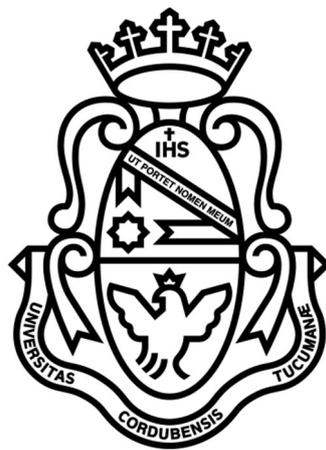


Universidad Nacional de Córdoba - Facultad de Ciencias Exactas Físicas y  
Naturales - Facultad de Ciencias Médicas

Ingeniería Biomédica

## Proyecto Integrador

# PROTOTIPO DE DISPOSITIVO PARA LA COMUNICACIÓN UNIVERSAL ENTRE ÁRBITROS Y DEPORTISTAS ENFOCADO EN LA COMUNIDAD SORDA



Alumnos:

Ferrer, Antonella Belén

37.665.066

Godoy, Álvaro Gabriel

37.493.409

Asesor 1:

Caceres, Oscar Alberto

Asesor 2:

Bruni, Rodrigo Gabriel



**FCM**  
Facultad de  
Ciencias Médicas

## AGRADECIMIENTOS

*A nuestras familias que han hecho de esto algo posible.*

*A nuestros amigos de toda la vida que han sido de gran apoyo durante toda la carrera.*

*A Agustín Rodríguez, Fabiola Heredia y a la comunidad sorda en general por su entera disposición y por abrirnos las puertas para crear este proyecto.*

*A Jonathan Nobile, Mauro Pojmaevich, Ignacio Corte, Betiana Ferrer, Paloma Chiappero, Juan Mentucci y Juan Gaspanello quienes aportaron tiempo y sus vastos conocimientos para la realización del proyecto.*

*A nuestros profesores, compañeros y colegas que fuimos encontrando durante la carrera convirtiéndose en amigos y familia.*

*A la Universidad Nacional de Córdoba y la educación pública por formarnos profesionalmente y como personas.*

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

## RESUMEN

La comunidad sorda es un conjunto de personas que posee su propia lengua, cultura e historia. Dentro de la misma, se realizan diversas actividades sociales y culturales; una de las actividades con mayor concurrencia e importancia es la realización de deportes. La forma en la cual se desarrolla el juego actualmente no contempla la participación de personas sordas en el mismo ya que el desarrollo del juego depende en una gran medida del sentido de la audición.

Con el objetivo de disminuir las desigualdades a la hora de realizar un deporte, se diseñará un dispositivo que reemplace la señal sonora del silbato por una señal vibratoria para igualar las condiciones en el campo de juego.

## TABLA DE CONTENIDO

Agradecimientos.....	- 1 -
Resumen .....	- 2 -
Índice de Ilustraciones.....	3
Índice de Tablas .....	5
Índice de Ecuaciones .....	6
Introducción .....	8
Objetivos.....	9
Objetivos Generales .....	9
Objetivos Específicos .....	9
Capítulo 1: Marco teórico.....	10
1.1Comunidad sorda .....	10
1.1.1 Lengua de señas y cultura sorda .....	10
1.1.2 Campeonatos deportivos .....	11
1.2 Problemática.....	14
1.2.1 Desarrollo del juego y problemática.....	14
1.2.2 Solución planteada .....	15
1.3 Electrónica .....	15
1.3.1 Radiofrecuencia.....	15
1.3.2 Encoders y Decoders .....	16
1.3.3 Amplificador de Corriente.....	17
1.3.4 Regulador de tensión .....	23
1.4 Herramientas para estudio de mercado .....	24
1.4.1 CANVAS .....	24
Capitulo 2: Estudio de mercado .....	27
2.1 Objetivo del negocio.....	27
2.2 Hipótesis .....	27
2.2.1 Bloque segmento de clientes .....	28
2.2.2 Bloque propuesta de valor .....	31
2.2.3 Bloque canales de comunicación, distribución y ventas .....	31
2.2.4 Bloque ventaja especial.....	32
2.2.5 Bloque métricas claves.....	33

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

2.2.6 Bloque problema y alternativa.....	33
2.2.7 Bloque solución .....	35
2.3 CANVAS .....	36
Capítulo 3: Materiales y Métodos .....	39
3.1 Funcionamiento general del dispositivo .....	39
3.2 Emisor .....	39
3.3 Receptor .....	45
3.4 Caja carcasa impresa en 3D.....	52
3.5 Soporte para deportistas.....	55
3.5.1 Brazaletes porta celular .....	55
3.5.2 Pechera con bolsillo interno.....	55
Capítulo 4: Pruebas de campo y Resultados .....	57
Capítulo 5: Análisis de costos .....	62
Capítulo 6: Conclusiones .....	65
Capítulo 7: Mejoras a futuro. ....	66
Bibliografía.....	67
Anexos .....	70
Anexo N° 1: Encuesta de validación del dispositivo.....	70
Anexo N° 2: Encuesta previa sobre actividad deportiva .....	71
Anexo N° 3: Datasheet Encoder HT12E (HOLTEK).....	73
Anexo N° 4: Datasheet Decoder HT12D (Holtek).....	86
Anexo N° 5: Capturas de pantalla de MVP.....	95

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1- Logo de ICSD .....	11
Ilustración 2-Logo de CISS .....	12
Ilustración 3-Logo de CADES.....	12
Ilustración 4-Logo de PANAMDES .....	13
Ilustración 5-Logo de CONSUDES .....	13
Ilustración 6- Modelo básico de un sistema de radiocomunicación.....	16
Ilustración 7- Efecto transistor .....	18
Ilustración 8- Símbolos de tipos de transistores .....	18
Ilustración 9-Esquema de Corrientes y Tensiones en un transistor.....	19
Ilustración 10- Regiones de funcionamiento de transistor .....	21
Ilustración 11- Circuito de transistor simple en configuración emisor común .....	21
Ilustración 12- Regulador de tensión de la serie 7800.....	24
Ilustración 13- Circuito externo del regulador de tensión .....	24
Ilustración 14- Ilustración de organización de la información para CANVAS. ....	26
Ilustración 15- CANVAS.....	38
Ilustración 16- Módulos Receptor y Transmisor de Radiofrecuencia .....	40
Ilustración 17- Frecuencia de oscilador vs Voltaje de alimentación de Encoder.....	41
Ilustración 18- Distribución de pines de encoder.....	42
Ilustración 19- Pulsador normal cerrado y resistencia pull-up .....	42
Ilustración 20- Circuito esquemático de Emisor mediante software Livewire .....	43
Ilustración 21- Circuito PCB de Emisor mediante software PCB Wizard.....	44
Ilustración 22- Placa PCB de Emisor .....	44
Ilustración 23- Placa de Emisor terminada.....	45
Ilustración 24- Frecuencia de oscilador vs Voltaje de alimentación de Decoder .....	46
Ilustración 25- Distribución de pines de decoder.....	47
Ilustración 26- Esquema de etapa de amplificación de corriente.....	48
Ilustración 27- Circuito esquemático de Receptor mediante software Livewire.....	50
Ilustración 28- Circuito PCB de Receptor mediante software PCB Wizard .....	50
Ilustración 29- Placa PCB de Receptor.....	51
Ilustración 30- Placa de Receptor terminada .....	51
Ilustración 31- Modelo de la caja para la placa de deportistas.....	52
Ilustración 32- Vista del orificio para el led testigo y los tacos para la fijación de la placa.....	53
Ilustración 33- Cajas abiertas mostrando el interior. ....	53
Ilustración 34- Presentación de las cajas con placas en su interior. ....	54
Ilustración 35-Vista superior de las cajas. ....	54
Ilustración 36-Bolsillo interno para contener la caja de la placa. ....	56
Ilustración 37-Vista frontal de la pechera. ....	56
Ilustración 38- Deportista con pechera vista frontal.....	59
Ilustración 39- Deportista con pechera vista posterior.....	59
Ilustración 40- Primera etapa de pruebas de campo para medir alcance de señal.....	60

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

Ilustración 41- Segunda etapa de Pruebas de campo para medir respuestas de deportista .....	60
Ilustración 42- Segunda etapa de Pruebas de campo para medir respuestas de deportista .....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1- Valores de corriente y voltaje de estados lógicos del decoder .....	47
Tabla 2- Resultados de la prueba de campo .....	57
Tabla 3 - Tabla de análisis de costos.....	63
Tabla 4- Costo total de producto finalizado (1 emisor y 1 receptor) .....	64

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1-Corrientes en transistor .....	19
Ecuación 2-Relación entre corriente de emisor $I_E$ y corriente de base $I_B$ .....	19
Ecuación 3-Constante de proporcionalidad .....	19
Ecuación 4-Tensiones de Kirchhoff en malla colector-emisor .....	21
Ecuación 5-Corriente de colector $I_C$ .....	22
Ecuación 6-Tensiones de Kirchhoff en malla base-emisor .....	22
Ecuación 7-Corriente de base $I_B$ .....	22
Ecuación 8-Corriente de colector $I_C$ en función de malla base-emisor .....	23
Ecuación 9- Cálculo de resistencia de base de etapa de amplificación .....	49

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Resultados de Encuesta de validación del dispositivo Pregunta Nº 1.....	29
Gráfico 2- Resultados de Encuesta de validación del dispositivo Pregunta Nº 4.....	32
Gráfico 3- Resultados de Encuesta de validación del dispositivo Pregunta Nº 7.....	35
Gráfico 4- Resultados de Encuesta de validación del dispositivo Pregunta Nº 6.....	36

## INTRODUCCIÓN

En el transcurso de la historia el paradigma o modelo de discapacidad ha pasado por varios enfoques. Se ha ido modificando desde el modelo mágico o religioso, pasando por el modelo médico-individual, modelo social hasta el utilizado actualmente, el modelo bio-psico-social. Este último paradigma tiene como representante principal a la Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud (CIF) de la Organización Mundial de la Salud (OMS), basándose en que la discapacidad es una consecuencia de la interacción entre un individuo con una condición de salud y su entorno físico social. Los pilares de este modelo son la inclusión social, la rehabilitación integral y el entorno accesible concentrándose en la persona más que en la discapacidad de la misma.<sup>1</sup> (Organización Mundial de la Salud, 2001)

El actual paradigma ha evolucionado en gran manera desde sus antecesores al alejarse del concepto de persona con discapacidad como “sujeto a reparar”. No obstante, el paradigma bio-psico-social sigue aferrándose a ciertos conceptos como el supuesto de la normalidad funcional que postula el saber médico-individual. Actualmente se prevé que en un futuro el paradigma mute hacia el modelo de diversidad el cual postula que la totalidad de la población posee diferencias desde el punto de vista biofísico. Éste abandona el concepto de cuerpos perfectos y completos para introducir la dignidad humana como eje central de su estructura conceptual.

Hoy en día el ámbito deportivo no ha sido lo suficientemente exitoso en establecer igualdad de oportunidades entre sus participantes cuando se trata de deportistas sordos. Es importante aclarar que existe un mundo de deportes adaptados en constante desarrollo que permiten la activa participación de las personas con discapacidad. A pesar de esto, una realidad en la comunidad sorda es la falta de dinamismo en la comunicación entre el árbitro y los participantes. El mecanismo de arbitraje no consigue alertar con eficiencia y rapidez a la totalidad de los jugadores participantes sobre la ocurrencia de alguna falta.

Frente a esta problemática, se trabajó desde este proyecto en una posible solución para lograr la eficiente integración cultural entre deportistas sordos y oyentes logrando de esta forma la universalización del deporte.

---

<sup>1</sup> Basado en el documento *Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud* (CIF) publicado por la Organización Mundial de la Salud en el año 2001.

## OBJETIVOS

### OBJETIVOS GENERALES

Diseño, estudio de mercado y desarrollo de un prototipo de un dispositivo de comunicación universal entre árbitros y deportistas.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Con este objetivo general en mente, se plantean los siguientes objetivos particulares:

- Investigar e indagar respecto a la historia de la comunidad sorda y la importancia del deporte en la misma.
- Proporcionar identidad y fuerza a las personas que integran la comunidad sorda.
- Realizar un estudio de mercado del dispositivo fundamentando así la inversión en investigación.
- Definir los requerimientos del diseño con el objetivo de lograr un prototipo funcional.
- Realizar un prototipo funcional con todos sus elementos y realizar un ensayo de campo.

## CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

En el siguiente capítulo se presentarán conceptos básicos utilizados a lo largo de todo el trabajo. Se presentará una breve descripción de la historia de la comunidad sorda, de su cultura y de la importancia de las actividades tanto sociales como recreativas para una persona. Luego, se describirá la problemática que desencadenó el desarrollo de éste proyecto. Por último, se darán conceptos fundamentales de electrónica necesarios para el desarrollo tecnológico del producto a diseñar.

### 1.1 COMUNIDAD SORDA

En el siguiente capítulo se pondrá en evidencia conceptos centrales para la comprensión de la dinámica de la *comunidad sorda*<sup>2</sup> como tal. Se intentará acercar al lector a la comunidad intentando que el mismo comprenda el “ser sordo” y todas sus implicancias. Por otro lado, se tiene como objetivo proporcionarles la identidad y fuerza merecida a las personas que integran este colectivo.

#### 1.1.1 LENGUA DE SEÑAS Y CULTURA SORDA

Para las personas sordas la lengua de señas es una gran parte de aquello que se llama comunidad sorda. Como se expresa en la tesis de antropología “La cultura sorda es así, lo siento...: Una etnografía sobre los usos del cuerpo en la comunidad sorda.” por la licenciada Fabiola L. Heredia:

“Entonces aquellos movimientos del cuerpo hechos idioma, luego son movilizaciones de los cuerpos hechas comunidad” (Heredia, 2012)

La lengua de señas es un idioma que posee su propia estructura y no es universal; esto quiere decir, que cada uno de los países tiene su propia lengua de señas donde varía el abecedario, las palabras y las frases idiomáticas. Se debe entender por qué la Lengua de Señas es una lengua y no un lenguaje. Una lengua es, según la RAE, un “Sistema de comunicación verbal propio de una comunidad humana y que cuenta generalmente con escritura.” (RAE, 2018) Se puede inferir entonces que todas las lenguas son lenguajes pero no todos los lenguajes son lenguas, ya que la última implica ser un idioma de una comunidad con historia, intereses y objetivos comunes. En conclusión, se debe referir al idioma utilizado por la comunidad sorda como Lengua de Señas y no como Lenguaje de Señas.

---

<sup>2</sup> Desde éste punto en adelante, se referirá a la comunidad sorda simplemente con la denominación comunidad.

La cultura sorda es evidente en los movimientos de los cuerpos, los espacios compartidos y en la aceptación de la condición como una característica y no como una falta de capacidad. “Esto es culturizarse, aceptar la condición de sordo, no renegar de esta condición” (Heredia, 2012) Ser parte de la comunidad significa estar presente en los eventos como aniversarios de la Organización Cordobesa de Sordos (OCS), charlas sobre la comunidad o eventos deportivos.

La OCS es un lugar de concentración en la Ciudad de Córdoba donde se llevan a cabo diferentes actividades como son reuniones de comunicación (sordos y oyentes en un mismo espacio hablando en LSA), aniversarios, cumpleaños, actividades del grupo de la tercera edad, fiesta de jóvenes y comidas los viernes por la noche. Hablando con personas pertenecientes a la comunidad se nos explicó que hace muchos años atrás la OCS fue creada como un lugar de encuentro donde ellos podían “ser ellos mismos”. Se mencionó que durante todo el día debían adaptarse a los oyentes donde leer labios y no ser entendidos era moneda corriente; por lo tanto, cuando ellos se juntaban en la OCS la comunicación fluía por lo tanto podían reencontrarse y conectarse con ellos mismos.

### 1.1.2 CAMPEONATOS DEPORTIVOS

Como ha sido mencionado anteriormente, entre los eventos de importancia para la comunidad sorda se encuentran los campeonatos deportivos. Los mismos suelen ser grandes competencias donde todas las personas desean estar presentes no sólo para el torneo; sino que también es un momento de encuentro entre personas que viven en distintas ciudades o provincias.

La comunidad sorda en Argentina y en el mundo se ha organizado en distintas instituciones mencionando, las más importantes para este trabajo, a continuación:

- International Committee of Sports for the Deaf (ICSD) fundada en 1924 como Comité International des Sports des Sourds (CISS) encargada de la organización de las Sordolimpiadas y y otros Campeonatos Mundiales Deportivos. (ICSD-About the ICSD, s.f.)

ILUSTRACIÓN 1- LOGO DE ICSD



**DEAFLYMPICS**

Nota: extraído de <https://www.deaflympics.com/icsd/logo>

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

#### ILUSTRACIÓN 2-LOGO DE CISS



Founded in 1924

Nota: extraído de [https://fr.wikipedia.org/wiki/Comit%C3%A9\\_international\\_des\\_sports\\_des\\_Sourds](https://fr.wikipedia.org/wiki/Comit%C3%A9_international_des_sports_des_Sourds)

- Confederación Argentina Deportiva de Sordos (CADES) fundada el 12 de enero de 1980. En 1993 CADES solicita la re-afiliación a CISS. (CADES-Reseña histórica, s.f.) Dentro de los deportes que engloba la CADES son: Artes Marciales, Atletismo, Básquetbol, Bowling, Ciclismo, Fútbol, Hockey, Natación, Rugby, Tenis, Voleibol y Tenis de Mesa.

#### ILUSTRACIÓN 3-LOGO DE CADES



Nota: extraído de <http://cades.org.ar/cadesnew/institucional/resena-historica/>

- Organización Deportiva Panamericana de Sordos (PANAMDES) fundada el 8 de diciembre de 1971 en la ciudad de Buenos Aires, el mismo organiza los juegos

panamericanos de sordos y los juegos panamericanos de jóvenes sordos.  
(PANAMDES, s.f.)

ILUSTRACIÓN 4-LOGO DE PANAMDES



Nota: extraído de <https://panamdes.com/panamdes-americas/>

- Confederación sudamericana Deportiva de Sordos (CONSUDES) fundada el 23 de agosto de 1985 en el país de Brasil por dirigentes sordos de los países de Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay. La misión de la misma es la promoción del desarrollo integral de las personas sordas, generando espacios y oportunidades para compartir y relacionarse. (CONSUDES, s.f.)

ILUSTRACIÓN 5-LOGO DE CONSUDES



Nota: extraído de <http://consudes.com/>

Mediante las instituciones mencionadas, se realiza la organización de las distintas competencias y torneos. Se debe destacar que estos campeonatos se realizan en paralelo de cualquier otro para personas oyentes. Esto es, el cronograma de eventos deportivos de la comunidad sorda es totalmente independiente del utilizado para los eventos deportivos tanto de oyentes como de los paralímpicos – competición internacional para atletas con diversas discapacidades físicas, mentales y/o sensoriales. A lo largo de los años se ha logrado, desde la comunidad, una separación entre las competencias paralímpicas y las competencias para las personas sordas refiriéndose a la “particularidad

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

cultural de las personas sordas por su diferente forma de comunicación, pero que resultaba desleal para personas por ejemplo con discapacidad motora, ya que los sordos, lo único que no pueden es escuchar” (Heredia, 2012) Esta particularidad hace que los campeonatos deportivos sean exclusivos para sordos, por lo tanto, se organizan con la expectativa de reunir a la mayoría de los representantes de la comunidad. Por lo tanto, la mayoría de los asistentes a estos encuentros tienen como objetivo reencontrarse con amigos de la comunidad y conocer gente nueva.

Debido a lo expuesto anteriormente, podemos observar que los campeonatos deportivos en la comunidad tienen un significado mucho más profundo e importante que la simple competencia; más aún, es una oportunidad para sociabilizar y reunirse con “los suyos”. También es de interés remarcar la gran institucionalización del deporte, esto cobra mayor importancia a la hora de analizar los posibles ingresos al mercado.

## 1.2 PROBLEMÁTICA

La problemática general que se ha observado ronda en torno a la dificultad que aún tiene el deporte en generar un entorno donde haya igualdad de oportunidades para los deportistas. A continuación, se desarrollarán conceptos pertinentes para el entendimiento de la problemática en particular.

### 1.2.1 DESARROLLO DEL JUEGO Y PROBLEMÁTICA

El deporte, en el contexto de la discapacidad, puede ser clasificado en deporte adaptado y deporte no adaptado. El primero hace referencia a aquellos deportes en los cuales es necesario un cambio en el reglamento o la adquisición de equipamiento deportivo específico para el desarrollo del mismo. Por otro lado, el deporte no adaptado es aquel en el cual no deben alterarse ni el reglamento ni se debe implementar nuevo equipamiento. Los deportes desarrollados por deportistas sordos se encuentran dentro de los deportes no adaptados, a pesar de esto, se debe realizar un cambio en la dinámica del juego.

Está universalmente aceptado e incorporado que el árbitro del partido, al accionar el silbato, detiene el juego para indicar la presencia de algún acontecimiento. En respuesta a este estímulo auditivo los deportistas proceden a mirar al árbitro quien indica, a través de señas estandarizadas para cada deporte, cual fue la infracción. En presencia de deportistas sordos esta dinámica se altera completamente debido a que la señal emitida por el silbato es de carácter auditivo. Una vez que el árbitro identifica un acontecimiento y acciona el silbato, el mismo debe advertir a los deportistas a través de una señal visual, realizada mediante la elevación de ambas manos. El mensaje se transmite hasta que finalmente la totalidad de los deportistas logran realizar contacto visual con el árbitro quien, en ese momento, realiza la indicación de la falta. Debido a esta mecánica particular, los tiempos en un partido donde participan sordos son mayores. Por otro lado, es importante mencionar la frustración de los deportistas que quizá han recorrido metros antes de darse cuenta que el partido había sido detenido. Adicionalmente, el

juego resulta entorpecido por esta dinámica impidiendo que el partido se lleve con naturalidad.

### 1.2.2 SOLUCIÓN PLANTEADA

Debido a que el deporte en general no ha sido universal, se decidió realizar un primer prototipo funcional para lograr hacer del deporte una actividad más equitativa. El mismo constará de un pulsador adherido al silbato que al ser accionado enviará una señal por radiofrecuencia a unas pecheras, utilizadas por los jugadores, que vibrarán. Debido a la vibración, la totalidad de deportistas serán advertidos del evento en el transcurso del juego haciendo del partido un espectáculo más fluido.

## 1.3 ELECTRÓNICA

### 1.3.1 RADIOFRECUENCIA

“La radiocomunicación puede definirse como Telecomunicación realizada por medio de las ondas radioeléctricas. La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), define las ondas radioeléctricas como las ondas electromagnéticas que se propagan por el espacio sin guía artificial y cuyo límite superior de frecuencia fija, convencionalmente, en 3000 GHz. [...] La técnica de la radiocomunicación consiste en la superposición de la información que se desea transmitir en una onda electromagnética soporte, que se denomina portadora. La inserción de esa información constituye el proceso denominado modulación. Como consecuencia del mismo, se genera una onda modulada, cuyo espectro contiene un conjunto de frecuencias en torno a la portadora. La onda modulada se envía al medio de propagación a través de un dispositivo de acoplamiento con el medio denominado antena” (Hernando Rábanos, 1993).

En general, los conjuntos de elementos para el tratamiento de la información o señal tanto transmitida como recibida se conocen como estación transmisora y estación receptora, respectivamente. Estos equipos de transmisión, recepción y antenas benefician positivamente a lo que es el proceso de radiocomunicación. En cambio, el medio de propagación implicará pérdidas y diversos tipos de perturbaciones (ruido).

