



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Universidad Politécnica de Valencia

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Trabajo Final de Grado



Diseño y desarrollo de un expositor de calzado exclusivo: Exp-Art

Fecha: Julio 2021

Autor del proyecto:

D. Agustín Orts García

Tutor del proyecto:

Dr. D. Víctor Santiago Praderas

Resumen

El presente proyecto trata el desarrollo de un producto en función de la demanda del mercado. Tomando como base el movimiento del Streetwear, se observan las características del mencionado nicho con la finalidad de poder proporcionar al mercado un expositor de calzado exclusivo acorde a la tendencia.

El expositor de calzado, Exp-Art, centra su construcción en la levitación del calzado mediante la fuerza de un campo magnético. Creando un producto muy atractivo y visual, tanto por su original diseño como por la novedosa tecnología que se emplea.

Se abarca el proyecto con la visión de hacer llegar el producto al mercado, redactando todos los documentos que envuelven la creación y la producción de este. Con la finalidad de dejar constancia de forma clara y realista de todos los puntos que tomarían importancia en la producción del expositor.

Abstract

This project deals with the development of a product according to market demand. Based on the Streetwear movement, the characteristics of the aforementioned niche are observed in order to provide the market with a exclusive footwear exhibitor according to the trend.

The footwear exhibitor, Exp-Art, focuses its construction on the levitation of footwear through the force of a magnetic field. Creating a very attractive and visual product, both for its original design and for the innovative technology that is used.

The project is covered with the vision of getting the product to the market, drafting all the documents that involve the creation and production of this. In order to record in a clear and realistic way all the points that would take importance in the production of the exhibitor.

Resum

Aquest projecte s'ocupa del desenvolupament d'un producte segons la demanda del mercat. A partir del moviment de roba anomenat Streetwear, s'observen les característiques del nínxol esmentat per tal de dotar el mercat d'un expositor de calçat exclusiu segons la tendència.

L'expositor de calçat, Exp-Art, centra la seva construcció en la levitació del calçat a través de la força d'un camp magnètic. Creant un producte molt atractiu i visual, tant pel seu disseny original com per la innovadora tecnologia que s'utilitza.

El projecte es cobreix amb la visió de portar el producte al mercat, elaborant tots els documents que impliquen la creació i producció d'aquest. Per tal de registrar de manera clara i realista tots els punts que prendrien importància en la producció de l'expositor.

Índice de contenido

1. Objeto.....	9
2. Antecedentes.....	10
2.1. ¿Qué es el streetwear?.....	10
2.1.2. Concepto	10
2.1.2. Inicios del movimiento	10
2.1.3. Evolución	12
2.1.4. Actualidad.....	13
2.1.5. Calzado Streetwear	14
2.2. Estado del arte	15
2.3. Estudio de tendencia de mercado.....	17
3. Estudio de necesidades	23
3.1. Exp-Art.....	24
3.1.1. Concepto	24
3.1.2. Producto.....	25
3.2. Estudio del procedimiento de protección.....	27
3.2.1. Registro de marca	28
3.2.2. Disponibilidad de dominios web	29
4. Alternativas	31
4.1. Estructura.....	32
4.1.1 Material de construcción	32
4.1.2. Acabado del diseño	32
4.1.3. Capacidad de carga	33
4.2. Hardware.....	33
4.2.1. Sistema de alimentación	33
4.2.2. Sistema de levitación.....	35
4.2.3. Sistema de iluminación	35
5. Descripción detallada de la solución.....	40
5.1. Estructura	41
5.1.1. Material de construcción	41
5.1.2. Acabado del diseño	41
5.1.3. Capacidad de carga	42
5.2. Hardware.....	42
5.2.1. Sistema de alimentación	42
5.2.2. Sistema de levitación.....	46
5.2.3. Sistema de iluminación	47
6. Software empleado.....	53
7. Diseño electrónico	55

7.1. Esquema eléctrico	55
7.2. Diagrama de bloques código Arduino	56
8. Planos	58
9. Condiciones Técnicas. Especificaciones Técnicas	59
9.1. Objeto	59
9.2. Condiciones de los materiales.....	59
9.2.1. Estructura	59
9.2.2. Soporte Hardware	62
9.2.3. Electrónica de potencia.....	63
9.2.4. Sistema levitación mediante campo magnético	64
9.2.5. Sistema iluminación	65
9.3. Condiciones de la ejecución	66
9.3.1. Descripción del proceso de ejecución.....	66
9.3.2. Controles de calidad del proceso de ejecución.....	69
9.4. Pruebas de servicio.....	70
9.4.1. Prueba de funcionamiento regular	70
9.4.2. Prueba de funcionamiento prolongado	70
9.5. Pruebas de seguridad.....	71
9.6. Condiciones de la entrega	71
9.6.1. Embalaje.....	71
9.6.2. Transporte.....	71
9.6.3. Almacenamiento	72
10. Presupuesto	73
10.1. Presupuesto de ingeniería	74
10.1.1. Presupuesto estudio previo	74
10.1.2. Presupuesto diseño.....	75
10.1.3. Presupuesto software empleado	75
10.2. Presupuesto de prototipo	76
10.2.1. Presupuesto hardware del prototipo.....	76
10.2.2. Presupuesto estructura del prototipo.....	77
10.3. Presupuesto final del proyecto	78
10.3.1. Presupuesto total de ingeniería	78
10.3.2. Presupuesto total de prototipo.....	78
11. Conclusiones	79
12. Bibliografía	80
13. Anejos.....	82
13.1. Anejo I. Instrucciones para la instalación de tiras LED	82
13.2. Anejo II. Código Arduino del prototipo Exp-Art	86

Índice de figuras

Figura 1: Shawn Stüssy junto a uno de sus primeros diseños serigrafiados en una tabla de surf.	11
Figura 2: Concierto de RUN-D.M.C en el Madison Square Garden (1986).	12
Figura 3: Ladrillo construido en arcilla por la marca Supreme.	13
Figura 4: Cajas de almacenaje para conservación del calzado.	16
Figura 5: Expositor de calzado basado en levitación mediante el empleo de campo magnético.	17
Figura 6: Gráfica de evolución del interés del término “Streetwear” (2004-2021).	18
Figura 7: Gráfica de evolución del interés de las principales marcas de Streetwear (2004-2021).	18
Figura 8: Gráfica de evolución del interés del calzado Streetwear (2008-2021).	19
Figura 9: Ilustración de la patente ES1072638U – Dispositivo para exposición de objetos en suspensión.	20
Figura 10: Ilustración de la patente ES 1064560U – Dispositivo expositor magnético.	21
Figura 11: Prototipo logo Exp-Art.	24
Figura 12: Boceto diseño del expositor Exp-Art.	26
Figura 13: Vistas diseño del expositor Exp-Art.	27
Figura 14: Diagrama de bloques de alternativas del expositor.	31
Figura 15: Acabado de diseño con bordes redondeados.	42
Figura 16: Clavija tipo C diseñada para aparatos de consumo elevado.	43
Figura 17: Fuente alimentación AC/DC 120W.	44
Figura 18: Interruptor basculante de encendido y apagado del circuito.	44
Figura 19: Módulo convertidor DC/DC LM2596.	45
Figura 20: Módulo levitación magnética por campo de repulsión.	47
Figura 21: Potenciómetro 20kΩ con perilla.	48
Figura 22: Microcontrolador Arduino NANO.	49
Figura 23: Encoder rotativo compatible con Arduino.	50
Figura 24: Perfil de aluminio para alojamiento tira LED.	50
Figura 25: Tira LED RGB 5V WS2812B IC.	51
Figura 26: Diagrama de bloques de soluciones adoptadas del expositor.	52
Figura 27: Diseño expositor de calzado Exp-Art en funcionamiento.	52
Figura 28: Esquema eléctrico del prototipo Exp-Art.	55
Figura 29: Diagrama de bloques del código Arduino.	56
Figura 30: Voltaje y corriente de salida del convertidor en función de la temperatura.	64
Figura 31: Niveles de control del chip lumínico.	66
Figura 32: Elementos de la estructura principal.	66
Figura 33: Esquema eléctrico del prototipo Exp-Art.	68

Índice de tablas

Tabla 1: Algunas de las mayores revalorizaciones producidas en el 2019.	15
Tabla 2: Resultado de la búsqueda “ExpArt” como nombre de marca a nivel europeo.	28
Tabla 3: Resultado de la búsqueda “ExpArt” como nombre de marca a nivel mundial.	28
Tabla 4: Resultado de la búsqueda “exp-art” como dominio web.	29
Tabla 5: Resultado de la búsqueda “exp-art” como dominio web.	29
Tabla 6: Opción y elementos escogidos entre las diferentes alternativas.	40
Tabla 6: Propiedades de la variedad de Arce Maple Duro.	41
Tabla 7: Propiedades de la clavija tipo C para aparatos de consumo elevado.	43
Tabla 8: Propiedades de la fuente de alimentación.	44
Tabla 9: Propiedades del interruptor basculante.	45
Tabla 10: Propiedades del módulo convertidor DC/DC LM2596.	46
Tabla 11: Propiedades del módulo de levitación por atracción y repulsión.	47
Tabla 12: Propiedades del potenciómetro 20kΩ con perilla.	48
Tabla 13: Propiedades del microcontrolador Arduino NANO.	49
Tabla 14: Propiedades del perfil de aluminio para alojamiento tira LED.	51
Tabla 15: Propiedades de la tira LED RGB 5V WS2812B IC.	51
Tabla 16: Salarios brutos según puesto de trabajo.	73
Tabla 17: Coste mano de obra según puesto de trabajo.	73
Tabla 18: Amortización del equipo informático.	74
Tabla 19: Coste del estudio previo.	74
Tabla 20: Coste del diseño.	75
Tabla 21: Coste licencias de software empleado.	75
Tabla 22: Coste del hardware del prototipo.	76
Tabla 23: Coste de la estructura del prototipo.	77
Tabla 24: Coste presupuesto de ingeniería.	78
Tabla 25: Coste presupuesto de prototipo.	78

1. Objeto

Este proyecto de final de grado realizado por Agustín Orts García, estudiante del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, va a consistir en el análisis, diseño y desarrollo de un expositor de calzado exclusivo para su posible posterior incorporación al mercado real.

Redactado según la normativa UNE-EN 50364:2018, apoyado en el estudio que contempla la evaluación de la exposición humana a campos electromagnéticos UNE-EN 62369-1:2011. Cumpliendo con el marco de Conformidad Europeo (CE) que posibilita la autorización para la venta y distribución del producto.

Se desarrolla bajo la supervisión de Víctor Manuel Santiago Praderas, como profesor autorizado por la Universidad Politécnica de Valencia. Especializado en el diseño y desarrollo de productos, dentro de la parte práctica de la asignatura de Oficina Técnica, cursada en cuarto.

Se abarca la plenitud del producto necesaria para el funcionamiento del expositor de calzado exclusivo basado en levitación, desde la parte electrónica hasta la estructura incluyendo todo el cableado y conexionado que lo conforman.

Queda exento del alcance del proyecto el desarrollo del sistema de levitación encargado de la suspensión del calzado mediante el empleo de un campo magnético.

2. Antecedentes

Se van a tratar en este apartado aquellos factores que ponen en situación la realización del proyecto. Incluyendo de esta forma, el movimiento que marca el nicho de mercado al que va destinado el producto, el estado del arte, los productos existentes en el mercado y la tendencia de este.

2.1. ¿Qué es el streetwear?

Con motivo de poner en contexto el producto a desarrollar se ha considerado necesario explicar detalladamente el mercado hacia el que va enfocado. Puesto que como se verá más adelante, es un nicho muy específico con características muy concretas. En el que si las especificaciones se enfocan a la demanda del mercado su acogida debería ser muy positiva.

2.1.2. Concepto

El Streetwear es una tendencia de moda urbana, que viene generada por un movimiento mucho mayor de la mano de la cultura y el arte urbano. El concepto se crea con la finalidad de conseguir una forma de vestir relacionada a todo este arte, con esa parte de la sociedad que vivía en los barrios, reivindicaba la situación de los suburbios y otras desigualdades de la sociedad, siempre desde una perspectiva artística. Este colectivo que se veía incomprendido por la sociedad empieza a incorporar una nueva forma de vestir característica, que reflejaba rebeldía y permitía expresarse con total libertad a partes iguales. Perseguían revolucionar la sociedad y no querían sentirse seguidores de la moda de la época, por tanto, decidieron ceñirse a su propio estilo.

Se pretende en este estilo, crear prendas de moda sin pretensiones, sin tener limitaciones ni barreras en la creación. Estilo caracterizado por prendas de alta comodidad y lujo. Concepto que se ve renovado debido a que anterior a este movimiento la palabra elegancia venía implícita en el empleo del término lujo.

Si algo destaca de esta vertiente de la moda actual es la versatilidad. Esta nueva tendencia, ha permitido que un colectivo de personas que se ven reflejadas en la cultura urbana puedan ir vestidos de forma lujosa sin perder comodidad. En las prendas de este estilo, se pueden encontrar desde diseños estampados, diseños extravagantes, tallas oversize (sobredimensionadas) a prendas básicas con el logo de la firma de ropa.

2.1.2. Inicios del movimiento

Existen diferentes teorías a cerca del inicio de lo que hoy se conoce como Streetwear. Pero la más relevante y de la cual existen evidencias en la actualidad, centran su foco en la persona de Shawn Stüssy. Stüssy fue un reconocido surfista de California el cual, sin tener intención de ello, sería el detonante de todo un movimiento cultural y artístico. A finales de los años 70, Shawn pintarrajeaba su apellido en estilo grafiti en tablas de surf, inspirado en su tío Jan Frederick Stussy (pintor abstracto), para su venta cerca de Laguna Beach.

En esta ciudad, famosa por sus playas y su afición al surf, fue ampliando posteriormente su merchandising (el cual contenía “Stüssy” garabateado) a camisetas, gorras, pantalones, ... Prendas que vendía en su propio vehículo.

Figura 1: Shawn Stüssy junto a uno de sus primeros diseños serigrafiados en una tabla de surf.



Tomado de “Las estrellas de la NBA converse hasta que llegó Nike” por Orlando Chico (<https://suelasdegoma.fm/las-estrellas-de-la-nba-calzaban-converse-hasta-que-llego-nike/>).

La cerilla que encendió Shawn Stüssy generó el nacimiento de un movimiento en la escena del surf y el skateboarding. Se unía este movimiento al creciente panorama musical que se ampliaba con el hip-hop, punk y reggae. Todos estos acontecimientos estaban sucediendo en la Costa Oeste de los Estados Unidos, donde se iba creando poco a poco una mezcla multicultural que compartía una forma de vestir.

En el mismo momento, pero en diferente localización, sucedía uno de los mayores movimientos artístico-culturales. En Nueva York, tomaba gran fuerza el hip-hop en algunos barrios emblemáticos como el Bronx, Staten Island, Queens y Harlem. El aumento del impacto de ciertos grupos de este género favoreció la acogida del estilo de vida que llevaban los artistas. Bandas como Run-DMC, Public Enemy o Beastie Boys inspiraban rebeldía y promovían una forma de vestir cómoda de estilo juvenil.

Al mismo tiempo, sucedía la unión de diversas marcas de ropa deportiva. Marcas como Adidas, Nike, Le Coq Sportif o Kangol empezaban a tomar peso en la industria textil. Pero no es hasta 1986, cuando Run-D.M.C. decide sacar su tema “My adidas”. Queriendo denunciar de esta forma aquellas falsas afirmaciones de Gerald W. realizadas en un poema, que relacionaban zapatillas Adidas, pantalones Lee y gorras Kangol como característicos de miembros de bandas peligrosas y traficantes de droga que se encontraban en esos barrios.

Lo cierto es que muchas veces, se ha visto involucrado el hip-hop en problemáticas de esta índole. Y eran estos mismos artistas los que vestían las zapatillas sin cordones y la lengüeta por fuera, tal como las llevaban los presos, después de que a su ingreso en prisión se les quitara los elementos que pudieran emplear para autolesionarse.

Figura 2: Concierto de RUN-D.M.C en el Madison Square Garden (1986).



Nota: La imagen muestra al público del concierto levantando sus Adidas "Superstar". Concierto con una asistencia de 40.000 personas (1986). Tomado de "La unión histórica entre adidas y RUN DMC" por Footdistrict, 2020 (<https://footdistrict.com/blog/la-union-historica-entre-adidas-y-run-dmc/>).

Pero como bien dijeron los miembros de este grupo musical, RUN DMC (1986) "¿Cómo demonios va a juzgar un libro por su portada?". Tomando la iniciativa de crear dicho tema, tratando en él todas las cosas increíbles que habían conseguido calzando sus Adidas. Sucede en dicha fecha la primera colaboración entre una marca y un grupo de hip-hop.

Por los motivos mencionados anteriormente, empiezan a verse a los artistas como un escaparate para promocionar la última ropa que traen las marcas. Allanando el terreno para que posteriormente tuvieran lugar otras colaboraciones entre marca y artistas de este género.

2.1.3. Evolución

En 1984, tras la acogida del público, Shawn Stüssy junto a su amigo Frank Sinatra observando el potencial del textil que producían, deciden crear Stüssy Inc. con la intención de aumentar sus ventas y su número de tiendas.

Es en ese mismo año, cuando un joven llamado James Jebbia, llega a Estados Unidos para buscarse la vida. Tal como Stüssy, empezó realizando sus primeros diseños en una tabla de skate y posteriormente diseñando mochilas de aspecto minimalista. James vio que el mercado demandaba prendas de alta calidad, pero no solo quería poner a la venta un producto caro justificado por la calidad de este. Decidió crear prendas que fueran obras de arte, productos de calidad con unidades limitadas, prometiendo ofrecer siempre algo único que no todo el mundo pudiera permitirse. Prendas que llevaban el logo distintivo, "Supreme" escrito en blanco sobre un fondo rojo, inspirado en Barbara Kruger, propagandista artística. Finalmente se funda la compañía Supreme en 1994, con su primera tienda física en Nueva York.

Siendo éstas dos marcas las que se consideran precursoras de este movimiento, tenían una localización específica y no se habían expandido. Es en los años 90 cuando el Streetwear empieza a llegar a todas partes del mundo, uniéndose a esta vertiente otras marcas que actualmente tienen mucha relevancia como son Off-White, Palace o Balenciaga.

De esta forma, manteniendo la esencia de comodidad y lujo, se acentúa la exclusividad de las prendas. Prendas que ya no solo tendrán un elevado precio, sino que se lanzan con un número reducido de unidades. Evolucionando hacia un nicho de mercado muy concreto, en el que las prendas son altamente valoradas y adquiridas como obras de colección.

2.1.4. Actualidad

Las marcas mencionadas anteriormente y otras que han ido uniéndose a esta tendencia fueron ampliando su número de tiendas llegando a muchos países conforme iba aumentando el interés por esta vertiente de la moda. Pero la verdadera revolución del Streetwear ocurre cuando empieza a normalizarse entre la sociedad la compra online de productos.

Tal fue el impacto que aparte de las colas que se producían en las tiendas de estas marcas cuando llegaban nuevos diseños por temporada, acto que comúnmente denominan “Drop”, las páginas webs se saturaban a la hora de realizar las compras. Éxito que agotaba las unidades en minutos.

Las prendas que se valoran como piezas de arte, alcanzan valores inimaginables. Tanto, que existe un fanatismo total en las personas que adquieren este tipo de ropa, creando páginas de “resell” (reventa) donde se pueden vender las prendas en perfectas condiciones y otras personas pueden adquirirlas. El grado de revaloración de la ropa es tal que muchas veces se adquieren por pura especulación. Y es que una sudadera de la marca Supreme se puede adquirir “retail” (precio mercado) por 700\$ y posteriormente venderse en “resell” por 3.000\$. Llegados a este punto en el que el precio no importa, si la prenda gusta y existen pocas unidades el precio venta puede ser caro, pero en su reventa será exorbitado.

El elevado precio produce muchas veces que se realicen falsificaciones de las mismas prendas. El hecho de que los clientes quieran tener esta ropa exclusiva produce en todo el colectivo que sigue esta tendencia un rechazo total hacia estas imitaciones. Persiguiendo negativamente a todas aquellas personas que adquieren falsificaciones y las exponen como verdaderas.

Esto ocurre con la gran mayoría las prendas que sacan a la venta este tipo de marcas, pero existen algunas entre las que destaca Supreme, que no han querido encerrarse solo en el textil. Supreme ha producido bajo su logo desde bicicletas hasta un ladrillo. Dejando claro que cualquier artículo que pongan a la venta este tipo de marcas se va a vender sea lo que sea, por el hecho de que sus clientes son fanáticos e idolatran todo lo que produce la marca. Por ejemplo, el ladrillo que se mencionaba salió la venta por 30 dólares y actualmente se revenden por mínimo 900 dólares.

Figura 3: Ladrillo construido en arcilla por la marca Supreme.



Tomado de “Supreme vende un ladrillo por 895€” artículo publicado por Raquel F-Novoa de Summum en ABC, 2018 (https://www.abc.es/summum/estilo/moda/abci-supreme-vende-ladrillo-895-euros-201712261338_noticia.html)

Finalmente, el reflejo del cambio que se ha producido en este movimiento lo define muy bien David Fischer, fundador del sitio web dedicado a Streetwear llamado Highsnobiety. David Fischer (2017) afirma que: “Lo que en su día era una escena underground de moda para skaters está ahora saturado de adolescentes con cantidades ridículas de dinero para gastar”.

2.1.5. Calzado Streetwear

En referencia a los zapatos de este estilo, ocurre exactamente la misma valorización. Entre todas las prendas, el calzado se encuentra entre los artículos más cotizados. Debido a que muchos de los seguidores de esta tendencia coleccionan esta serie de prendas.

Se ha comentado que la primera toma de un zapato con el mundo del Streetwear vino de la mano del grupo musical Run-DMC con las Adidas Superstar. Zapatillas que salieron a la venta en 1969 para la práctica del baloncesto y que vieron como la canción del grupo con el nombre de la marca y aquel concierto en el Madison Square Garden en 1986 aumentaron la venta de este modelo a un nivel que ni la propia marca era capaz de explicar. 50 años después de su lanzamiento, Adidas lanza una colaboración con Run-DMC de diversas prendas entre las que destaca una versión limitada de las Superstars.

Como el caso anterior, existen varios artistas que colaboran directamente con las marcas de ropa. Como es el caso de Reebok con Kendrick Lamar, Adidas con Kanye West, Guess con ASAP Rocky o Converse con Tyler “the Creator”. Esas serían las relaciones más importantes actualmente, pero con el creciente género urbano en habla hispana, se están produciendo nuevas colaboraciones como Nike y Latigo con Dellafuente o Guess con J. Balvin.

Entre las zapatillas que han salido al mercado con la colaboración de artistas musicales destacan las Nike Air Yeezy, Nike x Kanye West desde 2009. Siendo muy bien acogidas por el público y alcanzando unos precios de reventa desorbitados.

Por otro lado, la colaboración más icónica con un deportista de élite la realizaría Nike con Michael Jordan. Desde 1985 con la salida de las Air Jordan 1, provocando un éxito total hasta día de hoy. Modelo que marcaría un antes y un después para el colectivo seguidor de la tendencia.

