

TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL

INFORME DE PROYECTO DE GRADUACIÓN
PARA OPTAR POR EL GRADO DE BACHILLER
EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL

Diseño del sistema estructural de una radio base digital adaptable a tres tipos de tarjetas electrónicas de tecnología iDEN

MELISSA BARRIENTOS CARVAJAL
2014160202

CARTAGO, NOVIEMBRE 2018

Resumen | *Abstract*

La empresa de radiocomunicaciones Multicom, posee un stock inutilizado de tres distintos modelos de tarjetas electrónicas madre, tiene 100 unidades de cada modelo para un total de 300 tarjetas. Estas tarjetas pertenecen a radios portátiles cuyo cuerpo y demás componentes no se encuentran en correcto funcionamiento y no es posible conseguir repuestos para su reparación. La empresa desea revalorizar las tarjetas en forma de una radio base de comunicación. Este proyecto plantea un nuevo modelo de sistema estructural o carcasa de una radio base, a la cual se puede adaptar cada uno de los tres distintos modelos de tarjetas electrónicas. El diseño contempla aspectos de usabilidad, ergonomía, disposición de elementos internos, consideración de materiales y componentes, métodos de manufactura, entre otros aspectos importantes, con el fin de satisfacer las necesidades de los distintos usuarios, adaptar el producto a diferentes contextos de uso y cumplir con las solicitudes de la empresa.

Palabras clave: radio base, radio móvil, tarjeta electrónica, tarjeta madre, carcasa, sistema estructural, adaptabilidad

The radiocommunication company Multicom, has an unused stock of three different models of electronic motherboards, consisting of 100 units per each model for a total of 300 motherboards. These cards belong to portable radios whose body and other components are not in proper operation and it is not possible to obtain spare parts for their repair. The company wants to revalue the cards in the form of a communication radio base. This project proposes a new model of a structural system or case for a radio base, to which each one of the three different models of electronic cards can be adapted. The design includes aspects of usability, ergonomics, disposition of internal elements, consideration of materials and components, manufacturing methods, among other important aspects, in order to satisfy the needs of different users, adapt the product to different contexts of use, and comply with the requests from the company.

Keywords: *radio base, mobile radio, electronic card, motherboard, electronic case, enclosure, structural system, adaptability*

Índice de contenidos

Introducción	10	Análisis de productos existentes	36
Planteamiento del proyecto	11	Benchmarking	45
Marco teórico	12	Sistemas y subsistemas externos	48
Antecedentes	14	Organización interna existente	49
Definición del problema	16	Análisis de productos similares	50
Justificación	17	Análisis ergonómico	52
Objetivos	18	Análisis tecnológico	55
Alcances y limitaciones	19	Análisis perceptual	65
Metodología	20	Observaciones de campo	68
Situación actual de Multicom	21	Elementos del nuevo producto	70
Organización de la empresa	22	Requerimientos y requisitos	72
Stock de componentes a revalorizar	23	Desarrollo de Propuestas	75
Análisis	25	Concepto	76
Usuario	26	Desarrollo de propuestas	77
Contexto inmediato	29	Selección de piezas estandarizadas	89
Contexto geográfico	31	Propuestas de diseño interno de carcasa	94
Flujo de acciones	32	Prototipo inicial	97
Árbol de funciones de las radio bases en general	34	Propuesta final	99
Lógica de funcionamiento	35	Propuesta final	100

Sistema estructural.....	102
Interfaz.....	104
Ensamblaje de carcasa.....	107
Ordenamiento interno	109
Sistema de adaptabilidad de tarjetas	111
Producto final en el contexto de uso.....	113
Partes del producto.....	114
Dimensiones externas a fabricar.....	115
Comparación de costos de fabricación	117
Manufactura	118
Gradientes de mejora.....	119
Consideraciones a futuro.....	120
Conclusiones	121
Bibliografía.....	122
Anexos	124
1. Sondeo realizado a usuarios	125

Índice de figuras

Figura 1. Radio base Kenwood NX-3720 con su respectivo micrófono PTT.....	13	Figura 15. Diagrama de bloques del funcionamiento del sistema principal.....	35
Figura 2. Logotipo de la empresa Multicom.....	14	Figura 16. Productos existentes a comparar	36
Figura 3. Principales servicios que ofrece Multicom.....	15	Figura 17. Parte frontal de dispositivo Kenwood NX-3720 / NX-3820	37
Figura 4. Organigrama de la empresa Multicom con descripción de cada departamento.....	22	Figura 18. Dispositivo Kenwood NX-3720 / NX-3820	38
Figura 5. Motorola i355, i580 e i680, sus respectivas tarjetas principales y características	24	Figura 19. Parte frontal de dispositivo Kenwood NX-740H / NX-840H.....	39
Figura 6. Usuario taxista.....	26	Figura 20. Dispositivo Kenwood NX-740H / NX-840H	40
Figura 7. Usuario coordinador de seguridad	27	Figura 21. Parte frontal de dispositivo Tesuhno TM-980.....	41
Figura 8. Usuario técnico de Multicom.....	28	Figura 22. Dispositivo Tesuhno TM-980	42
Figura 9. Contexto de espacio fijo.....	29	Figura 23. Parte frontal de dispositivo Motorola GM340.....	43
Figura 10. Posición empotrado en el dash.....	30	Figura 24. Dispositivo Motorola GM340	44
Figura 11. Posición bajo la zona del manubrio	30	Figura 25. Partes externas de radio base y accesorios	48
Figura 12. Posición superior en vehículo.....	30	Figura 26. Imagen de interior de radio base CRT Superstar 3900EFT.....	49
Figura 13. Posición sobre el dash.....	30	Figura 27. Imagen de interior de radio base Cobra 29 LTD BT	49
Figura 14. Áreas de cobertura del servicio de radio digital	31		

Figura 28. Routers inalámbricos	50	Figura 44. Detalles de textura y materiales	66
Figura 29. Convertidores de TV digital.....	51	Figura 45. Diagrama de cromática del producto.....	67
Figura 30. Medidas biométricas relevantes de mano.....	52	Figura 46. Iconografía considerada para el display del producto	67
Figura 31. Filamento y pieza fabricada con CPE+.....	55	Figura 47. Imagen ilustrativa de usuario entrevistado	68
Figura 32. Pellets y pieza fabricada con ABS.....	56	Figura 48. Bocetos hechos a lápiz de exploración inicial de formas de radio base	78
Figura 33. Filamento y pieza fabricada con PLA + fibra de carbono.....	57	Figura 49. Propuestas de interfaz de radio base	80
Figura 34. Pieza impresa en 3D con ASA	58	Figura 50. Propuesta de interfaz elegida.....	81
Figura 35. Proceso de moldeo por inyección (Van Natta, 2009).....	59	Figura 51. Propuesta 1 de sistema ensamblaje de carcasa.....	83
Figura 36. Termoformado al vacío (CustomPartNet, 2008).....	61	Figura 52. Propuesta 2 de sistema ensamblaje de carcasa.....	84
Figura 37. Método FDM - Fuse Deposition Modelling (Additively AG, 2018)	62	Figura 53. Propuesta 3 de sistema ensamblaje de carcasa.....	85
Figura 38. Método SLA - Stereolithography (Additively AG, 2018).....	62	Figura 54. Propuesta 1 de radio base	86
Figura 39. Método SLS - Selective Laser Sintering (Additively AG, 2018)	62	Figura 55. Propuesta 2 de radio base	87
Figura 40. Diagrama de unión por elemento roscado.....	63	Figura 56. Propuesta 3 de radio base	88
Figura 41. Diagrama de uniones por cuña y pestaña	63	Figura 57. Modelo A de tarjeta madre iDEN.....	89
Figura 42. Vocabulario visual	65	Figura 58. Modelo B de tarjeta madre iDEN.....	89
Figura 43. Detalles de salida de audio	66	Figura 59. Modelo C de tarjeta madre iDEN.....	89
		Figura 60. Micrófono PTT de marca Motorola con el que cuenta la empresa.....	90

Figura 61. Sistema de sujeción y fijación a superficies.....	90	Figura 78. Detalle interior de prototipo inicial de prueba en material PLA.....	98
Figura 62. Botón ON/OFF.....	91	Figura 79. Propuesta final de radio base: parte delantera.....	100
Figura 63. Cable y puerto para conexión de antena.....	91	Figura 80. Propuesta final de radio base: parte trasera.....	101
Figura 64. Parlante.....	91	Figura 81. Sistema estructural de radio base.....	102
Figura 65. Perilla de ajuste de volumen.....	91	Figura 82. Base de carcasa abierta y vacía.....	103
Figura 66. Botón ON/OFF.....	92	Figura 83. Sistema de reforzamiento lateral.....	103
Figura 67. Botón ON/OFF.....	92	Figura 84. Interfaz del producto final.....	104
Figura 68. Botón ON/OFF.....	92	Figura 85. Modo de encendido y apagado del radio.....	105
Figura 69. Luz LED rectangular.....	92	Figura 86. Modo de ajuste de volumen del radio.....	105
Figura 70. Slot de tarjeta SIM.....	93	Figura 87. Modo de recepción de mensajes.....	106
Figura 71. Puerto y cable de alimentación.....	93	Figura 88. Modo de transmisión de mensaje.....	106
Figura 72. Diagrama de la disposición de los elementos internos de la radio base.....	94	Figura 89. Tipo de tornillo utilizado en el ensamblaje de carcasa.....	107
Figura 73. Propuesta sistema adaptable tipo bus.....	96	Figura 90. Forma de ensamblaje de carcasa.....	107
Figura 74. Propuesta sistema adaptable en niveles.....	96	Figura 91. Detalle de unión roscada por cilindro de acoplamiento.....	108
Figura 75. Exterior frontal de prototipo inicial de prueba en material PLA.....	97	Figura 92. Detalle de pestañas de unión en ambas piezas.....	108
Figura 76. Exterior trasero de prototipo inicial de prueba en material PLA.....	97	Figura 93. Disposición de los cilindros de acoplamiento.....	108
Figura 77. Prototipo abierto.....	98	Figura 94. Vista superior de compartimentos de sistema de ordenamiento interno.....	109

Figura 95. Vista superior de ordenamiento interno con tarjeta C	110
Figura 96. Vista superior de ordenamiento interno con tarjeta B	110
Figura 97. Vista superior de ordenamiento interno con tarjeta A	110
Figura 98. Vista superior de zona de adaptabilidad de tarjetas.....	111
Figura 99. Acercamiento a zona adaptable	111
Figura 100. Acercamiento a zona adaptable con abrazadera instalada	111
Figura 101. Montaje de tarjeta modelo A	112
Figura 102. Montaje de tarjeta modelo B	112
Figura 103. Montaje de tarjeta modelo C	112
Figura 104. Radio base en contexto estático	113
Figura 105. Radio móvil en contexto vehicular	113
Figura 106. Dimensiones externas de base de carcasa	115
Figura 107. Dimensiones externas de la tapa	116
Figura 108. Vista frontal de modelo final.....	119

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de tipos de cobertura y nivel de señal digital	31
Tabla 2. Benchmarking de radio bases existentes	46
Tabla 3. Dimensiones de manos de hombres y mujeres latinoamericanos entre 18 y 65 años.....	52
Tabla 4. Resultados de entrevistas a usuarios primarios taxistas	69
Tabla 5. Necesidades, requerimientos y requisitos de la radio base a desarrollar	72
Tabla 6. Evaluación de propuestas de interfaz.....	81
Tabla 7. Costos de fabricación de carcasa en distintas empresas del país	117

Introducción

La comunicación por medio de radio tiene gran vigencia en la actualidad por sus características de vía instantánea y muy poca propensa a colapsos. Existen diversos dispositivos que funcionan para este fin, uno de ellos es la radio base, un dispositivo que puede ser utilizado tanto en contexto estático, como móvil. A raíz de las necesidades de la empresa costarricense de radiocomunicación, Multicom, se ha desarrollado el sistema estructural o carcasa de una radio base digital, con un subsistema de ordenamiento interno lógico de componentes, el cual a su vez es adaptable a tres distintos modelos de tarjetas electrónicas madre, para así permitir la variación de las mismas. A su vez este nuevo diseño provee usabilidad y fácil mantenimiento interno al plantear un sistema de ensamblaje sencillo.

El proyecto se ha dividido en cinco capítulos, el primer capítulo consiste en el planteamiento del proyecto, donde se expondrán los antecedentes que dieron origen a este trabajo, así como los objetivos y las limitaciones del mismo. En el segundo capítulo se describe la situación actual de la empresa, junto con el stock de componentes, fundamentales para el entendimiento del fin principal del nuevo producto. El tercer capítulo abarca los análisis realizados de todos los aspectos importantes a tomar en cuenta para el desarrollo de las propuestas y el nuevo diseño. El cuarto capítulo muestra las diferentes etapas del

desarrollo de las propuestas y describe el proceso de diseño hasta llegar a la propuesta final. Finalmente el quinto capítulo presenta la propuesta final y los resultados del proyecto, así como recomendaciones en cuanto a su producción final, consideraciones a futuro, mejoras realizadas y conclusiones del proyecto.

PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

CAPÍTULO 1

En este capítulo se desarrollará el planteamiento del proyecto, cómo surgió, qué se espera del mismo, y cómo se planea realizar, con el fin de sentar las bases para el entendimiento del diseño realizado.

Marco teórico

A continuación se explicarán conceptos teóricos fundamentales para el entendimiento del presente proyecto.

El sistema de radiocomunicación

En la radiocomunicación la voz de una persona es transmitida de manera inmediata a un receptor mediante un sistema de repetición que utiliza ondas electromagnéticas. El radio es en sí un sistema de comunicación muy eficiente, especialmente para casos de emergencia, ya que es sumamente inmediato y éste puede operar mientras los sistemas de telefonía convencional como celular, VoIP e incluso el internet pueden colapsar.

Este tipo de comunicación es esencial en diversos escenarios donde se gestionan riesgos y se requiere comunicación interpersonal inmediata a distancia. Entre tales escenarios se tienen, por ejemplo, la coordinación de flotas vehiculares, labores de izamiento y montaje en proyectos constructivos, coordinación de procesos de evacuación, simulacros y atención de incidentes de emergencia, coordinación de seguridad, entre otros, que perfila un mercado potencial para elementos de radiocomunicación efectiva.

El sistema de radio móvil terrestre:

Consiste en un sistema de comunicación inalámbrica diseñado para ser utilizado por usuarios terrestres en lugares fijos (bases), vehículos (móviles) o a pie (portátiles). Algunos ejemplos son radios bidireccionales en vehículos, cuyos sistemas son utilizados por organizaciones de primeros auxilios de emergencia tales como servicios de policía, bomberos y ambulancias, organizaciones de obras públicas, servicios tales como taxis o compañías con flotas de vehículos grandes o personal de campo numeroso. Este sistema puede ser independiente, pero a menudo puede conectarse a otros sistemas fijos, como la red telefónica pública conmutada o las redes celulares.

Radios de dos vías:

Una radio bidireccional es una radio que puede transmitir y recibir una señal. Permite al operador transmitir y recibir a otras radios similares que operan en la misma frecuencia de radio (canal). Las radios de dos vías están disponibles en configuraciones móviles, estacionarias y portátiles.

Los sistemas de radio bidireccionales generalmente funcionan en modo semidúplex; es decir, el operador puede hablar, o puede

escuchar, pero no al mismo tiempo. Un botón de pulsar para hablar o pulsar para transmitir activa el transmisor, y cuando se libera, el receptor está activo.

Comunicación directa PTT:

Sus siglas significan Push To Talk o "pulsar para hablar", con ese mecanismo al pulsar el botón el posible transmitir un mensaje y al soltar el botón es posible recibir un mensaje. No se puede recibir un mensaje mientras el botón esté pulsado, de modo que éste método provee una comunicación más ordenada ya que sólo un usuario puede hablar a la vez, mientras varios lo pueden escuchar al mismo tiempo desde varios dispositivos distintos.

Tecnología iDEN:

Se le conoce también como Red Mejorada Digital Integrada o Integrated Digital Enhanced Network en inglés por sus siglas. Consiste en una tecnología inalámbrica desarrollada por Motorola en 1994 que opera en Costa Rica desde el 2009 en el país gracias a Multicom. Según Avantel (2016), esta tecnología proporciona a los usuarios múltiples servicios en un único e integrado sistema de comunicaciones móviles. En forma de radio de dos vías permite que un usuario emisor pueda comunicarse de manera inmediata con otros usuarios receptores por medio de comunicación directa PTT, sin la complicación de establecer una llamada de conferencia, de modo que representa una forma de comunicación más fácil y económica.

La radio base

Existen diversos equipos para la radiocomunicación de dos vías, desde walkie-talkies, hasta radios digitales muy similares a un celular moderno. Las radio bases son un producto muy popular en esta área de la comunicación y consisten en un equipo en forma de "caja" con distintos botones de control, que funciona en forma estática (en contextos fijos) y en forma móvil (en contextos vehiculares), sin embargo no funciona de manera portátil. Ésta se instala en un punto fijo y desde ahí transmitir (con ayuda de su micrófono complementario) y recibir mensajes los cuales pueden ser escuchados por medio de su parlante.



Figura 1. Radio base Kenwood NX-3720 con su respectivo micrófono PTT

Antecedentes

La empresa

En Costa Rica existen varias empresas que brindan servicios de radiocomunicación una de las cuales es Comunicaciones Múltiples JV de Costa Rica S.A., cuyo nombre comercial es Multicom.

“Multicom es una empresa encargada de brindar servicios de radiocomunicación, creada en 1996, conformada por Telco, S.A. y Motorola. Cuando Multicom inicia operaciones ofrece solamente un sistema de comunicación, cuya cobertura era únicamente el Área Metropolitana. Poco a poco, Multicom va incorporando otros sistemas análogos para ofrecer a sus clientes mayor cobertura, hasta conformar una red AMSS (Automatic Multiple Site Select), el sistema AMSS hacen que trabajen varios sistemas análogos como si fueran solamente uno, con la ventaja de tener una gran cobertura, es decir, un área geográfica bastante amplia.” (Morales, 2012)

Desde 1996 Multicom opera redes de radiocomunicación de dos vías en su frecuencia concesionada de 800Mhz. En el año 2009 se lanzó la primera red digital (iDEN) para radios de dos vías, operando en el gran área metropolitana (incluyendo San Ramón

y Palmares), Limón y el aeropuerto de Liberia, ampliando la gama de servicios al usuario e incluyendo llamadas a teléfonos fijos, celulares e internacionales. A su vez Multicom vende soluciones de radios de frecuencias VHF y UHF incluyendo repetidoras y aplicaciones de gestión.

A partir del año 2007, Multicom ha implementado de forma exclusiva un sistema 2G digital iDEN de Motorola que integra distintos servicios y funcionalidades a la radiocomunicación; la cobertura actual es toda la GAM con algunas zonas de cobertura en Limón centro, Liberia centro, San Ramón y Palmares de Alajuela. Los servicios que ofrece la empresa son de venta o alquiler de radios de dos vías para comunicación en áreas amplias en dos modalidades, una analógica con la red AMSS



Figura 2. Logotipo de la empresa Multicom

Motorola que cubre la mayor parte del país con robustos radios, y la otra modalidad digital del sistema iDEN. Los radios digitales tienen distintas funcionalidades llamadas grupales o individuales, tales como hacer llamadas telefónicas e interconectarse con otros operadores de telefonía entre otras funciones únicas del sistema iDEN.

Actualmente la empresa opera la red más grande de radios de dos vías en Costa Rica bajo los lineamientos de la Ley de Telecomunicación aprobada en el 2009 con la reglamentación establecida en el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF). La concesión con la que cuenta Multicom está otorgada para poder brindar servicios a terceros de modo que garantiza el servicio y protege a sus clientes contra la obsolescencia.

Multicom tiene un nicho en el competitivo mercado, el usuario de radio tiene la particularidad de necesitar una comunicación instantánea que la telefonía no ofrece, que cumpla con los requerimientos de alta disponibilidad del servicio, equipo resistente y adaptable a diferentes contextos. Los clientes requieren de unidades de radiocomunicación portátiles, y además radio bases que son requeridas para coordinación de transporte, coordinación de proyectos, logística, etc.

Para el sistema iDEN existen este tipo de radio bases pero son de muy alto costo, dando como resultado que sea muy difícil abarcar eficientemente este mercado, además este equipo ofrece mejoras de cobertura al utilizar una antena de más ganancia y mayor potencia de transmisión, de forma que generan además

una verdadera solución para zonas de baja cobertura o dentro de grandes edificaciones que atenúan mucho la señal.

Según Multicom (2018) los principales servicios que ofrece son: red digital y analógica, para la más amplia cobertura en tecnologías y modelos de radio; ventas, alquileres e instalación de equipo; servicio de llamadas internacionales y taller de servicios, para reparación y mantenimiento. Todo esto convierte a Multicom en una empresa de gran relevancia para la radiocomunicación, y que además se encuentra en constante mejora y evolución.



Red digital y analógica



Ventas, alquileres e instalación de equipo



Llamadas internacionales



Taller de servicios

Figura 3. Principales servicios que ofrece Multicom

Definición del problema

La empresa dispone de un stock de 300 tarjetas electrónicas de tecnología iDEN, en perfecto estado, pertenecientes a radios digitales que ya no se encuentran en funcionamiento. Son tres modelos distintos de tarjetas (100 unidades por cada modelo). Éstas se conocen como tarjetas electrónicas principales o tarjetas madre de radio y son partes esenciales para la fabricación del sistema de una radio de comunicación, siendo el "cerebro" del sistema. Multicom desea desarrollar radio bases, siendo éstas uno de los productos de mayor rentabilidad con los que trabaja la empresa.

Para habilitar y conformar dichos componentes en una radio base funcional y con características competitivas para el mercado, se requiere desarrollar un encapsulamiento físico apropiado que permita reutilizar dicho inventario de componentes electrónicos. Dicho desarrollo debe incluir un diseño del encapsulamiento capaz de incorporar los tres diferentes modelos de tarjetas electrónicas, facilidad de acceso a los componentes internos para labores de mantenimiento y adaptabilidad a los diferentes contextos de uso.

Justificación

La radio base (también llamada radio móvil en el contexto de vehículos) es uno de los productos de mayor demanda de la empresa. Las tarjetas remanentes no han sido específicamente desarrolladas para este tipo de radio, sino para radios portátiles digitales iDEN, y la compra de los repuestos para este tipo de unidades resulta muy difícil ya que oficialmente no se venden las piezas necesarias de forma separada, e incluso algunos modelos se encuentran descontinuados. Existe además una infraestructura de radiocomunicación que cubre áreas rurales, la cual brinda cobertura pero tiende a presentar constantes pérdidas de señal en los dispositivos portátiles ya que éstos cuentan con antenas de baja ganancia, mientras que las radio bases, al poseer antena externa de mayor ganancia logran un óptimo desempeño en todo tipo de áreas. Además otras ventajas generales de las radio bases en comparación con los radios portátiles tipo teléfono son:

- Menor cantidad de componentes externos e internos.
- Forma de uso más simple.
- Mayor resistencia a factores externos.
- Menor complejidad en el sistema.

Por éstas razones se desea revalorizar las tarjetas en stock en forma de una radio base, para así satisfacer las necesidades

de gran parte de los clientes de la empresa y optimizar el desempeño del equipo.

Actualmente en el mercado no existe ningún modelo de radio base que sea capaz de albergar dichas tarjetas, y mucho menos uno que logre adaptar tres diferentes tipos de modelo. Es por ello que el proyecto pretende dar solución a esto mediante la construcción de un sistema estructural de radio base que reutilice el stock de componentes existentes y a la vez cumpla con las necesidades tanto de la empresa como de los usuarios.

Esta labor es óptima para una ingeniera en diseño industrial debido a la variedad de factores que se deben de tomar en cuenta al desarrollar un producto de uso frecuente por parte de los usuarios, donde se deben tomar en cuenta aspectos de usabilidad y ergonomía, además de un sistema estructural resistente y con capacidad de soportar distintos factores y fuerzas externas. El proyecto corresponde a un desarrollo de producto completo, que debe comprender gran cantidad de análisis para llegar a la recomendación de métodos de producción, materiales, propuesta final, modelo 3D, prototipado, etc.

Objetivos

General:

Desarrollar el sistema estructural de una radio base que permita la posibilidad de revalorizar un stock remanente de tarjetas electrónicas de la empresa para operar en distintos espacios físicos tales como escritorios de trabajo y vehículos.

Específicos:

Plantear un sistema de carcasa adaptable para la utilización de tres distintos modelos de tarjetas principales de radio, que permita el acceso fácil a éstas para facilitar su mantenimiento por medio de un sistema de organización interno ajustable y un ensamblaje de carcasa desarmable.

Simplificar las funciones y uso del sistema de radio de acuerdo a las necesidades de los usuarios por medio de una interfaz más usable.

Producir un prototipo funcional por medio de impresión 3D que permita definir en el proceso costos de fabricación y aporte información para decisiones futuras en cuanto a su producción final.

Alcances y limitaciones

En este proyecto se pretende desarrollar un prototipo de sistema estructural de radio base. Al final del proyecto se plantea mostrar el prototipo probado y funcional, que cumpla con los objetivos anteriormente descritos, junto con la recomendación de un método de producción definido para producir la cantidad deseada de estos equipos en el futuro cercano por parte de la empresa, con su respectiva documentación la cual comprenderá costos aproximados de fabricación y detalles de la construcción de la radio base.

Las limitaciones consisten en la utilización de partes o piezas electrónicas específicas determinadas por la empresa, la utilización de elementos existentes (como botones, perillas, accesorios), la minimización y limitación de las funciones del aparato, la necesidad de que el aparato se ajuste a medidas y formas estándar determinadas por componentes de sujeción y espacios, y el planteamiento de un sistema de manufactura que se pueda realizar en el país con la limitante de que no se puede realizar una investigación exhaustiva sobre este tema por la limitante del tiempo de duración del proyecto.

Metodología

La metodología seguida se describe a continuación. El proceso fue moldeado principalmente por el usuario, el contexto, los deseos de la empresa y la realidad nacional. Las fases de investigación y análisis fueron bastante extensas por la cantidad de aspectos a tomar en cuenta para la optimización del diseño. Todas las fases fueron de gran provecho para la definición de la propuesta final.

I. Fase de investigación:

- Recepción de información por parte de la empresa
- Recopilación de información sobre el tema
- Consultas a expertos y usuarios
- Observación de contextos

II. Fase de análisis:

- Análisis de lo existente
- Análisis de factores importantes a tomar en cuenta en el diseño
- Procesamiento de la información
- Síntesis de temas importantes

III. Fase de planteamiento:

- Planteamiento de necesidades, requisitos y requerimientos
- Concepto de diseño
- Definición de componentes a utilizar

IV. Fase de desarrollo:

- Generación de propuestas de diseño
- Análisis de propuestas
- Elección de propuesta final

V. Fase de testeo y ajustes

- Elaboración de prototipo inicial
- Prueba de ajuste de componentes
- Retroalimentación por parte de la empresa
- Realización de ajustes al modelo

VI. Fase de prototipo final

- Validación de propuesta final
- Desarrollo de prototipo funcional físico
- Conclusiones y hallazgos
- Presentación de resultados

SITUACIÓN ACTUAL DE MULTICOM

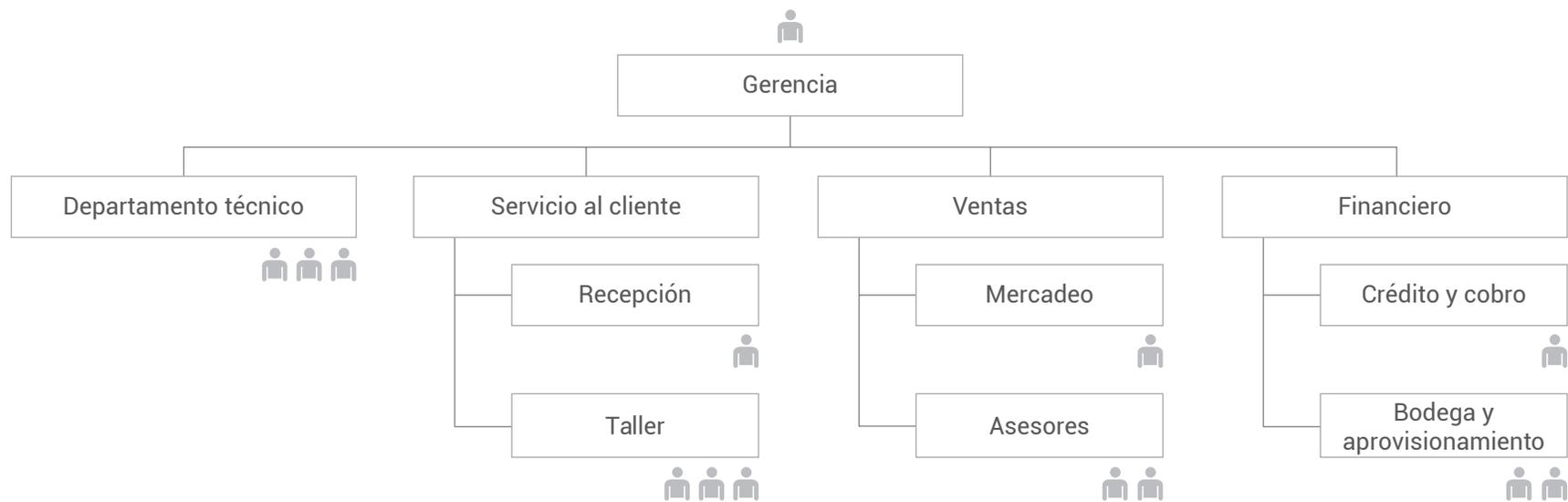
CAPÍTULO 2

En este capítulo se hablará sobre la situación actual de la empresa, su organización, y componentes con los que cuentan en stock.

