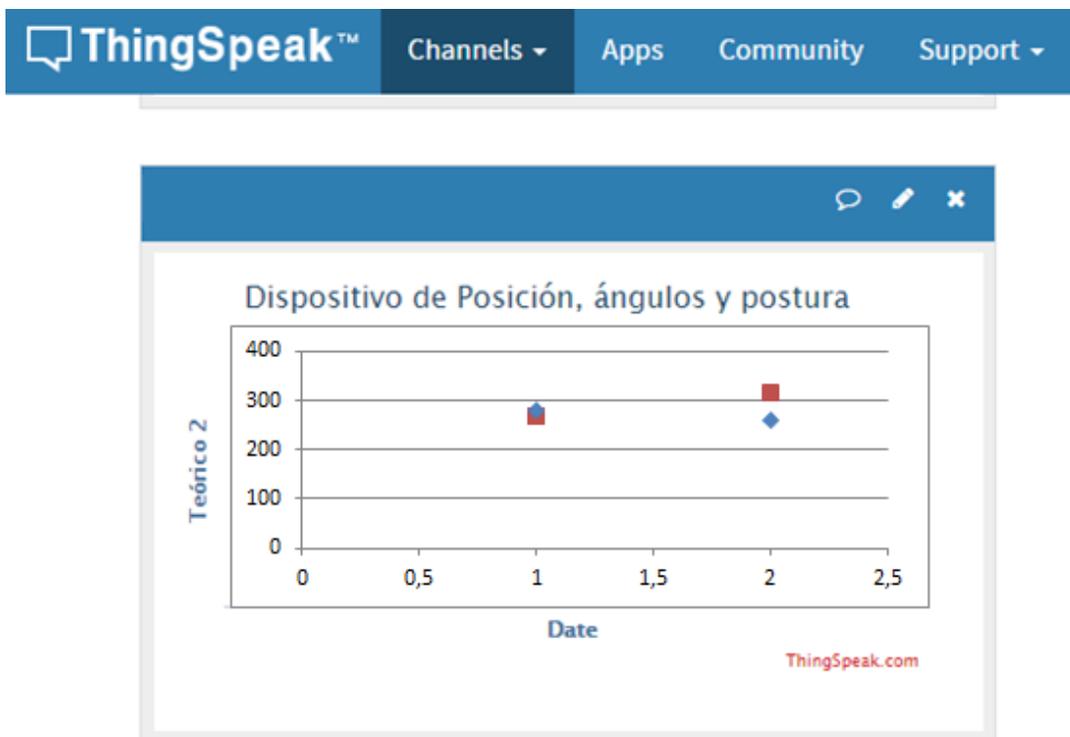


Figura 32. Comparación de ángulos de posición teóricos y prácticos del jugador en ejercicio 2. Fuente [https://thingspeak.com/channels/183535/private\\_show](https://thingspeak.com/channels/183535/private_show).

En la figura 32 vemos en color rojo los datos teóricos de los ángulos de posición del jugador, y con color azul vemos los ángulos de posición del jugador al realizar el ejercicio número dos.

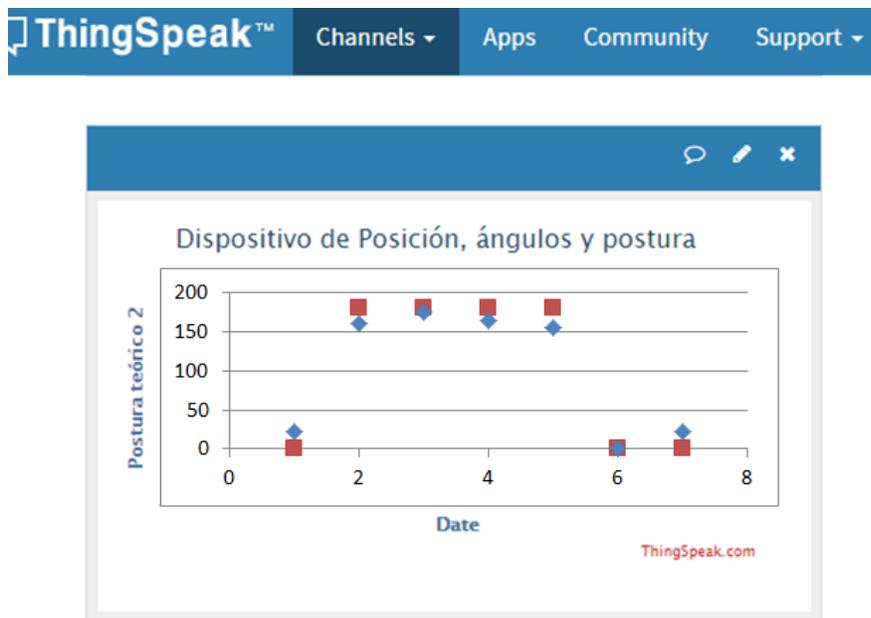


Figura 33. Comparación de la postura del jugador acostado teórico y práctico del jugador en ejercicio 2. Fuente [https://thingspeak.com/channels/183535/private\\_show](https://thingspeak.com/channels/183535/private_show).

En la figura número 33 vemos cual fue la postura del jugador a la hora de realizar el ejercicio. Comparando los datos teóricos marcados en rojo el jugador no estaba totalmente acostado al piso y esperaba el tratando de tomar ventaja con las piernas a la hora de levantarse.



Ilustración 8. Postura de remate. Fuente: capturada por el autor.



Figura 34. Comparación de posición teórico y práctico del jugador en ejercicio 3. Fuente [https://thingspeak.com/channels/183535/private\\_show](https://thingspeak.com/channels/183535/private_show).

Los puntos y las líneas en rojo representan la posición teórica del ejercicio número tres, las azules son la información obtenida en la realización del ejercicio por parte

del jugador en el entrenamiento. Cabe mencionar en este ejercicio que al realizar las pruebas prácticas mostradas en azul se ven varias líneas azules, esto debido a que el jugador tiene que ir al cono dos y regresar al cono uno, salir al cono tres y regresar al cono dos.

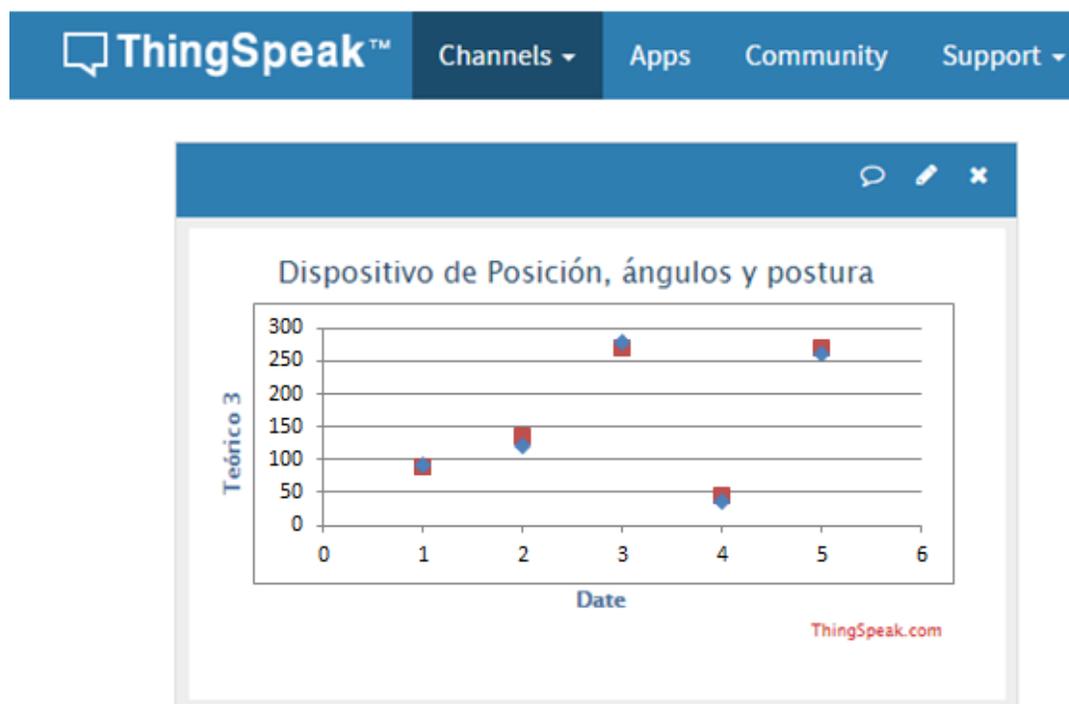


Figura 35. Comparación de ángulos de posición teóricos y prácticos del jugador en ejercicio 3. Fuente [https://thingspeak.com/channels/183535/private\\_show](https://thingspeak.com/channels/183535/private_show).

En la figura número 35 podemos observar los ángulos teóricos del ejercicio en color rojo, y la práctica realizada por el jugador en color azul, lo cual da veracidad y confirma el buen funcionamiento de la información de los sensores.