El Streetwear ha dado lugar a la colaboración con marcas de lujo, con la finalidad de aumentar la exclusividad del producto. Algunas de las colaboraciones más populares entre las que destacan los pares de calzado son: Off-white con Nike o Supreme con Louis Vuitton. Recientemente, se ha producido una colaboración muy esperada entre Nike y Dior creando las Air Dior. Sneakers que tras su éxito en su salida al mercado tienen un valor de reventa de entre 12.000\$ y 30.000\$.

Tabla 1: Algunas de las mayores revalorizaciones producidas en el 2019.

Modelo	Precio Compra	Precio Reventa	Incremento valor
Off-White X Nike AIR Force 1 Low "MOMA"	\$175,00	\$3.750,00	2142,86%
Off-White X Nike AIR Jordan 1 "CHICAGO"	\$190,00	\$3.450,00	1815,79%
Tom Sachs X Nike Mars Yard 2.0	\$200,00	\$3.000,00	1500,00%
Nike AIR Yeezy II "RED OCTOBER"	\$250,00	\$3.250,00	1300,00%
Futura X Unkle X Nike Dunk High PRO SB	\$70,00	\$836,50	1195,00%
Travis Scott X AIR Jordan 1 "CACTUS JACK"	\$175,00	\$1.795,00	1025,71%
Virgil Abloh X Converse CHUCK 70	\$130,00	\$1.134,00	872,31%
Yeezy Boost 350 V2 "TRIPLE BLACK"	\$200,00	\$1.895,00	947,50%
Off- White X Nike AIR MAX 90 "ICE"	\$160,00	\$1.345,00	840,63%

Tabla de elaboración propia con datos obtenidos en el artículo "Los sneakers con los resell values más altos de 2019" de la web FLEEK (26/11/2019) (<https://fleek.25gramos.com/las-sneakers-con-los-resell-values-mas-altos-de-2019/>)

Estas prendas consideradas como piezas de colección, rara vez son usadas como calzado por sus propios dueños. El elevado coste sumado al valor que pueden adquirir en un periodo de tiempo relativamente corto hace que los dueños no las empleen por miedo a dañarlas. Por esta misma razón, los propietarios emplean cajas construidas en plástico transparente para facilitar su almacenaje y conservación.

2.2. Estado del arte

El proyecto de este expositor de calzado que implementa tecnología que emplea campos magnéticos para su suspensión, se incorpora a un campo con poca exploración, aunque creciente en los últimos años.

La levitación se encuentra en una fase experimental, debido a que se están empezando a crear prototipos y algunos productos, pero la tecnología no está totalmente asentada en la industria. Su alta complejidad implica la utilización de electrónica para conformar los algoritmos del controlador o la utilización de materiales con gran capacidad de conducción eléctrica.

Este campo se estudia muy de cerca con el empleo de materiales superconductores, aquellos que bajo algunas condiciones tienen un valor de resistencia al paso del corriente eléctrico nulo. Materiales que incrementan sus capacidades de conducción con la disminución de la temperatura, alcanzando su temperatura crítica. La temperatura para que se produzca este efecto se logra generalmente con nitrógeno líquido (-195,8°C). Con el paso del tiempo se han ido descubriendo materiales cuya temperatura crítica era mayor, alcanzando más rápidamente las propiedades como superconductor. Algunos de los principales metales que se estudian para este uso son los siguientes: Cadmio, Titanio, Mercurio y Litio.

Todos estos factores dificultan y encarecen la consolidación de esta tecnología, debido a los materiales que se emplean y su complejidad. Pero es solo cuestión de tiempo que estas barreras vayan desapareciendo y la levitación ofrezca nuevas soluciones y posibilidades. Posibilidades que podrían abarcar desde el transporte de alta velocidad hasta la conservación de artículos frágiles. La tecnología reduce a cero el contacto con una superficie, ofreciendo una resistencia nula al desplazamiento y eliminando el rozamiento con su consecuente desgaste.

2.2.1. Productos Existentes en el mercado

Cajas de almacenaje

Este tipo de producto de características mencionadas con anterioridad pretende generalizar la utilización de una caja de mayor calidad que la caja original con la que se adquirió el calzado. Sus características limitan el uso al almacenamiento de gran cantidad de pares de zapatos, favoreciendo que estos se apilen tanto en filas como columnas. Pudiendo así, tener los pares ordenados y con cierta estabilidad. Debido a que ciertos modelos de estas cajas transparentes que se construyen generalmente en propileno tienen la capacidad de unir las cajas entre si tanto vertical como lateralmente.

A parte de esto, las cajas de almacenaje permiten que el calzado se conserve en perfecto estado. Actuando como protección ante golpes, suciedad y humedad.

Figura 4: Cajas de almacenaje para conservación del calzado.



Tomado de la web de venta del producto (www.amazon.it)

Se pueden obtener en tiendas online en packs de varias unidades por un precio aproximado de 4€/unidad o individualmente por unos 8€/unidad.

Expositores genéricos

Actualmente en el mercado existen expositores genéricos mayoritariamente fabricados en materiales plásticos o cartón. Los diseños de estos suelen ser poco atractivos y de baja calidad, empleando mayoritariamente una superficie plana y horizontal como base para el calzado.

Existe gran variedad de expositores para más de un par de zapatillas, pero generalmente están diseñados para la exposición en tienda o el almacenamiento. Aquellos que se dirigen a la exposición visual de la prenda, son bastante voluminosos y pensados para la exposición en tienda física.

En cambio, aquellos diseñados para el almacenamiento suelen estar contruidos en plástico o textil con la finalidad de poder ocupar menos espacio o ser colgados en lugares donde no sean muy visibles.

Expositores basados en levitación

Existen en el mercado una serie de expositores que incorporan tecnología de campo magnético para crear levitación en la exposición del producto. Construidos generalmente de plástico ABS y con un diseño básico, emplean magnetismo para que una zapatilla del par se sustente en el aire colgando de la parte trasera del zapato sin ningún contacto con la estructura.

Los expositores por levitación permiten la mejor visualización de todos los anteriormente mencionados. La tecnología que hace levitar el objeto, en este caso un zapato, es muy novedosa y hace del producto algo innovador. Haciendo la exposición del calzado lo más atractiva posible.

Este tipo de productos tienen un precio muy elevado por la tecnología que incorporan. Además, se fabrican en China y su exportación es muy complicada e implica elevados costes en aduanas y otras tarifas portuarias. Rondando un precio aproximado de 150€.

Figura 5: Expositor de calzado basado en levitación mediante el empleo de campo magnético.



Tomado de la web de venta del producto (www.amazon.ca)

2.3. Estudio de tendencia de mercado

Google pone a disposición su herramienta "Google Trends" que puede ser muy útil para observar la tendencia del mercado. Esta herramienta se emplea muchas veces por creadores de páginas webs, creadores de contenido, personal de posicionamiento SEO, ... Puesto que pone al alcance del usuario datos estadísticos de las búsquedas que se realizan en Google y otras páginas pertenecientes a esta compañía. La capacidad de analizar los términos de busca permite encontrar palabras clave u observar la evolución de dicho término con la finalidad de encontrar una tendencia.

Como principales parámetros ajustables que existen para observar el nivel de interés encontramos: variación en el tiempo, por país, categorías de búsqueda y tipo de búsqueda. A parte de mostrar el interés de búsqueda forma relativa (0-100), se añaden en la parte inferior

un mapa mundi para visualizar rápidamente el interés de cada región, los temas relacionados y las consultas relacionadas.

Para observar la tendencia del Streetwear y por tanto la demanda del nicho en cuestión se han realizado una serie de análisis con diferentes términos. Primeramente, con el propio "Streetwear" como término de búsqueda.

Nota: En todas las gráficas aparece en la parte inferior "Nota" a fecha 01/01/2016, señalizando la aplicación de una mejora en el sistema de recogida de datos.

Figura 6: Gráfica de evolución del interés del término "Streetwear" (2004-2021).

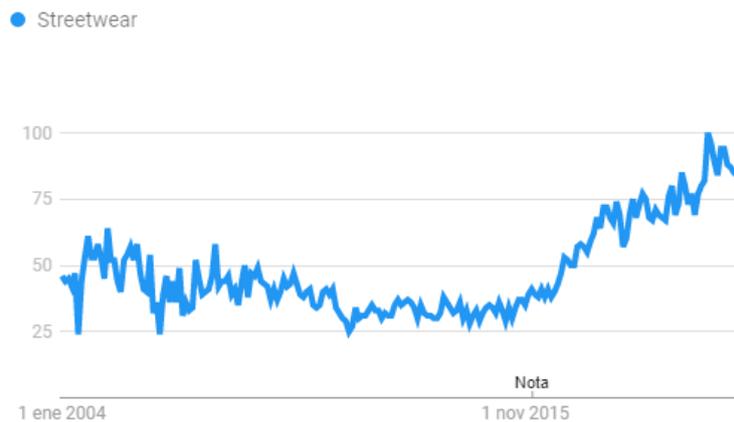


Gráfico de elaboración propia a partir de la herramienta Google Trends.

Se divisa una clara tendencia alcista del movimiento. Teniendo en 2004 unos niveles de interés menor del 50% de forma general y moviéndose actualmente en unos niveles superiores al 75%. Se observa un descenso paulatino hasta el año 2015 y un crecimiento relativamente más brusco a partir de ese año hasta el presente.

Otra opción por la cual se puede visualizar la tendencia es por medio de las principales marcas de Streetwear. La herramienta permite hacer una comparativa de varios términos de búsqueda y es lo que se va a realizar con cuatro de las marcas actualmente más influyentes del movimiento.

Figura 7: Gráfica de evolución del interés de las principales marcas de Streetwear (2004-2021).

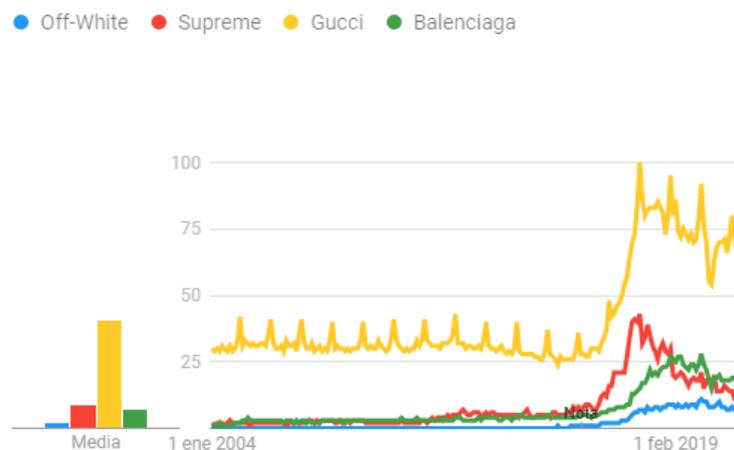


Gráfico de elaboración propia a partir de la herramienta Google Trends.

Tal como en el caso anterior, se observa un claro crecimiento a partir del año 2016. Las cuatro marcas evolucionan de una forma muy similar, con pequeñas diferencias por los artículos que sacaban al mercado y la acogida que tenían en un determinado momento. Las marcas nacidas del propio Streetwear (Off-White, Supreme y Balenciaga) fluyen acorde el movimiento. Se observa en cambio que Gucci, marca caracterizada por las prendas de lujo, aunque realiza colaboraciones en el movimiento, basa su interés en las temporadas y los grandes desfiles de moda. Razón por la cual, su evolución dibuja picos con una frecuencia anual.

En aspecto general, la gráfica muestra que el interés en estas marcas creció repentinamente en 2016 y actualmente se está estabilizando.

Finalmente, pueden representar el interés por el calzado de este movimiento dos pares como productos buscados en Google Shopping. En primer lugar, las Nike AIR Jordan I como unas zapatillas icónicas de esta moda. Y, en segundo lugar, las Adidas Yeezy como calzado que ha tenido buena acogida por el nicho.

Figura 8: Gráfica de evolución del interés del calzado Streetwear (2008-2021).

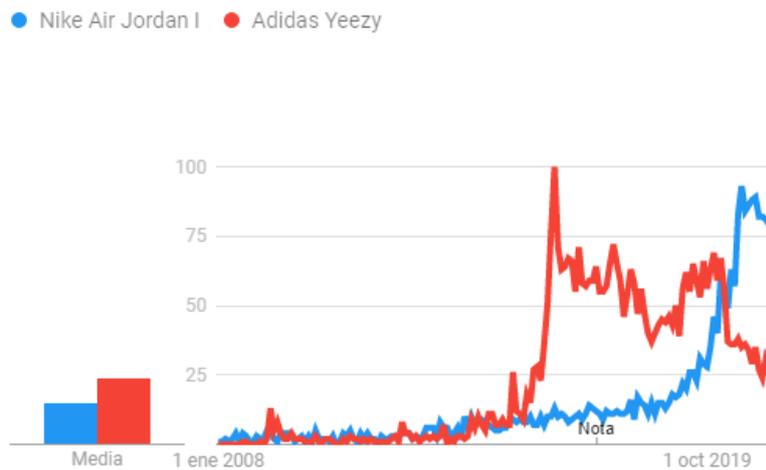


Gráfico de elaboración propia a partir de la herramienta Google Trends.

Ambos modelos, experimentan un gran interés en las búsquedas de compra de la plataforma. Las Nike AIR Jordan I, han aumentado su interés desde 2010 hasta 2020 de forma exponencial. En cambio, el aumento de las Adidas Yeezy se produjo de forma repentina en 2016 y desde entonces se ha ido estabilizando.

Toda esta información obtenida de las gráficas verifica que el nicho se encuentra en un periodo de crecimiento-estabilización. Por tanto, es un mercado cuyos clientes poseen un alto poder adquisitivo y su demanda es relativamente alta.

2.4. Búsqueda y revisión de patentes

Se ha explorado la presente situación de los derechos de este producto, con la finalidad de ver la protección que se podría dar al mismo o si se debería solicitar el permiso y pagar los honorarios por el empleo de la patente.

Para ello, se han empleado diferentes plataformas que vía online permiten ver las patentes que existen que pertenecen a cierta búsqueda de palabras clave. En estas plataformas que se

mencionarán posteriormente, se ha profundizado la búsqueda alrededor del término “Levitación”. Pero no se ha encontrado ningún resultado interesante que concuerde con el expositor que se va a desarrollar. Los resultados de la búsqueda relacionados con la levitación se centran en sistemas que emplean campos magnéticos para la levitación de vehículos. Por lo que se ha decidido realizar el mismo procedimiento enfocando la búsqueda en el término “Expositor”, obteniendo resultados más enfocados a las características del objeto a desarrollar.

Empezando por la herramienta que proporciona en Ministerio de Industria, Energía y Turismo de España para la búsqueda de patentes a nivel nacional, llamada **Espacenet**. En la cual se encuentra registrada la patente **ES1072638U – Dispositivo para exposición de objetos en suspensión**, con alcance internacional. Figura Jorge Mares Dorval como inventor y CONCORD SPAIN OPTICAL S.A. como empresa solicitante.

En el resumen de dicha patente se especifica lo siguiente:

(Patente: ES1072638U – Dispositivo para exposición de objetos en suspensión, 2010)

“Dispositivo para exposición de objetos en suspensión, capaz de crear un campo magnético que permite mantener el objeto a exhibir en suspensión dispuesto de manera que se mantiene en equilibrio a cierta distancia sobre una base sin que exista contacto físico de dicho objeto con la misma”

Esta definición encaja con la idea de expositor que se va a diseñar. La página añade algunas características del dispositivo que protege, entre las que se destaca que la levitación se produce en una base plana con iluminación. Para obtener más información acerca de la patente se debe solicitar personalmente su visión por motivos de protección.

Una vez se conoce la referencia de la patente, se puede realizar la búsqueda en otras plataformas de forma más sencilla. En la página web patentscope, que dispone de la herramienta **WIPO** mencionada anteriormente, se ofrece información de invenciones protegidas a nivel mundial. E introduciendo la referencia, se ha obtenido la misma información que en la página de Espacenet, con la diferencia que en esta se adjuntan dos figuras del producto que se protege.

Figura 9: Ilustración de la patente ES1072638U – Dispositivo para exposición de objetos en suspensión.

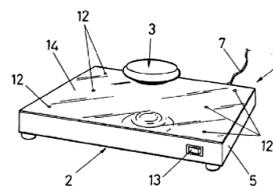


FIG.1

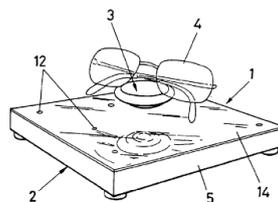


FIG.2

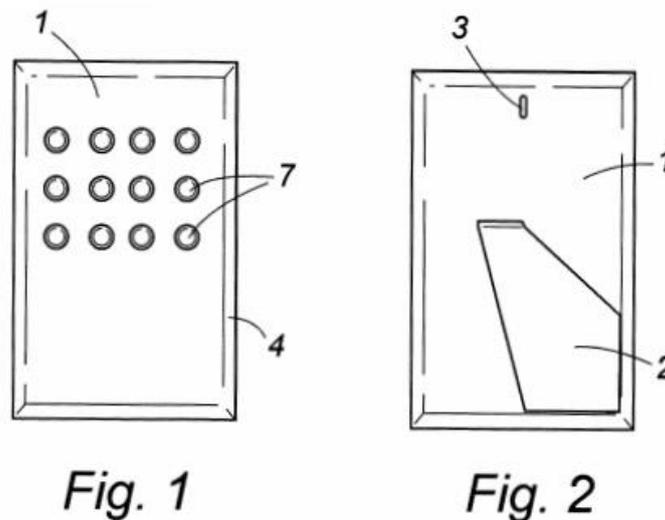
Nota: Las figuras del producto incluyen numeración referente a las partes que se mencionan en la descripción que se encuentra en el resumen de la patente. Tomado del resumen de la patente ES1072638U desde la web de Espacenet para la búsqueda de patentes.

En este punto, se puede tener una mejor concepción del producto que protege esta patente. Cabe destacar que se diseña con la idea de actuar como expositor de diversos objetos, sin especificar el tipo de objetos en el que centra su funcionalidad. Además, al no disponer de toda la información de la patente, no se conoce la capacidad de carga del sistema que produce el campo magnético. La figura muestra unas gafas como objeto expuesto, por lo que se deduce que la capacidad de carga no debe ser muy elevada (150g-300g), aunque se desconocen los datos concretos.

Por otro lado, Google proporciona su herramienta **Google Patents** para encontrar patentes. Se ha repetido el mismo procedimiento de búsqueda con el término "Expositor". Encontrando otra patente relacionada con la exposición empleando magnetismo. En la que se adjunta un documento que proporciona mucha información sobre el producto que se ha protegido.

En este caso, la patente **ES 1064560U – Dispositivo expositor magnético**, centra la funcionalidad del producto de forma mucho más específica. Se aclara que está diseñado para la exposición de artículos de coleccionista de composición metálica o similar, tales como: coberturas de tapones de cava, monedas o insignias. Se produce con el propósito de servir como expositor y dispositivo de almacenamiento en el que el artículo se encuentre sin contacto alguno con ninguna superficie y por tanto pueda dañarse.

Figura 10: Ilustración de la patente ES 1064560U – Dispositivo expositor magnético.



Nota: Las figuras del producto incluyen numeración referente a las partes que se mencionan en la descripción que se encuentra en el resumen de la patente. Tomado del resumen de la patente ES 1064560U desde la web de Google Patents para la búsqueda de patentes.

Como se puede observar, es similar a un marco de fotografías con un vidrio exterior que protege el artículo expuesto. Este diseño, permite que la exposición se realice de forma horizontal en una superficie plana o vertical con el apoyo posterior o colgado en pared.

Este dispositivo, comparte cierta similitud en cuanto al sistema de levitación. Pero centra su atención en objetos metálicos y de tamaño muy reducido. La patente protege un producto de diseño y características que dista mucho del producto que se trata en este proyecto.

Una vez observadas las vigentes patentes, se pueden sacar las siguientes conclusiones de cada una de ellas:

- **ES1072638U – Dispositivo para exposición de objetos en suspensión:** Se debería conocer con más profundidad el alcance de protección que ofrece la patente, puesto que la información proporcionada queda lejos de ofrecer dichos límites. En cuanto al diseño, por las imágenes del producto, no comparte la apariencia con el tipo de producto que el mercado demanda. El sistema de levitación comparte muchas características, por lo que habría que conocer más detalles para saber si se encuentra protegido por la patente.
- **ES1064560U – Dispositivo expositor magnético:** Se conoce mucho más detalladamente la descripción del producto y su finalidad, con lo que se puede afirmar que no incumpliría la patente al tratarse de un producto totalmente diferente.

3. Estudio de necesidades

Una vez explicado el concepto de Streetwear, se puede observar la necesidad que tiene el mercado. Puesto que el calzado es la principal prenda más buscada y coleccionada por los amantes de esta moda, pero no se exponen como el producto exclusivo que es. Es más, se limitan a su almacenamiento en cajas plásticas donde no son muy visibles y no llaman la atención a simple vista.

El tipo de cliente de este nicho que como hemos visto no tienen problema en pagar un precio elevado por un producto al que no todo el mundo tiene acceso, pero está guardando su obra de arte en una caja de zapatos plástica. Cuando en realidad querría tenerlos de forma que llamaran la atención y se expongan de la mejor forma posible unas zapatillas de estas características.

Estos coleccionistas, muchas veces emplean sus prendas para decorar su habitación o sala de colección. Se utilizan en esos casos, expositores de baja calidad o que no resaltan las prendas. Los amantes de esta tendencia, como muchos otros coleccionistas, tienen dentro de su colección prendas favoritas. Pero por carecer de la posibilidad de darles un puesto privilegiado en la colección, se exponen como comúnmente realizan con sus otras prendas.

Se requiere que el calzado se exponga de la forma más visual posible, con una correcta iluminación. Iluminación que, aparte de atraer la mirada, permita dar un fondo luminoso a la vista del zapato.

Por otro lado, el expositor de calzado exclusivo se debe poder emplear independientemente de la talla de calzado que se desee exponer. Siguiendo las guías de tallaje facilitadas por las principales marcas, los zapatos más grandes tienen una **longitud de unos 35cm**. Por tanto, la estructura debe permitir la exposición de zapatos de dicho tamaño. Se contemplan las tallas superiores ya que tamaños menores se exponen sin dificultad cuando el diseño se ha realizado en base a calzado de un tamaño superior.

El sistema de levitación debe tener una **capacidad máxima de carga de 500g**, puesto que ningún zapato del mercado supera este peso, excepto tacones pesados y botas. El componente que genera el campo magnético encargado de la levitación del zapato debe contener algún sistema de regulación para poder exponer calzados de un peso muy inferior a 500g. Generalmente se emplea en este tipo de tecnología unas cargas complementarias en el zapato para compensar el peso liviano del mismo.

Debido a que el expositor implementa tecnología basada en campos magnéticos, debe de cumplir con la normativa referente a este ámbito. La normativa **UNE-EN 50364:2018** basada en el estudio **UNE-EN 62369-1:2011**, expone los requerimientos que deben cumplir los dispositivos con esta tecnología que verifica que los campos que se emplean no suponen un peligro para el ser humano. Este requerimiento es fundamental para la salud de los seres vivos que se encuentren en un área cercana al trabajo del expositor, ya que asegura que el dispositivo es totalmente seguro.

