

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE TELECOMUNICACIÓN PARA
LAS PERSONAS CON LIMITACIÓN AUDITIVA, APLICADO EN ACTIVIDADES
DEPORTIVAS BASADO EN AYUDAS AUMENTATIVAS**

CRISTIAN CAMILO CÁRDENAS BUITRAGO



FACULTAD DE CIENCA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA

LICENCIATURA EN ELECTRÓNICA

BOGOTÁ DC, COLOMBIA

2016-1

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE TELECOMUNICACIÓN PARA
LAS PERSONAS CON LIMITACIÓN AUDITIVA, APLICADO EN ACTIVIDADES
DEPORTIVAS, BASADO EN AYUDAS AUMENTATIVAS**

CRISTIAN CAMILO CÁRDENAS BUITRAGO

cristiancardenas2604@gmail.com

Proyecto de grado para optar por el título de licenciado en electrónica

Asesor

Diego Mauricio Acero Soto

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA

LICENCIATURA EN ELECTRÓNICA

BOGOTÁ DC, COLOMBIA

2016-1

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE TELECOMUNICACIÓN PARA LAS PERSONAS CON LIMITACIÓN AUDITIVA, APLICADO EN ACTIVIDADES DEPORTIVAS BASADO EN AYUDAS AUMENTATIVAS
Autor(es)	Cárdenas Buitrago, Cristian Camilo
Director	Diego Mauricio Acero Soto
Publicación	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, 2016. 63 Pag.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	DISCAPACIDAD AUDITIVA, AYUDA AUMENTATIVA.

2. Descripción
<p>El presente trabajo de grado para optar el título de licenciado en Electrónica, consiste en el desarrollo de un prototipo de un sistema de telecomunicaciones que permita mitigar la dificultad que tienen los estudiantes del colegio Isabel II con discapacidad auditiva al momento de jugar futbol.</p> <p>Este dispositivo ofrece una alternativa de comunicación para que los jugadores puedan concentrarse más en la competencia deportiva y no pierdan tiempo en la intercomunicación de los actores implicados en el juego ya que no pueden perder de vista el balón y los competidores, el lenguaje de señas exige un tiempo de atención muy alto que no permite la igualdad de condiciones al momento de efectuar un encuentro con población sin limitaciones auditivas.</p>

3. Fuentes
<p>Cenjor C, Días M, Teresa M. (2004) <i>La sordoceguera un análisis multidisciplinar</i>. Madrid.</p> <p>Rohen J, Yokochi C, Lütjen D. (2003). <i>Atlas de anatomía humana, estudio fotográfico del cuerpo humano</i>. Madrid: Casanova.</p> <p>Ministerio de trabajo y asuntos sociales, Auna fundación. <i>Las personas con discapacidad frente a las tecnologías de la información y las comunicaciones en España</i>.</p> <p>Boylestad R, Nashelsky L. (2003). <i>Electrónica: Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos</i>. México: Pearson educación.</p>

4. Contenidos

El presente trabajo de grado, cuenta con una introducción donde se da un bosquejo del trabajo realizado, continua con la justificación del proyecto, después el planteamiento del problema del presente, continua con los alcances y delimitaciones del material construido, prosigue con los objetivos planteados, procede con un manual de usuario de cada módulo creado para que las personas se familiaricen con él, posteriormente se especifica la elaboración del material, dividiéndose en: módulos RF donde se describe que tipo de módulos se usaron, como se calculó el tamaño de las antenas, etapa de potencia donde se especifica el suministro de energía a cada módulo, programación: donde se especifica cómo se realizan las diferentes secuencias de vibraciones, la información enviada por los módulos RF, pruebas preliminares donde se muestra como se trabajó en protoboard , diseño del PCB: donde se muestran parámetros usados en el diseño junto con una serie de imágenes para mostrar el trabajo final, construcción del PCB: se describe como se realizó el pcb a doble cara, Desarrollo de la carcasa: se muestran imágenes de los borradores hechos en cartón paja, se termina con imágenes del producto final. El documento continua con los antecedentes propuestos, se procede con el marco teórico, las posibles mejoras que se pueden hacer en el prototipo, para concluir están las conclusiones y la bibliografía.

5. Metodología

El siguiente proyecto fue desarrollado bajo el modelo de cascada para prototipos cuyos componentes son:

Requisitos-diseño-implementación-verificación-mantenimiento.

6. Conclusiones

- Es importante realizar acercamientos en primera persona en espacios donde se vive la diferencia social con personas en condición de discapacidad, orientando así nuestros conocimientos en tecnología para la solución de dichas problemáticas.
- Identificar y sistematizar los diferentes actores que implican una actividad cotidiana permiten la interacción y optimización de procesos.
- El módulo que porta el usuario junto con el balón permiten a los jugadores recibir información del árbitro y el cuerpo técnico por medio de sus respectivos módulos en secuencias de vibraciones establecidas.
- La portabilidad del sistema permite un fácil desplazamiento y adaptación a diferentes canchas de fútbol, posibilitando su uso en escenarios deportivos. El diseño técnico del prototipo permite ser adaptado a diversos deportes, llevando a cabo los estudios correspondientes, por lo tanto es importante poder validar este tipo de prototipos en los diferentes escenarios deportivos, acatando las reglas y condiciones establecidas. El diseño del material permite adaptarse a otros contextos diferentes a los deportivos.

Elaborado por:	Cristian Camilo Cárdenas Buitrago
Revisado por:	Diego Mauricio Acero Soto

Fecha de elaboración del Resumen:	09	06	2016
--	----	----	------

Tabla de Contenido

Agradecimientos	10
Introducción	11
Justificación	15
Planteamiento del problema.....	16
Alcance	17
Delimitación.....	19
Objetivos:	20
Objetivo general	20
Objetivos Específicos	20
Guía uso del prototipo:.....	21
Árbitro:	21
Cuerpo técnico:	22
Jugador:	24
Balón:	24
Metodología	25
Elaboración:	26
Módulos Rf.....	26
Calculo de las antenas:	26
Etapa de potencia	27
Programación	29
Árbitro:	29
Cuerpo Técnico:	30
Balón:.....	31
Jugadores:	31
Pruebas preliminares	33
Diseño del PCB	35
Arbitro:	36
Botones Árbitro	38
Balón.....	40
Cuerpo Técnico.....	42

Jugador.....	44
Construcción del PCB	45
Pruebas pos-construcción del Hardware	52
Desarrollo de la carcasa.....	54
Imágenes Producto final.....	56
Antecedentes	58
Ayudas aumentativas en personas con sordera profunda para la expresión de mensajes utilizando tecnologías de la información y las comunicaciones.	58
Sistematización de una experiencia con un niño sordo con la implementación de un sistema AAC pictográfico	60
Marco teórico	61
Anatomía del cuerpo humano	61
Ayudas aumentativas:	62
La deficiencia auditiva: tipos de pérdida.....	62
Posibles mejoras:	64
Conclusiones	65
Bibliografía	66

Lista de imágenes

Imagen 1: Transmisión de la información	13
Imagen 2: Módulo árbitro	34
Imagen 3: Módulo Cuerpo Técnico	34
Imagen 4: Módulo Balón	35
Imagen 5: Módulo Jugador	35
Imagen 6: Esquemático Proteus Del módulo Árbitro	36
Imagen 7: PCB módulo Árbitro	37
Imagen 8: vista 3D Proteus módulo Árbitro	37
Imagen 9: Vista inferior 3D módulo Árbitro	38
Imagen 10: Esquemático Proteus De Botones Árbitro	38
Imagen 11: PCB Botones Árbitro	39
Imagen 12: Vista 3D Proteus Botones Árbitro	39
Imagen 13: Vista Inferior 3D Botones Árbitro	39
Imagen 14: Esquemático Proteus Del módulo Balón	40
Imagen 15: PCB módulo Balón	40
Imagen 16: Vista 3D Proteus módulo Balón	41
Imagen 17: Vista Inferior 3D módulo Balón	41
Imagen 18: Esquemático Proteus Del módulo Cuerpo Técnico.	42
Imagen 19: PCB módulo Cuerpo Técnico	42
Imagen 20: Vista 3D Proteus módulo Cuerpo Técnico	43
Imagen 21: Vista Inferior 3D módulo Cuerpo Técnico	43
Imagen 22: Esquemático Proteus módulo Jugador	44
Imagen 23: PCB módulo Jugador	44
Imagen 24: Vista 3D Proteus módulo Jugador	45
Imagen 25: Vista Inferior 3D módulo Jugador	45
Imagen 26: Bottom de las pistas	46
Imagen 27: Copper de las pistas	47
Imagen 28: planchado de las pistas, en la baquelita virgen	48
Imagen 29: Baquelitas sumergidas en agua	48
Imagen 30: Baquelitas listas para sumergir en ácido	49
Imagen 31: Uso del ácido en Baquelitas	49
Imagen 32: Baquelitas después del proceso del ácido	50
Imagen 33: Baquelitas perforadas	50
Imagen 34: Baquelita módulo Cuerpo Técnico Copper	51
Imagen 35: Baquelita módulo Cuerpo Técnico bottom	51
Imagen 36: Baquelitas con los componentes soldados	52
Imagen 37: Módulos electrónicos	53
Imagen 38: Módulos electronicos terminados y probados	54
Imagen 39: maqueta del módulo árbitro	54
Imagen 40: Maqueta del módulo Jugador	55

Imagen 41: maqueta módulo Cuerpo Técnico	55
Imagen 42: maqueta módulo Balón	55
Imagen 43: Módulo Cuerpo Técnico	56
Imagen 44: Módulo Balón	56
Imagen 45: Módulo Jugador	57
Imagen 46: Módulos jugador	57
Imagen 47: Prototipo completo.....	58

Lista de tablas

Tabla 1: Secuencia vibraciones Árbitro	22
Tabla 2: Secuencia de vibraciones Cuerpo Técnico	24
Tabla 3: Metodología en cascada.....	25
Tabla 4: Sistema para la comunicación	25
Tabla 5: Consumo de los componentes usados.....	28
Tabla 6: Baterías usadas para los módulos	28
Tabla 7: secuencia mensaje árbitro	30
Tabla 8: Comparación código morse, código usado para el prototipo	31
Tabla 9: Información en Bits usada con los módulos RF	32
Tabla 10: Uso de leds según conveniencia	33
Tabla 11: Cantidad de pines a usar del Microcontrolador	34
Tabla 12 Deficiencias auditivas	63
Tabla 13 Grados de pérdida auditiva	64

Agradecimientos

Agradezco a mi familia, que desarrolló un trabajo constante y comprometido en mi formación como ser humano y profesional, a mi padre, que siempre estuvo al tanto de mi trayectoria con sus valiosos consejos, logró que ésta meta de vida fuera una realidad, a mi madre, que con su rotundo e incondicional amor permitió que nunca me rindiera en éste proceso, a mi hermano que con sus consejos y compañía, hizo que tuviera fuerza en los momentos difíciles, a mi hermana, que con su amor y compañía fue un gran apoyo.

A mis profesores, por transmitir su conocimiento durante estos 5 años de academia, a mi asesor de tesis, quien apoyo el proceso de trabajo, a Julio Bonilla, quien, con sus consejos y recomendaciones, logró orientar el producto de este trabajo de grado.

A mis amigos, que, sin su compañía esto no hubiera sido posible. A todos ellos muchas gracias.

Introducción

El presente trabajo de grado para optar el título de licenciado en Electrónica, consiste en el desarrollo del prototipo de un sistema de telecomunicaciones que permita mitigar la dificultad que tienen los estudiantes del colegio Isabel II con discapacidad auditiva al momento de jugar fútbol.

Este dispositivo ofrece una alternativa de comunicación para que los jugadores puedan concentrarse más en la competencia deportiva y no pierdan tiempo en la intercomunicación de los actores implicados en el juego, ya que no pueden perder de vista el balón y los competidores. El lenguaje de señas exige un tiempo de atención muy alto que no permite la igualdad de condiciones al momento de efectuar un encuentro con población sin limitaciones auditivas.

El sistema consta de dos dispositivos electrónicos emisores que portan el árbitro y el director técnico y dos dispositivos electrónicos receptores que llevan el balón y el jugador (ver imagen #1). Los emisores activan los interruptores según el mensaje a transmitir, el circuito electrónico introducido en el balón traduce el mensaje del árbitro en una señal lumínica propia del mensaje y para el caso del jugador traduce el mensaje en una serie de vibraciones diferenciadas según el mensaje transmitido, el jugador tiene el dispositivo receptor sujeto al brazo permitiendo la percepción de la señal.

Mensajes que se pueden transmitir:

Árbitro:

Falta amarilla.

Falta roja.

Falta azul.

Silbato.

Dir. Técnico:

10 datos técnicos propios de cada equipo, como formaciones, alertas, precauciones entre otras.

Balón maqueta:

Recepciona exclusivamente las cuatro señales del árbitro, mostrando un destello correspondiente al mensaje transmitido, clasificado de la siguiente forma:

Luz amarilla corresponde a Falta amarilla.

Luz roja corresponde a Falta roja.

Luz azul corresponde a Falta azul.

Luz verde corresponde a Silbato.

Jugador:

Recepcionan los mensajes del árbitro y el director técnico en un dispositivo que portan en el brazo, este transmite diferentes frecuencias de vibraciones (16 opciones) codificadas que el jugador percibe y decodifica.