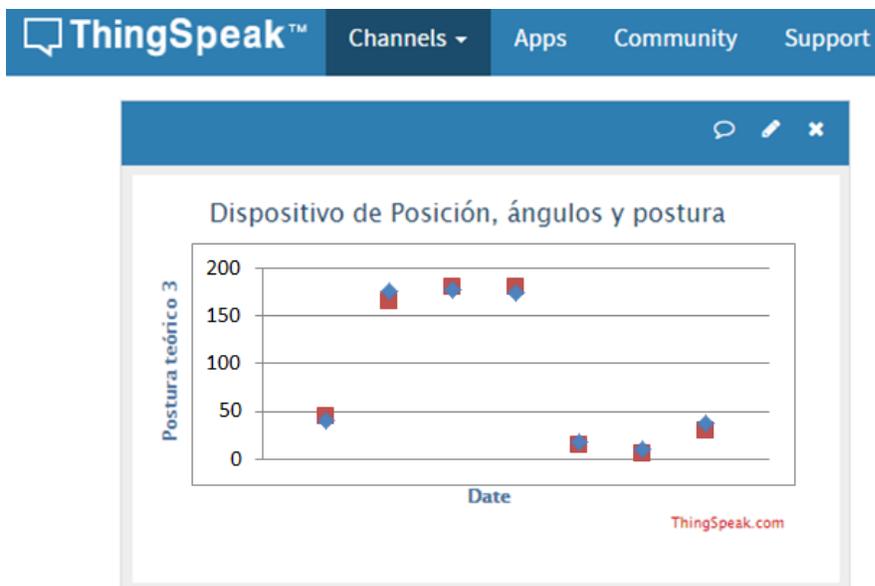


Figura 36. Comparación de postura teórica y práctica del jugador golpeando el balón con izquierda, en ejercicio 3. Fuente [https://thingspeak.com/channels/183535/private\\_show](https://thingspeak.com/channels/183535/private_show).

En la comparación de la postura del jugador en el ejercicio tres tenemos dos gráficas que son comparadas contra los datos teóricos ya que el jugador golpea la pelota tanto con el pie izquierdo como se muestra en la figura número 36, como el pase con el pie derecho que se muestra en la figura número 37.



Figura 37. Comparación de postura teórica y práctica del jugador golpeando el balón con derecha, en ejercicio 3. Fuente [https://thingspeak.com/channels/183535/private\\_show](https://thingspeak.com/channels/183535/private_show).

Analizando esta postura podemos observar según los datos de las gráficas que el jugador es izquierdo ya que se facilita más el ejercicio a la hora de pasarla con el pie izquierdo que con el pie derecho, lo cual es un indicador que hay que poner a fortalecer el pase de la pelota con la pierna débil en este caso la derecha.



Ilustración 9. Toque de pelota con pierna derecha. Fuente: capturada por el autor.



Ilustración 10. Toque de pelota con pierna izquierda. Fuente: capturada por el autor.

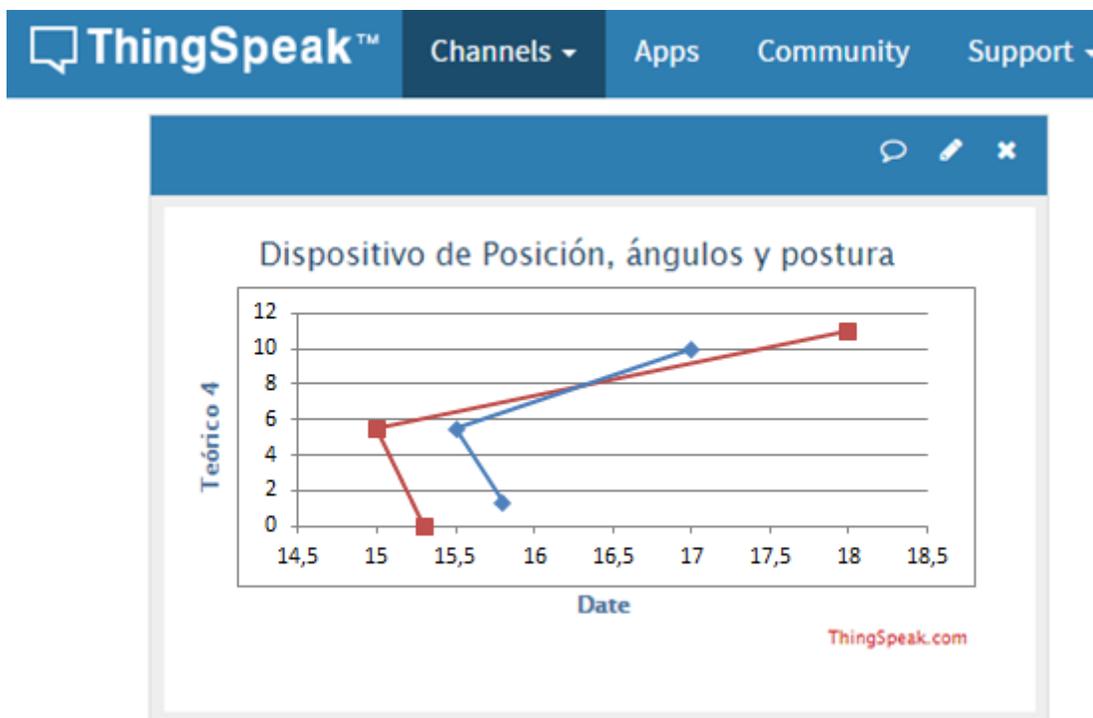


Figura 38. Comparación de posición teórico y práctico del jugador en ejercicio 4.  
Fuente [https://thingspeak.com/channels/183535/private\\_show.d](https://thingspeak.com/channels/183535/private_show.d).

En esta figura vemos los datos enviados por los sensores en color rojo y los azules representan la trayectoria de posición que realizó el portero en el ejercicio, Se observad que el portero no se posiciona en la línea de meta para realizar el saque y no realizó todo el achique en la trayectoria teórica.

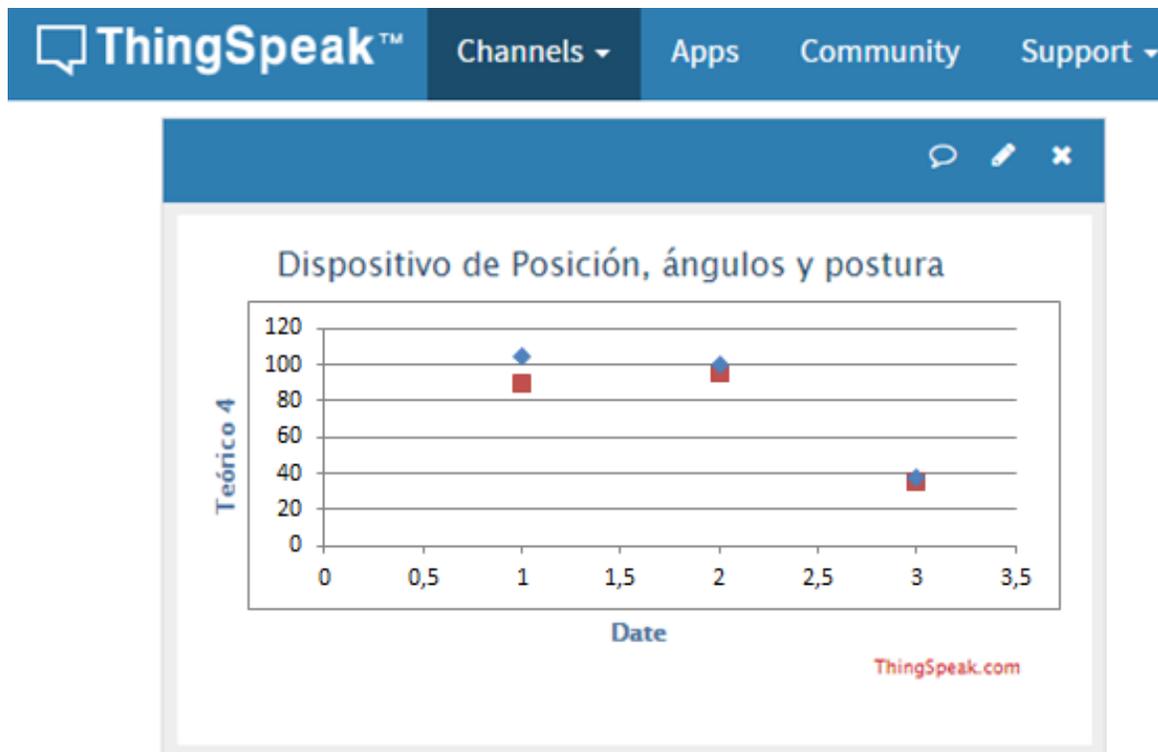


Figura 39. Comparación de ángulos de posición teóricos y prácticos del jugador en ejercicio 4. Fuente [https://thingspeak.com/channels/183535/private\\_show](https://thingspeak.com/channels/183535/private_show).

En la figura 39 observamos los la posición angular del portero al realizar el ejercicio en color azul, vemos que el portero toma un ángulo mayor que el teórico en la salida del ejercicio para dirigir la pelota a su compañero que está ubicado en la mitad del terreno de juego.