Asimismo, todos los elementos electrónicos que se apliquen en el dispositivo tendrán que cumplir con la **normativa RoHS**. Normativa que expone que el componente no contiene ninguna sustancia nociva ni tóxica para los seres vivos.

Finalmente, como se pretende la comercialización del expositor Exp-Art, es necesaria la obtención del **marcado CE**. Marcado que asegura que el producto ha pasado las pruebas de calidad pertinentes para su comercialización a nivel europeo.

Además, como se prevé la venta online del producto, se requiere para este punto el empleo de un **código EAN**. El European Article Number sirve como identificación del producto y posibilita la venta online del mismo. Este código es necesario para la venta desde una web propia, Amazon, Ebay u otras plataformas de venta online.

3.1. Exp-Art

Se muestra en este apartado el enfoque que se quiere adoptar, tanto a nivel de marca como a nivel de producto. Creando tanto un concepto y producto que de la mano ayuden a crear una consciencia de marca en el cliente.

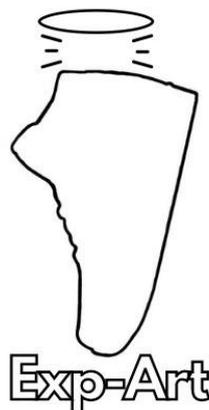
3.1.1. Concepto

Nace de la necesidad del mercado crear un producto que ofrezca a este nicho de mercado un expositor de zapatillas exclusivo acorde a los requisitos del comprador. Donde la principal característica debe ser la exposición llamativa del producto. Exp-Art proviene de la fusión de las palabras Expose-Smart, que promueve la exposición de zapatos de forma inteligente.

Se persigue que el concepto se adecue a la esencia del Streetwear. Fabricando de esta forma un producto de carácter innovador y de alta calidad. Dando una visión original con la incorporación de la levitación a un ámbito cotidiano.

La imagen de marca tampoco debe perder la frescura y la juventud que impulsa este movimiento. Teniendo como bandera un producto que sea altamente respetuoso con el medio ambiente.

Figura 11: Prototipo logo Exp-Art.



Logotipo de elaboración propia empleando la herramienta Canva (www.canva.com).

El logo pretende representar la frescura de la marca, con un diseño simple compuesto por un zapato en posición vertical y una aureola en la parte superior del mismo. Empleando un lineado del mismo grosor tanto serigrafía como tipografía y con ausencia de colores, intenta centrar el recuerdo del logo en la silueta del producto que representa. Facilitando además de este modo el grabado del logo en muchas superficies.

La aureola contiene un doble propósito. Por un lado, referenciar al producto, por su similitud al soporte desde el que se sostiene el calzado. Por otro lado, relaciona el sistema de levitación que caracteriza el producto con los ángeles que portan este tipo de aro en la parte superior de la cabeza

3.1.2. Producto

Mediante un diseño simple y elegante, se va a desarrollar un expositor basado en la levitación por magnetismo, que haga suspender el calzado en el aire sin un contacto físico con la estructura.

Este producto, tiene como finalidad exponer un calzado como la obra de arte que es considerada para los amantes de este nicho. Consiguiendo en el caso de un coleccionista que su par de zapatos más valorados o aquellos a los que les tiene más cariños puedan ser expuestos de la forma más llamativa jamás vista.

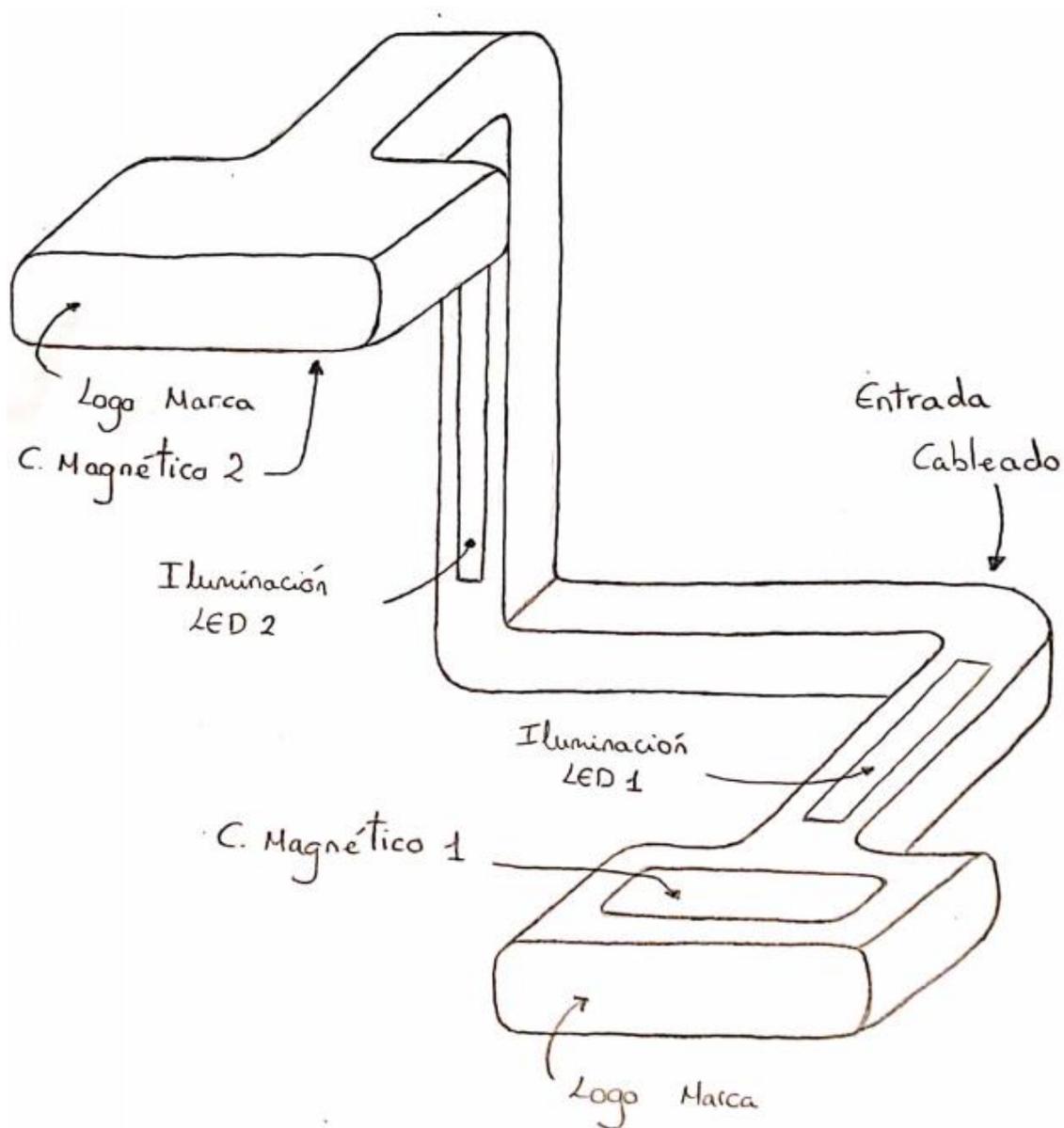
A parte de la funcionalidad del producto en el caso del comprador particular, se extrapola de igual manera para una tienda física. Tal como se ha mencionado, el expositor basado en levitación tiene la funcionalidad de hacer destacar el par de calzado que se expone sobre otros. De esta forma tan visual, se capta la atención del cliente a cierto producto, solo por el hecho diferenciador de tener la sensación de que “están volando”.

Este hecho produce que el personal de una tienda de calzado tenga la posibilidad de escoger a que zapatillas quiere dar prioridad sobre las demás en un periodo concreto. El motivo puede ser que sea un calzado con nueva tecnología, que sea el último modelo de una marca o simplemente que están de oferta, pero una cosa es segura, el par captará la atención del cliente únicamente por el hecho de estar expuesto de manera novedosa y totalmente diferente a todos los otros pares.

Como se ha visto, existen en el mercado algunos productos en el mercado con esta tecnología, pero son muy optimizables. Puesto que los materiales no son de alta calidad y el diseño no está a la altura de lo que el mercado requiere. Y es que recordamos que se van a exponer zapatos con un alto valor y un diseño de baja calidad no se contempla. Además, como ya se ha mencionado, los productos que existen en el mercado solo ofrecen la posibilidad de tener expuesto un único zapato del par.

Esta característica es un punto de dolor de los productos existentes en el mercado, que trae consigo que un particular deba tener un zapato expuesto y el otro guardado. En el caso de una tienda de zapatos de venta física ocurriría exactamente lo mismo, con el problema de pérdida y almacenamiento que esto pudiera conllevar.

Figura 12: Boceto diseño del expositor Exp-Art.



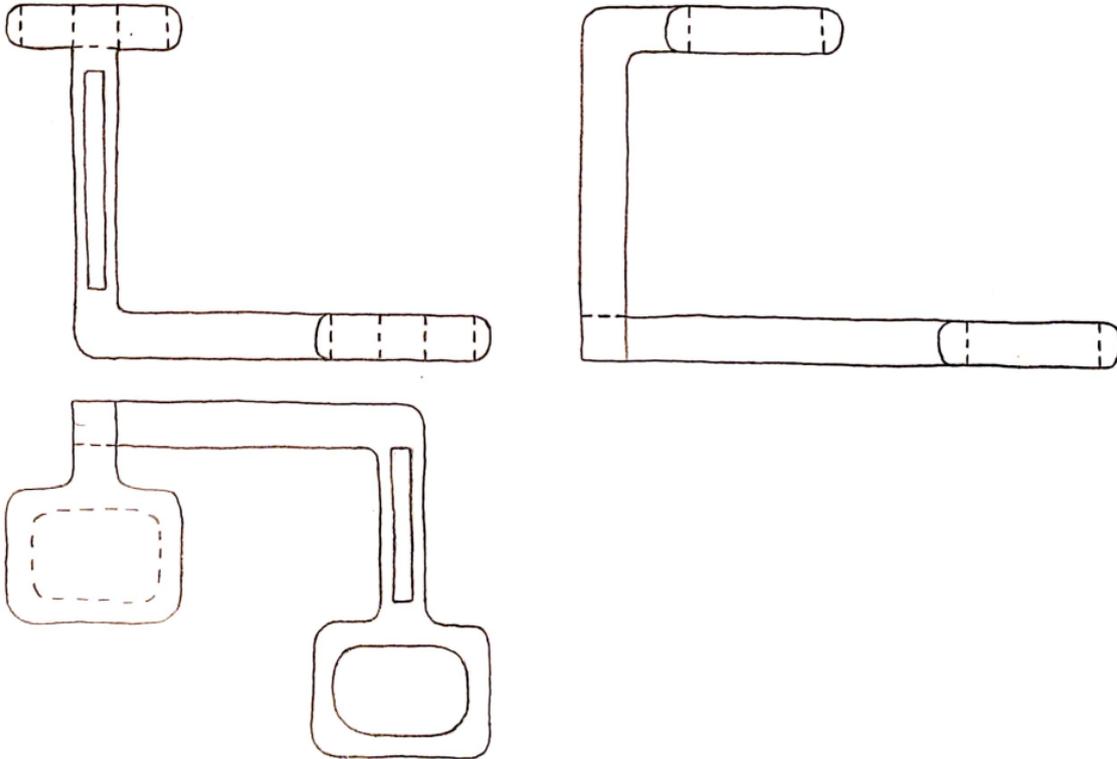
Boceto de diseño del producto de elaboración propia, realizado a mano alzada.

En el presente boceto realizado a mano alzada se ha representado en perspectiva caballera el diseño inicial del expositor Exp-Art. Señalizando aquellas partes en las que la estructura tiene alguna característica a resaltar como aclaración al diseño del objeto.

Los sistemas de levitación que se encuentran a los extremos de la estructura permiten la observación del calzado desde dos perspectivas diferentes. El campo magnético 1, basado en repulsión, mantiene la zapatilla en posición horizontal. En cambio, el campo magnético 2, basa su funcionamiento en la atracción del objeto, permitiendo la colocación del calzado en posición vertical quedando este mismo suspendido desde la parte superior de la estructura.

Los sistemas de iluminación 1 y 2 están situados para dar visibilidad a cada zapato. Aunque no se encuentren en el mismo punto de la estructura, comparten la regulación de tonalidad e intensidad, se controlan desde el mismo sistema y no pueden controlarse por separado.

Figura 13: Vistas diseño del expositor Exp-Art.



Vistas del diseño de elaboración propia, realizado a mano alzada.

Las vistas del expositor Exp-Art realizadas a mano alzada, ayudan a la visualización de la vista exterior del diseño sin incluir las perforaciones del cableado. Pudiéndose observar la colocación de los dispositivos de levitación del calzado y la iluminación de la que está provista la estructura.

Este es un primer diseño del expositor que permite la colocación del par completo para su visualización. Por otro lado, como se mencionaba, toda la estructura mostrada en las vistas debe ir perforada o vaciada con el fin de poder llevar el cableado correspondiente a los diferentes componentes del dispositivo. Aunque el diseño está sujeto a cambios con el fin de mejorar la apariencia, funcionamiento y montaje del expositor.

Se introduce este diseño para ayudar a la comprensión y forma del producto. Puesto que en los próximos apartados se tratarán características y componentes de este. Facilitando el primer boceto a la visualización del concepto y conjunto de componentes.

3.2. Estudio del procedimiento de protección

Con la finalidad de verificar la posibilidad de la salida al mercado del producto, se ha decidido revisar los mecanismos de protección que existen en cuanto a imagen de marca. Contrastando la información que diversas webs ofrecen para facilitar lo máximo posible el registro de la marca. Por otro lado, se ha considerado de gran importancia la comprobación de disponibilidad del dominio para la creación de la página web. Puesto que de igual forma que se registra la marca, se ha de tener un medio de difusión de imagen de marca y escaparate del producto vía web.

3.2.1. Registro de marca

A partir de la potente herramienta que proporciona la página www.tmdn.org con su apartado “TMView” a nivel europeo o “WIPO” a nivel mundial, se puede realizar una búsqueda de nombre de marcas. Observando de esta forma la disponibilidad del nombre y permitiendo saber si es posible crear una marca con el mismo.

A parte de esta, las herramientas mencionadas disponen de gran variedad de filtros. Dando la posibilidad de filtrar por industrias, estado de la marca, fecha de solicitud, características del logo, productos que realiza, donde se encuentra su sede o su número de solicitud.

Toda esta información brindada facilita el estudio del nombre de marca. Pues permite conocer si en el mercado que se va a vender la marca va a estar compitiendo con un nombre muy similar o ya existe el nombre que se había pensado en ese nicho.

Se ha realizado la búsqueda pensando en el nombre de marca como Exp-Art en esta plataforma. Las herramientas muestran que este nombre de marca está disponible tanto a nivel europeo como mundial. Verificándose de esta forma que puede ser registrado sin ningún tipo de problema. Para comprobar la disponibilidad de la variante más cercana a este nombre de marca que sería “ExpArt” se ha realizado el mismo tipo de búsqueda. Con la finalidad de prever la posibilidad del cambio de nombre o posibles confusiones con otra marca que puedan suceder vía online. Se han conseguido los siguientes resultados:

Tabla 2: Resultado de la búsqueda “ExpArt” como nombre de marca a nivel europeo.

Representación gráfica	Nombre de la marca	Fecha de solicitud	Productos y servicios	Situación de la marca	Oficina de marcas	Número de solicitud
-	EXPART	16/05/1986	-	Ended	Brasil-INPI	812588444
-	EXPART	14/04/2010	38, 41, 42	Expired	Benelux-B...	1201415

Tabla resultado de búsqueda en la herramienta TMView (www.tmdn.org).

Se confirma que a nivel europeo no existiría ningún problema en cuanto a la creación de la marca con este nombre. Puesto que las dos empresas que empleaban ese nombre de marca cerraron o su periodo de tiempo de protección de nombre ha expirado.

Tabla 3: Resultado de la búsqueda “ExpArt” como nombre de marca a nivel mundial.

Brand	Source	Status	Relevanc	Origin	Holder	Holder cou	Number	App. Date	Image class	Nice Cl.	Image
EXPART	DZ TM	Active	57	DZ	EURL EXPART IMP/EXP	DZ	DZT2013002853	2013-07-28	VC: 18.01, VC: 19.03, VC: 28.11, VC: 29.01	12	
EXPART	DZ TM	Active	57	DZ	EURL EXPART IMPORT/EXPORT	DZ	DZT2012003926	2012-12-12		12	
ImpArt ExpArt	FR TM	Inactive	52	FR	ImpArt- expArt association Loi 1901	FR	3445847	2006-08-16	VC: 29.02, VC: 24.13, VC: 37.01, VC: 26.04	16, 40, 41	
EXPART GROUPE	FR TM	Inactive	52	FR	EXPART S.A.R.L.	FR	95560008	1995-02-03	VC: 28.11, VC: 18.05, VC: 01.05	3, 5, 9, 14, 16, 18, 20, 21, 24, 25, 26, 33, 35, 36, 38, 39, 41, ...	

Tabla resultado de búsqueda en la herramienta WIPO (www3.wipo.int).

A escala mundial, existen cuatro empresas que contienen en su marca este texto. Pero no habría dificultad al crear la marca puesto que de estas cuatro empresas solo dos siguen con la marca activa, pero dedican su actividad a la exportación e importación.

Al proporcionar datos de actividad de la empresa, se conoce que una de las empresas que ya no tienen la marca activa se dedicaba a productos de impresión y pintura. Por otro lado, EXPART GROUPE era una empresa con actividades mucho más diversas que abarcaban la contabilidad, producción, gestión de datos y proyectos de diversa índole.

Se puede afirmar, tanto a nivel europeo como mundial, el registro de la marca se realizaría sin ningún tipo de inconveniente y no se debería producir confusiones con marcas de nombre similar puesto que no pertenecen al mismo sector o nicho.

3.2.2. Disponibilidad de dominios web

Actualmente, a parte del apartado de registro de marca, no se puede dejar de lado la disponibilidad en cuanto a dominios y perfiles en redes sociales. Con el fin de poder ofrecer el producto vía online y poco a poco crear una imagen de marca. La imagen de marca se persigue con la publicación de contenido atractivo al público, publicación de ofertas y campañas de publicidad.

En el caso de la página web, se busca que estén disponibles algunos dominios relacionados con el nombre de la marca. Para ello, se va a emplear la página web www.dominios.es, donde tras la búsqueda de “Exp-art” se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 4: Resultado de la búsqueda “exp-art” como dominio web.

DOMINIO	DISPONIBLE	REGISTRAR CON ...		
exp-art.es	✓	<input type="text"/>	Agente Registrador	Dominios.es
exp-art.com.es	✓	<input type="text"/>	Agente Registrador	Dominios.es
exp-art.nom.es	✓	<input type="text"/>	Agente Registrador	Dominios.es
exp-art.org.es	✓	<input type="text"/>	Agente Registrador	Dominios.es
exp-art.gob.es	✓	<input type="text"/>	Agente Registrador	Dominios.es
exp-art.edu.es	✓	<input type="text"/>	Agente Registrador	Dominios.es

Tabla resultado de búsqueda en la página www.dominios.es

En esta página respaldada por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital de España, se muestran únicamente aquellos dominios que existen disponibles en este momento. Los más interesantes serían los dos primeros en la lista: www.exp-art.es y www.expa-art.com.es. La página ofrece la posibilidad de registrar el dominio, pero no muestra los dominios ya registrados. Por lo que se completa la búsqueda en la página www.dondominio.com.

Tabla 5: Resultado de la búsqueda “exp-art” como dominio web.

exp-art.com	✗ No disponible	12,95 €	Transferir
exp-art.net	✗ No disponible	13,95 €	Transferir
exp-art.store	✓ Disponible	44,95 € 4,45 €	Añadir al carrito
exp-art.online	✓ Disponible	27,95 € 4,45 €	Añadir al carrito

Tabla resultado de búsqueda en la página www.dondominio.es

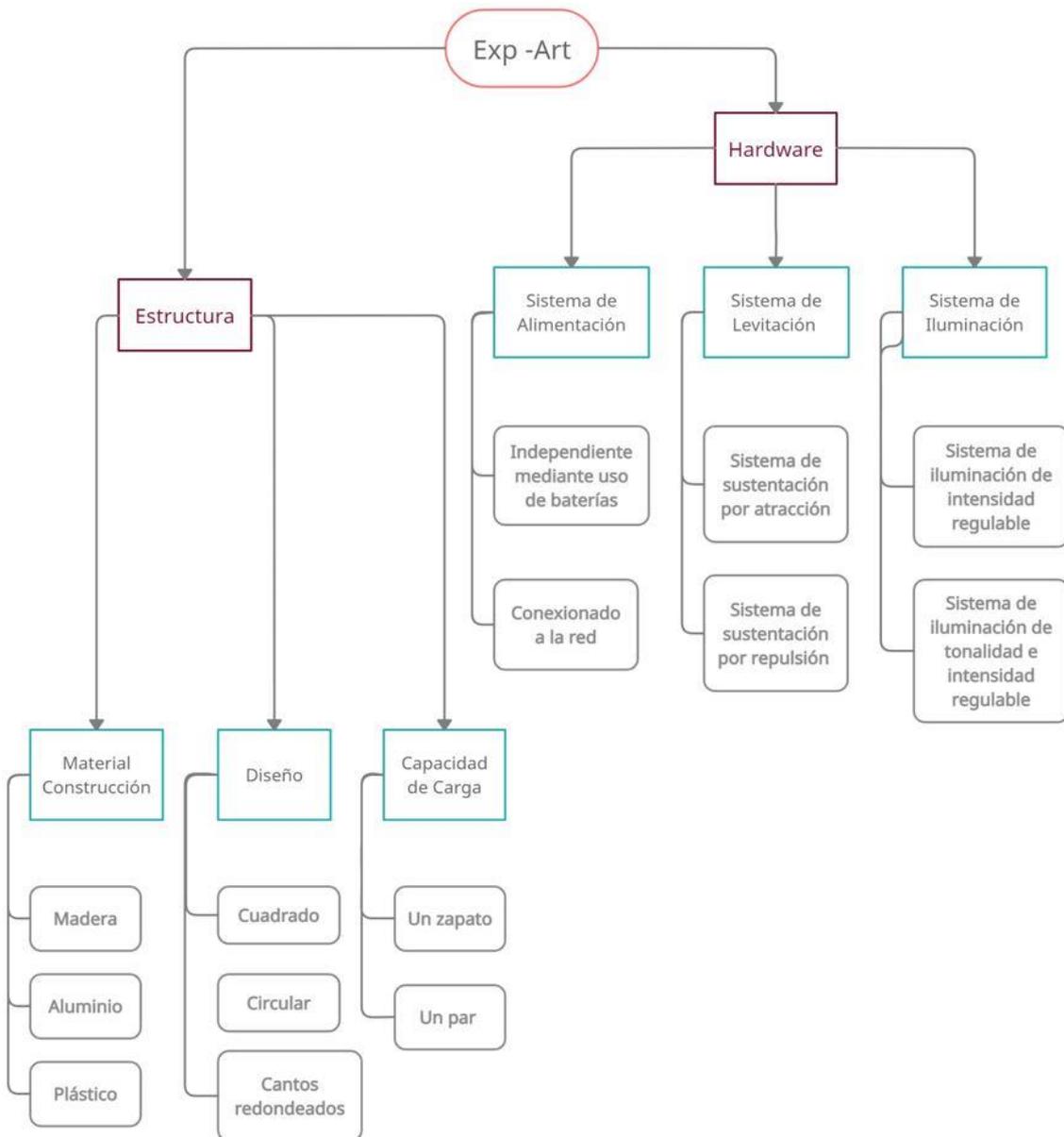
Donde se puede observar que los dominios “.com” y “.net” están en uso, dificultando la adquisición ya que se debería negociar con el actual dueño del dominio. Encontramos también, los dominios “.store” y “.online”, que podrían ser muy interesantes a la hora de crear la página de la marca.