Organización de la empresa

En el capítulo anterior se ha hablado de historia, alcances y principales servicios que ofrece la empresa, a continuación por medio de un organigrama, se hará una breve descripción de la organización interna de Multicom, con el fin de tener una idea

más clara de cómo está conformada la empresa que se encargará de ofrecer el nuevo producto. Cada pictograma de una persona representa un trabajador de esa área, en total de empleados es de 14 personas.



Se encargan de mantener operativo todo lo relacionado a las redes y sistemas de comunicación, así como implementación de nuevas tecnologías o sistemas.

Se encargan de tratar y canalizar las necesidades de los clientes en cuanto a mantenimientos o reparaciones de las unidades en taller, reportes de señal, etc.

Promueven los servicios y productos de la compañía.

Se encargan de todo el tema contable de la compañía, gestionar la facturación, cobros y bodegaje.

Figura 4. Organigrama de la empresa Multicom con descripción de cada departamento

Stock de componentes a revalorizar

Como se describió en el planteamiento del proyecto, Multicom cuenta con una cantidad de dispositivos de radio digitales manuales en stock que no se encuentran en correcto funcionamiento, sin embargo sus tarjetas de radio se encuentran en perfecto estado, de modo que éstos son los elementos que se buscan revalorizar en forma de radio base de dos vías.

Los 3 modelos de radio a los que pertenecen las tarjetas son: i355, i580 y el i680, todos de marca Motorola. Estos componentes electrónicos varían en su tamaño y como se ha mencionado en las secciones anteriores el mayor reto del proyecto es **desarrollar una radio base que sea capaz de utilizar cualquiera de los 3 tipos de tarjetas.**

Es importante recalcar que las funciones de la radio base se mantienen iguales con cualquiera de los 3 modelos de tarjetas, éstos solo varían entre sí en su tamaño y otras características mínimas (como la presencia del puerto de tarjeta SIM integrado en dos de los modelos) que no hacen cambiar su funcionamiento.

El número de unidades a producir está directamente relacionada con el stock de tarjetas de radio que se necesitan poner en uso, las cuales en total comprenden 300 unidades, de modo que se pretende producir dicha cantidad de radio bases.

En la siguiente página, en la Figura 5 se ilustran los tres modelos de radios portátiles digitales cada uno con su respectiva tarjeta principal por ambos lados, y características breves importantes.

Es fundamental tomar en cuenta que la forma de este tipo de tarjetas madre no ha sido diseñada para facilitar su intercambiabilidad, sino para que todo el componente se adapte a la misma, es por esto que dos de las tarjetas poseen partes no adheridas completamente a la parte básica de la tarjeta y se debe tomar en cuenta un sistema adecuado de fijación de las mismas.

A cada una se le asignará un número y se les llamará de Modelo A, Modelo B, Modelo C. Ésto con el fin de diferenciarlas más fácilmente en un futuro.

Radio digital portátil	Tarjeta principal		Características básicas
	Lado A	Lado B	
<p>i355 Modelo A</p> 			<ul style="list-style-type: none"> • Dimensiones: 45 mm x 119 mm • Grosor máximo: 14 mm • Acceso directo a teclado y puerto conector a amplificador de audio. • Incluye pantalla y recubrimiento plástico
<p>i580 Modelo B</p>  			<ul style="list-style-type: none"> • Dimensiones: 47 mm x 77 mm • Grosor máximo: 9 mm • Acceso directo a teclado, puerto SIM y puerto conector a amplificador de audio. • Posee una parte móvil que no está fijada completamente a la tarjeta.
<p>i680 Modelo C</p>  			<ul style="list-style-type: none"> • Dimensiones: 47 mm x 77 mm • Grosor máximo: 9 mm • Acceso directo a teclado, puerto SIM y puerto conector a amplificador de audio • Posee una parte móvil que no está fijada completamente a la tarjeta.

Figura 5. Motorola i355, i580 e i680, sus respectivas tarjetas principales y características

ANÁLISIS

CAPÍTULO 3

En este capítulo se expondrán todos los análisis realizados para el desarrollo del proyecto junto con sus hallazgos principales y cómo funcionaron de insumo para la creación del nuevo diseño.

Usuario

Con base en información bibliográfica e información brindada por la empresa se determinaron los usuarios principales de radio bases. Se definió dos usuarios primarios: usuario en contexto móvil y usuario en contexto estático, y para cada uno se perfiló una ocupación en específico. A su vez se definió un usuario secundario correspondiente al encargado de la empresa en programar y dar mantenimiento al producto.



Figura 6. Usuario taxista

Taxista

usuario primario

Rango de edad: 25-65 años

Se comunica con el coordinador de la flotilla y con otros conductores del área. Recibe instrucciones sobre los lugares donde el servicio es requerido, comunica frases breves sobre su ubicación, necesidades, etc. Utiliza el aparato durante la conducción.

Contexto: automóvil, movimiento constante y en ocasiones brusco, exposición al sol, temperaturas variadas e incluso humedad. Imposibilidad de usar ambas manos para manipular el aparato.

Necesidades:

- Enviar y recibir mensajes de forma clara e inmediata.
- Comunicarse con el coordinador y demás taxistas.
- Contar con un aparato de fácil accionamiento con una sola mano.
- Contar con un aparato resistente que soporte movimiento constante.



Figura 7. Usuario coordinador de seguridad

Coordinador de seguridad

usuario primario

Rango de edad: 30-60 años

Se comunica con los distintos agentes de seguridad del área para organizar su ubicación, comunicar áreas de especial atención, emergencias, necesidades, etc. Monitorea cámaras de video, atiende llamadas telefónicas, entre otras tareas.

Contexto: espacio fijo en una oficina, radio base ubicada sobre un escritorio. Condiciones estables, no es expuesto a humedad o fuerzas apreciables.

Necesidades:

- Enviar y recibir mensajes de forma clara e inmediata.
- Comunicarse con los demás encargados de seguridad y equipo policial.
- Tener a disposición un aparato de fácil accionamiento.
- Contar con un sistema de comunicación confiable y seguro para emergencias o situaciones donde generalmente las redes están saturadas o caídas.



Figura 8. Usuario técnico de Multicom

Técnico de Multicom

usuario secundario

Rango de edad: 25-50 años

Se encargan de programar la radio base de acuerdo a la frecuencia y canal requeridos. Hacen los ajustes necesarios para el correcto funcionamiento del aparato tanto inicialmente como en el mantenimiento rutinario.

Contexto: instalaciones de la empresa, mesa de trabajo, ambiente estático, herramientas a la mano, uso de computadora y sistemas informáticos.

Necesidades:

- Programar el aparato de forma fácil.
- Realizar ajustes en el producto cuando se requiera.
- Armar y desarmar fácilmente el producto.
- Tener los elementos internos dispuestos de manera ordenada.
- Instalar o fijar el sistema sin mucho esfuerzo.

Contexto inmediato

En esta sección se definieron los contextos inmediatos, es decir, los espacios físicos principales donde opera la radio base, con el fin de determinar las características de cada uno, y factores que se deben tomar en cuenta en cada caso.

Espacio fijo

Radio base

El sistema se encuentra ubicado en un espacio estático que generalmente consiste en una mesa u escritorio donde se apoya la radio base. Necesita de un convertidor de potencia que transforme la corriente de 110 V a 12 V. Generalmente no necesita de sistema de sujeción.

Características importantes:

- No está expuesto a humedad excesiva.
- No hay movimientos bruscos, se mantiene estático.
- La temperaturas no varía de manera brusca ni alcanza niveles elevados, se mantienen entre 17°C - 30°C.
- Exposición al polvo.



Figura 9. Contexto de espacio fijo

Vehículo

Radio móvil

El sistema se encuentra ubicado en vehículos y se encuentra constantemente en movimiento. Éste necesita de un sistema de sujeción ya que es posible instalarlo en diferentes áreas dependiendo del tipo de vehículo y el espacio disponible. No necesita de un convertidor de potencia ya que se alimenta de la batería del vehículo que posee una salda de 12 V.

Los usuarios suelen posicionar el radio en 4 posiciones principales: empotrado en el dash, bajo la zona del manubrio, en posición superior y sobre el dash.

Características importantes:

- Está expuesto a humedad y a rayos UV.
- Hay movimientos bruscos y constantes, vibración y golpes.
- Temperaturas pueden variar de manera brusca y alcanzar niveles elevados, pueden alcanzar hasta 45°C.
- Exposición al polvo.

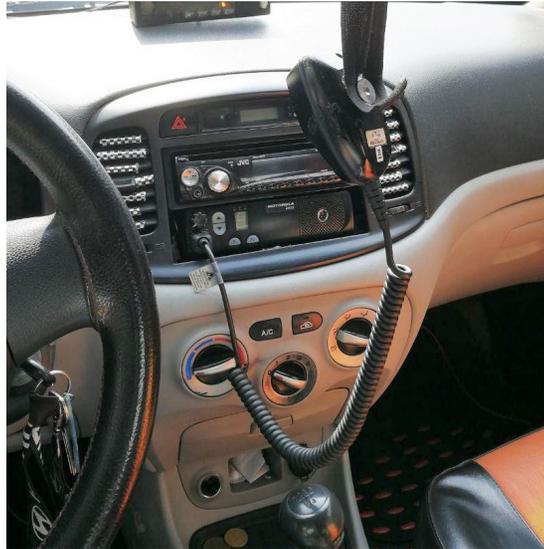


Figura 10. Posición empotrado en el dash



Figura 12. Posición superior en vehículo



Figura 11. Posición bajo la zona del manubrio



Figura 13. Posición sobre el dash

Contexto geográfico

La cobertura del servicio de radio digital de la empresa comprende zonas de tres áreas principales del territorio nacional: área Metropolitana, Pacífico Norte y Caribe. Éstas se señalan a continuación con el tipo de cobertura y nivel de señal respectivas.

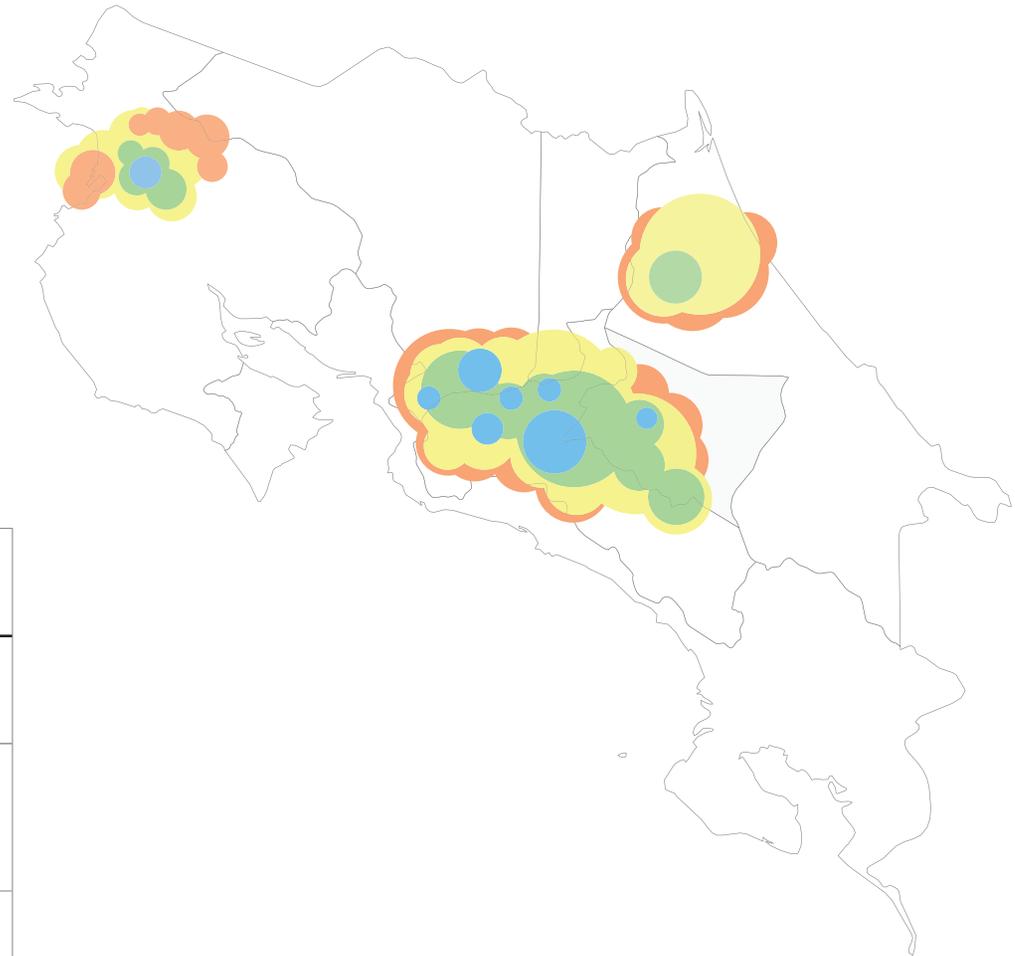


Tabla 1. Descripción de tipos de cobertura y nivel de señal digital

Color de escala	Tipo de cobertura (dBm)	Nivel de señal
	Cobertura dentro de edificaciones grandes	Mayor a -70 Excelente
	Cobertura dentro de edificaciones livianas y vehículos	Entre -70 y -80 Muy bueno
	Sólo exteriores	Entre -80 y -90 Bueno
	Fuera del área e cobertura (marginal)	Menor de -90 Regular

Figura 14. Áreas de cobertura del servicio de radio digital

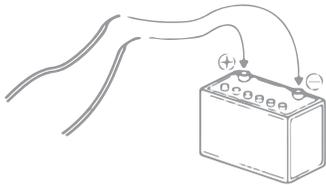
Flujo de acciones

Por medio de información brindada por Multicom y observación realizada a usuarios se ha determinado que existen dos escenarios principales de uso para las radio bases, uno de ellos

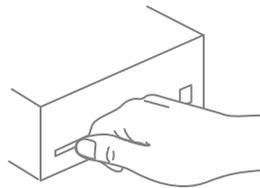
es la programación por parte del encargado en la empresa, y la otra es la forma de uso por parte del usuario primario. Se describirá e ilustrará el flujo de acciones para cada escenario.

Escenario 1:

El técnico programa el dispositivo y le realiza los ajustes pertinentes.



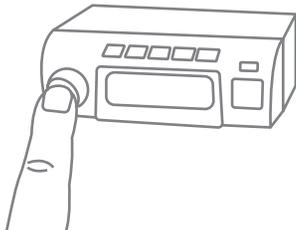
1 Conexión a fuente de poder



2 Inserción de SIM



3 Programación de equipo por medio de software



4 Encendido del radio



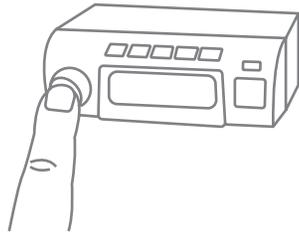
5 Prueba de funcionamiento y transmisión



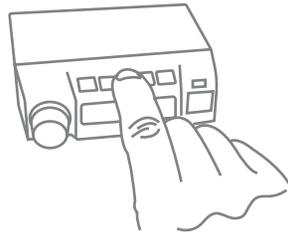
6 Entrega o posicionamiento

Escenario 2:

El usuario envía un mensaje a los receptores.



1 Encendido del radio



2 Ajuste de canal



3 Ajuste de volumen



4 Presión de botón para hablar del micrófono



5 Soltar botón del micrófono para escuchar

Deteminar el flujo de acciones principales llevadas a cabo por los usuarios tiene como fin detectar los elementos más relevantes y jerarquizar las funciones y controles que el producto posee.

Árbol de funciones de las radio bases en general

Funciones de radio bases en general como equipo de radio-comunicación con el fin de entender la importancia del producto.



Lógica de funcionamiento

Radio base

La tarjeta principal o madre es el elemento central del funcionamiento del sistema, ésta consta de tres partes: CPU o microprocesador, controlador de radiofrecuencia y un sistema de manejo de audios.

A la zona de CPU se conecta el puerto SIM, donde será insertada la tarjeta SIM que dará una identidad única a la línea del aparato.

A la zona de radio frecuencia se conectará la tarjeta o fuente de poder que a su vez irá ligada a un puerto de alimentación de donde se recibirá la corriente eléctrica externa de 12 voltios; también a la zona RF se conecta el puerto de antena donde se conectará la misma. A la zona de audios va ligado el amplificador de audio, y en conjunto con la fuente de poder, hacen trabajar al parlante; a su vez el puerto de micrófono va ligado a audios, en este se conectará el micrófono PTT o "push to talk".

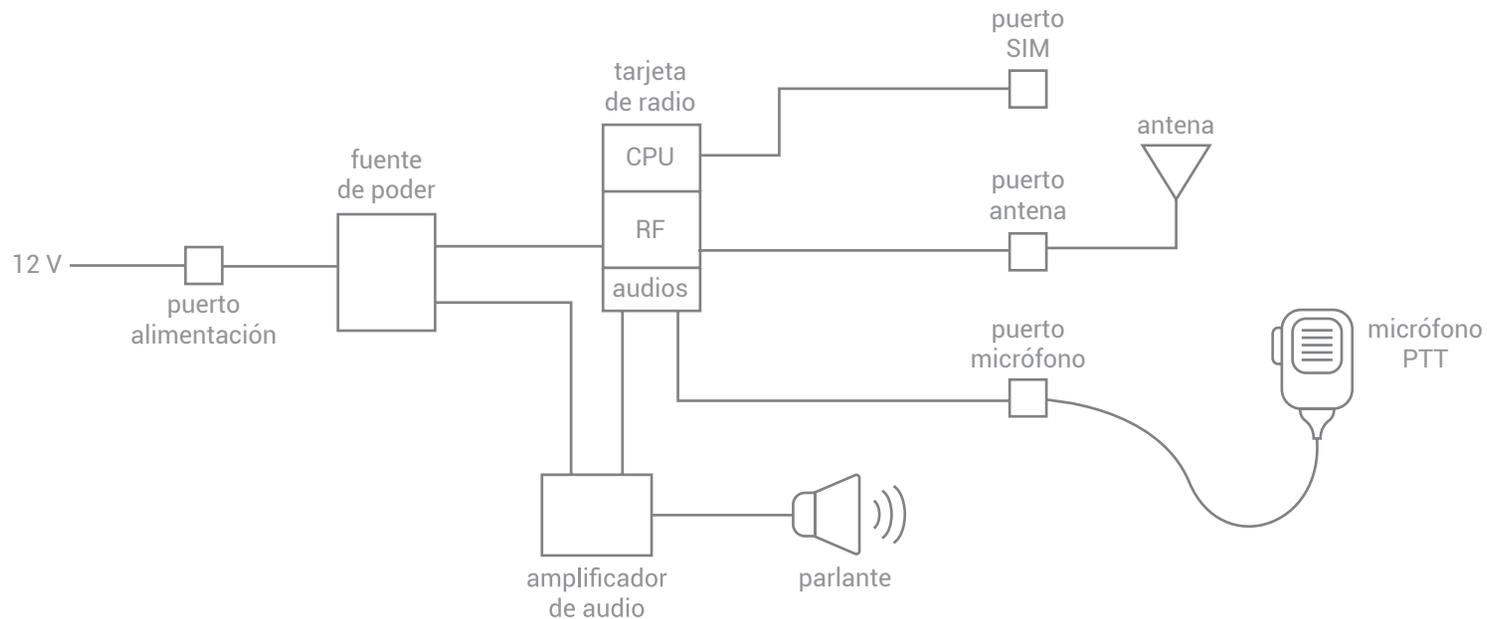


Figura 15. Diagrama de bloques del funcionamiento del sistema principal

Análisis de productos existentes

Existe gran cantidad de modelos de radio base en el mercado, con diferencias muy sutiles en cuanto a forma, elementos y funciones que incluyen. Dentro de la empresa se utilizan principalmente 3 tipos de radio bases, aquí se describirán éstos y un modelo que no se utiliza en la empresa, este modelo se ha escogido porque difiere al resto en la ausencia de pantalla y es uno de los modelos más populares en el mercado.

De éstos productos se analizarán aspectos físicos como dimensiones, peso, materiales, aspecto físico y disposición de los elementos en el display.

Éste análisis se realiza con el fin de observar los elementos presentes en cada producto, comparar similitudes y diferencias, encontrar puntos de mejora, entre otros aspectos que serán de ayuda para desarrollar los nuevos diseños de carcasa.

Radio bases

Las radio bases se ilustran a continuación y corresponden a:

- Kenwood NEXEDGE NX-3720 / NX-3820
- Kenwood NEXEDGE NX-740H / NX-840H
- Tesunho TM-980
- Motorola GM340



Figura 16. Productos existentes a comparar

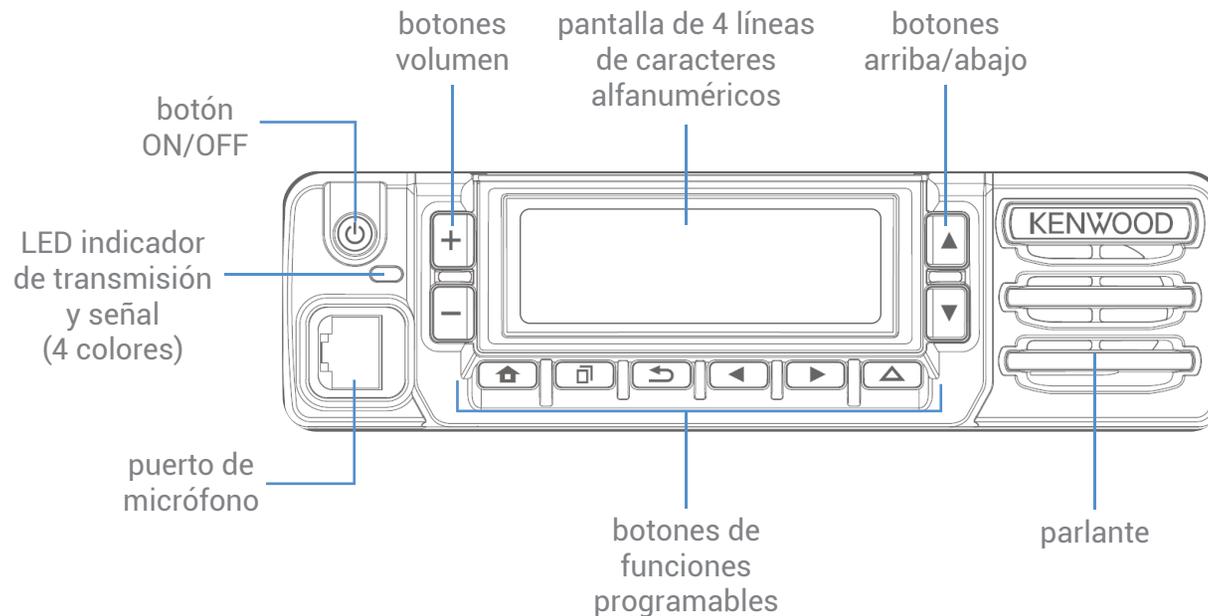
Kenwood NEXEDGE

NX-3720 / NX-3820

Este modelo es utilizado por la empresa, tanto para frecuencia VHF como UHF con cambios en sus componentes internos y programación distinta. Es desarrollado por la compañía japonesa JVCKenwood que posee diferentes plantas y sedes alrededor del mundo y se encarga de producir sistemas y accesorios de radiocomunicación.

El modelo posee las siguientes características principales:

- Dimensiones: 160 x 43 x 160 mm
- Peso: 1,2 kg



Funciones y observaciones importantes:

- » Cuerpo de carcasa fabricado en plástico, parte trasera y dissipador de calor en metal.
- » Zona de enganche metálico a los lados
- » Botones push sin iluminación.
- » Uso con diversas frecuencias de radio, posibilidad de utilizar varios canales.
- » Color negro, botones negros.

Figura 17. Parte frontal de dispositivo Kenwood NX-3720 / NX-3820

Ventajas:

- + Tamaño mediano.
- + Su pantalla permite observar información sobre la comunicación
- + Posee parlante en la parte frontal lo cual evita acumulación de polvo y buena salida de sonido.
- + Base y superficie plana apta para apoyar a superficies planas.
- + Tamaño se puede adecuar a vehículos

Desventajas:

- Todos sus botones son tipo push común, y de tamaño pequeño lo cual puede dificultar llevar a cabo ciertas acciones.
- Contiene muchos botones, los cuales son muy similares entre sí y pueden confundir al usuario.
- Los botones no poseen luz de modo que dificulta verlos con escasa iluminación.
- Monotonía en el display por falta de variedad de colores o formas en sus botones.
- Parte metálica aumenta peso considerablemente.

Parte frontal / lateral:



Parte trasera:



Figura 18. Dispositivo Kenwood NX-3720 / NX-3820

Kenwood NEXEDGE

NX-740H / NX-840H

Al igual que el modelo anterior también se puede usar para ambas frecuencias VHF y UHF, es usado en la empresa. Es desarrollado por la misma compañía japonesa JVCKenwood.

El modelo posee las siguientes características principales:

- Dimensiones: 160 x 43 x 122.6 mm
- Peso: 1,0 kg

Funciones y observaciones importantes:

- » Cuerpo de carcasa fabricado en plástico, parte trasera y disipador de calor en metal.
- » Pantalla de dos caracteres alfanuméricos y dos puntos.
- » Posibilidad de utilizar diversas frecuencias y canales.
- » Botones push con iluminación.
- » Color gris oscuro, botones azul claro translúcidos.