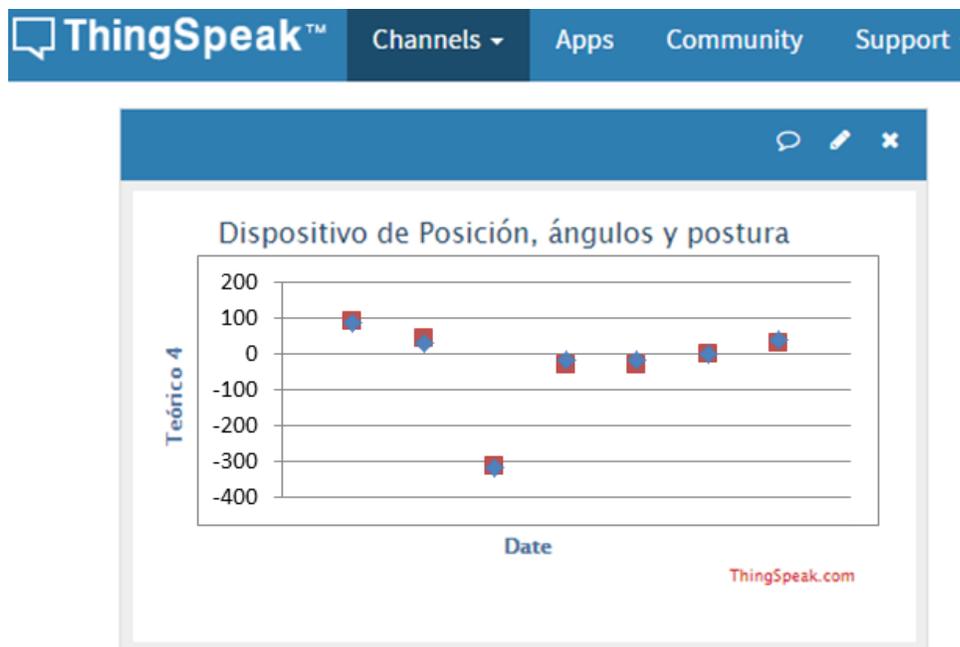


Figura 40. Comparación de postura teórica y práctica del jugador achicando, en ejercicio 4. Fuente [https://thingspeak.com/channels/183535/private\\_show](https://thingspeak.com/channels/183535/private_show).

Al ver y analizar los datos podemos ver que el portero no tira tanto su tronco hacia adelante y no realiza mucho la inclinación de sus rodillas para tratar de quitar el mayor espacio al jugador de cara a gol, lo cual facilita al delantero o al jugador atacante a llegar a una anotación.

#### 5.4.2 DETECCIÓN DE DEBILIDADES Y CARENCIAS

Se detecta que el dispositivo tiene una gama pequeña de jugadas y de ángulos de realización de la técnica de ejecución de los ejercicios.

Los cables del dispositivo dificultan la realización de los ejercicios y los atletas pierden comodidad a la hora de entrenar.

Se detecta que si el dispositivo móvil no tiene batería, no hay manera de enviar los datos a la nube. También si este móvil no tiene WI FI, perdemos la información de los datos ya que no llegan a su destino final.

### **5.4.3 ACCIONES DE MEJORAMIENTO EN CADA UNA.**

Desarrollar un manual de jugadas básicas para el mejoramiento y ampliación de este punto. A su vez se recomienda realizar un investigación a fondo de cómo es la ejecución correcta de los procedimientos de golpeo, recepción y todos los aspectos que tengan que ver con la técnica de la postura en el futbol.

Se trata de acomodar los cables de una manera distinta y más conjunta para tratar de minimizar la incomodidad a la hora de entrenar con el dispositivo.

Se recomienda tener algún tipo de tecnología que comunique el MKR 1000 con la nube para evitar el envío de los datos, se instaló un router en las oficinas del estadio para realizar el envío de datos y la conexión del arduino a la nube.

## **CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6 CONCLUSIONES

### 6.1 CONCLUSIONES. LOGROS OBTENIDOS DEL PROYECTO

- ❖ Con el desarrollo del dispositivo que determina y registre variables físicas y mecánicas con el fin de mejorar el desempeño técnico / integral de los jugadores en su etapa formativa, colaboramos con los jugadores ya que determinamos que el entrenador no tiene tiempo suficiente para estar observando a todos los jugadores en la realización de los ejercicios ya que generalmente un equipo tiene mínimo 18 jugadores, los cuales realizan el ejercicio de manera simultánea
- ❖ Se eligió el MKR 1000, por comodidad del jugador a la hora de portar el dispositivo, otra de sus características es el envío fácil de los datos por medio de la conexión Wi Fi, ya que las tecnologías cada vez avanzan más y en estos tiempos que el internet de las cosas toma mucha fuerza y cada vez es mayor la interacción de interconexión de objetos de uso cotidiano con el internet.
- ❖ Los ADXL 335 fueron seleccionados por la facilidad a la hora de desarrollar el proyecto ya que trabajan con 3.3 voltios al igual que el MKR 1000, además estos acelerómetros nos facilitaban los datos en los tres ejes y cuenta con un giroscopio que facilita la manipulación de los datos proporcionados.
- ❖ Se utiliza elástico para colocar los sensores en el cuerpo ya que normalmente el deportista necesita un material cómodo, fácil de lavar y fácil de colocar, ya que la actividad física es grande y por ende el sudor que

expulsa el cuerpo es mucho. Esto da comodidad al jugador a la hora de realizar los ejercicios ya que no es común utilizar estos implementos en los entrenamientos por lo que lleva su tiempo que se acostumbren a los elásticos.

- ❖ Al realizar las pruebas se comprueba que el dispositivo móvil debe de estar en un rango de aproximadamente 150 metros, ya que después de esta distancia se empiezan a tener dificultades a la hora de la conexión y por ende se pierde el envío de los datos a la nube.
- ❖ Los jugadores sienten que el dispositivo creado va a ayudarles a detectar los aspectos técnicos y tácticos en los cuales están teniendo problemas y por ende debilidades, lo cual les ayuda a realizar un plan de acción sobre esos ejercicios con falencias para fortalecerlos y ser un jugador más completo.

## **6.2 ESTADO FINAL DE LA SITUACION**

Se determina que los entrenamientos de futbol no están muy familiarizados con este tipo de tecnología. Pero las exigencias del futbol actual son tan grandes que estos dispositivos colaboran grandemente a desarrollar atletas de alto rendimiento ya que se facilita mucho la detección de fallos y errores de técnica y ejecución en edad temprana, lo cual produce de una forma didáctica y sencilla la corrección de todos estos errores.

### 6.3 RECOMENDACIONES

- ❖ Realizar una investigación más profunda sobre la utilización del dispositivo en fútbol sala, que se practica en un gimnasio y no al aire libre como en el fútbol.
- ❖ Investigar sobre implementar sensores inalámbricos con el fin de darle al jugador mayor comodidad a la hora de entrenar con el dispositivo.
- ❖ Innovar con un app que procese estos datos de información para mostrarlos de una manera más fácil e interactiva dependiendo de la necesidad y objetividad del entrenador o el jugador que realiza los ejercicios.
- ❖ Se recomienda agregar más ejercicios con el fin de tener más posibilidades de selección de jugadas con el fin de ver al jugador desarrollando más sus habilidades y debilidades.
- ❖ Se recomienda realizar una investigación sobre otras posiciones de golpeo de la pelota y técnica del jugador para tener una gama más amplia de selección y con esto ampliar el rango de variedad del dispositivo.
- ❖ Instalar un router cerca del centro de entrenamiento para evitar que la conexión con la nube tenga inconvenientes a la hora de enviar los datos por medio del arduino.

## **Anexos**

## A. Hoja de datos ADXL 335.



## Small, Low Power, 3-Axis $\pm 3 g$ Accelerometer

### ADXL335

#### FEATURES

3-axis sensing

Small, low profile package

4 mm  $\times$  4 mm  $\times$  1.45 mm LFCSP

Low power : 350  $\mu$ A (typical)

Single-supply operation: 1.8 V to 3.6 V

10,000 g shock survival

Excellent temperature stability

BW adjustment with a single capacitor per axis

RoHS/WEEE lead-free compliant

#### APPLICATIONS

Cost sensitive, low power, motion- and tilt-sensing applications

Mobile devices

Gaming systems

Disk drive protection

Image stabilization

Sports and health devices

#### GENERAL DESCRIPTION

The ADXL335 is a small, thin, low power, complete 3-axis accelerometer with signal conditioned voltage outputs. The product measures acceleration with a minimum full-scale range of  $\pm 3 g$ . It can measure the static acceleration of gravity in tilt-sensing applications, as well as dynamic acceleration resulting from motion, shock, or vibration.

The user selects the bandwidth of the accelerometer using the  $C_X$ ,  $C_Y$ , and  $C_Z$  capacitors at the  $X_{OUT}$ ,  $Y_{OUT}$ , and  $Z_{OUT}$  pins. Bandwidths can be selected to suit the application, with a range of 0.5 Hz to 1600 Hz for the X and Y axes, and a range of 0.5 Hz to 550 Hz for the Z axis.

The ADXL335 is available in a small, low profile, 4 mm  $\times$  4 mm  $\times$  1.45 mm, 16-lead, plastic lead frame chip scale package (LFCSP\_LQ).

#### FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM

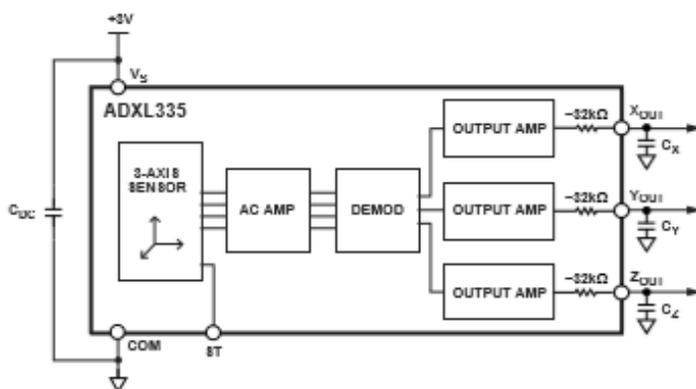


Figure 1.