Como conclusión de este punto, se tendría la posibilidad de adquirir los dominios “.es”, “.com.es”, “.store”, “.online”. Todos los otros dominios, no se ajustan a la web que debe tener una marca o se deberían negociar con el actual propietario que lo posee.

4. Alternativas

Se presentan las posibles alternativas que podría tomar el proyecto para el desarrollo del expositor de calzado que implementa levitación por medio de campo magnético. Para facilitar la comprensión de las alternativas, se ha creado un diagrama de bloques que presenta las mismas, dividiendo el proyecto en varios aspectos y sistemas que los componen.

Figura 14: Diagrama de bloques de alternativas del expositor.



Esquema de elaboración propia mediante la herramienta Creately (app.creately.com).

Una vez expuestas las diferentes alternativas en el diagrama de bloque se desarrollarán con mayor detalle en los siguientes puntos. Desglosando las posibles alternativas que existen para conseguir realizar los sistemas que se han indicado en el esquema.

4.1. Estructura

Dentro de este apartado se encuentran todas aquellas alternativas que intervienen en el aspecto físico y visual del mismo producto. Influyendo de la misma forma, en ciertas características del modelado del producto y el montaje de todos los elementos del hardware sobre la misma.

4.1.1 Material de construcción

Las posibilidades en cuanto al material para la fabricación de la estructura que acogerá todos los elementos del expositor se centran en tres materiales:

- **Aluminio:** metal de baja densidad, muy resistente a la corrosión y de larga duración. Material dúctil de fácil mecanizado y relativamente económico. Es impermeable, inodoro y totalmente reciclable. De alta resistencia mecánica a esfuerzos y conductor térmico y eléctrico, características que pueden variar su valor según la aleación que se emplee.

La aleación debe posibilitar la alimentación de moldes, para ello, debe tener en silicio entre un 5-12% para mejorar su colabilidad. Además, es recomendable que contenga entre un 0.3-1% de magnesio facilitando el endurecimiento por precipitación e incrementando las características resistentes.

- **Madera:** material de baja densidad con propiedades aislantes térmicas, eléctricas y acústicas. Su resistencia mecánica depende en gran medida del tipo de madera y las vetas que tenga la estructura. Destaca por su facilidad para ser trabajada, debido a que por lo general blandas. No obstante, el material puede arder con facilidad en presencia de elevada corriente eléctrica o altas temperaturas.

Como aliciente, este material es totalmente reciclable y se considera una materia prima renovable si se respetan los tiempos de crecimiento de la vegetación. Además, se descompone de forma natural, siendo biodegradable y respetuoso con el medio ambiente

Se propone trabajar con arce, por las características mecánicas del mismo y su aspecto característico.

- **Policarbonato:** termoplástico de alta resistencia al impacto. De aspecto transparente con posibilidad de modificar su color mediante la aplicación de tintes. Material con alta resistente al calor y deformación térmica. De propiedades aislantes, imposibilita la conducción de la corriente eléctrica. Sin embargo, es susceptible a fisuras por esfuerzos, y sensible al entallado y a la hidrólisis.

4.1.2. Acabado del diseño

En este apartado, se considera la forma de los acabados que deberá tener la estructura una vez finalizada su producción.

- **Cuadrado:** es el acabado más sencillo que puede tener la estructura. Muchas piezas podrían emplear perfiles/tablonés de medidas genéricas sin necesidad de pasar por un

proceso de moldeado de material. Este punto, ahorraría los costes asociados a estos procesos, disminuyendo el coste total de producción.

En adición, esta forma facilitaría la unión de las diferentes piezas que componen la estructura. Y crearía un diseño sencillo, pero poco llamativo.

- **Circular:** aportando suavidad, tanto visual como al tacto, a todo el diseño. Existen perfiles genéricos de estas características, aunque su precio es ligeramente elevado. Sin embargo, este acabado provocaría problemas en la unión de las piezas, teniendo que realizar modificaciones en las mismas para que su superficie de unión se aumente.
- **Cantos redondeados:** combinando perfiles/tabloncillos de material modificados posteriormente por redondeo de sus cantos. Este acabado proporciona un diseño muy suave y libre de aristas, creando un diseño más limpio y atractivo visualmente.

La superficie de unión entre las piezas se vería reducida en algunos puntos de la estructura, pero se podría realizar sin una modificación en los extremos de las piezas.

4.1.3. Capacidad de carga

Por lo que respecta a la capacidad de carga del producto. Se considera ajustarse a la capacidad de una única zapatilla o el par.

- **Único zapato:** creación de un diseño basado en la exposición de un único zapato en posición horizontal. Diferenciando los productos que existen en el mercado con esta tecnología que posicionan el calzado verticalmente.
- **Par completo:** exposición del calzado mediante un diseño que acoja las dos zapatillas que componen el par. Creándose una estructura que permita observar un zapato en posición horizontal levitando desde la parte inferior de la estructura y el otro zapato sustentándose desde la parte superior de la estructura de forma vertical.

4.2. Hardware

En este apartado se tratarán los diferentes componentes que son necesarios para cada una de las alternativas propuestas. Exponiendo las diferentes posibilidades que existen a la hora de realizar cada uno de los sistemas que en conjunto forma toda la electrónica que forma parte del expositor Exp-Art.

4.2.1. Sistema de alimentación

A continuación, se presentan aquellos componentes que forman parte de la electrónica de potencia del dispositivo.

Alimentación dependiente de la red eléctrica

Conexión a la red eléctrica: existen diferentes clavijas a la hora de conectar el sistema a la red eléctrica. En España, se ofrecen según la Comisión Electrotécnica Internacional (ICE) se ofrecen las siguientes alternativas:

- Clavija tipo C: conector de dos clavijas de 2.5 A, 10A y 16A, a tensión 220V sin conexión a tierra. Empleado generalmente en Europa, América del Sur y Asia.
- Clavija tipo F: conector de dos clavijas de 16A, a tensión 220V con conexión a tierra. Empleado generalmente en casi todos los países de Europa y Rusia, excepto Irlanda y Reino Unido.
- Clavija tipo E: conector de dos clavijas de 16A, a tensión 220V con conexión a tierra. Empleado generalmente en Francia, Bélgica, Polonia, Eslovaquia y República Checa.

Los tres tipos de clavijas son compatibles con todas las tomas de corriente con enchufes de tipo C, F y E.

Fuente de alimentación: debe presentar las características de un convertidor AC/DC a 12V. Es decir, la fuente de alimentación debe convertir la corriente alterna de 220V proveniente de la red eléctrica a 12V en corriente continua. Para que los elementos que conforman el dispositivo puedan trabajar correctamente en un rango de voltaje de entrada adecuado.

Interruptor basculante: unipolar para voltaje de 12V, con dos pines de fácil conexión. Preparado para su instalación en el circuito, posterior a la fuente de alimentación, permitiendo la conexión y desconexión de forma general del expositor.

Módulo DC/DC: necesario debido a que algunos componentes no pueden trabajar con los 12V que proporciona la fuente de alimentación. Por lo que la tensión debe reducirse a 5V, mediante el uso del módulo DC/DC Step Down. Entre los que se valoran los siguientes:

- Módulo XL6009: módulo con alta corriente nominal de salida (4A). Caracterizado por su bajo consumo de energía y alta eficiencia de conversión.
- Módulo LM2596: módulo de conversión de tensión con alta eficiencia. Se trata de un módulo reductor tipo Buck, no aislado. Dotado de protección contra cortocircuito.

Independiente de la red eléctrica

Para que el dispositivo sea independiente de la red eléctrica, deberá incluir todos los elementos mencionados en el apartado superior Alimentación dependiente de la red eléctrica del punto 4.2.1. Este conjunto basa su independencia de la red eléctrica mediante el uso de una batería que otorga autonomía al dispositivo.

Se hace constar, que en este apartado también se deben incluir todos los elementos y alternativas anteriormente mencionadas. Pero con el fin de evitar la repetitividad y la redundancia únicamente se van a exponer las alternativas relativas a la batería del sistema

Batería: que dote al dispositivo de autonomía durante cierto periodo de tiempo. El uso de la batería permite la utilización del dispositivo en lugares donde no existe conexión a la red. Se proponen las opciones valoradas a continuación:

- Batería seca (12V): caracterizada por tener un voltaje generado por polvo específico o pasta de bajo contenido en líquido. Suelen ser bastante pesadas y su contenido es altamente inflamable.

- **Batería Litio (12V):** compuesta de baterías de ion-litio 18650. Ofrecen gran autonomía ocupando un volumen relativamente pequeño. Se caracterizan por ser ligeras y más seguras.

Se propone para esta opción el empleo de diversas pilas de litio 18650 recargables de 3,7V para conseguir en conjunto una batería de 12V. Cada celda que compone la batería tiene una capacidad de almacenaje es de 2200mAh y asegura 1200 ciclos de carga.

4.2.2. Sistema de levitación

El sistema levitación encargado de generar el campo magnético, se incorpora de forma dependiente al diseño del dispositivo. Es decir, existirá un sistema u otro dependiendo de la posición del zapato y la estructura del expositor. Existen dos sistemas que incorporan esta tecnología:

Con campo magnético de atracción

Componte que crea un campo magnético mediante el uso de intensidad recorriendo una serie de bobinas y un imán. Provocando un campo que atrae una pieza metálica construida en acero. Con este componente se consigue la sustentación de un objeto desde arriba, quedando el objeto colgado de la parte superior de la estructura sin existir contacto físico. En el caso del calzado, se coloca la pieza metálica en el interior del talón, ocultándola y provocando la sustentación del calzado que adoptará una posición vertical. Se requiere que el campo magnético pueda soportar una capacidad de carga superior a 300g para poder soportar la gran mayoría de calzado.

Con campo magnético de repulsión

Componte que crea un campo magnético mediante el uso de intensidad recorriendo una serie de bobinas y un imán. Provocando un campo que repele una pieza imantada de neodimio. Con este componente se consigue la sustentación de un objeto desde abajo, quedando el objeto suspendido desde la parte inferior de la estructura sin existir contacto físico. En el caso del calzado, se coloca el imán de neodimio en la parte inferior de la suela, quedando este oculto y provocando la sustentación del calzado que adoptará una posición horizontal. Se requiere que el campo magnético pueda soportar una capacidad de carga superior a 300g para poder soportar la gran mayoría de calzado.

Dependiendo de la alternativa que se escoja en cuanto a la capacidad de carga se optará por escoger uno de los dos sistemas de levitación mencionados o ambos, en el caso que la capacidad sea del par completo.

Como se ha visto, en el mercado los productos existentes que tienen este tipo de tecnología utilizan sistemas de levitación que crean campos magnéticos de atracción en un único zapato y permiten su visualización desde una posición vertical.

4.2.3. Sistema de iluminación

La iluminación tiene como principal función mejorar la visualización del calzado. Además, debe poderse ajustar a el diseño del producto y su consumo debe ser lo más bajo posible. Razón por la cual, solamente se ha considerado la posibilidad emplear tiras LED. Descartando a su vez, lámparas incandescentes, fluorescentes y neones, por su forma y dificultad en la instalación.

Otro factor importante es el ajuste que permiten las tiras LED, pudiendo modificar tanto la tonalidad de la luz como la intensidad. Se considera, las posibles alternativas que se pueden presentar a continuación con los componentes que se necesitaría para llevar a cabo dicho sistema de iluminación.

Iluminación de intensidad regulable

El ajuste de la intensidad permite ajustar el brillo que emiten las tiras LED. Se considera la implementación de tiras LED monocromáticas, de tonalidad blanca. Permitiendo que el usuario modifique el brillo de las tiras. Se mencionarán los siguientes componentes que se necesitan para que se pueda producir este control.

Resistencia fija: cuya función es la protección de las tiras LED cuando el potenciómetro tenga un valor de resistencia 0Ω , estado que dañaría la iluminación si no se dispone la resistencia en el circuito. El valor de esta no tiene por qué ser uno concreto, pero se ha escogido entre las siguientes opciones de la serie normalizada E24:

- Resistencia fija 330 Ω : cuya tolerancia viene establecida por la serie E24 y tiene un valor del 10% ($\pm 5\%$).
- Resistencia fija 470 Ω : cuya tolerancia viene establecida por la serie E24 y tiene un valor del 10% ($\pm 5\%$).

La variación entre la elección de las diferentes opciones provoca un cambio del brillo en los puntos de mínima y máxima intensidad. Pero de forma visual, esta variación es prácticamente imperceptible.

Potenciómetro rotatorio: trabajando como resistencia de valor variable. Es el elemento encargado del control del brillo mediante la variación de la intensidad provocada por la resistencia variable. Debe tener un valor de entre $10k\Omega$ y $20k\Omega$, cuyos códigos son 103A y 203A respectivamente.

Según la nomenclatura, los dos primeros dígitos indican el valor y el tercero indica el multiplicador aplicado. La letra al final del código indica la forma en la que varía la resistencia, siendo A variación lineal, B o C variación logarítmica y F antilogarítmica en los potenciómetros fabricados en Europa.

Se opta por un potenciómetro rotativo por delante de potenciómetros deslizantes y digitales por su sencillez de instalación y su manipulación intuitiva. Además, se requiere que el potenciómetro sea de una única vuelta, para facilitar su empleo al usuario.

Entre los potenciómetros con estas características surgen las siguientes posibilidades:

- Potenciómetro deslizante: su ajuste se realiza mediante el movimiento del punto deslizante de forma vertical o horizontal según su instalación. No es el tipo de potenciómetro más común, por lo que hace que sea menos fácil de adquirir y sus precios son ligeramente elevados.
- Potenciómetro genérico con perilla: cuyo ajuste se realiza de forma manual de forma sencilla y muy intuitiva. Normalmente, este tipo de componente lleva un corte o marca que indica la posición en la que se encuentra el potenciómetro. Esta marca, que realiza

una función indicativa, generalmente señala un valor o simplemente es una referencia en los potenciómetros de una única vuelta.

Ambas alternativas generan el mismo resultado, puesto que sus especificaciones son las mismas. Pero en el caso de escoger el potenciómetro genérico, se debe acondicionar mediante algún embellecedor para que el usuario pueda modificar el valor de la resistencia variable sin necesidad de ningún utensilio.

Perfil protección tira lumínica: pieza que facilita la instalación y mejora el acabado. Además de proteger y aislar la tira lumínica del resto de la estructura. De forma que la iluminación no tenga contacto directo con la estructura de madera.

Se ha considerado proponer dos opciones de perfil empotrado. Dentro de los perfiles que ofrece el mercado existen productos destinados para la instalación en esquinas y otros para superficies planas. Pero tal como se observa en el boceto, la iluminación irá empotrada sobre una superficie plana.

Respecto a el aislamiento del perfil, se prevé el uso del dispositivo en interiores por lo que no se contemplan perfiles con protecciones superiores a IP20. De esta forma las opciones para este apartado son las siguientes:

- Perfil de protección lumínica construido en aluminio
- Perfil de protección lumínica de construcción plástica

Tiras LED (5V): tira lumínica LED monocromática de color blanco. La tira puede ser cortada cada 25mm, facilitando el ajuste a una distancia determinada. Este tipo de tira LED, permite la variación de la intensidad de brillo, pero la tonalidad de esta no puede ser variada. Se proponen por tanto dos tiras de diferente tonalidad.

- Tira Led 6000K (5V): la cual proporciona una iluminación blanca de tonalidad fría con un consumo de 14.4W/m. Cuenta con 60 led/m y unas medidas de 10mm de ancho y 2.5mm de alto, se puede adquirir en rollos de 5 metros. Se ofrece en diferentes niveles de protección, IP 20 o IP 44. Además, su cara posterior, posee una cinta adhesiva 3M que asegura su fijación.
- Tira Led 3000K (5V): la cual proporciona una iluminación blanca de tonalidad cálida con un consumo de 14.4W/m. Cuenta con 60 led/m y unas medidas de 10mm de ancho y 2.5mm de alto, se puede adquirir en rollos de 5 metros. Se ofrece en diferentes niveles de protección, IP 20 o IP 44. Además, su cara posterior, posee una cinta adhesiva 3M que asegura su fijación.

Iluminación de tonalidad e intensidad regulable

Este tipo de sistema de iluminación emplea el ajuste de intensidad mencionado anteriormente, pero además utiliza tiras LED RGB para poder realizar el cambio tonalidad. En este caso la tonalidad debe ser regulada mediante el uso de software que implica otros elementos de control.

Microcontrolador: de hardware libre o abierto, provisto de entorno de desarrollo que facilite el empleo del software en el proyecto. Ante todo, debe tener diversos pines que permitan la conexión de la iluminación y los componentes que permitan la comunicación usuario-máquina.

STM32 Discovery: Placa de STMicroelectronics basada en ARM Cortex M4 de 32 bits que cuenta con un alto rendimiento y numerosos puertos de conexión. Acelerómetro de 3 ejes, micrófono digital omnidireccional. Destaca por su desarrollo es versátil y potente. No obstante, su precio es bastante elevado, similar a la placa Raspberry.

Arduino NANO: Se trata de una placa de uso libre versátil, que monta microcontroladores de ATMEL, actualmente Microchip Technology. Implementa lenguaje C ligeramente modificado, es una opción eficaz para el abordaje del problema. Arduino cuenta con diversas opciones con más prestaciones, pero su tamaño y coste son mayores.

Raspberry Pi: Es una serie de ordenadores de placa reducida de bajo coste. Las ventajas de estas placas son sus prestaciones comparadas con su tamaño: utiliza procesador y GPU Broadcom, de varios núcleos con frecuencias desde 1.2 GHz. Tiene memoria RAM desde 500 MB. Posee Wifi y Bluetooth. No obstante, su memoria se basa en la capacidad de la tarjeta microSD que se le introduzca, además de que su programación está basada en Linux ARM. Un punto desfavorable es su precio y una interfaz menos intuitiva para la programación del usuario.

Interfaz control de tonalidad: elemento que permita la elección de la tonalidad de forma intuitiva. De forma que esta se pueda variar según la elección del usuario. Se plantean las siguientes opciones:

- **Encoder rotativo:** dispositivo electromecánico usado para convertir la posición angular de un eje a un código digital. Se emplea como elemento de entrada, obteniendo una señal cuando se rota el eje a izquierda, derecha o se presiona. En otras palabras, se trata de una clase de transductor.
- **Pulsadores y botones convencionales:** empleados para indicar aumento, reducción, encendido y apagado. Para ello se propone tener dos pulsadores encargados del aumento y disminución y un botón para el encendido y apagado del sistema de iluminación. Los botones deben ser genéricos por deben tener compatibilidad con el microcontrolador que se escoja.

Tiras LED RGB (5V): que implementan chips led que incluyen un controlador en su interior. Se requiere que su consumo no sea muy elevado y cuente con adhesivo de alta calidad para su rápida instalación. La cinta se debe poder cortar cada cierta distancia para poder ajustar su longitud al diseño del producto. Se proponen las siguientes alternativas que cumplen los requerimientos mencionados:

- **Tira LED RGB (5V) con controlador 5050:** el cual tiene un consumo de 13W/m pudiéndose corta cada 1.67cm. Puede ser dimerizable y cuenta con 60 led/m. Con unas medidas de 10mm de ancho y 2.5mm de alto, se puede adquirir en rollos de 5 metros. Cuenta con una protección IP 20, lo que refleja que ofrece protección ante objetos de diámetro superior a 12mm y no ofrece ninguna protección ante líquidos.
- **Tira LED RGB (5V) con controlador WS2812B IC:** con un consumo de 14.4W/m pudiéndose dividir cada 1.7cm. Con unas medidas de 10mm de ancho y 2.5mm de alto, se puede adquirir en rollos de 5 metros. Cuenta con una protección IP 20, lo que refleja que ofrece protección ante objetos de diámetro superior a 12mm y no ofrece ninguna protección ante líquidos.

Ambas opciones van a generar el mismo resultado puesto que sus características son muy similares. Por otro lado, no se considera necesario que las tiras LED tengan un grado de protección IP mayor puesto que el dispositivo de exposición se debe colocar en interior.

5. Descripción detallada de la solución

Se describe a continuación la solución que se va a adoptar a partir de las alternativas propuestas en el apartado anterior. Justificando en todo momento por qué se escoge una alternativa antes que otra. Basando su justificación en el diseño planteado, las especificaciones y el acabado final del producto que se requiere.

Para clarificar la solución adoptada se ha realizado una tabla en la que se puede observar la opción escogida entre las diferentes alternativas. Solución que posteriormente se justificará y explicará con mayor profundidad.

Tabla 6: Opción y elementos escogidos entre las diferentes alternativas.

Bloque	Subsistemas	Alternativas	Opción elegida
Estructura	Material construcción	Aluminio	Madera Arce Maple Duro
		Madera	
		Policarbonato	
	Acabado del diseño	Cuadrado	Cantos redondeados
		Circular	
		Cantos redondeados	
Capacidad de carga	Único zapato	Par completo	
	Par completo		
Hardware	Sistema de alimentación	Dependiente de la red eléctrica	Dependiente de la red eléctrica Conexión red eléctrica clavija tipo C Fuente de alimentación Interruptor basculante Módulo DC/DC LM2596
		Independiente de la red eléctrica	
	Sistema de levitación	Con campo magnético de atracción	Con campo magnético de atracción
		Con campo magnético de repulsión	Con campo magnético de repulsión
	Sistema de iluminación	Intensidad regulable	Tonalidad e intensidad regulable Resistencia fija 330Ω Potenciometro rotatorio con perilla Microcontrolador: Arduino NANO Encoder rotativo con pulsador Tira LED RGB WS2812B IC
		Tonalidad e intensidad regulable	

Tabla de elaboración propia.

Se sigue con la descripción detallada de cada elemento escogido, según al bloque y subsistema que pertenece. Mediante la justificación objetiva de cada uno de los componentes del dispositivo.

5.1. Estructura

5.1.1. Material de construcción

Se ha decidido emplear como material de construcción la **madera**, principalmente por facilidad de trabajo y bajo coste. Además, es un material que permite que las uniones entre piezas se realicen de forma sencilla y rápida. El aspecto de la madera natural se relaciona generalmente con material de calidad y buena construcción.

Por otro lado, el aspecto de que este material sea reciclable y totalmente biodegradable toma mucha importancia a la hora de la elección. Puesto que como se ha comentado en el concepto de Exp-Art, se pretende crear un producto respetuoso con el medio ambiente y que el cliente perciba esa conciencia y respeto hacia nuestro planeta.