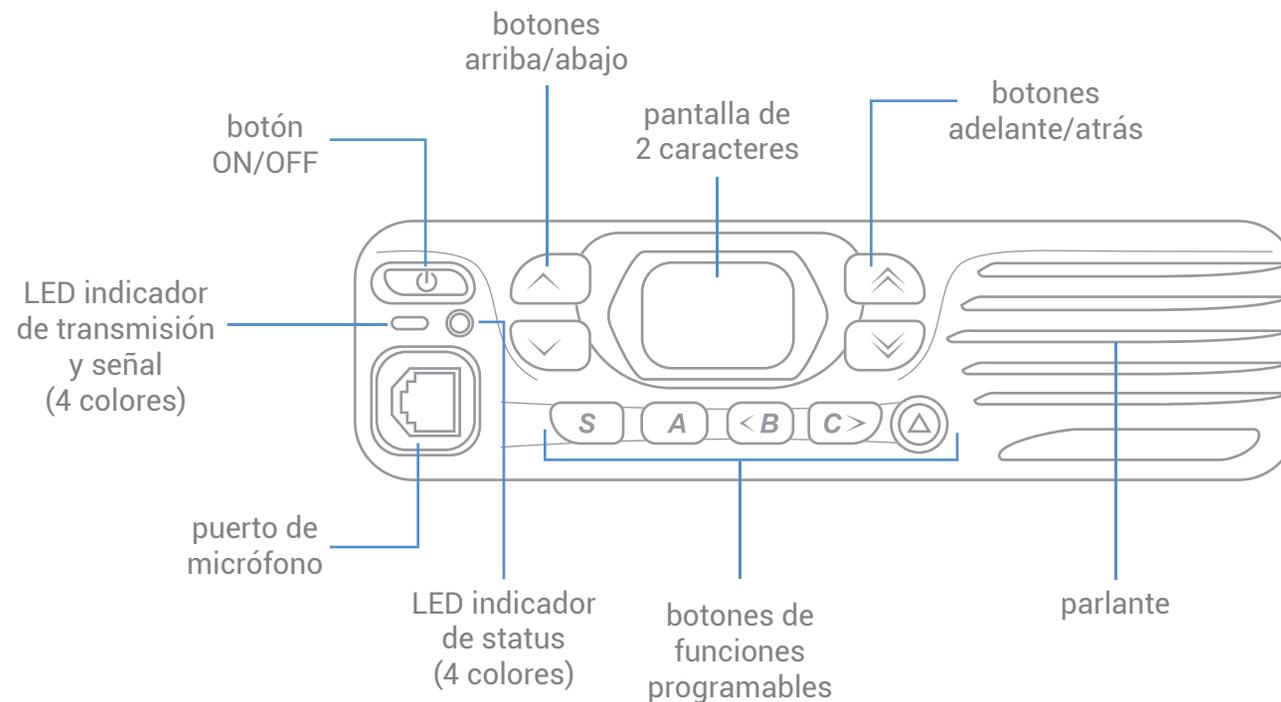


Figura 19. Parte frontal de dispositivo Kenwood NX-740H / NX-840H

Ventajas:

- + Tamaño mediano.
- + Parlante en zona frontal que evita acumulación del polvo que cae.
- + Base y superficie plana adecuadas para apoyar sobre otra superficie plana o para colocar objetos sobre ella.
- + Apto para posicionamiento en vehículos.
- + Botones con iluminación que permite visualización a oscuras.
- + Menor cantidad de botones que facilita comprensión.
- + Botones de diferente color que la carcasa lo cual aumenta visibilidad.

Desventajas:

- Todos sus botones son de tipo push común y algunos tienen tamaños muy pequeños.
- Parte metálica aumenta considerablemente su peso.
- Resulta difícil entender función de algunos botones.

Parte frontal / lateral:



Parte trasera:



Figura 20. Dispositivo Kenwood NX-740H / NX-840H

Tesunho TM-980

Desarrollado por la compañía china de telecomunicación inalámbrica Tesunho. Este modelo se utiliza en la empresa especialmente como radio móvil en vehículos

El modelo posee las siguientes características principales:

- Dimensiones: 118 x 92 x 32mm
- Peso: 280 g

Funciones y observaciones importantes:

- » Cuerpo de carcasa fabricado en plástico, parte trasera y disipador de calor en metal.
- » Pantalla de cuatro caracteres alfanuméricos.
- » Posibilidad de utilizar diversas frecuencias y canales.
- » Puerto de tarjeta SIM.
- » Botones push sin iluminación y perilla de volumen.
- » Color negro, botones negros.

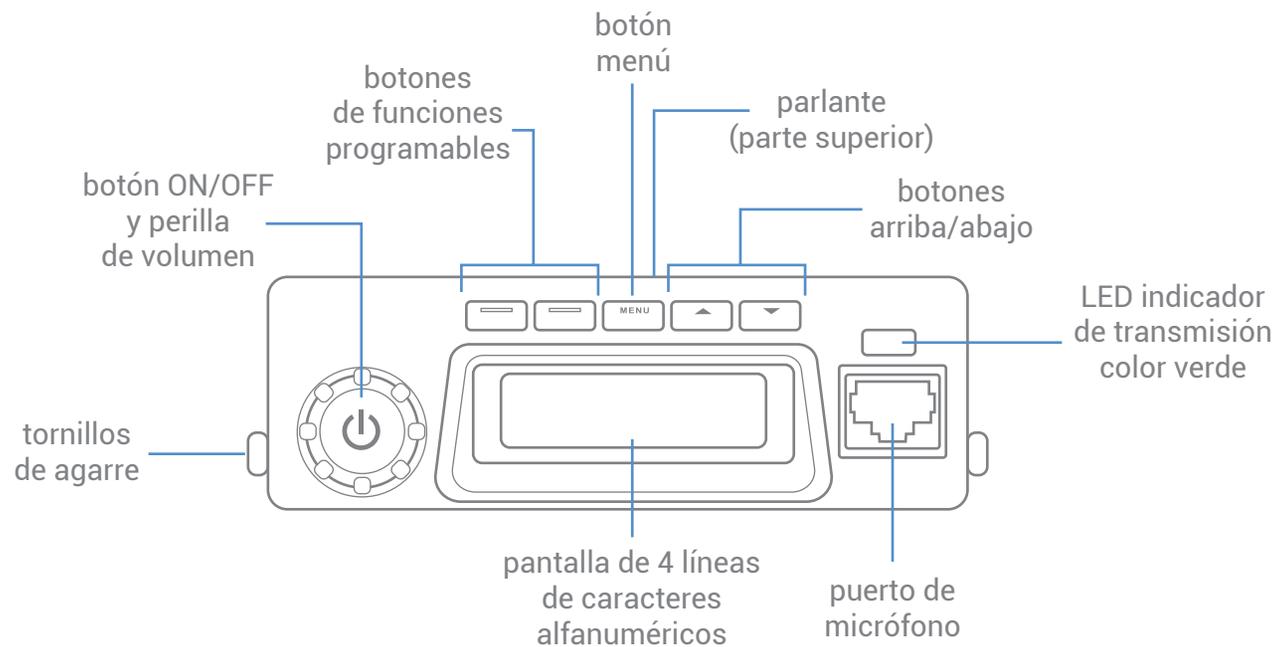


Figura 21. Parte frontal de dispositivo Tesunho TM-980

Ventajas:

- + Tamaño compacto.
- + Muy liviano y a la vez resistente.
- + Pocos botones lo que facilita su uso y no satura el display.
- + Utiliza colores en algunos botones.
- + Perilla de tamaño y forma adecuada para su accionamiento.

Desventajas:

- No se pueden colocar objetos directamente sobre su superficie ya que no puede ser obstruida por la salida de audio y disipación de calor.
- Especialmente para uso en vehículos, no diseñado para superficies planas.
- Botones push de tamaño muy pequeño y difíciles de presionar.

Parte frontal / lateral:



Parte trasera:



Figura 22. Dispositivo Tesuhno TM-980

Motorola GM340

Desarrollada por la compañía estadounidense Motorola, especializada en productos de telecomunicación. Su diseño va dirigido al personal de vehículos.

El modelo posee las siguientes características principales:

- Dimensiones: 176 x 174 x 56 mm
- Peso: 1,39 kg

Funciones y observaciones importantes:

- » Cuerpo de carcasa fabricado en plástico, parte trasera y disipador de calor en metal.
- » No posee pantalla
- » Posibilidad de utilizar diversas frecuencias y canales.
- » Botones push con iluminación.
- » 9 luces indicadoras.
- » Color gris oscuro, botones gris claro translúcidos.

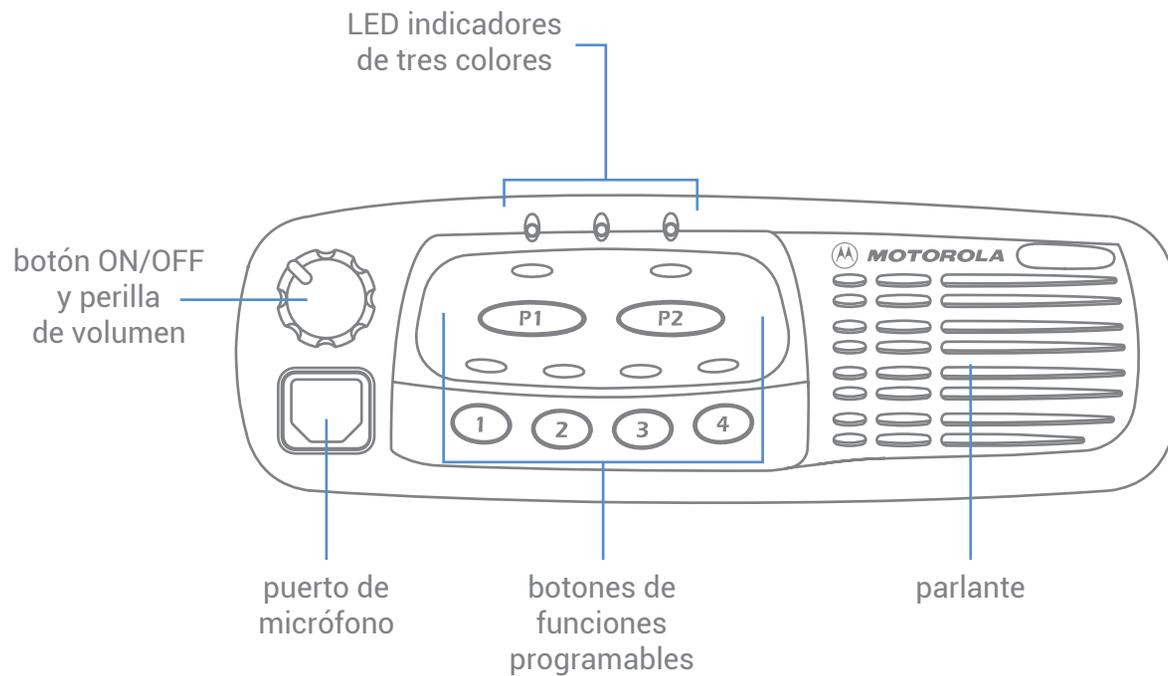


Figura 23. Parte frontal de dispositivo Motorola GM340

Ventajas:

- + Tamaño mediano.
- + Posee parlante en la parte frontal lo cual evita acumulamiento de polvo y buena salida de sonido.
- + Los botones poseen luz de modo que facilita verlos con escasa iluminación.

Desventajas:

- Todos sus botones son tipo push común, y de tamaño pequeño lo cual puede dificultar llevar a cabo ciertas acciones.
- Gran variedad de funciones y canales pero ausencia de pantalla dificulta obtención de información de status actual.
- Diseñado especialmente para uso en vehículos, no apto para apoyarlo en superficies planas.
- Monotonía en el display por falta de variedad de colores o formas en sus botones.
- Gran cantidad de luces puede llegar a confundir al usuario.
- Parte metálica aumenta peso considerablemente.

Parte frontal / lateral:



Parte trasera:



Figura 24. Dispositivo Motorola GM340

Benchmarking

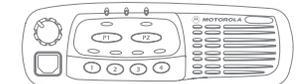
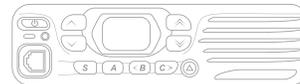
En esta sección se comparan las radio bases analizadas anteriormente. Para esta comparación se tomó en cuenta características relevantes a la hora de desarrollar el nuevo diseño. Se eligieron nueve parámetros, a continuación se explica la importancia de cada uno:

- 1. Dimensiones:** en este caso las dimensiones estándar y medianas son las más ventajosas ya que se pueden adaptar a accesorios de fijación estándar y a espacios con tamaño definido como lo son algunos espacios en el dash de un vehículo por ejemplo.
- 2. Peso:** entre menor sea el peso es mejor ya que no se verá tan afectado por movimientos, y su fijación será más segura y los accesorios de fijación lo soportarán de mejor manera.
- 3. Adaptabilidad a diferentes espacios:** entre mayor sea la adaptabilidad es mejor, esto se mide tomando en cuenta la forma del aparato, si trae características que benefician solo un tipo de contexto, etc.
- 4. Características perceptuales:** se evalúa la estética del producto, balance visual, armonía, simplicidad.
- 5. Iconografía:** se evalúa que tan fácil es comprender para qué sirve cada botón.
- 6. Tamaño de los botones:** se evalúa que el tamaño de los botones sea el adecuado para las medidas de los dedos.
- 7. Usabilidad:** se evalúa qué tan fácil es entender cómo funciona el aparato, cuáles botones usar, si las funciones de los botones son claras, etc.
- 8. Facilidad de armado/desarmado:** se evalúa la cantidad de tornillos y facilidad de armado y desarmado, entre más fácil sea es mejor ya que beneficia su mantenimiento.
- 9. Resistencia a factores externos:** esto se evalúa tomando en cuenta el material del sistema estructural, por el tipo de aberturas de la carcasa (algunas pueden propiciar la entrada de suciedad o humedad), por la robustez del modelo.

Benchmarking de radio bases

Escala: ● Muy bueno ● Regular ● Malo

Tabla 2. Benchmarking de radio bases existentes



Parámetro	Kenwood NX-7320 / NX-3820	Kenwood NX-740H / NX-840H	Tesunho TM-980	Motorola GM340
Dimensiones	●	●	●	●
Peso	●	●	●	●
Adaptabilidad a distintos espacios	●	●	●	●
Características perceptuales	●	●	●	●
Iconografía	●	●	●	●
Tamaño de los botones	●	●	●	●
Usabilidad	●	●	●	●
Facilidad armado / desarmado	●	●	●	●
Resistencia a factores externos	●	●	●	●

Hallazgos de la comparación de radio bases:

Se han analizado 4 tipos de radio bases, y de los resultados se puede observar que poseen características distintas entre sí y al ser comparadas se puntúan de manera diferente. El parámetro de facilidad de armado y desarmado es el único que presenta igual calificación, todas en nivel intermedio ya que poseen más de 4 tornillos y algunas poseen tornillos que requieren desatornilladores especiales para girar.

La principal fortaleza es su resistencia a factores externos, todas son fabricadas en plástico resistente y metal, y las rejillas alargadas evitan entrada de suciedad y acumulación de polvo.

La radio base Tesuhno tiene las mejores puntuaciones principalmente porque es liviana, y además posee simplicidad en su diseño lo cual le da características perceptuales positivas y por la poca cantidad de botones y la diferenciación de los mismos por su posición y símbolos breves, es bastante fácil de entender.

En cuanto a la resistencia a factores externos todas tienen una buena puntuación por tener rendijas alargadas, que a diferencia de los agujeros circulares, no retienen el polvo, en el caso del modelo Tesunho, la puntuación baja un poco por encontrarse la hendidura en la parte superior, donde la entrada de polvo puede facilitarse.

En el caso de las radio bases Tesunho y Motorla, su adaptabilidad a diferentes espacios es mala ya que han sido desarrolladas

específicamente para el contexto de vehículos, y su forma no es apta para ser colocada sobre una mesa de trabajo.

Se pretende tomar de cada una de las radio bases analizadas, los aspectos positivos, y referencias como la forma de armado, las dimensiones, y posicionamiento de algunos elementos.

Sistemas y subsistemas externos

Es importante reconocer los elementos externos del objeto, así como los accesorios con los que el producto interactuará para determinar algunas medidas o elementos a tomar en cuenta en el nuevo diseño.

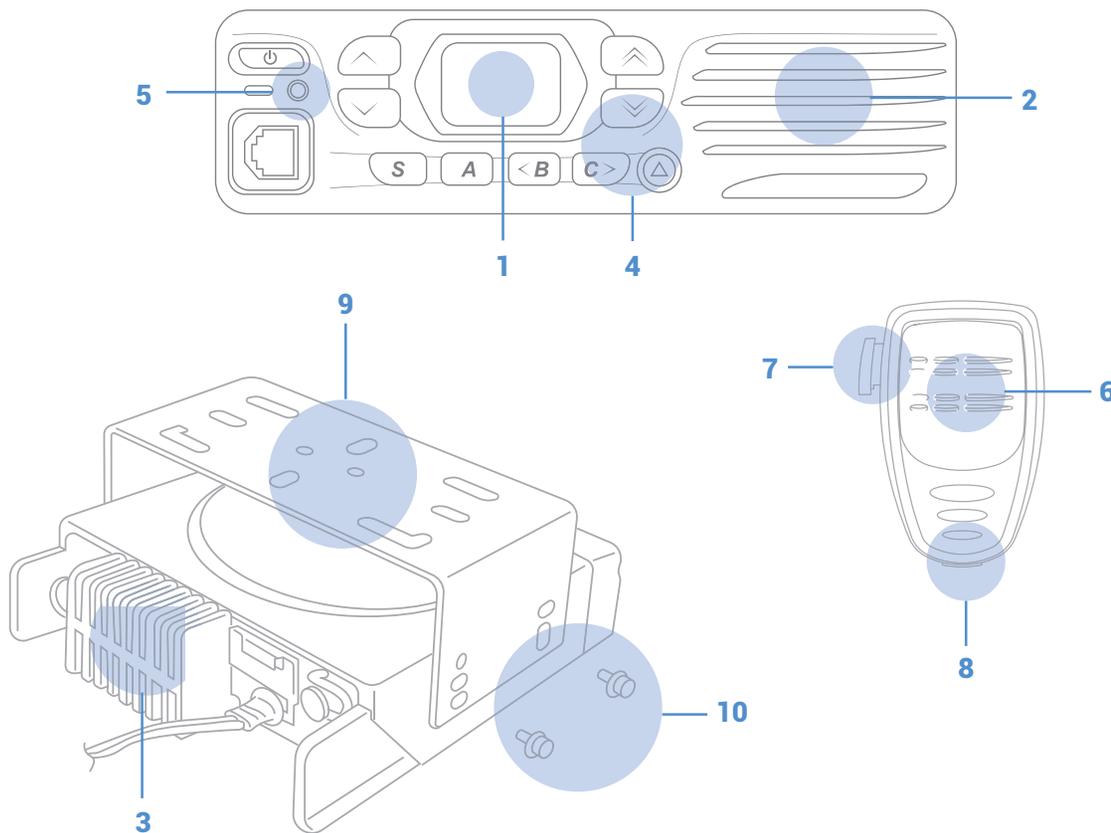


Figura 25. Partes externas de radio base y accesorios

Sistemas y subsistemas de carcasa, elementos externos y accesorios de radio bases existentes analizadas:

Sistema de radio base

- 1 Subsistema de pantalla
- 2 Subsistema de salida de audio
- 3 Subsistema de disipación de calor
- 4 Subsistema de controles
- 5 Subsistema indicador lumínico

Sistema de micrófono

- 6 Subsistema de entrada de voz
- 7 Subsistema de accionamiento
- 8 Subsistema de conexión

Sistema de sujeción

- 9 Subsistema de unión
- 10 Subsistema de aseguramiento

Organización interna existente

Uno de los aspectos fundamentales del proyecto es la implementación de un sistema de ordenamiento interno de los componentes en el cual la posición de cada uno sea fácil de reconocer. En la actualidad las radiobases no poseen una organización estructurada, y es difícil manipular y ordenar los componentes adecuadamente. En las siguientes figuras se ilustra la disposición interna de elementos existente. Como se puede observar el orden lógico es prácticamente inexistente y

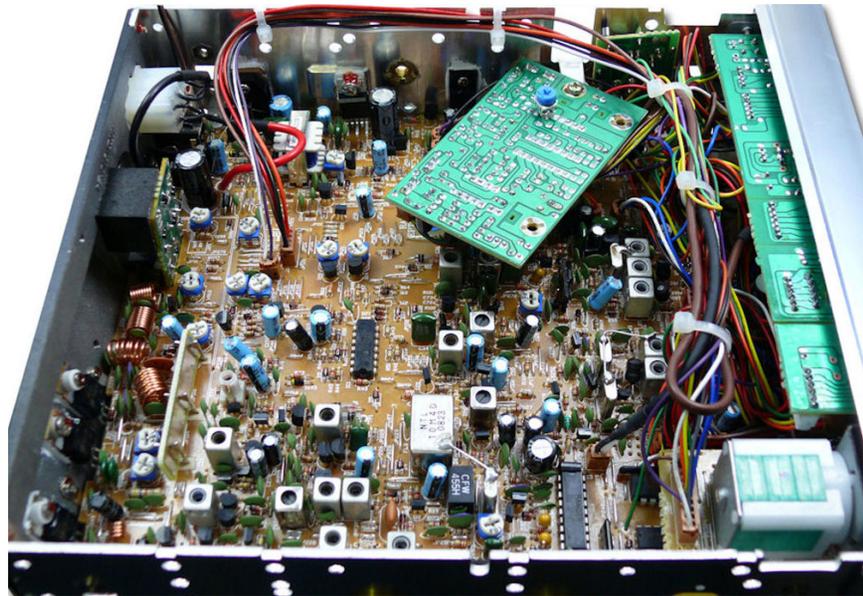


Figura 26. Imagen de interior de radio base CRT Superstar 3900EFT

todo está distribuido sobre una base electrónica llena pequeños componentes, en el caso de la Figura 25, se puede observar que uno de los componentes en forma de tarjeta no se encuentra fijado en una posición determinada, y la gran cantidad de cables dificultan la comprensión del sistema. No existe la posibilidad de realizar un esquema de orden de despiece lógico ya que la organización interna de los elementos de cada radio base varía según sus componentes y disposición de comandos.

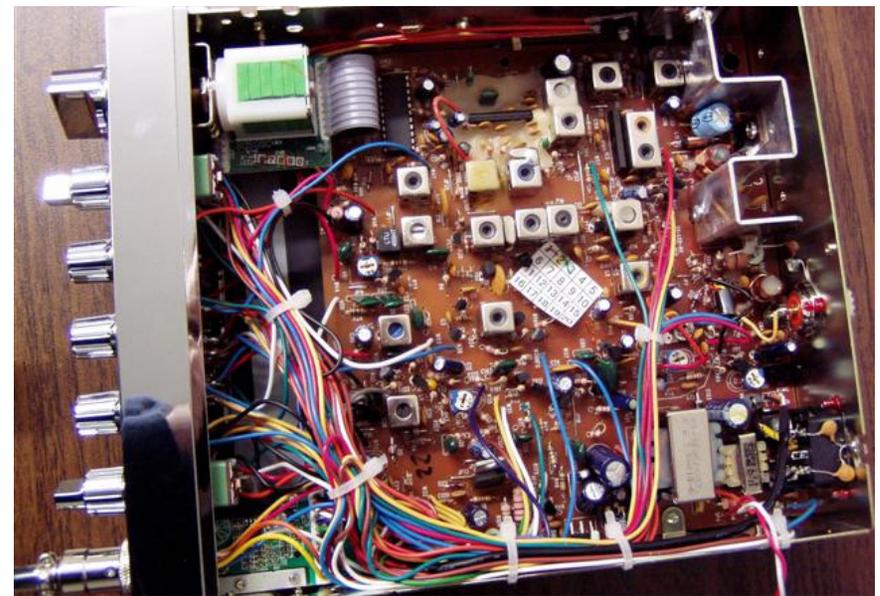


Figura 27. Imagen de interior de radio base Cobra 29 LTD BT

Análisis de productos similares

A la hora de analizar los diferentes productos existentes se vuelve muy limitado solamente incluir las que son del mismo tipo que el producto a desarrollar, de modo que también se describirán algunos que tienen formas similares.

Router inalámbrico

Consiste en un dispositivo que realiza las funciones de un router (reenvía paquetes de datos entre redes de computadoras) y también incluye las funciones de un punto de acceso inalámbrico. Se usa para proporcionar acceso a Internet o una red informática privada.

El router inalámbrico es similar a la radio base en el aspecto formal y visual ya que su forma básica también es el paralelepípedo. Éste a su vez posee elementos similares como luces indicadoras, antenas, puertos de conexión de cables, zona de ventilación, etc.

La forma de éste dispositivo ha evolucionado a lo largo de los años ya que comenzó siendo una caja completamente simétrica y de apariencia uniforme para ir incorporando líneas curvas, redondeos, pendientes, estrías, etc. Y a su vez minimizando los indicadores o botones. La cromática generalmente se encuentra en la escala de grises o de colores fríos como el azul.



Figura 28. Routers inalámbricos

Convertidor de TV digital

Consiste en un sintonizador de televisión que recibe una transmisión de televisión digital (DTV) y la convierte en una señal analógica que puede recibirse y mostrarse en un televisor analógico.

Este convertidor también es similar a la radio base en el aspecto formal ya que su forma básica general se asemeja mucho y es de un paralelepípedo. Éste a su vez posee elementos similares como luces indicadoras, botones, puertos de conexión de cables, pantalla numérica, zona de ventilación, etc.

Se puede decir que este dispositivo se mantiene muy simple en cuanto a su forma, y por lo general es muy geométrico con la excepción del modelo que posee curvas pronunciadas como se observa en la figura. La forma predominante es el prisma rectangular, aunque también se pueden observar otras formas como prisma hexagonal. Generalmente su cromática es el color negro o gris muy oscuro, algunos con sutiles elementos de color, sin embargo este aparato busca la discreción ya que se coloca muy cerca de la televisión, y no debe llamar la atención.



Figura 29. Convertidores de TV digital

Análisis ergonómico

Antropometría

Las medidas a tomar en cuenta corresponden a las de las manos y dedos, éstas son importantes para el tamaño de los botones en la interfase. A continuación se presentan dichas dimensiones con sus respectivos percentiles.

Las principales medidas a tomar en cuenta:

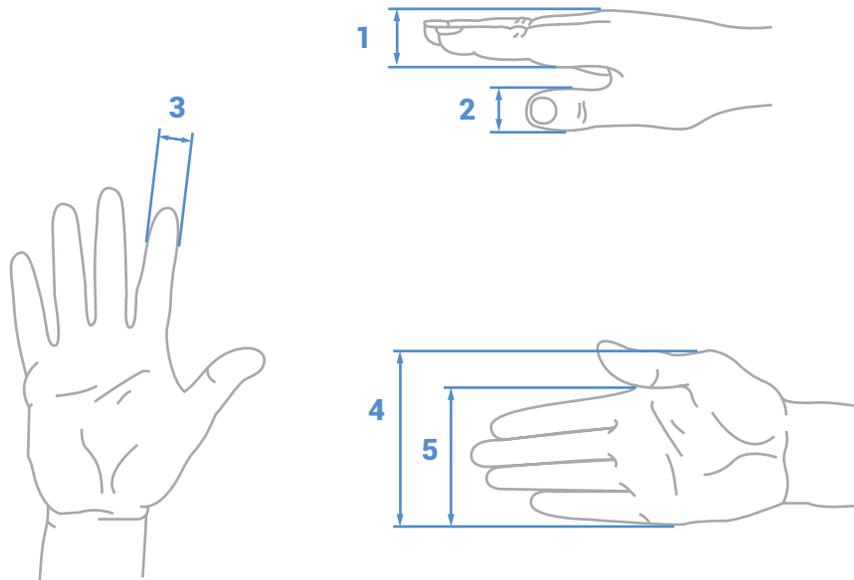


Figura 30. Medidas biométricas relevantes de mano

Tabla 3. Dimensiones de manos de hombres y mujeres latinoamericanos entre 18 y 65 años

Dimensiones en mm	Percentiles						
	Mujeres			Hombres			
	5	50	95	5	50	95	
1	Espeor de mano	23	30	35	24	30	35
2	Anchura del dedo pulgar	16	19	21	20	23	25
3	Anchura del dedo índice próximo a la yema	13	15	17	17	18	20
4	Anchura de mano	83	92	104	83	92	103
5	Achura de palma	71	76	82	71	76	82

- En el caso del **espesor de mano** se tomará en cuenta el percentil 95 tanto de hombres como de mujeres que corresponde a **35 mm**.
- Para la **anchura del dedo pulgar** se tomará en cuenta el percentil 95 de hombres, correspondiente a **25 mm**, ya que las perillas y botones deben ser cómodas hasta para las medidas más grandes.
- Para la **anchura del dedo índice próximo a la yema**, el cual se encargará de presionar la mayoría de los botones se tomará en cuenta la mejor medida, es decir el percentil 95 de hombres, correspondiente a **20 mm**, esto dado a que los botones deben ser lo suficientemente grandes como para ser presionados cómodamente por dedos con medidas grandes.
- En cuanto a la **anchura de mano y de palma** se tomarán en cuenta los valores menores, correspondientes al percentil 5 tanto de hombres como de mujeres, correspondiente a medidas de **83 mm** y **71 mm**.

Estos datos son de ayuda a la hora de dimensionar el aparato, especialmente elegir el tamaño de los botones y perillas que se utilizarán, así como el tamaño de las piezas de la carcasa.

Específicamente los botones tendrán un diámetro no menor a 20 mm, lo cual permite ser presionado con el dedo índice, pulgar, etc.