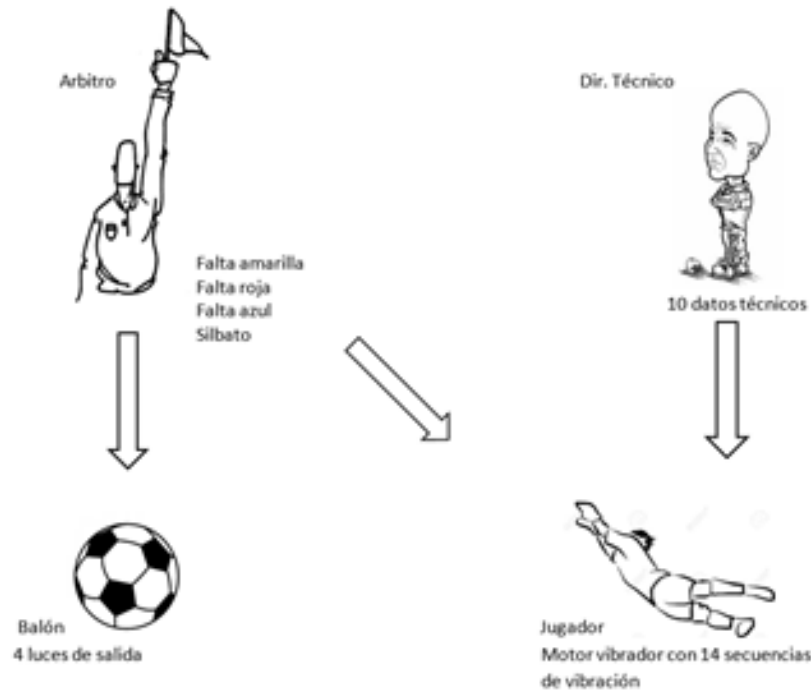


Imagen 1: Transmisión de la información

La solución inalámbrica fue realizada mediante los módulos RF ASK / transmisor TLP 315A (TWS-BS) – Receptor RLP 315 (RWS-434N) con codificadores HT12e y HT12d respectivamente. Estos fueron escogidos por sus características técnicas y comerciales. La Codificación y Decodificación se diseñaron e implementaron partiendo de las características ofrecidas por los módulos multicanal RF y regulando el direccionamiento de los dispositivos, es necesario diferenciar las señales a través de un sistema decodificador. La programación de dicha codificación y decodificación fue realizada en un microcontrolador 16F873A. Este fue seleccionado por su tamaño, representación comercial, y características técnicas suficientes para responder a este sistema. El microcontrolador ejecuta la programación y control para los motores de los dispositivos de los jugadores además de la señal monoestable para las salidas lumínicas del balón maqueta.

Este trabajo de grado se proyecta a futuros estudiantes, investigadores o interesados para mejorar y superar las dificultades vividas en este desarrollo con el fin de una implementación del sistema en juegos reales, con resultados satisfactorios y líneas de comercialización a diferentes comunidades.

Justificación

Se hace necesario un sistema de comunicación que mitigue las diferencias entre los jugadores que presentan discapacidad auditiva y los que no, dicha problemática se hace evidente al indagar con la población directamente implicada. Así, se propone una solución tecnológica viable para dar solución a esta dificultad, utilizando otros sentidos que sustituyeran la deficiencia auditiva y que no comprometan la atención de los jugadores. En consecuencia a lo antes mencionado lo más acertado, fue utilizar el tacto y la visión.

Para esto es necesario un sistema inalámbrico capaz de emitir estímulos táctiles que los jugadores puedan percibir, dando información en tiempo real de lo que sucede en el encuentro deportivo. La estimulación táctil se debe llevar a cabo a través de un dispositivo cinético descompensado para que emita vibraciones lo suficientemente intensas para que las pueda percibir el sujeto. Es importante tener en cuenta el espacio ocupado por los artefactos tecnológicos ya que estos serán portados por los jugadores.

Planteamiento del problema

El lenguaje de señas requiere de una línea de vista entre los miembros a comunicar además de disposición de las extremidades superiores y atención en la secuencia de los movimientos, la desatención de una señal cambiaría el contenido del mensaje, es por esto que, al momento de hacer una práctica deportiva grupal de carácter competitivo, los deportistas con discapacidad auditiva tienen dificultades al difundir o percibir mensajes. En el momento que un director técnico quiera dar una instrucción a sus jugadores, estos tendrían que mirar al director técnico al tiempo y prestar toda la atención a la secuencia del mensaje ignorando por completo el desarrollo de la competencia. Otro caso particular se da cuando la interpretación de una indicación del árbitro no es atendida a tiempo lo que llevaría a los jugadores a incurrir en faltas o a permitir jugadas al equipo contrario. Estas condiciones causan diferencias significativas que replican los resultados competitivos generando desventaja sobre la comunidad con discapacidad auditiva al momento de participar en encuentros deportivos con personas sin discapacidad auditiva. Haciendo de estas actividades un caso excluyente y diferenciador social.

¿Cómo fomentar espacios y actividades que permitan la inclusión social de personas con discapacidad auditiva?

¿Cómo diseñar estrategias que reduzcan la diferencia competitiva de las personas con discapacidad auditiva frente a las personas que no tienen discapacidad auditiva?

¿Cómo homologar el sentido del audio en la recepción de mensajes que impliquen el desarrollo de la competencia deportiva en personas con discapacidad auditiva?

Alcance

Este dispositivo es un primer acercamiento a la sistematización de un módulo de telecomunicaciones para una aplicación real. Este desarrollo parte desde el análisis de la situación adolecida por los jugadores con discapacidad auditiva. Culminando en la construcción de un prototipo funcional.

El sistema comunica las partes como se indicó en la imagen 1, con una autonomía de energía suficiente para ejecutar pruebas de telecomunicación, esta energía es suministrada por baterías comerciales de tipo AA y AAA.

Los circuitos están protegidos por una coraza en acrílico. El receptor del jugador está sujeto al brazo por medio de una banda elástica que se acomoda a cualquier media.

El balón prototipo permite evidenciar los destellos característicos de la transmisión.

Todo el sistema cuenta con un manual de usuario con instrucciones de uso, mantenimiento y reparación. Los elementos utilizados son de línea comercial lo que facilita el mantenimiento, adecuación y reparación total o parcial del sistema, es de fácil interpretación para personas con formación en electrónica entender el dispositivo.

A) Módulo Árbitro: Este permite modular cuatro indicaciones al receptor del Jugador y del balón, este cuenta con un led testigo que indica la recepción de la información mientras que el módulo Balón mostrará las indicaciones en el destello.

B) Módulo Cuerpo Técnico, cuenta con un teclado matricial de 3x4, con el que se puede enviar la información a sus jugadores que porten el módulo Jugador, cuenta con una pantalla LCD de 2x16, para visualizar la información transmitida.

C) Módulo Jugador, está elaborado con un receptor inalámbrico RF con una interfaz de potencia que entrega a un motor la energía suficiente para activar el vibrador que estimula al usuario con señales táctiles codificadas.

D) Módulo Balón maqueta, cuenta con cuatro leds de color: rojo, amarillo, azul, verde que muestran los mensajes del Árbitro.

Delimitación

En el desarrollo de este trabajo se dio construcción al prototipo electrónico, sin tener presente el desempeño del mismo en el ser humano, ya que cada persona tiene un grado de sensibilidad diferente, es necesario tener en cuenta una forma de adaptación de la intensidad de vibración. En el diseño de este dispositivo no se tuvo en cuenta un criterio ergonómico, tampoco el tipo de molestias e incomodidades producidas por el mismo. En la estructura exterior no se evaluó la adaptación a las condiciones reales de un partido de fútbol, teniendo en cuenta que el grado de hostilidad real es muy alto, porque es un deporte de contacto y alto rendimiento.

El prototipo fue construido para funcionar en un clima ideal seco y sin precipitaciones atmosféricas, por lo que no se diseñó con un exterior resistente al agua.

El prototipo del balón maqueta, sólo está dotado con el circuito electrónico que hace la recepción del mensaje y genera el destello. No está acorazado en una estructura resistente a los impactos, tampoco cumple la normatividad exigida en un campeonato formal.

La autonomía de las baterías no es suficiente para la duración de un encuentro real.

La fidelidad de los moduladores de telecomunicaciones puede ser afectada por el ruido ambiental y espectral que presente la zona.

Los medios transaccionales y los recursos financieros acotan los alcances del desarrollo, actualmente existen muchas alternativas en hardware que son comerciales las cuales optimizan y solucionan muchas dificultades presentadas en este prototipo, pero el soporte financiero y disposición de medios transaccionales con el que se ejecutó este proyecto, no permitió tener un alcance mayor.

Objetivos:

Objetivo general

Diseñar un sistema de comunicación electrónico inalámbrico de una sola vía, que permita la comunicación de información (señales básicas tácticas y técnicas del juego) por parte del árbitro o cuerpo técnico a los jugadores en condiciones de limitación auditiva, para facilitar comunicación entre el árbitro, cuerpo técnico y los jugadores.

Objetivos Específicos

- Basado en criterios técnicos y ergonómicos, Identificar el lugar adecuado en donde situar el prototipo en el cuerpo de la persona con discapacidad auditiva, para no interferir en la movilidad del sujeto.

- Desarrollar el Prototipo vibro-táctil, ubicado en el cuerpo del jugador, que permita un acercamiento a interpretar señales importantes de un árbitro, cuerpo técnico en el desarrollo de un juego (fútbol, baloncesto).

- Desarrollar el balón maqueta que permita a los jugadores en condición de discapacidad auditiva, tener un acercamiento a percibir una indicación del árbitro en el desarrollo de un juego (fútbol, baloncesto), por medio del sentido de la vista.

- Evaluar el diseño y construcción del sistema luego de las pruebas técnicas de funcionamiento del prototipo, junto con el balón maqueta, sin llegar a la fase de prueba de eficiencia en el juego, dentro de un marco humano.

Guía uso del prototipo:

Esta guía fue desarrollada para personas sin ningún tipo de discapacidad, no cuenta con ningún desarrollo para ser leída por personas en condición de discapacidad auditiva, por lo que se recomienda buscar la ayuda de un intérprete.

Árbitro:

Inicie el interruptor que está en la parte inferior de la tarjeta, compruebe que el testigo de color rojo está encendido, de lo contrario revise que las baterías estén cargadas. Guarde la tarjeta en su camiseta y tenga precaución con el cable que conecta el silbato con la tarjeta.

El silbato cuenta con un botón en uno de sus extremos, cuando realice la acción del silbato asegúrese que el botón sea presionado, cuando lo accione la tarjeta se encenderá de color verde. Después si desea realizar una amonestación de tipo: Tarjeta Roja, amarilla, azul. Retire la tarjeta de su camiseta, oprima el botón del color correspondiente a la amonestación. Esta se encenderá del color oportuno.

Funcionamiento de la interfaz cinética y codificación de los datos.

El motor final que soporta el jugador se activa en secuencias de tiempo constantes de decisegundos (1/10 segundos), usando una trama fija de 19 decisegundos por mensaje, el símbolo (●) cuenta como un decisegundo encendido para el motor del módulo jugador, el led del módulo balón y el led del módulo árbitro. Caso contrario el símbolo (○) hace referencia a un decisegundo apagado. El led testigo que está ubicado en todos los módulos del sistema (led azul) dura encendido los 19 decisegundos de transmisión del mensaje, indicando la transmisión y recepción del mensaje respectivamente.

A continuación se muestra una tabla con la secuencia de encendido de la iluminación:

Botones	Secuencia de Vibración
<i>Botón Del silbato</i>	●●●●●●●○ ○○○○ ●●●●●●●●
<i>Botón Rojo</i>	●●●●●●●●●●●●●●●●●●●●●●●●
<i>Botón Amarillo</i>	●●●●●●●●●●●●●●○ ○○○○ ○○○○
<i>Botón Azul</i>	●●●●●●●○ ○○○○ ○○○○ ○○○○

Tabla 1: Secuencia vibraciones Árbitro

Cuerpo técnico:

Inicie el interruptor que está en la parte lateral del volumen, compruebe que el testigo de color rojo está encendido, de lo contrario revise que las baterías estén cargadas.

El teclado cuenta con 10 botones, cada uno de ellos tiene una secuencia de vibraciones ya preestablecidas, deberá coordinar con sus jugadores que significado tendrá cada secuencia. Para enviar una secuencia de vibraciones oprima uno de los botones. Para verificar que su información fue enviada, cuenta con un testigo de color azul el cual le mostrará que la información se envió, tener presente que este módulo solo envía información a los módulos jugadores, enviando la misma señal para todos.

El motor final que soporta el jugador se activa en secuencias de tiempo constantes de decisegundos (1/10 segundos), usando una trama fija de 19 decisegundos por mensaje, el símbolo (●) cuenta como un decisegundo encendido para el motor del módulo jugador, el led del módulo balón y el led del módulo árbitro. Caso contrario el símbolo (○) hace referencia a un decisegundo apagado. El led testigo que está ubicado en todos los módulos del sistema (led azul) dura encendido los 19 decisegundos de transmisión del mensaje, indicando la transmisión y recepción del mensaje respectivamente.