## ADXL335

### TABLE OF CONTENTS

Features	1	Performance	10
Applications	1	Applications Information	11
General Description	1	Power Supply Decoupling	11
Functional Block Diagram	1	Setting the Bandwidth Using $C_x$ , $C_y$ , and $C_z$	11
Revision History	2	Self Test	11
Specifications	3	Design Trade-Offs for Selecting Filter Characteristics:	
Absolute Maximum Ratings	4	The Noise/BW Trade-Off	11
ESD Caution	4	Use with Operating Voltages Other than 3 V	11
Pin Configuration and Function Descriptions	5	Axes of Acceleration Sensitivity	12
Typical Performance Characteristics	6	Layout and Design Recommendations	13
Theory of Operation	10	Outline Dimensions	14
Mechanical Sensor	10	Ordering Guide	14

### REVISION HISTORY

1/09—Revision 0: Initial Version

## SPECIFICATIONS

$T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_S = 3\text{ V}$ ,  $C_X = C_Y = C_Z = 0.1\ \mu\text{F}$ ; acceleration = 0 g, unless otherwise noted. All minimum and maximum specifications are guaranteed. Typical specifications are not guaranteed.

Table 1.

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
<b>SENSOR INPUT</b>					
Measurement Range	Each axis	$\pm 3$	$\pm 3.6$		g
Nonlinearity	% of full scale		$\pm 0.3$		%
Package Alignment Error			$\pm 1$		Degrees
Interaxis Alignment Error			$\pm 0.1$		Degrees
Cross-Axis Sensitivity <sup>1</sup>			$\pm 1$		%
<b>SENSITIVITY (RATIOMETRIC)<sup>2</sup></b>					
Sensitivity at $X_{out}$ , $Y_{out}$ , $Z_{out}$	$V_S = 3\text{ V}$	270	300	330	mV/g
Sensitivity Change Due to Temperature <sup>3</sup>	$V_S = 3\text{ V}$		$\pm 0.01$		%/°C
<b>ZERO g BIAS LEVEL (RATIOMETRIC)</b>					
0 g Voltage at $X_{out}$ , $Y_{out}$	$V_S = 3\text{ V}$	1.35	1.5	1.65	V
0 g Voltage at $Z_{out}$	$V_S = 3\text{ V}$	1.2	1.5	1.8	V
0 g Offset vs. Temperature			$\pm 1$		mg/°C
<b>NOISE PERFORMANCE</b>					
Noise Density $X_{out}$ , $Y_{out}$			150		$\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$ rms
Noise Density $Z_{out}$			300		$\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$ rms
<b>FREQUENCY RESPONSE<sup>4</sup></b>					
Bandwidth $X_{out}$ , $Y_{out}$ <sup>5</sup>	No external filter		1600		Hz
Bandwidth $Z_{out}$ <sup>5</sup>	No external filter		550		Hz
$R_{int}$ Tolerance			$32 \pm 15\%$		k $\Omega$
Sensor Resonant Frequency			5.5		kHz
<b>SELF-TEST<sup>6</sup></b>					
Logic Input Low			+0.6		V
Logic Input High			+2.4		V
ST Actuation Current			+60		$\mu\text{A}$
Output Change at $X_{out}$	Self-Test 0 to Self-Test 1	-150	-325	-600	mV
Output Change at $Y_{out}$	Self-Test 0 to Self-Test 1	+150	+325	+600	mV
Output Change at $Z_{out}$	Self-Test 0 to Self-Test 1	+150	+550	+1000	mV
<b>OUTPUT AMPLIFIER</b>					
Output Swing Low	No load		0.1		V
Output Swing High	No load		2.8		V
<b>POWER SUPPLY</b>					
Operating Voltage Range		1.8		3.6	V
Supply Current	$V_S = 3\text{ V}$		350		$\mu\text{A}$
Turn-On Time <sup>7</sup>	No external filter		1		ms
<b>TEMPERATURE</b>					
Operating Temperature Range		-40		+85	°C

<sup>1</sup> Defined as coupling between any two axes.

<sup>2</sup> Sensitivity is essentially ratiometric to  $V_S$ .

<sup>3</sup> Defined as the output change from ambient-to-maximum temperature or ambient-to-minimum temperature.

<sup>4</sup> Actual frequency response controlled by user-supplied external filter capacitors ( $C_X$ ,  $C_Y$ ,  $C_Z$ ).

<sup>5</sup> Bandwidth with external capacitors =  $1/(2 \times \pi \times 32\text{ k}\Omega \times C)$ . For  $C_X$ ,  $C_Y = 0.003\ \mu\text{F}$ , bandwidth = 1.6 kHz. For  $C_Z = 0.01\ \mu\text{F}$ , bandwidth = 500 Hz. For  $C_X$ ,  $C_Y = 10\ \mu\text{F}$ , bandwidth = 0.5 Hz.

<sup>6</sup> Self-test response changes cubically with  $V_S$ .

<sup>7</sup> Turn-on time is dependent on  $C_X$ ,  $C_Y$ ,  $C_Z$  and is approximately  $160 \times C_X$  or  $C_Y$  or  $C_Z + 1\text{ ms}$ , where  $C_X$ ,  $C_Y$ ,  $C_Z$  are in microfarads ( $\mu\text{F}$ ).

## ADXL335

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Table 2.

Parameter	Rating
Acceleration (Any Axis, Unpowered)	10,000 g
Acceleration (Any Axis, Powered)	10,000 g
V <sub>s</sub>	-0.3 V to +3.6 V
All Other Pins	(COM - 0.3 V) to (V <sub>s</sub> + 0.3 V)
Output Short-Circuit Duration (Any Pin to Common)	Indefinite
Temperature Range (Powered)	-55°C to +125°C
Temperature Range (Storage)	-65°C to +150°C

Stresses above those listed under Absolute Maximum Ratings may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only; functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational section of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

#### ESD CAUTION



**ESD (electrostatic discharge) sensitive device.** Charged devices and circuit boards can discharge without detection. Although this product features patented or proprietary protection circuitry, damage may occur on devices subjected to high energy ESD. Therefore, proper ESD precautions should be taken to avoid performance degradation or loss of functionality.

## ADXL335

## PIN CONFIGURATION AND FUNCTION DESCRIPTIONS

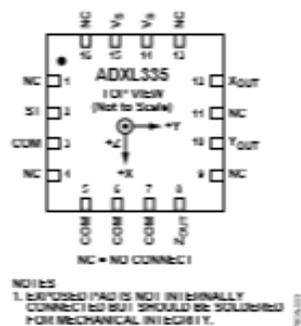


Figure 2. Pin Configuration

Table 3. Pin Function Descriptions

Pin No.	Mnemonic	Description
1	NC	No Connect <sup>1</sup> .
2	ST	Self-Test.
3	COM	Common.
4	NC	No Connect <sup>1</sup> .
5	COM	Common.
6	COM	Common.
7	COM	Common.
8	Z <sub>OUT</sub>	Z Channel Output.
9	NC	No Connect <sup>1</sup> .
10	Y <sub>OUT</sub>	Y Channel Output.
11	NC	No Connect <sup>1</sup> .
12	X <sub>OUT</sub>	X Channel Output.
13	NC	No Connect <sup>1</sup> .
14	V <sub>S</sub>	Supply Voltage (1.8 V to 3.6 V).
15	V <sub>S</sub>	Supply Voltage (1.8 V to 3.6 V).
16	NC	No Connect <sup>1</sup> .
EP	Exposed Pad	Not internally connected. Solder for mechanical integrity.

<sup>1</sup>NC pins are not internally connected and can be tied to COM pins, unless otherwise noted.

**ADXL335**

**TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS**

N > 1000 for all typical performance plots, unless otherwise noted.