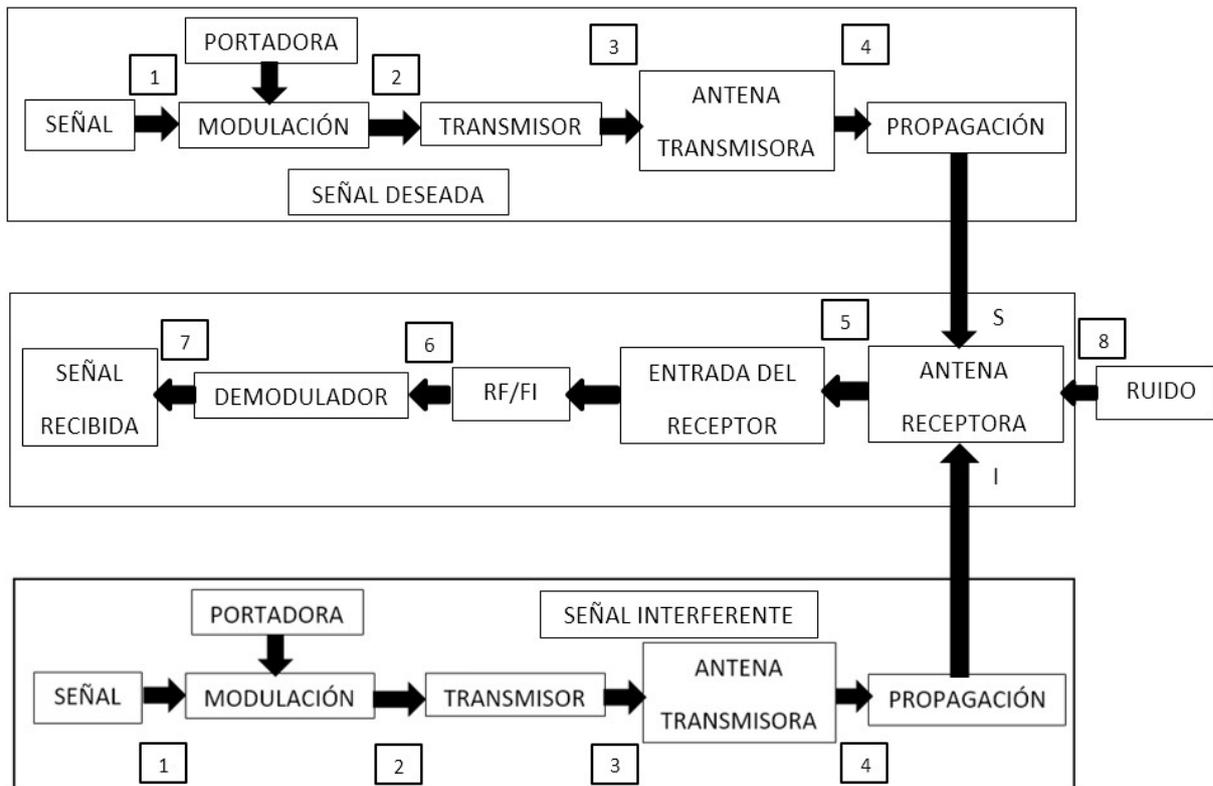
Es muy frecuente que en los sistemas de recepción no solo se encuentre la señal deseada procedente del transmisor con el que se intenta efectuar la radiocomunicación sino también otras señales provenientes de otros transmisores y que tengan otros destinos diferentes al de la estación receptora en cuestión. Estas señales últimas se denominan interferentes o no deseadas.

El receptor extrae potencia de la onda radioeléctrica deseada, la cual debe ser superior a la potencia de la señal ruido o no deseada. Esto lleva necesariamente a establecer un valor umbral de potencia de señal deseada por debajo del cual no puede recuperarse la información.

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

La cobertura de una emisión radioeléctrica puede encontrarse limitada por ruido y por señales interferentes. Actualmente, es más frecuente la prevalencia de señales interferentes en el receptor deseado que la del ruido. Entonces se establece el alcance útil de cobertura en función de la relación de potencias entre la señal deseada y la señal interferente total (relación de protección).

ILUSTRACIÓN 6- MODELO BÁSICO DE UN SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIÓN



Nota: Elaboración propia en base a (Hernando Rábanos, 1993).

### 1.3.2 ENCODERS Y DECODERS

En electrónica, los encoders y decoders son dispositivos para codificar datos o señales en códigos y decodificar códigos en datos, respectivamente.

Los encoders o codificadores permiten convertir datos o señales empleando un determinado y programado código. Este código puede tener diversos propósitos, pero normalmente, y a lo que concierne este proyecto, uno de ellos es permitir la transmisión de datos sobre un canal o señal portadora con unos determinados recursos y limitaciones y que en telecomunicaciones se le llama *modulador*.

Los decoders o decodificadores serían los dispositivos encargados de realizar la operación contraria, es decir, la de identificar el símbolo transmitido por el canal o señal portadora y reexpresar los datos con la forma que tenían antes del modulador, es por eso que también se les llama *demoduladores* en telecomunicaciones.

“Los encoders  $2^{12}$  son una serie de integrados CMOS de gran escala de integración para aplicaciones de sistema de control remoto. Son capaces de codificar información que consiste de N bits de direccionamiento (address) y 12-N bits de datos (data). Cada entrada de direccionamiento/dato puede ser seteada en uno de dos estados lógicos. Los bits de datos y direccionamiento programados son transmitidos juntos con los bits de encabezado a través de RF (radiofrecuencia) o transmisión infrarroja al recibo de una señal de disparo. La capacidad de seleccionar un gatillo TE [...] mejora aún más la flexibilidad de aplicación del encoder.” (Holtek, 2009)

“Los decoders  $2^{12}$  son una serie de integrados CMOS de gran escala de integración para aplicaciones de sistema de control remoto. Están emparejados con series de encoders  $2^{12}$  de Holtek [...] Para un correcto funcionamiento, una pareja de encoder/decoder con el mismo formato de número de direcciones (addresses) y datos (data) deben ser elegidos. Los decoders reciben direcciones y datos en serie desde una serie de encoders  $2^{12}$  programados que son transmitidos por una portadora usando un medio de transmisión de RF (radiofrecuencia) o IR (infrarrojo). Ellos comparan los datos de entrada en serie tres veces continuamente con sus addresses locales. Si no hay errores o no se encuentran códigos no apareados, los códigos de datos de entrada son decodificados y luego transferidos a los pines de salida. Además, el pin VT se pone en nivel lógico alto para indicar una transmisión válida.” (Holtek, 2009)

### 1.3.3 AMPLIFICADOR DE CORRIENTE

En numerosas aplicaciones de la Electrónica Analógica es necesaria la amplificación de magnitudes eléctricas como corrientes y tensiones de salida de sistemas para poder ser tratadas o usadas por otras partes del circuito o sistemas externos a éste. Por ejemplo, algunos dispositivos electrónicos lógicos emiten en su salida valores de corrientes en el orden de los microamperes o pocos miliamperes y para poder ser interpretadas por subsiguientes partes del circuito en cuestión esos niveles de corrientes no son suficientes (como para encender un motor, señales luminosas, alarmas, etc.); es por ello la necesidad de amplificar previamente estas magnitudes eléctricas antes de enviarlas hacia otros componentes.

El componente electrónico por excelencia utilizado es el transistor bipolar que, con una cierta configuración de resistencias eléctricas y tensiones aplicadas a él, permite la amplificación de corrientes y tensiones. Un transistor bipolar consta de dos uniones PN contiguas. Físicamente, se compone de tres partes o terminales: colector, base y emisor.

“El transistor bipolar basa su funcionamiento en el control de la corriente que circula entre el emisor y el colector del mismo, mediante la corriente de base. En esencia un transistor se puede considerar como *un diodo en directa* (unión emisor-base) por el que circula una corriente elevada, y *un diodo en*

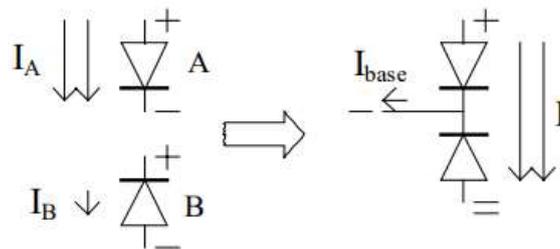
Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

*inversa* (unión base-colector), por el que, en principio, no debería circular corriente, pero que actúa como una estructura que recoge gran parte de la corriente que circula por emisor-base.

Se dispone de dos diodos, uno polarizado en directa (diodo A) y otro en inversa (diodo B). (Ver Ilustración 7) Mientras que la corriente por A es elevada ( $I_A$ ), la corriente por B es muy pequeña ( $I_B$ ). Si se unen ambos diodos, y se consigue que la zona de unión (lo que llamaremos base del transistor) sea muy estrecha, entonces toda esa corriente que circulaba por A ( $I_A$ ), va a quedar absorbida por el campo existente en el diodo B.

De esta forma entre el emisor y el colector circula una gran corriente, mientras que por la base una corriente muy pequeña. El control se produce mediante este terminal de base porque, si se corta la corriente por la base ya no existe polarización de un diodo en inversa y otro en directa, y por tanto no circula corriente.” (EcuRed, 2018)

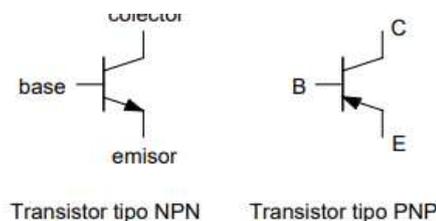
ILUSTRACIÓN 7- EFECTO TRANSISTOR



Nota: Imagen extraída de (Domínguez Gómez, 2018)

Hay dos tipos de transistores bipolares: el NPN y el PNP, de acuerdo a su descripción física. En el transistor NPN el emisor es un semiconductor tipo N, la base es tipo P y el colector es tipo N. La estructura física del transistor PNP es similar a la anterior cambiando las regiones P por regiones N, y las N por P.

ILUSTRACIÓN 8- SÍMBOLOS DE TIPOS DE TRANSISTORES



**ILUSTRACIÓN 9-ESQUEMA DE CORRIENTES Y TENSIONES EN UN TRANSISTOR**



Nota: Ilustraciones (8 y 9) extraídas de (Domínguez Gómez, 2018)

En un transistor bipolar uno de los aspectos más interesantes para su análisis y uso es el conocer las relaciones existentes entre sus tres corrientes ( $I_E$ ,  $I_B$  e  $I_C$ ). En la Ecuación 1 tenemos una primera relación.

**ECUACIÓN 1-CORRIENTES EN TRANSISTOR**

$$I_E = I_C + I_B$$

Otras relaciones se pueden obtener definiendo una serie de parámetros dependientes de la estructura del propio transistor. Definimos los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  (de continua) como la relación existente entre la corriente de colector y la de emisor, o la de colector y la de base, es decir:

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} \quad \beta = \frac{I_C}{I_B}$$

En general el parámetro  $\alpha$  será muy próximo a la unidad, es decir 1 (la corriente de emisor será similar a la de colector), y el parámetro  $\beta$  tendrá un valor elevado (normalmente  $> 100$ ). Este parámetro  $\beta$  se conoce como “*ganancia de corriente*”. De acuerdo con esta consideración, se puede reexpresar la ecuación 1 de la siguiente forma (Ecuación 2):

**ECUACIÓN 2-RELACIÓN ENTRE CORRIENTE DE EMISOR  $I_E$  Y CORRIENTE DE BASE  $I_B$**

$$I_E = \beta \cdot I_B + I_B$$

$$I_E = (\beta + 1) \cdot I_B$$

De la misma forma se puede reexpresar para obtener la *constante de proporcionalidad  $\alpha$*  (Ecuación 3):

**ECUACIÓN 3-CONSTANTE DE PROPORCIONALIDAD**

$$I_E = (\beta + 1) \cdot \frac{I_C}{\beta}$$

$$I_E = \frac{(\beta + 1)}{\beta} \cdot I_C$$

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

$$\alpha = \frac{(\beta + 1)}{\beta}$$

$$I_E = \alpha \cdot I_C$$

Con esta premisa, si  $\beta$  es muy grande, entonces se puede decir que  $\alpha \approx 1$  y por lo tanto  $I_E \approx I_C$ .

En función de las tensiones que se apliquen a cada uno de los tres terminales del transistor bipolar podemos conseguir que éste entre en una región u otra de funcionamiento. Por *regiones de funcionamiento* entendemos valores de corrientes y tensiones en el transistor, que cumplen unas relaciones determinadas dependiendo de la región en la que se encuentre.

*“Regiones de funcionamiento (ver Ilustración 10)*

*Corte.* Cuando el transistor se encuentra en corte no circula corriente por sus terminales. Concretamente, decimos que el transistor se encuentra en corte cuando se cumple la condición:  $I_E = 0$  ó  $I_E < 0$ . Para polarizar el transistor en corte basta con no polarizar en directa la unión base-emisor del mismo, es decir, basta con que  $V_{BE}=0$ .

*Lineal.* La región lineal o activa es la normal de funcionamiento del transistor. Existen corrientes en todos sus terminales y se cumple que la unión base-emisor se encuentra polarizada en directa y la colector-base en inversa. En general, y a efectos de cálculo, se considera que se verifica lo siguiente:

$$I_C = \beta \cdot I_B$$

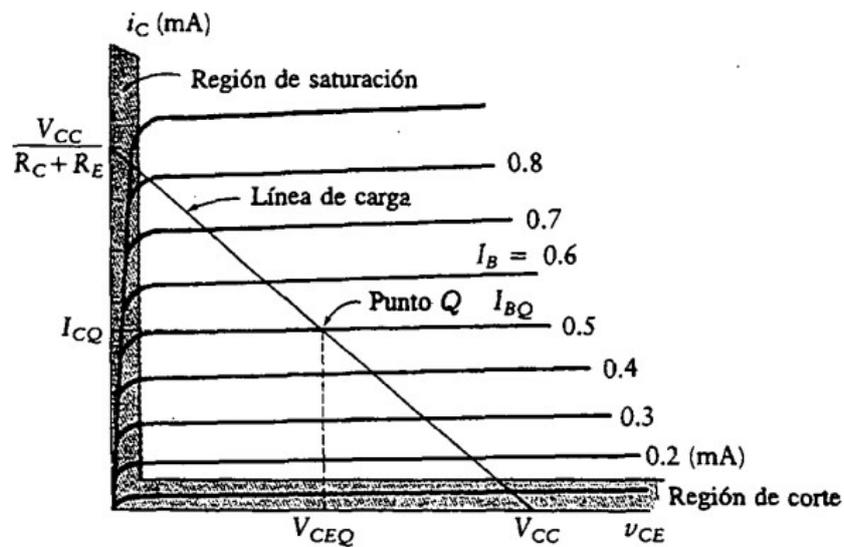
*Saturación.* En la región de saturación se verifica que tanto la unión base-emisor como la base-colector se encuentran en directa. Se dejan de cumplir las relaciones de activa, y se verifica sólo lo siguiente:

$$V_{BE} = V_{BE_{SAT}}$$

$$V_{CE} = V_{CE_{SAT}}$$

donde las tensiones base-emisor y colector-emisor de saturación suelen tener valores determinados (0,7 y 0,2 voltios habitualmente). Cuando el transistor se encuentra en saturación circula también corriente por sus tres terminales, pero ya no se cumple la relación:  $I_C = \beta \cdot I_B$ ” (Domínguez Gómez, 2018)

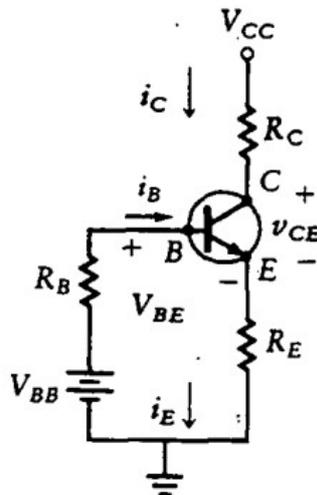
ILUSTRACIÓN 10- REGIONES DE FUNCIONAMIENTO DE TRANSISTOR



Nota: Ilustración extraída de (Savant, Roden, & Carpenter, 1992)

A modo de ejemplo se analizará el circuito de la Ilustración 11. Aplicando Ley de Tensiones de Kirchhoff sobre el lazo cerrado colector emisor (Ecuación 4):

ILUSTRACIÓN 11- CIRCUITO DE TRANSISTOR SIMPLE EN CONFIGURACIÓN EMISOR COMÚN



Nota: Ilustración extraída de (Savant, Roden, & Carpenter, 1992)

ECUACIÓN 4-TENSIONES DE KIRCHHOFF EN MALLA COLECTOR-EMISOR

$$V_{CC} = I_C \cdot R_C + V_{CE} + I_E \cdot R_E$$

Como  $I_C$  es aproximadamente igual a  $I_E$ , se puede simplificar la ecuación 4 a la siguiente:

$$V_{CC} = I_C \cdot (R_C + R_E) + V_{CE}$$

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

Esta última ecuación define una relación lineal entre  $I_C$  y  $V_{CE}$  (Ecuación 5):

#### ECUACIÓN 5-CORRIENTE DE COLECTOR $I_C$

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C + R_E}$$

Teniendo en cuenta la intersección con los ejes, es decir: cuando  $I_C = 0$  y cuando  $V_{CE} = 0$ , se podría graficar dicha línea recta conocida como “Línea de carga en corriente continua”:

Si  $I_C = 0$ , entonces  $V_{CE} = V_{CC}$ . Si  $V_{CE} = 0$ , entonces  $I_C = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$ .

Escribiendo las ecuaciones de la Ley de Tensiones de Kirchhoff alrededor de la malla de la base emisor, se obtiene

#### ECUACIÓN 6-TENSIONES DE KIRCHHOFF EN MALLA BASE-EMISOR

$$V_{BB} = I_B \cdot R_B + V_{BE} + I_E \cdot R_E$$

Suponiendo que  $V_{BE} = 0,7$  V para transistores de silicio y que  $I_E = (\beta + 1) \cdot I_B$  y reemplazando en la ecuación anterior, se obtiene

#### ECUACIÓN 7-CORRIENTE DE BASE $I_B$

$$V_{BB} = I_B \cdot R_B + V_{BE} + (\beta + 1) \cdot I_B \cdot R_E$$

$$V_{BB} = V_{BE} + I_B \cdot (R_B + (\beta + 1) \cdot R_E)$$

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1) \cdot R_E}$$

Si en esta última ecuación se considera la relación  $I_C = \beta \cdot I_B$  obtenemos una nueva expresión de la corriente de colector en función de parámetros de la malla de entrada (malla base emisor):

$$I_C = \frac{(V_{BB} - V_{BE}) \cdot \beta}{R_B + (\beta + 1) \cdot R_E}$$

Y si se considera una ganancia de corriente  $\beta \gg \gg 1$ , es decir muy grande, se podría despreciar la magnitud de  $R_B$  frente a  $(\beta + 1) \cdot R_E$ , por lo que la última ecuación se reescribe así:

$$I_C = \frac{(V_{BB} - V_{BE})}{\frac{(\beta + 1)}{\beta} \cdot R_E}$$

Además, como  $\beta \gg \gg 1$ , el término  $\frac{(\beta + 1)}{\beta} \approx 1$ . Por lo que la ecuación nueva de la corriente de colector quedaría aún más simplificada independiente del parámetro  $\beta$ , esto es

#### ECUACIÓN 8-CORRIENTE DE COLECTOR IC EN FUNCIÓN DE MALLA BASE-EMISOR

$$I_C \approx \frac{(V_{BB} - V_{BE})}{R_E}$$

Cabe destacar que esta última ecuación (Ecuación 8), es correcta y útil solo si se cumple la condición de que  $R_B \ll (\beta + 1) \cdot R_E$ , esto con un  $\beta \geq 100$ .

### 1.3.4 REGULADOR DE TENSIÓN

“Todos los circuitos electrónicos requieren una o más fuentes de tensión estable de continua. Las fuentes de alimentación sencillas construidas con un transformador, un rectificador y un filtro no proporcionan una calidad suficiente porque sus tensiones de salida cambian con la corriente que circula por la carga y con la tensión de la línea, y además presentan una cantidad significativa de rizado a la frecuencia de la red.” (EcuRed, 2018)

La función de un regulador de tensión es proporcionar una tensión estable y bien especificada, con protección frente a sobrecargas o cortocircuitos, para alimentar otros circuitos a partir de una fuente de alimentación de entrada de poca calidad. Internamente se basan en la estabilidad de tensión que proporciona el *diodo zener* y la amplificación que proporcionan los *transistores*.

“Para requerimientos de potencia relativamente bajos, el regulador de CI (circuito integrado) es mucho más económico que los componentes discretos necesarios para hacer una fuente regulada, y proporciona mejor regulación ( $\pm 0.01\%$ ), protección de sobrecarga y confiabilidad.” (Savant, Roden, & Carpenter, 1992)

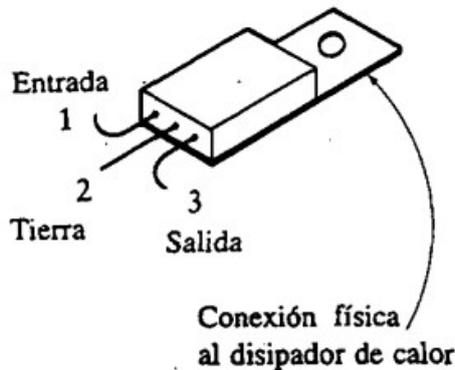
“Como ejemplo, las series 7800 y 7900 de paquetes de reguladores en CI están disponibles de inmediato. Los últimos dos dígitos del número de parte del CI indican la tensión de salida del dispositivo. Así, por ejemplo, un CI 7808 produce una salida de 8 V regulados. La serie 7800 de reguladores en CI proporciona sólo tensiones reguladas positivas. La serie 7900 [...] tensiones reguladas negativas.” (Savant, Roden, & Carpenter, 1992)

La tensión que proporcionan es fija según el modelo y va desde 3.3 V hasta 24 V con una corriente de 0.1 A hasta 3 A. Las dos primeras cifras corresponden a la familia: 78xx para reguladores de tensiones positivas, 79xx para reguladores de tensiones negativas. Las dos cifras siguientes corresponden al voltaje de salida: xx05 para tensión de 5 V, xx12 para 12 V, xx24 para 24 V. Con respecto a la corriente máxima ( $I_{m\acute{a}x}$ ) de salida, está indicada en el marcado del dispositivo: L= 0.1A; M= 0.5A; S= 2A; T= 3A; sin letra= 1A.