Entre los tipos de madera se ha escogido el **arce**, puesto que es una madera que puede ser trabajada sin problemas, tiene un color muy apreciado y es relativamente económica. Sus características mecánicas son buenas y cumplen con creces los esfuerzos que va a soportar la estructura del dispositivo. Cuenta con un grano muy fino que aporta unos mejores acabados de forma bastante sencilla (sin trabajar la madera en exceso) al producto.

Más concretamente, se selecciona la variedad Maple Duro frente al Maple Blando por sus mejores características. Además de la tonalidad blanquecina con tonos rojizos que aporta a la estructura. Variedad que se ve encarecida por la necesidad de importación.

Estas son las características y especificaciones más relevantes:

Tabla 6: *Propiedades de la variedad de Arce Maple Duro.*

Propiedades	Magnitud	Unidad
Módulo de elasticidad	126.000	kg/cm ²
Resistencia a flexión estática	1.090	kg/cm ²
Resistencia a la compresión	540	kg/cm ²
Densidad	700	kg/m ²
Dureza (semidura)	4,5	Test Monnin

Tabla de elaboración propia.

5.1.2. Acabado del diseño

Los acabados se han escogido por proveer al dispositivo con el acabado más suave y llamativo al producto, sin interferir en la funcionalidad y causar la modificación de los extremos de las piezas para su correcto ensamblaje.

La alternativa escogida es el acabado con cantos redondeados, debido a que no crea la necesidad de modificar los puntos de unión entre piezas. Asimismo, este acabado proporciona un aspecto suave a la estructura, factor que agradece su visualización y tacto.

Se descartan el acabado cuadrado y redondo por dar un aspecto menos llamativo y aumentar la dificultad en la unión de las piezas, respectivamente.

Esta alternativa necesita realizarse con tabloncillos rectangulares y una vez montada la estructura mediante el desbaste y lijado del material se alcanza el acabado deseado. Este factor implica el aumento del tiempo de un operario por lo que se traduce en un aumento del coste del producto.

Se presenta el acabado que se desea mediante el diseño realizado en SolidWorks para facilitar el entendimiento de la apariencia final del producto:

Figura 15: Acabado de diseño con bordes redondeados.

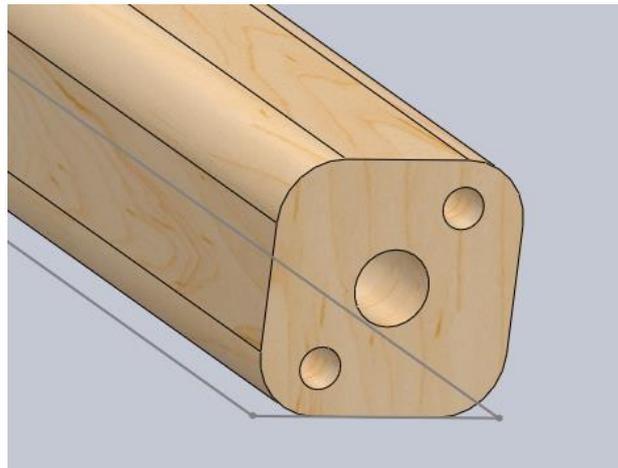


Figura de elaboración propia mediante el programa SolidWorks.

5.1.3. Capacidad de carga

Dentro de las alternativas existentes en este subapartado, se opta por dotar al producto de la capacidad de albergar expuesto un par completo. Teniendo como principal motivo la diferenciación de la competencia en el nicho y ofrecer un producto de mayor valor al cliente.

El dispositivo, como se ha visto en el boceto, permite la sustentación de un zapato en posición vertical desde la parte superior de la estructura situada a la izquierda. Por otro lado, se expone en posición horizontal el otro zapato que conforma el par desde la parte inferior de la estructura situada a la derecha.

El diseño creado permite la exposición del par completo en una estructura de tamaño reducido. Debido a que en los extremos de la estructura se encuentran los sistemas de limitación y el resto de la estructura conforma los apoyos con la base y acoge los otros componentes del dispositivo.

5.2. Hardware

5.2.1. Sistema de alimentación

Se decide implementar un **sistema de alimentación del dispositivo dependiente de la red eléctrica**. Debido a que se ha considerado que el espacio de empleo del producto ya sea para

uso particular o en una tienda de calzado, será siempre en interior donde se dispondrá de una conexión a la red.

Este aspecto elimina el uso de batería en los componentes que conforman el producto, reduciendo de esta forma la complejidad del proyecto y reduciendo costes. Pero a su vez, imposibilita el uso del expositor Exp-Art en un lugar sin disponibilidad de conexión a enchufe.

Por tanto, para el desarrollo de este sistema se emplearán los siguientes componentes:

Para la conexión a la red eléctrica se dispone una **clavija tipo C**, debido a que el dispositivo contiene componentes que carecen de conexión a tierra. Se podría escoger cualquiera de los tres tipos de clavijas propuestas, pero se escoge la clavija de tipo C por su forma y tamaño más reducido que facilita la conexión en regleta o enchufes múltiples. Su tamaño más reducido que los otros dos tipos mencionados.

Concretamente una versión que se emplea con menos frecuencia y está diseñada para aparatos con un consumo de energía relativamente elevado (10A – 16A). La cual se muestra en la siguiente imagen:

Figura 16: Clavija tipo C diseñada para aparatos de consumo elevado.



Tomado de la web Worldstandards (www.worldstandards.eu).

Cuyas características técnicas son las siguientes:

- Conexionado a tierra: No
- Compatibilidad con clavijas: E y F
- Cumplimiento de normativa: CCE 7/16, CCE 7/17 y RoHS

Tabla 7: Propiedades de la clavija tipo C para aparatos de consumo elevado.

Propiedades	Magnitud	Unidad
Contactos redondos	4 - 4,8	mm
Amperaje	2,5 - 16	A

Tabla de elaboración propia.

Respecto a la **fuentes de alimentación**, que actúa como convertidor AC/DC, necesaria para el suministro de energía al dispositivo se ha escogido como se comentaba anteriormente un **modelo genérico**.

Figura 17: Fuente alimentación AC/DC 120W.



Tomado de la web de venta del producto (www.efectoled.com).

Cuyas características técnicas son las siguientes:

- Material de construcción: Aluminio
- Grado de protección: IP25
- Cumplimiento de normativa: CE y RoHs

Tabla 8: Propiedades de la fuente de alimentación.

Propiedades	Magnitud	Unidad
Medidas	198x97x42	mm
Peso	430	gr
Voltaje nominal salida	12	V
Intensidad nominal salida	10	A
Potencia	120	W
Frecuencia de trabajo	50 - 60	Hz
Rango de temperatura	(-20) - (+60)	°C

Tabla de elaboración propia.

Para el encendido y apagado del dispositivo se emplea un **interruptor basculante** genérico de dos pines y dos posiciones. Del tamaño más reducido posible y que se ajuste a la potencia del dispositivo, permitiendo una conexión y desconexión segura.

Figura 18: Interruptor basculante de encendido y apagado del circuito.



Tomado de la web de venta del producto (www.martoparts.nl).

Cuyas características técnicas son las siguientes:

- Corriente de trabajo: DC
- Nº de pines: 2
- Nº de posiciones: 2
- Cumplimiento de normativa: CE y RoHs

Tabla 9: Propiedades del interruptor basculante.

Propiedades	Magnitud	Unidad
Medidas	10x15x10	mm
Peso	10	gr
Voltaje nominal	12	V
Intensidad nominal	16	A

Tabla de elaboración propia.

Para completar el sistema de alimentación de Exp-Art, se requiere el ajuste de del voltaje para respetar los rangos de trabajo de le microcontrolador y las tiras LED. Para realizar la disminución del voltaje de 12V a 5V se emplea un convertidor DC/DC step down. Dentro de las posibles opciones que se ha propuesto para este componente del circuito, se ha escogido el **módulo LM2596**.

Este convertido DC/DC de tipo Buck compatible con la gran mayoría de microcontroladores tiene una tensión de entrada que comprende valores en un rango de 3V a 40V, ajustándose a la salida de la fuente de alimentación la cual proporciona 12V DC al circuito. Su tensión de salida puede adoptar valores entre 1.5V y 35V, en función de la tensión de entrada. El voltaje de salida puede ser regulado mediante un potenciómetro situado en el módulo, que permite la obtención de la tensión de salida deseada (5V).

Figura 19: Módulo convertidor DC/DC LM2596.



Tomado de la web de venta del producto (www.aliexpress.com).

Módulo cuyas especificaciones técnicas son las siguientes:

- Tipo de convertidor: Buck (Step Down)
- Protección de cortocircuito: Sí, hasta 5A
- Protección limitadora de corriente: Sí
- Protección frente a inversión de polaridad: No
- Cumplimiento de normativa: CE y RoHs

Tabla 10: Propiedades del módulo convertidor DC/DC LM2596.

Propiedades	Magnitud	Unidad
Medidas	43x20x14	mm
Peso	13	gr
Voltaje de entrada	4,5 - 40	V
Voltaje de salida	1,5 - 35	V
Corriente máxima de salida	3	A
Frecuencia de trabajo	150	KHz

Tabla de elaboración propia.

5.2.2. Sistema de levitación

Como se ha comentado, esta tecnología está en una fase de experimentación y crecimiento, por lo que no existen varios modelos de sistemas de levitación entre los cuales poder escoger. En las alternativas se ha presentado estos componentes desde el punto de vista funcional. Una vez se ha escogido la capacidad de carga del expositor Exp-Art y se ha determinado que el dispositivo podrá albergar un par completo tal como se muestra en el boceto del producto, se observa que la solución para conseguir estas especificaciones es emplear los dos tipos de sistemas de levitación que se presentan en el apartado de alternativas relacionado con este aspecto. De esta forma, se requiere un sistema de levitación basado en repulsión y otro basado en atracción.

Actualmente, el mercado solo ofrece un producto que cumple esta función. Dentro de las posibilidades en la adquisición existen variaciones como el peso máximo de carga del sistema y el sentido en el que crea el campo magnético, generando en la carga atracción o repulsión. Los sistemas de repulsión están provistos de un imán para la colocación del objeto a sustentar en su parte superior. Sin embargo, aquellos sistemas que generan un campo de tracción emplean piezas de metal (generalmente acero) para colocarlas en los objetos que se desea atraer.

El dispositivo se adquiere totalmente desmontado, ya que el distribuidor ofrece esa posibilidad. Reduciendo costes por el montaje y soldado de los componentes que conforman el sistema de forma interna en la producción.

Se presenta por tanto este sistema capaz de sustentar un objeto sin el contacto físico directo. Sus variaciones en cuanto a construcción interna que difieren para la creación de un campo de atracción o repulsión no se tratarán, ya que tal como se especifica en el objeto del proyecto, este sistema no está dentro del alcance del mismo. De la misma forma que otros componentes, este se adquirirá directamente a un distribuidor para su instalación en el dispositivo,

modificando su alimentación directamente de la red haciendo posible su control de conexión y desconexión.

Figura 20: Módulo levitación magnética por campo de repulsión.



Tomado de la web de venta del producto (www.banggood.com).

Este sistema de levitación dispone de marcado CE y cumple la normativa UNE-EN 50364:2018, respetando el estudio relativo a dicha norma UNE-EN 62369-1:2011.

En cuanto a las características que poseen son las mismas para ambos sistemas:

Tabla 11: Propiedades del módulo de levitación por atracción y repulsión.

Propiedades	Magnitud	Unidad
Voltaje de entrada	12	V
Intensidad de entrada	2	A
Potencia	24	W
Peso máximo suspendido	500	g
Dimensiones	8,8 ϕ x2,7	cm
Altura de suspensión	1,7 - 2	cm

Tabla de elaboración propia.

5.2.3. Sistema de iluminación

Dentro de las alternativas que se ha propuesto para este sistema del dispositivo, se ha decidido implementar un **sistema de iluminación que permita la regulación de tonalidad e intensidad**. Principalmente, con la intención de ofrecer un producto más personalizable y configurable. Características que, de forma general, aumentan el valor que percibe el cliente una vez adquiere y utiliza el dispositivo.

En primer lugar, se han escogido una resistencia fija de valor 470 Ω puesto que realiza perfectamente la función de evitar la situación de intensidad infinita. Además, cuando la

intensidad de las tiras LED es la mínima se consiguen brillos ligeramente más tenues que con la alternativa de 330Ω.

Para la regulación de la intensidad de brillo de los leds se va a emplear un **potenciómetro con perilla**. Debido que ofrece una mayor simplicidad al usuario y permite un control intuitivo de este parámetro. Proponiendo este tipo de modelo rotativo antes que uno genérico puesto que estos suelen ser de control multivuelta. Además, permitir que el control se realice en una única vuelta ayuda al usuario a acceder rápidamente a los límites de brillo.

Por otro lado, entre las opciones de 10kΩ y 20kΩ, se ha impuesto la opción de 20kΩ. Elección determinada por obtener un mayor rango de posiciones con diferentes niveles de brillo. Además, al conectarse en el circuito como una resistencia variable, cuando el valor de resistencia es mínimo en ambos casos el brillo que se consigue es el mismo. Pero en valores de resistencia máximos, el potenciómetro de **20kΩ** ofrece un brillo mucho menor.

Figura 21: Potenciómetro 20kΩ con perilla.



Tomado de la web de venta del producto (www.ealdagel.top).

Elemento con las siguientes características técnicas:

- Variación lineal
- Nº de vueltas: 1
- Diámetro eje de giro: 6mm
- Cumplimiento de normativa: CE y RoHs

Tabla 12: Propiedades del potenciómetro 20kΩ con perilla.

Propiedades	Magnitud	Unidad
Valor resistencia	20	kΩ
Tolerancia	±5	%
Potencia	1,2	W

Tabla de elaboración propia.

Respecto al control de la tonalidad, el microcontrolador elegido es el **Arduino Nano**. Esta elección viene justificada principalmente por el precio y tamaño de la placa. En cuanto a prestaciones, las otras alternativas son más potentes y cuentan con más capacidad y conexiones. Para otros proyectos podrían ser necesarios más pines o otras conexiones, pero para la función que se va a realizar la placa Nano de Arduino cumple perfectamente su función.

Además de los factores mencionados, Arduino cuenta con un software muy intuitivo y de desarrollo sencillo. Facilitando la carga del programa en la placa y sus posibles modificaciones en cuanto a programación.

Figura 22: Microcontrolador Arduino NANO.



Tomado de la web de venta del producto (www.alzashop.com).

Componente con las siguientes especificaciones técnicas:

- Microprocesador: Atmel ATmega328p
- Pines digitales: 14
- Pines analógicos: 8
- Pines de reinicio: 2
- Pines de potencia: 6
- Consumo de energía: 19mA
- Cumplimiento de normativa: CE y RoHs

Tabla 13: Propiedades del microcontrolador Arduino NANO.

Propiedades	Magnitud	Unidad
Tamaño	45x18x10,5	mm
Peso	5	g
Voltaje de operación	5	V
Memoria FLASH	32	KB
Velocidad del reloj	16	MHz

Tabla de elaboración propia.

Para llevar la orden de control de la tonalidad al microprocesador, se ha optado por el empleo de un encoder rotativo. Con el principal motivo de ofrecer una interfaz lo más intuitiva posible al usuario, ya que mediante el giro va recorriendo las diferentes tonalidades. Efecto que con el uso de botones o pulsadores se vuelve menos fluido y costoso.

Este **encoder rotativo genérico compatible con dispositivos Arduino**, al igual que el potenciómetro, se completa con una pereta que mejore el acceso al giro del eje.

Figura 23: Encoder rotativo compatible con Arduino.



Tomado de la web de venta del producto (www.aliexpress.com).

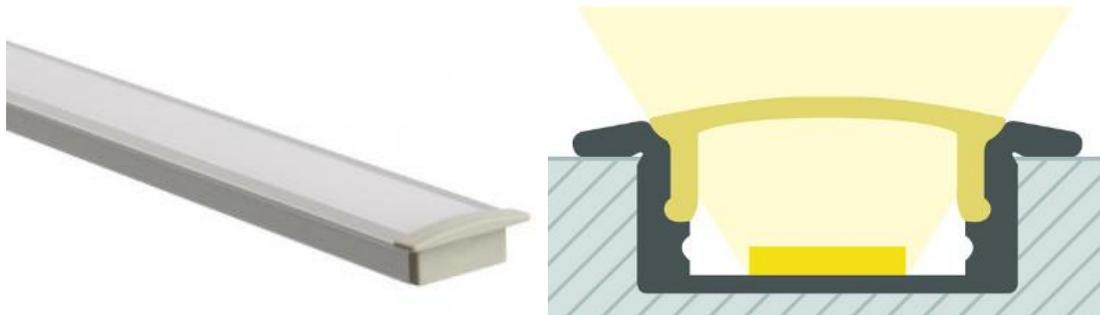
Componente con las siguientes especificaciones técnicas:

- Voltaje de trabajo: 5V
- Número de pulsos por vuelta: 20
- Sentidos de cuenta: positivo y negativo
- Cumplimiento de normativa: CE y RoHs

Se ha decidido emplear un **perfil de aluminio empotrado** para albergar ambas tiras LED. SE escoge esta opción antes que el perfil plástico principalmente por el acabado y especificaciones mecánicas que proporciona el aluminio. El factor económico no refleja un cambio significativo respecto al uso de perfiles de construcción plástica si se compara la calidad que aporta cada material.

Este perfil viene totalmente acondicionado para su corte y división. Ya que la tapa superior que protege la tira lumínica y permite el paso de lumínico al exterior del perfil puede ser cortada sin problemas y las tapas laterales se ajustan una vez la dimensión es la deseada.

Figura 24: Perfil de aluminio para alojamiento tira LED.



Tomado de la web de venta del producto (www.efectoled.com).

Componente con las siguientes especificaciones técnicas:

- Voltaje de trabajo: 5V
- Número de pulsos por vuelta: 20
- Sentidos de cuenta: positivo y negativo
- Cumplimiento de normativa: CE y RoHs

Tabla 14: Propiedades del perfil de aluminio para alojamiento tira LED.

Propiedades	Magnitud	Unidad
Medidas	20x6	mm
Longitud	10	m
Ancho para LED	12	mm

Tabla elaboración propia.

Las **tiras LED RGB de 5V** escogidas son aquellas que contienen el **chip controlador WS2812B IC**. Justificado por una potencia lumínica superior a la otra opción propuesta y por ser un modelo más empleado con un respaldo de información y soporte mayor. Además, se puede realizar una división de la tira lumínica cada 17mm, ajustándose mejor a la medida deseada que la otra alternativa.

Figura 25: Tira LED RGB 5V WS2812B IC.



Tomado de la web de venta del producto (www.manomano.es).

Componente con las siguientes especificaciones técnicas:

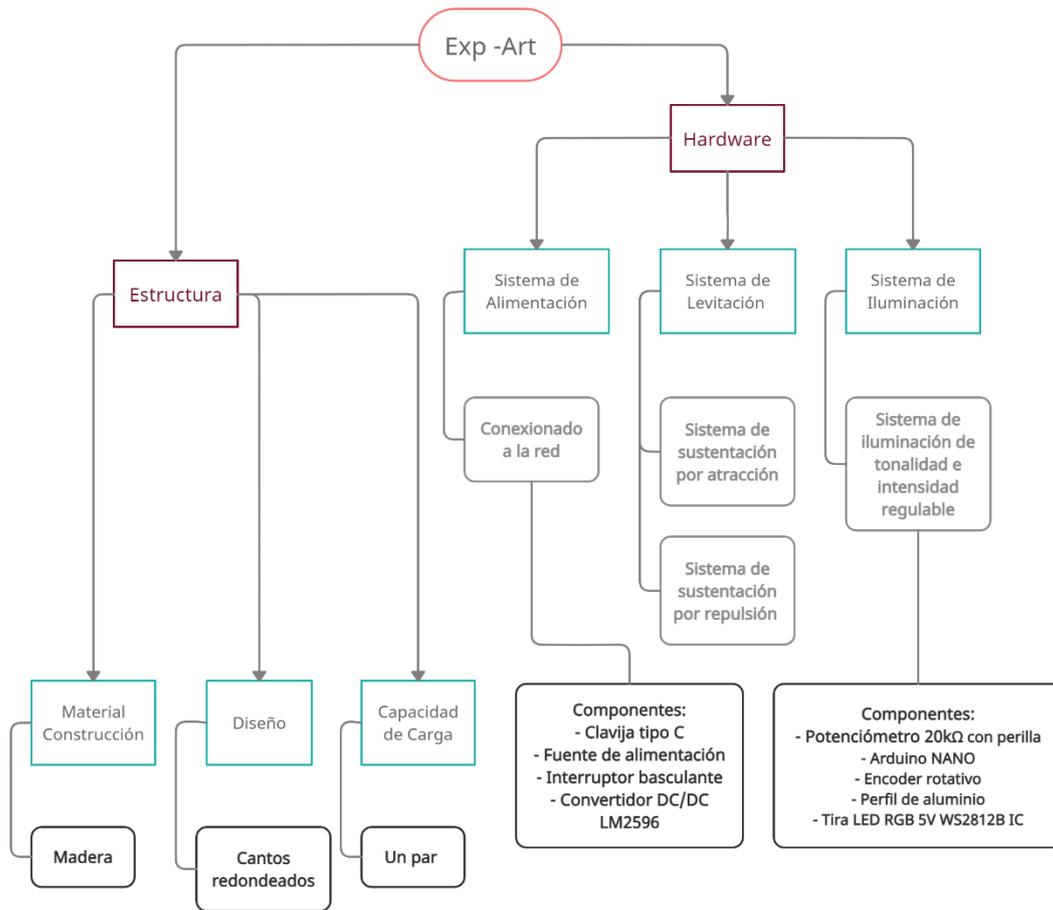
- Chip controlador: WS2812B IC
- Rango tonos: 255
- Tira adhesiva posterior 3M
- Divisible: cada 17mm
- Cumplimiento de normativo: CE y RoHs

Tabla 15: Propiedades de la tira LED RGB 5V WS2812B IC.

Propiedades	Magnitud	Unidad
Voltaje de trabajo	5	V
Potencia	14,4	W/m
Ancho	10	mm
Longitud rollo	5	m
Cantidad LED	60	LED/m

Tabla de elaboración propia.

Figura 26: Diagrama de bloques de soluciones adoptadas del expositor.



Esquema de elaboración propia mediante la herramienta Creately (app.creately.com).

Con el fin de facilitar el acabado final del producto se incluye un diseño del expositor de calzado Exp-Art en funcionamiento. Realizado en Solidworks empleando un diseño de zapatos libre encontrado en la página www.grabcad.com de libre uso para educación.

Figura 27: Diseño expositor de calzado Exp-Art en funcionamiento.



Figura de elaboración propia mediante el programa SolidWorks.

6. Software empleado

Para el diseño tridimensional y la obtención de los planos de los componentes del expositor de calzado se ha empleado el software dedicado a **diseño SolidWorks**, concretamente la versión de 2019.

La compañía SOLIDWORKS Corp. se funda en 1993 por Jon Hirschtick con el objetivo de hacer accesible al público la tecnología 3D. Es en 1997, cuando Dassault Systèmes S.A. adquiere la empresa como filial llevando su propiedad y gestión hasta día de hoy.