Secuencia de vibraciones de los datos:

<i>Botón</i>	Secuencia de vibraciones
<i>0</i>	●●●○●●●○●●●○●●●○●●●
<i>1</i>	●○○○●●●○●●●○●●●○●●●
<i>2</i>	●○○○●○○○●●●○●●●○●●●
<i>3</i>	●○○○●○○○●○○○●●●○●●●
<i>4</i>	●○○○●○○○●○○○●○○○●●●
<i>5</i>	●○○○●○○○●○○○●○○○●○○○

6	●●●○●○○○●○○○●○○○●○○○
7	●●●○●●●○●○○○●○○○●○○○
8	●●●○●●●○●●●○●○○○●○○○
9	●●●○●●●○●●●○●●●○●○○○

Tabla 2: Secuencia de vibraciones Cuerpo Técnico

Jugador:

Inicie el interruptor que está en la parte lateral del volumen, compruebe que el testigo de color rojo está encendido, de lo contrario revise que las baterías estén cargadas.

Coloque el dispositivo en su brazo o canilla, como mejor lo considere, recuerde hacerlo en estas partes del cuerpo por su seguridad y sensibilidad. Ajuste el velcro de tal manera que no quede suelto ni muy apretado evitando obstrucción en la circulación sanguínea ni autoflagelación por los movimientos.

Practique en reposo y en movimiento la percepción de los mensajes emitidos por el árbitro y el director técnico, realice esta acción varias veces.

Balón:

Inicie el interruptor que está en la parte interna del volumen, compruebe que el testigo de color rojo está encendido, de lo contrario revise que las baterías estén cargadas.

Genere señales desde el modulador del árbitro y compruebe que el color sea correspondiente a la amonestación impartida.

Metodología

El siguiente proyecto fue desarrollado bajo el modelo de cascada para prototipos.

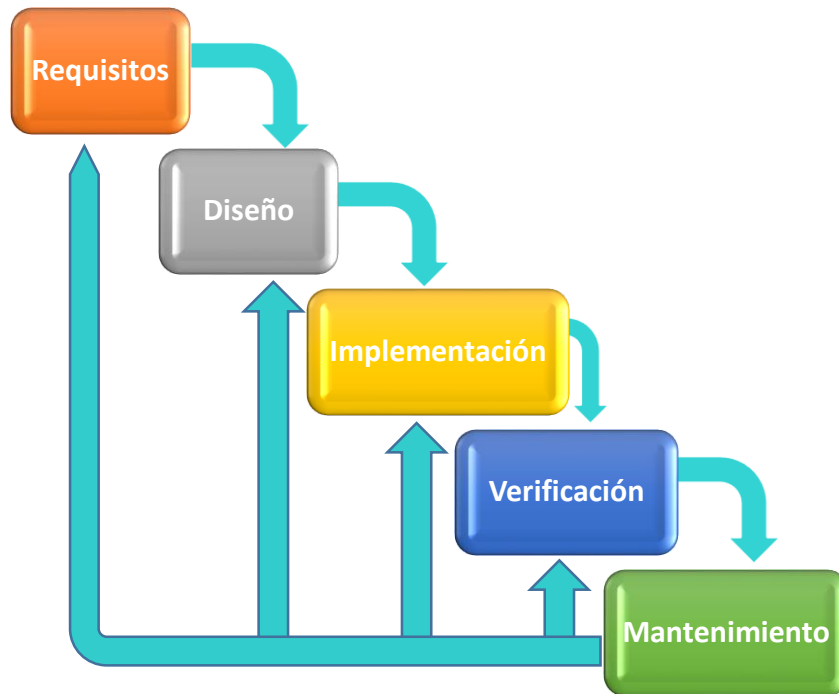


Tabla 3: Metodología en cascada

Sistema usado para la comunicación:

- a) Arbitro-jugador b) Arbitro-Balón c) Cuerpo Técnico-Jugador

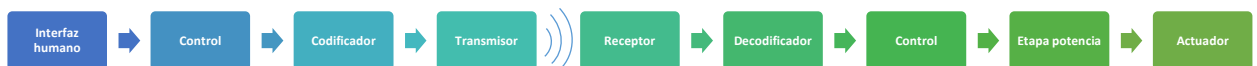


Tabla 4: Sistema para la comunicación

Elaboración:

Módulos Rf

En este caso solo se usó una comunicación de una sola vía de información por parte del cuerpo técnico y el árbitro a los jugadores y el balón, debido que en este prototipo no se vio la necesidad de implementar un sistema de lazo cerrado por cuestiones de tamaño y el tipo de información que se maneja.

Para este mecanismo se usaron módulos RF de 315 MHz con su transmisor y respectivo receptor. Se realizaron las pruebas correspondientes para entablar una comunicación efectiva entre estos módulos teniendo en cuenta las configuraciones correspondientes.

Codificador, Tener en cuenta la resistencia, como la frecuencia es de 315 MHz la resistencia ha de ser de 1M Ω . Decodificador, Tener en cuenta la resistencia, como la frecuencia es de 315 MHz la resistencia ha de ser de 33k Ω .

Calculo de las antenas:

La antena puede ser de tipo Látigo por lo que debe medir un cuarto de la longitud de onda ($\lambda/4$). Para el cálculo de estas antenas se usó la fórmula que relaciona la longitud de onda, frecuencia y velocidad de propagación. (Bolaños D.)

$$\lambda = \frac{C}{f}$$

Donde:

C: es la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas en el vacío, para este proyecto asumimos que esta velocidad es de propagación en el aire. $C=300.000 \text{ km/seg}$.

F, frecuencia a la que funciona el módulo RF. $f=315\text{MHz}$

$$\lambda = \frac{300.000.000 \text{ m/s}}{315.000.000 \text{ Hz}} = 9.9523\text{m}$$

$$\frac{\lambda}{4} = 23,8 \text{ cm} \approx 24 \text{ cm}$$

Lo que nos indica que la antena ha de tener una longitud de 24cm.

Etapas de potencia

Para encender el moto-vibrador. Se usó un Transistor MMBT2222A de montaje superficial, configurado en polarización emisor común, con una resistencia de base $10\text{k } \Omega$. El motor cuenta con su batería independiente para su activación, debido al mayor consumo que requiere el motor en su funcionamiento no interfiera en el circuito.

El módulo Balón cuenta con un Transistor MMBT2222A de montaje superficial, configurado en polarización emisor común, con una resistencia de base $10\text{k } \Omega$, para activar los diferentes leds usados.

Para la alimentación de los módulos se tuvo en cuenta el consumo de cada componente electrónico a partir del datasheet y pruebas realizadas en físico.

Voltaje de alimentación de los componentes		
Elemento electrónico	Consumo en Voltios	Consumo en Amperes
Decodificador HT12D	2.4V-12V	1-1.6mA
Codificador HT12E	2.4V-12V	2-3.2mA
Receptor RLP315A	3.5V-5.5V	5.7mA-7.3mA
Transmisor TLP315A	3V-12V	8mA
PIC: 16f873A	2.0V to 5.5V	
LCD 16X2	3V – 12V	7mA

Tabla 5: Consumo de los componentes usados

Para el suministro de energía del prototipo se tuvo presente usar baterías que fueran fácilmente removibles y se consigan fácilmente en el mercado.

Uso de Baterías por módulos:

Módulo	Cantidad de Baterías	Voltaje suministrado	Apuntes
Árbitro	3 Baterías AAA	4.5V	
Cuerpo Técnico	3 Baterías AA	4.5V	Es necesario usar 4.5V para evitar molestias con la LCD, porque con 3V puede presentar problemas.
Jugador	3 Baterías AAA	4.5V	Cuenta con una batería AAA adicional para encender el motor con una alimentación distinta al circuito, suministrando 1.5V al motor.
Balón	3 Baterías AA	4.5V	

Tabla 6: Baterías usadas para los módulos

Programación

La programación del microcontrolador se hizo bajo la configuración ICSP.

Se desarrolló la programación en el software PICC usando una configuración de condicionales, en cada uno de los módulos, tanto los de transmisión como los de recepción.

Árbitro:

Se usa una configuración en la cual si no se tiene una información para transmitir en el codificador es desactivado el Transmisor enable (HT12E pin14 TE), para evitar un gasto innecesario de corriente.

Se usaron las resistencias del puerto_B en Pull-up para los pulsadores con fin de garantizar Vcc y Tierra.

Para la programación de los tiempos de encendido y apagado de los motores o leds para transmitir la información, se usó un mensaje que no permita la confusión del jugador con los mensajes del Árbitro y del cuerpo técnico, por tal motivo los mensajes del árbitro son más intensos, el único que tiene interrupción es el del silbato.

A continuación se muestra las diferentes secuencias de encendido y apagado según el mensaje, donde (1) indica tiempo ON y (0) indica tiempo OFF, cada número corresponde a un decisengundo.

Botones	Secuencia de Vibración
Botón Del silbato	111 1 111 0 000 0 111 1 111
Botón Rojo	111 1 111 1 111 1 111 1 111
Botón Amarillo	111 1 111 0 111 0 000 0 000
Botón Azul	111 1 111 0 000 0 000 0 000

Tabla 7: secuencia mensaje árbitro

Cuerpo Técnico:

Cuenta con una programación que transmite diferentes mensajes a sus jugadores que porten el módulo de jugador a partir de unas secuencias preestablecidas en el prototipo, por lo tanto el Cuerpo Técnico decidirá con su Equipo el significado de cada trama de información. Se usaron las resistencias del puerto_B en Pull-up para el teclado matricial 3x4 con fin de garantizar Vcc y Tierra.

Para la programación de los tiempos de encendido y apagado de los motores o leds para transmitir la información se basó en el código morse, debido a que es un lenguaje establecido y funcional.

A continuación se muestra las diferentes secuencias de encendido y apagado según el mensaje, donde (1) indica tiempo ON y (0) indica tiempo OFF, cada número corresponde a un decisengundo.

Signo	Código morse	Botón	Secuencia de vibraciones
0	— — — — —	0	111 0 111 0 111 0 111 0 111
1	● — — — —	1	100 0 111 0 111 0 111 0 111
2	● ● — — —	2	100 0 100 0 111 0 111 0 111
3	● ● ● — —	3	100 0 100 0 100 0 111 0 111
4	● ● ● ● —	4	100 0 100 0 100 0 100 0 111
5	● ● ● ● ●	5	100 0 100 0 100 0 100 0 100
6	— ● ● ● ●	6	111 0 100 0 100 0 100 0 100
7	— — ● ● ●	7	111 0 111 0 100 0 100 0 100
8	— — — ● ●	8	111 0 111 0 111 0 100 0 100
9	— — — — ●	9	111 0 111 0 111 0 111 0 100

Tabla 8: Comparación código morse, código usado para el prototipo

Balón:

Cuenta con un sistema de programación que solo le permite recibir información del árbitro, filtrando la del cuerpo técnico, encendiendo la iluminación correspondiente al mensaje enviado.

Jugadores:

Cuenta con un sistema de programación que permite diferenciar las tramas de transmisión entre el árbitro y cuerpo técnico, después de identificado el mensaje enciende un led con el fin de avisar que la trama de información ha sido recibida, de manera paralela activa el moto-vibrador para transmitir la información a las personas con discapacidad auditiva.

La transmisión cuenta con un código que permite diferenciar la trama de información del prototipo con otra que use los mismos módulos RF en la misma configuración.

A continuación se presenta una tabla con la información de los códigos enviados por medio de los módulos RF para diferenciar las tramas de información.

Bits Disponibles				Información	
0	0	0	0	Cero datos	
0	0	0	1	Datos Arbitro	Datos Cuerpo Técnico
0	0	1	0		
0	0	1	1		
0	1	0	0		
0	1	0	1		
0	1	1	0		
0	1	1	1		
1	0	0	0		
1	0	0	1		
1	0	1	0		
1	0	1	1		
1	1	0	0	Seguridad y direccionamiento Cuerpo técnico	
1	1	0	1	Seguridad y direccionamiento Arbitro	
1	1	1	0	Sin usar	
1	1	1	1	Sin usar	

Tabla 9: Información en Bits usada con los módulos RF

Pruebas preliminares

Se desarrolló pruebas preliminares en protoboard con fin de alinear y sincronizar los diferentes módulos, en estas pruebas se definen diferentes factores como por ejemplo: los colores y tamaños de los leds según conveniencia, ajustes correspondientes de calibración de las resistencias, programación, transmisión de la información.

Función	Leds	Notas
Encendido	rojo 3mm convencional	Para evitar un consumo excesivo.
Envío de datos (árbitro, cuerpo técnico)	Azul 5mm convencional	
Recepción de datos (jugador)	Azul 3mm chorro	Sea más visible.
Árbitro	Rojo, amarillo, azul, verde. 5mm chorro.	Sea más visible.
Balón	Rojo, amarillo, azul, verde. 10mm chorro	Sea más visible.