En la siguiente ilustración se indican las conexiones para la serie 7800 de paquetes de reguladores en CI:

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

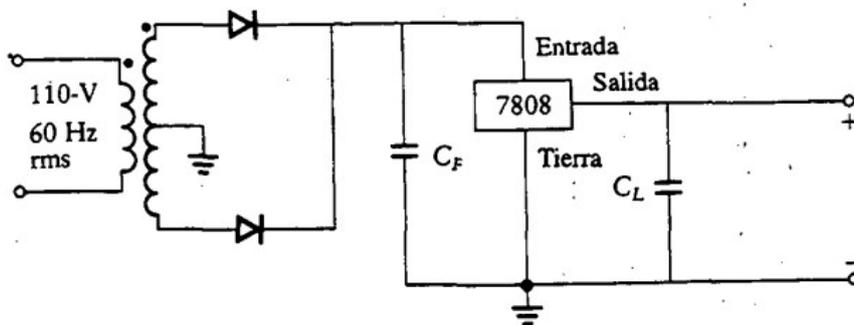
ILUSTRACIÓN 12- REGULADOR DE TENSIÓN DE LA SERIE 7800



Nota: Ilustración extraída de (Savant, Roden, & Carpenter, 1992)

El circuito externo es muy simple y se muestra en la siguiente figura (Ilustración 13). “El regulador en CI es un dispositivo de tres terminales. Los circuitos externos consisten en dos capacitores ( $C_L$  es opcional) y un rectificador de onda completa. Si las corrientes en el regulador exceden de aproximadamente  $\frac{3}{4}$  A, el CI se debe fijar a un disipador de calor.” (Savant, Roden, & Carpenter, 1992)

ILUSTRACIÓN 13- CIRCUITO EXTERNO DEL REGULADOR DE TENSIÓN



Nota: Ilustración extraída de (Savant, Roden, & Carpenter, 1992)

## 1.4 HERRAMIENTAS PARA ESTUDIO DE MERCADO

### 1.4.1 CANVAS

Se realizó un CANVAS, una herramienta para realizar modelos de negocios propuesta por Alexander Osterwalder que nos permite visualizar cómo las organizaciones crean, entregan y capturan valor. Esta herramienta parte de las primeras 4 preguntas que se deben hacer a la hora de realizar un modelo de negocios. La primera pregunta es *¿Qué?*, cual es la propuesta de valor del producto; la segunda es *¿Quién?*, a qué clientes está dirigido el producto; la tercera es *¿Cómo?*, relacionado a que tenemos para hacer

el producto; por último, se debe tener en cuenta los recursos económicos que costará realizar la propuesta de valor y los ingresos en relación con los clientes. (idi, 2018)

Luego, por cada una de estas preguntas se desglosan nueve bloques donde se desarrollan distintos aspectos de importancia para el modelo de negocio. Estos son:

**1. Segmentos de clientes.**

Se refiere al segmento del mercado en el cual nos enfocaremos. Puede ser todo el mercado o solamente ciertos segmentos. Es muy importante este bloque ya que definir el nicho, en muchos casos, determina el éxito o fracaso del producto.

**2. Propuestas de valor.**

Es todo aquello que distingue al producto como único. Se entiende como lo que se ofrece al cliente adicionalmente de la solución al problema planteado. Se debe plantear la propuesta de valor como aquello que el cliente quiere comprar. Esto es, aquella característica que se destaca más allá de la resolución del problema.

**3. Canales de comunicación, distribución y venta.**

Las formas en las cuales la organización se propone a establecer contacto con el segmento de clientes propuesto. Adicionalmente, se establece como es que la empresa hará llegar el producto terminado a los mismos.

**4. Ventaja especial**

En este bloque se establece que ventaja por sobre la competencia tiene el producto. Se intentan encontrar aquellas características que posee el producto que no posee la competencia.

**5. Estructura de ingresos**

Es lo que la empresa obtiene al efectuar un intercambio de la propuesta de valor con el cliente. En otras palabras, es lo que la organización obtiene a cambio de entregar al cliente un producto o servicio.

**6. Métricas claves**

Son aquellas estadísticas y números que son de gran importancia para el proyecto. En principio se suele identificar la cantidad de mercado disponible, se identifica la cantidad de población y demás métricas del lugar donde se planea comercializar el producto.

**7. Solución**

Se establecen las soluciones propuestas por el proyecto para resolver el problema planteado. Se debe especificar cómo planea el producto solucionar la problemática.

**8. Problema y alternativa**

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

Se identifica claramente cuál es el problema. Se deben establecer quienes son los afectados y cómo son afectados. Es importante también establecer cuáles son las alternativas, también llamado estado del arte.

### 9. Estructura de costos

Se basa en la estructura de costes y cuáles son los movimientos internos y externos de la empresa.

Un CANVAS debe ser realizado con todas las partes involucradas de la organización. Se aconseja realizar un *brainstorm* de ideas para cada bloque donde se exponen todas las posibilidades. Luego, se plantean hipótesis de cada una de esas ideas que deberán ser probadas o justificadas para que la idea sea incluida en el CANVAS final. Una vez finalizado el proceso, se deberá disponer la información de la siguiente forma:

ILUSTRACIÓN 14- ILUSTRACIÓN DE ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN PARA CANVAS.

<b>¿Cómo?</b>		<b>¿Qué?</b>	<b>¿Quiénes?</b>	
<b>Problema y alternativa</b>	<b>Solución</b>	<b>Propuesta de valor</b>	<b>Ventaja especial</b>	<b>Segmento de clientes</b>
	<b>Métricas claves</b>		<b>Canales de comunicación, distribución y venta</b>	
<b>Estructura de costos</b>		<b>Estructura de ingresos</b>		

Nota: Ilustración de elaboración propia.

## CAPITULO 2: ESTUDIO DE MERCADO

En el siguiente capítulo se procedió a describir la realización del estudio de mercado. En el mismo se tratará el objetivo del negocio donde se explicará a grandes rasgos cómo se piensa estructurar el negocio. Luego, se plantearán las hipótesis que sustentará el armado del CANVAS. A partir de esto, se plantearán los distintos bloques del CANVAS armando una tabla para exponer la información de forma pertinente.

Al realizar el proyecto, se pensó que sería de importancia la realización de un estudio de mercado debido que para que el mismo sea sustentable se deberá obtener financiamiento. Para lograr esto, se debe tener un buen estudio del nicho del mercado al que se pretende llegar y cuáles son los objetivos del negocio a corto y largo plazo. De esta forma, se puede exponer de forma concreta y simple que existe un mercado disponible para poder vender el producto.

Para la realización de este estudio de mercado se recurrió a un grupo de Ingenieros Industriales con conocimiento en la materia quienes aportaron de forma activa con el proyecto en esta etapa.

### 2.1 OBJETIVO DEL NEGOCIO

El objetivo último del negocio es introducirse en el mercado. Para lograr el mismo se intentará crear conexiones con entes como la Secretaría de Deportes de la ciudad, las federaciones deportivas y los clubes privados. En los primeros acercamientos del producto, será de importancia relevar las críticas de los usuarios y realizar las mejoras necesarias.

El primer objetivo se enfocará en la capacitación de los usuarios ya que la utilización del producto, en un principio, será entorpecido por la falta de costumbre de los mismos. A través de la capacitación, se intentará acostumbrar al usuario a la utilización del producto realizando un entorno de mayor confort. Sin embargo, esto debe estar acompañado de mejoras continuas y adecuaciones pertinentes.

En una segunda etapa, se considera la comercialización de los dispositivos de manera individual. Esto es, realizar la venta de los receptores y transmisores por separado. Esto generará la posibilidad de ampliar el mercado y ampliar la propuesta de valor. Se piensa, como segundo objetivo, que el producto se pueda vender a cualquier particular; de esta forma, el usuario podrá personalizar ciertas características del producto como pueden ser el color, forma o diseño.

### 2.2 HIPÓTESIS

En la siguiente sección se expondrán diversas hipótesis planteadas para cada bloque. Luego de haber expuesto las hipótesis, se encuentra la forma en que se planea testear. Por último, se realiza el testeo de los bloques mostrando los resultados obtenidos.

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

### 2.2.1 BLOQUE SEGMENTO DE CLIENTES

Las hipótesis planteadas en este segmento serán respecto a los early adopters, ya que son estos los clientes que aceptan con mayor facilidad el producto y estarán dispuestos a dar un mayor feedback. Esto no quiere decir que una vez validadas estas primeras hipótesis no se puedan plantear y validar otras hipótesis sobre el segmento.

#### Hipótesis 1

Las personas sordas son conscientes de que el sistema actual para marcar las faltas produce una ralentización y pérdida de dinamismo en la actividad.

#### Hipótesis 2

No existen reglamentos deportivos que interfieren con la implementación de un nuevo sistema para marcar faltas.

#### Testeo de hipótesis de segmento de clientes

Para validar la hipótesis N° 1 se utilizará el MVP (producto mínimo viable) que consiste en un video informativo. En el mismo se mostrará cómo se pierde el dinamismo en el juego al marcar las faltas y, así mismo, se mostrará la solución propuesta por el proyecto. Finalizada la presentación del video se realizará una entrevista (ver Anexo N° 1: Encuesta de validación del dispositivo) donde se harán preguntas para poder validar la hipótesis N° 1. Por otro lado, La hipótesis N° 2 será validada a través de la investigación en los distintos reglamentos de los deportes en grupos. De esta forma, se investigará la posibilidad de utilizar el dispositivo sin infringir alguna regla de juego.

A su vez, para validar la hipótesis será necesario realizar la presentación del MVP y las encuestas a al menos 30 personas sordas. Se utilizarán los siguientes criterios para validar las hipótesis:

- Hipótesis 1: al menos el 40% del total de las encuestas deben ser valoradas como positivas.
- Hipótesis 2: No hay ningún reglamento que explícitamente impida la utilización del dispositivo.

#### Resultados

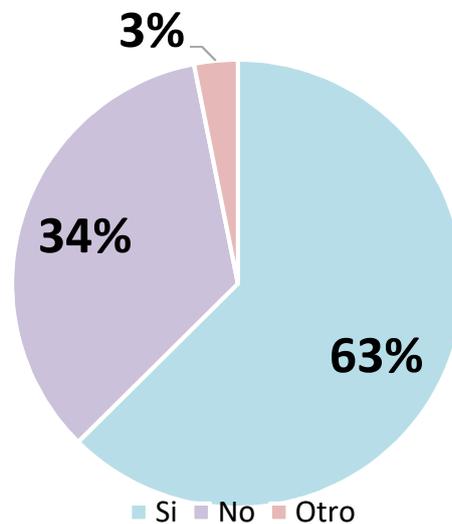
Se realizó la encuesta a 32 personas sordas. Debido a problemas de logística, se decidió realizar las encuestas por WhatsApp. Ésta decisión pudo ser posible debido a que todas las respuestas eran de "Si" "No" u "Otro" y, por otro lado, debido a que se pudo subir el video a YouTube donde el mismo era accesible para todos. Por lo tanto, como resultado a esta modalidad pudo ser posible llegar a la mayor cantidad de personas.

Dentro de la encuesta, se preguntó dos veces si pensaban que el arbitraje era una limitación para las personas sordas. La primera se preguntó sin haber enviado el MVP y la segunda, luego de que el encuestado vio el video. Fue interesante observar que 8 de

los 11 encuestados que en un principio habían dicho que “No” cambiaron su respuesta a “Si” luego de ver el MVP. Esto nos confirma la hipótesis de que las personas sordas no son conscientes de que el sistema de arbitraje actual es una limitación para el desarrollo en plenitud de las actividades deportivas en sordos. Esto se puede observar en los Gráficos Nº 1 y 2 donde el número de respuestas de “No” disminuye de un 34% a un 22% manteniéndose constante el número de respuestas de “Otro” en un 3%.

Por otro lado, podemos concluir que se valida la hipótesis 1 ya que el 63% antes de ver el video respondió que si había una limitación de las personas sordas en realizar deporte en su máximo potencial debido al sistema de arbitraje actual. A su vez, si analizamos la cantidad de respuestas positivas luego de ver el vídeo podemos observar que se aumentó la misma a un 75 % validando nuevamente la hipótesis 1.

**GRÁFICO 1- RESULTADOS DE ENCUESTA DE VALIDACIÓN DEL DISPOSITIVO PREGUNTA Nº 1**



Nota: Gráfico de elaboración propia

Para la validación de la hipótesis Nº 2 se debió, en primer lugar, seleccionar los reglamentos a estudiar. Debido a que hay muchos deportes en los que se puede utilizar este dispositivo, se decidió tomar los deportes más practicados que son el Vóley, Hockey, Rugby, Básquet y Fútbol. Una vez determinados los deportes a investigar se procedió a leer el reglamento de cada uno de estos y determinar si existía alguna regla o ley que prohiba la utilización del dispositivo. Es importante aclarar que a la hora de analizar los reglamentos se pensó en el prototipo como un producto terminado, por lo tanto, se pensó en el mismo como un dispositivo de dimensiones acotadas.

Se decidió comenzar con el reglamento de Vóley (FIVB-Fédération internationale de volleyball, 2016) donde en el capítulo Nº 2: Participantes en la sección 4.5 Objetos prohibidos especifica que elementos se encuentran prohibidos. Entre los objetos que no pueden ser utilizados se incluyen:

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

- Objetos que puedan causar lesiones o proveer una ventaja artificial para el jugador.

Ninguna otra especificación está escrita, por lo tanto, se puede deducir que el dispositivo podría ser utilizado en estos partidos.

Luego, se procedió a buscar en el reglamento de unos de los deportes de mayor complejidad, el rugby (World Rugby, 2018). El Rugby es un deporte grupal de extremo contacto físico, por lo tanto, tienen reglas muy estrictas respecto de lo que se puede o no utilizar a la hora de jugar. Dentro del reglamento en “Law 4: player’s clothing” se especifican los elementos prohibidos. Dentro de esta sección, lo primero que se especifica es que todos los elementos de indumentaria deben respetar la Regulación 12 del World Rugby. Debido a esto, se recurrió a la World Rugby Regulation 12 (World Rugby, 2015) donde en la sección Nº 4 “Banned ítems of clothing” se especifican todos aquellos elementos que no pueden ser utilizados por los jugadores. El mismo solamente especifica los materiales y que ancho debe tener la ropa. Debido a esto, se continuó estudiando las leyes del World Rugby. En el punto Nº 5 especificas cosas que NO pueden ser utilizadas por los deportistas. Esto incluye:

- Ningún elemento manchado con sangre.
- Ningún elemento filoso o que raspe.
- Ningún elemento que tenga hebillas, clips, anillos, bisagras, cierres o cremallera, tornillos, pernos o materiales rígidos o salientes no permitidos en esta Ley.
- Joyas.
- Guantes.
- Shorts con acolchonado cosido al mismo.
- Ningún elemento normalmente permitido por esta ley pero que en opinión del árbitro probablemente pueda causar una lesión.
- Dispositivos de comunicaciones.

Como podemos observar, en este caso, se debe trabajar en conjunto con los árbitros y los dirigentes de la asociación Argentina para que el uso del dispositivo sea aceptado. Tomando en cuenta que se ha permitido el uso de pequeños dispositivos para rastrear el movimiento de los jugadores hace algunos años, se puede inferir que si se trabaja de forma conjunta se podría lograr la aceptación del mismo. Es importante aclarar que no se encontró ninguna regla que prohíba explícitamente este dispositivo.

Luego, se analizó el reglamento de Fútbol (IFAB- International Football Association Board, 2018) donde en la Regla 04 se encuentra especificado el equipamiento de los jugadores. Dentro de esta regla, en el punto Nº 1, se encuentra estipulado la seguridad. En el mismo se especifica que por cuestiones de seguridad los jugadores deben quitarse todo tipo de accesorio de joyería o bisutería. Por otro lado, especifica que no debe llevar equipamiento que sea peligroso ni llevar ningún objeto que sea peligroso. En lo que respecta a equipos de comunicación, la regla especifica que los jugadores no tienen la autorización para llevar o utilizar ningún tipo de equipos electrónicos o de comunicación

(excepto donde se permita el uso de EPTS - Electronic performance and tracking systems). Lo que se entiende por esta regla, es que los jugadores no pueden utilizar dispositivos electrónicos para la comunicación entre ellos o entre el cuerpo técnico y ellos. En ningún lado se encuentra prohibida la utilización de dispositivos de comunicación entre los jugadores y los árbitros. Debido a esto, se estima que la comunidad del fútbol aceptaría el dispositivo habiendo explicado claramente cuál es su objetivo y alcance de la comunicación.

Se prosiguió a analizar el reglamento de Hockey, específicamente el de la FIH (FIH-International Hockey Federation, 2019) En el reglamento de la FIH, en la sección 4: Player's clothing and equipment se encuentra especificado el color de los uniformes, el tamaño de las protecciones de las manos, el tamaño y color de las protecciones de la arquera. En ningún lugar de la regla se encuentra prohibido ningún dispositivo de comunicación ni se encuentra especificado la prohibición de dispositivos electrónicos en general. Debido a esto, se infiere que se podría utilizar el prototipo en partidos de Hockey.

Por último, se finalizó el análisis con el reglamento de Basquetbol (FIBA-International Basketball Federation, 2018) Dentro del documento en el Art. 4 se encuentra el equipamiento que debe utilizarse para jugar. En el mismo, se encuentra especificadas las cosas que deben ser utilizadas por los jugadores. Pero, en ningún párrafo se encuentra prohibido ningún dispositivo electrónico de ningún tipo. Debido a esto, el prototipo podría ser utilizado en este deporte.

En conclusión, se puede decir que la hipótesis N° 2 de este segmento queda validada. No hay en ningún reglamento, alguna ley, regla o artículo que especifique que el dispositivo no pueda ser utilizado.

### 2.2.2 BLOQUE PROPUESTA DE VALOR

La propuesta de valor del dispositivo es: comunicación y universalización en el deporte. Todos jugamos.

### 2.2.3 BLOQUE CANALES DE COMUNICACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y VENTAS

En este caso, el bloque de comunicación, distribución y ventas se enfocará en las asociaciones, clubes y organizaciones de sordos. Por otro lado, se intentará enfocar en las federaciones de los distintos deportes y en el ministerio de deporte de la provincia. Se intentará introducir el producto en estos entes para que el producto se conozca y que la población lo pruebe. Una vez que el producto sea conocido y que se haya introducido al deporte se intentará vender de forma particular para aquellas personas que quieran comprarlo de forma individual.

#### Hipótesis 1

Los deportistas y entrenadores de los distintos deportes estarían dispuestas a utilizar en entrenamientos y partidos el producto.

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

### Testeo de hipótesis del bloque de comunicación, distribución y ventas

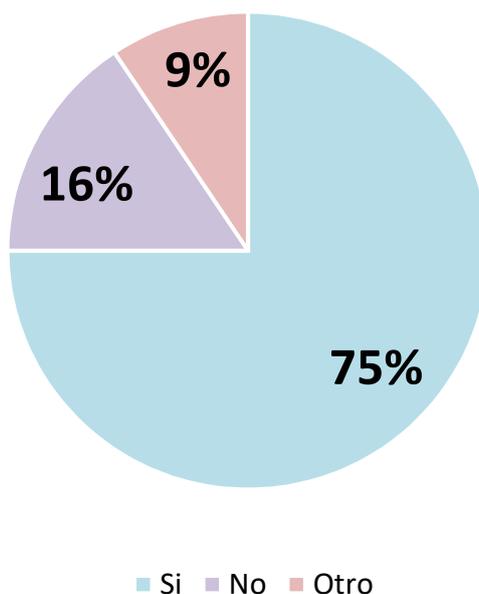
Para poder testear esta hipótesis se realizó una encuesta (ver Anexo N° 1: Encuesta de validación del dispositivo) a las distintas Federaciones y asociaciones de sordos donde se les propondrá la hipotética entrega de un producto para que lo utilicen en entrenamientos y partidos amistosos. Se utilizó el siguiente criterio para validar la hipótesis.

- Hipótesis 1: al menos el 50% del total de las encuestas deben ser valoradas como positivas.

### Resultados

Se preguntó a las personas sordas si utilizarían este dispositivo en entrenamientos y partidos. Esto se realizó en la segunda encuesta luego de ver el MVP. Los resultados se pueden ver en el gráfico N° 2 que se adjunta a continuación.

**GRÁFICO 2- RESULTADOS DE ENCUESTA DE VALIDACIÓN DEL DISPOSITIVO PREGUNTA N° 4**



Nota: Gráfico de elaboración propia.

El 75% de las encuestas resultaron positivas. Por lo tanto, se valida la hipótesis 1 de este bloque. Es interesante resaltar que del 9% de las respuestas donde el resultado fue "Otro" la mayoría de los encuestados respondieron que lo utilizarían solo en partidos ya que no le veían el sentido de utilizarlo en entrenamientos.

### 2.2.4 BLOQUE VENTAJA ESPECIAL

La ventaja especial del dispositivo es que se otorgará atención personalizada a todos los clientes, esto es, cada dispositivo estará adaptado a los gustos y necesidades de

cada comprador. Por otro lado, se dará garantía de un año por mal funcionamiento donde se entregará un dispositivo nuevo en caso de falla. Por último, se otorgará mantenimiento correctivo a los dispositivos de ser necesario.

### 2.2.5 BLOQUE MÉTRICAS CLAVES

Las métricas son de gran importancia a la hora de realizar un proyecto. Se debe entender el segmento de clientes y cuál es el número total de personas potenciales que accederían al producto. Por otro lado, se debe determinar que tendencia de crecimiento tiene el segmento de clientes para poder establecer si la cantidad de potenciales usuarios se encuentra en aumento o no. Debido a esto, este bloque se validará presentando información de las siguientes métricas:

- Cantidad de sordos en el país
- Cantidad de sordos realizando deporte
- Tendencia mundial de crecimiento de la población sorda

Se estima que, en Argentina, el total de personas con discapacidad es el 12,9% de la población total. Es decir, que hay 5.114.190 personas con algún tipo de discapacidad en el país. (INDEC) De este porcentaje, el 18% son personas que poseen disminución del sentido del oído (Ministerio de salud y desarrollo social ) Esto es, 920.554 personas en Argentina son sordas. Retomando el segmento de propuesta de valor, se obtuvo que el 75% de la población con sordera realiza deporte. Esto es, 690.415 personas sordas son deportistas. Por otro lado, según la WHO la cantidad de personas sordas en el mundo va en aumento (WHO-World Health Organization, 2018). Se espera que para el 2050 haya 900 millones de sordos en el mundo.

### Resultados

A pesar de no tener hipótesis que validar, se pudieron sacar conclusiones luego de la investigación de las métricas claves. Por un lado, se puede inferir que el segmento del mercado en Argentina es amplio. Debido a esto, se puede suponer que existe gran cantidad de personas que podrían ser futuros usuarios. Por otro lado, se pudo observar que la tendencia de crecimiento de la población sorda se encuentra en aumento por lo que el segmento de clientes aumenta a medida que pasa el tiempo.

### 2.2.6 BLOQUE PROBLEMA Y ALTERNATIVA

Para la elaboración de las hipótesis de este bloque se tomará en cuenta que la población no identifica el problema en particular. La generalidad de la comunidad sorda se encuentra acostumbrada a la dinámica actual de detección de faltas en el juego. Es por esto, que a la hora de consultar nadie identificaba el problema inmediatamente. Normalmente, se explicaba cuál era el inconveniente y, luego de esto, los deportistas recapacitaban al respecto. Debido a esto, las hipótesis a plantear de este bloque se encuentran principalmente relacionadas con identificar si la comunidad sorda encuentra esta dinámica difícil y problemática o no.

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

Por otro lado, se evaluó si existe algún método alternativo para resolver el problema de dinamismo. Para esto, se plantearon posibles alternativas y se consultará cuál sería la más eficaz.

### Hipótesis 1

Las personas sordas identifican la detección de faltas como un inconveniente para la realizar deporte de forma fluida.

### Hipótesis 2

El método de banderas y luces planteado como única alternativa a éste producto es menos conveniente para el usuario.

### Testeo de hipótesis de bloque problema y alternativa

Para validar la hipótesis 1, se utilizó el MVP anteriormente mencionado. En este caso, se realizó una encuesta (ver Anexo N° 2: Encuesta previa sobre actividad deportiva) previamente a mostrar el video de promoción del producto. Una vez obtenida las respuestas, se procedió a mostrar el video MVP. Al finalizar el video, se entregaron unas segundas encuestas (ver Anexo N° 1: Encuesta de validación del dispositivo – sección Encuesta 2) en donde se consultó respecto al producto de interés y de la alternativa.