Este software de diseño CAD permite el modelado de piezas en 3D, ofreciendo infinidad de posibilidades a la hora del desarrollo de un producto. El programa permite que partiendo de un modelo en blanco o a partir de una pieza o ensamblaje, se realice un diseño el cual ofrece la posibilidad de modificar los datos del proceso de diseño, simular o fabricar.

Todas estas herramientas que ofrece la plataforma se reflejan en que cada vez se puedan realizar diseños de forma más sencilla y rápida. Innovación que aparte de reducir los tiempos de diseño trae consigo un ahorro económico.

Entre el conjunto de herramientas que ofrece SolidWorks, existen cinco líneas de producto para proporcionar diferentes soluciones:

- Herramientas de diseño para crear modelos y ensamblajes
- Herramientas de diseño para la fabricación mecánica, que automatiza documentos de inspección y genera documentación sin planos 2D.
- Herramientas de simulación para evaluar el diseño y garantizar que es el mejor posible.
- Herramientas que evalúan el impacto medioambiental del diseño durante su ciclo de vida.
- Herramientas que reutilizan los datos de CAD en 3D para simplificar el modo en que las empresas crean, conservan y utilizan contenidos para la comunicación técnica.

Conjunto de herramientas respaldado por SolidWorks PDM que gestiona y controla los datos mediante una única fuente real y SolidWorks Manage para gestionar procesos y proyectos implicados en el desarrollo del producto.

SolidWorks Composer, SolidWorks Inspection y Solidworks MBD ofrecen documentación técnica del producto desde las primeras fases del diseño, que se van actualizando conforme avanza el desarrollo de este.

Además, la compañía incorpora un excelente servicio de atención al cliente y mantiene el software continuamente actualizado de forma anual para aportar la máxima innovación en aspectos de diseño y modelado.

En cuanto a la realización de esquemas electrónicos se ha empleado el **software de CAD electrónico Proteus**, concretamente el programa Proteus 8. Este potente software comercial se emplea para la construcción de esquemas electrónicos y su simulación en tiempo real, principalmente enfocado para aquellos circuitos que incluyen un microcontrolador en su funcionamiento.

El software desarrollado por Labcenter Electronics Ltd. data su lanzamiento en 1988. Y basa su funcionamiento en los programas Isis y Ares, que se encargan de la simulación en tiempo real y la edición de componentes para la fabricación de placas de circuito impreso respectivamente.

La capacidad de simulación hace de este programa una herramienta muy interesante tanto para el ámbito educativo como el industrial. Pudiendo observar el comportamiento del circuito de forma realista ahorrando en componentes y tiempo de montaje.

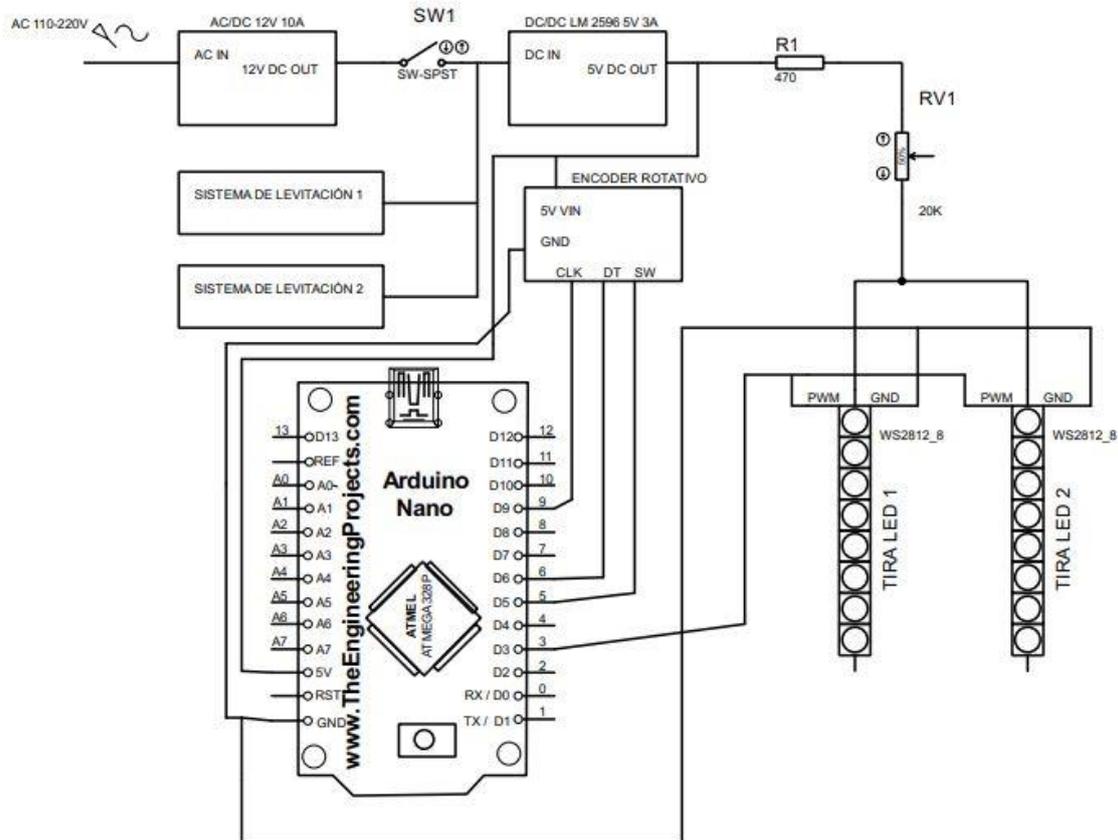
Pone al alcance del usuario una amplia librería de componentes para el empleo de los mismos en el circuito electrónico. Además de gran cantidad de instrumentos, sensores y gráficas que mejoran la visualización de los datos a la hora de la simulación del circuito.

A parte del diseño del circuito, una vez se ha realizado este, el programa ofrece la posibilidad de crear a partir del mismo un circuito impreso. Aspecto que resulta muy útil a la hora de la fabricación del circuito impreso en una empresa o para la subcontratación de este servicio enviando el propio documento que proporciona Proteus

7. Diseño electrónico

7.1. Esquema eléctrico

Figura 28: Esquema eléctrico del prototipo Exp-Art.



Esquema de elaboración propia a partir del software Proteus 8.

En el circuito de la figura 27, diseñado mediante el software Proteus 8 se han añadido algunos elementos de forma manual. Debido a que el programa carece de los modelos exactos que se emplean en el prototipo, como es el caso de la fuente de alimentación de 12V, el convertidor DC/DC LM2596 y el encoder rotativo compatible con la placa Arduino NANO.

Mediante la fuente de alimentación que actúa como transformador AC/DC se convierte la corriente alterna 230V proveniente de la red a 12V en corriente continua, a la salida de este elemento del circuito. En este punto, se ha instalado un interruptor basculante para la conexión y desconexión del circuito. Directamente a la salida de este elemento “switch” se conectan ambos sistemas de levitación debido a que requieren una tensión de 12V y una intensidad de 2A cada uno.

Además, la salida del interruptor se conecta al convertidor DC/DC LM2596 para disminuir el voltaje de 12V proveniente de la fuente de alimentación a 5V (DC). Debido a que tanto placa Arduino como el encoder rotativo y las tiras LED RGB trabajan a ese voltaje. El voltaje de salida del LM2596 se regula mediante el potenciómetro que incorpora este elemento. La máxima corriente que puede proporcionar este convertidor son 3A, valor que es más que suficiente para

alimentar los elementos que conectan a este incluyendo los picos que pueda generar la iluminación.

Se incluye una resistencia para evitar que con la variación del valor de la resistencia del potenciómetro encargado de regular la intensidad de la iluminación exista una intensidad infinita, evitando el valor de resistencia nula.

El corriente regulado por el potenciómetro se conecta al pin de alimentación de las tiras LED RGB. Asimismo, el pin de tierra se conectará al Arduino NANO es su toma "GND", de igual forma que se conectará también a este el pin de tierra del encoder rotativo.

Las conexiones de los elementos que requieren entradas y salidas de datos a la placa Arduino se realizan conforme a las indicaciones del fabricante. Teniendo en cuenta que la placa Arduino NANO dispone de 6 salidas PWM de 8bits en los pines 3, 5, 6, 9, 10 y 11.

Por tanto, se realizará la conexión de los pines del encoder rotativo CLK, DT, SW a los pines de la placa Arduino NANO 9, 6 y 5 respectivamente. Asimismo, el pin encargado de recibir datos de las tiras LED se conexionará al pin 3 de la placa del microcontrolador.

7.2. Diagrama de bloques código Arduino

Figura 29: Diagrama de bloques del código Arduino.

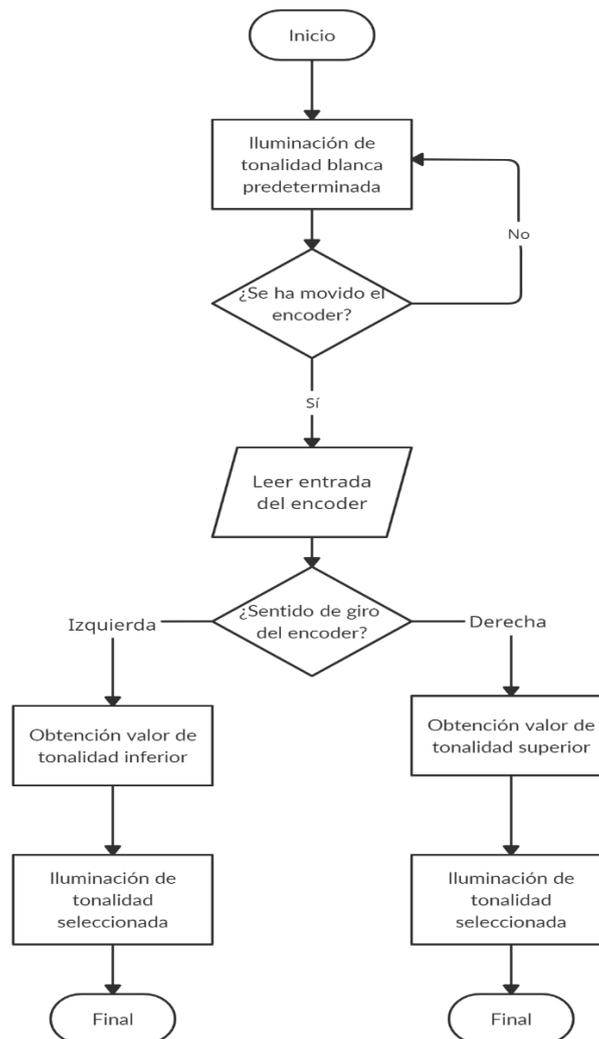


Diagrama de elaboración propia mediante la herramienta Creately (app.creately.com).

El presente diagrama de bloques ilustra el funcionamiento y protocolo de procedimientos que deberá seguir el código Arduino. Código que se cargará en la placa Arduino NANO para el control de la tonalidad de las tiras LED.

El procedimiento tal como se muestra en el diagrama empezará con la conexión del dispositivo mediante el interruptor de encendido. Mostrando en las tiras LED la iluminación que se ha determinado por defecto, en este caso una tonalidad blanca.

Constantemente se revisa la entrada del encoder rotativo, para comprobar si se ha realizado un giro. En caso de que se haya realizado un giro se observa el valor del encoder para determinar en qué sentido se ha realizado el giro.

Finalmente, se denota el giro en sentido antihorario como disminución de la tonalidad y el sentido horario como un aumento de esta. Debido a que de forma intuitiva se relaciona el giro horario como el aumento de un parámetro.

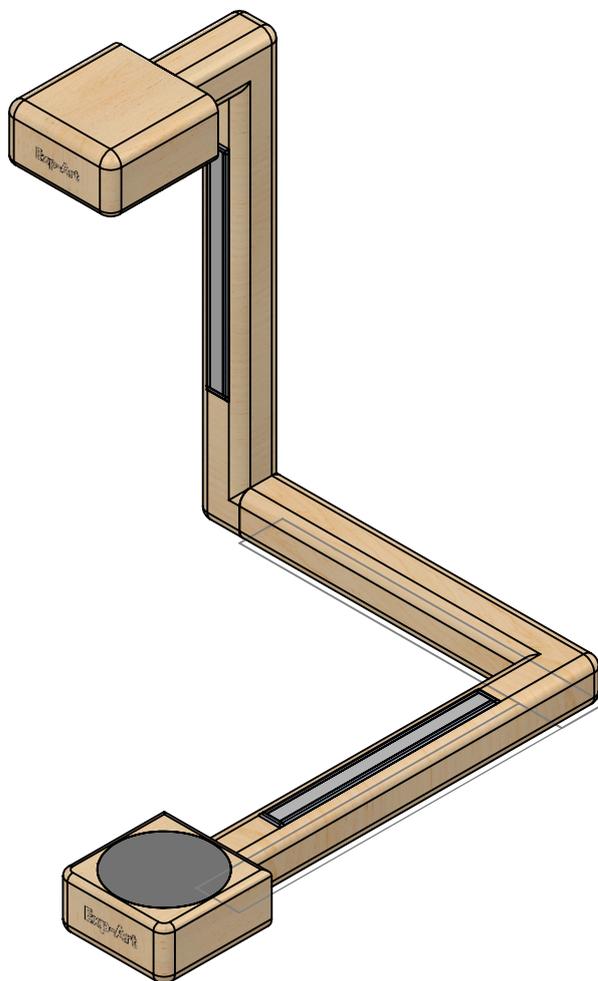
Técnicamente no se trata de un aumento o disminución de tonalidad sino la variación de esta de forma circular, por lo que se pueden conseguir todas las tonalidades girando en un único sentido. Únicamente se tardará más tiempo en lograr ciertos tonos. Ya que se definirán las tonalidades conforme al círculo cromático.

El código que implementa este diagrama se expone y explica posteriormente en el apartado 13.2. Anejo II. Código Arduino del prototipo Exp-Art.

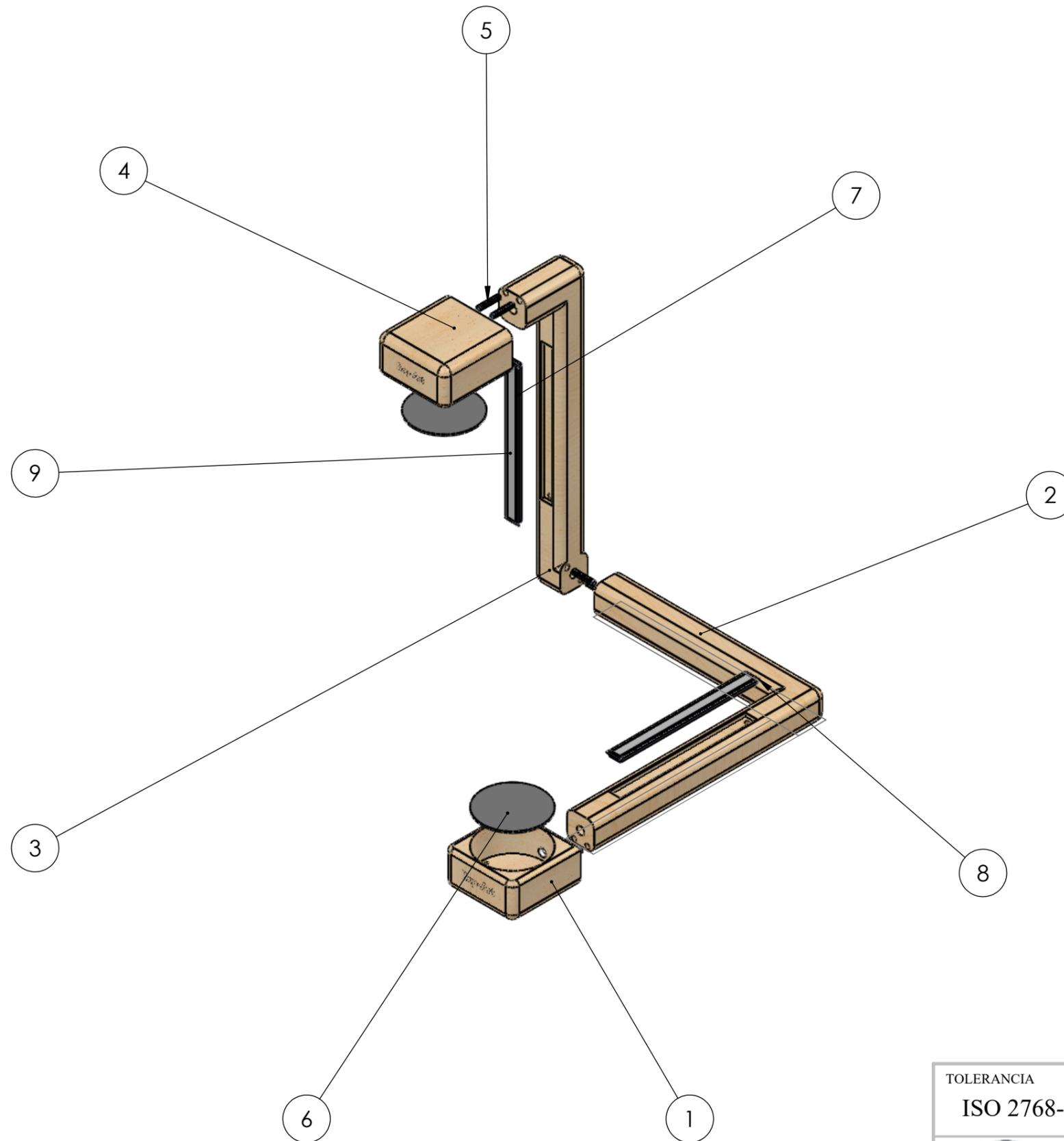
8. Planos

Índice de planos

Plano 1: Plano conjunto de la estructura (EAPC-01)	1
Plano 2: Vista explosionada de la estructura (EAPE-01)	2
Plano 3: Vistas pieza 1 (EAPV-01)	3
Plano 4: Vistas pieza 2 (EAPV-02)	4
Plano 5: Vistas pieza 3 (EAPV-03)	5
Plano 6: Vistas pieza 4 (EAPV-04)	6
Plano 7: Vistas pieza 5 (EAPV-05)	7
Plano 8: Plano conjunto perfil lumínico (EAPC-02)	8
Plano 9: Vista explosionada perfil lumínico (EAPE-02)	9
Plano 10: Vistas perfil aluminio (EAPV-06)	10
Plano 11: Vistas tapa superior (EAPV-07)	11
Plano 12: Vistas tapa lateral (EAPV-08)	12
Plano 13: Plano conjunto soporte control (EAPC-03)	13
Plano 14: Vista explosionada soporte control (EAPE-03)	14
Plano 15: Vistas soporte inferior (EAPV-09)	15
Plano 16: Vistas soporte superior (EAPV-10)	16

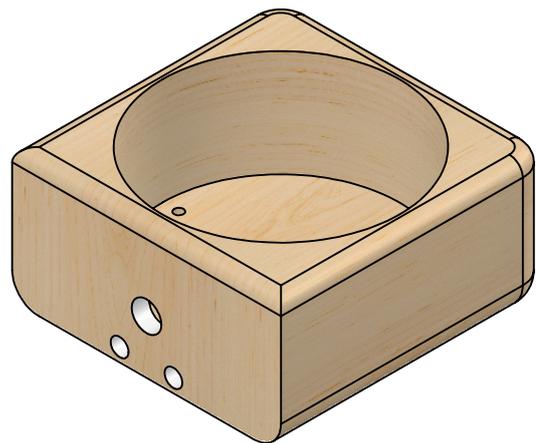
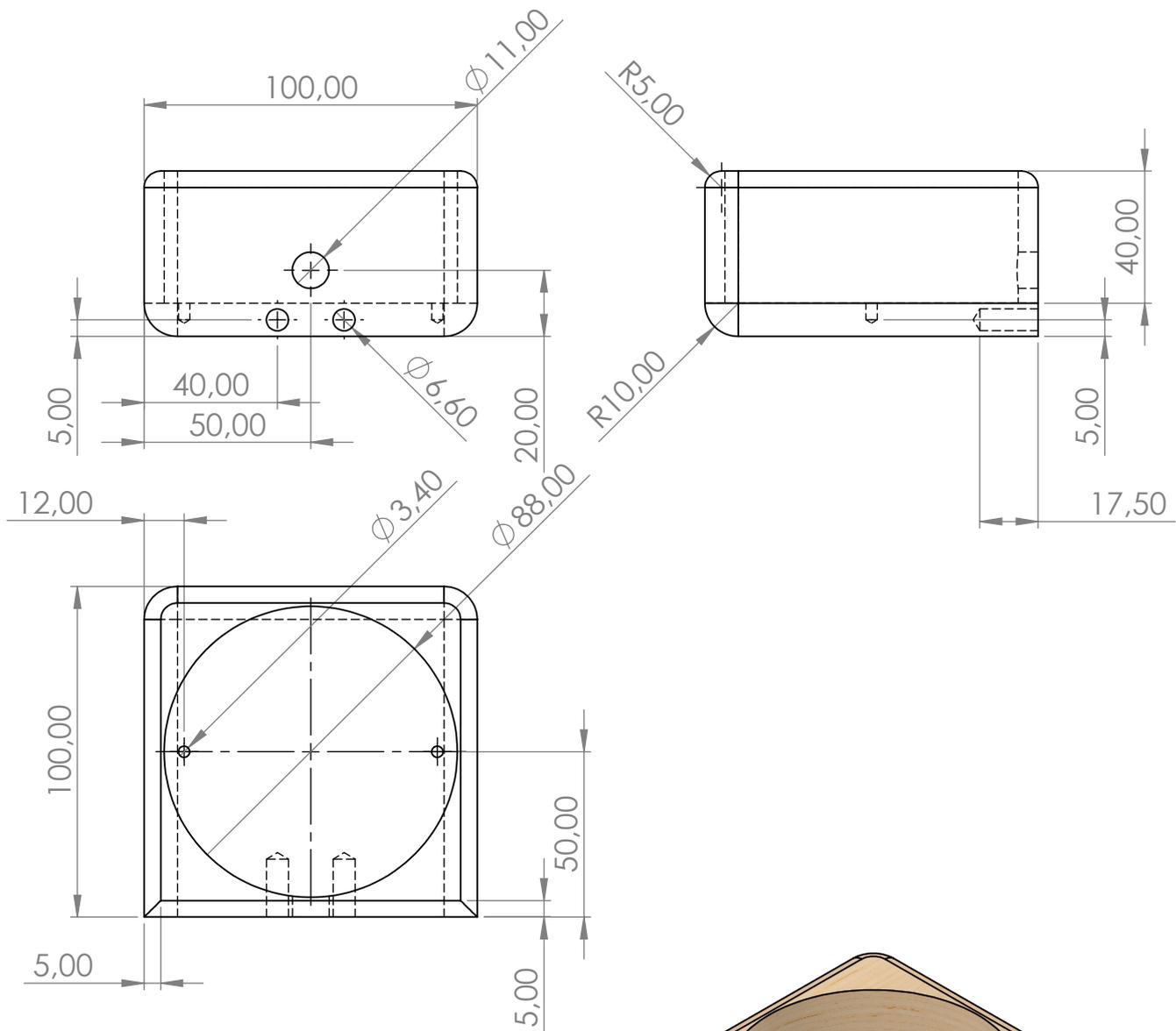