Interfases y ergonomía cognitiva

En este producto la interfaz es muy importante ya que al configurarse de manera correcta aumentará la usabilidad del sistema haciéndolo más intuitivo y agilizando su uso, lo cual es fundamental cuando se trata de comunicaciones inmediatas o de emergencia.

A su vez, factores externos como alta y baja iluminación, o ruidos de ambiente, pueden afectar la recepción de los outputs por parte del usuario, de modo que es necesario tomarlos en cuenta a la hora de definir los outputs visuales y auditivos.

Según los autores Kroemer en su libro *Ergonomics: How to Design for Ease & Efficiency* (1994), un display ergonómico debe contener solamente la información esencial para el adecuado desempeño de las acciones. La información debe ser presentada de la manera más directa, simple, entendible y usable posible. Para esto se recomienda organizar los elementos del display de modo que el usuario los pueda localizar e identificar de manera fácil y sin búsqueda innecesaria. También agrupar los elementos de manera funcional o secuencial de modo que el usuario pueda utilizarlos fácilmente, y a su vez es importante que los elementos del display estén apropiadamente iluminados o sean luminosos, y estén identificados de acuerdo a su función.

Los outputs auditivos son apropiados en caso de que el ambiente pueda estar en oscuridad, el usuario deba estar en constante movimiento, o tenga que realizar varias acciones a la vez,

generalmente el mensaje es corto, simple, y requiere atención inmediata.

Los outputs visuales son adecuadas si el ambiente es ruidoso, si el usuario se mantiene en el mismo lugar, y cuando el mensaje a comunicarse es largo o constante. Generalmente estas señales se usan para indicar el estado de un sistema (como encendido/apagado) o para alertar al usuario que el sistema o alguna parte del mismo se encuentra inoperante o que se debe realizar alguna acción en específico.

El código estándar de los colores puede explicarse de la siguiente manera:

-  **Luz blanca:** color neutro, puede indicar que algunas funciones se encuentran activadas.
-  **Luz verde o azul:** el equipo se encuentra en estado óptimo y listo para trabajar. Puede tener significados como "adelante", "listo", "encendido", etc.
-  **Luz amarilla:** condición de alerta, cuidado, es necesario un chequeo, etc.
-  **Luz roja:** comúnmente puede indicar "mal funcionamiento", "fallo", "error", etc., pero en el caso de la radiocomunicación, principalmente en la comunicación PTT indica que el botón está presionado y el radio se encuentra transmitiendo.

Estos aspectos se tomarán muy en cuenta a la hora del diseño de interfaz del radio, ya que en el producto se incluirá tanto outputs

visuales, como auditivos. Específicamente se utilizará luz verde o azul como output visual de encendido del sistema, luz roja para indicación de transmisión. Output sonoro se utilizará para avisar que usuario está transmitiendo, y que la transmisión ha terminado.

Síntesis de análisis ergonómico

Algunas de las conclusiones y decisiones tomadas gracias a este análisis son las siguientes:

Se llevará a cabo la simplificación de funciones a las necesarias para el usuario. También la inclusión de símbolo que guíe al usuario al comando necesitado. Además, la agrupación de elementos por función.

Tamaño promedio de los botones: 20 mm

Outputs visuales:

- Luz verde para indicar encendido del equipo
- Luz roja para indicar transmisión

Outputs sonoros:

- Sonido para indicar micrófono abierto
- Sonido para indicar final de transmisión

Análisis tecnológico

Materiales

Esta parte corresponde a los materiales viables para la fabricación de la carcasa de la radio base. Se eligen polímeros por sus propiedades impermeables, resistentes, livianas, etc. Se describen los materiales considerados a continuación con sus respectivas ventajas y desventajas:

CPE+ Ultimaker

Co-poliéster

Los materiales tipo CPE son resistentes a los químicos, fuertes y demuestran una buena estabilidad dimensional. Son muy adecuados tanto para prototipos funcionales como para piezas mecánicas. El CPE+ en específico proporciona el beneficio añadido de una mayor resistencia térmica y una resistencia al impacto incrementada.

Excelente resistencia química, excelente dureza y estabilidad dimensional, buena adhesión entre capas, bajos niveles de partículas ultrafinas (UFPs) y compuestos orgánicos volátiles (VOCs), ideal para series cortas de fabricación y prototipos funcionales.

Principales desventajas: hay bajo stock en Costa Rica, debe hacerse el pedido específico para su uso personal, y a hacerse en detalle puede elevar costos o limitar producción. Compatible con las impresoras marca Ultimaker, limita la producción a este método.

Resistencia térmica máxima: 100 °C

Precio aproximado por kilogramo: \$80 - \$100



Figura 31. Filamento y pieza fabricada con CPE+

ABS

Acrilonitrilo butadieno estireno

Termoplástico amorfo. Este polímero está compuesto por tres bloques: acrilonitrilo, butadieno y estireno, como su nombre lo indica. El acrolonitrilo brinda rigidez, resistencia a ataques químicos, dureza y estabilidad a las altas temperaturas. El butadieno, tenacidad a la temperatura cuando ésta es especialmente baja y resistencia al impacto, y el estireno, resistencia mecánica, rigidez, brillo, dureza. Alta durabilidad. Se puede utilizar en diferentes procesos de manufactura. Gran disponibilidad en Costa Rica. Precio económico.

Principales aplicaciones: automotrices, juguetes, aparatos electrónicos, instrumentos musicales, artículos de oficina, impresión 3D, etc. En el área de impresión 3D se utiliza para prototipado visual y funcional, y fabricación en series cortas.

Principales desventajas: no es apto para aplicaciones en contacto con alimentos o productos que se exponen a temperaturas superiores a 85°C. Durante su fusión, en procesos como la impresión 3D, produce gases tóxicos, de manera que el área de trabajo debe ser adecuadamente ventilada.

Temperatura de reblandecimiento: 97°C

Temperatura de fusión: 225-245°C

Precio aproximado por kilogramo: \$20 - \$40



Figura 32. Pellets y pieza fabricada con ABS

PLA + fibra de carbono

Poliácido láctico reforzado con fibra de carbono

Los filamentos de fibra de carbono utilizan pequeñas fibras que se infunden en el material de base PLA para mejorar las propiedades de este material.

Estas fibras son extremadamente fuertes y hacen que el filamento aumente en resistencia y rigidez, pero su flexibilidad se reduce considerablemente. Esto también significa que las partes impresas en 3D serán mucho más ligeras y más estables dimensionalmente, ya que las fibras ayudarán a evitar que la parte se encoja a medida que se enfría.

Principales desventajas: la fibra de carbono hace que el PLA sea un poco más abrasivo cuando se extruye, y puede llegar a obstruir la boquilla, lo que significa que el uso prolongado puede aumentar el desgaste de la impresora 3D. En su forma de filamento es quebradizo, de modo que hay que manipularlo muy cuidadosamente. El PLA es muy sensible a la humedad. Baja durabilidad. No soporta radiación UV, se deteriora y torna quebradizo. Precio alto.

Temperatura máxima de estabilidad: 52°C

Precio aproximado por kilogramo: \$40 - \$80

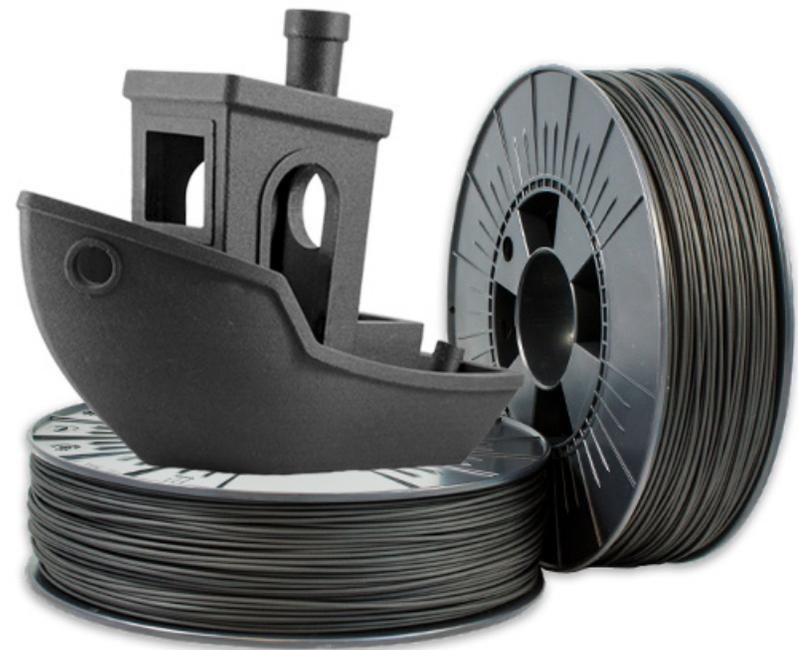


Figura 33. Filamento y pieza fabricada con PLA + fibra de carbono

ASA

Acrilonitrilo estireno acrilato

Termoplástico, disponible en forma de filamento para impresión 3D, que otorga a la pieza terminada características de robustez mecánica, resistencia a los rayos UV, resistencia al agua y un gran acabado que no decolora o "amarillea" a través del tiempo.

Por dichas características es recomendado para fabricar piezas finales para maquinaria o prototipos duraderos para su uso en exteriores, a la intemperie. Adicionalmente, para la impresión 3D, este filamento ASA dispone de resistencia al agua, más rigidez y facilidad de impresión que otros polímeros como el ABS (con casi nulo efecto de "pandeo"), y puede utilizarse en combinación con materiales de apoyo solubles para facilitar su eliminación en el acabado final de la pieza, según lo menciona el ingeniero en aplicaciones 3D, Derek PARRALES, de la empresa Tooltec (D.PARRALES, comunicación personal, 22 de octubre de 2018).

Se menciona entre las características de este material, que dispone de una alta estabilidad dimensional y una buena resistencia química. Se dice que el ASA fue concebido con el objetivo de disponer de un material similar al ABS pero con mejor resistencia a la intemperie. Las características del ASA han promovido su aplicación en la industria automotriz así como en otros productos funcionales para uso exterior.

Principales aplicaciones: automotrices, juguetes, aparatos electrónicos, productos en para uso exterior, impresión 3D, etc.

En el área de impresión 3D se utiliza para prototipos de muy alta calidad y productos finales.

Principales desventajas: desde el punto de vista de seguridad industrial, es importante mencionar que el ASA, durante la impresión 3D produce gases tóxicos, por lo que como precaución se debe ventilar bien el área de trabajo, además lo recomendable es utilizarlo en impresoras con ambiente controlado.

Temperatura de reblandecimiento: 96°C

Temperatura de fusión: 220-250°C

Precio aproximado por kilogramo: \$40 - \$60



Figura 34. Pieza impresa en 3D con ASA

Procesos de manufactura

Se contemplan los procesos de manufactura más aptos para el tipo de materiales y piezas que se planea desarrollar, también por ser los procesos de mayor disponibilidad en el país.

Inyección de plástico

Según Albarrán (2014), la inyección de plástico es un proceso semicontinuo de producción en serie que consiste en la inyección a presión de un polímero calentado y fundido en un molde cerrado. Inicialmente se da la introducción del polímero a través de una tolva a un canal donde se funde por medio de transferencia de calor. Seguidamente, el material fundido es inyectado al molde por medio de un pistón o de un tornillo recíprocante. Una vez en el molde, el material es "sostenido" mediante una presión inferior a la de llenado, mientras cristaliza hasta su solidificación. El producto deseado se obtiene al abrir el molde y extraer del mismo la pieza moldeada.

Este proceso ha tomado importancia creciente en la industria del plástico desde el año 1956, en el cual se patentó la máquina de inyección de tornillo recíprocante. Actualmente, este proceso es esencial en la producción en serie de toda clase de piezas plásticas. Para que este proceso sea rentable, se busca la producción de múltiples piezas idénticas en un solo ciclo, en un tiempo muy breve. Dicho ciclo incluye el ingreso de la materia prima, el fundido, inyección al molde, el enfriamiento y la extracción de la pieza acabada.

En la mayoría de las veces, las piezas producidas requieren la eliminación de excedente de material de los canales o de pequeñas imperfecciones.

En resumen las etapas del proceso se pueden dividir en:

1. Ciclo de llenado
2. Ciclo de enfriado
3. Apertura de molde
4. Expulsión de pieza

A continuación se ilustra el proceso de inyección de plástico por medio de un diagrama obtenido del texto *Industrial Processes of Polymers: How Toys are Made* de Sandra Van Natta:

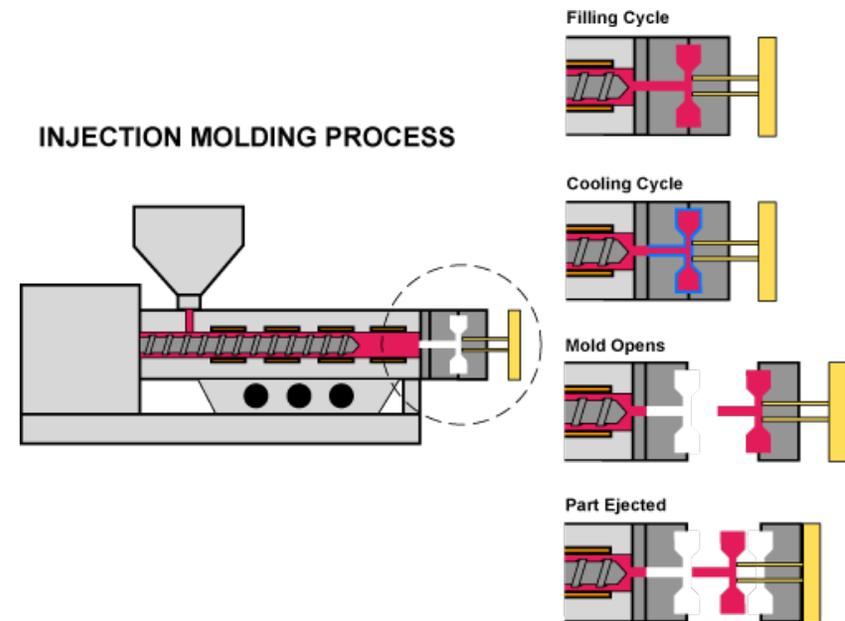


Figura 35. Proceso de moldeo por inyección (Van Natta, 2009)

Para la creación del molde, es importante tomar en cuenta gran cantidad de lineamientos que aseguren su correcto y fácil maquinado, de lo contrario el costo se eleva considerablemente. Además el molde debe ser diseñado de modo que la pieza salga adecuadamente para continuar el ciclo y que todos los detalles queden apropiadamente.

Principales ventajas:

- + Bajos costos operativos.
- + Automatización del proceso.
- + Las piezas generadas necesitan poco o ningún acabado.
- + Se pueden producir piezas de geometría compleja, difíciles de fabricar en otros procesos.
- + Permite lograr diferentes efectos de colores y acabados superficiales.
- + Buena tolerancia dimensional.

Principales desventajas:

- Altos costos de la máquina de inyección, moldes y equipos complementarios.
- Se requiere aplicar presiones y temperaturas más elevadas que otras metodologías de moldeo.
- Enfocado a altos volúmenes de producción.

Termoformado

Según Cuffaro *et al* (2013), el termoformado es un proceso mediante el cual una lámina de plástico se calienta y se fuerza en un vacío o presión en la cavidad del molde (según el proceso específico). Al diseñar una pieza termoformada, hay consideraciones importantes: primero, la profundidad del objeto no debe ser mayor que el ancho del lado mayor. A su vez, el radio de una esquina interior no debe ser inferior al 25% del espesor de la pared. Finalmente, se prefiere que las partes tengan un ángulo de tiro de un grado o más.

Las piezas termoformadas generalmente requieren procesos secundarios para recortar la pieza de la hoja formada o agregar agujeros o ranuras, estos procesos suelen ser automatizados.

Existen 3 tipos de termoformado: termoformado al vacío, termoformado a presión y termoformado mecánico.

Básicamente el proceso general consiste en 3 etapas:

1. La lámina de plástico se sujeta firmemente en un marco y se calienta (ablandando el plástico) y luego se baja para que entre en contacto con el molde.
2. El vacío o la presión, fuerza el plástico calentado contra la superficie del molde.
3. La hoja formada y enfriada se retira del molde y se libera del marco.

En la figura 36, tomada del sitio de procesos industriales CustomPartNet (2018), se ilustra brevemente el proceso de termoformado al vacío.

Principales ventajas: los costos de herramientas son relativamente bajos, ya que los moldes pueden formarse a partir de materiales menos costosos y más fáciles de mecanizar, como la madera o el aluminio, sin embargo para poca cantidad de producción de piezas es poco rentable.

Principales desventajas: este proceso limita las formas de las piezas, ya que tienen que ser diseñadas de modo que puedan ser formadas al amoldarse a una superficie.

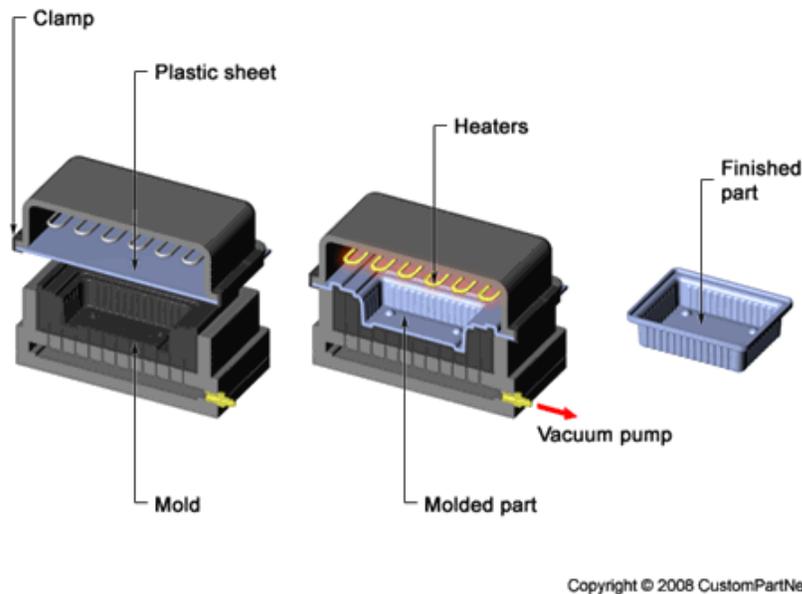


Figura 36. Termoformado al vacío (CustomPartNet, 2008)

Impresión 3D | Fabricación aditiva

La impresión en tres dimensiones o impresión 3D “es el proceso de unir materiales para hacer objetos a partir de un modelo digital, normalmente poniendo una capa encima de otra, por contraposición a las metodologías de fabricación sustractivas, tales como el mecanizado tradicional” (Fontrodona & Blanco, 2014). El término “impresión 3D” se refiere más a la producción individual o baja, sin embargo, si esta tecnología es aplicada a la producción y a cadenas de suministro, se utiliza más el término de “fabricación aditiva” o “manufacturado rápido”.

Los objetos a fabricar son modelados en 3D mediante algunos de los programas disponibles para diseño tridimensional (CAD3D, Solidworks, Rhino, etc.), los cuales generan sus formatos de archivo final. Al momento de ser procesados para impresión 3D, dichos archivos deben ser transformados a los que son conocidos como formatos de intercambio, los cuales son reconocidos por cualquier tipo de impresora 3D, y eventualmente reconvertidos al software propio de la máquina correspondiente con la información por capas del objeto diseñado. A esta creación de capas se le conoce como “slicing” ya que divide todo el volumen en capas muy finas que definirán su proceso de construcción. Los formatos de intercambio más conocidos son el STL y el OBJ.

A continuación se destacan los 3 tipos principales de impresión 3D distintos, cada uno con características propias, según lo descrito por Miguel Villar (2016):

- **FDM:** Fuse Deposition Modeling o modelado por deposición fundida, es el método más conocido, en éste, un material, normalmente un polímero termoplástico en forma de filamento, es alimentado en estado fundido a través de una punta extrusora que lo deposita en una superficie, donde se solidifica, siguiendo un patrón de deposición por capas definido por un archivo digital y un software.
- **SLA:** Stereolithography o solidificación mediante luz óptica. En este método, se puede construir una capa completa a la vez, por medio de “foto-polímeros” que pasan de un estado líquido a sólido cuando son iluminados mediante luz de una determinada longitud de onda proyectada en la silueta de la capa correspondiente.
- **SLS:** Selective Laser Sintering o sinterización mediante laser óptico, el cual por medio de un rayo láser solidifica polvo de polímero, uniendo las partículas en la trayectoria del rayo.

En las figuras obtenidas de *Additively*, sitio web especializado en fabricación aditiva, se muestra un diagrama de cada método descrito anteriormente.

Principales ventajas: diseño personalizado, no hay necesidad de fabricar moldes, se puede fabricar el producto cuando sea necesario en vez de solamente tenerlo en stock.

Principales desventajas: el proceso de impresión suele ser lento, para la calidad óptima de las piezas se recomienda la impresión en máquinas más costosas.

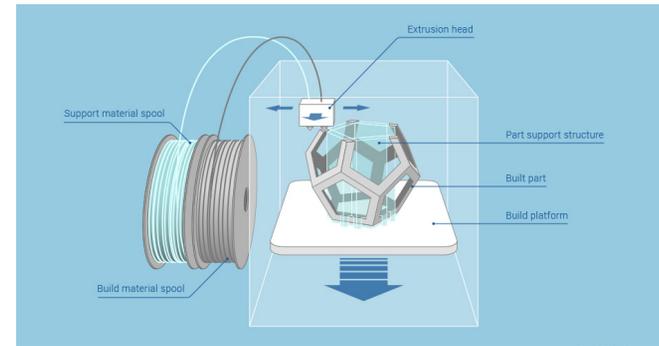


Figura 37. Método FDM - Fuse Deposition Modelling (Additively AG, 2018)

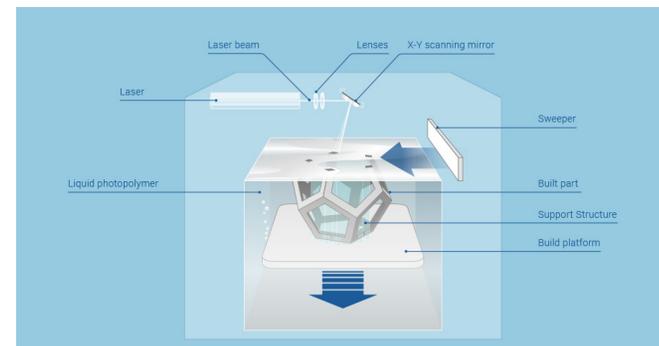


Figura 38. Método SLA - Stereolithography (Additively AG, 2018)

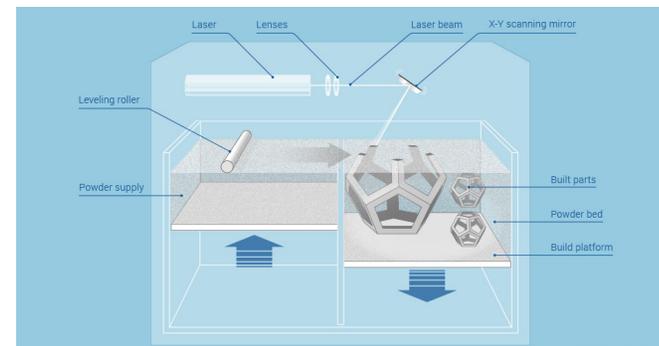


Figura 39. Método SLS - Selective Laser Sintering (Additively AG, 2018)

Tipos de unión

Para el nuevo producto es necesario poder dar mantenimiento a sus partes internas, tanto dentro de la carcasa principal como del micrófono, para ésto se utilizarán **uniones desmontables**.

Unión por elemento roscado

Este tipo de unión ser fácilmente desmontable con un desatornillador, pero a su vez la unión en lo suficientemente fuerte para mantener los elementos seguramente unidos a pesar de algún esfuerzo, golpe o movimiento.

Se utilizan elementos roscados como tornillos, tuercas, arandelas y orificios para los tornillos, casi siempre ésto son normalizados lo cual mantiene un costo moderado.

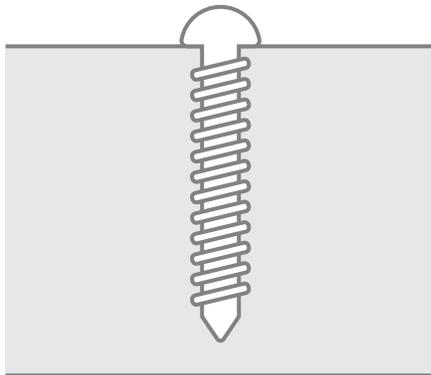


Figura 40. Diagrama de unión por elemento roscado

Unión por cuña o pestaña:

En este caso la pestaña o cuñas están incorporadas en las piezas principales y permiten el endentado de ambas piezas. Estas formas se diseñan en la pieza moldeada/impresa y aprovechan la cualidad flexible del plástico para funcionar.

Este método permite el rápido ensamble de las partes a un bajo costo. Su desventaja radica en que para que este tipo de ensamble sea lo suficientemente resistente, a fuerzas, movimientos o golpes, las cuñas deben estar diseñadas de tal forma que desensamblar el producto resulte un poco difícil y en ocasiones amerite ayudarse con herramientas que pueden llegar a dañar la superficie del mismo. De modo que lo ideal es combinar el método con otra unión desmontable, como elementos de rosca, para que se pueda minimizar la fuerzade agarre en la cuña o pestaña.

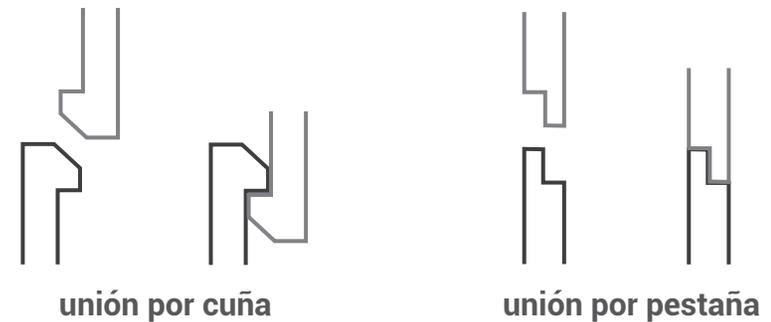


Figura 41. Diagrama de uniones por cuña y pestaña

Síntesis de análisis tecnológico

Algunas de las conclusiones y decisiones tomadas gracias a éste análisis fueron las siguientes:

Materiales más adecuados:

- ABS
- CPE+
- ASA: se considera el más recomendado por sus características resistentes a factores externos y durabilidad. Además su precio no es tan elevado.

Proceso más adecuado:

- Impresión 3D/Fabricación aditiva tipo FDM: se considera que es el método más viable por el tamaño de producción, relativamente bajo, la tecnología disponible en el país, y la variedad de materiales que ofrece.

Tipo de unión más adecuada:

- Unión desmontable, combinación de unión por pestaña y elemento roscado (tornillo).

Análisis perceptual

Este análisis tiene como finalidad analizar el aspecto semiótico, formal y estético de productos electrónicos existentes, algunos de los cuales no necesariamente corresponden a radio bases, también otros tipos de radios o dispositivos electrónicos como los que se describió en el análisis de productos similares. También se pretende tomar en cuenta ciertos detalles referenciales, cromática e iconografía.

Vocabulario visual

En la figura 42 se puede observar el vocabulario visual del producto a desarrollar, donde predominan los bordes redondeados, displays simples, entradas de audio alargadas, cromática oscura, casi nula ornamentación. Esta es la perceptualidad que se pretende desarrollar para el nuevo producto en general.

A su vez ésta sección incluirá imágenes del vocabulario visual del detalles externos de la radio base, como botones, entradas de audio, textura, etc.



Figura 42. Vocabulario visual

Detalles | Salida de audio

Para la zona del parlante o salida de audio se han tomado algunos referenciales que se muestran en la figura 43. Según las observaciones de productos existentes se ha identificado que las ranuras alargadas, ya sean horizontales, verticales o diagonales, evitan el acumulamiento de suciedad en comparación con los orificios circulares por ejemplo. Se pretende seguir este tipo de patrón, que además es simple, balanceado y sigue una estética moderna.