Por otro lado, para validar la hipótesis 2 se realizó una breve explicación del método de banderas y luces. Luego de explicar claramente en que consiste esta alternativa, se entregaron encuestas (Ver Anexo N° 1: Encuesta de validación del dispositivo – sección Encuesta 3) para que el usuario responda si le parece una mejor alternativa o no.

Para validar las hipótesis se utilizarán los siguientes parámetros.

- Hipótesis 1: al menos el 50% del total de las encuestas deben ser valoradas como positivas.
- Hipótesis 2: al menos el 40% del total de las encuestas deben ser valoradas como positivas.

### Resultados

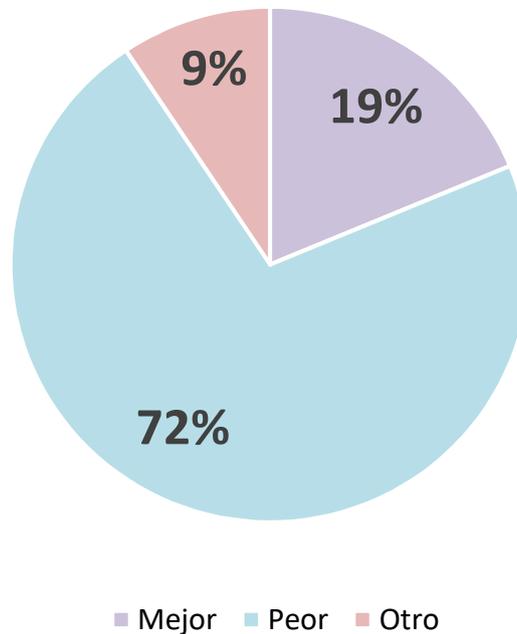
Para validar las hipótesis de este bloque se realizó la encuesta de validación que el procedimiento fue explicado con anterioridad. En este caso, se realizaron dos preguntas una dedicada a cada hipótesis.

En el caso de la primera hipótesis, se utilizó la misma pregunta que en la sección 1 donde se consultó a las personas sordas si pensaban que el sistema de arbitraje generaba una limitación en las personas sordas. Los resultados pueden verse en el gráfico N° 2. Como para validar esta hipótesis se deben superar el 50% del total de las encuestas como positivas, podemos concluir que esta hipótesis se valida.

Por otro lado, en el caso de la hipótesis 2 se explicó claramente el método de banderas y luces dejando un espacio para preguntas. Luego, se preguntó si el método de

banderas y luces es mejor o peor que el método de pecheras con vibración. Los resultados se pueden observar en el gráfico N° 3.

**GRÁFICO 3- RESULTADOS DE ENCUESTA DE VALIDACIÓN DEL DISPOSITIVO PREGUNTA N° 7**



Nota: Gráfico de elaboración propia.

Los resultados muestran que el 72% de los encuestados consideran menos conveniente el método de banderas y luces que el dispositivo vibratorio planteado, por lo que se valida también la hipótesis 2. Es interesante destacar que el 19% que respondió que es mejor el método de banderas y luces se basaban en dos fundamentos. El primero constaba en que no sabían cómo iba a funcionar exactamente el sistema de vibración y si podrían sentir correctamente la vibración. Por otro lado, se fundamentó que se basaban en que la comunidad sorda se basa y se concentra en los estímulos visuales.

### 2.2.7 BLOQUE SOLUCIÓN

La validación de este bloque se basó en establecer si la población cree que éste dispositivo es la solución al problema planteado. Para esto, las hipótesis se basaron principalmente en establecer que el producto podría ser parte de la solución.

#### Hipótesis 1

Las personas sordas aceptan al dispositivo como una posible solución para el problema planteado.

#### Testeo de hipótesis para bloque solución

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

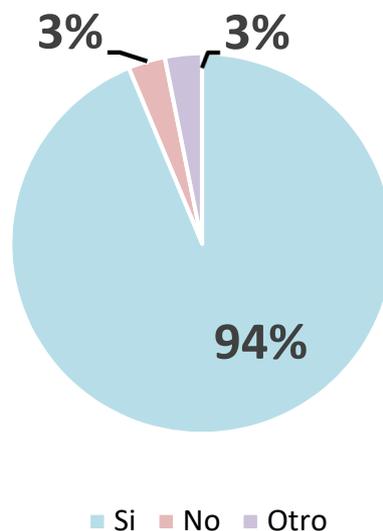
Para el testeo de este bloque se realizó una encuesta al menos a 30 personas sordas donde se muestre el inconveniente y la solución brindada por el dispositivo. Al finalizar el video MVP, antes mencionado, se entregó una serie de preguntas a completar (ver Anexo N° 1: Encuesta de validación del dispositivo) donde se consultó respecto de su opinión respecto al producto. Para validar las hipótesis se utilizaron los siguientes parámetros.

- Hipótesis 1: al menos el 40% del total de las encuestas deben ser valoradas como positivas.

### Resultados

Se consultó a las personas sordas en la encuesta de validación si pensaban que este dispositivo solucionaba los problemas de comunicación con el árbitro. Los resultados se pueden ver reflejados en el gráfico N° 4 mostrado a continuación.

**GRÁFICO 4- RESULTADOS DE ENCUESTA DE VALIDACIÓN DEL DISPOSITIVO PREGUNTA N° 6**



Nota: Gráfico de elaboración propia.

El 94% de las personas encuestadas pensaban que el dispositivo solucionaría el problema de comunicación con los árbitros. Por otro lado, el 3% que respondió que no pensaba que no solucionaría el problema de comunicación ya que los árbitros seguirían sin saber lengua de señas y continuaría siendo un problema de comunicación. Por otro lado, también argumentaron que no sabrían si el sistema podría o no solucionar el problema.

## 2.3 CANVAS

Basándose en lo expuesto, de acuerdo a las hipótesis planteadas y luego validadas por medio de las encuestas realizadas a la comunidad, se puede afirmar que la solución a la problemática en cuestión es una necesidad para la misma comunidad y se puede inferir que el dispositivo tendría un valor agregado para la comunidad debido a

que no se cuenta con una aplicación disponible en el mercado para resolver este inconveniente a la hora de realizar deportes. En esta sección, se presentará el CANVAS con todos los bloques validados en la sección anterior. A continuación, en la ilustración Nº 14, se presenta el CANVAS final.

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

Ilustración 15- CANVAS

<p><b>Problema</b></p> <p>El deporte no genera un entorno accesible para las personas sordas. Dificultad para realizar deportes en grupo entre sordos y oyentes.</p>	<p><b>Solución</b></p> <p>Silbato que emite una señal a través de radiofrecuencia la cual es captada por un receptor que vibra.</p>	<p><b>Propuesta de valor</b></p> <p>Comunicación y universalización en el deporte. Todos jugamos.</p>		<p><b>Ventaja Especial</b></p> <p>Atención personalizada a cada cliente. Garantía de un año. Mantenimiento correctivo a los dispositivos.</p>	<p><b>Canales</b></p> <p>Federaciones deportivas. Instituciones educativas para personas sordas. Secretaría de deporte de la ciudad. Comunidades de sordos. Página Web. Videos Informativos.</p>	<p><b>Segmentos de clientes</b></p> <p>Deportistas de deportes grupales. Asociaciones deportivas. Sordos congénitos. Sordos adquiridos. Deportistas de deportes individuales.</p> <p><b>Early adopters</b></p> <p>Asociaciones deportivas de sordos. Asociaciones de sordos.</p>
<p><b>Alternativa</b></p> <p>Adaptación de la cancha con método de luces.</p>		<p><b>Métricas clave</b></p> <p>% de sordos en el país. % de personas con discapacidad en el país. % de personas sordas que realizan deportes en el país.</p>		<p><b>Estructura de costos</b> Desarrollo de los dispositivos. Producción de los dispositivos. Marketing. Costos fijos.</p> <p><b>Estructura de ingresos</b> Venta del sistema emisor de señal. Venta de dispositivo receptor. Servicio de mantenimiento. Venta de dispositivos personalizados.</p>		

Nota: Ilustración de elaboración propia.

## CAPÍTULO 3: MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, se describirán los materiales que se utilizaron para cada parte del proyecto y cómo se llevó a cabo su realización. A grandes rasgos, principalmente primero se diseñaron y desarrollaron los circuitos electrónicos propiamente dichos (emisor y receptor); luego se procedió al diseño y armado de pecheras que alojarán dichos circuitos y serán utilizadas como bien se mencionó por el árbitro y jugadores.

### 3.1 FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL DISPOSITIVO

El dispositivo emisor contará con un módulo de radiofrecuencia que enviará una señal portadora a 433MHz, la misma será codificada por un encoder para evitar interferencias de señales con la misma frecuencia. Estas señales pueden provenir de dispositivos iguales a éste pero que están siendo utilizados paralelamente en lugares aledaños. Este emisor será utilizado por el árbitro quien accionará el circuito a través de un pulsador adherido al silbato.

Por otro lado, los jugadores portarán una pechera con el dispositivo receptor. El mismo, contará con un módulo de radiofrecuencia que recibirá la señal de 433MHz y, mediante un decoder, la decodificará accionando un vibrador.

### 3.2 EMISOR

El circuito electrónico emisor es el que será llevado por el árbitro del juego, por lo que se realizó una sola réplica. Para su construcción se utilizaron los siguientes componentes:

1. Transmisor de Radiofrecuencia TX Módulo MX-FS-03V de 433 MHz.
2. Módulo Encoder HT12E – 18 DIP.
3. Dos (2) baterías de 9 V.
4. Regulador de tensión de 12 V (7812).
5. Pulsador Normal cerrado.
6. Resistencias de 1M $\Omega$ , 1K $\Omega$ .
7. Capacitores cerámicos de 0.33  $\mu$ F, 0.1  $\mu$ F.
8. Placa pertinax (56 x 54 mm).
9. Interruptor

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

#### ILUSTRACIÓN 16- MÓDULOS RECEPTOR Y TRANSMISOR DE RADIOFRECUENCIA



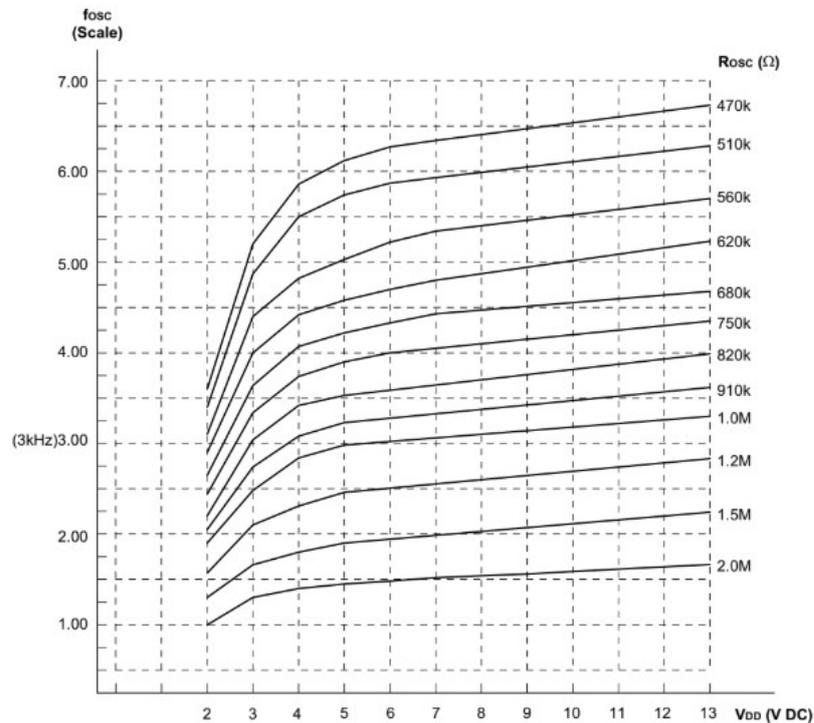
Nota: Ilustración extraída de <https://www.web-robotica.com/taller-de-web-robotica/prototipos/control-remoto-por-rf-radio-frecuencia-usando-arduino-genuino-y-un-joystick>

La Ilustración 16 muestra el par de módulos de radiofrecuencia utilizados en este proyecto para armar los circuitos emisor y receptor ya mencionados. El módulo transmisor cuenta con 3 pines ( $V_{cc}$ , GROUND y DATA) pudiendo variarse la alimentación en el pin  $V_{cc}$  entre 3.5 y 12 V, esto influirá en el alcance de la señal por lo que se optó por una alimentación de 12 V para maximizar el alcance.

A partir de esta premisa, se supuso una alimentación de 12 V para el resto del circuito, lo cual es de importante relevancia para el encoder a la hora de calcular su resistencia de oscilación  $R_{OSC}$ . Teniendo en cuenta el Anexo N° 3: *Datasheet Encoder HT12E (HOLTEK)*, según el gráfico “Oscillator frequency vs supply voltage”, si se considera un voltaje de alimentación de 12 V y una  $R_{OSC}$  arbitraria de **1 M $\Omega$**  para el encoder, se corresponde una frecuencia de oscilación de 3.25 kHz. Este dato es importante a tener en cuenta luego para calcular la frecuencia de oscilación y  $R_{OSC}$  del decoder del circuito receptor. A continuación, se muestra el gráfico en cuestión del anexo citado:

ILUSTRACIÓN 17- FRECUENCIA DE OSCILADOR VS VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN DE ENCODER

Oscillator frequency vs supply voltage



Nota: Ilustración extraída de Anexo N° 2: .

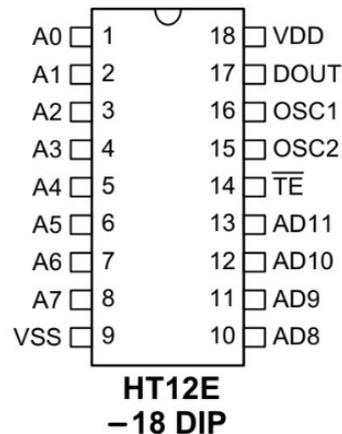
Para lograr estos 12 V de alimentación se utilizaron dos baterías de 9 V en serie y un regulador de tensión de 12 V (7812).

El chip del encoder consiste de un integrado de 18 pines o terminales, de los cuales 8 (A0-A7) son predestinados para seteo de addresses y otros 4 (AD8-AD11) son para seteo tanto de addresses como de datos. Para este proyecto se setearon a masa (ground/ $V_{SS}$ ) todos los pines addresses A0-A7 más los pines AD8-AD10, trabajando solo con el pin AD11 como pin de dato. Esto equivale a decir que mediante la conmutación de dicho pin entre 0 (ground o  $V_{SS}$ ) y 1 ( $V_{CC}$ ) se trabajaría en la transmisión del dato o señal deseada (vibración). Cuando el árbitro presione el botón para indicar una falta, el pin AD11 pasará de 0 a 1 (de 0 V a 12 V) y ésta será la señal que se transmitirá hacia los receptores que la transformarán en vibración. A continuación se muestra la distribución de pines del encoder HT12E extraído de la hoja de datos del Anexo N° 3: *Datasheet Encoder HT12E (HOLTEK)*.

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

ILUSTRACIÓN 18- DISTRIBUCIÓN DE PINES DE ENCODER

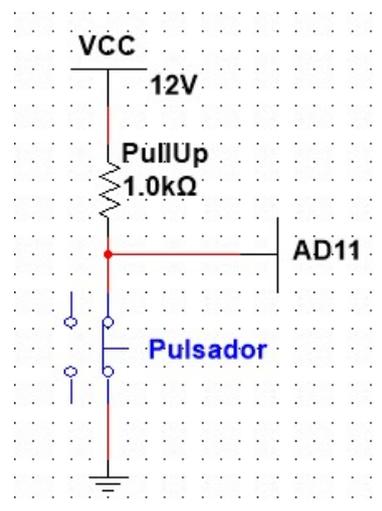
**8-Address**  
**4-Address/Data**



Nota: Ilustración extraída de Anexo N° 2: .

La conmutación del pin AD11 entre 0 y 1 lógico (0 y 12 V) se propició mediante un pulsador normal cerrado y una resistencia pull-up. Al encontrarse inactivo el pulsador, éste permite un circuito cerrado a masa (ground) lo que mantiene al pin AD11 en 0 lógico. Al ser presionado el pulsador, se abre dicho circuito y se conmuta a otra posición hacia  $V_{CC}$  (12 V) mediante una resistencia pull-up de  $1K\Omega$  poniendo el pin AD11 en 1 lógico.

ILUSTRACIÓN 19- PULSADOR NORMAL CERRADO Y RESISTENCIA PULL-UP



Nota: Ilustración de elaboración propia con software simulador Multisim.

Otras consideraciones:

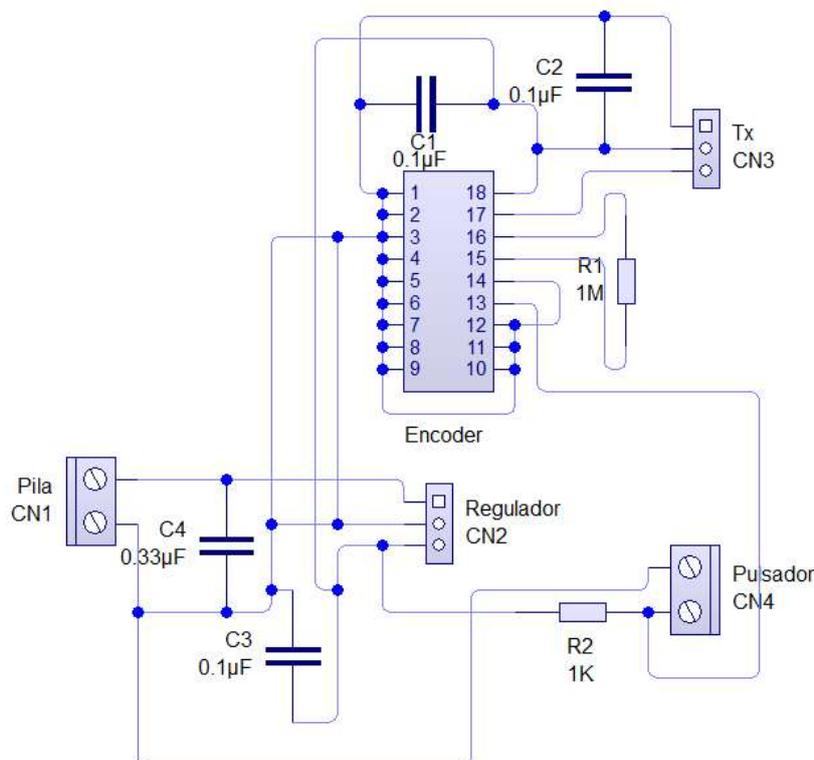
- El pin  $\overline{TE}$  (Transmission enable) es un pin habilitador de transmisión activo por bajo, es decir que para que el encoder esté habilitado para poder

transmitir datos, dicho pin debe estar conectado a un 0 lógico, por lo que se lo dejó conectado a masa.

- Entre los pines OSC1 y OSC2 va conectada la  $R_{OSC}$  de  $1\text{ M}\Omega$  anteriormente mencionada.
- El pin DOUT es el que permite la salida de la señal del encoder que irá conectada al pin DATA del transmisor de radiofrecuencia modulando la señal portadora de éste.
- Los pines  $V_{DD}$  y  $V_{SS}$  van conectados a  $V_{CC}$  (12V) y masa (0V) respectivamente.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente explicado se procedió al diseño del circuito esquemático mediante el software *Livewire* y luego la conversión del mismo a formato PCB mediante el software *PCB Wizard*.

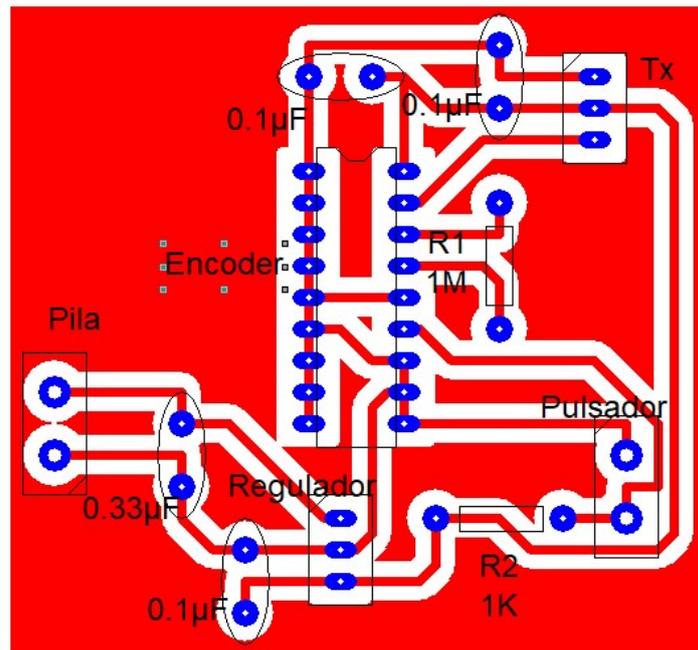
ILUSTRACIÓN 20- CIRCUITO ESQUEMÁTICO DE EMISOR MEDIANTE SOFTWARE LIVEWIRE



Nota: Ilustración de elaboración propia con software Livewire.

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

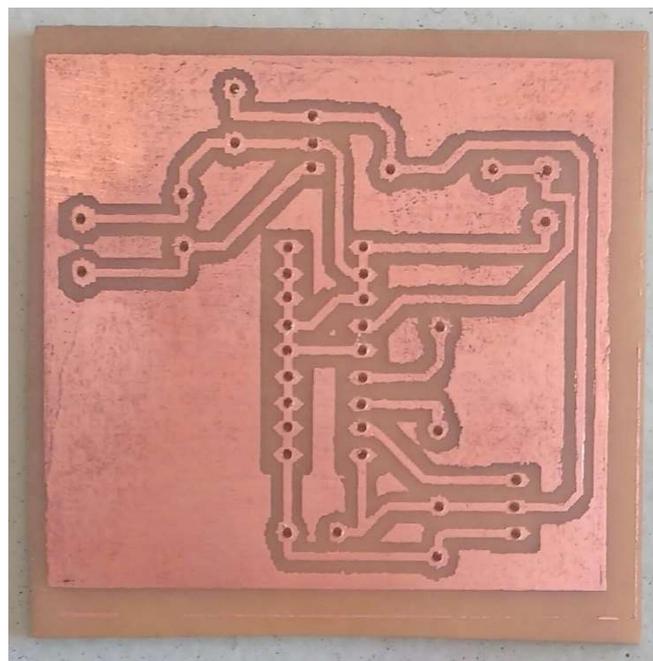
ILUSTRACIÓN 21- CIRCUITO PCB DE EMISOR MEDIANTE SOFTWARE PCB WIZARD



Nota: Ilustración de elaboración propia con software PCB Wizard.

Diseñada la placa PCB, se procedió al realizado de la misma mediante el método de transferencia térmica, donde se imprimió el diseño en tinta sobre placa de cobre aplicando calor y finalmente se marcaron las pistas mediante un baño en cloruro férrico.