TOLERANCIA ISO 2768-mK	ESCALA 1:5	AUTOR AGUSTÍN ORTS GARCÍA	REVISOR VÍCTOR SANTIAGO	
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA		COMPONENTE ESTRUCTURA	Nº DE IDENTIFICACIÓN EAPC-01 	
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño		TÍTULO PROTOTIPO EXP-ART	FECHA 29/06/2021 <table border="1" style="float: right; margin-left: 20px;"> <tr> <td>PLANO 1</td> </tr> </table>	PLANO 1
PLANO 1				

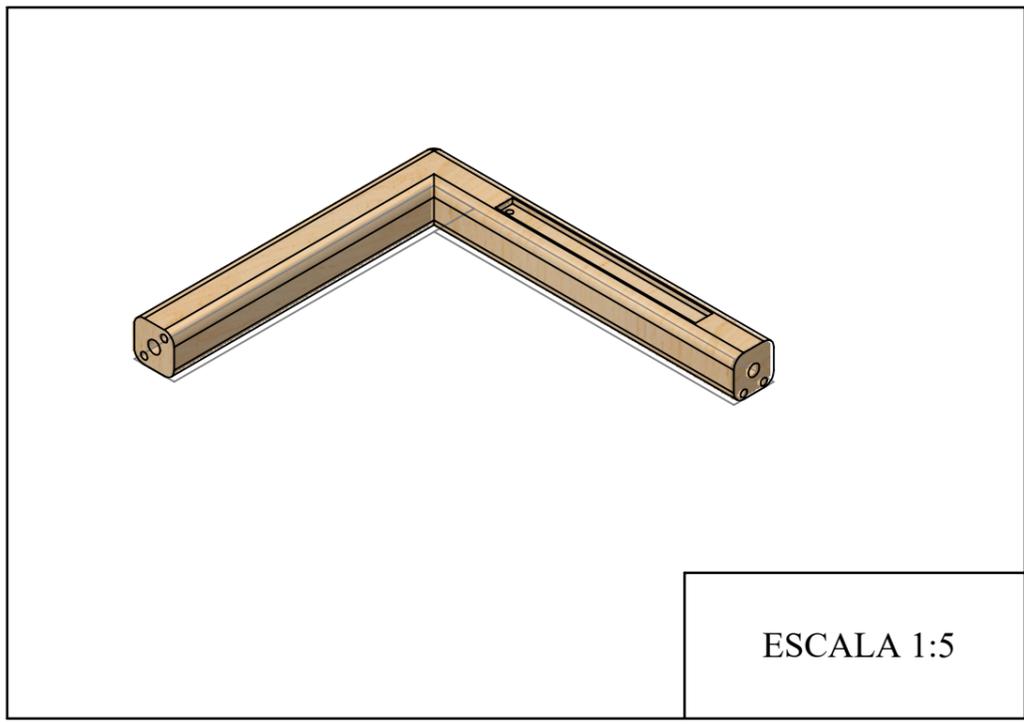
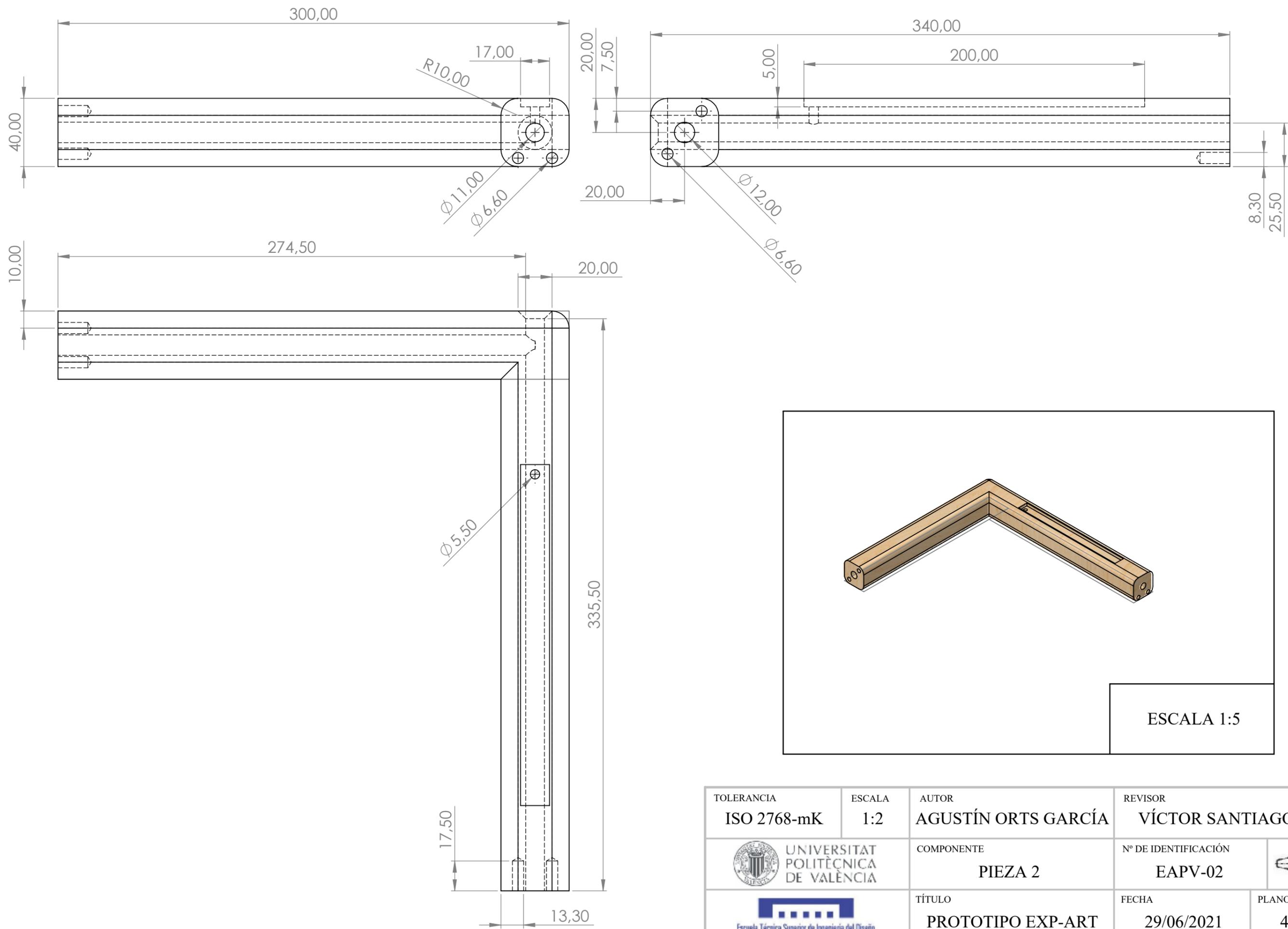


N.º DE ELEMENTO	COMPONENTE	Nº DE IDENTIFICACIÓN	CANTIDAD
1	Pieza 1	EAPV-01	1
2	Pieza 2	EAPV-02	1
3	Pieza 3	EAPV-03	1
4	Pieza 4	EAPV-04	1
5	Espiga 6mm	-	6
6	Tapa mecanismo levitación	EAPV-05	2
7	Perfil aluminio	EAPV-06	2
8	Tapa lateral perfil	EAPV-08	4
9	Tapa superior perfil	EAPV-07	2

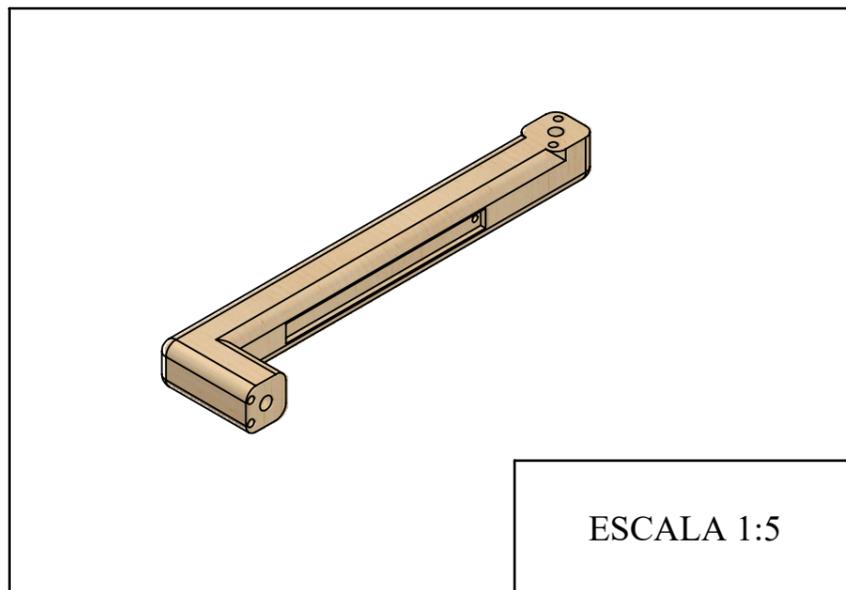
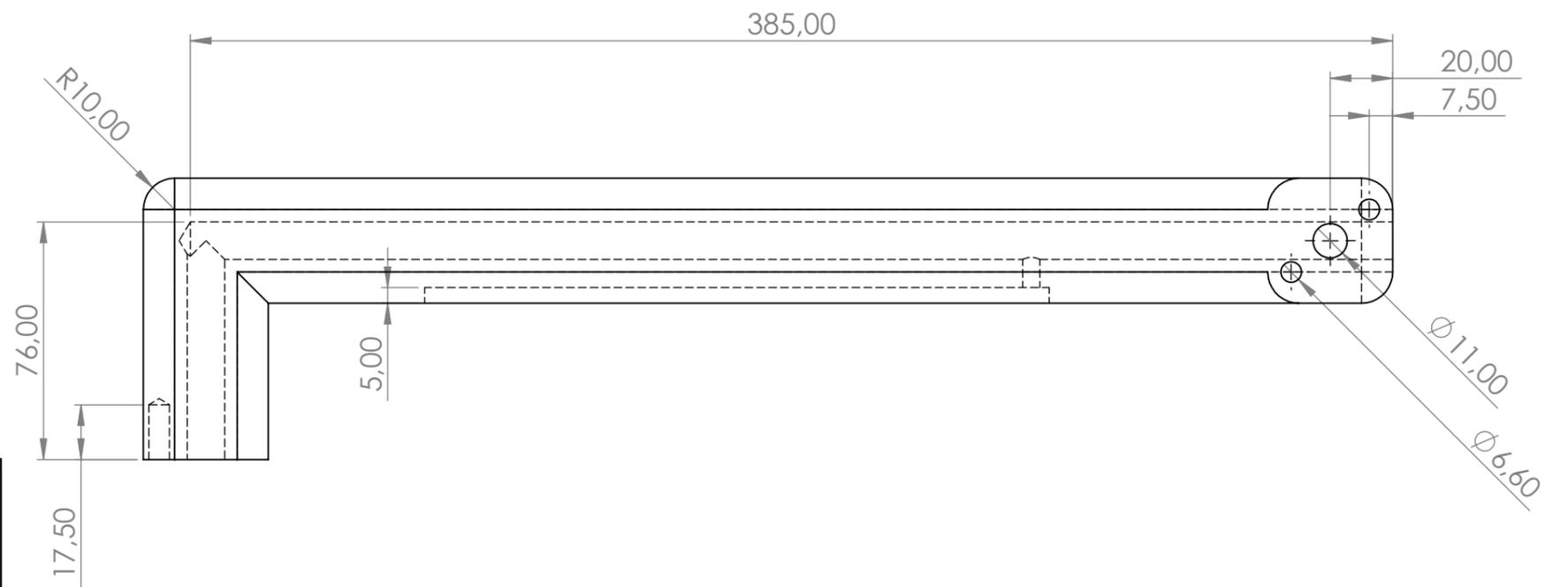
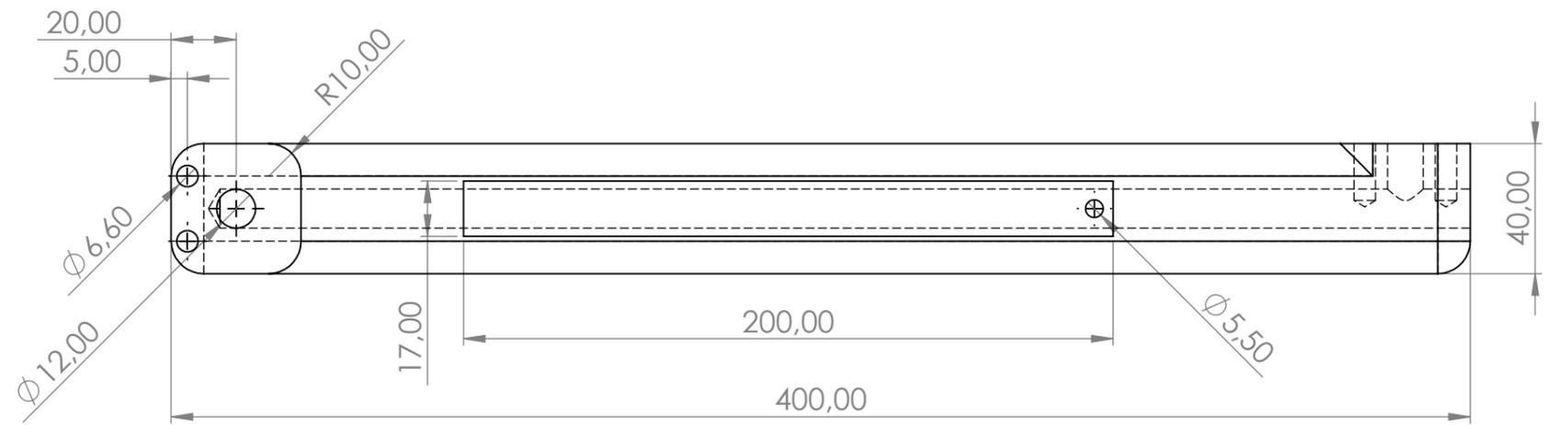
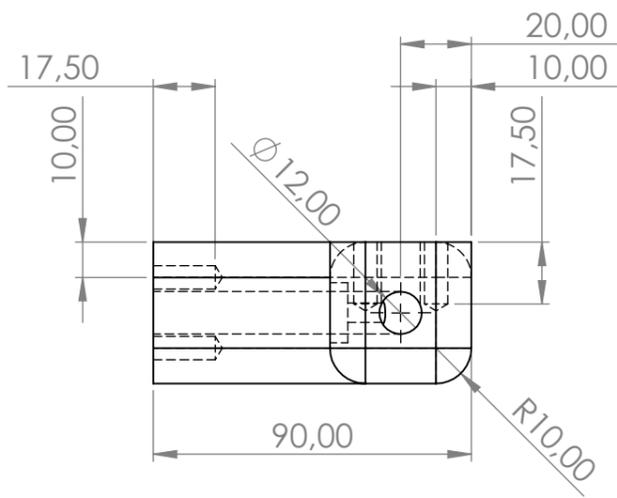
TOLERANCIA ISO 2768-mK	ESCALA 1:5	AUTOR AGUSTÍN ORTS GARCÍA	REVISOR VÍCTOR SANTIAGO
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA		COMPONENTE ESTRUCTURA	Nº DE IDENTIFICACIÓN EAPE-01
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño		TÍTULO PROTOTIPO EXP-ART	FECHA 29/06/2021
			PLANO 2



TOLERANCIA ISO 2768-mK	ESCALA 1:2	AUTOR AGUSTÍN ORTS GARCÍA	REVISOR VÍCTOR SANTIAGO
 UNIVERSITAT POLITÀCNICA DE VALÈNCIA		COMPONENTE PIEZA 1	Nº DE IDENTIFICACIÓN EAPV-01 
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño		TÍTULO PROTOTIPO EXP-ART	FECHA 29/06/2021 PLANO 3

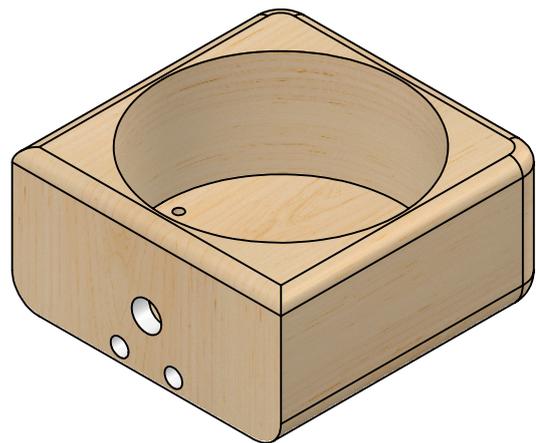
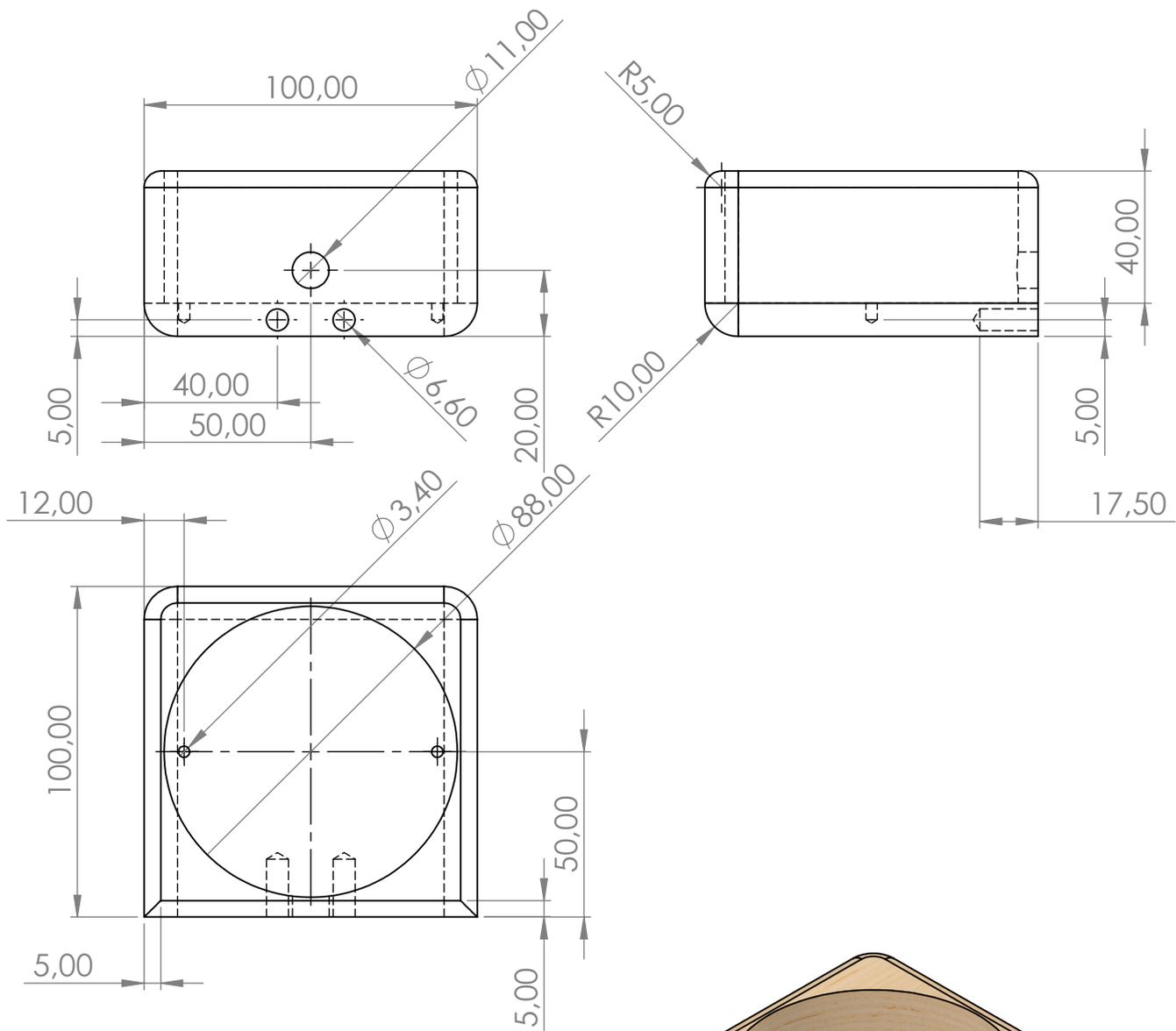


TOLERANCIA ISO 2768-mK	ESCALA 1:2	AUTOR AGUSTÍN ORTS GARCÍA	REVISOR VÍCTOR SANTIAGO
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	COMPONENTE PIEZA 2		Nº DE IDENTIFICACIÓN EAPV-02
	 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño		TÍTULO PROTOTIPO EXP-ART
FECHA 29/06/2021		PLANO 4	

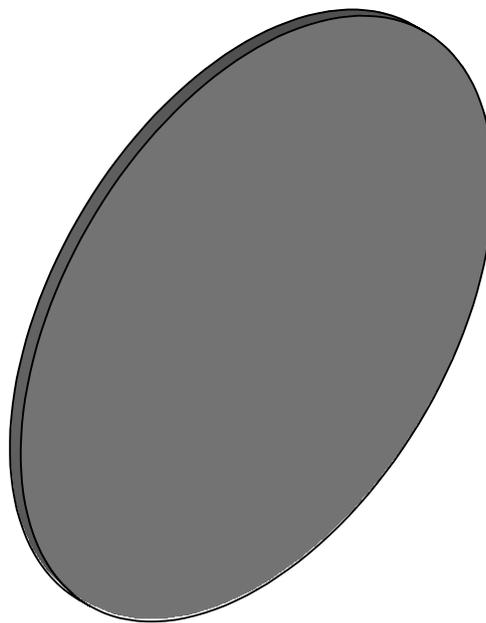
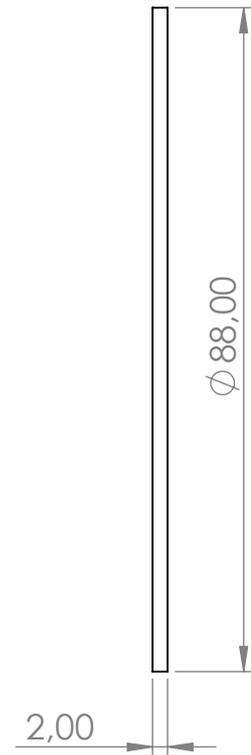
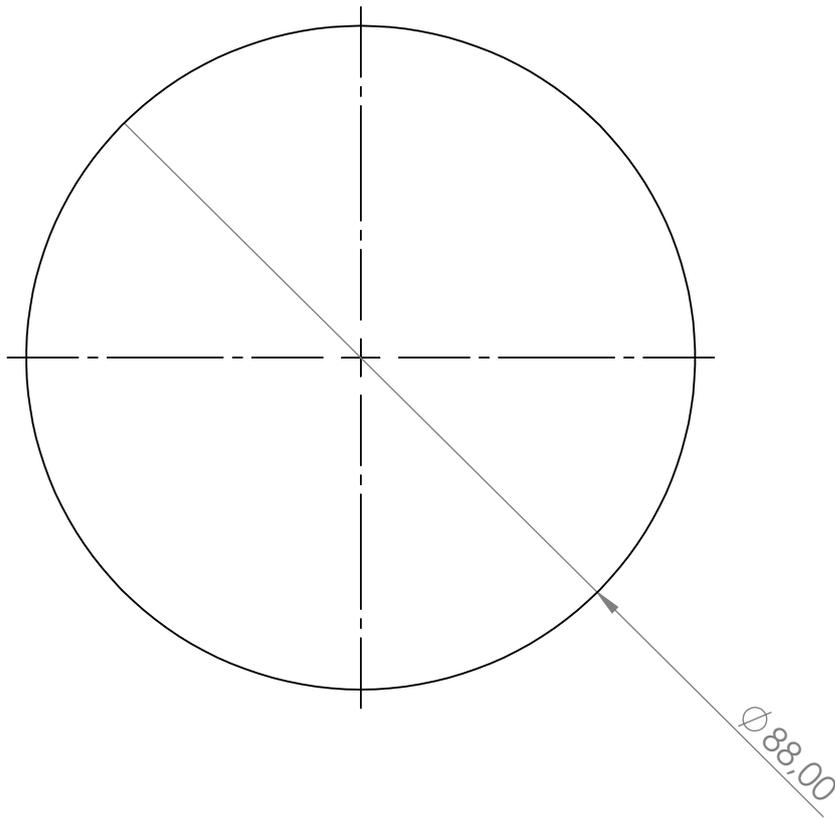