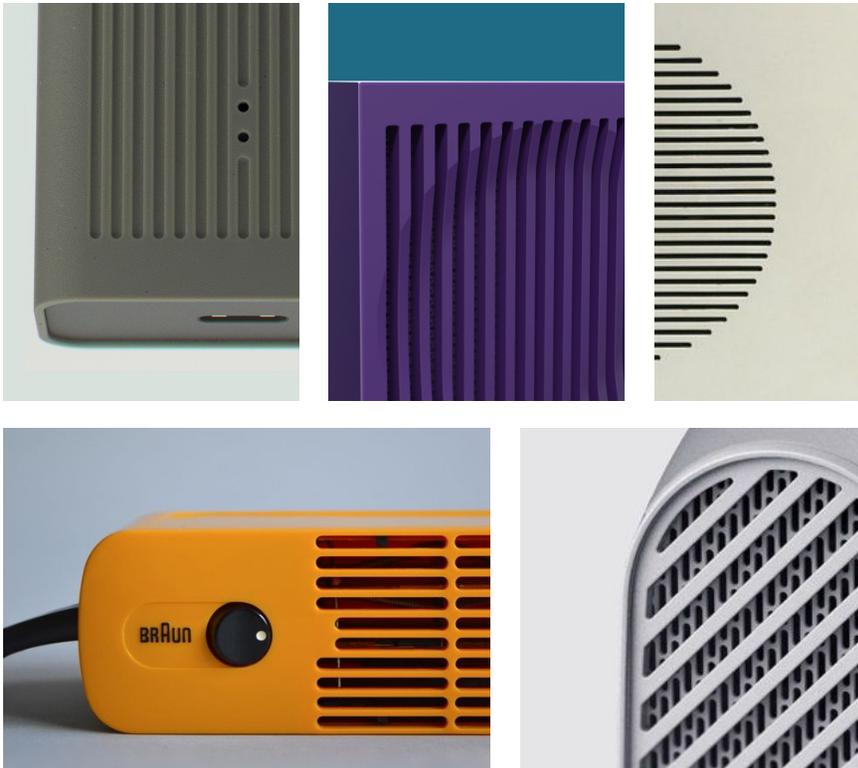


Figura 43. Detalles de salida de audio

Detalles | Textura y materiales

En cuando a la apariencia de los materiales de la radio base, se desea un plástico liso para su cuerpo, siguiendo éste curvas, redondeos en esquinas o aristas, y líneas simples. Para elementos como los botones se desea que posean un contraste con el plástico, incluyendo así elementos metálicos que además llamen la atención del usuario.



Figura 44. Detalles de textura y materiales

Cromática

La cromática elegida para el producto se puede observar en la figura, ésta consiste en mayoría considerable de negro, el cual será el color de la carcasa, se opta por éste ya que este producto tiende a ser discreto y no debe llamar la atención innecesariamente. El color gris que contribuye al 10% de la cromática representa el color metálico pulido de detalles en los botones, y la tornillería del sistema. El color verde representa un 3% ya que este estará presente en la luz indicadora de encendido del sistema y se mantiene de esta forma siempre que el equipo esté en funcionamiento. El rojo toma el 1% ya que es el color de la luz indicadora de transmisión que se enciende solamente cuando el micrófono está en uso.

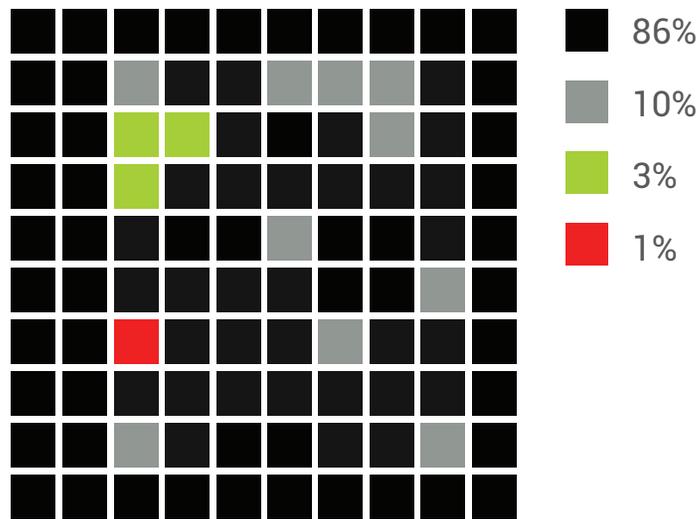


Figura 45. Diagrama de cromática del producto

Iconografía

Para la iconografía del producto se han tomado en cuenta dos comandos a señalar: encendido y apagado, y el ajuste de volumen. Se desea utilizar íconos simples, universales y fáciles de identificar. Para el caso de encendido y apagado se planea utilizar el símbolo universal que combina los elementos 0 y I para identificar estos comandos. Para el ajuste de volumen se plantea utilizar una línea guía que se engrosa para señalar aumento de volumen, o bien una línea guía que indique la dirección del aumento.

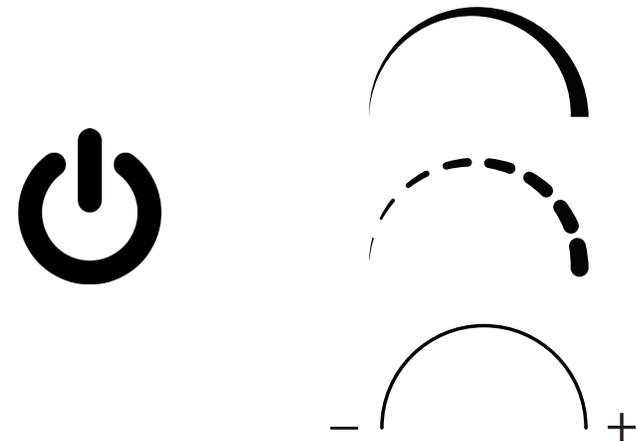


Figura 46. Iconografía considerada para el display del producto

Observaciones de campo

Se realizó un sondeo a un grupo de taxistas (ver Anexo I), los cuales representan la mayoría de los usuarios de este producto. Ellos corresponden a una muestra no probabilística, con el fin de validar algunas conclusiones obtenidas por medio de los análisis y tomar en cuenta algunos otros detalles antes de empezar con la generación de propuestas. En la Tabla, ubicada en la siguiente página, se pueden observar los resultados obtenidos al realizar el sondeo a los 10 taxistas.

Se puede tomar como observaciones y conclusiones importantes las siguientes:

- La mayoría usuarios solamente utiliza un canal de radio para comunicarse con la central de taxis y recibir instrucciones de la misma. No utilizan los botones de cambio de canal.
- Los comandos importantes son el de encendido/apagado y ajuste de volumen. Para el ajuste de volumen prefieren la perilla por su fácil y rápido accionamiento.
- La pantalla no les resulta importante ya que no muestra información relevante, de 10 casos, en 3 de ellos la pantalla era solamente de 2 dígitos y lo que mostraba era el número de canal, en otros 3 el dispositivo no tenía pantalla, y en 4 casos la pantalla indicaba solamente el nombre de la central de taxis.
- Todos comentan que el sistema les parece fácil de usar pero varios comentan que tiene muchos botones sobrantes.

- La mayoría comentan que los aparatos son bastante resistentes y ya tienen varios años de utilización.
- Las 4 posiciones principales para el colocamiento y la instalación de las radio bases fueron las siguientes:
 1. En el dash
 2. Bajo zona del manubrio
 3. Bajo la guantera
 4. Sobre el dash

Toda esta información es de gran utilidad a la hora de justificar la eliminación de ciertos elementos como la pantalla y botones relacionados al uso de la misma, o comandos de cambio de canal, y otros adicionales.



Figura 47. Imagen ilustrativa de usuario entrevistado

Tabla 4. Resultados de entrevistas a usuarios primarios taxistas

Aspecto a observar	Usuarios									
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10
Posición de radio base en el vehículo	En el dash	En el dash	En el dash	Gaveta bajo el manubrio	Bajo zona de manubrio	En el dash	Bajo la guantera	Sobre el dash	Bajo zona de manubrio	Bajo la guantera
Uso principal de radio base	Escuchar mensajes	Escuchar y enviar mensajes	Escuchar y enviar mensajes	Escuchar y enviar mensajes	Escuchar y enviar mensajes	Escuchar mensajes	Escuchar y enviar mensajes	Escuchar mensajes	Escuchar mensajes	Escuchar y enviar mensajes
¿Le parece fácil de usar?	Sí	Sí	Sí pero le confunden tantos botones	Sí, pero sobran muchos botones	Sí, pero no sabe el fin de algunos botones	Sí	Sí, pero sobran muchos botones	Sí	Sí	Sí, pero no sabe el fin de algunos botones
Número de canales por los que se comunica	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1
Controles más importantes	ON/OFF, volumen, canales	ON/OFF, volumen	ON/OFF, volumen	ON/OFF, volumen	ON/OFF, volumen	ON/OFF, volumen, canales	ON/OFF, volumen	ON/OFF, volumen	ON/OFF, volumen	ON/OFF, volumen
Le da uso a la pantalla	Sí	No	No	No	No	No	No	No	Sí	No
¿Para el ajuste de volumen prefiere botones o perilla?	Botones	Perilla	Perilla	Ambos	Perilla	Perilla	Perilla	Perilla	Botones	Ambos

Elementos del nuevo producto

La inclusión o exclusión de los elementos de la nueva radio base han sido determinados por los análisis realizados anteriormente donde se evidenció los elementos relevantes para los usuarios con los que trabaja Multicom, y por la empresa misma, que busca reducir costos y simplificar funciones para que se ajusten al uso real que le dan sus clientes y técnicos.

Principales elementos que serán eliminados del nuevo diseño de radio base:

Se hará una breve explicación de la razón por la cuál la presencia de cada elemento ya no es relevante en el nuevo diseño.

- **Pantalla:** en muchos casos este elemento no tiene gran relevancia porque solamente muestra un texto referente a la empresa para la que funciona, o muestra información como: estado del volumen, canal/estación en la que se encuentra, etc. En este caso no hay necesidad de mostrar estaciones o canales ya que solamente se utilizará uno, el estado del volumen puede ser fácilmente reconocido por la perilla y el sonido del radio. Por éstas razones se ha concluido que la pantalla no es un elemento externo indispensable y además correspondería a un gasto económico innecesario, por ello no estará presente en el nuevo diseño.

- **Control de escaneo de canales/estaciones:** para éste nuevo diseño solo se utilizará un canal de radio, de modo que no hay necesidad de cambio de canal, escaneo de estaciones, etc.
- **Botones de acceso rápido a estaciones:** solamente se utilizará una estación de radio, por ello no es necesario el uso de éstos botones.
- **Botones de funciones programables:** debido a la simplicidad del display y la poca complejidad de las funciones disponibles, no es necesaria la presencia de botones programables en el nuevo diseño.
- **Disipadores metálicos de calor:** las tarjetas madre a utilizar son más pequeñas que las de una radio base común, los elementos internos estarán más separados y serán menos que los usuales por la reducción de funciones y controles, de modo que la cantidad de calor emitido no amerita disipadores metálicos, en vez de esto se utilizarán rejillas de ventilación.

Elementos que estarán presentes en el nuevo diseño de radio base:

A continuación se presentan los elementos que se incluirán en el nuevo diseño de radio base y una breve descripción de los mismos y por qué se incluirán. En capítulo 5 se mostrará el modelo elegido para cada uno y su imagen.

Funcionamiento principal:

- **Tarjeta electrónica madre iDEN:** solamente se utiliza UNA tarjeta a la vez, pero habrán 3 modelos disponibles para su uso. La empresa ya cuenta con éstos componentes y sus características han sido descritas en el Capítulo 2. Es el "cerebro" de la radio base.
- **Módulo de poder:** fundamental para la alimentación de todos los componentes del producto desde la fuente de poder. Componente estandarizado a adquirir.

Controles:

- **Botón de encendido y apagado:** fundamental para el funcionamiento de la radio base.
- **Perilla de volumen:** controlará el volumen del sonido, solo requiere leve rotación de la misma.

Indicadores:

- **Luz indicadora de encendido:** output visual, se plantea que esta vaya ligada al botón de encendido.
- **Sonido transmisión:** propio del sistema, output auditivo.

Puertos:

- **Puerto de alimentación:** se conectan los cables de poder.
- **Puerto de antena:** conexión a antena externa.
- **Puerto de tarjeta SIM:** en el caso del Modelo 1 de tarjeta, se agregará uno que estará ligado a ella internamente. En el caso de los modelos 2 y 3, el puerto SIM viene incluido en el complejo de la tarjeta.
- **Puerto de micrófono:** estandarizado, de tipo RJ45.

Audio:

- **Parlante:** elemento por donde sale el audio del mensaje recibido en la radio base. Se utilizará un parlante estándar ovalado.
- **Amplificador de audio:** componente estandarizado, controla el volumen del sonido que sale del parlante.

Accesorios que interactuarán con el nuevo diseño:

- **Sujeción de radio base a superficies:** lámina metálica doblada que provee espacio y se fija al radio por medio de tornillos.
- **Micrófono PTT:** entrada de audio y accionamiento de transmisión.
- **Sujeción de micrófono:** elemento de sujeción estandarizado.

Estos elementos son fundamentales para el funcionamiento completo del aparato. Todos serán estandarizados y se podrán conseguir fácilmente en el mercado para así facilitar el mantenimiento del producto, y la obtención de repuestos de elementos internos.

Requerimientos y requisitos

A continuación se presenta la tabla de requerimientos y requisitos del sistema en general, según las necesidades expresadas tanto por la empresa como por los usuarios.

- Necesidades expresadas por la empresa
- Necesidades expresadas por los usuarios primarios

Tabla 5. Necesidades, requerimientos y requisitos de la radio base a desarrollar

Necesidades	Requerimientos	Requisitos
<p>Las 3 tarjetas madre distintas deben funcionar para la misma carcasa.</p> <p>Que se pueda instalar en distintas posiciones.</p> <p>El radio se debe ser apto para contexto de vehículos y de espacios fijos.</p>	<p>Adaptable: se adapta a distintos espacios de uso en distintas posiciones. Es posible adaptar 3 tipos diferentes de tarjeta madre en la misma carcasa.</p>	<p>Adaptable a 3 tipos distintos de tarjetas madre.</p> <p>Posibilidad de tapar 5 de sus caras sin afectar desempeño.</p>
<p>Que sea fácil de usar.</p>	<p>Intuitivo: es fácil de utilizar y de entender.</p>	<p>Acciones de usuario principal no deben tomar más de 3 pasos.</p> <p>Debe haber mínimo un output visual y uno auditivo que indiquen el estado del sistema.</p>
<p>Que no sea muy pesado.</p>	<p>Liviano: posee peso bajo.</p>	<p>Peso inferior a 1 kg</p>

Necesidades	Requerimientos	Requisitos
<p>Que no se rompa.</p> <p>La carcasa debe ser resistente.</p>	<p>Resistente: resiste temperaturas altas, cambios de temperatura, movimiento constante y vibración, golpes externos leves. Resiste entrada de polvo y humedad en exceso.</p>	<p>Soporta temperaturas ambiente de hasta 40°C.</p> <p>Soporta exposición directa a luz solar y rayos UV.</p> <p>Las aberturas deben estar configuradas de manera que no permitan la entrada fácil de elementos externos.</p> <p>El material debe soportar golpes y movimiento sin quebrarse.</p>
<p>Que no sobren los botones.</p>	<p>Simple: contiene pocos controles y solamente las funciones necesarias.</p>	<p>Contener máximo 3 botones.</p> <p>Forma básica, poca ornamentación.</p>
<p>Cómodo de usar.</p> <p>Que se entiendan todos los botones.</p>	<p>Ergonómico: se adapta a las medidas y movimientos humanos del usuario, alta usabilidad.</p>	<p>Tamaño de botones de acuerdo a las medidas humanas.</p> <p>Botones debidamente señalizados con colores, íconos o formas lógicas.</p>
<p>Que no estorbe.</p>	<p>Compacto: su volumen es moderado de acuerdo a los espacios donde será ubicado.</p>	<p>Dimensiones máximas de 170 mm x 170 mm x 50 mm.</p>
<p>Que se le pueda dar mantenimiento fácilmente.</p>	<p>Fácil mantenimiento: es posible armarlo y desarmarlo con herramientas estándar, sin utilizar mucho esfuerzo y sin dañar la carcasa.</p>	<p>Uniones de tipo desmontable, no más de 4 tornillos.</p>

Necesidades	Requerimientos	Requisitos
Que tenga aspecto agradable.	Estético: simple y sobrio, elementos en armonía.	Forma básica, poca ornamentación.
Que los componentes internos sean fáciles de identificar y posicionar.	Estructurado: tiene un sistema de ordenamiento lógico de elementos internos.	Que el interior de la carcasa tenga
<p>Que utilice componentes internos estándar.</p> <p>Que los repuestos de botones o perillas sean fáciles de conseguir.</p> <p>Que se pueda acoplar a los accesorios estándar.</p>	<p>Estándar: se adapta a accesorios estándar como el sistema de sujeción a superficies, el micrófono PTT, también a componentes de ensamble como tornillos, y utiliza componentes normalizados. Sus medidas se ajustan a los espacios de uso.</p>	<p>Utilización de componentes internos estándar.</p> <p>Utilización de botones y perillas estándar.</p> <p>Dimensiones máximas de 170 mm x 170 mm x 50 mm.</p>

DESARROLLO DE PROPUESTAS

CAPÍTULO 4

En este capítulo se presentará el concepto de diseño y el desarrollo de las alternativas de solución para llegar a la propuesta del diseño final.

Concepto



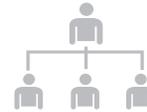
¿Qué es?

Carcasa de radio base adaptable a espacios y diferentes tipos de tarjetas de radio, con interfaz intuitiva.



¿Para quién?

Usuarios de 25 a 65 años que necesitan comunicarse de manera rápida e inmediata con otros.



¿Para qué?

Para facilitar la comunicación entre usuarios brindando un dispositivo de interfaz simple con controles de accionamiento breve que se ajusta a su espacio de trabajo.



¿Cómo?

Mediante una carcasa de radio base compacta, adaptable y de interfase intuitiva que logre adaptar el uso de tres tarjetas madre distintas y se adapte a distintos espacios de uso.

Simple

Simplifica acciones
Aumenta la usabilidad



Intuitivo

Fácil uso
Baja carga cognitiva



SIMPLE, INTUITIVO Y ADAPTABLE



Adaptable

Distintos contextos
3 tipos de tarjetas de radio
en una sola carcasa



Resistente

Soporta factores externos
Encapsula eficientemente

Desarrollo de propuestas

En esta sección se muestra el proceso de desarrollo de ideas y propuestas hasta llegar a la propuesta final, tanto de radio base como de micrófono.

Debido a los diferentes aspectos y detalles a tomar en cuenta a la hora de diseñar estos productos, se tomó la decisión de dividir el desarrollo de propuestas en distintas partes para luego elaborar una propuesta final que incluya todas las decisiones tomadas. El proceso se dividió de la siguiente forma:

1. Exploración inicial de alternativas de radio base
2. Propuestas de interfaz de radio base
3. Propuestas de ensamblaje de carcasa de radio base
4. Propuestas de forma de radio base
5. Selección final de elementos estandarizados
6. Propuesta de disposición de elementos internos de radio base
7. Propuestas de sistema de adaptabilidad de tarjetas
8. Propuesta final

Exploración inicial de alternativas de radio base

Inicialmente se realizó una generación de propuestas exploratoria a lápiz, para tomar en cuenta la variedad de opciones viables de la forma de la radio base basadas en los análisis realizados, ésta se puede observar en la figura, ubicada en la siguiente página.

En esta etapa aún no se tenía elegida la disposición de elementos en la interfaz principal, de modo que el orden y la forma éstos no tiene gran importancia en estos primeros bocetos. También se exploró formas de ensamblaje de la carcasa.

En estos bocetos iniciales se desarrollaron 6 propuestas, las formas no varían en gran medida principalmente porque se debe mantener la funcionalidad para los distintos contextos de uso, y para esto el prisma rectangular es la mejor opción. Las variaciones entre propuestas principalmente consisten en los redondeos de aristas y bordes, y diferentes formas de salida de audio y ventilación fueron bosquejadas.

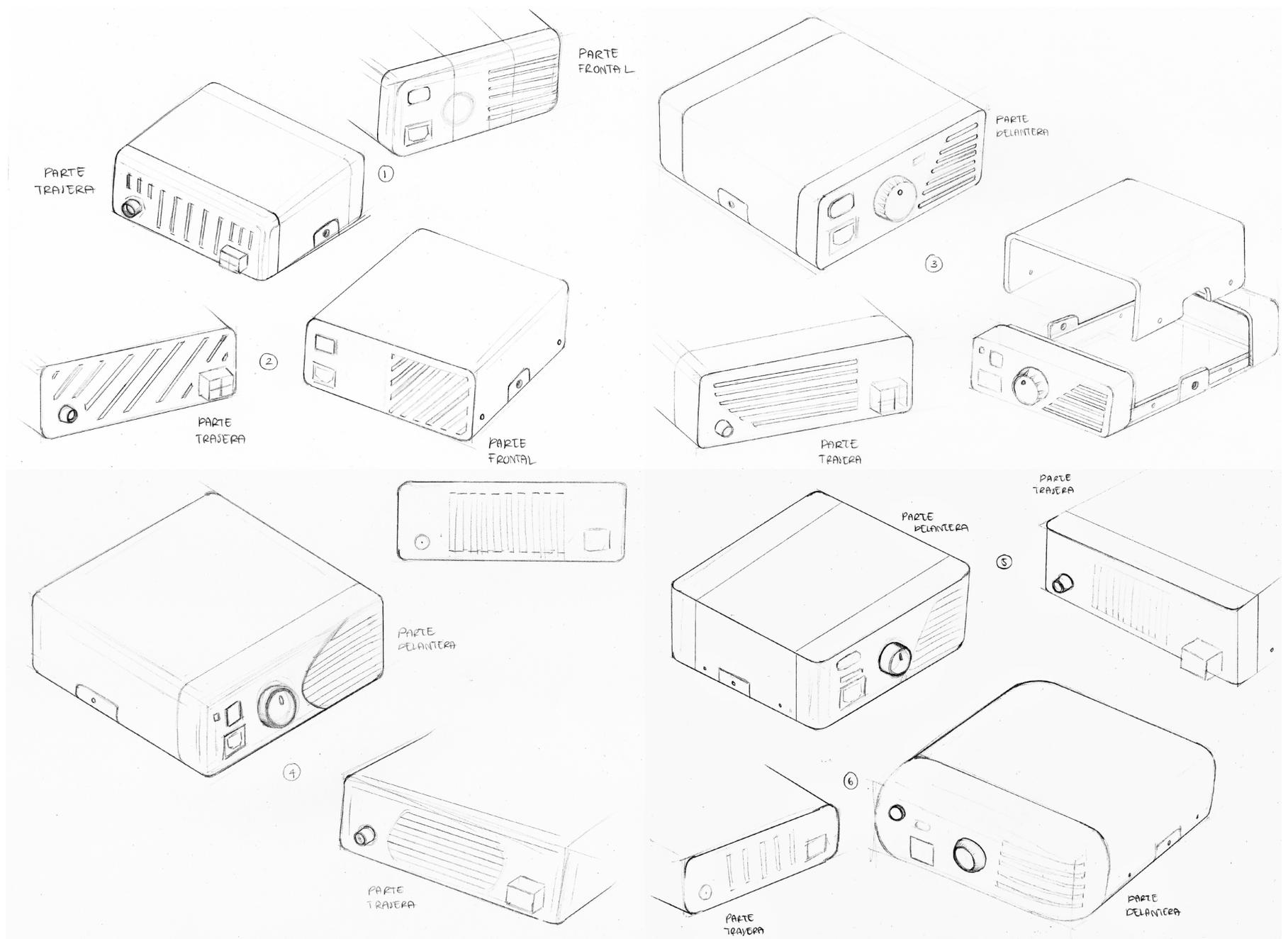


Figura 48. Bocetos hechos a lápiz de exploración inicial de formas de radio base

Al final de ésta exploración se llegó a 3 propuestas principales las cuales se muestran más adelante en la sección de propuestas de radio base, donde serán las evaluadas para elegir la forma final de la radio base.

Se descartó la propuesta completamente redondeada porque una superficie de este tipo no es de gran utilidad al ser posicionada rodeada de superficies planas o al ser introducida en compartimentos rectilíneos, además puede llegar a complicar la forma de ensamblaje de la misma.

Las demás formas se mantuvieron y se realizó una fusión de las propuestas, para ir dando forma al modelo final.

Propuestas de interfaz de radio base

Se desarrollaron ocho propuestas de la interfaz frontal del display de la radio base. Las formas y colores representan los tipos de elementos a incluir, no su aspecto final.

- Botón ON/OFF
- Luz indicadora
- Ajuste de volumen
- Zona de salida de audio
- Puerto de micrófono

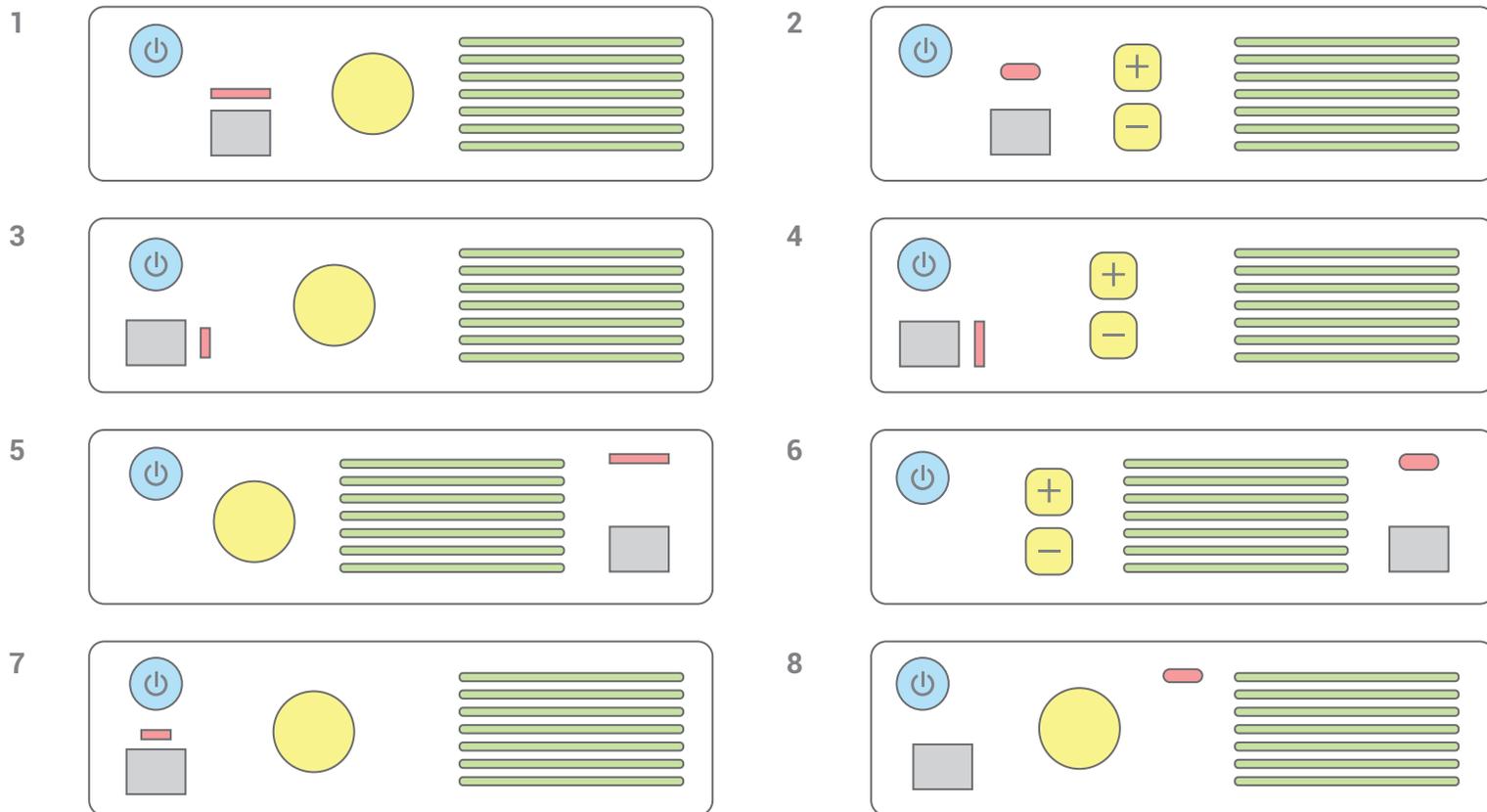
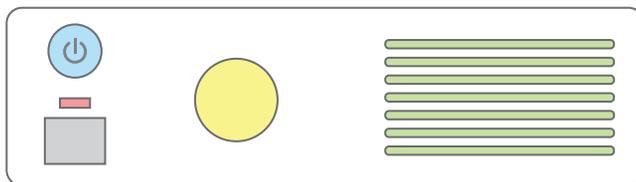


Figura 49. Propuestas de interfaz de radio base

Tabla 6. Evaluación de propuestas de interfaz

Criterios		Propuestas							
		#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8
Jerarquía	5	15 ³	15 ³	20 ⁴	20 ⁴	20 ⁴	10 ²	20 ⁴	10 ²
Agrupación por forma	1	3 ³	2 ²	4 ⁴	4 ⁴	2 ²	2 ²	4 ⁴	2 ²
Cantidad de botones	4	20 ⁵	12 ³	20 ⁵	12 ³	20 ⁵	12 ³	20 ⁵	20 ⁵
Comodidad para usuario	5	15 ³	10 ²	25 ⁵	15 ³	15 ³	10 ²	25 ⁵	20 ⁴
Balance visual	3	9 ³	9 ³	15 ⁵	12 ⁴	15 ⁵	9 ³	15 ⁵	12 ⁴
Orden lógico	4	12 ³	12 ³	12 ³	16 ⁴	12 ³	12 ³	16 ⁴	8 ²
Total		74	60	96	79	84	55	100	72

7



La propuesta #/ ha sido la elegida ya que jerarquiza eficientemente los diferentes elementos, mantiene buena agrupación por forma y balance visual, la comodidad para el usuario es bastante alta ya que los elementos se encuentran ubicados en zonas donde resulta cómodo y visible al usuario en

Figura 50. Propuesta de interfaz elegida

un orden lógico. El caso del botón de encendido se encuentra en la parte superior derecha ya que es el primer botón al presionar al iniciar el uso del aparato, a su vez su tamaño no será grande ya que es un botón de poco uso. Bajo éste se encuentra el puerto de micrófono con luz indicadora sobre el mismo que precisamente evidenciará si el radio se encuentra transmitiendo, lo cual va ligado directamente al micrófono. Además el hecho de que la luz se encuentre sobre el puerto la hace más visible desde cualquier ángulo de uso ya que el conector del micrófono suele ser un poco voluptuoso y podría llegar a taparla en caso de que ésta se encontrara al lado del mismo.