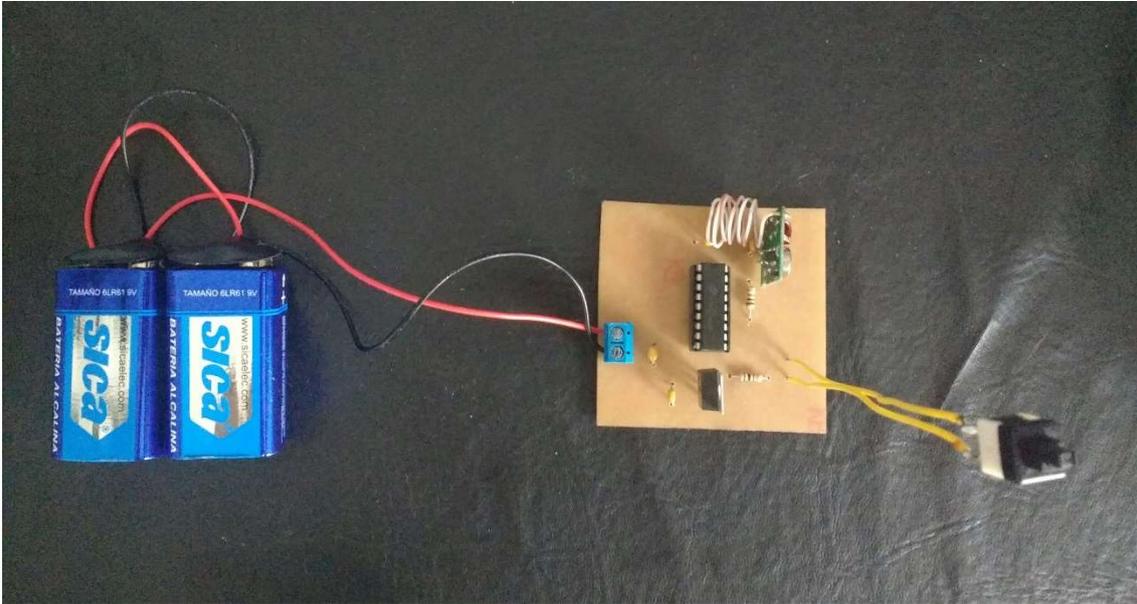
ILUSTRACIÓN 22- PLACA PCB DE EMISOR



Nota: Ilustración de elaboración propia.

Finalmente, se instalaron y soldaron los componentes sobre la placa.

ILUSTRACIÓN 23- PLACA DE EMISOR TERMINADA



Nota: Ilustración de elaboración propia.

### 3.3 RECEPTOR

El circuito electrónico receptor es el que será llevado por cada jugador por lo que se realizaron tantas réplicas como jugadores participen. Para su construcción se utilizaron los siguientes componentes:

1. Receptor de Radiofrecuencia RX Módulo MX-05V de 433 MHz.
2. Módulo Decoder HT12D – 18 DIP.
3. Batería de 9 V.
4. Regulador de tensión de 5 V (7805).
5. Diodo LED verde.
6. Resistencias de  $100\Omega$  ,  $47k\Omega$  ,  $15k\Omega$ .
7. Capacitores cerámicos de  $0.33$  ,  $0.1 \mu\text{F}$ .
8. Transistor NPN (BC337).
9. Motor vibrador de corriente continua.
10. Diodo de alta velocidad.
11. Placa pertinax (61 x 61 mm).
12. Interruptor

Como se explicó anteriormente para el módulo transmisor TX, se procederá análogamente para el módulo receptor RX. El mismo cuenta con 4 pines ( $V_{cc}$ , GROUND, DATA y DATA) siendo el pin de alimentación  $V_{cc}$  fijo en 5V.

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

A partir de esta premisa, se supuso una alimentación con 5 V para el resto del circuito general. Por lo tanto se usó una batería de 9 V (junto a un regulador de tensión de 5 V -7805-) para el circuito receptor.

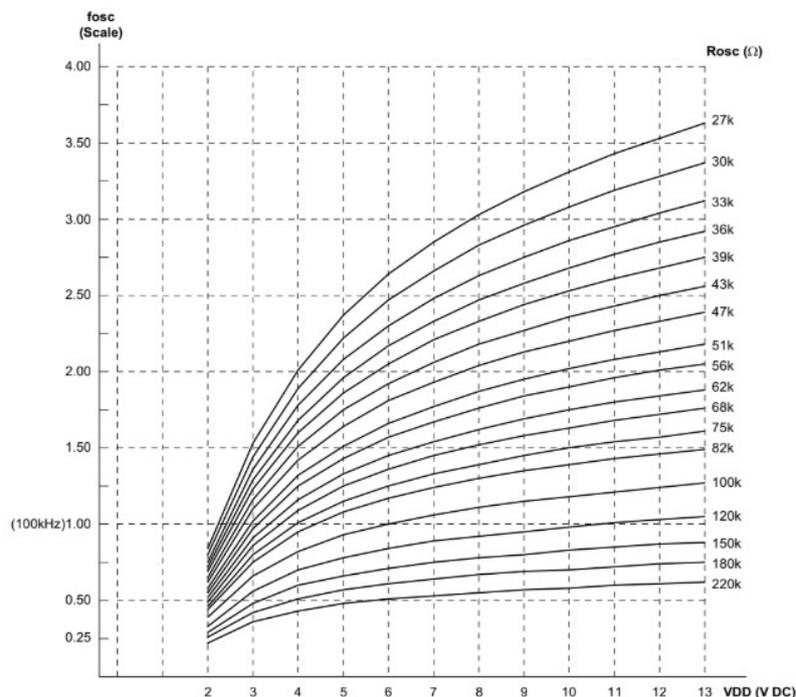
Entonces el decoder se encontraría alimentado con 5 V. Este dato junto a la frecuencia de oscilación del encoder del emisor (explicado en sección 3.2 Emisor) nos permite calcular la resistencia de oscilación  $R_{OSC}$  del decoder a partir del gráfico "Oscillator frequency vs supply voltage" del Anexo N° 4: Datasheet Decoder HT12D (Holtek). Esto quiere decir que para que nuestros decoders y encoder estén correctamente apareados y comunicados deben cumplir con cierta correspondencia de frecuencias de oscilación que, según recomendación del fabricante, serían:

$$f_{OSCD}(decoder) \approx 50 \cdot f_{OSCE}(encoder)$$

Siendo la frecuencia de oscilación del encoder de 3.25 kHz, la frecuencia de oscilación del decoder recomendada debería ser aproximadamente de 162.5 kHz. Se tomó esta frecuencia, la alimentación con 5 V y se dirigió al gráfico (Ilustración 24) del anexo citado para obtener que la  $R_{OSC}$  del decoder debía ser de **47 kΩ**.

ILUSTRACIÓN 24- FRECUENCIA DE OSCILADOR VS VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN DE DECODER

Oscillator frequency vs supply voltage

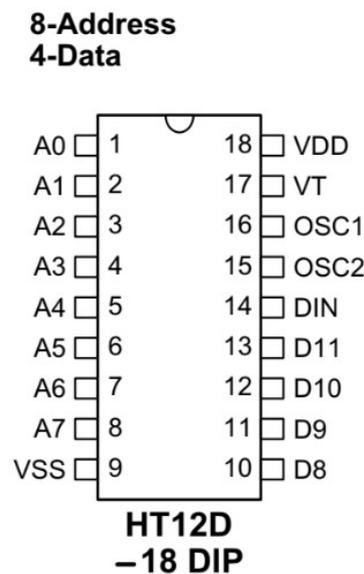


Nota: Ilustración extraída de Anexo N° 4: Datasheet Decoder HT12D (Holtek)

El chip del decoder consiste de un integrado de 18 pines o terminales, de los cuales 8 (A0-A7) son predestinados para seteo de addresses y otros 4 (D8-D11) son para seteo solamente de datos. Para este proyecto se setearon a masa (ground/ $V_{SS}$ ) todos los pines

addresses A0-A7 más los pines de datos D8-D10 (ya que no se trabajará con éstos), trabajando solo con el pin D11 como pin de dato de salida. Esto equivale a decir que mediante el cambio de estado de dicho pin entre 0 (ground o  $V_{SS}$ ) y 1 ( $V_{CC}$ ) se recibiría o no la señal deseada. Cuando el árbitro presione el botón para indicar una falta, la señal viajará desde el emisor hasta el receptor, cambiando el estado del pin de salida D11 de 0 a 1 (de 0 V a 5 V) y ésta será la señal que se amplificará mediante el transistor y luego se traducirá en vibración por el motor. A continuación se muestra la distribución de pines del decoder HT12D extraído de la hoja de datos del Anexo N° 4: *Datasheet Decoder HT12D (Holtek)*.

ILUSTRACIÓN 25- DISTRIBUCIÓN DE PINES DE DECODER



Nota: Ilustración extraída de Anexo N° 4: Datasheet Decoder HT12D (Holtek)

El pin de salida D11 varía su estado entre 0 y 1 lógico con la llegada de datos al mismo. El estado 0 lógico implica valores aproximados de 6 milivoltios y 7 microamperes. El estado 1 lógico implica valores de 4.9-5 V y 7.5-8.3 miliamperes.

TABLA 1- VALORES DE CORRIENTE Y VOLTAJE DE ESTADOS LÓGICOS DEL DECODER

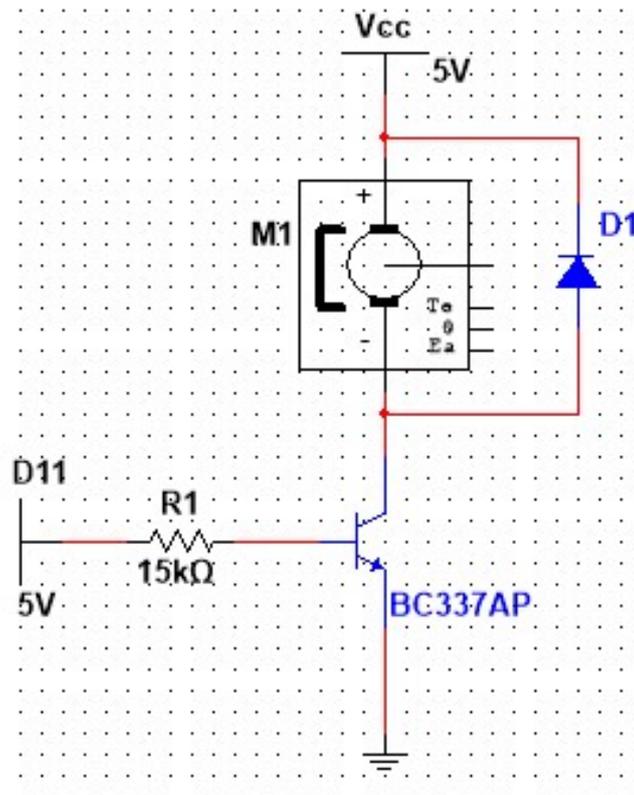
Cambios de estado de pin de salida (D11)	Estado 0 lógico	Estado 1 lógico
Valores de corriente (A)	7 $\mu$ A	7.5 – 8.3 mA
Valores de voltaje (V)	6 mV	4.9 – 5 V

Se toman los valores del estado 1 lógico del pin de salida para trabajar con ellos como la señal que alimentará al actuador final o motor vibrador. Como se observa, el valor de voltaje es suficiente para hacer funcionar un motor de corriente continua pero

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

no así los valores de corriente. El motor vibrador comienza a actuar y emitir una vibración perceptible recién alrededor de los 40 mA y el decoder a través de su pin de salida como mucho proporciona 8.3 mA. He aquí la necesidad de la implementación de un amplificador de corriente. A continuación, se muestra el esquema correspondiente a esta etapa de amplificación de corriente.

ILUSTRACIÓN 26- ESQUEMA DE ETAPA DE AMPLIFICACIÓN DE CORRIENTE



Nota: Ilustración de elaboración propia con software simulador Multisim.

Cuando la salida del circuito del decoder es baja (0V) lo será también la base del transistor y por lo tanto este no dejará pasar corriente entre emisor y colector para activar el motor vibrador. Cuando la salida del circuito del decoder es alta (5V), se supera la tensión de umbral de la base del transistor (0,7V) y por lo tanto, empieza a circular una corriente entre base y masa. Esta corriente lleva el transistor al estado de conducción (entre colector y emisor) cerrando el circuito del motor y por lo tanto activándolo.

Cuando a través del transistor desactivamos el motor, interrumpiendo la corriente que pasa por la malla de salida, el campo magnético presente en el motor puede inducir en el mismo, por un breve momento, una tensión muy elevada de polaridad opuesta en sus terminales. Este pico de tensión puede dañar el transistor de control. Para resolver este problema, la solución más simple es la de conectar en paralelo con el motor un

diodo rectificador de alta velocidad inversamente polarizado de modo tal que este absorba estos picos de tensión de polaridad opuesta.

Para obtener una correcta activación del motor es necesario que el transistor se encuentre "saturado", es decir, que permita pasar toda la corriente posible como si fuera un simple interruptor cerrado. Para obtener esto, la corriente de la base debe ser suficientemente grande. Basta una tensión superior de 0,7 V en la base para que el transistor conduzca.

Se diseñó el circuito amplificador usando un transistor bipolar NPN BC337 y tomando como valor apropiado de corriente unos **85 mA**, ya que se consideró que a esa intensidad de corriente la vibración del motor es buena y suficiente para el propósito buscado. Para lograr la intensidad de corriente deseada en la malla de salida que alimentará al motor, se calculó el valor de la resistencia de base ( $R_1$  en la ilustración) teniendo en cuenta el parámetro  $\beta$  del transistor y el voltaje suministrado por el decoder (pin D11). La fórmula utilizada entonces para este cálculo es la siguiente:

**ECUACIÓN 9- CÁLCULO DE RESISTENCIA DE BASE DE ETAPA DE AMPLIFICACIÓN**

$$R_B = \frac{(V_{DEC} - 0.7V) * \beta}{I_{MOT}}$$

Donde:

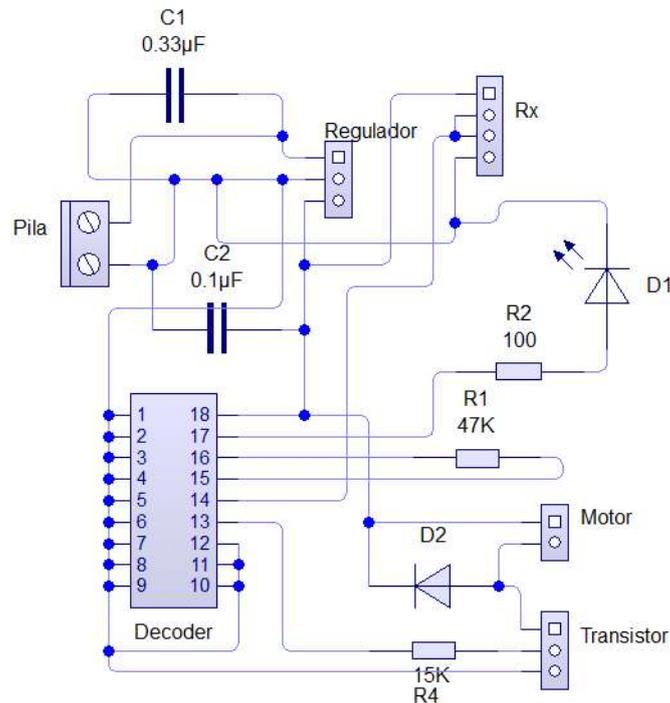
- $R_B$ : Resistencia de base;
- $V_{DEC}$ : Voltaje suministrado por el pin de salida del decoder, en este caso **5V**.
- $\beta$ : ganancia de corriente del transistor BC337, medido con multímetro dando un valor promedio de **305**.
- $I_{MOT}$ : corriente de colector que alimentará al motor, se convino en **85mA**.

Reemplazando estos valores en la Ecuación 9, se obtiene una resistencia de base aproximada de **15k $\Omega$** .

De acuerdo a todo lo explicado anteriormente, se procedió a la realización del diseño del circuito esquemático mediante el software *Livewire* y luego a la conversión del mismo a formato PCB mediante el software *PCB Wizard*.

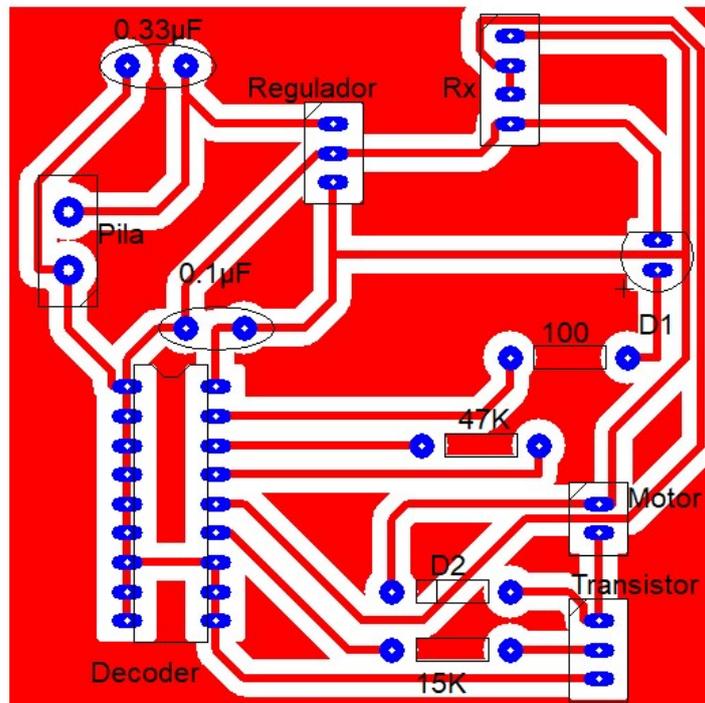
Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

ILUSTRACIÓN 27- CIRCUITO ESQUEMÁTICO DE RECEPTOR MEDIANTE SOFTWARE LIVEWIRE



Nota: Ilustración de elaboración propia con software LiveWire

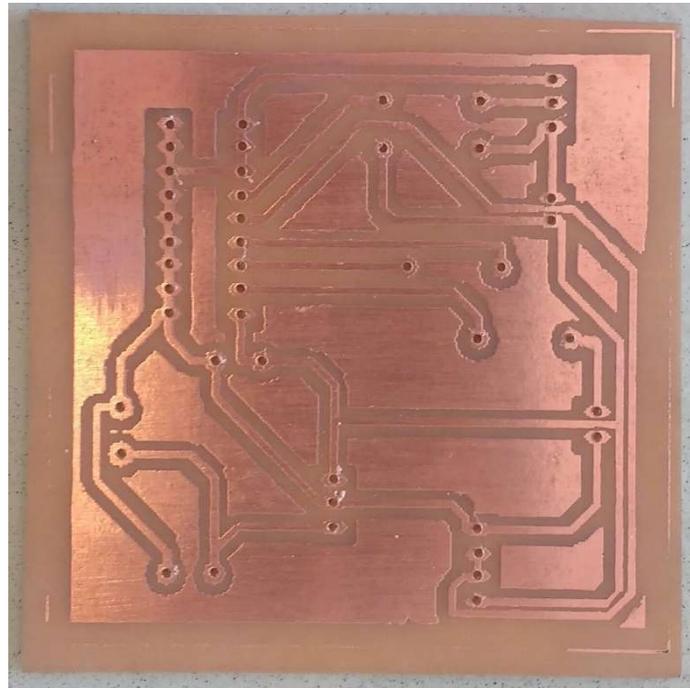
ILUSTRACIÓN 28- CIRCUITO PCB DE RECEPTOR MEDIANTE SOFTWARE PCB WIZARD



Nota: Ilustración de elaboración propia con software PCB Wizard.

Diseñada la placa PCB, se procedió al realizado de la misma mediante el método de transferencia térmica, donde se imprimió el diseño en tinta sobre placa de cobre aplicando calor y finalmente se marcaron las pistas mediante un baño en cloruro férrico.

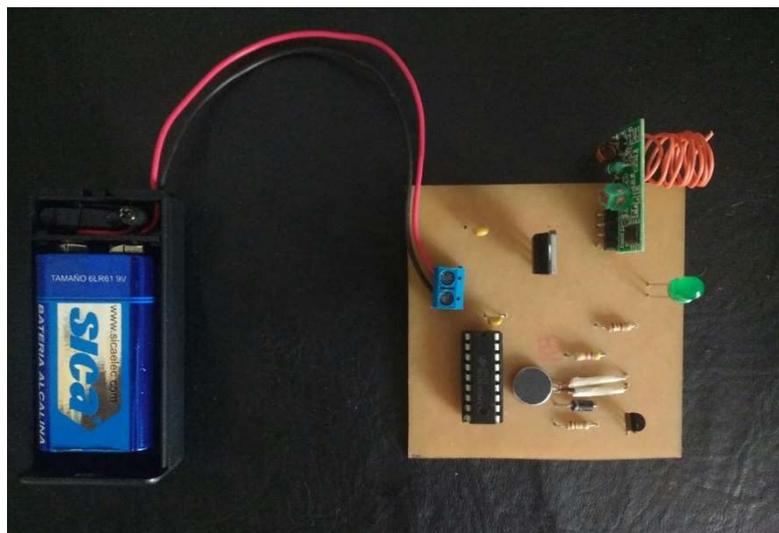
**ILUSTRACIÓN 29- PLACA PCB DE RECEPTOR**



Nota: Ilustración de elaboración propia

Finalmente, se instalaron y soldaron los componentes sobre la placa.

**ILUSTRACIÓN 30- PLACA DE RECEPTOR TERMINADA**



Nota: Ilustración de elaboración propia

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

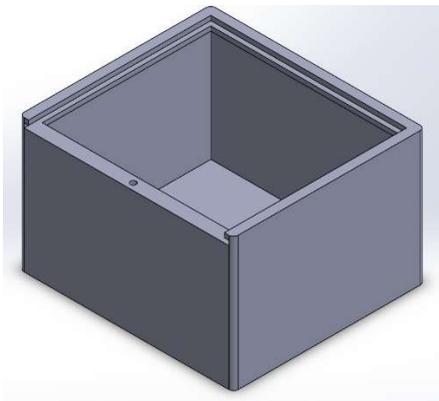
### 3.4 CAJA CARCASA IMPRESA EN 3D

Con el objetivo de crear un prototipo más resistente, se decidió realizar una caja carcasa impresa en 3D que contenga las placas. Se realizaron las carcasas con este método porque así se podía crear una caja que se ajuste a cada placa. Se recurrió al asesoramiento y diseño por una empresa emprendedora local de impresión 3D "RERUM" para realizar esta etapa.

Para el diseño de las cajas que contienen el circuito se tuvieron en cuenta las siguientes especificaciones. En un primer lugar se decidió realizar la apertura deslizante con el objetivo de que la placa tenga un fácil acceso. Se le adicionó unos tacos internos con lugar para fijar la placa con unos tornillos en las esquinas. En las ilustraciones N° 30 y 31 se pueden observar los modelos de las cajas hechas con un programa de diseño asistido. Luego, en las ilustraciones N° 32, 33 y 34 se pueden observar las cajas ya realizadas.

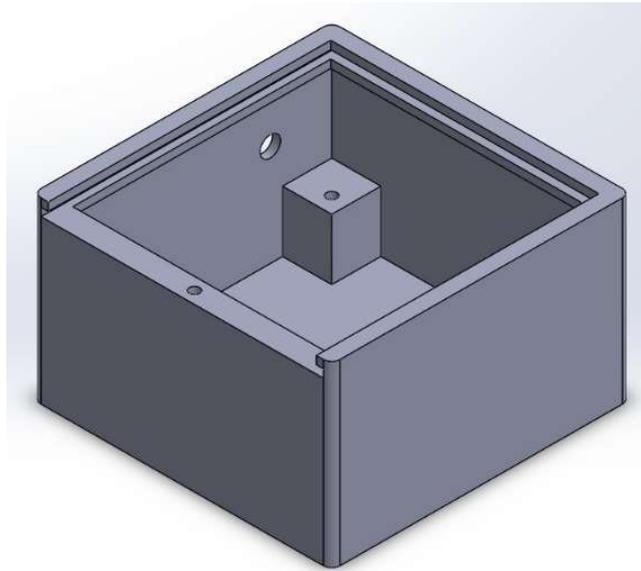
Se puede observar que el tamaño de las cajas es importante. Se debe tener en cuenta que la intención era obtener un prototipo funcional a fines prácticos para la realización de proyecto final, por lo tanto, no se consiguió reducir el tamaño del dispositivo al óptimo.