Tabla 10: Uso de leds según conveniencia

Se escogió un moto-vibrador de 1,2V-5V de dimensiones: 0.7 cm diámetro x 2,7 cm largo. Para seleccionar el microcontrolador de montaje superficial se tuvo en cuenta el número de pines necesarios, después se buscó en el mercado la mejor relación costo-beneficio. Encontrando el Microcontrolador PIC16F873A de Microchip, en la tienda “La Red electrónica”. PIC16F873A **22 pines digitales.**

Modulo	Pines a usar
Arbitro	16
Cuerpo Técnico	21
Jugador	10
Balón	11

Tabla 11: Cantidad de pines a usar del Microcontrolador

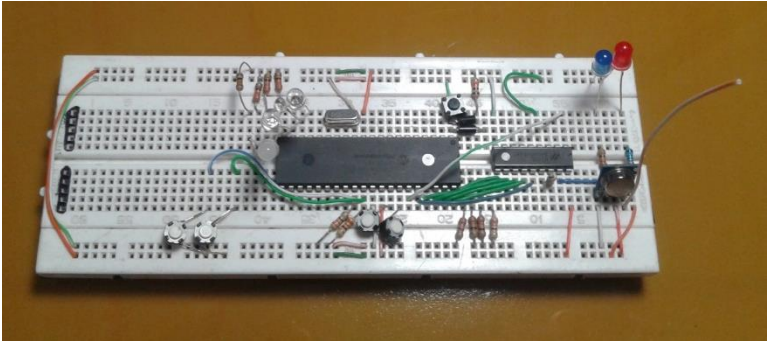


Imagen 2: Módulo árbitro

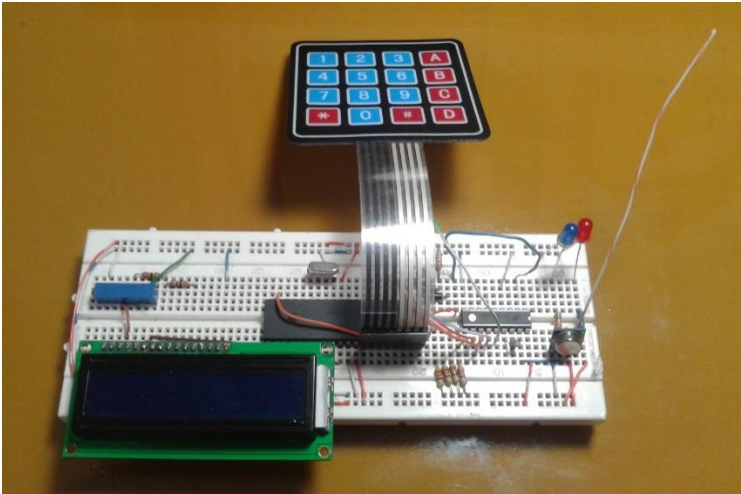


Imagen 3: Módulo Cuerpo Técnico

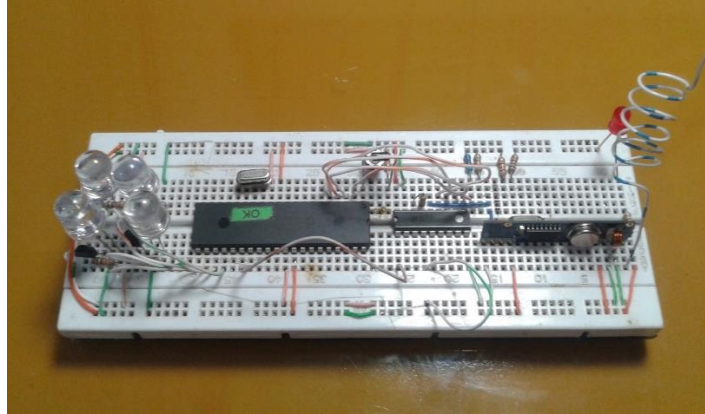


Imagen 4: Módulo Balón

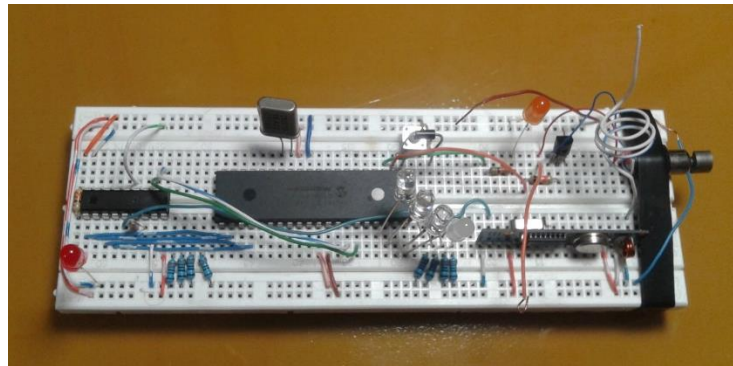


Imagen 5: Módulo Jugador

Diseño del PCB

Se desarrolló un PCB a doble cara para cada módulo en el software Proteus, se tuvo en cuenta caminos sin ángulos de 90° siendo cuidadoso en que estas no se entrecrucen causando cortos o errores, ni que estén muy cerca las pistas para que entre ellas generen ruido, se buscó usar la mínima cantidad de puentes. Se diseñó algunos de los componentes electrónicos a trabajar, debido que el programa no contaba con estos.

Para el diseño se tuvo en cuenta las siguientes características:

- El ancho de las pistas: **0.71mm**
- Separación entre pistas: **0.4mm**
- Ancho de las pistas Vcc y tierra: **0.889mm**
- Condensador de .1u F entre Vcc y tierra lo más cercano posible para eliminar ruidos.

En el caso de los módulos del Árbitro y el Jugador se tuvo en cuenta el menor tamaño posible, para hacerlo cómodo al usuario en su uso.

Árbitro:

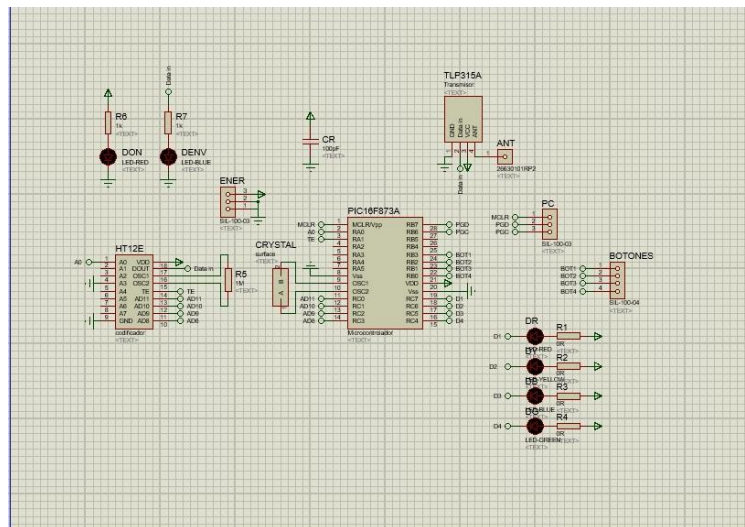


Imagen 6: Esquemático Proteus Del módulo Árbitro

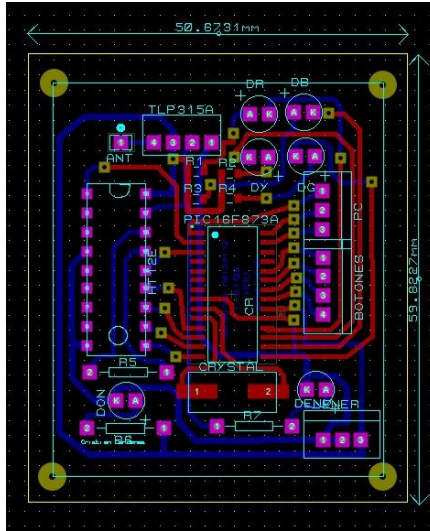


Imagen 7: PCB módulo Árbitro

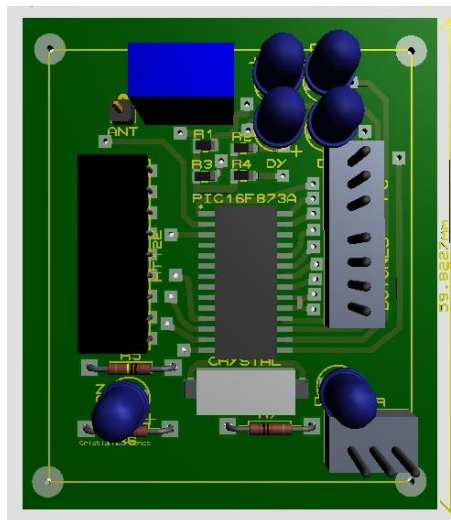


Imagen 8: vista 3D Proteus módulo Árbitro

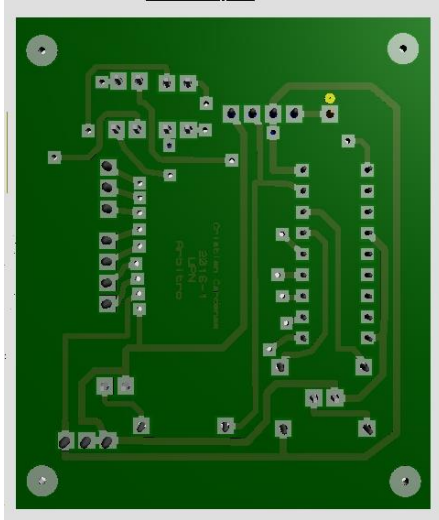


Imagen 9: Vista inferior 3D módulo Árbitro

Botones Árbitro

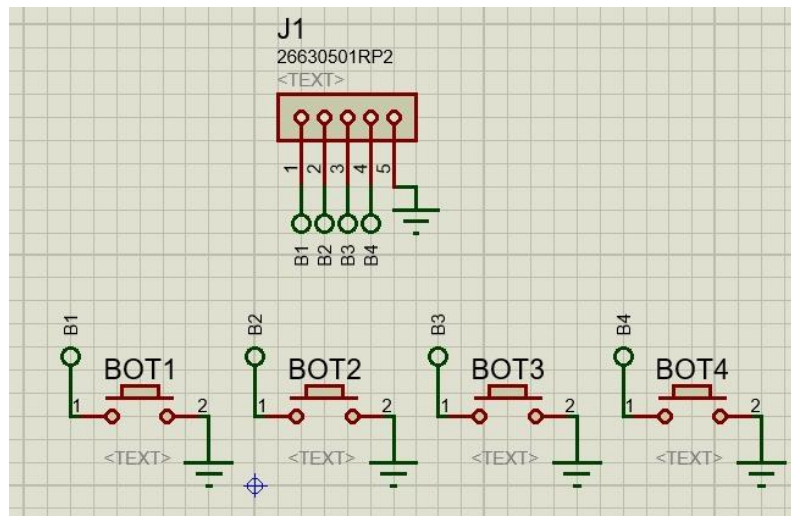


Imagen 10: Esquemático Proteus De Botones Árbitro

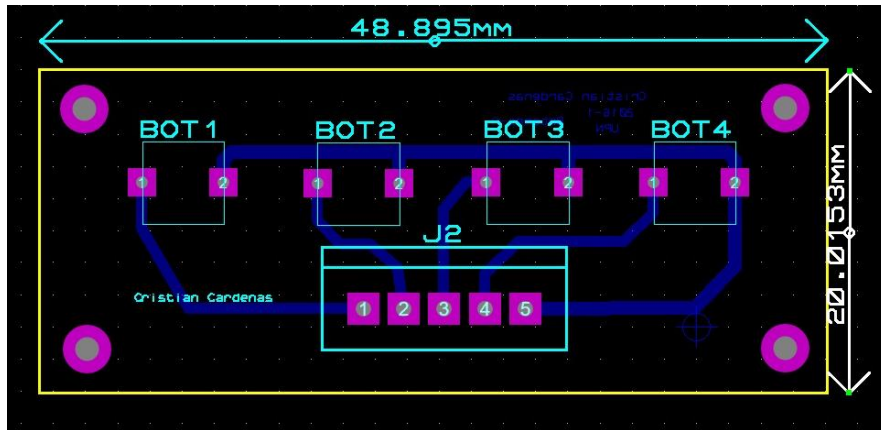


Imagen 11: PCB Botones Árbitro

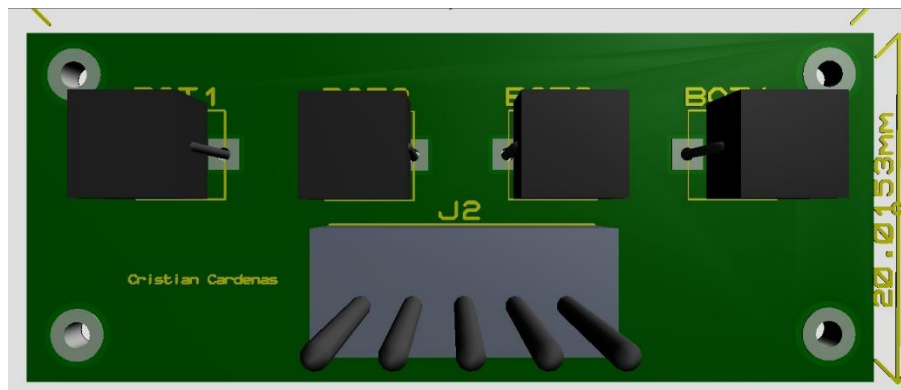


Imagen 12: Vista 3D Proteus Botones Árbitro

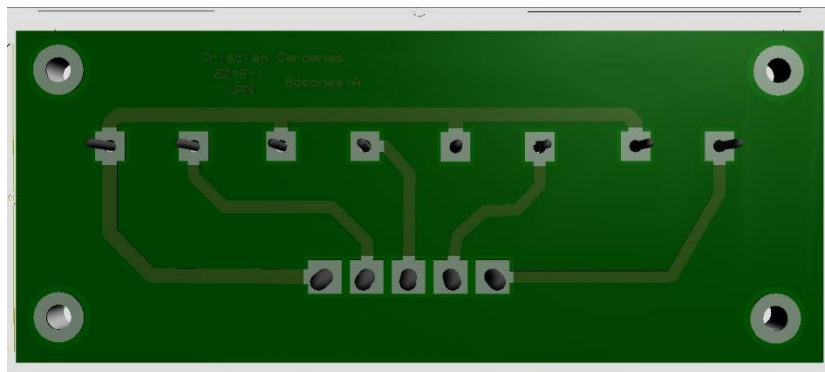


Imagen 13: Vista Inferior 3D Botones Árbitro

Balón

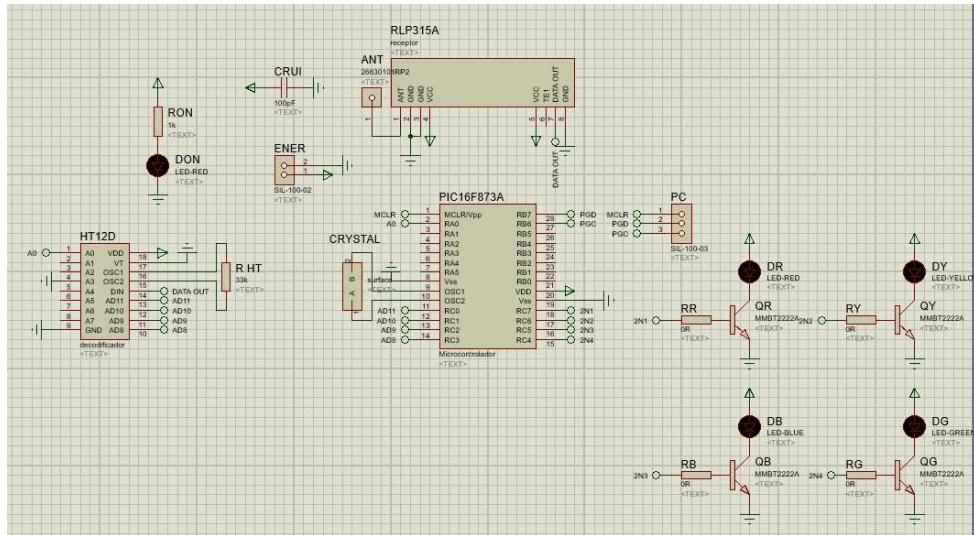


Imagen 14: Esquemático Proteus Del módulo Balón

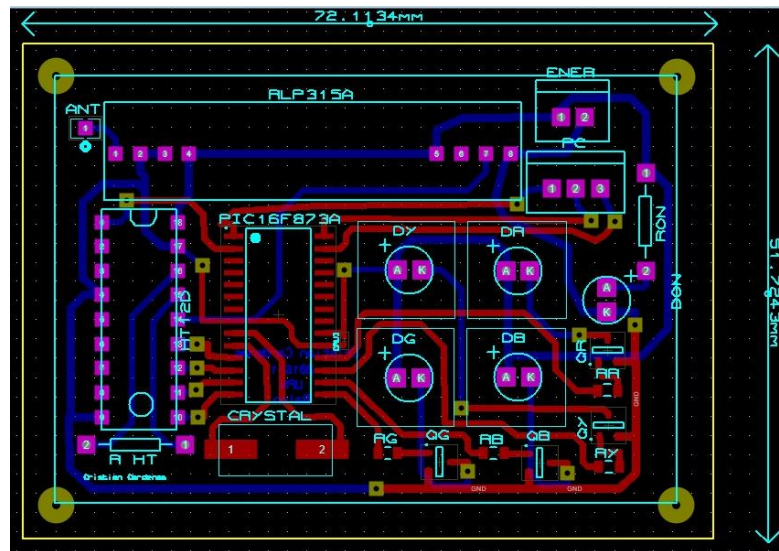


Imagen 15: PCB módulo Balón

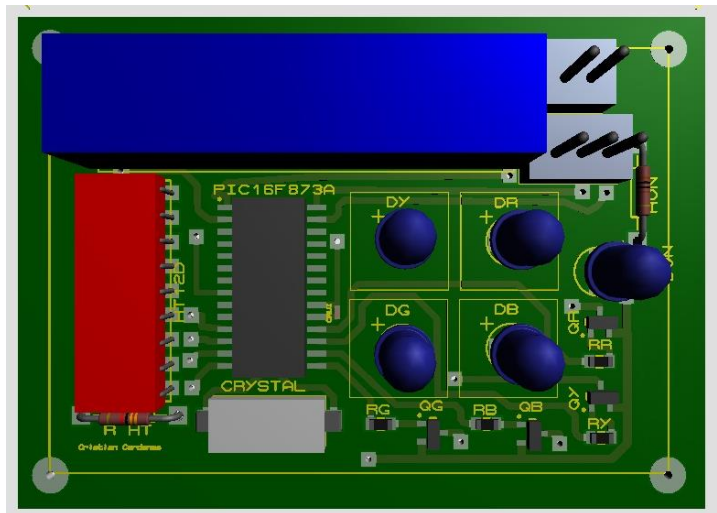


Imagen 16: Vista 3D Proteus módulo Balón

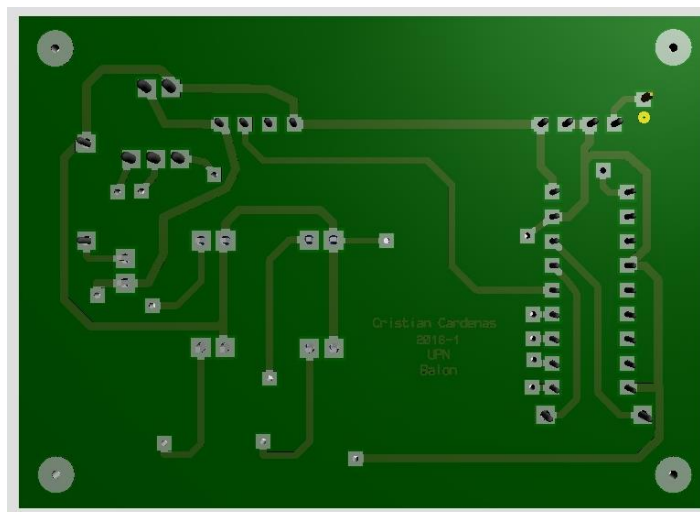


Imagen 17: Vista Inferior 3D módulo Balón

Cuerpo Técnico

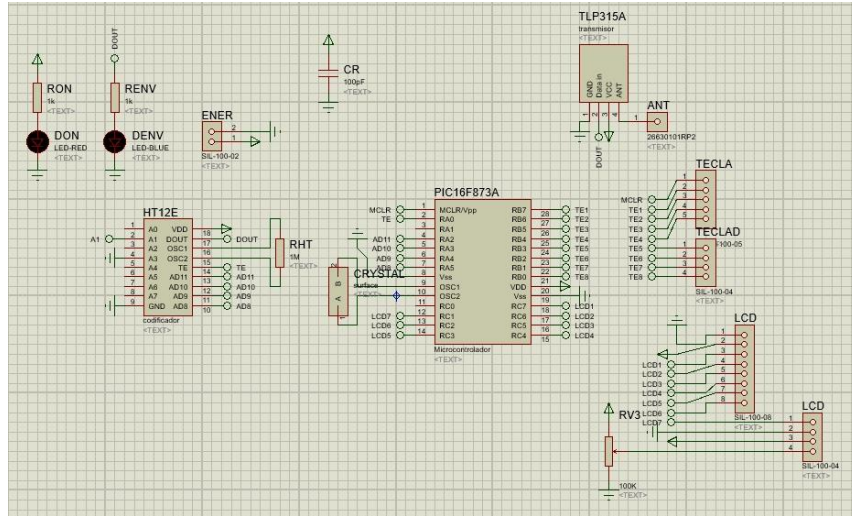


Imagen 18: Esquemático Proteus Del módulo Cuerpo Técnico.