Según investigación realizada anteriormente y sondeo realizado a usuarios, se eligió la perilla como control de volumen, éste será el botón más utilizado del display ya que dependiendo de los factores externos o la elección del usuario, el ajuste de volumen es un comando importante a lo largo de la jornada de uso diario. Ésta se colocará en una zona central de display. La salida de audio irá del lado derecho en la parte frontal de la radio base para que el sonido no se vea obstruido en ninguna de las posiciones de instalación.

Propuestas de ensamblaje de carcasa

Una de las necesidades del proyecto, consiste en el fácil ensamblaje de la carcasa para facilitar su armado y mantenimiento de la radio base. Por ello se optó por uniones desmontables, como se definió en el análisis de las mismas, se aplicará una combinación de éstas, con uniones por pestañas y uniones roscadas. A continuación se describen las propuestas planteadas.

Propuesta 1

Esta propuesta consiste en la división de dos partes de la carcasa, la base posee concavidades en la parte trasera y delantera, de forma que los componentes unidos a estas zonas quedan semi-recubiertos y una parte central abierta. La tapa es un recubrimiento en forma de C que se une a la base en la parte lateral inferior de la misma, es gracias a un tipo de pestaña que refuerza la zona donde irán los dos tornillos a cada lado para un total de 4 tornillos. En la base de la carcasa, a lo largo de todo el borde que tendrá contacto con la tapa hay una pestaña que facilita el soporte y cierre del sistema.

Ventajas:

- + Los tornillos quedan dispuestos de forma horizontal, lo cual refuerza la unión y la vuelve más estable.
- + Fácil de montar y desmontar

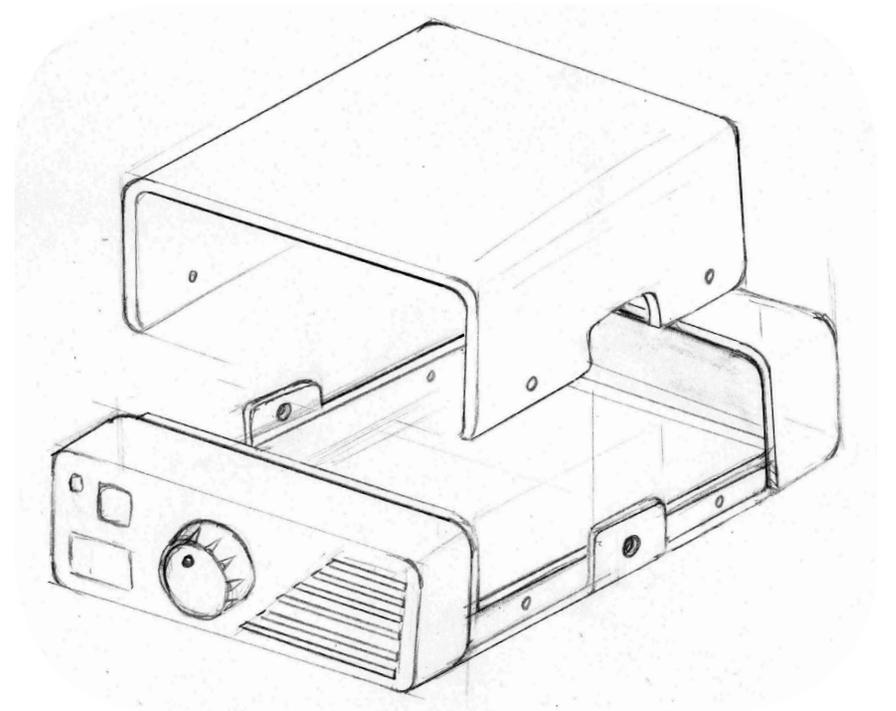


Figura 51. Propuesta 1 de sistema ensamblaje de carcasa

Desventajas:

- El recubrimiento de la parte frontal y trasera dificulta la instalación y manipulación de algunos componentes.
- Es necesario utilizar tornillos muy cortos para que éstos no interfieran con los componentes internos.
- Ambas partes tienden a ser más frágiles por separado debido a su forma y volumen.

Propuesta 2

Esta propuesta consiste en la división de dos partes de la carcasa, notoriamente una es la base y la otra la tapa. Ambas tienen 4 paredes iguales, y pestañas que coinciden entre sí al ensamblarse. La inserción de los tornillos se da por la parte superior para utilizar el sistema de cilindro de montaje, que unirá ambas piezas.

Ventajas

- + Sujeción firme con pocos tornillos.
- + Piezas resistentes al poseer el sistema de 4 paredes, su estructura es robusta.
- + Fácil calzado de las piezas en el sistema de pestaña, buen cierre.

Desventajas

- Queda una separación notoria y un poco incómoda en la parte frontal de la carcasa, interfiriendo con el display.
- Al tener orificios en la parte superior, puede propiciar la acumulación de polvo o suciedad, de modo que sería necesario incluir un tapón para evitar que esto suceda lo cual eleva la cantidad de piezas necesarias.
- Se utilizan tornillos grandes para calzar firmemente.

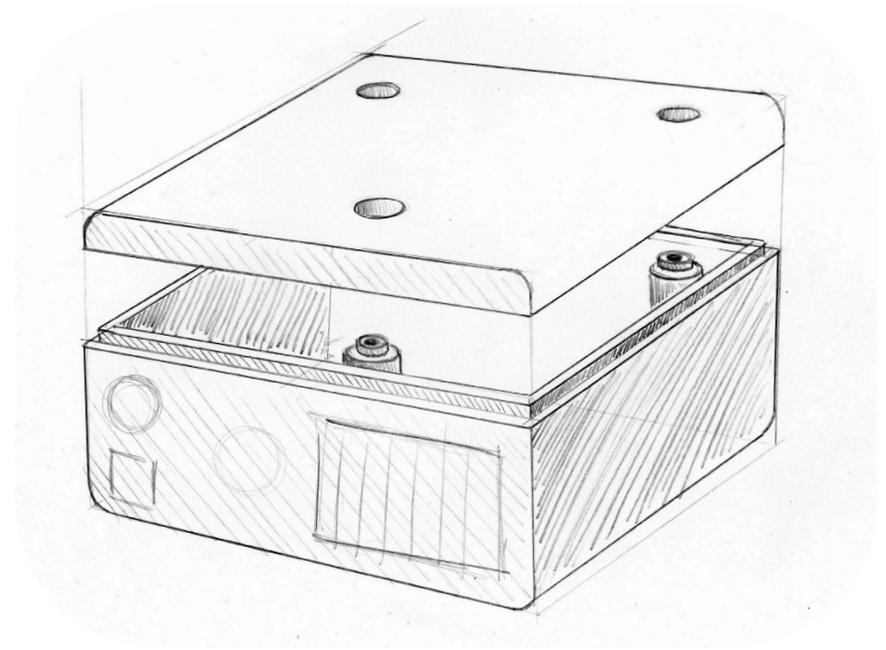


Figura 52. Propuesta 2 de sistema ensamblaje de carcasa

Propuesta 3

Esta tercera propuesta consiste en un sistema de dos partes, base y tapa. Se puede decir que la base es una caja de

Ventajas:

- + Fácil armado y desarmado.
- + Firme agarre con solamente 3 tornillos.
- + Tornillos se insertan por la parte inferior, lo cual no deja un orificio en la parte superior donde se puede acumular suciedad.
- + Ambas piezas resistentes.

Desventajas:

- Se debe tener especial cuidado que las pestañas calcen correctamente al no encontrarse todas en el mismo plano.
- Se utilizan tornillos grandes para calzar firmemente.

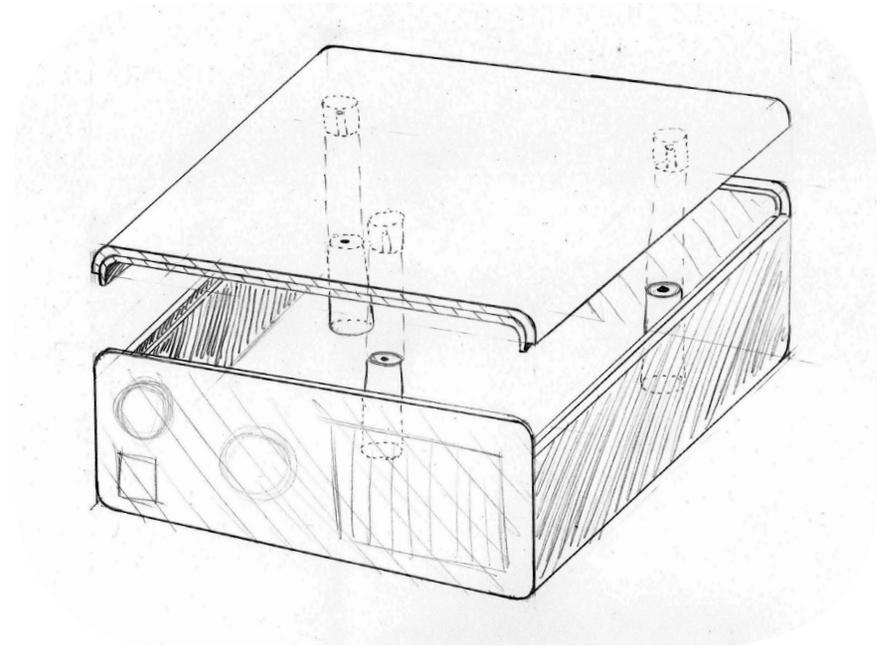


Figura 53. Propuesta 3 de sistema ensamblaje de carcasa

Propuesta elegida

Esta propuesta 3, ha sido la escogida para el nuevo diseño al presentar las ventajas más considerables, como lo son la unión firme por medio de 3 tornillos y pestaña, la inserción de los tornillos por la parte inferior no deja orificios expuestos, de modo que las superficies visibles se observan lisas y continuas. Además este sistema da la posibilidad de tener más campo para los componentes en la parte frontal del display.

Propuestas de radio base

Cabe destacar que las propuestas no varían en gran magnitud entre sí, mantienen una línea muy similar y los principales cambios consisten en detalles de forma y disposición de la salida de audio.

Propuesta 1

La primera propuesta consiste en un prisma rectangular con aristas laterales redondeadas, la salida de audio es horizontal, posee botón de encendido con LED, puerto RJ45 con una LED indicadora, la perilla es de color liso con estrías.

Principales ventajas:

- + Forma simple y limpia.
- + Se diferencian las áreas de control.

Principales desventajas:

- Salida de audio horizontal complica más la impresión 3D tipo FDM ya que requiere material de soporte para imprimir cada franja.
- La perilla de volumen es poco diferenciable.
- Esta forma se tiende a ver muy cuadrada, especialmente si se empotra en el dash.



Figura 54. Propuesta 1 de radio base

Propuesta 2

La segunda propuesta consiste en un prisma rectangular con aristas superiores e inferiores redondeadas y sin redondeo en el resto de aristas, la salida de audio es diagonal, posee botón de encendido con LED, puerto RJ45 con una LED indicadora, la perilla es completamente lisa.

Principales ventajas:

- + Forma simple y limpia.
- + Se diferencian las áreas de control.

Principales desventajas:

- Salida de audio diagonal complica un poco la impresión 3D tipo FDM ya que requiere material de soporte para imprimir cada franja que se incline más de 45°, y algunos detalles pueden verse más frágiles
- La perilla de volumen es poco diferenciable.
- Los bordes sin redondeo



Figura 55. Propuesta 2 de radio base

Propuesta 3

La tercera propuesta consiste en un prisma rectangular con aristas de cara superior e inferior redondeadas, y demás aristas redondeadas levemente.

Principales ventajas:

- + Forma simple y limpia.
- + Se diferencian las áreas de control y todos los comandos.
- + La salida de audio con franjas verticales es más fácil de fabricar en la impresión 3D.

Principales desventajas:

- La perilla no indica el nivel de volumen al que se encuentra

Propuesta elegida:

Esta propuesta 3, ha sido la propuesta elegida de forma, es un diseño simple, que incluye los elementos fundamentales. Estética redondeada y sutil. Su forma se puede adaptar fácilmente a los distintos contextos. La forma de salida de audio facilita la impresión 3D.



Figura 56. Propuesta 3 de radio base

Selección de piezas estandarizadas

Esta parte fue fundamental definirla antes de continuar con la generación de propuestas del diseño interno de la carcasa ya que era necesario tomar en cuenta todos los elementos a incluir, y sus dimensiones; a su vez se describe la importancia de cada uno.

Componentes con los que cuenta Multicom

Tarjeta electrónica madre:

Parte principal de la base, contiene un microprocesador, un controlador de radiofrecuencia y un sistema de manejo de audios, se encarga de realizar las siguientes funciones:

- Verifica la autenticación para poder acceder el sistema de comunicación, en términos de si esta unidad tiene permitido transmitir o recibir comunicaciones.
- Realiza las operaciones lógicas de protocolo de radiocomunicación, encargándose junto con el controlador de radiofrecuencia de las transmisiones y recepciones de voz, control y alertas.
- Controla el audio recibido desde el repetidor para ser entregado al usuario, así como el audio proveniente del usuario para ser enviado través de la radio frecuencia hacia los demás usuarios.

Los 3 modelos diferentes con los que cuenta la empresa realizan las mismas funciones.

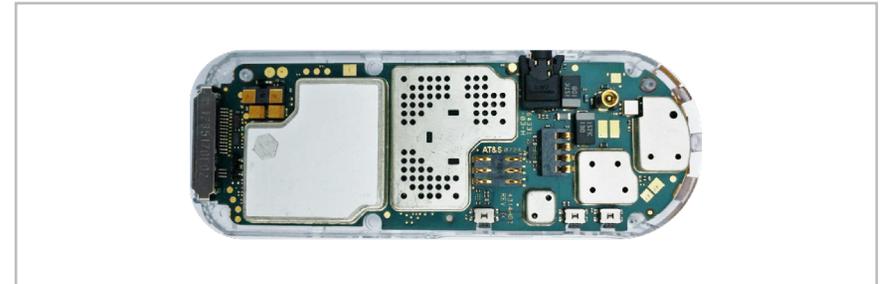


Figura 57. Modelo A de tarjeta madre iDEN



Figura 58. Modelo B de tarjeta madre iDEN



Figura 59. Modelo C de tarjeta madre iDEN

Accesorios con los que cuenta Multicom

Micrófono PTT:

Módulo externo que capta la voz del emisor para ser enviada a los receptores. Posee un interruptor llamado PTT (Push To Talk), el cual envía el comando al sistema de recibir el audio a través del micrófono y enviarlo a los receptores. Una vez que este comando está activado, no permite a otros usuarios hablar a la vez.

La ventaja de este sistema de radio base es que permite la adaptación de diferentes modelos de micrófono siempre y cuando posean un conector de tipo RJ45.



Figura 60. Micrófono PTT de marca Motorola con el que cuenta la empresa

Sistema de sujeción y fijación a superficies:

Este corresponde a un accesorio de sujeción de radio base o radio móvil a superficies, ya sea en contextos estáticos o móviles, se utiliza principalmente para instalación en vehículos. La medida entre los orificios laterales es de 17 cm, de modo que fue un elemento a tomar en cuenta a la hora de desarrollar las medidas de la carcasa con tan de que ésta obedezca a medidas estándar. Este sistema se fija a la superficie por medio de tornillos, para esto la placa contiene orificios en distintas posiciones, con el fin de utilizar los más aptos según cada contexto. La radio base se sujeta a la placa por medio de unos tornillos incluidos en el sistema con agarradera especial para facilitar su movimiento, a la radio base se le ha incluido un sistema de reforzamiento para esta unión con una tuerca acorde al tamaño del tornillo.



Figura 61. Sistema de sujeción y fijación a superficies

Componentes a adquirir en el mercado



Botón ON/OFF:

Precio aproximado:

3000 colones

Proveedor: MicroJPM

Figura 62. Botón ON/OFF

Botón push que permite encender y apagar el equipo. Éste posee una luz LED incorporada que se mantiene encendida mientras el equipo esté encendido. Hace un click al ser presionado, lo cual es un buen indicador al usuario. Se pretende utilizar el botón con el ícono estándar de encendido y apagado.



Parlante:

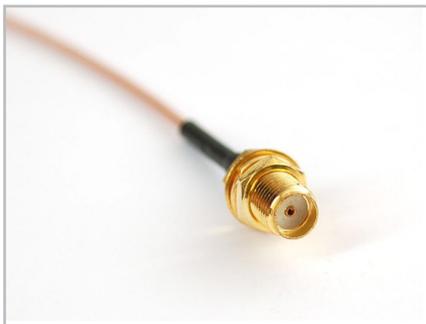
Precio aproximado:

1500 colones

Proveedor: JAMECO Electronics

Figura 64. Parlante

Emite ondas sonoras a partir de la señal eléctrica del audio recibido, de manera que el usuario escuche la comunicación aún en ambientes ruidosos y tonos que señalan al usuario cuando se puede hablar.



Cable y puerto para conexión de antena:

Precio aproximado:

1700 colones

Proveedor: Amazon

Figura 63. Cable y puerto para conexión de antena

Mediante este cable se permite conectar una antena externa que brinde señal a la tarjeta principal, contiene un puerto de conexión.



Perilla o botones de volumen:

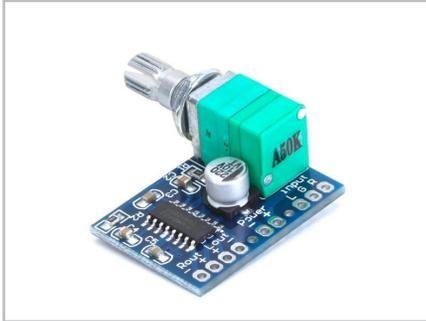
Precio aproximado:

300 colones

Proveedor: Steren

Figura 65. Perilla de ajuste de volumen

Permite ajustar el volumen de del audio que sale por el parlante. Posee parte plástica y metálica, señala el nivel de volumen.



Amplificador de audio:

Precio aproximado:

1200 colones

Proveedor: CRCibernética

Figura 66. Botón ON/OFF

Modulo electrónico que toma el audio recibido por la tarjeta principal y lo amplifica para ser inyectado en un parlante de alta potencia.



Modulo fuente :

Precio aproximado:

3000 colones

Proveedor: CRCibernética

Figura 68. Botón ON/OFF

Este módulo permite adecuar el voltaje de entrada (12VDC) a la tensión requerida para trabajar de la tarjeta principal así como el modulo amplificador, para que puedan funcionar apropiadamente.



Puerto RJ-45:

Precio aproximado:

1300 colones

Proveedor: Steren

Figura 67. Botón ON/OFF

Es un conector simple al cual se conectara el micrófono externo, contiene contactos eléctricos para audio de micrófono y señal PTT.



Luz piloto:

Precio aproximado:

150 colones

Proveedor: Steren

Figura 69. Luz LED rectangular

Es una luz que indica que el equipo esta encendido o transmitiendo, en caso de que el equipo este apagado no brinda ninguna luz.



Slot de tarjeta SIM:

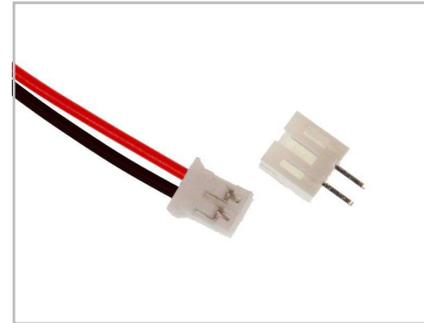
Precio aproximado:

1300 colones

Proveedor: CRCibernética

Figura 70. Slot de tarjeta SIM

Este compartimiento es para insertar la tarjeta la memoria SIM, la cual contiene un número para identificarse en la red, así como parámetros de acceso a la misma. Este es necesario adquirirlo separadamente para el modelo A de tarjeta, para los modelos B y C ya esto viene incluido en la tarjeta.



Puerto y cable de alimentación:

Precio aproximado:

1200 colones

Proveedor: CRCibernética

Figura 71. Puerto y cable de alimentación

Es un conector que permite conectar el voltaje de alimentación de 12 voltios proveniente de una batería en el caso de ser instalado en un vehículo o un convertidor de 110voltios AC a 12V DC en caso de ser instalado en una oficina por ejemplo.

Propuestas de diseño interno de carcasa

Disposición de los elementos internos

Primeramente se realizó una medición de cada uno de los componentes de la radio base ya definidos, y con base en ésta se desarrolló una exploración de las posibles disposiciones de los elementos internos, es decir el orden en que estarán y en qué orientación.

Código de colores:

- Zona de tarjetas principales
- Parlante
- Módulo de poder
- Puerto de micrófono
- Botón ON/OFF
- Amplificador de audio
- Puerto de antena
- Conector de tarjeta
- Zona de soporte de sujeción lateral

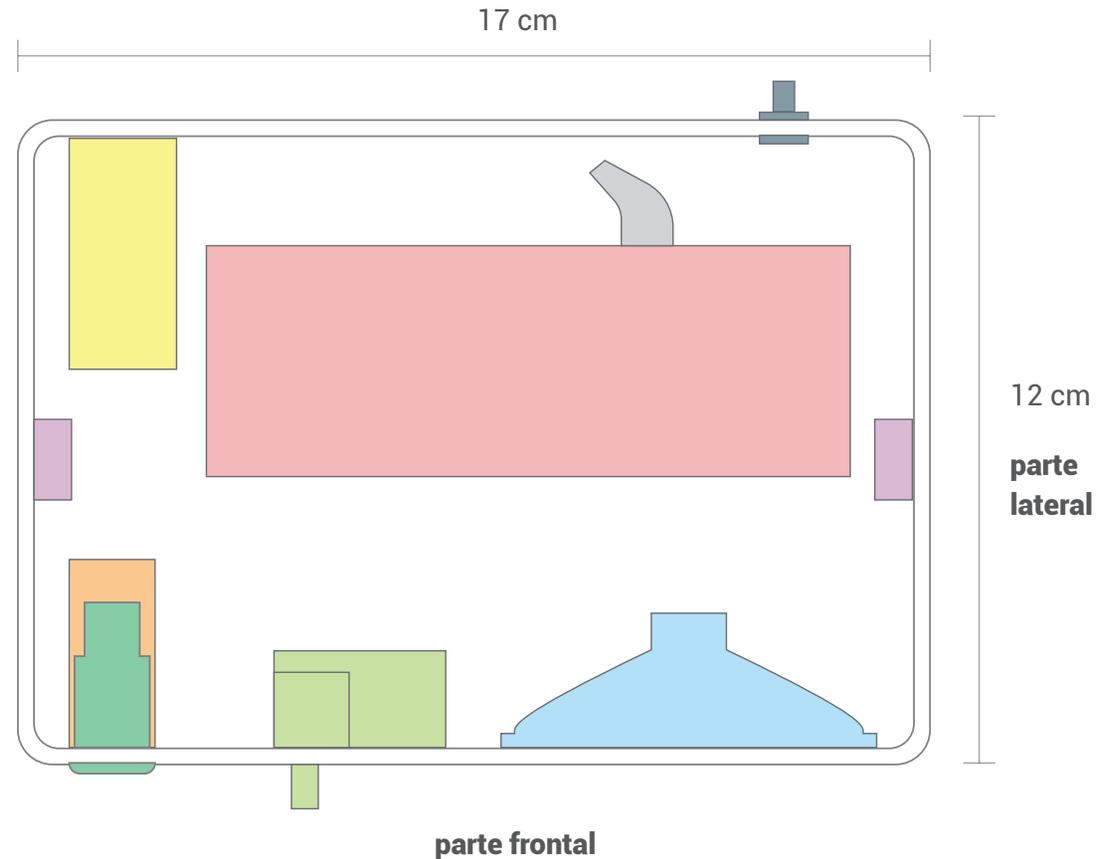


Figura 72. Diagrama de la disposición de los elementos internos de la radio base.

La ubicación de los elementos está condicionada por la posición de los elementos en el display y los puertos en la parte trasera, zonas de unión laterales, además del tamaño estimado de la radio base. En la siguiente página se explica la elección.

La figura ilustra la propuesta final de la disposición de los elementos, por medio de un diagrama con medidas proporcionadas entre sí.

En este diseño se presenta una caja de 17 cm de largo y 13 cm de ancho, la zona adaptable de tarjetas principales se dispone de manera horizontal de modo que permite acortar el ancho total, lo cual resulta beneficioso a la hora de su instalación en los diferentes contextos.

Se tomó la decisión de disponer los elementos de ésta manera principalmente por la capacidad de compactar la carcasa ahorrando espacio sin aglomerar los componentes, más bien mantiene un espacio para manipular cómodamente los elementos a la hora de montar en producto u darle mantenimiento.

Además cumple satisfactoriamente con los demás criterios de orden al mantener los elementos dispuestos de manera organizada, contiene una cantidad balanceada de espacio libre para el mejor entendimiento de los elementos balance visual. El ancho de 12 cm es ideal ya que ocupa menos espacio que las radio bases más comunes, y reduce cantidad de material necesaria para la fabricación.

Propuestas de sistema de adaptabilidad de tarjetas.

Para este sistema de adaptabilidad se plantean dos opciones principales: sistema adaptable tipo bus y sistema adaptable en niveles.

Propuesta sistema adaptable tipo bus

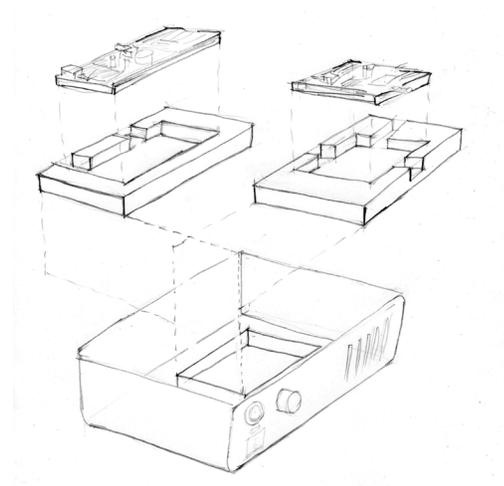


Figura 73. Propuesta sistema adaptable tipo bus

Consiste en un espacio rectangular en la base de la carcasa y que puede recibir 3 tipos de piezas plásticas del mismo tamaño pero cada una con su propia concavidad distinta de acuerdo al tamaño de cada tarjeta madre. De modo que se utiliza la pieza correspondiente según la tarjeta que se vaya a utilizar. Su desventaja está en que una carcasa por sí sola no puede ajustar las 3 tarjetas, sino que necesita de estas piezas para poder calzar los diferentes modelos, lo cual implica más piezas y más material.