**ILUSTRACIÓN 31- MODELO DE LA CAJA PARA LA PLACA DE DEPORTISTAS.**



Nota: Ilustración de elaboración propia con el programa CorelDraw.

**ILUSTRACIÓN 32- VISTA DEL ORIFICIO PARA EL LED TESTIGO Y LOS TACOS PARA LA FIJACIÓN DE LA PLACA.**



Nota: Ilustración de elaboración propia.

**ILUSTRACIÓN 33- CAJAS ABIERTAS MOSTRANDO EL INTERIOR.**



Nota: Ilustración de elaboración propia.

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

**ILUSTRACIÓN 34- PRESENTACIÓN DE LAS CAJAS CON PLACAS EN SU INTERIOR.**



Nota: Ilustración de elaboración propia.

**ILUSTRACIÓN 35-VISTA SUPERIOR DE LAS CAJAS.**



Nota: Ilustración de elaboración propia.

### 3.5 SOPORTE PARA DEPORTISTAS

Luego de la realización de las placas y la corroboración del funcionamiento de las mismas, se procedió a diseñar el elemento en el que los deportistas llevarían el dispositivo. Se realizó una tormenta de ideas donde se aportaron distintas formas para lograr que los deportistas lleven el dispositivo de forma tal que no obstruya con el desarrollo normal del juego y que sea seguro.

Luego de analizar con detenimiento cada una de las opciones, se decidió que las mejores opciones eran las pecheras y los brazaletes porta celulares. A continuación, se hará una descripción de los mismos.

#### 3.5.1 BRAZALETES PORTA CELULAR

Una de las ideas propuestas fue introducir el dispositivo en un brazalete comúnmente utilizado para guardar el celular mientras se corre. Las ventajas de este soporte es que ya se encontraba en el mercado y, por otro lado, su costo no es elevado.

La principal desventaja de este soporte es que existen deportes como el rugby o el fútbol donde no puede ser utilizado. En estos deportes en particular, el contacto entre deportistas es muy alto, por lo que el brazalete puede ser inseguro para el usuario como también para el dispositivo. Por otro lado, en deportes como el vóley el riesgo de que la pelota impacte con el dispositivo es alto. Debido a esto, el soporte es inseguro tanto para el deportista como para el prototipo.

#### 3.5.2 PECHERA CON BOLSILLO INTERNO

Luego de realizar el análisis anterior, se propuso utilizar una pechera que tendría un bolsillo en la parte posterior donde se introducirá la caja que contiene la placa con el vibrador. Las ventajas de este sistema en comparación con el brazalete es que en esa zona del cuerpo el dispositivo estará menos expuesto a posibles golpes. Por otro lado, los jugadores profesionales utilizan este sistema actualmente para transportar el GPS. Por lo tanto, no será difícil la adaptación al uso de la pechera. Por último, la pechera permite contener el dispositivo en contacto con el jugador, debido a esto, se mejora la sensibilidad a la vibración. Para realizar las pruebas de campo, se decidió utilizar este modelo de soporte debido al tamaño de las placas y la facilidad de armado.

Para realizar el prototipo de las pecheras se procedió a comprar una pechera comercial que debía tener suficiente lugar en la espalda para ubicar un bolsillo. Luego, se realizó un bolsillo interno con elástico. De esta forma, se asegura que la caja del prototipo se quedará debidamente ajustada a la prenda. Por último, se procedió a coser un abrojo que serviría de ingreso para la placa. A continuación, se pueden ver las imágenes de las distintas partes de la pechera y de la misma finalizada.

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

ILUSTRACIÓN 36-BOLSILLO INTERNO PARA CONTENER LA CAJA DE LA PLACA.



Nota: Ilustración de elaboración propia.

ILUSTRACIÓN 37-VISTA FRONTAL DE LA PECHERA.



Nota: Ilustración de elaboración propia.

## CAPÍTULO 4: PRUEBAS DE CAMPO Y RESULTADOS

En este capítulo se realizará una prueba de campo simple con el objetivo de comprobar el funcionamiento del dispositivo. Consecuentemente, se realizará una breve conclusión del mismo.

El estudio de campo consistirá en la utilización de las pecheras durante la realización de actividades pautadas. En principio, se procederá a determinar las condiciones del simulacro de uso. Por un lado, se determinó que las pruebas deberán ser llevadas a cabo con un mínimo de 5 personas; en campo abierto y los deportistas deberán ser tanto sordos como oyentes para sustentar la universalización del dispositivo.

La prueba de campo consistirá en dos etapas. La primera, tendrá el objetivo de corroborar el alcance de la señal inalámbrica. Para esto, se les indicará a los participantes que corran en línea recta mientras que se acciona el dispositivo y en el momento en el cual dejen de percibir la señal deberán frenar. Cada una de estas actividades se realizará 4 veces para obtener un promedio y reducir al mínimo el error. La segunda etapa tendrá el objetivo de medir la instantaneidad de la respuesta de los participantes. Con este objetivo en mente, se armará un circuito básico con distintas actividades donde los deportistas deberán realizar el circuito y en el momento en el cual se acciona el dispositivo deberán frenar. Cada participante realizará la actividad 4 veces para disminuir errores.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

TABLA 2- RESULTADOS DE LA PRUEBA DE CAMPO

Primera etapa					
Participante	Distancia 1 [m]	Distancia 2 [m]	Distancia 3 [m]	Distancia 4 [m]	Distancia Promedio
1	15,7	15,4	14,6	15,7	15,4
2	15,8	16,3	15,4	15,5	15,8
3	15,3	15,1	14,9	15,4	15,2
4	14,3	14,6	15,1	14,9	14,7
5	16,2	16,3	16,4	15,8	16,2
6	14,9	15,1	14,8	14,7	14,9
7	14,8	15,2	16,2	16,5	15,7
8	15,2	15,3	15,5	15,3	15,3
				Total	15,4

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

Segunda etapa					
Participante	Respuesta 1	Respuesta 2	Respuesta 3	Respuesta 4	Respuesta
1	si	si	si	si	si
2	si	si	si	si	si
3	si	si	si	si	si
4	si	si	si	si	si
5	si	si	si	si	si
6	no	si	si	si	si
7	si	si	si	si	si
8	si	si	si	si	si
				Total	si

Se puede observar que la distancia promedio de transmisión es de 15,4 m. Se decidió realizar una prueba con cada participante de forma tal que se disminuyan los errores de ejecución.

Se puede observar que las pruebas arrojaron un “no” en el participante N°6. Se dedujo que, debido a que el participante era de contextura pequeña, la pechera no hacía buen contacto por lo que redujo el efecto de la vibración. El resto de los participantes respondieron de forma positiva al dispositivo.

A continuación, se muestran fotos de las pruebas de campo realizadas.

**ILUSTRACIÓN 38- DEPORTISTA CON PECHERA VISTA FRONTAL**



Nota: Ilustración de elaboración propia.

**ILUSTRACIÓN 39- DEPORTISTA CON PECHERA VISTA POSTERIOR**



Nota: Ilustración de elaboración propia.

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

**ILUSTRACIÓN 40- PRIMERA ETAPA DE PRUEBAS DE CAMPO PARA MEDIR ALCANCE DE SEÑAL**



Nota: Ilustración de elaboración propia.

**ILUSTRACIÓN 41- SEGUNDA ETAPA DE PRUEBAS DE CAMPO PARA MEDIR RESPUESTAS DE DEPORTISTA**



Nota: Ilustración de elaboración propia. Deportista realizando circuito mientras no se acciona el pulsador.

**ILUSTRACIÓN 42- SEGUNDA ETAPA DE PRUEBAS DE CAMPO PARA MEDIR RESPUESTAS DE DEPORTISTA**



Nota: Ilustración de elaboración propia. Deportista detenido al sentir vibración por accionamiento del pulsador.

## CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE COSTOS

Para el análisis de costos se tuvieron en cuenta los siguientes grupos de costos: insumos y mano de obra (Tabla Nº 2) El primero refiere a la materia prima utilizada durante el proyecto como son placas, componentes electrónicos, entre otros. El segundo, contempla la remuneración del profesional encargado del desarrollo del producto. Debe ser tenido en cuenta, que en éste análisis no se han despreciado los servicios como son luz, agua, gas, alquileres, herramientas, certificación del dispositivo, entre otros.

Es importante aclarar que los valores de la hora de trabajo de investigación y desarrollo de un Ingeniero Biomédico se obtuvo de la CIEC (Colegio de Ingenieros Especializados de Córdoba (CIEC- Colegio de Ingenieros Especializados de Córdoba, 2019) El mismo especifica que un Ingeniero Biomédico debe tener un sueldo mínimo de \$34.000<sup>3</sup> pesos en un trabajo de 40 horas semanales. Por lo tanto, la hora de Investigación y desarrollo se encuentra valuada en \$212,5.

Luego, se procedió a contabilizar las horas trabajadas en el proyecto. Se estipuló que se contó con dos ingenieros durante 6 meses 2,5 horas diarias (de lunes a viernes) Por lo tanto, el total de horas trabajadas fueron 600 horas.

A continuación, se puede observar la tabla Nº 2 con todos los ítems descriptos.

---

<sup>3</sup> Aranceles sugeridos por el CIEC hasta el 01/05/2019.

**TABLA 3 - TABLA DE ANÁLISIS DE COSTOS**

Ítem	Precio por unidad	Categoría	Unidad	Cantidad	Total	Precio en dolares
HT12E/HT12D	\$145,00	Insumo	1 componente	2	\$290,00	\$USD 6,45
Vibradores	\$20,51	Insumo	1 componente	1	\$20,51	\$USD 0,46
Modulos RF	\$179,00	Insumo	Emisor/Transmisor	1	\$179,00	\$USD 3,98
Pechera	\$400,00	Insumo	1 pechera	1	\$400,00	\$USD 8,90
Abrojo	\$11,00	Insumo	1 metro	0,2	\$2,20	\$USD 0,05
Cable	\$112,00	Insumo	1 metro	1	\$112,00	\$USD 2,49
Pulsador	\$40,00	Insumo	1 componente	1	\$40,00	\$USD 0,89
Resistencias	\$1,50	Insumo	1 componente	5	\$7,50	\$USD 0,17
Capacitores	\$4,50	Insumo	1 componente	6	\$27,00	\$USD 0,60
Led	\$5,00	Insumo	1 componente	1	\$5,00	\$USD 0,11
Reguladores de tensión	\$29,00	Insumo	1 componente	2	\$58,00	\$USD 1,29
Diodo de alta velocidad	\$28,00	Insumo	1 componente	1	\$28,00	\$USD 0,62
Transistor	\$2,20	Insumo	1 componente	1	\$2,20	\$USD 0,05
Placa pertinex	\$50,00	Insumo	1 placa	2	\$100,00	\$USD 2,22
Cajas impresas	\$1.455,00	Insumo	2 cajas	1	\$1.455,00	\$USD 32,36
Elástico	\$47,50	Insumo	1 metro	0,7	\$33,25	\$USD 0,74
Baterías	\$80,00	Insumo	1 bateria	3	\$240,00	\$USD 5,34
Porta baterías	\$9,90	Insumo	1 porta bateria	2	\$19,80	\$USD 0,44
Borneras	\$10,00	Insumo	1 bornera	2	\$20,00	\$USD 0,44
Interruptores	\$20,00	Insumo	1 interruptor	2	\$40,00	\$USD 0,89
Zócalos	\$15,00	Insumo	1 zócalo	2	\$30,00	\$USD 0,67
Tornillos de fijación	\$0,60	Insumo	1 tornillo	6	\$3,60	\$USD 0,08
Mano de obra	\$212,50	Mano de obra	1 hora	600	\$127.500,00	\$USD 2.835,85
					<b>\$130.613,06</b>	<b>\$USD 2.905,09</b>

Nota: Elaboración propia.

Luego, cada producto costará un total de \$1.037,21. Debe ser tenido en cuenta que se calculó el precio de un emisor y un receptor. Se estipula que para venderlos se harán packs con distintas cantidades de receptores para poder satisfacer las necesidades de los clientes. Debido a esto, el costo total de pack dependerá del pack elegido por el cliente. Suponiendo la venta de packs de 1 emisor y 12 receptores a 7.000 pesos, el costo de I+D se amortizará con la comercialización de 200 packs. A continuación, se muestra la Tabla N° 3 donde se exponen los precios finales de los receptores y emisores.

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

TABLA 4- COSTO TOTAL DE PRODUCTO FINALIZADO (1 EMISOR Y 1 RECEPTOR)

	Costo por unidad	Cantidad total	Costo total	Costo en dolares
<b>Emisor</b>				
MX-FS-03V	\$89,50	1	\$89,50	\$USD 1,99
HT12E	\$145,00	1	\$145,00	\$USD 3,22
Baterias	\$80,00	2	\$160,00	\$USD 3,56
Regulador de tensión	\$29,00	1	\$29,00	\$USD 0,64
Pulsador	\$40,00	1	\$40,00	\$USD 0,89
Resistencias	\$1,50	2	\$3,00	\$USD 0,07
Capacitores	\$4,50	4	\$18,00	\$USD 0,40
Placa pertinex	\$50,00	1	\$50,00	\$USD 1,11
Interruptor	\$20,00	1	\$20,00	\$USD 0,44
			<b>\$554,50</b>	<b>\$USD 12,32</b>
<b>Receptor</b>				
MX-05V	\$89,50	1	\$89,50	\$USD 1,99
HT12D	\$145,00	1	\$145,00	\$USD 3,22
Bateria	\$80,00	1	\$80,00	\$USD 1,78
Regulador de tensión	\$29,00	1	\$29,00	\$USD 0,64
Diodo led	\$5,00	1	\$5,00	\$USD 0,11
Resistencia	\$1,50	3	\$4,50	\$USD 0,10
Capacitores	\$4,50	2	\$9,00	\$USD 0,20
Transistor	\$2,20	1	\$2,20	\$USD 0,05
Motor vibrador	\$20,51	1	\$20,51	\$USD 0,46
Diodo de alta velocidad	\$28,00	1	\$28,00	\$USD 0,62
Placa pertinex	\$50,00	1	\$50,00	\$USD 1,11
Interruptor	\$20,00	1	\$20,00	\$USD 0,44
			<b>\$482,71</b>	<b>\$USD 10,73</b>

Nota: Tabla de elaboración propia.

## CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

En el siguiente capítulo se realizará un análisis del trabajo realizado, enfocándonos en los logros obtenidos durante el proyecto y en las dificultades encontradas durante el mismo.

En el trabajo se ha logrado el diseño de un prototipo funcional para la universalización del deporte. En una primera instancia se logró realizar un estudio de mercado donde se pudo determinar el segmento de clientes a quienes se debía apuntar y la forma en la cual se debía hacerlo. A su vez, se logró realizar una investigación en profundidad sobre la comunidad sorda, su lengua y costumbres. Una vez demostrado que existía mercado para el dispositivo a desarrollar, se logró determinar los requerimientos de diseño que debía cumplir el prototipo. Por último, se pudo realizar un prototipo funcional con todos los elementos. Se logró diseñar y realizar una prueba de campo donde se logró detectar fallas y tomar conocimiento de las fortalezas y debilidades del diseño.

Durante la realización de este proyecto final se encontraron algunos inconvenientes. Por un lado, se ha subestimado el tiempo necesario para el diseño y armado de un prototipo funcional. Esto es, no se tuvieron en cuenta ciertas dificultades como disponibilidad de componentes, inconvenientes con el lugar de trabajo, fallas con causas desconocidas que concluyeron en largas investigaciones, entre otras; que existen a la hora de diseñar un dispositivo funcional. Por otro lado, al no tener experiencia trabajando con radiofrecuencia, se destinó mucho tiempo de investigación en el aprendizaje de los principios de funcionamiento del mismo. También, se dificultó la realización de las encuestas subestimando nuevamente la duración y el esfuerzo que estas requieren.

## CAPÍTULO 7: MEJORAS A FUTURO.

- Se debe trabajar sobre la placa para reducir al mínimo el tamaño. Se debe tener en cuenta que este dispositivo será llevado por deportistas durante el transcurso de un partido. Debido a esto, es condición necesaria que el prototipo pueda ser portable y liviano.
- Se debe trabajar en la optimización del circuito para la utilización de baterías de menor tamaño y mayor autonomía. De esta forma, se podrá reducir notoriamente el tamaño del dispositivo.
- Hoy en día las placas son de pertinax común permitiendo manipular correctamente señales hasta 50 MHz. EL circuito diseñado trabaja con señales de hasta 433MHz, por lo tanto, las placas deberían ser rediseñadas y realizadas en fibra de vidrio. Debido a que el prototipo fue realizado en pertinax, el alcance máximo de las placas es enormemente menor al especificado en el datasheet de los componentes emisores y receptores.
- Se debe trabajar en conjunto con la comunidad en general para que este cambio de paradigma respecto a la detección de faltas sea aceptado por los deportistas y sus entrenadores.
- Se deben realizar mejoras en la tecnología ya que algunos de los componentes utilizados quedarán obsoletos en el futuro cercano. Debido a esto, se propone buscar alternativas tecnológicas para la realización de otro prototipo.

## BIBLIOGRAFÍA

- CADES-*Reseña histórica*. (s.f.). Obtenido de CADES:  
<http://cades.org.ar/cadesnew/institucional/resena-historica/>
- Cheri, B., & Stuart, E. W. (2012). *The Paralympic Movement: Using Sports to Promote Health, Disability Rights, and Social Integration for Athletes With Disabilities*. *PM&R*, 851-856.
- CIEC- Colegio de Ingenieros Especializados de Córdoba. (01 de 05 de 2019).  
*Información- Aranceles*. Obtenido de <http://www.ciec.com.ar/sitio/index.php>
- CONSUDES. (s.f.). *CONSUDES- Reseña histórica*. Obtenido de CONSUDES:  
[http://consudes.com/?page\\_id=348](http://consudes.com/?page_id=348)
- Domínguez Gómez, M. (Diciembre de 2018). *Dispositivos Electrónicos I. El transistor bipolar*. Obtenido de Página Personal Prof. Miguel Domínguez Gómez:  
<http://mdgomez.webs.uvigo.es/DEI/Guias/tema5.pdf>
- EcuRed. (Diciembre de 2018). *Regulador de tensión*. Obtenido de EcuRed:  
[https://www.ecured.cu/Regulador\\_de\\_tensi%C3%B3n](https://www.ecured.cu/Regulador_de_tensi%C3%B3n)
- EcuRed. (9 de Diciembre de 2018). *Transistor Bipolar*. Obtenido de EcuRed:  
[https://www.ecured.cu/Transistor\\_Bipolar](https://www.ecured.cu/Transistor_Bipolar)
- FIBA-International Basketball Federation. (1 de Octubre de 2018). *FIBA- OTROS- DESCARGA DE DOCUMENTOS*. Obtenido de 2018 OFFICIAL BASKETBALL RULES: Basketball rules & basketball equipment.:  
<https://www.fiba.basketball/documents/official-basketball-rules.pdf>
- FIH-Interational Hockey Federation. (1 de Enero de 2019). *Hockey basics- Rules of Hockey*. Obtenido de Rules of Hockey including explanations:  
<http://www.fih.ch/media/13164482/fih-rules-of-hockey-2019-final.pdf>
- FIVB-Fédération internationale de volleyball. (2016). *Refereing Rules*. Obtenido de Reglas oficiales de voleyball 2017-2020: [http://www.fivb.org/EN/Refereeing-Rules/documents/FIVB-Volleyball\\_Rules\\_2017-2020-SP-v01.pdf](http://www.fivb.org/EN/Refereeing-Rules/documents/FIVB-Volleyball_Rules_2017-2020-SP-v01.pdf)
- Heredia, L. F. (2012). *La cultura sorda es así, lo siento...:Una etnografía sobre los usos del cuerpo en la comunidad sorda*. Córdoba.
- Hernando Rábanos, J. M. (1993). *Transmisión Por Radio*. Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces S.A.
- Holtek. (20 de Febrero de 2009). *Datasheet*. Obtenido de Holtek:  
[http://www.holtek.com/documents/10179/116711/2\\_12ev120.pdf](http://www.holtek.com/documents/10179/116711/2_12ev120.pdf)
- Holtek. (20 de Febrero de 2009). *Datasheet*. Obtenido de Holtek:  
[http://www.holtek.com/documents/10179/116711/2\\_12dv120.pdf](http://www.holtek.com/documents/10179/116711/2_12dv120.pdf)

Prototipo de Dispositivo para la Comunicación Universal entre árbitros y deportistas enfocado en la Comunidad Sorda.

Howe, P. D. (2011). *Cyborg and Supercrip: The Paralympics Technology and the (Dis)empowerment of Disabled Athletes*. SAGE, 868-882.

ICSD-About the ICSD. (s.f.). Obtenido de International Comitee of Sports for the Deaf:  
<http://www.ciss.org/icsd>

idi. (2018). *idi-Documentos*. Obtenido de idi:  
<http://www.idi.es/docs/Model%20de%20negoci.pdf>

IFAB- International Football Association Board. (1 de Junio de 2018). *Reglas de Juego 2018/2019*. Obtenido de  
<https://img.fifa.com/image/upload/qafar0qbviwls7vqabkl.pdf>

INDEC. (s.f.). *INDEC-CENSOS-ULTIMAS PUBLICACIONES*. Obtenido de ULTIMAS PUBLICACIONES:  
[https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/censo2010\\_tomo1.pdf](https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/censo2010_tomo1.pdf)

INDEC. (s.f.). *INDEC-Últimas publicaciones*. Obtenido de Últimas publicaciones:  
[https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/censo2010\\_tomo1.pdf](https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/censo2010_tomo1.pdf)

Ministerio de salud y desarrollo social . (s.f.). *Noticias: Semana de la lucha contra la sordera*. Obtenido de Noticias:  
<http://www.salud.gob.ar/medicamentos/index.php/noticias/509-semana-nacional-de-la-lucha-contra-la-sordera>

Organización Mundial de la Salud. (2001). *CIF- Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud*. Madrid: IMSERSO.

PANAMDES. (s.f.). *PANAMDES- History-Historia*. Obtenido de PANAMDES:  
<https://panamdes.com/history/>

Paradeportes. (Agosto de 2018). *Historia*. Obtenido de Paradeportes:  
<http://www.paradeportes.com/historia/>

Paralympic. (Agosto de 2018). *Paralympics - History of the Movement*. Obtenido de Official Website of the Paralympic Movement:  
<https://www.paralympic.org/the-ipc/history-of-the-movement>

RAE. (06 de Octubre de 2018). *Real Academia Española*. Obtenido de Diccionario de la Lengua Española: <http://dle.rae.es/?id=N77BOII>

Savant, C., Roden, M., & Carpenter, G. (1992). *Diseño electrónico. Circuitos y sistemas*. Los Angeles: Addison-Wesley Iberoamericana.