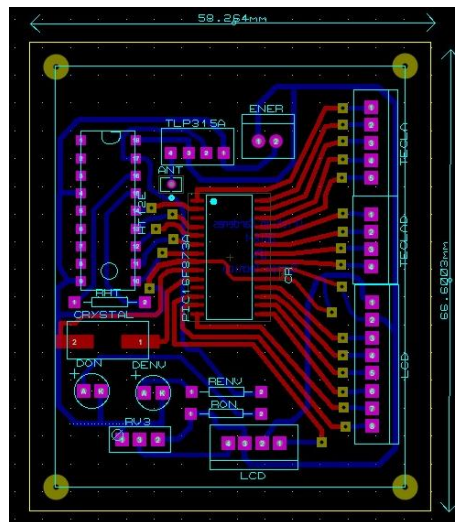


Imagen 19: PCB módulo Cuerpo Técnico

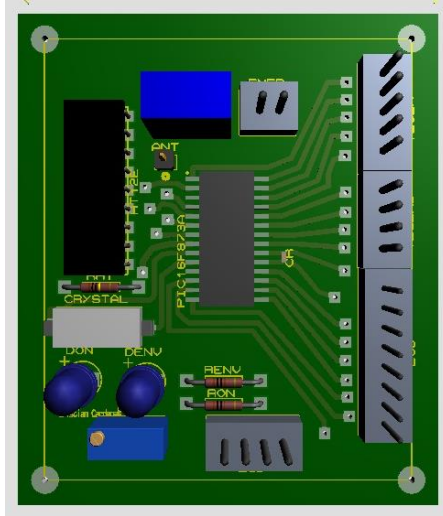


Imagen 20: Vista 3D Proteus módulo Cuerpo Técnico

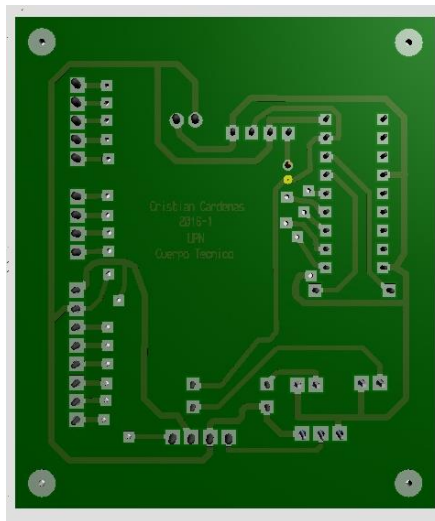


Imagen 21: Vista Inferior 3D módulo Cuerpo Técnico

Jugador

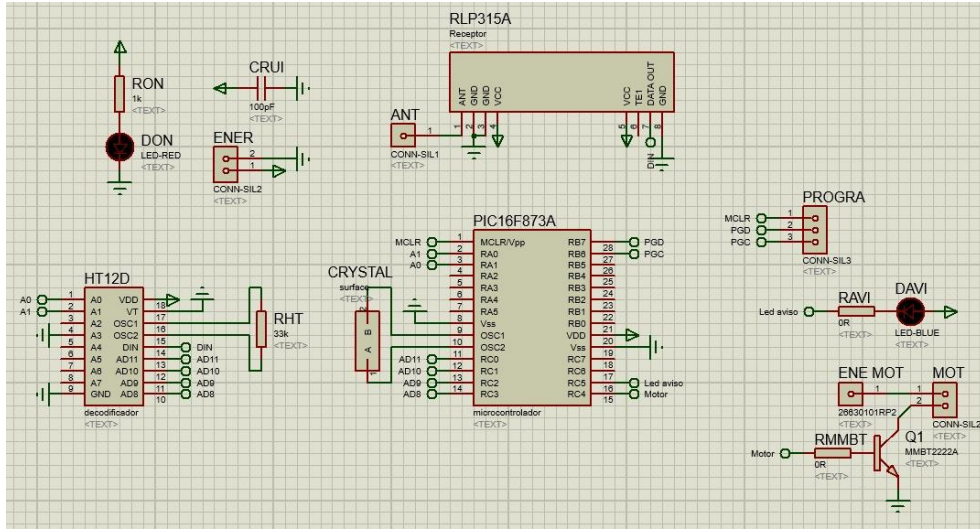


Imagen 22: Esquemático Proteus módulo Jugador

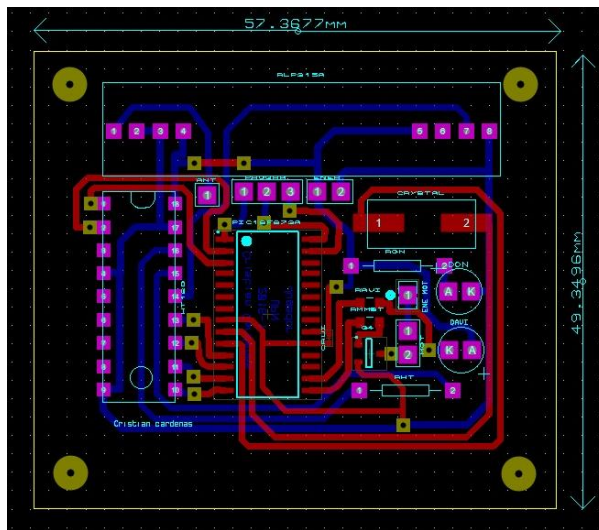


Imagen 23: PCB módulo Jugador

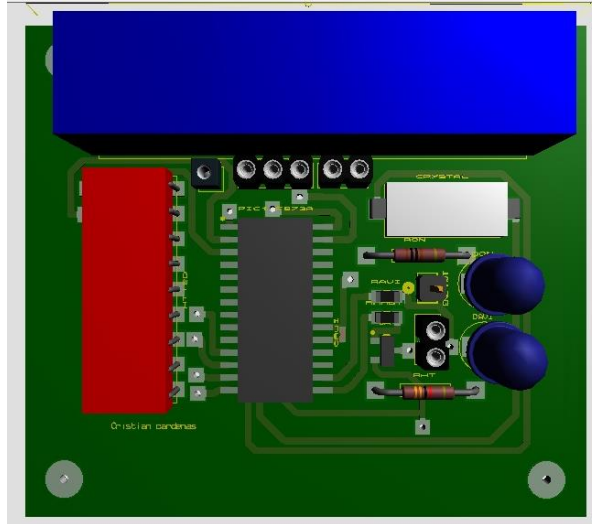


Imagen 24: Vista 3D Proteus módulo Jugador

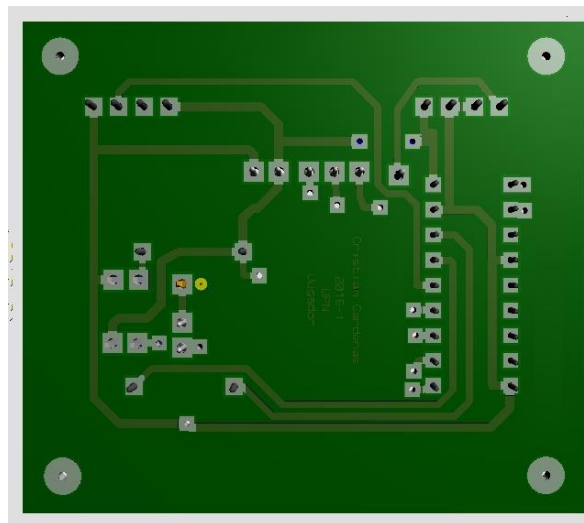


Imagen 25: Vista Inferior 3D módulo Jugador

Construcción del PCB

Se imprime el diseño de las Pistas en papel termotransferible.

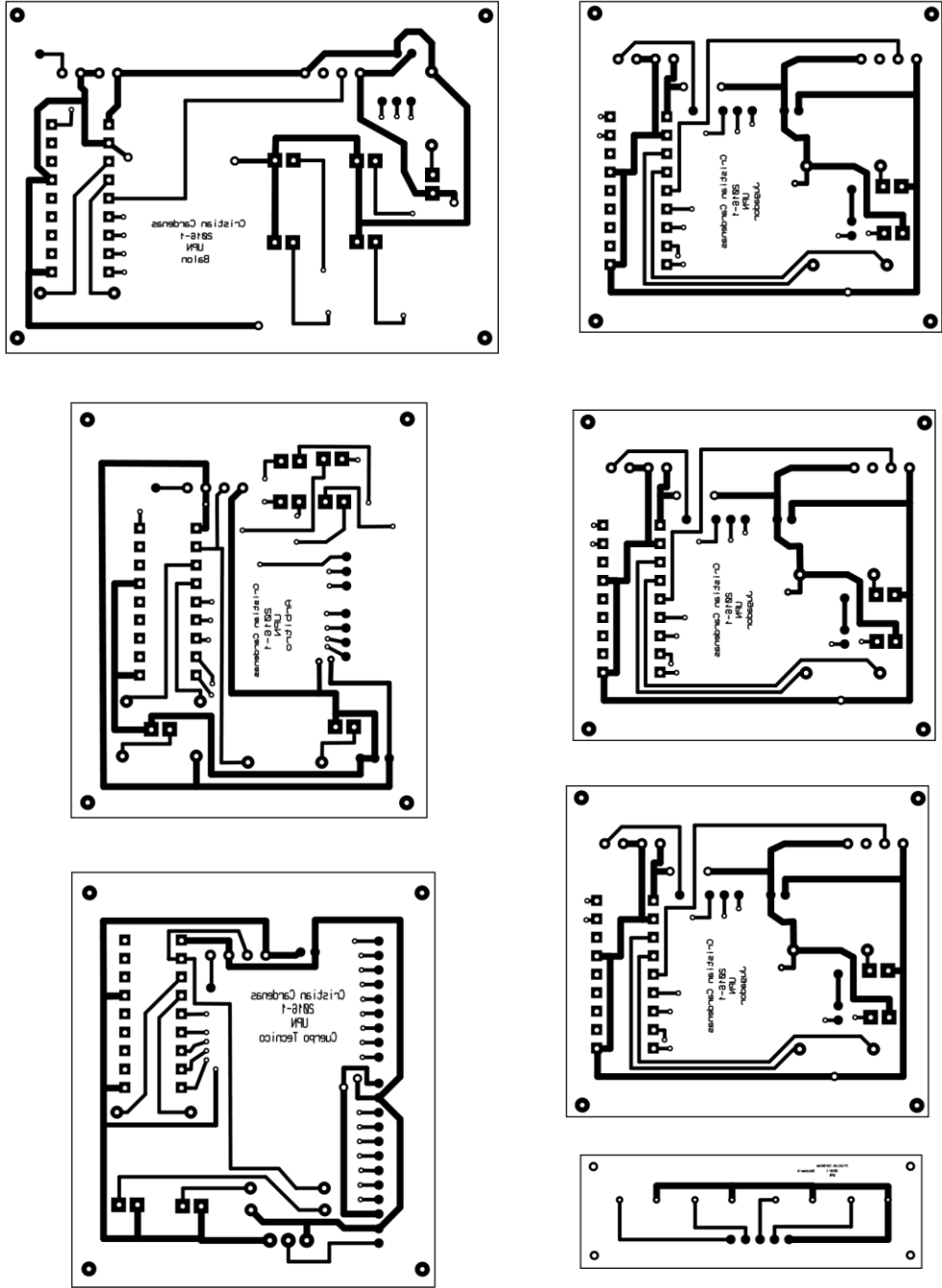


Imagen 26: Bottom de las pistas

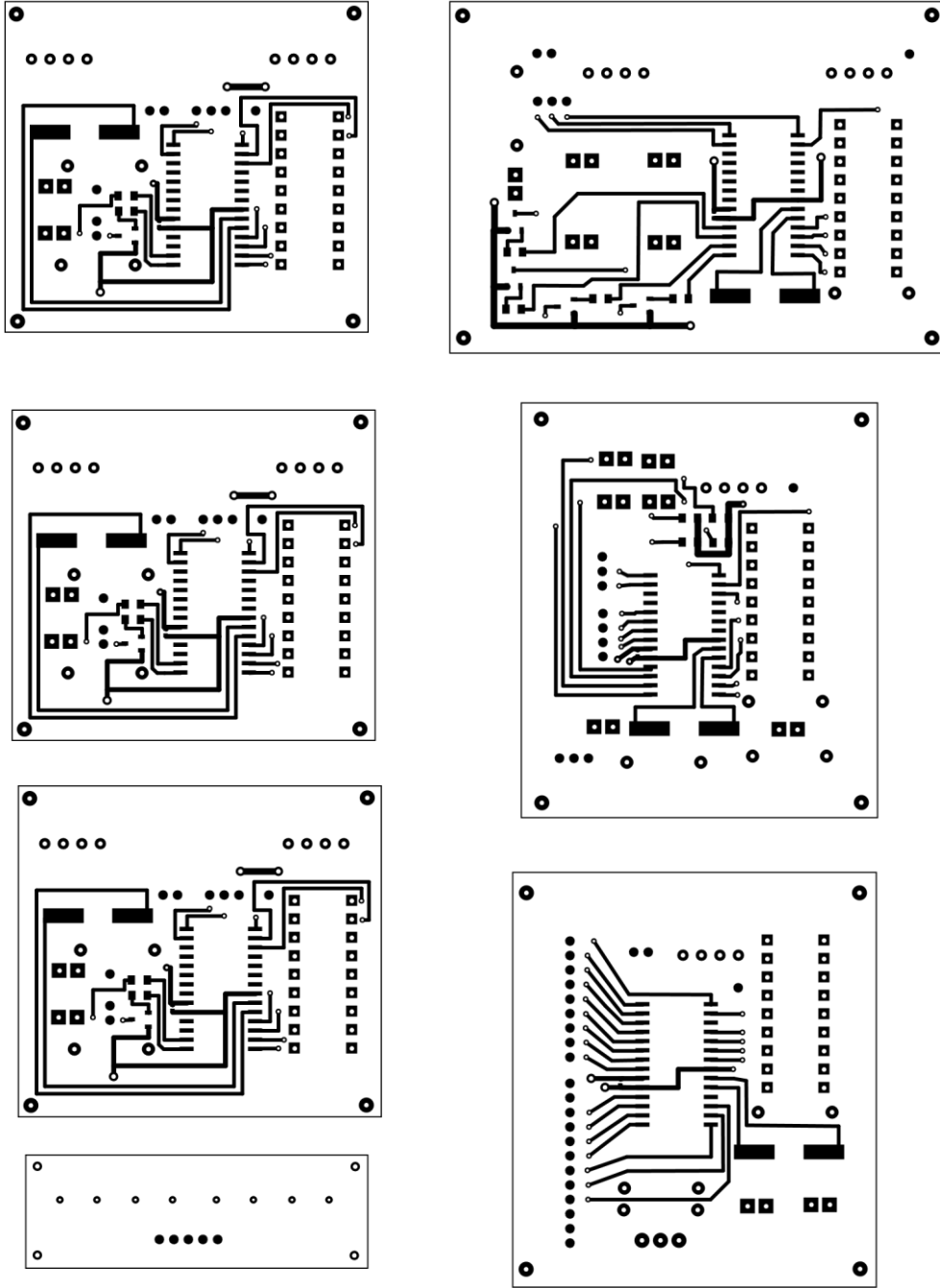


Imagen 27: Copper de las pistas

Se procede al planchado de las hojas en la baquelita virgen, teniendo en cuenta que las dos caras coincidan, para esto se usaron unas perforaciones de guía en la baquelita.



Imagen 28: planchado de las pistas, en la baquelita virgen

Terminado el planchado se sumerge en agua fría, para eliminar los residuos innecesarios de papel.



Imagen 29: Baquelitas sumergidas en agua

Se verifica que las pistas estén bien marcadas en la baquelita, de no ser visibles se resaltan con un marcador permanente, para este caso se usó un Sharpie.

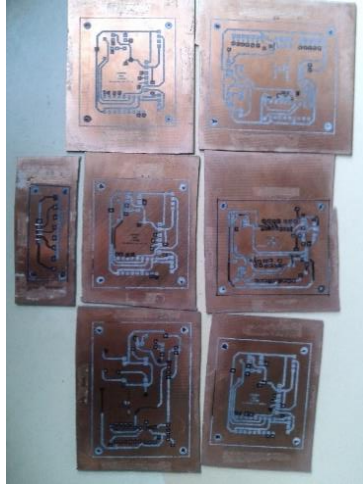


Imagen 30: Baquelitas listas para sumergir en ácido

Se procede a sumergir las baquelitas en ácido para eliminar el cobre innecesario



Imagen 31: Uso del ácido en Baquelitas



Imagen 32: Baquelitas después del proceso del ácido

Se limpia las pistas del residuo de la tinta negra con thinner o lijando la baquelita y Se perfora la misma para tener los huecos requeridos.



Imagen 33: Baquelitas perforadas

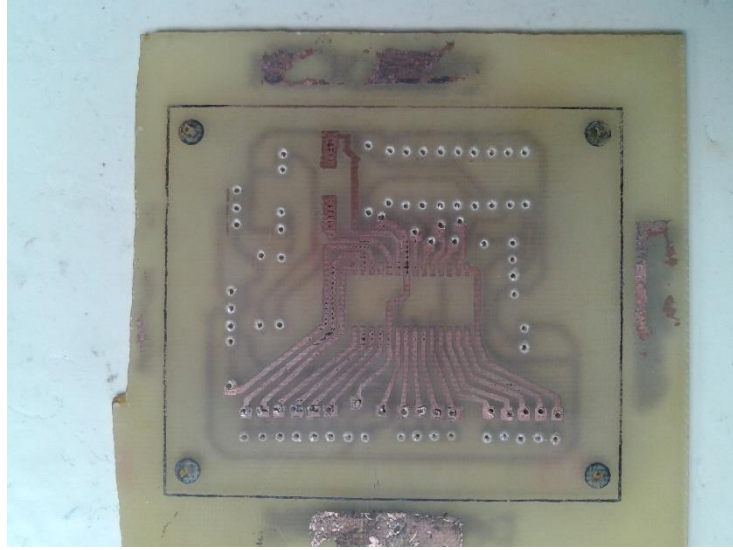


Imagen 34: Baquelita módulo Cuerpo Técnico Copper

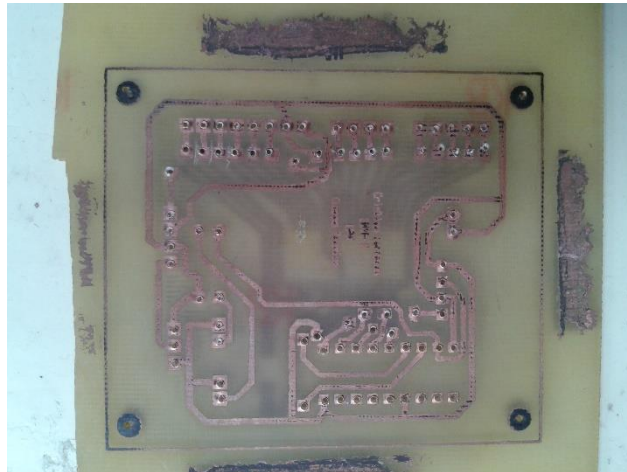


Imagen 35: Baquelita módulo Cuerpo Técnico bottom

Se procede a soldar los componentes en la baquelita ya preparada.