Propuesta sistema adaptable en niveles

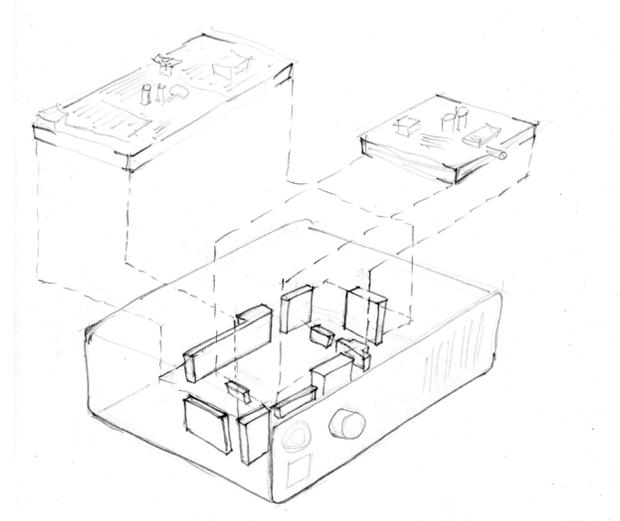


Figura 74. Propuesta sistema adaptable en niveles

Consiste en un sistema de pestañas de diferentes tamaños y alturas que conforman distintas zonas donde calza cada tarjeta. Las tarjetas de dimensiones menores se pueden ajustar en el nivel más bajo, y la tarjeta con maores dimensiones se ajusta en el segundo nivel, sirviendo las pestañas de ajuste del primer nivel para darle altura a la tarjeta más grande

Se ha elegido la propuesta de daptabilidad en niveles para el producto final ya que las zonas de adaptabilidad de cada tarjeta van incluidas en un solo sistema y en la misma carcasa se puede ajustar cada modelo sin necesidad de piezas extra.

Prototipo inicial

Como parte del proceso de diseño, se desarrolló un prototipo inicial de prueba de la propuesta final (la cual se presentará detalladamente en el siguiente capítulo), éste fue impreso por el método FDM en plástico PLA. El color no es representativo ya que lo que pretendía observar y testear era la forma y disposición de los elementos.

Principalmente ha tenido como fin verificar las formas y tamaños de los compartimentos internos y darse una idea de como se comporta el modelo a la hora de ser impreso.

Ha sido de gran utilidad ya que por medio de este prototipo se han descubierto ciertas debilidades y necesidades de ajuste, principalmente en las medidas de los orificios y compartimentos. Además de la validación en aspectos como tecnología y materiales, concluyendo que para un producto como el desarrollado debe utilizarse un tipo de impresión más avanzado, es decir, preferiblemente de nivel industrial. Principalmente debido a que impresoras más enfocadas a prototipado, y especialmente utilizando materiales más económicos como PLA tienden a general modelos que necesitan un meticuloso afinado de detalles posterior a la impresión. En algunos casos la estructura de soporte de impresión es muy difícil de remover, como se puede observar en las figuras, ésto no ocurre de esta forma si el sistema de soporte se realiza en otro tipo de material.



Figura 75. Exterior frontal de prototipo inicial de prueba en material PLA



Figura 76. Exterior trasero de prototipo inicial de prueba en material PLA

Entre los hallazgos cabe destacar que prácticamente todos los compartimentos habían sido modelados con las medidas exactas para que entraran levemente a presión, sin embargo se determinó que era necesario dejar un margen para que los componentes entren y salgan fácilmente ya que de por sí cuentan con otros sistemas de sujeción que no permitirán que se muevan en su transporte o uso.

Los principales cambios a realizarle al modelo final fueron los siguientes:

- Pestaña de unión carcasa-tapa
- Tamaño de compartimentos internos
- Dimensiones de orificios de tuercas y tornillos
- Posición de pestañas de soporte

Este capítulo de generación de propuestas y prototipado fue fundamental para la construcción de la propuesta final del producto en desarrollo. Tanto para explorar las distintas variaciones como para validar las decisiones tomadas, en el siguiente capítulo se describirá detalladamente la propuesta final, la tecnología y materiales involucrados, etc.

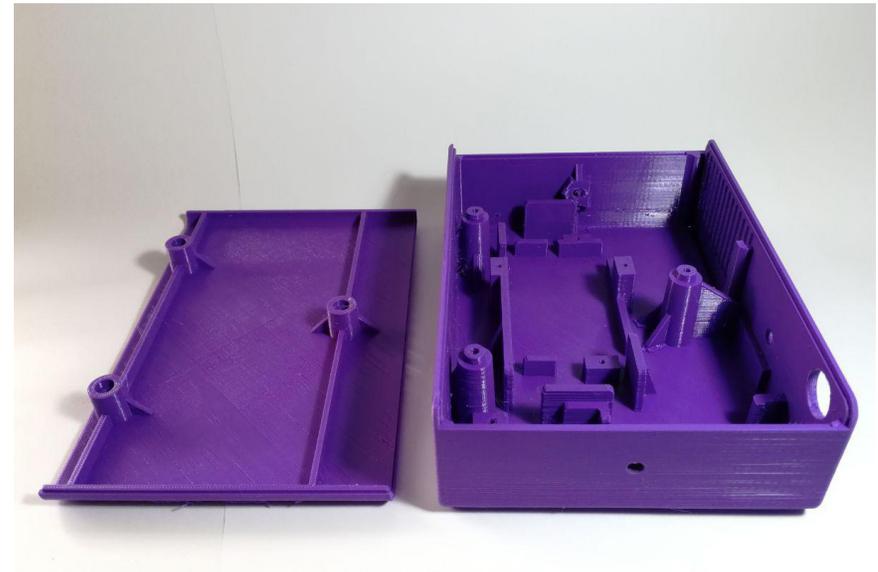


Figura 77. Prototipo abierto

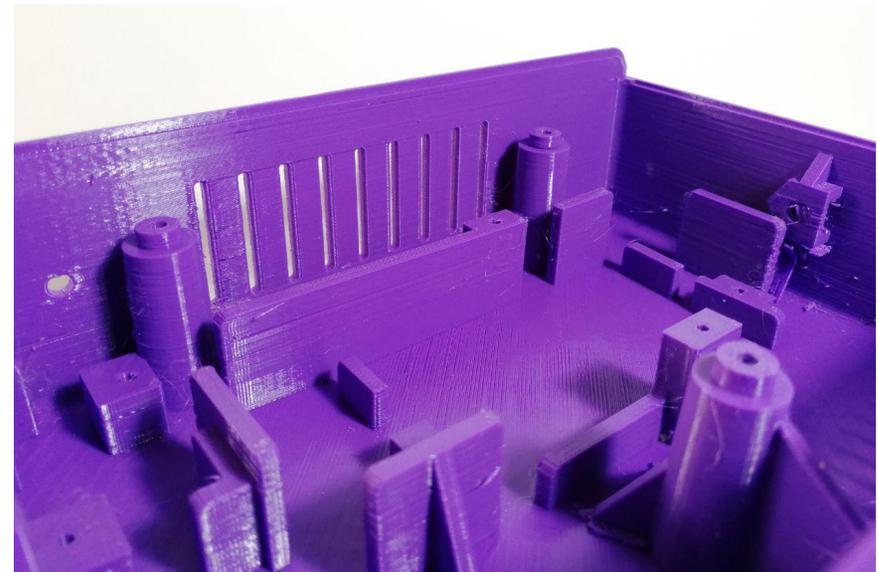


Figura 78. Detalle interior de prototipo inicial de prueba en material PLA

PROPUESTA FINAL

CAPÍTULO 5

En este capítulo se mostrará la propuesta final desarrollada, los componentes estandarizados que se implementarán, así como las recomendaciones en cuanto a materiales y manufactura, seguido por conclusiones con respecto al proyecto.

Propuesta final

Esta figura representa la propuesta final del producto desarrollado. Se muestra como éste se ve armado completamente y con los elementos fundamentales externos en funcionamiento. Se considera que cumple con estética limpia, simplicidad y facilidad de comprensión del display.



Figura 79. Propuesta final de radio base: parte delantera



Figura 80. Propuesta final de radio base: parte trasera

En esta figura se puede observar la vista trasera del producto final, el cual desde todos los ángulos mantiene el mismo lenguaje visual. En las siguientes secciones se describirán detalladamente los subsistemas del mismo, detalles relevantes y validación de las decisiones tomadas.

Sistema estructural

El sistema estructural hace referencia a lo que llamamos carcasa. Ésta nueva propuesta ha sido desarrollada tomando en cuenta todas las especificaciones definidas por la empresa y los usuarios. Se han definido las dimensiones de 17 cm de largo, 12 cm de ancho y 5 cm de altura totales.

Este sistema está dividido en otros subsistemas como lo son el de ordenamiento interno de componentes, orificios de sujeción de elementos del display y de la parte trasera, zona de adaptabilidad de diferentes modelos de tarjetas, unión de partes, etc. En las próximas secciones se describirá más detalladamente cada elemento importante.

Se plantea fabricar este sistema en un plástico resistente, preferiblemente ASA, por sus cualidades resistentes a la humedad y factores externos, además de su gran estabilidad química y resistencia a altas temperaturas. Ésto contribuirá a la resistencia del producto, que ya por su diseño es resistente, ya que posee nervaduras de reforzamiento para cada pestaña y elemento interno, así como reondeos en partes internas y externas de modelo que aumentan la estabilidad.

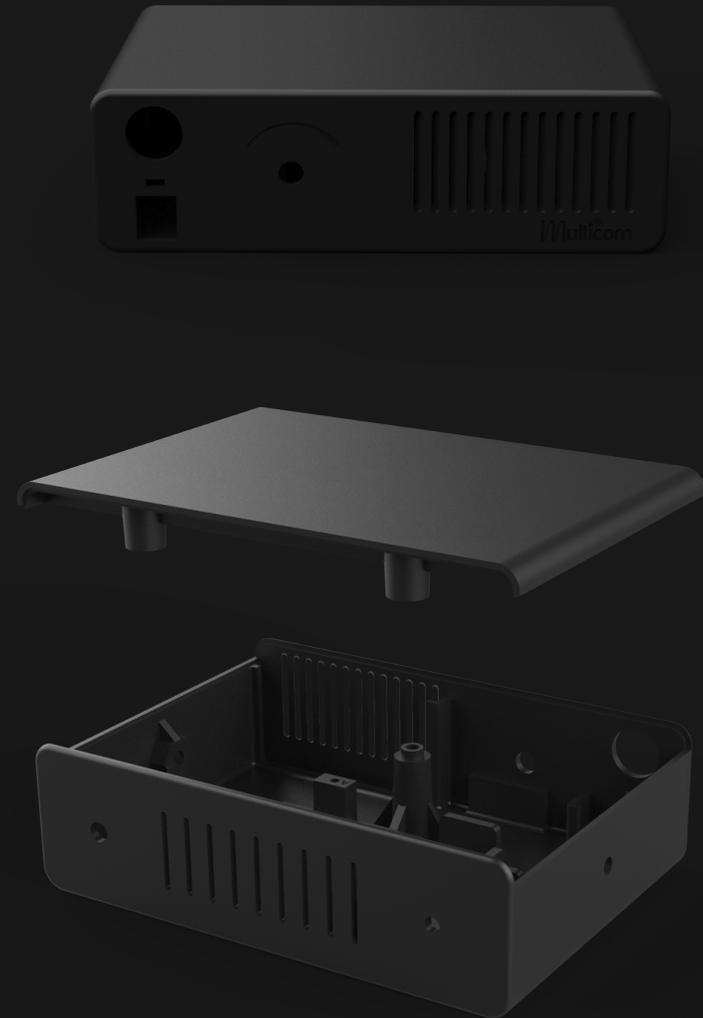


Figura 81. Sistema estructural de radio base

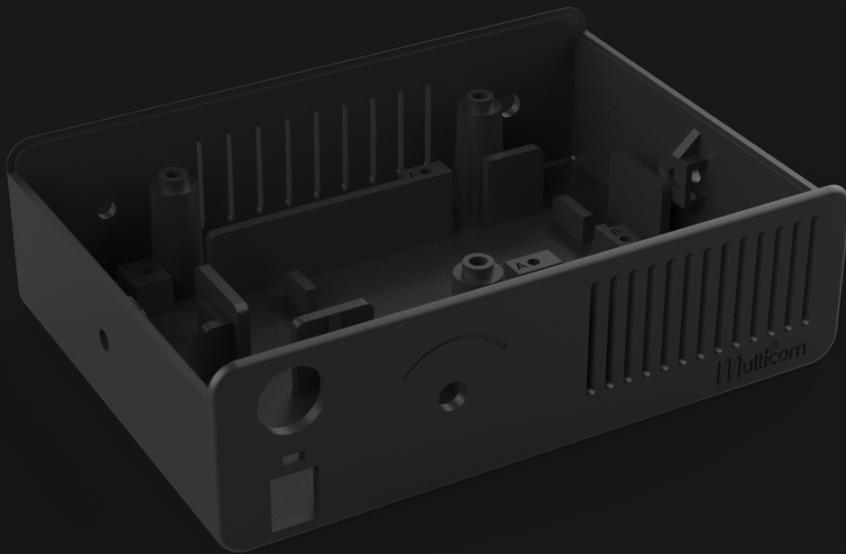


Figura 82. Base de carcasa abierta y vacía

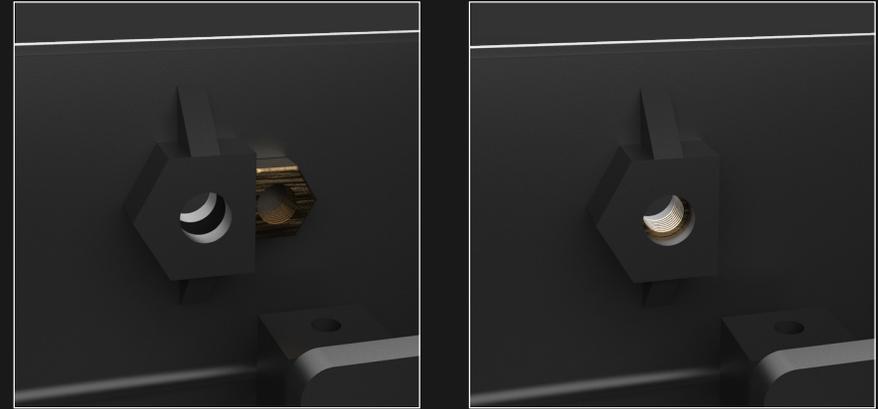


Figura 83. Sistema de reforzamiento lateral

Sistema de reforzamiento lateral

Este consiste en un reforzamiento de la zona donde ingresa el tornillo que une la carcasa de la radio base con el sistema externo de sujeción cuando éste sea necesario.

La tuerca se introduce en una especie de "bolsillo" en la parte central de las paredes laterales de la carcasa. Este "bolsillo" está diseñado para calzar la pieza y evitar que ésta gire. De este modo se puede introducir el tornillo de instalación fácilmente.

Interfaz

La interfaz planteada contiene solamente los comandos requeridos y logra un display sumamente intuitivo que contribuye al aumento en la usabilidad de este producto. A continuación se señalan los elementos presentes.



Figura 84. Interfaz del producto final

Modo de accionamiento

El sistema tiene tres comandos principales: encendido y apagado, ajuste de volumen, y envío y recepción de mensajes de voz. A continuación se explica y se ilustra su modo de uso.

Encendido y apagado:

Presionar el botón push con el símbolo de ON/OFF, si la luz LED del botón se encuentra apagada, el radio está apagado. Si la luz LED se encuentra encendida, el radio está encendido.



Figura 85. Modo de encendido y apagado del radio

Ajuste de volumen:

Girar la perilla hasta que la línea indicadora se encuentre en el nivel de volumen deseado. Al girar en el sentido de las manecillas del reloj el volumen aumenta, al girar en el sentido contrario a las manecillas del reloj el volumen disminuye.

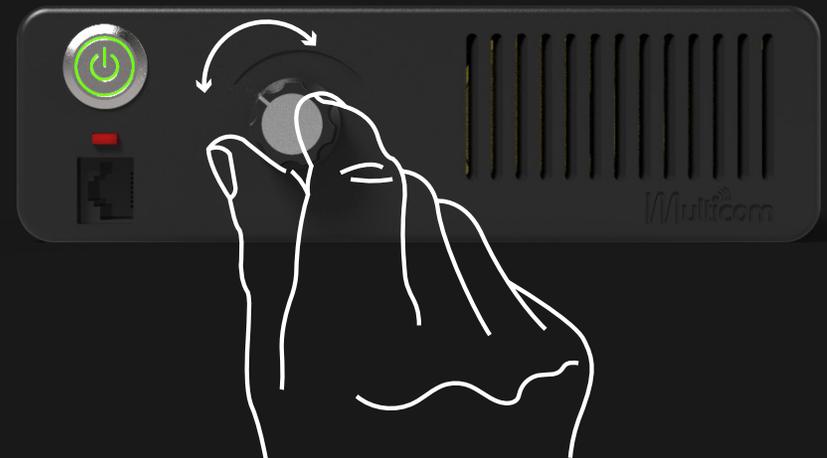


Figura 86. Modo de ajuste de volumen del radio

Recepción de mensajes:

El botón del micrófono PTT no debe estar presionado, y el volumen a un buen nivel, de esta manera en cualquier momento se puede recibir un mensaje. La luz LED roja indicadora estará apagada.



Figura 87. Modo de recepción de mensajes

Transmisión de mensaje:

Presionar el botón en el micrófono Push To Talk, y hablar en el micrófono. La luz LED roja indicadora estará encendida mientras se encuentre en transmisión



Figura 88. Modo de transmisión de mensaje

Ensamblaje de carcasa

El sistema de ensamblaje planteado corresponde a una separación de la carcasa en dos partes: base y tapa. Para la unión de ambas se utiliza una combinación de unión por pestaña y unión por elemento roscado, ambas uniones fácilmente desmontables.

Para armar la carcasa es necesario insertar 3 tornillos a través de los orificios localizados en la parte inferior de la carcasa, éstos atraviesan un cilindro de acoplamiento que se une a su correspondiente en la tapa y gracias a la rosca logran un acoplamiento firme. En la siguiente página se observará con mayor detalle este sistema. Los tornillos a utilizar son tipo *phillips* de cabeza redonda como se ilustra en la figura, su largo permite mayor firmeza en el agarre.

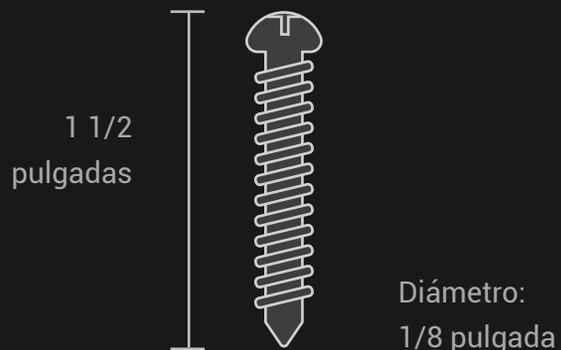


Figura 89. Tipo de tornillo utilizado en el ensamblaje de carcasa



Figura 90. Forma de ensamblaje de carcasa

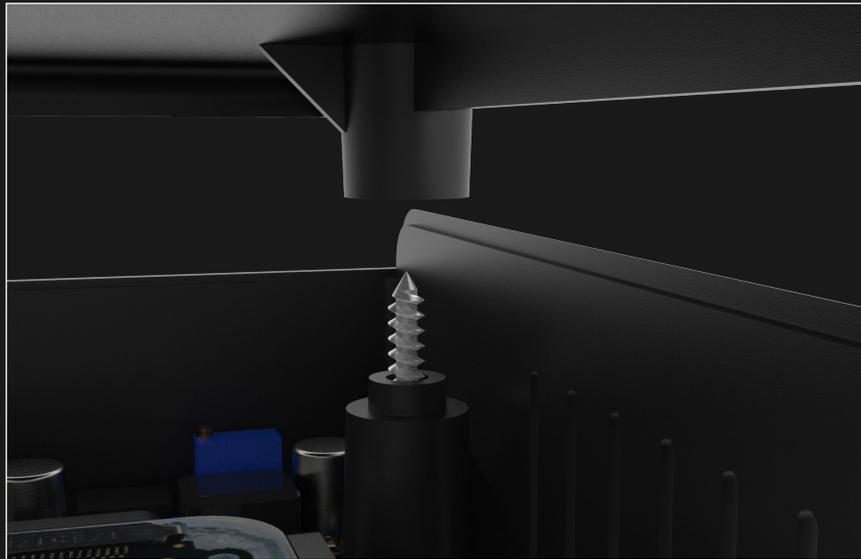


Figura 91. Detalle de unión roscada por cilindro de acoplamiento



Figura 92. Detalle de pestañas de unión en ambas piezas

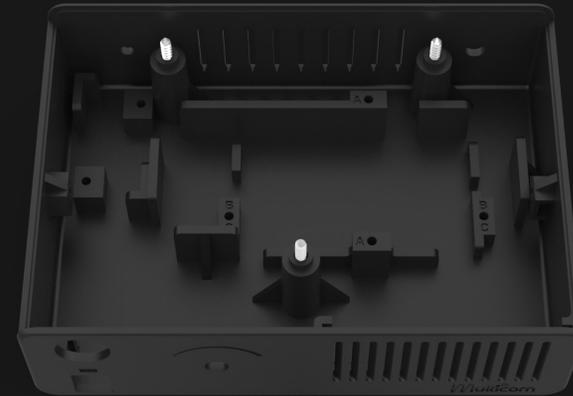


Figura 93. Disposición de los cilindros de acoplamiento

En la figura se muestra la disposición de los cilindros de acople en la pieza, éstos forman un triángulo equilátero en la parte central de la base de la carcasa, ésto logra la distribución de la zona de agarre de modo que los elementos se sostienen juntos de forma segura y balanceada.

En la figura se observa el detalle de uno de los tornillos de unión saliendo del cilindro de acople, el área expuesta será la que irá roscada en la tapa.

El detalle de las pestañas en ambas piezas y a lo largo de toda la zona de contacto se puede observar en la figura.

Se considera que el requerimiento de fácil mantenimiento, gracias a un armado simple y con pocos tornillos ha sido cumplido, al igual que el requisito de resistencia ya que se logra unión firme y segura.

Ordenamiento interno

Este subsistema resulta el principal diferenciador de las radio bases existentes en el mercado. Mientras que éstas no poseen un ordenamiento lógico, y su reparación o mantenimiento puede llegar a dificultarse por la confusión que el desorden interno causa, esta nueva radio base posee una estructura interna lógica y diferenciada para cada elemento del sistema.

Cada compartimento y orificio está diseñado para que cada elemento calce de manera exacta, en algunos casos el componente entra a presión, pero en la mayoría es sujetado por una tuerca (en el caso de los que salen por lo orificios como el botón de encendido, el potenciómetro y el puerto de antena), o bien son sujetados por pequeños tornillos (como es el caso del módulo de poder y las abrazaderas del sistema adaptable que se describirán en la próxima sección detalladamente).

En la siguiente página se mostrará la posición de cada elemento en el sistema de ordenamiento interno.

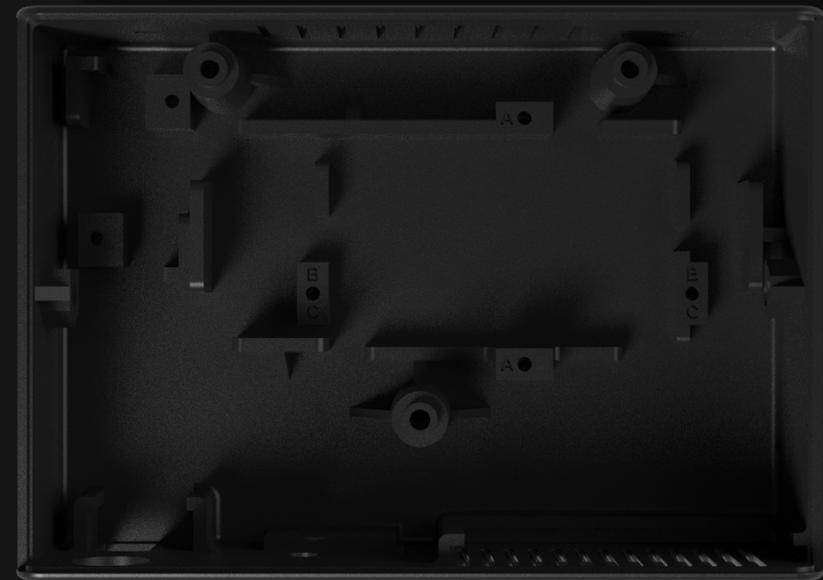


Figura 94. Vista superior de compartimentos de sistema de ordenamiento interno



En la figura se muestra el ordenamiento de los componentes internos. Se puede observar que es muy fácil diferenciar cada componente, así como extraerlo y manipularlo porque hay un adecuado margen de espacio entre cada uno.

En las siguientes figuras se observa la disposición de elementos cuando se instalan los otros dos modelos de tarjetas. Los demás elementos no varían en su posición al cambiar de modelo de tarjeta madre.

Se puede afirmar con certeza que se ha cumplido con el requerimiento de organización de elementos y fácil identificación de los mismos.

Figura 95. Vista superior de ordenamiento interno con tarjeta C

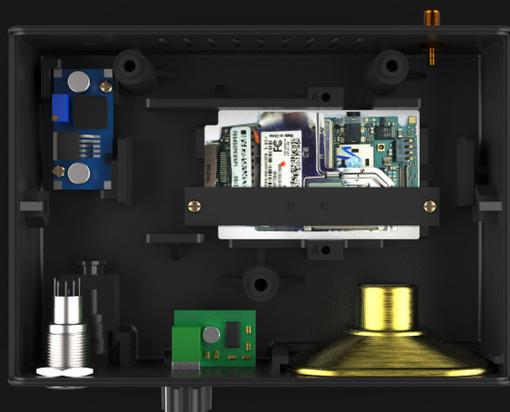


Figura 96. Vista superior de ordenamiento interno con tarjeta B



Figura 97. Vista superior de ordenamiento interno con tarjeta A

Sistema de adaptabilidad de tarjetas

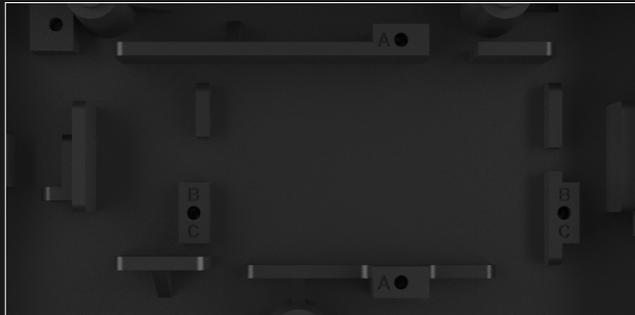


Figura 98. Vista superior de zona de adaptabilidad de tarjetas

Para la adaptabilidad de las tarjetas se ha optado por un sistema de distintos niveles en el cual una serie de pestañas rodean medidas establecidas, entre las cuales se ajusta cada modelo de tarjeta.

Las pestañas poseen espacios entre sí ya que se debe dejar campo para salida de cables y puertos de las tarjetas. Las dos tarjetas con menores dimensiones (B y C) van en el nivel del suelo de la carcasa, estas pestañas tienen una altura de 9mm que permite alcanzar la altura máxima de ambas y servir de base para el segundo nivel, donde se instala la tarjeta A, las pestañas que rodean esta tarjeta tienen una altura total desde el suelo de la carcasa de 22 mm.