WHO-World Health Organization. (15 de Marzo de 2018). *WHO-Deafness and hearing loss*. Obtenido de Deafness and hearing loss: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>

World Rugby. (1 de Enero de 2015). *Regulation 12*. Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/World\\_Rugby\\_Regulation12\\_EN.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/World_Rugby_Regulation12_EN.pdf)

World Rugby. (2018). *Laws of the game Rugby Union*. Obtenido de  
file:///C:/Users/Usuario/Downloads/World\_Rugby\_Laws\_2018\_EN.pdf

## ANEXOS

### ANEXO N° 1: ENCUESTA DE VALIDACIÓN DEL DISPOSITIVO

Nombre:

Edad:

**Dispositivo de universalización del deporte.**

**ENCUESTA 1 PARA TESIS DE GRADO EN INGENIERÍA  
BIOMÉDICA**

1. ¿Crees que el deporte tiene alguna limitación para personas sordas?
- Si
  - No
  - Otro:.....

Nombre:

Edad:

**Dispositivo de universalización del deporte.**

**ENCUESTA 2**

**Se muestra el video MVP**

2. Después de ver el video ¿Encontrás que el sistema de arbitraje en el deporte genera alguna limitación para personas sordas?

- Si
- No
- Otro:.....

3. ¿Conoces algún reglamento que prohíba la utilización de este producto?

- Si
- No
- Otro:.....

**4. Si sos entrenador o deportista:**

- ¿Utilizarías este dispositivo en entrenamientos y partidos?

- Si
- No      ¿Por qué?.....
- Otro:.....

5. ¿Conoces algún dispositivo parecido?

- Si
- No
- Otro:.....

6. ¿Crees que este producto soluciona el problema de comunicación entre el árbitro y los deportistas?

- Si
- No
- Otro:.....

Nombre:

Edad:

**Dispositivo de universalización del deporte.**

ENCUESTA 3

Se explica como es el método de banderas y luces.

7. ¿Piensa que esta forma es mejor o peor?

Mejor

Peor

Otro:.....

## ANEXO N° 2: ENCUESTA PREVIA SOBRE ACTIVIDAD DEPORTIVA

### Encuesta sobre actividad deportiva

Descripción del formulario

Edad

10 a 15 años

15 a 25 años

25 a 35 años

mas de 35

1- ¿Realiza alguna actividad física?

Sí ( en caso de ser si la respuesta, siga con la pregunta 4)

No ( en caso de ser no la respuesta, siga con la pregunta 2)

## Dispositivo para la universalización del deporte.

2- En caso de no realizar actividad física ¿Por qué motivo no realiza actividad física?

- No tengo tiempo
- No me interesa
- Me interesa realizar deporte, pero no encuentro club para realizarlo
- Otra...

3- En caso de no realizar actividad deportiva, realiza alguna actividad extracurricular¿Cual?

Texto de respuesta corta

4- ¿Qué actividad física realiza?

- Futbol
- Natacion
- Rugby
- Tenis
- Otra...

5- ¿Sentís en algún momento que la hipoacusia te impide dar el 100% de su potencial cuando haces alguna actividad física?

- Sí
- No

6- En caso de ser si la respuesta 5 ¿porque?

- Por que limita la comunicación con mis compañeros
- Por qué demora mí tiempo de reacción a las señales que recibo del entorno (arbitro y autoridades)
- Otra...



## ANEXO N° 3: DATASHEET ENCODER HT12E (HOLTEK)



# HT12A/HT12E 2<sup>12</sup> Series of Encoders

### Features

- Operating voltage
  - 2.4V-5V for the HT12A
  - 2.4V-12V for the HT12E
- Low power and high noise immunity CMOS technology
- Low standby current: 0.1µA (typ.) at V<sub>DD</sub>=5V
- HT12A with a 38kHz carrier for infrared transmission medium
- Minimum transmission word
  - Four words for the HT12E
  - One word for the HT12A
- Built-in oscillator needs only 5% resistor
- Data code has positive polarity
- Minimal external components
- HT12A/E: 18-pin DIP/20-pin SOP package

### Applications

- Burglar alarm system
- Smoke and fire alarm system
- Garage door controllers
- Car door controllers
- Car alarm system
- Security system
- Cordless telephones
- Other remote control systems

### General Description

The 2<sup>12</sup> encoders are a series of CMOS LSIs for remote control system applications. They are capable of encoding information which consists of N address bits and 12-N data bits. Each address/data input can be set to one of the two logic states. The programmed addresses/data are transmitted together with the header bits

via an RF or an infrared transmission medium upon receipt of a trigger signal. The capability to select a TE trigger on the HT12E or a DATA trigger on the HT12A further enhances the application flexibility of the 2<sup>12</sup> series of encoders. The HT12A additionally provides a 38kHz carrier for infrared systems.

### Selection Table

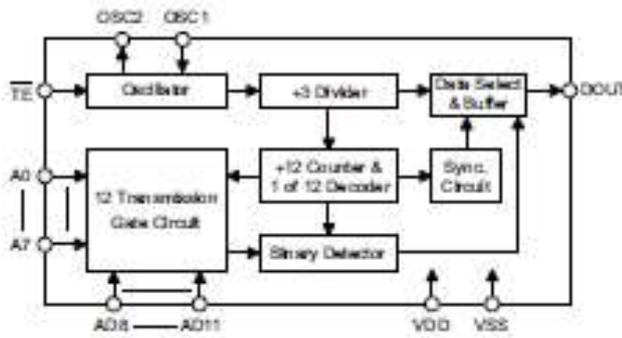
Function Part No.	Address No.	Address/ Data No.	Data No.	Oscillator	Trigger	Package	Carrier Output	Negative Polarity
HT12A	8	0	4	455kHz resonator	D8-D11	18 DIP 20 SOP	38kHz	No
HT12E	8	4	0	RC oscillator	TE	18 DIP 20 SOP	No	No

Note: Address/Data represents pins that can be address or data according to the decoder requirement.

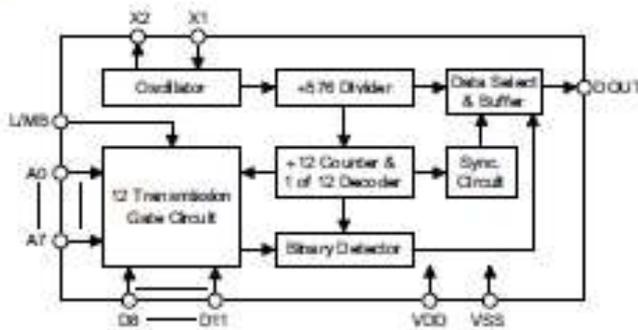


**Block Diagram**

**TE trigger**  
HT12E



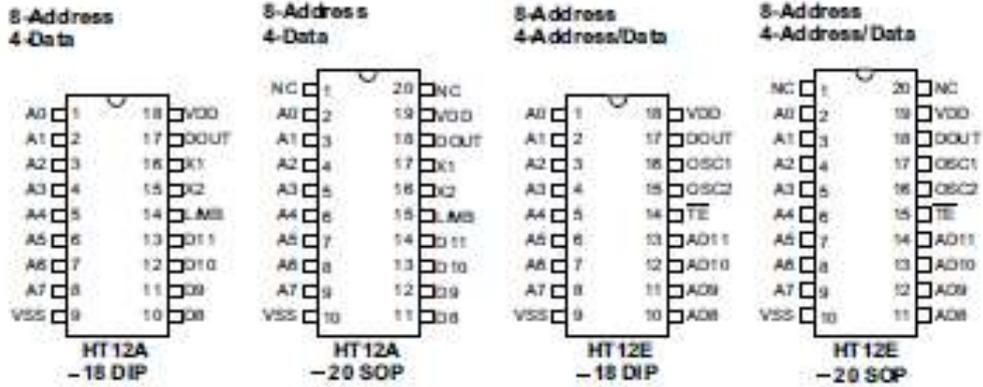
**DATA trigger**  
HT12A



Note: The address data pins are available in various combinations (refer to the address/data table).



Pin Assignment



Pin Description

Pin Name	I/O	Internal Connection	Description
A0-A7	I	CMOS IN Pull-high (HT12A) NMOS TRANSMISSION GATE PROTECTION DIODE (HT12E)	Input pins for address A0-A7 setting These pins can be externally set to VSS or left open
AD8-AD11	I	NMOS TRANSMISSION GATE PROTECTION DIODE (HT12E)	Input pins for address/data AD8-AD11 setting These pins can be externally set to VSS or left open
D8-D11	I	CMOS IN Pull-high	Input pins for data D8-D11 setting and transmission enable, active low These pins should be externally set to VSS or left open (see Note)
DOUT	O	CMOS OUT	Encoder data serial transmission output
LMB	I	CMOS IN Pull-high	Latch/Momentary transmission format selection pin: Latch: Floating or VDD Momentary: VSS

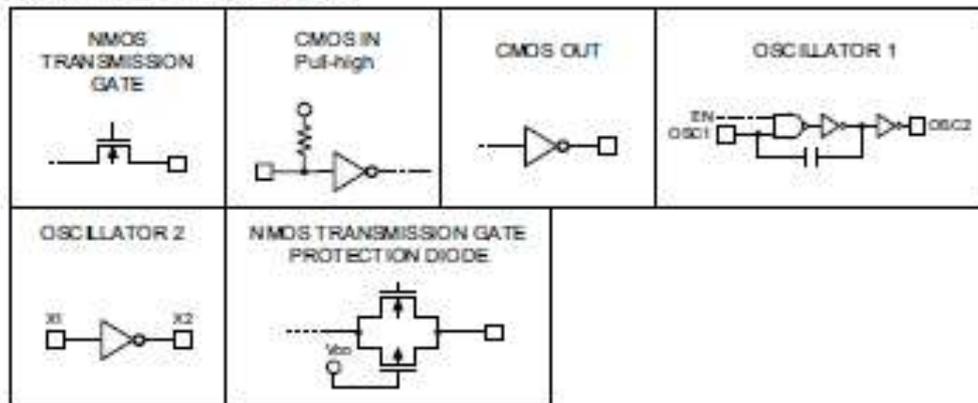


Pin Name	I/O	Internal Connection	Description
TE	I	CMOS IN Pull-high	Transmission enable, active low (see Note)
OSC1	I	OSCILLATOR 1	Oscillator input pin
OSC2	O	OSCILLATOR 1	Oscillator output pin
X1	I	OSCILLATOR 2	455kHz resonator oscillator input
X2	O	OSCILLATOR 2	455kHz resonator oscillator output
VSS	I	—	Negative power supply, grounds
VDD	I	—	Positive power supply

Note: D8–D11 are all data input and transmission enable pins of the HT12A.

TE is a transmission enable pin of the HT12E.

**Approximate internal connections**



**Absolute Maximum Ratings**

Supply Voltage (HT12A).....-0.3V to 5.5V	Supply Voltage (HT12E).....-0.3V to 13V
Input Voltage.....V <sub>SS</sub> -0.3 to V <sub>DD</sub> +0.3V	Storage Temperature.....-50°C to 125°C
Operating Temperature.....-20°C to 75°C	

Note: These are stress ratings only. Stresses exceeding the range specified under "Absolute Maximum Ratings" may cause substantial damage to the device. Functional operation of this device at other conditions beyond those listed in the specification is not implied and prolonged exposure to extreme conditions may affect device reliability.



## Electrical Characteristics

HT12A

T<sub>a</sub>=25°C

Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
		V <sub>DD</sub>	Conditions				
V <sub>DD</sub>	Operating Voltage	—	—	2.4	3	5	V
I <sub>STB</sub>	Standby Current	3V	Oscillator stops	—	0.1	1	μA
		5V		—	0.1	1	μA
I <sub>DD</sub>	Operating Current	3V	No load f <sub>OSC</sub> =455kHz	—	200	400	μA
		5V		—	400	800	μA
I <sub>DOVT</sub>	Output Drive Current	5V	V <sub>OH</sub> =0.9V <sub>DD</sub> (Source)	-1	-1.6	—	mA
			V <sub>OL</sub> =0.1V <sub>DD</sub> (Sink)	2	3.2	—	mA
V <sub>IH</sub>	"H" Input Voltage	—	—	0.8V <sub>DD</sub>	—	V <sub>DD</sub>	V
V <sub>IL</sub>	"L" Input Voltage	—	—	0	—	0.2V <sub>DD</sub>	V
R <sub>DATA</sub>	D8-D11 Pull-high Resistance	5V	V <sub>DATA</sub> =0V	—	100	300	kΩ

HT12E

T<sub>a</sub>=25°C

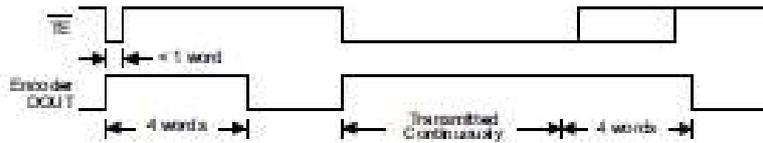
Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
		V <sub>DD</sub>	Conditions				
V <sub>DD</sub>	Operating Voltage	—	—	2.4	5	12	V
I <sub>STB</sub>	Standby Current	3V	Oscillator stops	—	0.1	1	μA
		12V		—	2	4	μA
I <sub>DD</sub>	Operating Current	3V	No load f <sub>OSC</sub> =8kHz	—	40	80	μA
		12V		—	100	300	μA
I <sub>DOVT</sub>	Output Drive Current	5V	V <sub>OH</sub> =0.9V <sub>DD</sub> (Source)	-1	-1.6	—	mA
			V <sub>OL</sub> =0.1V <sub>DD</sub> (Sink)	1	1.6	—	mA
V <sub>IH</sub>	"H" Input Voltage	—	—	0.8V <sub>DD</sub>	—	V <sub>DD</sub>	V
V <sub>IL</sub>	"L" Input Voltage	—	—	0	—	0.2V <sub>DD</sub>	V
f <sub>OSC</sub>	Oscillator Frequency	5V	R <sub>OSC</sub> =1.1MΩ	—	3	—	kHz
R <sub>TE</sub>	TE Pull-high Resistance	5V	V <sub>TE</sub> =0V	—	1.5	3	MΩ



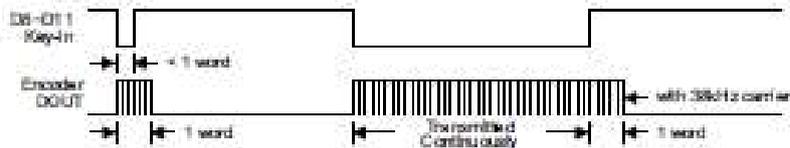
**Functional Description**

**Operation**

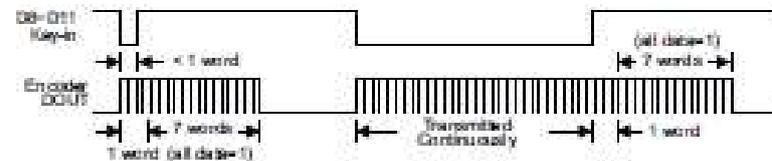
The 2<sup>12</sup> series of encoders begin a 4-word transmission cycle upon receipt of a transmission enable ( $\overline{TE}$  for the HT12E or D8-D11 for the HT12A, active low). This cycle will repeat itself as long as the transmission enable ( $\overline{TE}$  or D8-D11) is held low. Once the transmission enable returns high the encoder output completes its final cycle and then stops as shown below.



Transmission timing for the HT12E



Transmission timing for the HT12A (LMB-Floating or VDD)



Transmission timing for the HT12A (LMB-VSS)



**Information word**

If L/MB=1 the device is in the latch mode (for use with the latch type of data decoders). When the transmission enable is removed during a transmission, the DOUT pin outputs a complete word and then stops. On the other hand, if L/MB=0 the device is in the momentary mode (for use with the momentary type of data decoders). When the transmission enable is removed during a transmission, the DOUT outputs a complete word and then adds 7 words all with the "1" data code.

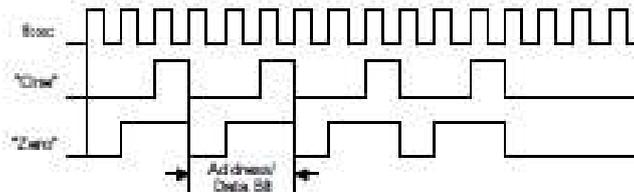
An information word consists of 4 periods as illustrated below.



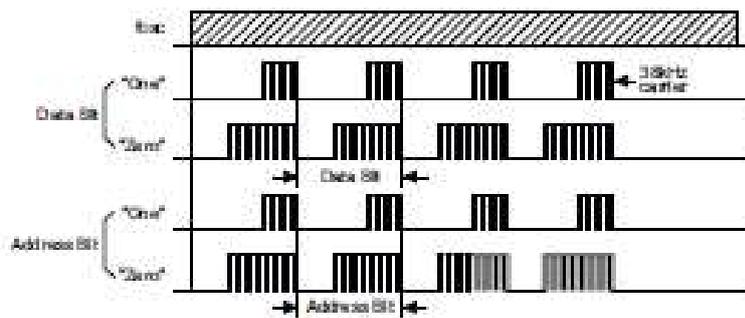
Composition of information

**Address/data waveform**

Each programmable address/data pin can be externally set to one of the following two logic states as shown below.



Address/Data bit waveform for the HT 12E



Address/Data bit waveform for the HT 12A



The address/data bits of the HT12A are transmitted with a 39kHz carrier for infrared remote controller flexibility.

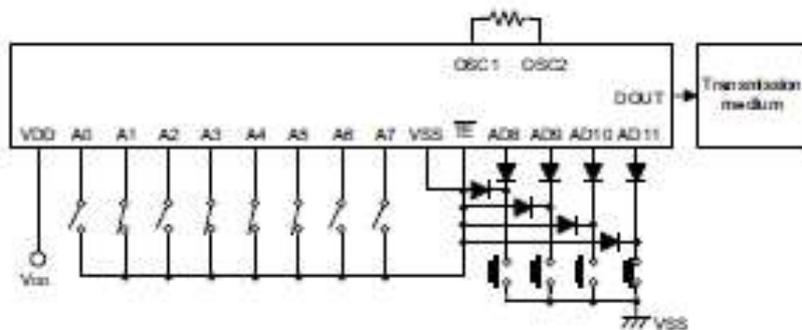
**Address/data programming (preset)**

The status of each address/data pin can be individually pre-set to logic "high" or "low". If a transmission-enable signal is applied, the encoder scans and transmits the status of the 12 bits of address/data serially in the order A0 to AD11 for the HT12E encoder and A0 to D11 for the HT12A encoder.

During information transmission these bits are transmitted with a preceding synchronization bit. If the trigger signal is not applied, the chip enters the standby mode and consumes a reduced current of less than 1µA for a supply voltage of 5V.

Usual applications preset the address pins with individual security codes using DIP switches or PCB wiring, while the data is selected by push buttons or electronic switches.

The following figure shows an application using the HT12E:



The transmitted information is as shown:

Pilot & Sync.	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	AD8	AD9	AD10	AD11
	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0



**Address/Data sequence**

The following provides the address/data sequence table for various models of the 2<sup>12</sup> series of encoders. The correct device should be selected according to the individual address and data requirements.

Part No.	Address/Data Bits											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
HT12A	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	D8	D9	D10	D11
HT12E	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	AD8	AD9	AD10	AD11

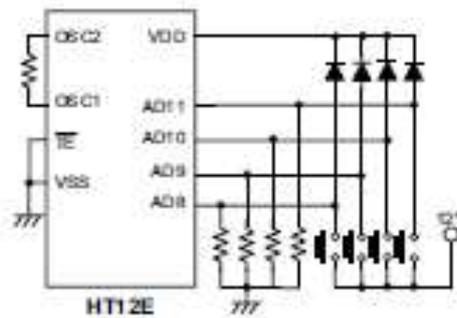
**Transmission enable**

For the HT12E encoders, transmission is enabled by applying a low signal to the  $\overline{TE}$  pin. For the HT12A encoders, transmission is enabled by applying a low signal to one of the data pins D8-D11.

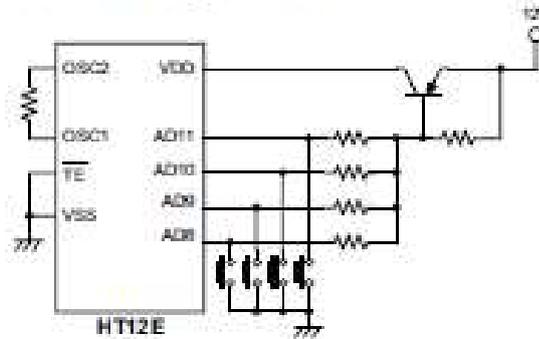
**Two erroneous HT12E application circuits**

The HT12E must follow closely the application circuits provided by Holtek (see the "Application circuits").

- Error: AD8-AD11 pins input voltage > V<sub>DD</sub>+0.3V

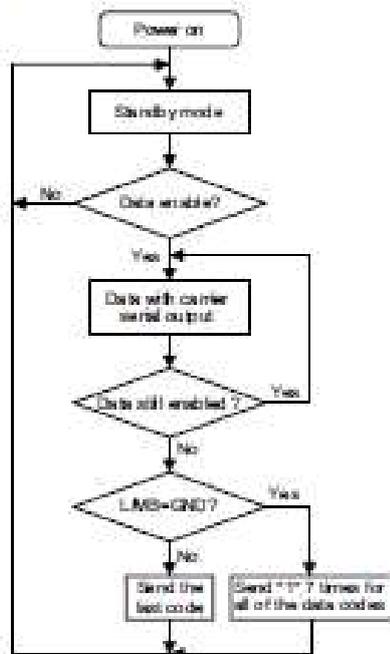


- Error: The IC's power source is activated by pins AD8-AD11

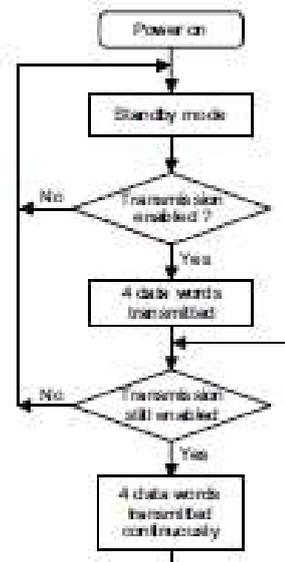


Flowchart

- HT12A



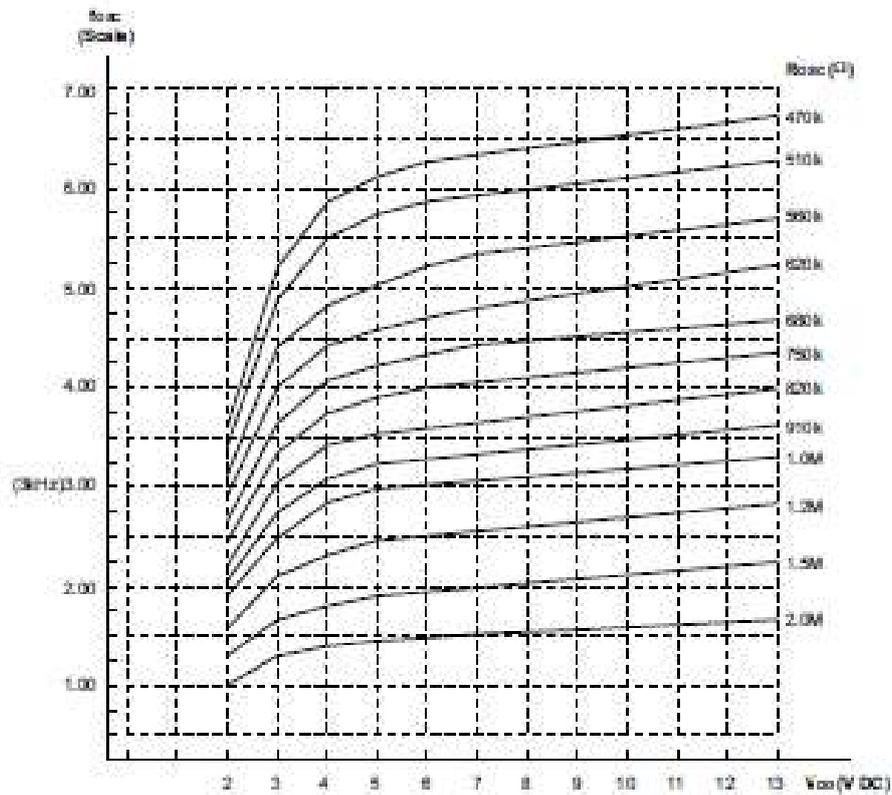
- HT12E



Note: D8-D11 are transmission enables of the HT12A.  
 TE is the transmission enable of the HT12E.