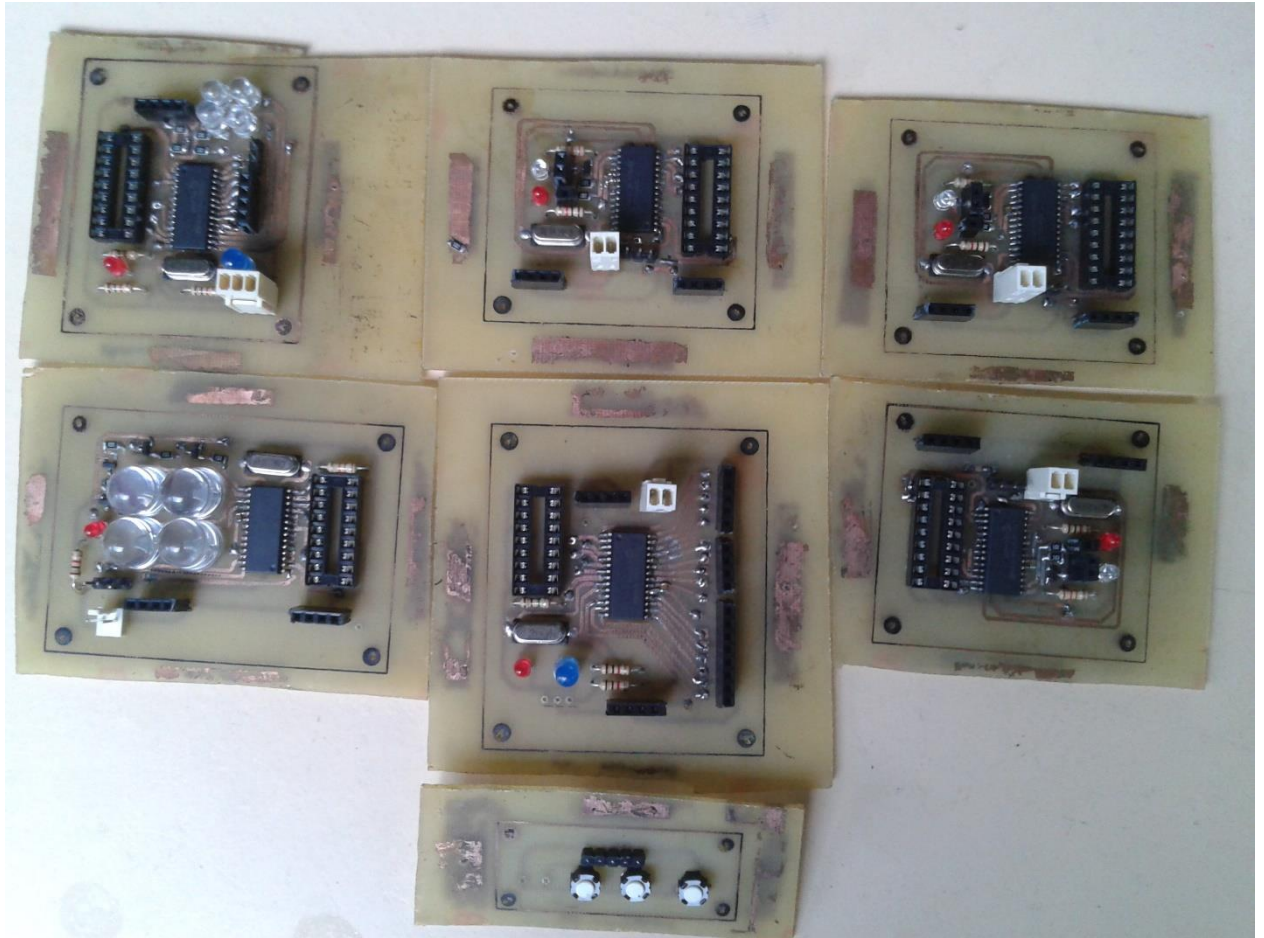


Imagen 36: Baquelitas con los componentes soldados

Pruebas pos-construcción del Hardware

Terminado el montaje de los componentes se realizan pruebas verificando que las pistas no estén en corto, que la soldadura esté bien sujeta a las patas de los componentes, que las pistas no estén desconectadas, porque este tipo de problemas presenta muchos inconvenientes en Hardware realizado de forma casera.

Solucionado los problemas anteriores, se dispone a programar cada módulo realizando pruebas sencillas, para ir verificando que las conexiones de los componentes estén bien realizadas, que la comunicación entre los módulos estén funcionando adecuadamente.

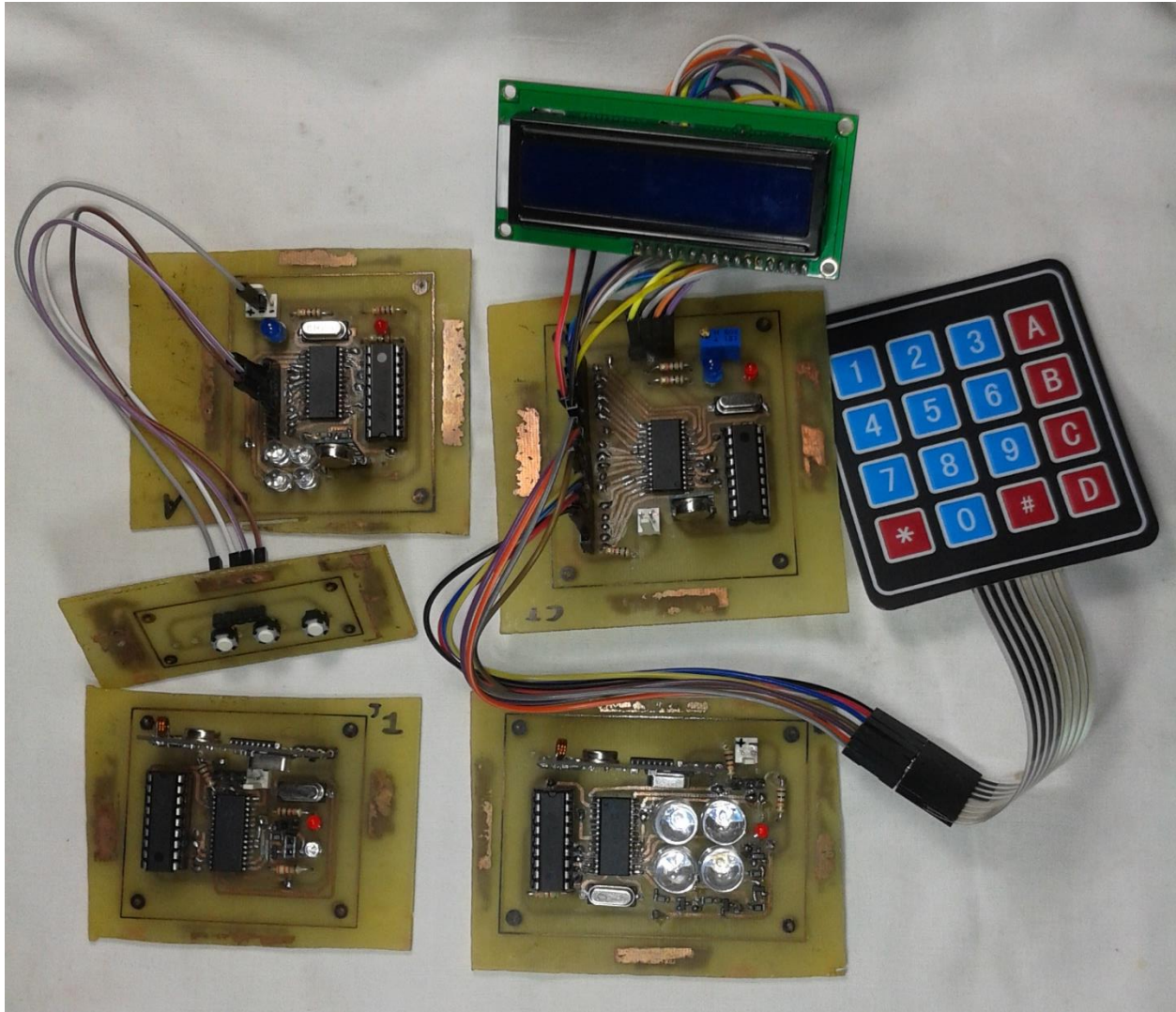


Imagen 37: Módulos electrónicos

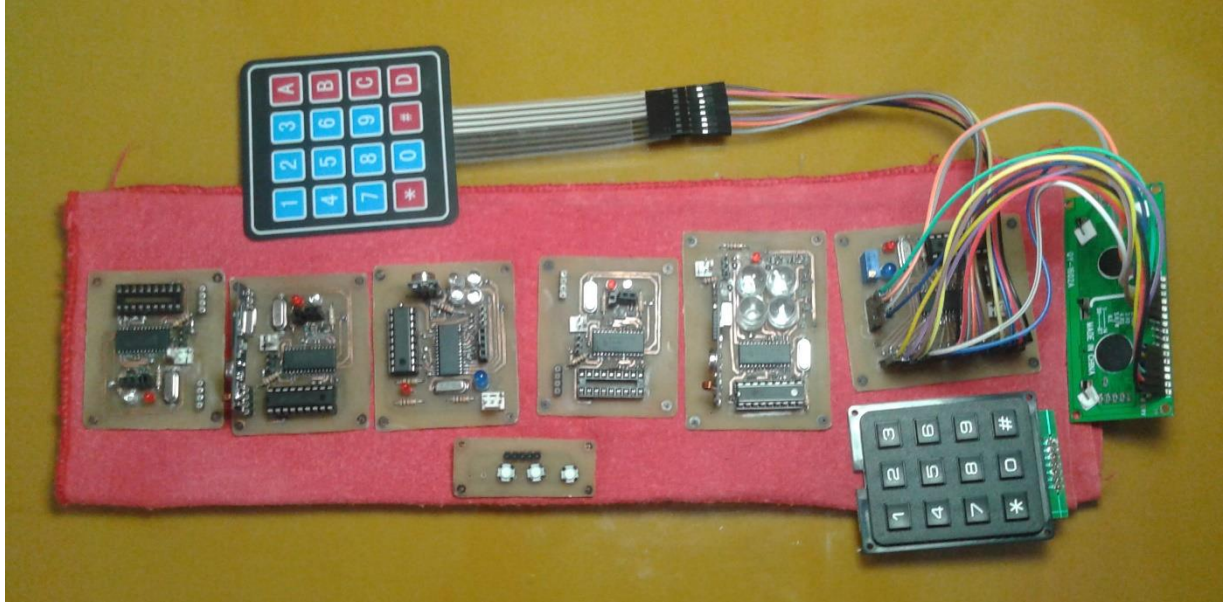


Imagen 38: Módulos electrónicos terminados y probados

Desarrollo de la carcasa

Para los módulos del Jugador y Árbitro se buscó un sistema lo más compacto posible para su portabilidad y comodidad en el uso del prototipo.

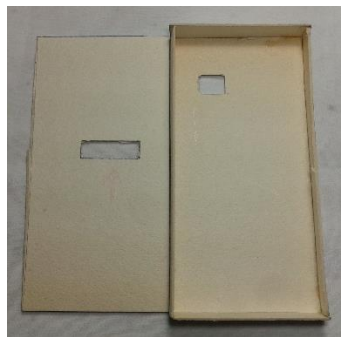


Imagen 39: maqueta del módulo árbitro

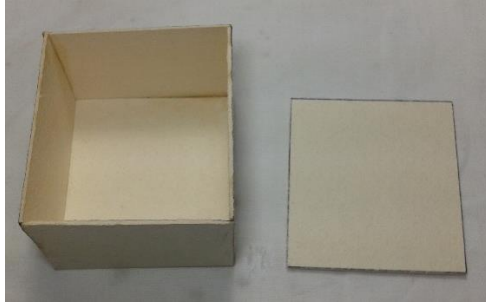


Imagen 40: Maqueta del módulo Jugador

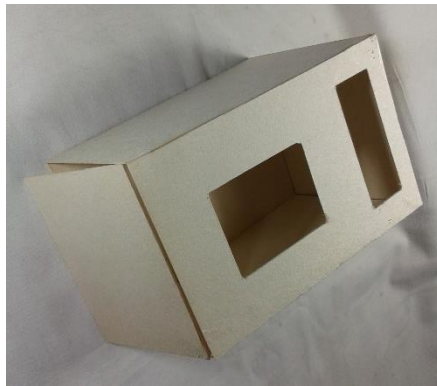


Imagen 41: maqueta módulo Cuerpo Técnico

Para el módulo del Balón se realizó un diseño un Icosaedro truncado con perímetro aproximado de 70cm.