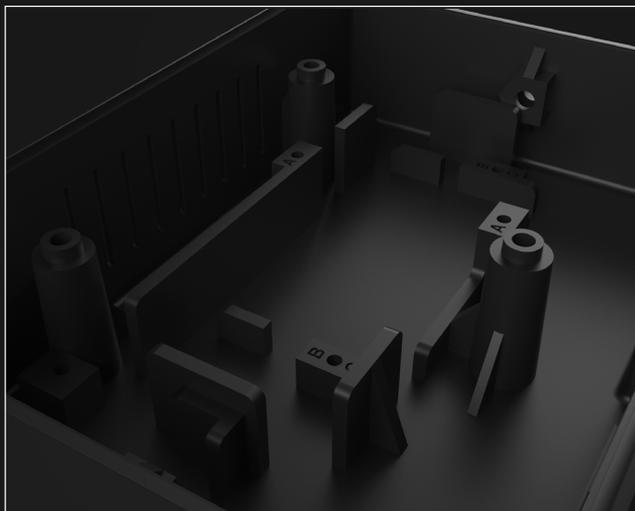


Figura 99. Acercamiento a zona adaptable

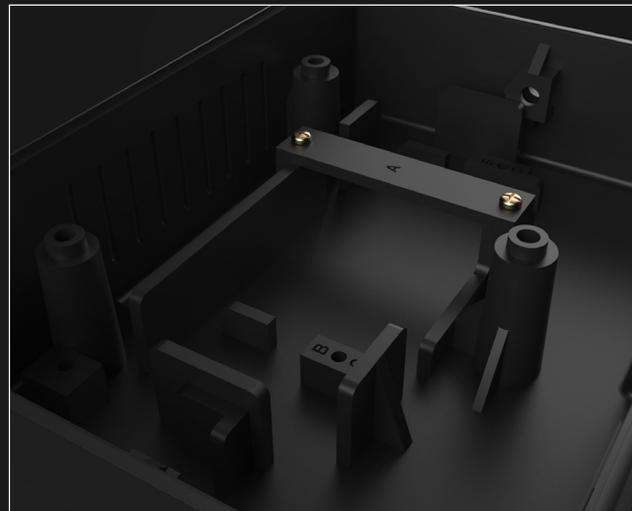


Figura 100. Acercamiento a zona adaptable con abrazadera instalada

En las figuras se puede observar los dos niveles de la zona de adaptabilidad y como éstas poseen letras (A, B y C) para guiar al usuario en el montaje de las tarjetas y abrazaderas. Se puede ver la abrazadera A instalada con dos tornillos pequeños en el nivel más alto.

Montaje de cada tarjeta electrónica de tecnología iDEN

Modelo A

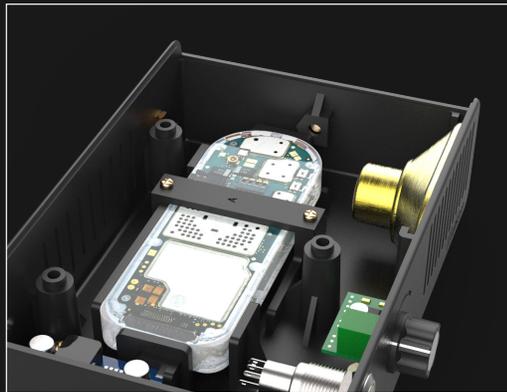
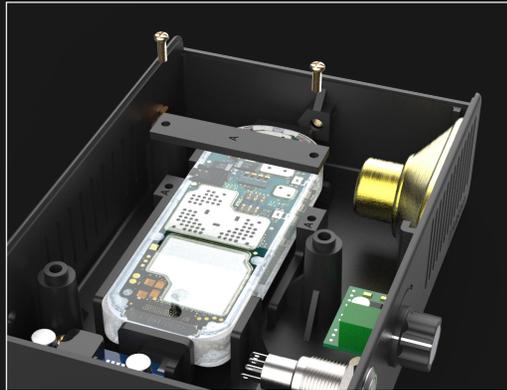


Figura 101. Montaje de tarjeta modelo A

Modelo B

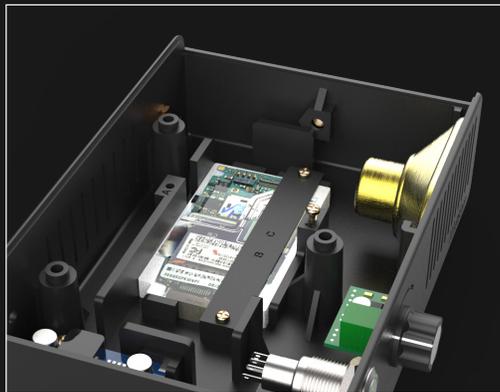
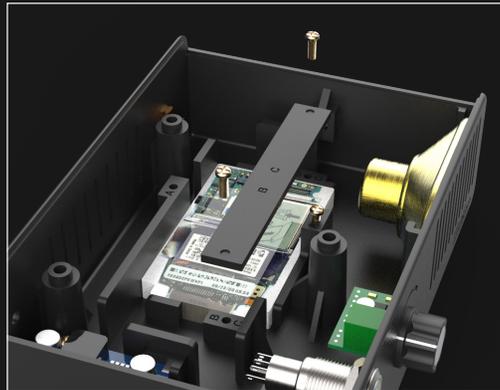


Figura 102. Montaje de tarjeta modelo B

Modelo C

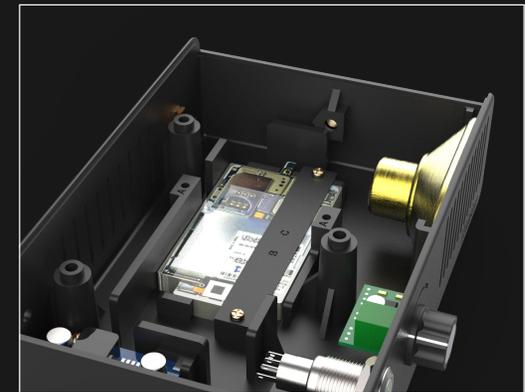
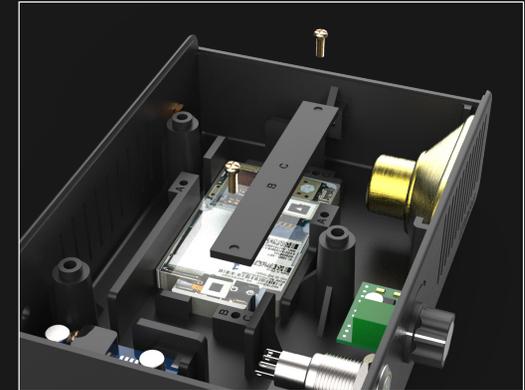


Figura 103. Montaje de tarjeta modelo C

Como se observa en las figuras anteriores es posible montar en el sistema estructural los tres distintos modelos de las tarjetas de manera muy simple, solamente se inserta ésta entre los límites correspondientes y se fija con la abrazadera, la cual se une firmemente con tornillos en la zona indicada por las letras

grabadas. Así se puede decir con seguridad que el objetivo de adaptabilidad de los 3 modelos de tarjetas en una sola carcasa se ha cumplido y de esta manera permite a la empresa la posibilidad de revalorizar estos componentes.

Producto final en el contexto de uso



Figura 104. Radio base en contexto estático

En esta sección se puede observar una simulación de la radio instalada en ambos contextos principales los cuales son: estático (mesa de trabajo, panel de control), y vehicular (dash de automóvil). En ambos escenarios la radio se adapta fácilmente y tanto sus dimensiones como su geometría permiten su correcto posicionamiento. Por éstas razones se cumple con el



Figura 105. Radio móvil en contexto vehicular

requerimiento de adaptabilidad a distintos contextos estipulada al inicio del proyecto, y suplir las necesidades de usuarios y empresa.

Partes del producto

El presente producto divide sus partes en piezas a fabricar y piezas estandarizadas (entre la cuales están con las que ya cuenta la empresa y las que debe adquirir en el mercado), a continuación se definen los componentes pertenecientes a cada división:

Piezas a fabricar:

- Base de carcasa
- Tapa de carcasa
- Abrazaderas de tarjetas madre

Piezas normalizadas:

Componentes con los que cuenta Multicom:

- Tarjetas madre iDEN

Accesorios con los que cuenta Multicom:

- Sistema de sujeción de radio base
- Micrófono PTT

Componentes a adquirir en el mercado:

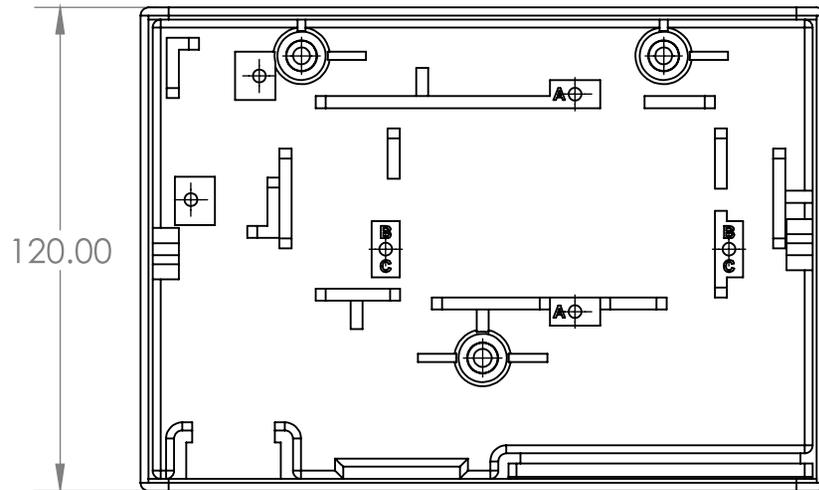
- Botón ON/OFF
- Slot de Tarjeta SIM

- Cable y puerto para conexión de antena
- Amplificador de audio
- Parlante
- Perilla de volumen
- Puerto RJ45
- Módulo fuente de poder
- LED roja indicadora

Tornillería:

- Tornillos de fijación de piezas internas
- Tornillos de fijación tapa-carcasa
- Tuercas de soporte lateral

Dimensiones externas a fabricar



En esta sección se incluyen los diagramas de las piezas principales a fabricar, solamente con las medidas externas con el fin de dar una idea más específica de las dimensiones de estos modelos.

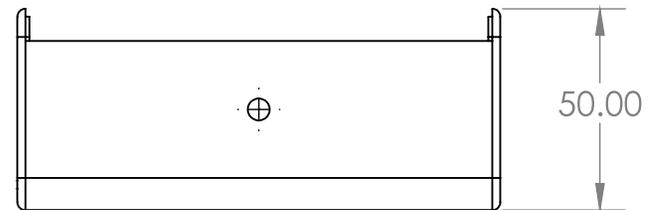
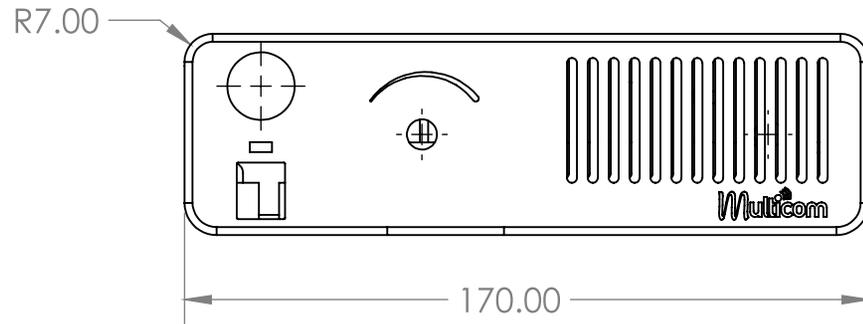


Figura 106. Dimensiones externas de base de carcasa

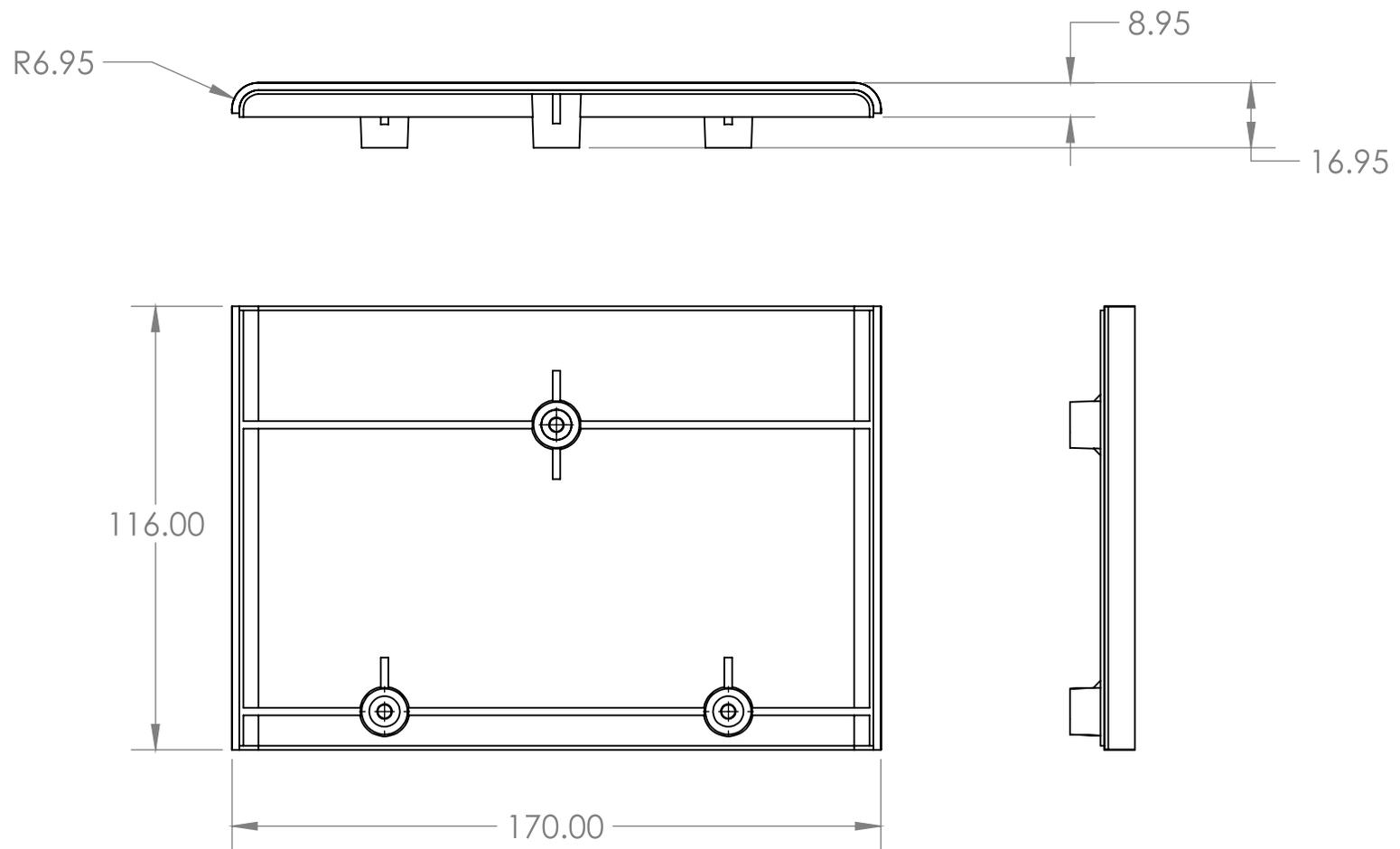


Figura 107. Dimensiones externas de la tapa

Comparación de costos de fabricación

Una vez habiendo tenido el modelo final listo se procedió a hacer varias cotizaciones de la fabricación de la misma. Para ésto se consultó a tres empresas en el país especializadas en impresión 3D y una empresa de inyección de plástico. En el caso de la impresión 3D se consultó a Tooltec, Dgtalic y Elementos 3D. Para el caso de la inyección de plástico se conversó con el ingeniero Luis Salgueiro de la empresa Geko.

Los costos aproximados de fabricación por empresas externas se muestran en la tabla a continuación:

Tabla 7. Costos de fabricación de carcasa en distintas empresas del país

Empresa	Tecnología	Material	Costo por unidad	Costo por producción total (300 unidades)
Tooltec	FDM Impresora Stratasys	ASA	81 660 colones (\$137 aprox.)	24 498 000 colones (\$40 830) costo no varía por volumen de producción
Dgtalic	FDM Impresora Ultimaker	CPE+	74 000 colones	16 650 000 colones 55 500 colones por unidad
Elementos 3D	FDM	ABS	\$147	\$37 460 (\$124,9 por unidad)
Geko	Manufactura de molde por maquinado Inyección de plástico	ABS	Base: \$12 Tapa: \$3,5	Costo del molde de base: \$20 000 Costo de molde de tapa: \$8000 Aplicando reingeniería a las piezas se puede reducir el costo hasta en un 30%

Manufactura

El proceso de manufactura más adecuado según la información recopilada en este proyecto y el análisis realizado según cantidad de unidades a producir aproximado de costos es la impresión 3D y fabricación aditiva. A grandes rasgos este proceso se puede describir en los siguientes pasos:

1. **Definición de modelo final:** se define el modelo creado en algún programa CAD.
2. **Conversión de archivo a formato universal STL, STEP o Parasolid:** este archivo se convierte en uno de los formatos universales para poder ser leído por el software propio de la impresora 3D correspondiente.
3. **Análisis estructural de modelo:** un software analiza la pieza, fortalezas y debilidades estructurales y define las capas de la impresión.
4. **Definición de parámetros de impresión en programa respectivo a la impresora 3D correspondiente:** se define la posición en que se imprimirá la pieza.
5. **Preparación de sistema de impresión:** se prepara la impresora, superficie de impresión, en algunos casos se debe aplicar algún adhesivo, etc.
6. **Impresión 3D:** la impresora fabrica la pieza capa por capa.
7. **Retiro de pieza de impresora:** se retira cuidadosamente la pieza de la máquina.
8. **Retiro de material de apoyo:** se retira el material de apoyo, en algunos casos se hace de forma manual, o para los materiales solubles, en un baño de químicos respectivos.
9. **Acabado final:** si se desea se puede eliminar rebabas, lijar o pulir la pieza. Hay algunos tratamientos químicos que también se realizan con tan de mejorar el acabado.

Gradientes de mejora



- Posee un **sistema de ordenamiento interno lógico** de componentes.
- Permite la **adaptabilidad de tres distintos modelos de tarjetas madre de tecnología iDEN**, cada una de dimensiones distintas.
- Simplificación a **funciones necesarias** de acuerdo a los usuarios mayoritarios, se excluyen botones de poco uso y funciones irrelevantes.
- **Aumento en usabilidad**, al plantear un display intuitivo, con pocos comandos y los comandos se encuentran adecuadamente señalizados, de modo que la curva de aprendizaje es sumamente reducida y el sistema puede ser accionado muy fácilmente.
- **Facilidad de armado y desarmado** gracias a su simple sistema de ensamble por pestañas y 3 tornillos estándar que se pueden desmontar fácilmente con herramientas normalizadas.
- Mantiene una **estética simple y balanceada**, de color sobrio que no llama atención innecesaria del usuario, sin embargo sus controles importantes son lo suficientemente llamativos y obedecen a una cromática estándar.

Figura 108. Vista frontal de modelo final

Consideraciones a futuro

Para la producción real del producto final en la cantidad estipulada (300 unidades) será necesario una investigación aún más extensa de las opciones de fabricación aditiva que ofrece el mercado costarricense, y a su vez de la gran cantidad de impresoras 3D que hay en el mercado. En este proyecto se logró explorar varias tecnologías, opciones y costos, sin embargo para tomar la decisión final sobre el método definitivo es necesario realizar un análisis aún más extenso que no está incluido dentro de los alcances de este proyecto.

Serán necesarios ajustes dimensionales al modelo planteado en el caso de que se varíen los componentes electrónicos, o bien dependiendo del tipo de fabricación, ya que por ejemplo en el caso de la impresión 3D existen impresoras más precisas que otras por lo que se deben ajustar las dimensiones.

Conclusiones

El presente proyecto de diseño del sistema estructural de una radio base digital adaptable a tres tipos de tarjetas electrónicas, cumple con los objetivos planteados al inicio de la investigación. Gracias a este trabajo se ha logrado plantear un sistema de carcasa adaptable para la utilización de tres distintos modelos de tarjetas madre de radio, al presentar un sistema estructural interno para este componente, con distintos niveles que permiten el ajuste de los tres diferentes tamaños.

A su vez el sistema estructural permite el acceso fácil a sus componentes internos con el fin de agilizar su mantenimiento por medio de un sistema de ensamblaje de tres tornillos.

Ha logrado también simplificar las funciones y uso del sistema de radio de acuerdo a las necesidades de los usuarios por medio de una interfaz más usable, la cual concentra las funciones fundamentales para el usuario, excluyendo comandos innecesarios que solían confundirlo.

Se ha logrado producir un prototipo funcional por medio de impresión 3D, y en el proceso se logró recopilar costos de fabricación e información que será de gran aporte para decisiones futuras en cuanto a su producción final.

Se concluye que el proyecto ha logrado cumplir con el objetivo general de desarrollar el sistema estructural de una radio base que permite revalorizar el stock remanente de tarjetas electrónicas de la empresa para operar en distintos espacios físicos tales como escritorios de trabajo y vehículos. Esto gracias a que se plantea un nuevo sistema que logra integrar las tarjetas y permite la posibilidad de revalorizar este stock. Según su geometría y dimensiones, además de su sistema de ensamble y sujeción de componentes es posible decir que este objeto es apto para los diferentes contextos valorados.

Bibliografía

Additively AG. (2016). Overview over 3D printing technologies. Obtenido en 25 de octubre de 2018 de <https://www.additively.com/en/learn-about/3d-printing-technologies>

Albarrán, J.M. (2014). *Diseño y fabricación de un molde para inyección en plástico* (proyecto fin de carrera). Universidad Pontificia de Comillas, Madrid, España.

Autor desconocido. (s.f.). Cómo funciona un router inalámbrico. Obtenido el 27 de agosto de 2018 de <http://culturacion.com/como-funciona-un-router-inalambrico/>

Autor desconocido. (s.f.). El material de impresión ABS y sus características. Obtenido el 26 de setiembre de 2018 de <https://www.impresoras3d.com/el-material-de-impresion-abs-y-sus-caracteristicas/>

Autor desconocido. (2018). Ultimaker Filament CPE+. Obtenido el 27 de setiembre de 2018 de <https://www.3dprinter-site.com/price-comparison/24/ultimaker-filament-cpe-plus.html>

Avantel. (2016). Tecnología IDEN. Obtenido el 18 de agosto de 2018 de <https://www.avantel.co/preguntas-frecuentes/tecnologia-iden.html>

CBRadioMagazine.com. (2012). *Imagen de interior de Cobra 29 LTD BT Bluetooth CB Radio*. [Figura]. Recuperado de <http://cbradiomagazine.com/Radio%20Reviews/Cobra%2029%20LTD%20BT%20-%20Bluetooth/Cobra%2029%20LTD%20BT%20Bluetooth%20Review.html>

CBRadio.nl. (2018). *Imagen de interior de CRT Superstar 3900EFT*. [Figura]. Recuperado de http://www.cbradio.nl/crt/crt_superstar_3900eft.htm

Cross, N. (2003). *Métodos de diseño: Estrategias para el diseño de productos*. Limusa Wiley: México D.F.

Cuffaro, D., Paige, D., Blackman, C., Laituri, D., Covert, D., Sears, L., & Nehez-Cuffaro, A. (2013). *The Industrial Design Reference + Specification Book*. Rockport Publishers: Beverly.

Filamentum. (2018). ASA Extrafill "Traffic Black". Obtenido el 22 de octubre de 2018 de <https://fillamentum.com/collections/asa-filament/products/asa-extrafill-traffic-black>

Fontrodona, R. & Blanco, R. (2014). Estado actual y perspectivas de la impresión en 3D. Generalitat de Catalunya Departamento de Empresa y Empleo: Barcelona.

Hytera Communications. (2017). Advantages of Two-Way Radios over Cell Phones. Obtenido el 19 de agosto de 2018 de <https://www.hytera.us/news/advantages-of-two-way-radios-over-cell-phones>

Kroemer, K., Kroemer, H. & Kroemer-Elbert, K. (1994). *Ergonomics: How to Design for Ease and Efficiency*. Prentice-Hall: New Jersey.

OKW Enclosures Inc. (2018). A Guide to the Plastics Used for Electronic Enclosures. Obtenido el 3 de octubre de 2018 de https://www.okwenclosures.com/en/technical_data/enclosures_plastics_guide.html

Onslow, D. (2018). 2-Way Radio Range: How Far Can Two-Way Radios Communicate? Obtenido el 17 de agosto de 2018 de <https://www.intercomsonline.com/Articles.asp?ID=308>

Plásticos modernos. (2018). Plásticos modernos: información. Obtenido el 26 de setiembre de 2018 de <http://www.plasticos-modernos.com/informacion.html>

Real Academia Española. (2017) Telecomunicación. Diccionario de la Real Academia Española. Obtenido el 17 de agosto de 2018 de <http://dle.rae.es/?id=ZLVO47g>

Simplify3D. (2018). Filament Properties Table. Obtenido el 2 de octubre de 2018 de <https://www.simplify3d.com/support/materials-guide/properties-table/?highlight=carbon-fiber-filled>

Staley Communication. (2015). Advantages and Disadvantages of Two-way Radio versus Cellular. Obtenido el 18 de agosto de <http://www.staleycom.com/blog/advantages-and-disadvantages-of-two-way-radio-versus-cellular/>

Suárez, A.(1995). Procesos de transformación de plásticos por inyección: Aplicaciones en materiales de Ingeniería. *Informador Técnico*, (51), 11-19.

Ultimaker. (2018). Ultimaker CPE family. Obtenido el 27 de setiembre de 2018 de <https://ultimaker.com/en/products/materials/cpe>

Van Natta, S. (2009). *Injection molding process*. [Figura]. Obtenido de <https://uakron.edu/cpspe/agpa-k12outreach/lesson-plans/how-toys-are-made>

Van Natta, S. (2009). Industrial Processes of Polymers: How Toys are Made. Obtenido el 10 de octubre de 2018 de <https://uakron.edu/cpspe/agpa-k12outreach/lesson-plans/how-toys-are-made>

Villar, M.A. (2016). La impresión 3D: Que es y sus técnicas de impresión. Obtenido el 25 de octubre de 2018 de <https://comunidad.iebschool.com/impresoras3d/2016/11/02/la-impresion-3d-que-es-y-sus-tecnicas-de-impresion/>

ANEXOS

1. Sondeo realizado a usuarios

Con el fin de validar la información obtenida en los análisis realizados y para obtener observaciones adicionales, se realizó un sondeo a taxistas, los cuales representan la mayor parte de usuarios primarios de radio base. Además su contexto de vehículo es donde las radios se pueden encontrar en condiciones más variables y bajo factores más fuertes que ponen a prueba la resistencia y adaptabilidad del producto.

El sondeo fue realizado a 10 taxistas (1 mujer y 9 hombres) de la provincia de Heredia, y corresponden a una muestra no probabilística.

Preguntas aplicadas

1. ¿Cuál es la posición y ubicación de la radio base en el vehículo?
2. ¿Para qué utiliza la radio base?
3. ¿La radio base le parece fácil de usar?
4. ¿Por cuántos canales se comunica?
5. ¿Cuales son los principales botones que utiliza?
6. ¿Le parece importante la información mostrada en la pantalla?
7. ¿Para el ajuste de volumen prefiere botones o perilla?

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Diseño Industrial
Proyecto de Graduación – Bachillerato
Tribunal Evaluador

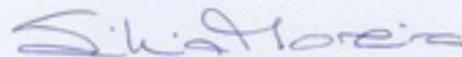
Estudiante: Melissa Barrientos Carvajal
Carné: 2014-160202

Proyecto de Graduación defendido ante el presente Tribunal Evaluador como requisito para optar por el Título de Ingeniero en Diseño Industrial con el grado académico de Bachillerato Universitario del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

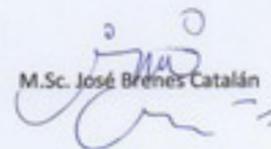
Miembros del Tribunal



MDS. Xinia Varela Sojo



M.Sc. Silvia Moreira Acuña



M.Sc. José Brenes Catalán

Los miembros de este Tribunal dan fe de que el presente Trabajo de Graduación ha sido aprobado y cumple con las normas establecidas por la Escuela de Diseño Industrial.

13 de noviembre del 2018, Cartago, Costa Rica