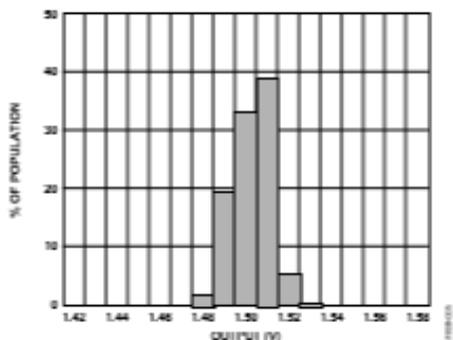


Figure 3. X-Axis Zero g Bias at 25°C, V<sub>S</sub> = 3 V

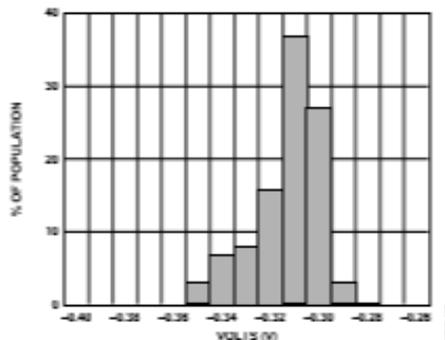


Figure 6. X-Axis Self-Test Response at 25°C, V<sub>S</sub> = 3 V

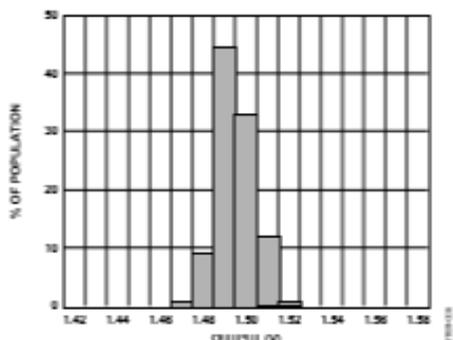


Figure 4. Y-Axis Zero g Bias at 25°C, V<sub>S</sub> = 3 V

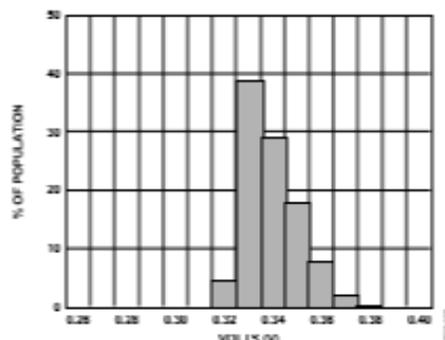


Figure 7. Y-Axis Self-Test Response at 25°C, V<sub>S</sub> = 3 V

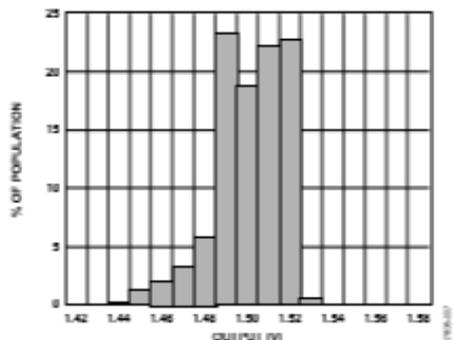


Figure 5. Z-Axis Zero g Bias at 25°C, V<sub>S</sub> = 3 V

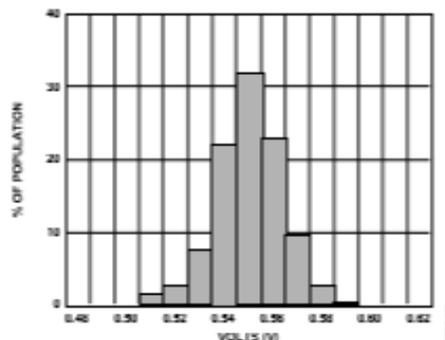


Figure 8. Z-Axis Self-Test Response at 25°C, V<sub>S</sub> = 3 V

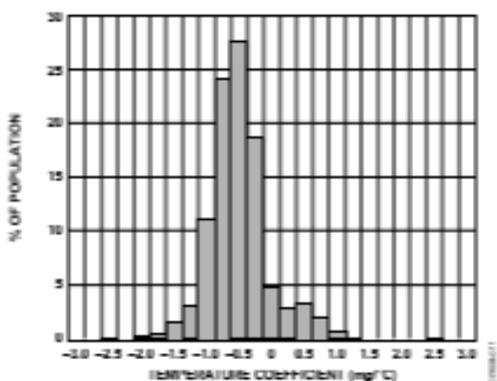


Figure 9. X-Axis Zero g Bias Temperature Coefficient,  $V_S = 3\text{ V}$

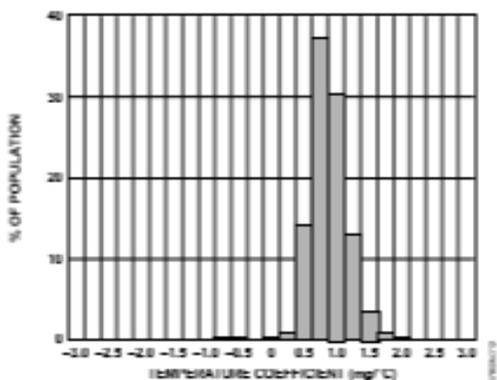


Figure 10. Y-Axis Zero g Bias Temperature Coefficient,  $V_S = 3\text{ V}$

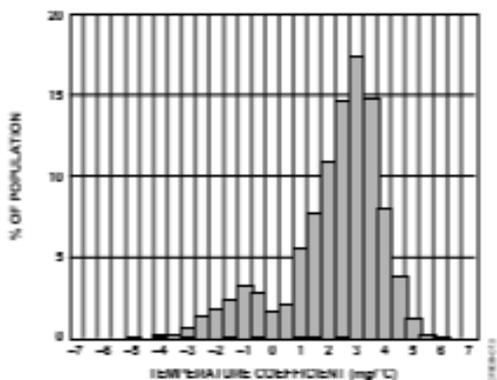


Figure 11. Z-Axis Zero g Bias Temperature Coefficient,  $V_S = 3\text{ V}$

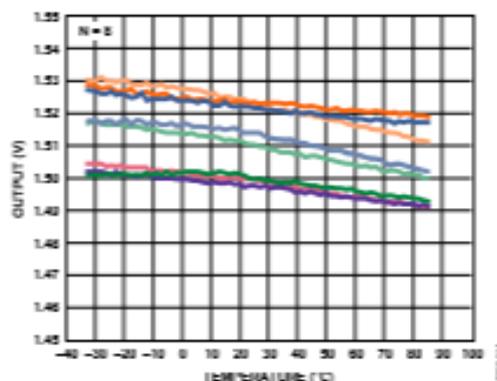


Figure 12. X-Axis Zero g Bias vs. Temperature—  
Eight Parts Soldered to PCB

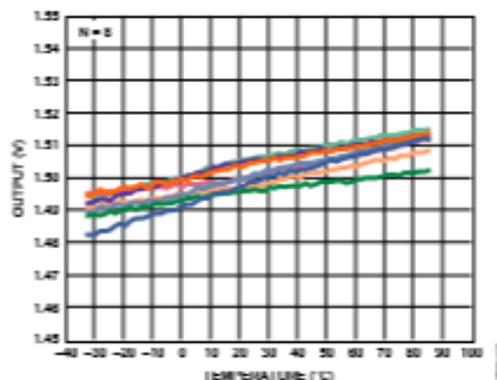


Figure 13. Y-Axis Zero g Bias vs. Temperature—  
Eight Parts Soldered to PCB

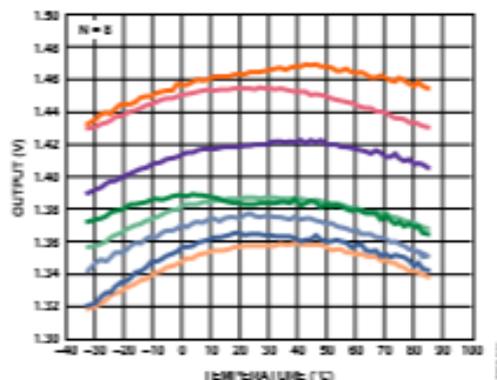
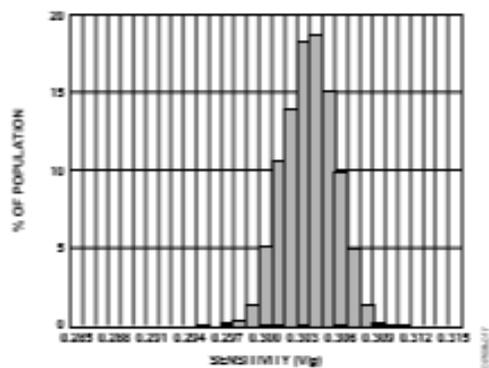
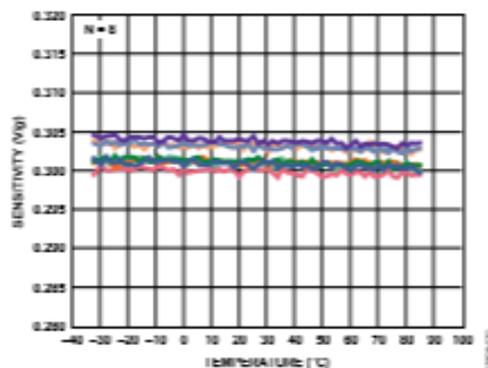
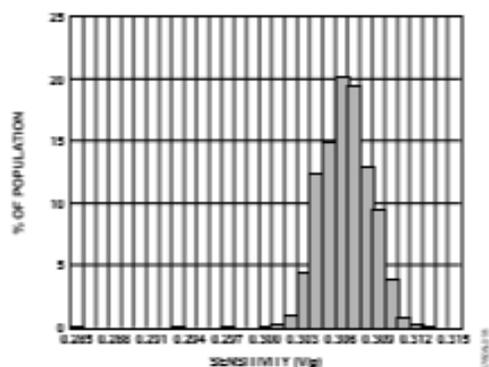
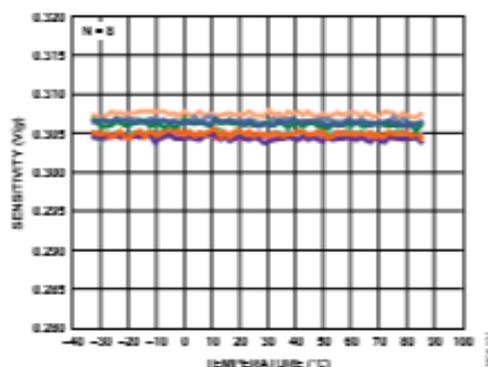
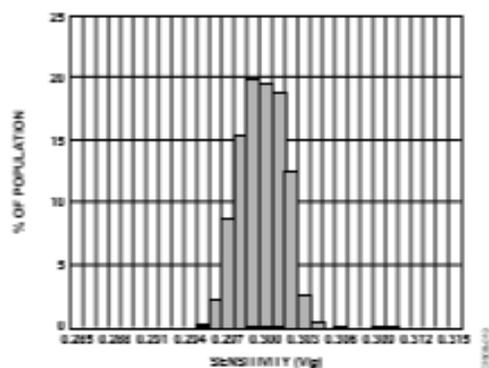
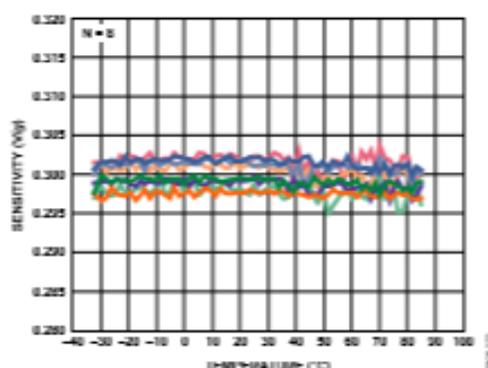