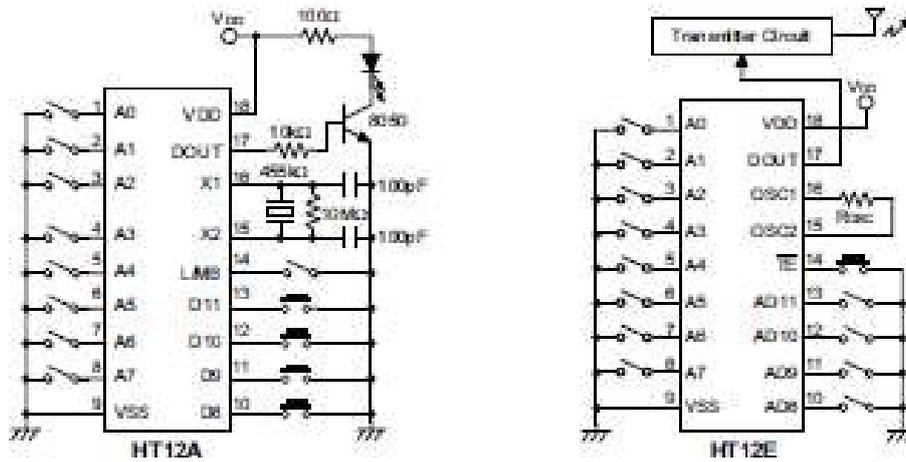
Oscillator frequency vs. supply voltage



The recommended oscillator frequency is  $f_{oscD}$  (decoder) = 50  $f_{oscE}$  (HT12E encoder)  
 =  $\frac{1}{3}$   $f_{oscA}$  (HT12A encoder)



Application Circuits



Note: Typical infrared diode: EL-1L2 (KODENSHI CORP.)

Typical RF transmitter: JR-220 (JUWA CORP.)



**Holtek Semiconductor Inc. (Headquarters)**  
No.3 Creation Rd. II, Science-based Industrial Park, Hsinchu, Taiwan, R.O.C.  
Tel: 886-3-563-2000  
Fax: 886-3-563-1189

**Holtek Semiconductor Inc. (Taipei Office)**  
5F, No.576, Sec.7 Chung Hsiao E. Rd., Taipei, Taiwan, R.O.C.  
Tel: 886-2-2782-9635  
Fax: 886-2-2782-9636  
Fax: 886-2-2782-7126 (International sales hotline)

**Holtek Semiconductor (Hong Kong) Ltd.**  
RM 711, Tower 2, Cheung Sha Wan Plaza, 833 Cheung Sha Wan Rd., Kowloon, Hong Kong  
Tel: 852-2-745-8288  
Fax: 852-2-742-6657

Copyright © 2000 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC.

The information appearing in this Data Sheet is believed to be accurate at the time of publication. However, Holtek assumes no responsibility arising from the use of the specifications described. The applications mentioned herein are used solely for the purpose of illustration and Holtek makes no warranty or representation that such applications will be suitable without further modification, nor recommends the use of its products for application that may present a risk to human life due to malfunction or otherwise. Holtek reserves the right to alter its products without prior notification. For the most up-to-date information, please visit our web site at <http://www.holtek.com.tw>.

## ANEXO N° 4: DATASHEET DECODER HT12D (HOLTEK)



### 2<sup>12</sup> Series of Decoders

#### Features

- Operating voltage: 2.4V-12V
- Low power and high noise immunity CMOS technology
- Low standby current
- Capable of decoding 12 bits of information
- Pair with Holtek's 2<sup>12</sup> series of encoders
- Binary address setting
- Received codes are checked 3 times
- Address/Data number combination
  - HT12D: 8 address bits and 4 data bits
  - HT12F: 12 address bits only
- Built-in oscillator needs only 5% resistor
- Valid transmission indicator
- Easy interface with an RF or an infrared transmission medium
- Minimal external components

#### Applications

- Burglar alarm system
- Smoke and fire alarm system
- Garage door controllers
- Car door controllers
- Car alarm system
- Security system
- Cordless telephones
- Other remote control systems

#### General Description

The 2<sup>12</sup> decoders are a series of CMOS LSIs for remote control system applications. They are paired with Holtek's 2<sup>12</sup> series of encoders (refer to the encoder/decoder cross reference table). For proper operation, a pair of encoder/decoder with the same number of addresses and data format should be chosen.

The decoders receive serial addresses and data from a programmed 2<sup>12</sup> series of encoders that are transmitted by a carrier using an RF or an IR transmission medium. They compare the serial input data three times continuously with

their local addresses. If no error or unmatched codes are found, the input data codes are decoded and then transferred to the output pins. The VT pin also goes high to indicate a valid transmission.

The 2<sup>12</sup> series of decoders are capable of decoding informations that consist of N bits of address and 12-N bits of data. Of this series, the HT12D is arranged to provide 8 address bits and 4 data bits, and HT12F is used to decode 12 bits of address information.

#### Selection Table

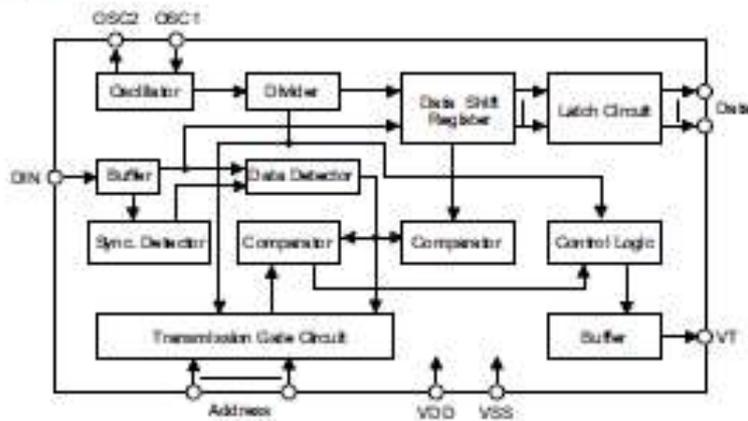
Function Part No.	Address No.	Data		VT	Oscillator	Trigger	Package
		No.	Type				
HT12D	8	4	L	√	RC oscillator	DIN active "H"	18 DIP/20 SOP
HT12F	12	0	—	√	RC oscillator	DIN active "H"	18 DIP/20 SOP

Notes: Data type: L stands for latch type data output.

VT can be used as a momentary data output.

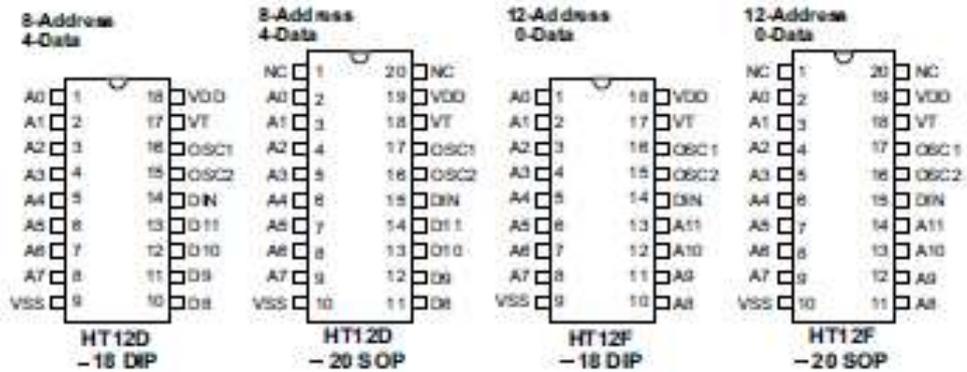


**Block Diagram**



Note: The address/data pins are available in various combinations (see the address/data table).

**Pin Assignment**

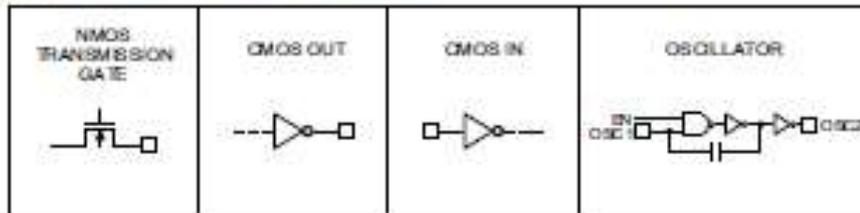




**Pin Description**

Pin Name	I/O	Internal Connection	Description
A0-A11	I	NMOS TRANSMISSION GATE	Input pins for address A0-A11 setting. They can be externally set to VDD or VSS.
D8-D11	O	CMOS OUT	Output data pins
DIN	I	CMOS IN	Serial data input pin
VT	O	CMOS OUT	Valid transmission, active high
OSC1	I	OSCILLATOR	Oscillator input pin
OSC2	O	OSCILLATOR	Oscillator output pin
VSS	I	—	Negative power supply (GND)
VDD	I	—	Positive power supply

**Approximate internal connection circuits**



**Absolute Maximum Ratings**

Supply Voltage.....-0.3V to 13V      Storage Temperature.....-50°C to 125°C  
 Input Voltage.....V<sub>SS</sub>-0.3 to V<sub>DD</sub>+0.3V      Operating Temperature.....-20°C to 75°C

Note: These are stress ratings only. Stresses exceeding the range specified under "Absolute Maximum Ratings" may cause substantial damage to the device. Functional operation of this device at other conditions beyond those listed in the specification is not implied and prolonged exposure to extreme conditions may affect device reliability.



## Electrical Characteristics

T<sub>a</sub>=25°C

Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
		V <sub>DD</sub>	Conditions				
V <sub>DD</sub>	Operating Voltage	—	—	2.4	5	12	V
I <sub>SRB</sub>	Standby Current	5V	Oscillator stops	—	0.1	1	μA
		12V		—	2	4	μA
I <sub>DD</sub>	Operating Current	5V	No load f <sub>OSC</sub> =150kHz	—	300	400	μA
I <sub>O</sub>	Data Output Source Current (D8–D11)	5V	V <sub>OH</sub> =4.5V	-1	-1.6	—	mA
	Data Output Sink Current (D8–D11)	5V	V <sub>OL</sub> =0.5V	1	1.6	—	mA
I <sub>VT</sub>	VT Output Source Current	5V	V <sub>OH</sub> =4.5V	-1	-1.6	—	mA
	VT Output Sink Current		V <sub>OL</sub> =0.5V	1	1.6	—	mA
V <sub>HI</sub>	"H" Input Voltage	5V	—	3.5	—	5	V
V <sub>LI</sub>	"L" Input Voltage	5V	—	0	—	1	V
f <sub>OSC</sub>	Oscillator Frequency	5V	R <sub>OSC</sub> =5.1kΩ	—	150	—	kHz



### Functional Description

#### Operation

The 2<sup>12</sup> series of decoders provides various combinations of addresses and data pins in different packages so as to pair with the 2<sup>12</sup> series of encoders.

The decoders receive data that are transmitted by an encoder and interpret the first N bits of code period as addresses and the last 12-N bits as data, where N is the address code number. A signal on the DIN pin activates the oscillator which in turn decodes the incoming address and data. The decoders will then check the received address three times continuously. If the received address codes all match the contents of the decoder's local address, the 12-N bits of data are decoded to activate the output pins and the VT pin is set high to indicate a valid transmission. This will last unless the address code is incorrect or no signal is received.

The output of the VT pin is high only when the transmission is valid. Otherwise it is always low.

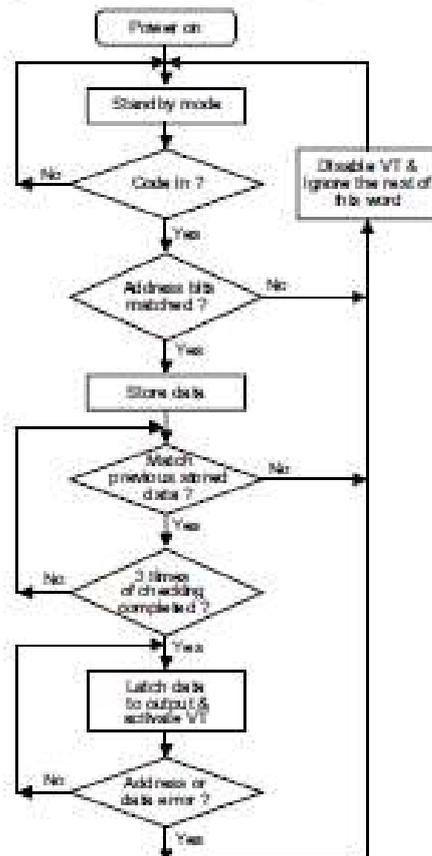
#### Output type

Of the 2<sup>12</sup> series of decoders, the HT12F has no data output pin but its VT pin can be used as a momentary data output. The HT12D, on the other hand, provides 4 latch type data pins whose data remain unchanged until new data are received.

Part No.	Data Pins	Address Pins	Output Type	Operating Voltage
HT12D	4	8	Latch	2.4V-12V
HT12F	0	12	—	2.4V-12V

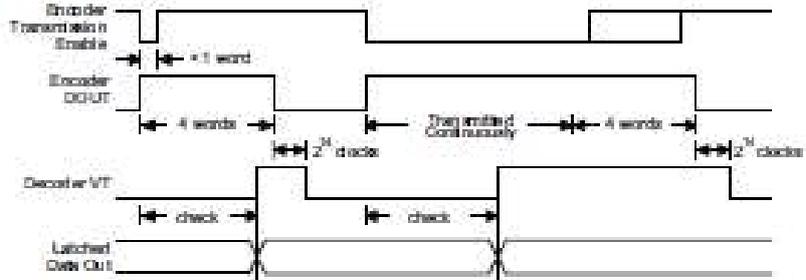
#### Flowchart

The oscillator is disabled in the standby state and activated when a logic "high" signal applies to the DIN pin. That is to say, the DIN should be kept low if there is no signal input.





Decoder timing



Encoder/Decoder cross reference table

Decoders Part No.	Data Pins	Address Pins	VT	Pair Encoder	Package			
					Encoder		Decoder	
					DIP	SOP	DIP	SOP
HT12D	4	8	√	HT12A	18	20	18	20
				HT12E	18	20		
HT12F	0	12	√	HT12A	18	20	18	20
				HT12E	18	20		

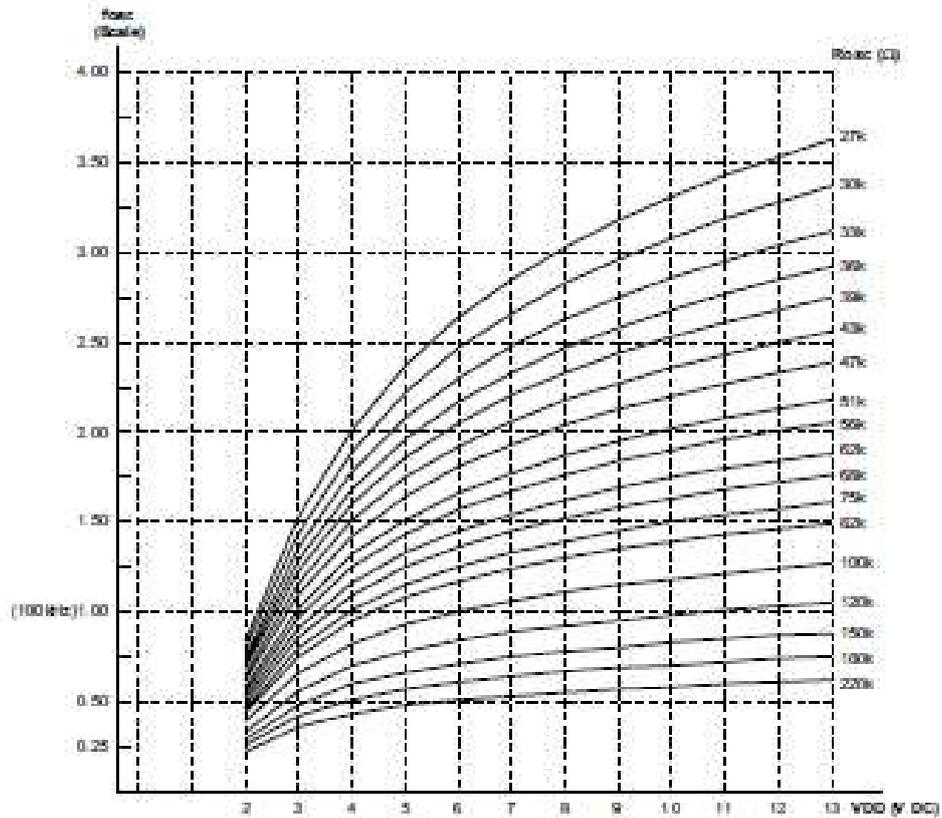
Address/Data sequence

The following table provides address/data sequence for various models of the 2<sup>12</sup> series of decoders. A correct device should be chosen according to the requirements of the individual addresses and data.

Part No.	Address/Data Bits											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
HT12D	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	D8	D9	D10	D11
HT12F	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11



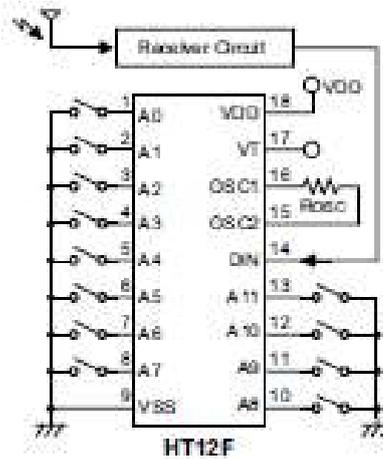
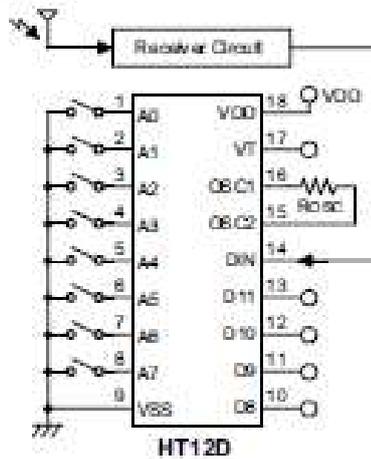
Oscillator frequency vs supply voltage



The recommended oscillator frequency is  $f_{OSC}(decoder) = 50 f_{OSC}(HT12E encoder)$   
 $= \frac{1}{3} f_{OSC}(HT12A encoder)$



Application Circuits



Notes: Typical infrared receiver: PIC-1204RF/PIC-1204RS (KODENSHI CORP.)  
or LTM9062 (LITEON CORP.)

Typical RF receiver: JR-200 (JUWA CORP.)  
RE-99 (MING MICROSYSTEM, U.S.A.)



**Holtek Semiconductor Inc. (Headquarters)**  
No.3 Creation Rd. II, Science-based Industrial Park, Hsinchu, Taiwan, R.O.C.  
Tel: 886-3-563-1999  
Fax: 886-3-563-1189

**Holtek Semiconductor Inc. (Taipei Office)**  
SF, No.576, Sec.7 Chung Hsiao E. Rd., Taipei, Taiwan, R.O.C.  
Tel: 886-2-2782-9635  
Fax: 886-2-2782-9636  
Fax: 886-2-2782-7128 (International sales hotline)

**Holtek Microelectronics Enterprises Ltd.**  
RM 711, Tower 2, Cheung Sha Wan Plaza, 833 Cheung Sha Wan Rd., Kowloon, Hong Kong  
Tel: 852-2-745-8288  
Fax: 852-2-742-8867

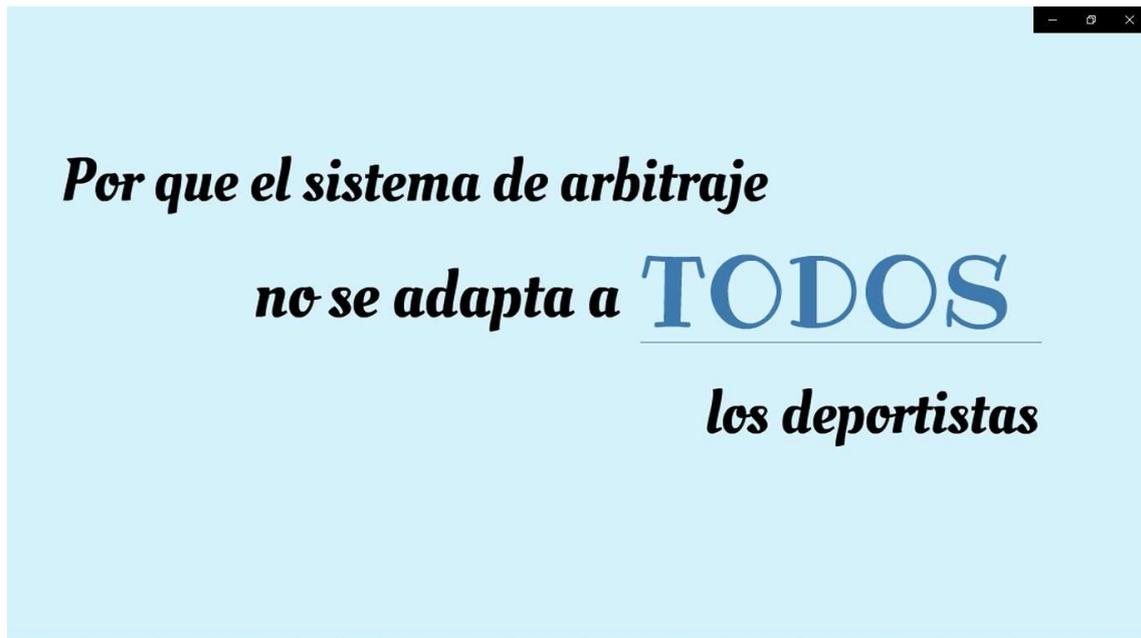
Copyright © 1999 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC.

The information appearing in this Data Sheet is believed to be accurate at the time of publication. However, Holtek assumes no responsibility arising from the use of the specifications described. The applications mentioned herein are used solely for the purpose of illustration and Holtek makes no warranty or representation that such applications will be suitable without further modification, nor recommends the use of its products for application that may present a risk to human life due to malfunction or otherwise. Holtek reserves the right to alter its products without prior notification. For the most up-to-date information, please visit our web site at <http://www.holtek.com.tw>.

ANEXO N° 5: CAPTURAS DE PANTALLA DE MVP

*En la actualidad el deporte no es*  
**UNIVERSAL**







*Por eso desarrollamos este*  
dispositivo *para la*  
**UNIVERSALIZACIÓN**  
*del deporte*

*Que envía una señal  
mediante radiofrecuencia  
desde el silbato a las pecheras  
de los deportistas  
generando vibración en las mismas*





Dispositivo para la universalización del deporte.