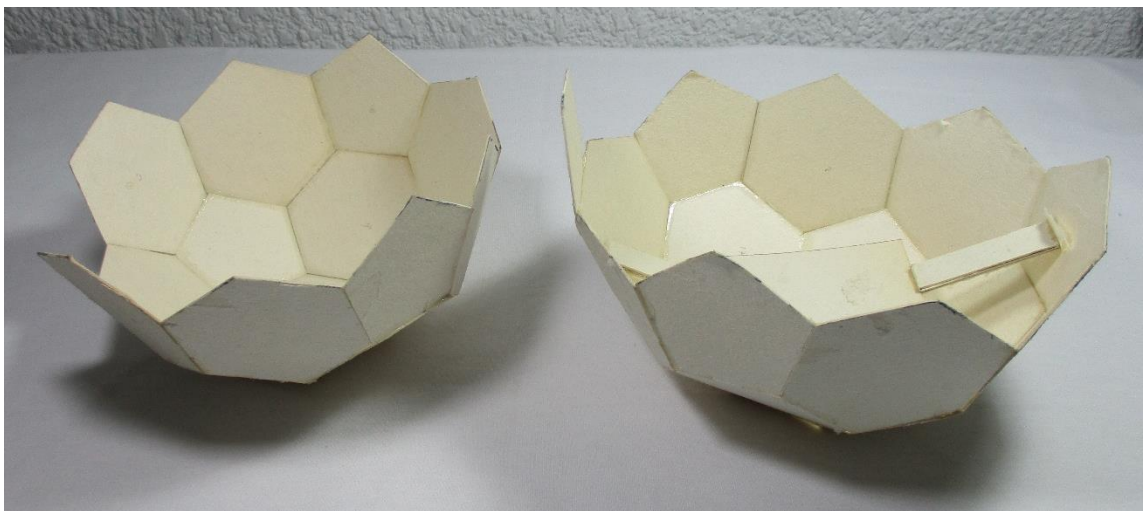


Imagen 42: maqueta módulo Balón

Imágenes Producto final



Imagen 43: Módulo Cuerpo Técnico



Imagen 44: Módulo Balón



Imagen 45: Módulo Jugador

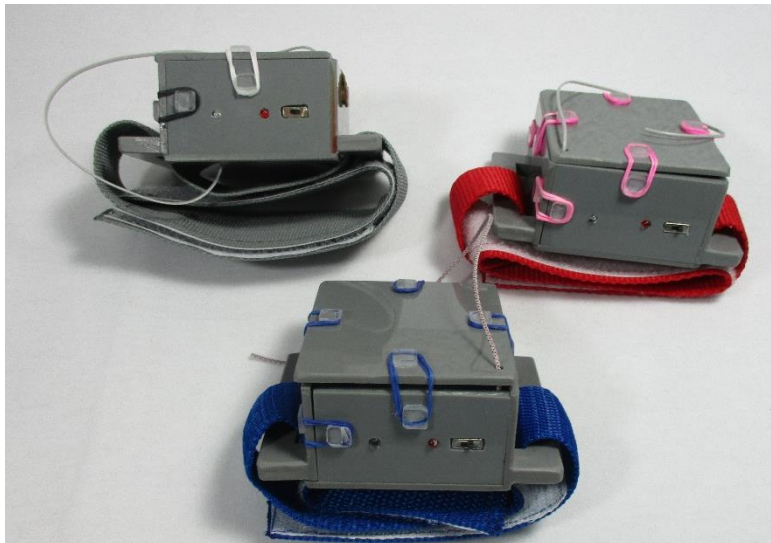


Imagen 46: Módulos jugador



Imagen 47: Prototipo completo

Antecedentes

Ayudas aumentativas en personas con sordera profunda para la expresión de mensajes utilizando tecnologías de la información y las comunicaciones.

Autores: Arley Castellanos Sánchez, Oscar Fernando Sanabria Casiano, Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de tecnología, Maestría en tecnologías de la información aplicadas a la educación, Bogotá, D.C 2012.

El trabajo de grado se basa en desarrollar un dispositivo mecatrónico para personas en condición de discapacidad sordera profunda, para que esta población logre transmitir mensajes audibles a personas oyentes, lo denominaron Dataglove, consiste en un guante con sistema dactilológico del alfabeto español Colombiano donde al variar la posición de los dedos se construyen oraciones audibles, pudiendo comunicarse con las personas sin discapacidad generando un aporte a la inclusión social.

Buscando dar un primer paso a la construcción de elementos tecnológicos portátiles que permitan al sordo poderse desempeñar de manera autónoma en los diferentes contextos sociales, generando que las personas puedan expresar sus pensamientos y necesidades a los oyentes que no manejen el lenguaje de señas.

Se desarrolló un dispositivo Dataglove de ayuda alternativa que sí permite traducir de forma efectiva un sistema dactilológico fundamentado en el alfabeto español, a un lenguaje audible debido a que por medio de su utilización cumplió con la función de brindar a los sujetos la oportunidad de expresar ideas

Su construcción de oraciones correcta fue hasta de un 72%. Los sujetos que utilizaron el Dataglove a medida que fueron usando y pasando las sub-frases de uso, apropiaron el uso del dispositivo hasta tener control del mismo. (Conclusiones, P 10).

Sistematización de una experiencia con un niño sordo con la implementación de un sistema AAC pictográfico

Autor: Lugo Pinzón Sindy Lorena, Universidad Pedagógica Nacional – Facultad Educación- Especialización en educación Especial con énfasis en CAA, Bogotá 2014.

El anterior trabajo de grado sistematiza la experiencia del uso de un sistema pictográfico de comunicación en un niño con hipoacusia, el cual debido a su limitación no se puede comunicar adecuadamente en su contexto. Siendo el objetivo que el sujeto logre por medio de imágenes pictográficas, gestos y movimientos corporales una mejor comunicación en el entorno académico y personal con sus compañeros oyentes. Así se diseñan diferentes actividades que permitan promover en el niño su desarrollo armónico e integral por medio de actividades intencionalmente diseñadas.

Mediante la implementación de un sistema aumentativo y alternativa de comunicación pictográfica el sujeto logró fortalecer la comunicación de él hacia sus compañeros y de sus compañeros hacia él.

Marco teórico

Anatomía del cuerpo humano

Teniendo en cuenta la ubicación de los órganos del cuerpo humano se ha descartado el uso del prototipo módulo del jugador en las siguientes zonas: En el cráneo, contiene el encéfalo y los órganos sensoriales. El tórax óseo, contiene los órganos centrales de la respiración y de la circulación (pulmones, corazón, etc.) contiene algunos órganos abdominales situados inmediatamente por debajo del diafragma. La cavidad abdominal, contiene órganos del aparato digestivo (riñones, útero, vejiga urinaria, etc.) (Rohen, 2003)

Por lo tanto es recomendable usarlo en el miembro superior, en el brazo, porque esta parte no interrumpirá el movimiento de ninguna articulación. También usar el prototipo en el miembro inferior, en la canilla, en esta parte no interrumpirá ningún movimiento de las articulaciones.

Para el uso del prototipo en el brazo la estimulación se desarrollaría principalmente en los dermatomas C6 y C5, para ser usado en la extremidad inferior se estaría usando principalmente los dermatomas L5 y S1.

Ayudas aumentativas:

Las TIC y la discapacidad: oportunidad de integración o factor de exclusión.

Hay que tener en cuenta que el concepto de discapacidad ha cambiado en los últimos años, ahora ya no hablamos de una persona como paciente que hay que curar, ahora hablamos de una persona activa que quiere participar en todo que lo que desee.

Muchas veces como está constituido el entorno en que vivimos funciona como obstáculos mayores para la integración social que la misma limitación funcional, en las personas con discapacidad que conlleva a un elevado riesgo de exclusión social. En algunas ocasiones las TIC funcionan como obstáculos para esta población, por ejemplo el internet, que se convierte en uso importante de las personas, no cuenta con la accesibilidad para las personas con discapacidades, por eso han de pensarse la cultura del Diseño para todos.

“Desde otro punto de vista, las TIC traerán consigo innumerables beneficios, ventajas y nuevas oportunidades de trabajo, de formación y de ocio” (Auna fundación, p.4), acercando a la integración social mejorando la calidad de vida de las personas.

La deficiencia auditiva: tipos de pérdida.

Las deficiencias auditivas se clasifican en función del lugar en el que está localizada la lesión o en función del grado de pérdida. Otra posible clasificación hace referencia al momento de aparición de la hipoacusia, por lo que hablaremos de sordera postlocutiva en los casos en los que

la pérdida auditiva se produce después de haber adquirido lenguaje oral, y prelocutiva si dicha pérdida aparece previa a la adquisición del lenguaje. (Cenfor, Zorita, Martín, 2004, p 65)

Si tenemos en cuenta la zona del oído afectada, o localización de la lesión, hablamos de:

<i>Hipoacusia conductiva o de transmisión:</i>	El problema se localiza en el oído medio o externo.
<i>Hipoacusia perceptiva o neurosensorial:</i>	La zona afectada se corresponde con el oído interno o la vía auditiva central.
<i>Hipoacusia mixta:</i>	Con problemas tanto perceptivos como conductivos.

Tabla 12 Deficiencias auditivas

Si tenemos en cuenta el grado de pérdida auditiva, determinaremos los tipos de deficiencia auditiva. Para ello nos basaremos en la clasificación elaborada por la BIAP (Bureau International d'AudioPhonologie) quienes, según la recomendación 02/1, realizan la siguiente clasificación:

<i>Audición infranormal:</i>	La pérdida tonal media no sobrepasa los 20 dbs.
<i>Deficiencia auditiva ligera:</i>	La pérdida tonal media está comprendida entre 21 dbs y 40 dbs.
<i>Deficiencia auditiva mediana:</i>	De primer grado: la pérdida tonal media se sitúa entre 41 dbs y 55 dbs; de segundo grado: la pérdida tonal media se sitúa entre 56 dbs y 70 dbs.
<i>Deficiencia auditiva severa:</i>	De primer grado: la pérdida tonal media se sitúa entre 71 dbs y 80 dbs; de segundo grado: la pérdida tonal media se sitúa entre 81 dbs y 90 dbs.
<i>Deficiencia auditiva profunda:</i>	De primer grado: la pérdida tonal media está entre 91 y 100 dbs; de segundo grado: la pérdida tonal media está entre 101 y 110 dbs;

	de tercer grado: la pérdida tonal media está entre 111 y 119 dbs.
<i>Deficiencia auditiva total-cofosis:</i>	La pérdida tonal media es de 120 dbs.

Tabla 13 Grados de pérdida auditiva

Posibles mejoras:

- Se puede complementar el sistema usando una red de iluminación en el campo de juego, con fines de indicar las diferentes señales arbitrales, propagando un destello para toda la cancha y los espectadores, esto hace posible que en el público con discapacidad auditiva pueda comprender inmediatamente los dictámenes arbitrales.
- se podría complementar el sistema con una manilla auxiliar para ser usada por los jugadores, donde se indique señales arbitrales a partir de diferentes secuencias lumínicas de colores.
- Usando materiales de menor dimensión se puede conseguir que los diseños tengan tamaños más cómodos para el usuario.
- Aumentar la autonomía de las baterías para garantizar la respuesta durante toda la actividad deportiva.
- Diseñar una coraza para el balón que soporte la magnitud de los impactos y cumpla las condiciones reglamentadas para este tipo de deporte.
- Diseñar una coraza para los dispositivos electrónicos que soporten las condiciones hostiles del juego y del ambiente que sean consecuentes con los criterios ergonómicos.

Conclusiones

- Es importante realizar acercamientos en primera persona en espacios donde se vive la diferencia social con personas en condición de discapacidad, orientando así nuestros conocimientos en tecnología para la solución de dichas problemáticas.
- Identificar y sistematizar los diferentes actores que implican una actividad cotidiana permiten la interacción y optimización de procesos.
- El módulo que porta el usuario junto con el balón permiten a los jugadores recibir información del árbitro y el cuerpo técnico por medio de sus respectivos módulos en secuencias de vibraciones establecidas.
- La portabilidad del sistema permite un fácil desplazamiento y adaptación a diferentes canchas de fútbol, posibilitando su uso en escenarios deportivos. El diseño técnico del prototipo permite ser adaptado a diversos deportes, llevando a cabo los estudios correspondientes, por lo tanto es importante poder validar este tipo de prototipos en los diferentes escenarios deportivos, acatando las reglas y condiciones establecidas. El diseño del material permite adaptarse a otros contextos diferentes a los deportivos.

Bibliografía

- Cenjor C, Días M, Teresa M. (2004) *La sordoceguera un análisis multidisciplinar*. Madrid.
- Rohen J, Yokochi C, Lütjen D. (2003). *Atlas de anatomía humana, estudio fotográfico del cuerpo humano*. Madrid: Casanova.
- Ministerio de trabajo y asuntos sociales, Auna fundación. *Las personas con discapacidad frente a las tecnologías de la información y las comunicaciones en España*.
- Boylestad R, Nashelsky L. (2003). *Electrónica: Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. México: Pearson educación.