Figure 14. Z-Axis Zero g Bias vs. Temperature—  
Eight Parts Soldered to PCB

## ADXL335

Figure 15. X-Axis Sensitivity at 25°C,  $V_S = 3V$ Figure 18. X-Axis Sensitivity vs. Temperature—  
Eight Parts Soldered to PCB,  $V_S = 3V$ Figure 16. Y-Axis Sensitivity at 25°C,  $V_S = 3V$ Figure 19. Y-Axis Sensitivity vs. Temperature—  
Eight Parts Soldered to PCB,  $V_S = 3V$ Figure 17. Z-Axis Sensitivity at 25°C,  $V_S = 3V$ Figure 20. Z-Axis Sensitivity vs. Temperature—  
Eight Parts Soldered to PCB,  $V_S = 3V$

## ADXL335

### THEORY OF OPERATION

The ADXL335 is a complete 3-axis acceleration measurement system. The ADXL335 has a measurement range of  $\pm 3g$  minimum. It contains a polysilicon surface-micromachined sensor and signal conditioning circuitry to implement an open-loop acceleration measurement architecture. The output signals are analog voltages that are proportional to acceleration. The accelerometer can measure the static acceleration of gravity in tilt-sensing applications as well as dynamic acceleration resulting from motion, shock, or vibration.

The sensor is a polysilicon surface-micromachined structure built on top of a silicon wafer. Polysilicon springs suspend the structure over the surface of the wafer and provide a resistance against acceleration forces. Deflection of the structure is measured using a differential capacitor that consists of independent fixed plates and plates attached to the moving mass. The fixed plates are driven by  $180^\circ$  out-of-phase square waves. Acceleration deflects the moving mass and unbalances the differential capacitor resulting in a sensor output whose amplitude is proportional to acceleration. Phase-sensitive demodulation techniques are then used to determine the magnitude and direction of the acceleration.

The demodulator output is amplified and brought off-chip through a  $32k\Omega$  resistor. The user then sets the signal bandwidth of the device by adding a capacitor. This filtering improves measurement resolution and helps prevent aliasing.

### MECHANICAL SENSOR

The ADXL335 uses a single structure for sensing the X, Y, and Z axes. As a result, the three axes' sense directions are highly orthogonal and have little cross-axis sensitivity. Mechanical misalignment of the sensor die to the package is the chief source of cross-axis sensitivity. Mechanical misalignment can, of course, be calibrated out at the system level.

### PERFORMANCE

Rather than using additional temperature compensation circuitry, innovative design techniques ensure that high performance is built in to the ADXL335. As a result, there is no quantization error or nonmonotonic behavior, and temperature hysteresis is very low (typically less than  $3mg$  over the  $-25^\circ\text{C}$  to  $+70^\circ\text{C}$  temperature range).

## APPLICATIONS INFORMATION

### POWER SUPPLY DECOUPLING

For most applications, a single 0.1  $\mu\text{F}$  capacitor,  $C_{\text{DC}}$ , placed close to the ADXL335 supply pins adequately decouples the accelerometer from noise on the power supply. However, in applications where noise is present at the 50 kHz internal clock frequency (or any harmonic thereof), additional care in power supply bypassing is required because this noise can cause errors in acceleration measurement.

If additional decoupling is needed, a 100  $\Omega$  (or smaller) resistor or ferrite bead can be inserted in the supply line. Additionally, a larger bulk bypass capacitor (1  $\mu\text{F}$  or greater) can be added in parallel to  $C_{\text{DC}}$ . Ensure that the connection from the ADXL335 ground to the power supply ground is low impedance because noise transmitted through ground has a similar effect to noise transmitted through  $V_S$ .

### SETTING THE BANDWIDTH USING $C_X$ , $C_Y$ , AND $C_Z$

The ADXL335 has provisions for band limiting the  $X_{\text{OUT}}$ ,  $Y_{\text{OUT}}$ , and  $Z_{\text{OUT}}$  pins. Capacitors must be added at these pins to implement low-pass filtering for antialiasing and noise reduction. The equation for the 3 dB bandwidth is

$$F_{-3\text{dB}} = 1/(2\pi(32 \text{ k}\Omega) \times C_{X,Y,Z})$$

or more simply

$$F_{-3\text{dB}} = 5 \mu\text{F}/C_{X,Y,Z}$$

The tolerance of the internal resistor ( $R_{\text{INT}}$ ) typically varies as much as  $\pm 15\%$  of its nominal value (32 k $\Omega$ ), and the bandwidth varies accordingly. A minimum capacitance of 0.0047  $\mu\text{F}$  for  $C_X$ ,  $C_Y$ , and  $C_Z$  is recommended in all cases.

Table 4. Filter Capacitor Selection,  $C_X$ ,  $C_Y$ , and  $C_Z$

Bandwidth (Hz)	Capacitor ( $\mu\text{F}$ )
1	4.7
10	0.47
50	0.10
100	0.05
200	0.027
500	0.01

### SELF-TEST

The ST pin controls the self-test feature. When this pin is set to  $V_S$ , an electrostatic force is exerted on the accelerometer beam. The resulting movement of the beam allows the user to test if the accelerometer is functional. The typical change in output is  $-1.08 \text{ g}$  (corresponding to  $-325 \text{ mV}$ ) in the X-axis,  $+1.08 \text{ g}$  (or  $+325 \text{ mV}$ ) on the Y-axis, and  $+1.83 \text{ g}$  (or  $+550 \text{ mV}$ ) on the Z-axis. This ST pin can be left open-circuit or connected to common (COM) in normal use.

Never expose the ST pin to voltages greater than  $V_S + 0.3 \text{ V}$ . If this cannot be guaranteed due to the system design (for instance, if there are multiple supply voltages), then a low  $V_F$  clamping diode between ST and  $V_S$  is recommended.

### DESIGN TRADE-OFFS FOR SELECTING FILTER CHARACTERISTICS: THE NOISE/BW TRADE-OFF

The selected accelerometer bandwidth ultimately determines the measurement resolution (smallest detectable acceleration). Filtering can be used to lower the noise floor to improve the resolution of the accelerometer. Resolution is dependent on the analog filter bandwidth at  $X_{\text{OUT}}$ ,  $Y_{\text{OUT}}$ , and  $Z_{\text{OUT}}$ .

The output of the ADXL335 has a typical bandwidth of greater than 500 Hz. The user must filter the signal at this point to limit aliasing errors. The analog bandwidth must be no more than half the analog-to-digital sampling frequency to minimize aliasing. The analog bandwidth can be further decreased to reduce noise and improve resolution.

The ADXL335 noise has the characteristics of white Gaussian noise, which contributes equally at all frequencies and is described in terms of  $\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$  (the noise is proportional to the square root of the accelerometer bandwidth). The user should limit bandwidth to the lowest frequency needed by the application to maximize the resolution and dynamic range of the accelerometer.

With the single-pole, roll-off characteristic, the typical noise of the ADXL335 is determined by

$$\text{rms Noise} = \text{Noise Density} \times (\sqrt{\text{BW} \times 1.6})$$

It is often useful to know the peak value of the noise. Peak-to-peak noise can only be estimated by statistical methods. Table 5 is useful for estimating the probabilities of exceeding various peak values, given the rms value.

Table 5. Estimation of Peak-to-Peak Noise

Peak-to-Peak Value	% of Time That Noise Exceeds Nominal Peak-to-Peak Value
2 $\times$ rms	32
4 $\times$ rms	4.6
6 $\times$ rms	0.27
8 $\times$ rms	0.006

### USE WITH OPERATING VOLTAGES OTHER THAN 3 V

The ADXL335 is tested and specified at  $V_S = 3 \text{ V}$ ; however, it can be powered with  $V_S$  as low as 1.8 V or as high as 3.6 V. Note that some performance parameters change as the supply voltage is varied.

## ADXL335

The ADXL335 output is ratiometric, therefore, the output sensitivity (or scale factor) varies proportionally to the supply voltage. At  $V_s = 3.6$  V, the output sensitivity is typically 360 mV/g. At  $V_s = 2$  V, the output sensitivity is typically 195 mV/g.

The zero g bias output is also ratiometric, thus the zero g output is nominally equal to  $V_s/2$  at all supply voltages.

The output noise is not ratiometric but is absolute in volts; therefore, the noise density decreases as the supply voltage increases. This is because the scale factor (mV/g) increases while the noise voltage remains constant. At  $V_s = 3.6$  V, the X-axis and Y-axis noise density is typically  $120 \mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$ , whereas at  $V_s = 2$  V, the X-axis and Y-axis noise density is typically  $270 \mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$ .

Self-test response in g is roughly proportional to the square of the supply voltage. However, when ratiometricity of sensitivity is factored in with supply voltage, the self-test response in volts is roughly proportional to the cube of the supply voltage. For example, at  $V_s = 3.6$  V, the self-test response for the ADXL335 is approximately -560 mV for the X-axis, +560 mV for the Y-axis, and +950 mV for the Z-axis.

At  $V_s = 2$  V, the self-test response is approximately -96 mV for the X-axis, +96 mV for the Y-axis, and -163 mV for the Z-axis.

The supply current decreases as the supply voltage decreases. Typical current consumption at  $V_s = 3.6$  V is 375  $\mu\text{A}$ , and typical current consumption at  $V_s = 2$  V is 200  $\mu\text{A}$ .

### AXES OF ACCELERATION SENSITIVITY

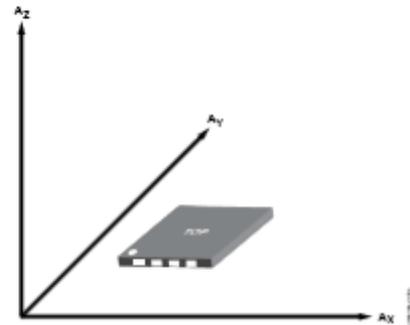


Figure 23. Axes of Acceleration Sensitivity; Corresponding Output Voltage Increases When Accelerated Along the Sensitive Axis.

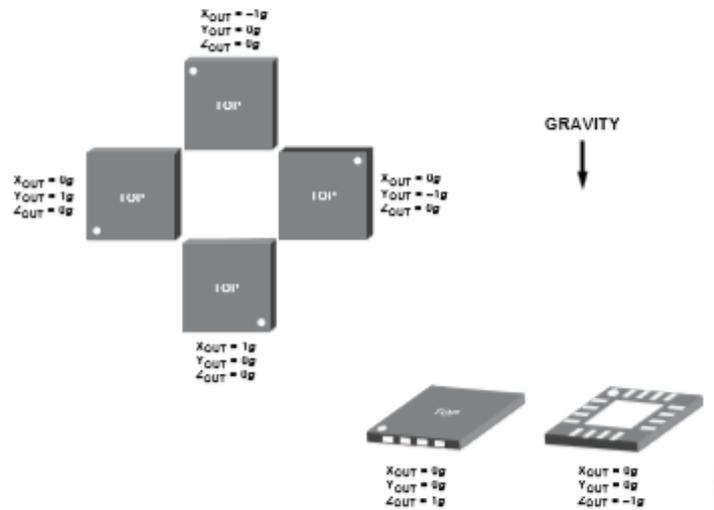


Figure 24. Output Response vs. Orientation to Gravity

### LAYOUT AND DESIGN RECOMMENDATIONS

The recommended soldering profile is shown in Figure 25 followed by a description of the profile features in Table 6. The recommended PCB layout or solder land drawing is shown in Figure 26.

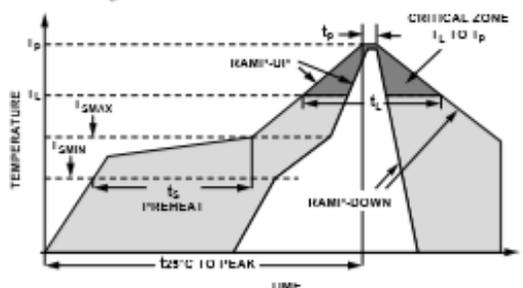


Figure 25. Recommended Soldering Profile

Table 6. Recommended Soldering Profile

Profile Feature	Sn63/Pb37	Pb-Free
Average Ramp Rate ( $T_L$ to $T_P$ )	3°C/sec max	3°C/sec max
Preheat		
Minimum Temperature ( $T_{MIN}$ )	100°C	150°C
Maximum Temperature ( $T_{MAX}$ )	150°C	200°C
Time ( $T_{MIN}$ to $T_{MAX}$ )( $t_p$ )	60 sec to 120 sec	60 sec to 180 sec
$T_{MAX}$ to $T_L$		
Ramp-Up Rate	3°C/sec max	3°C/sec max
Time Maintained Above Liquidous ( $T_L$ )		
Liquidous Temperature ( $T_L$ )	183°C	217°C
Time ( $t_L$ )	60 sec to 150 sec	60 sec to 150 sec
Peak Temperature ( $T_P$ )	240°C + 0°C/-5°C	260°C + 0°C/-5°C
Time Within 5°C of Actual Peak Temperature ( $t_p$ )	10 sec to 30 sec	20 sec to 40 sec
Ramp-Down Rate	6°C/sec max	6°C/sec max
Time 25°C to Peak Temperature	6 minutes max	8 minutes max

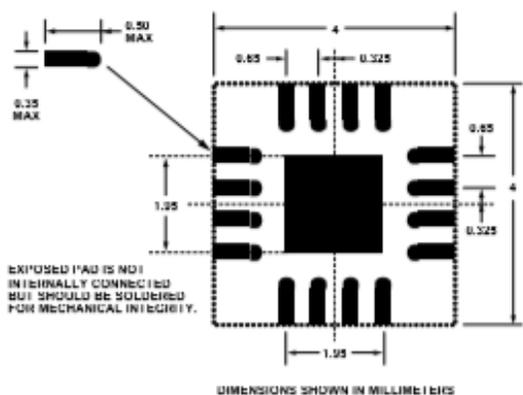


Figure 26. Recommended PCB Layout

# ADXL335

## OUTLINE DIMENSIONS

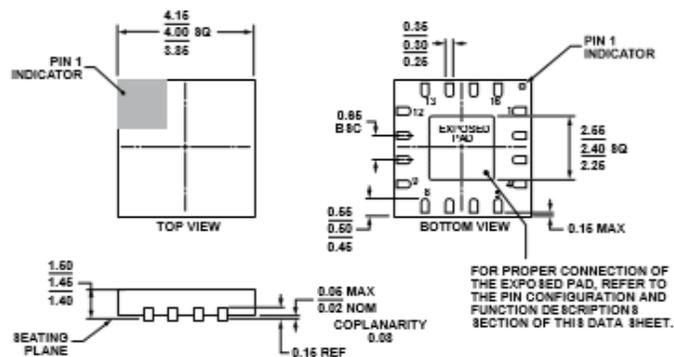


Figure 27. 16-Lead Lead Frame Chip Scale Package (LFCSP\_LQ)  
4 mm × 4 mm Body, 1.45 mm Thick Quad  
(CP-16-14)  
Dimensions shown in millimeters

## ORDERING GUIDE

Model	Measurement Range	Specified Voltage	Temperature Range	Package Description	Package Option
ADXL335BCPZ <sup>1</sup>	±3 g	3 V	−40°C to +85°C	16-Lead LFCSP_LQ	CP-16-14
ADXL335BCPZ-RL <sup>1</sup>	±3 g	3 V	−40°C to +85°C	16-Lead LFCSP_LQ	CP-16-14
ADXL335BCPZ-RL7 <sup>1</sup>	±3 g	3 V	−40°C to +85°C	16-Lead LFCSP_LQ	CP-16-14
EVAL-ADXL335Z <sup>1</sup>				Evaluation Board	

<sup>1</sup> Z = RoHS Compliant Part.

## **B. Observación**

Fecha: 28 de enero del 2017.

Estadio: Colleya Fonseca, Guadalupe.

8:30 am

Los jugadores entran al vestidor para ponerse los implementos deportivos.

8:45 am

Salen de los vestidores y empiezan a realizar un pequeño “monito”, el cual consiste en hacer un círculo con los jugadores mientras dos jugadores del equipo tratan de quitarles la bola, el jugador que pierde la pelota ingresa a marcar junto con su compañero de la derecha.

9:00 am

Reciben la bienvenida del entrenador, se conversan ciertos temas de importancia para el entrenador y se inicia el calentamiento. Dicho calentamiento según las indicaciones del entrenador puede ser sin pelota o con la pelota.

9:15 am

Se termina el entrenamiento, se les da unos minutos para hidratarse mientras el entrenador explica el próximo ejercicio a realizar.

9:20 am

Inician con los trabajos específicos técnicos y tácticos indicados por el entrenador. En estos trabajos se trata de trabajar aspectos importantes en el fútbol, dichos ejercicios son de alta exigencia física, sin dejar de lado los aspectos tácticos que el jugador tiene que desarrollar dentro del terreno de juego y los aspectos técnicos individuales que destacan a cada jugador de fútbol.

10:10 am

Finalizan los trabajos técnicos y tácticos que el entrenador indicó, se les dan de nuevo unos minutos para que el jugador estabilice sus pulsaciones y se hidrate.

10:20 am

Se conforman dos equipos y se realiza un colectivo entre los miembros del equipo en donde se trata de implementar todos esos aspectos técnicos y tácticos que se trabajaron en los entrenamientos anteriores.

10:45 am

Finaliza el colectivo, se realiza un trabajo de lagartijas y abdominales para mejorar la parte física del jugador.

10:50 am

Se empieza con el estiramiento respectivo para aflojar la carga del entrenamiento realizado y así evitar lesiones en los jugadores.

11:00 am

El entrenador les da una breve retroalimentación de como estuvo la ejecución de todo el entrenamiento y despide a los jugadores.

### C. Cuestionario

Cuestionario a los jugadores sobre la implementación y utilización del dispositivo.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_.

Posición del jugador: \_\_\_\_\_.

La finalidad de este cuestionario es medir y evaluar el funcionamiento y la aplicación del dispositivo dentro de un entrenamiento de futbol. A continuación se presentaran una serie de preguntas la cual el jugador debe de contestar según su criterio cual respuesta se identifica más. De antemano agradecemos toda la colaboración brindada, la seriedad y honestidad con la cual fue abordado este cuestionario.

1. ¿Piensa que el dispositivo utilizado tiene una aplicación útil dentro de los entrenamientos de fútbol?

No\_\_\_\_\_ Sí\_\_\_\_\_

2. ¿A la hora de entrenar con el dispositivo se sintió cómodo con el mismo?

No\_\_\_\_\_ Sí\_\_\_\_\_

3. ¿Piensa que con el dispositivo te ayudaría a ser un jugador de futbol más integral y completo?

No\_\_\_\_\_ Sí\_\_\_\_\_

4. ¿Si en el mercado ya existiera un dispositivo con estas características invertirías su dinero para comprar uno?

No\_\_\_\_\_ Sí\_\_\_\_\_

5. ¿Cuáles mejoras le realizaría al dispositivo?

---



---



---



---

6. ¿Cuáles aspectos tácticos y técnicos le gustaría que el dispositivo mida con el fin de mejorar y ser mejor jugador de fútbol?

---

---

---

---

## **D. Entrevista**

Las preguntas realizadas el día 28 de enero del 2017 a los entrenadores de fútbol Ricardo Arguedas Baldí y William Hernández, las mismas fueron grabadas y la transcripción es la siguiente:

1. ¿Cuál es su criterio a cerca de la tecnología en los entrenamientos de fútbol?

### **RESPUESTA UNO:**

Me parece que la tecnología aplicada en los entrenamientos de fútbol hoy en día es indispensable, no solamente en la obtención de datos sino también, como un medio práctico dentro del desarrollo mismo de distintos ejercicios y tareas.

La tecnología te puede ayudar a trabajar muchas cosas, tanto en la competición individual como colectiva. En el fútbol te da una serie de variables importantísimas en lo que es la ejecución de muchos ejercicios.

Es, como dije antes, una herramienta de obtención de datos para saber cómo vienen y en qué pueden mejorar.

2. ¿Cuáles variables físicas, técnicas y tácticas se necesita desarrollar en un jugador en su etapa formativa?

### **RESPUESTA DOS:**

Me parece que la parte formativa que prepara al jugador que prepara al jugador para su perfeccionamiento, por lo cual las variables físicas, técnicas, tácticas y psicológicas tienen que ir muy de la mano.

Hoy en día todo se trabaja de manera integral. No debe haber un exceso de especificidad en los conceptos y en las cualidades a trabajar.

Dentro de la parte física tenemos lo que es la coordinación, la velocidad en ciertas edades, sobre todo de 6 a 12 años, que es una etapa en que ambos aspectos se deben desarrollar de buena manera.

En una etapa posterior se ejecutan ejercicios de fuerza, de (no entiendo, está a 1:07), de precepción, que son importantes para la construcción física del futbolista.

Luego, hablando de la parte táctica y técnica, lo que explicaba anteriormente, todo va de la mano, todo va de manera integral. Hoy en día tenemos muchas tareas y ejercicios que nos pueden ayudar a trabajar una cualidad física dentro de una tarea técnico táctica. Estamos claros que la recepción de la pelota, cómo pegarle a la pelota, el posicionamiento del ángulo de gravedad, cuando marcamos, cuando rematamos, cuando vamos a recepcionar.

En la parte táctica pues lógicamente el conocimiento de la posición, de sus tareas, dentro de lo que es el rol en el sistema.

3. ¿El fútbol a nivel mundial a cambiado mucho, cuáles y cuanta es la exigencia para que un joven sea tomado en cuenta para un equipo de primera división o a nivel internacional?

**RESPUESTA TRES:**

Me parece que en la actualidad el futbol tiene un condicionante cognitiva. Muchas veces los formadores, entrenadores y los propios jugadores, en la etapa formativa, no tienen en cuenta que el futbol ha cambiado en ese aspecto.

Ya la teoría de que el futbol es solo patear la pelota ha disminuido, ha desaparecido. El futbol hoy en día no es solo patear la pelota. Ya no basta solo con ser bueno, hay que saber jugar. Hay una diferencia muy grande entre el jugador que es bueno y el que saber jugar. Todo esto nos lo da un trabajo cognitivo, un trabajo de conocimiento, de introspección, de retroalimentación muy grande que debe tener el jugador en esa etapa de formación.

Esto te deja ver que el entrenador, hoy en día, debe tener un conocimiento muy detallado de todas las áreas en lo que a la formación se refiere.

Además de eso, hay exigencias en alimentación, el futbolista tiene que cuidar mucho su dieta si quiere mantener una buena base física y además de eso, un buen rendimiento.

Hay cosas que quizás olvidan los futbolistas y por ende, al llegar a una etapa de primera división o de cercanía con lo que es el alto rendimiento, no están preparados.

Así que me parece que las exigencias son muy grandes, pero si el trabajo base de tener una buena formación, un buen conocimiento de todas las áreas que el futbolista debe conocer y además de ello, una buena alimentación y un buen trabajo físico, técnico, táctico y psicológico. Sin duda las exigencias van a ser muy altas, pero alcanzables.

4. Qué piensa usted como entrenador sobre la idea de implementar un dispositivo electrónico en los jugadores en su etapa formativa con el fin de formar jugadores más completos e integrales?

#### **RESPUESTA CUATRO:**

A mí me parece excelente. Yo soy muy pro tecnología aplicada en el futbol y sobre todo en el entrenamiento para obtener, por ejemplo, datos que ayuden a controlar la dieta, control de la parte técnica, de cómo le pega, de cuánta precisión tuvo en el disparo, de cuánto recorrido hizo en una cobertura.

Todo ese tipo de datos son sumamente importantes que a la vez son tangibles, ya que solo observar se te pueden ir detalles, pero al tener un respaldo que te generen datos o te generen números, pues lo podés analizar de mejor manera y podés sentarte con el jugador a comparar. Además, al entrenador le da un poquito más de seguridad a la hora de hacerle ver a un jugador en qué está fallando, en qué cosas debe mejorar porque tenés un respaldo estadístico muy importante.

Yo estoy muy abierto a la idea de que se implementen este tipo de dispositivos a nivel formativo, sobre todo teniendo en cuenta que es la etapa más importante en el desarrollo de un futbolista. Ya es muy poco lo que se puede hacer cuando están en primera división, cuando están en un alto rendimiento, pero cuando están en esa etapa formativa, todo este tipo de cosas te dan una mayor capacidad de resolución de problemas que en efecto, si no se resuelven a un corto plazo, en la etapa formativa, a largo plazo, ya en una carrera futbolística, se vuelve más complicado por todas las presiones que hay de obtención de puntos y todo el estrés que genera la competencia.

## BIBLIOGRAFÍA

- (2007). En J. C. Álvarez Antón, L. Marcos Pascual, & F. J. Ferrero Martín, *Introducción al Análisis de circuitos eléctricos* (pág. 9). Textos Universitarios Ediuno.
- Angúlo Usategui, J. M., Hernández Martín, J. C., Prieto Blanco, M. A., Etxebarria Isuskiza, M., & Angulo Martinez, I. (2010). *Electrónica Digital y Microprogramable*. En J. M. Angúlo Usategui, J. C. Hernández Martín, M. A. Prieto Blanco, M. Etxebarria Isuskiza, & I. Angulo Martinez, *Electrónica Digital y Microprogramable* (pág. 214). Madrid: Ediciones Paraninfo.
- Arda, T., & Casal, C. (2003). *Metodología de la enseñanza del fútbol*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- ARDUINO.cl. (quince de setiembre de 2016). Obtenido de <http://arduino.cl/que-es-arduino/>
- Bruggenmann, D. (2004). *Entrenamiento para niños y jóvenes*. En D. Bruggenmann, *Entrenamiento para niños y jóvenes* (págs. 43-44). Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Bueno Alvarez, J. A., & Mateo, M. A. (2010). *Historia del futbol*. Madrid: EDAF, S.L.U., Jorge Juan 68.
- Carrasco Hernandez, M. A., García Espinosa, L. M., & Nuñez Abad, J. (2012). *Instalaciones Eléctricas básicas*. Madrid: Ediciones Paraninfo.

- Espí Lopez, J., Camps Valls, G., & Muñoz Marí, J. (2006). *Fundamentos de electrónica Analógica*. Valencia: Univesitat de Valencia.
- Expósito Bautista, J. (2006). *Organización del Futbol Mundial*. Sevilla: Wanceulen Editorial Deportiva S.L.
- Hermosa Donate, A. (2010). Electrónica Digital fundamental y programable. En A. Hermosa Donate, *Electrónica Digital fundamental y programable* (pág. 321). Barcelona: Marcombo.
- Maloney, T. J. (2006). *Electrónica Industrial Moderna*. Naucalpan de Juarez: Pearson Educacion.
- Peitersen, B. (2003). *Técnica del fútbol*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Real Academia Española*. (quince de Setiembre de 2016). Obtenido de Real Academia Española: <http://dle.rae.es/>
- Salvat, J. (1988). *Salvat Basico, Diccionario enciclopédico*. Mallorca: Salvat edictores, S.A.
- Tanenbaum, A. (2003). *Redes de computadoras*. México: Pearson.
- thingspeak.com*. (01 de setiembre de 2016). Obtenido de thingspeak.com: <https://thingspeak.com/>
- www.arduino.cc*. (16 de setiembre de 2016). Obtenido de [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc): <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoMKR1000>