ESCALA 1:5

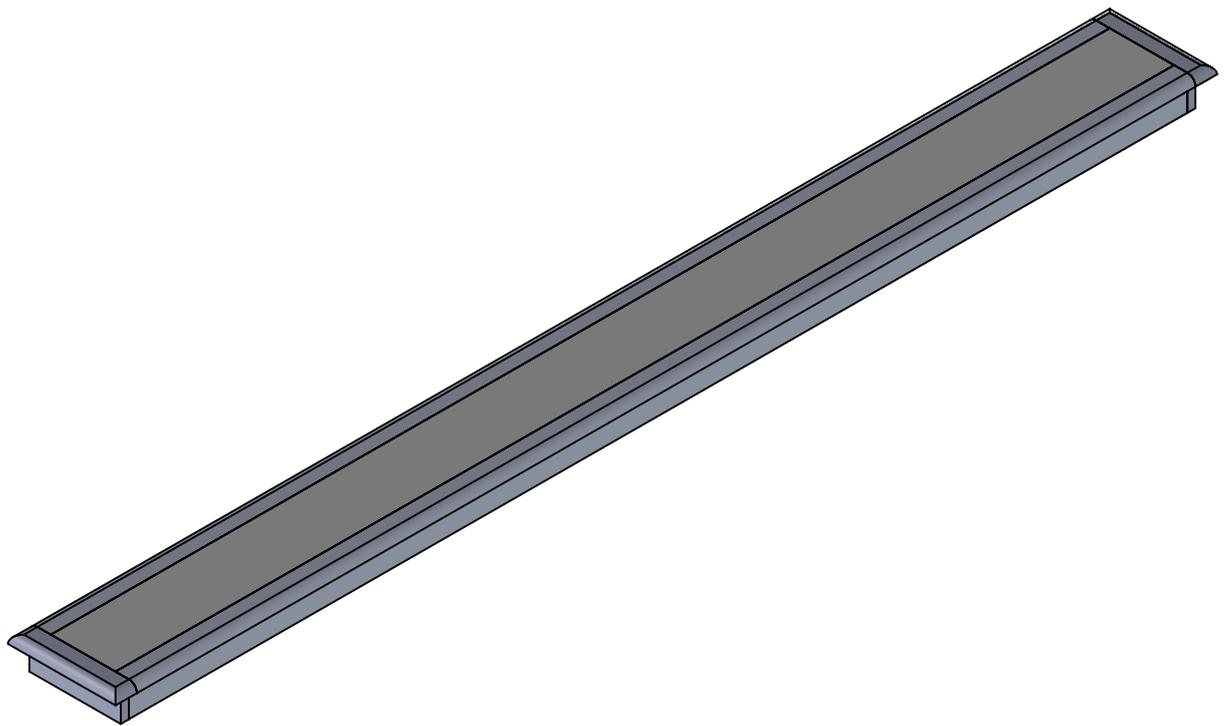
TOLERANCIA ISO 2768-mK	ESCALA 1:2	AUTOR AGUSTÍN ORTS GARCÍA	REVISOR VÍCTOR SANTIAGO
 UNIVERSITAT POLITÀCNICA DE VALÈNCIA		COMPONENTE PIEZA 3	Nº DE IDENTIFICACIÓN EAPV-03
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño		TÍTULO PROTOTIPO EXP-ART	FECHA 29/06/2021
			PLANO 5



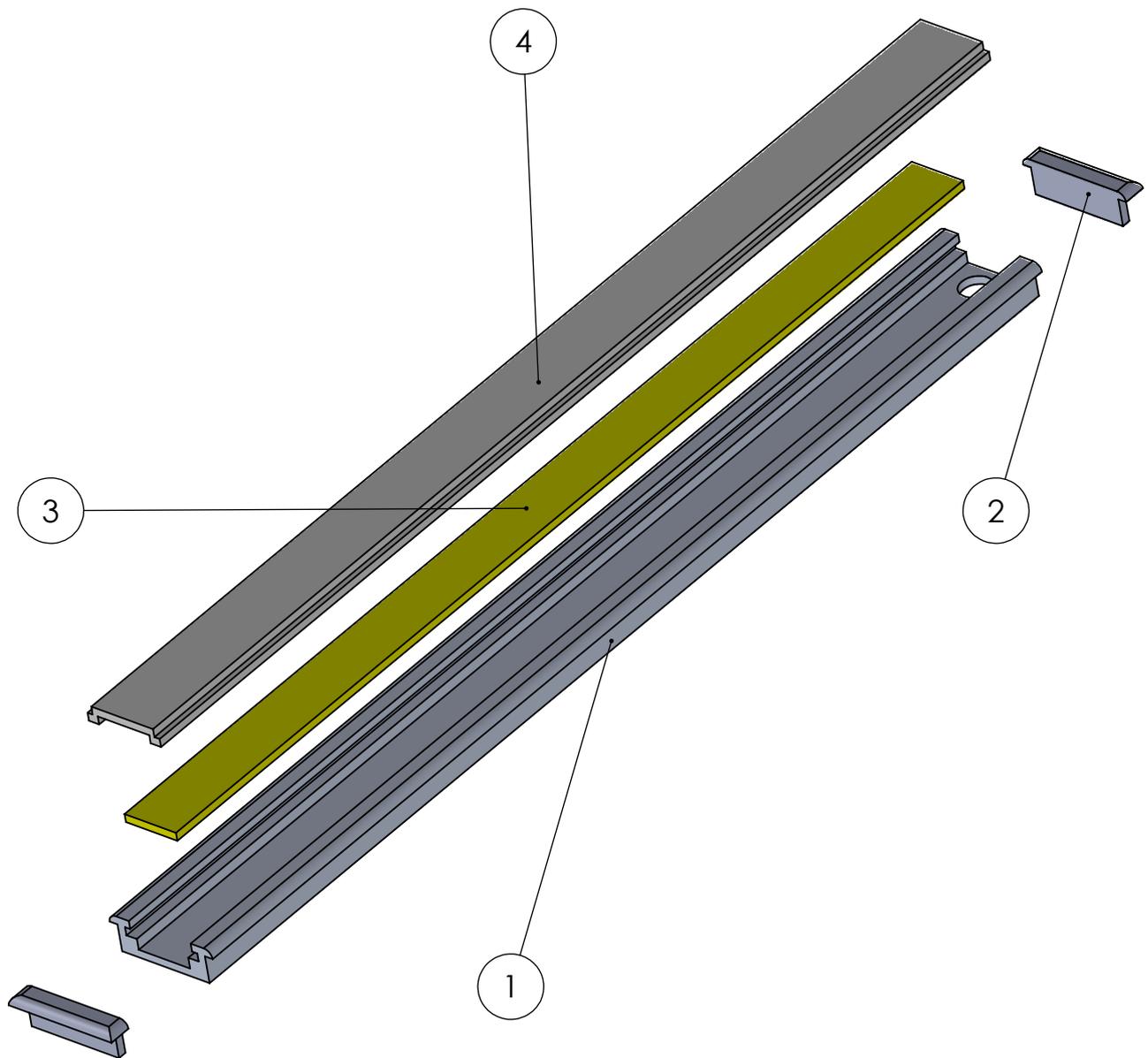
TOLERANCIA ISO 2768-mK	ESCALA 1:2	AUTOR AGUSTÍN ORTS GARCÍA	REVISOR VÍCTOR SANTIAGO
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA		COMPONENTE PIEZA 4	Nº DE IDENTIFICACIÓN EAPV-04 
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño		TÍTULO PROTOTIPO EXP-ART	FECHA 29/06/2021 PLANO 6



TOLERANCIA ISO 2768-mK	ESCALA 1:1	AUTOR AGUSTÍN ORTS GARCÍA	REVISOR VÍCTOR SANTIAGO
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA		COMPONENTE PIEZA 5	Nº DE IDENTIFICACIÓN EAPV-05 
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño		TÍTULO PROTOTIPO EXP-ART	FECHA 29/06/2021 PLANO 7

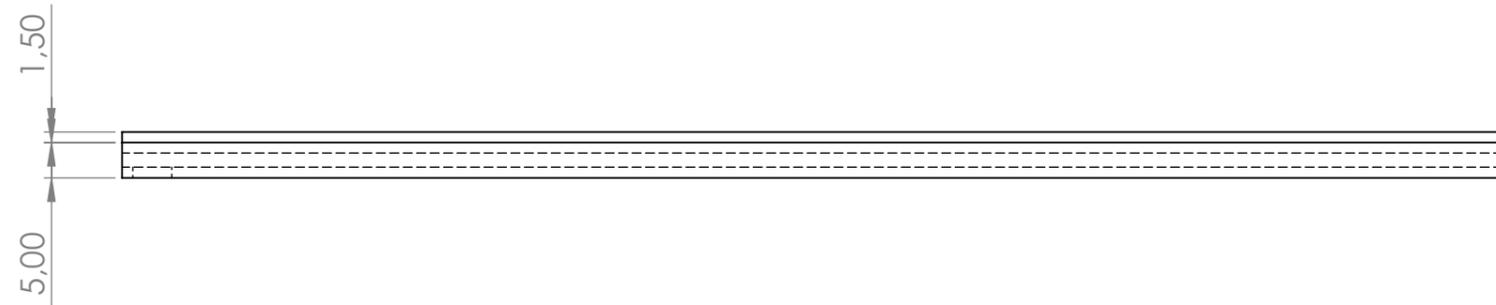
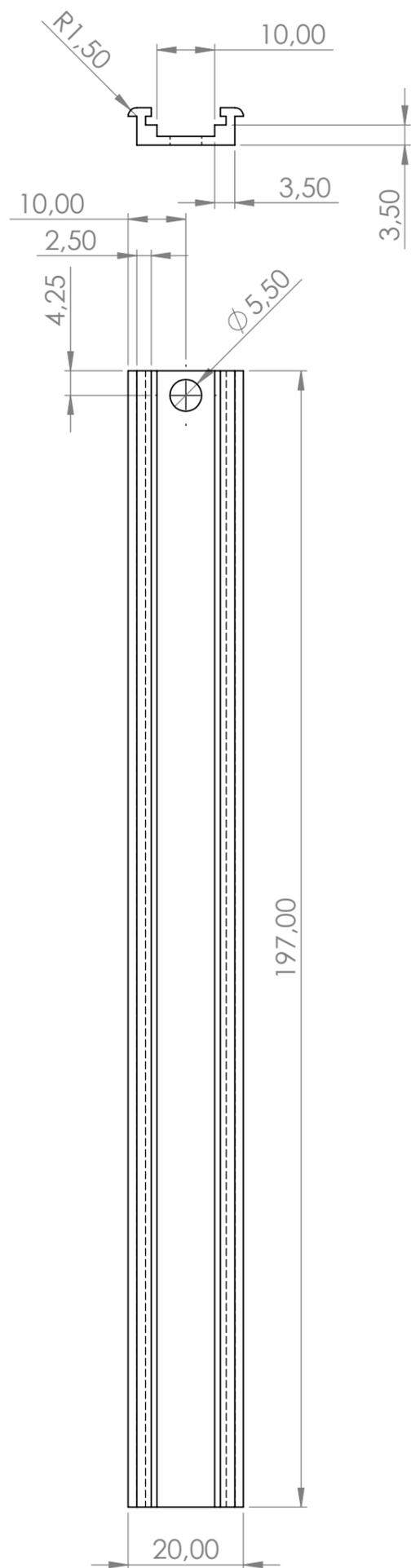


TOLERANCIA ISO 2768-mK	ESCALA 1:1	AUTOR AGUSTÍN ORTS GARCÍA	REVISOR VÍCTOR SANTIAGO
 UNIVERSITAT POLITÀCNICA DE VALÈNCIA	COMPONENTE PERFIL LUMÍNICO	Nº DE IDENTIFICACIÓN EAPC-02	
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	TÍTULO PROTOTIPO EXP-ART	FECHA 29/06/2021	HOJA 8



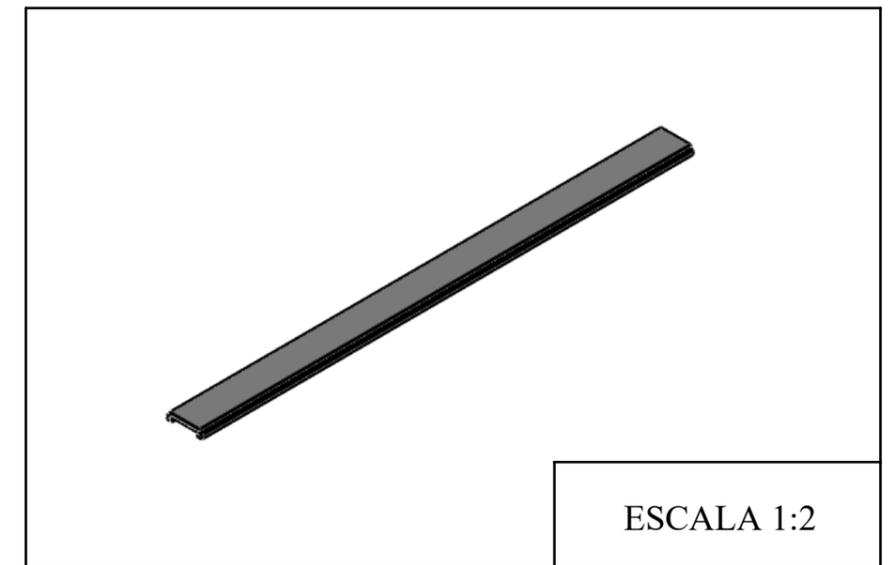
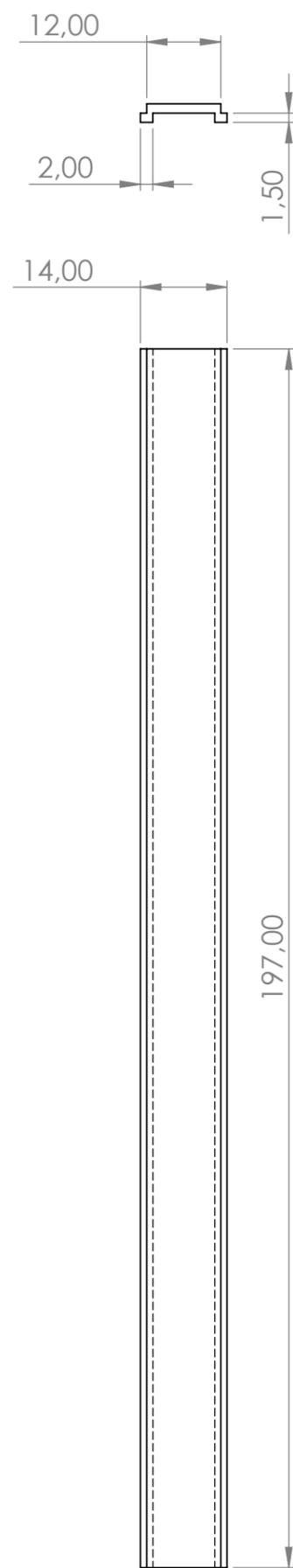
N.º DE ELEMENTO	COMPONENTE	Nº DE IDENTIFICACIÓN	CANTIDAD
1	Perfil aluminio	EAPV-06	1
2	Tapa lateral perfil	EAPV-08	2
3	Tira LED RGB	-	1
4	Tapa superior perfil	EAPV-07	1

TOLERANCIA ISO 2768-mK	ESCALA 1:1	AUTOR AGUSTÍN ORTS GARCÍA	REVISOR VÍCTOR SANTIAGO
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA		COMPONENTE PERFIL LUMÍNICO	Nº DE IDENTIFICACIÓN EAPE-02 
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño		TÍTULO PROTOTIPO EXP-ART	FECHA 29/06/2021 PLANO 9



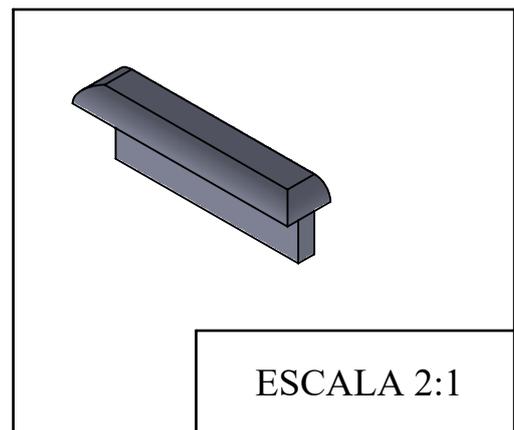
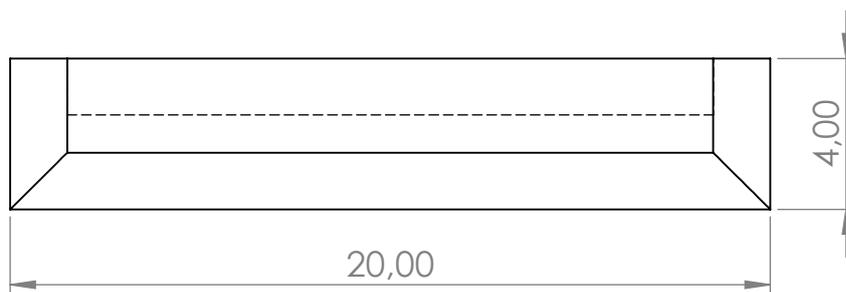
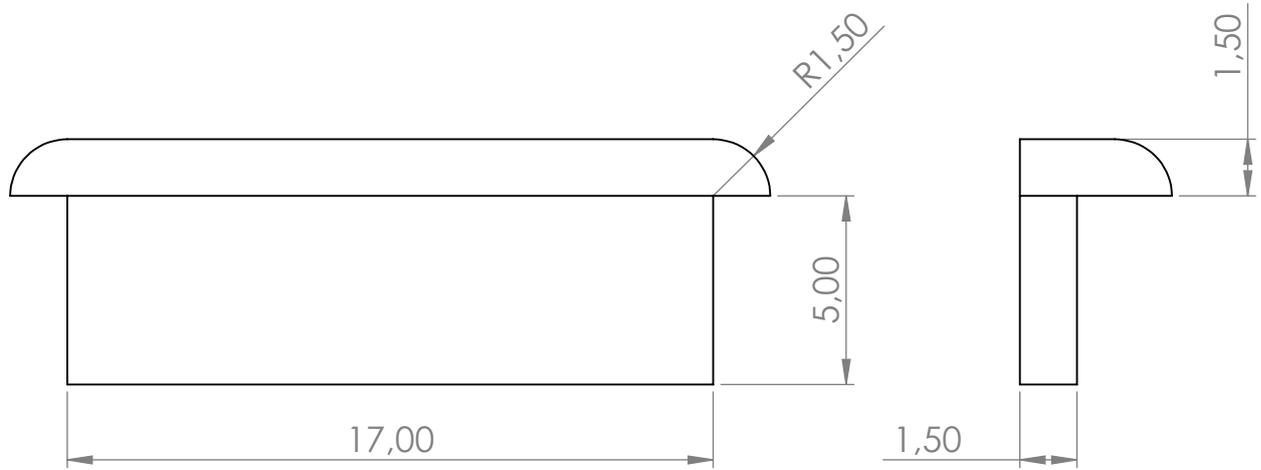
ESCALA 1:2

TOLERANCIA ISO 2768-mK	ESCALA 1:1	AUTOR AGUSTÍN ORTS GARCÍA	REVISOR VÍCTOR SANTIAGO
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	COMPONENTE PERFIL ALUMINIO		Nº DE IDENTIFICACIÓN EAPV-06
	 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	TÍTULO PROTOTIPO EXP-ART	FECHA 29/06/2021

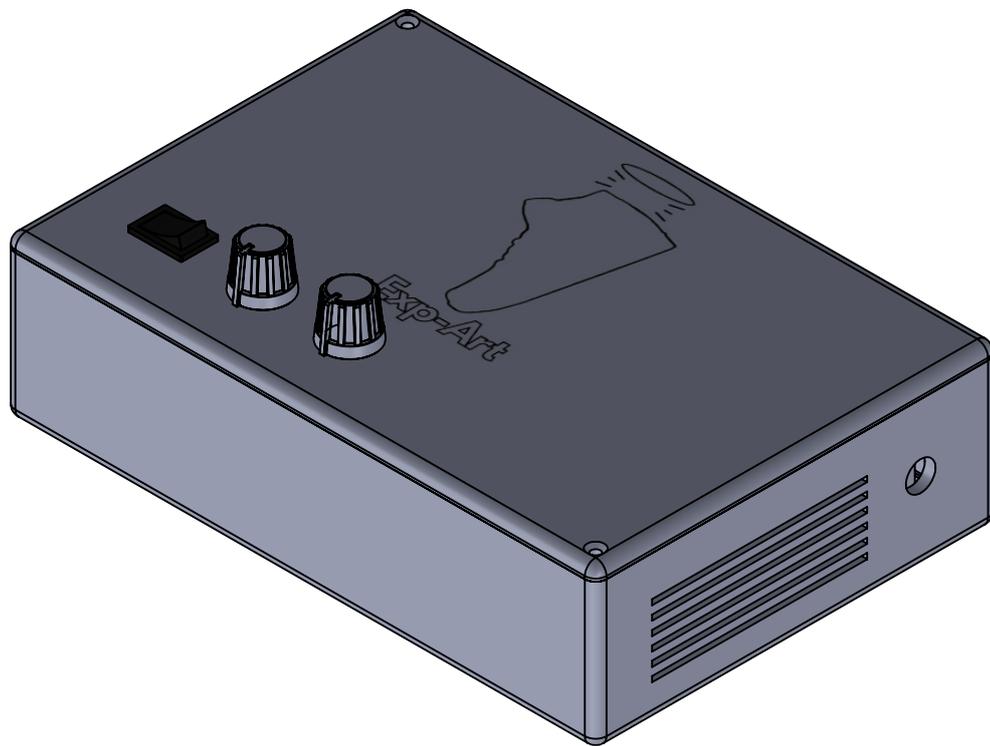


ESCALA 1:2

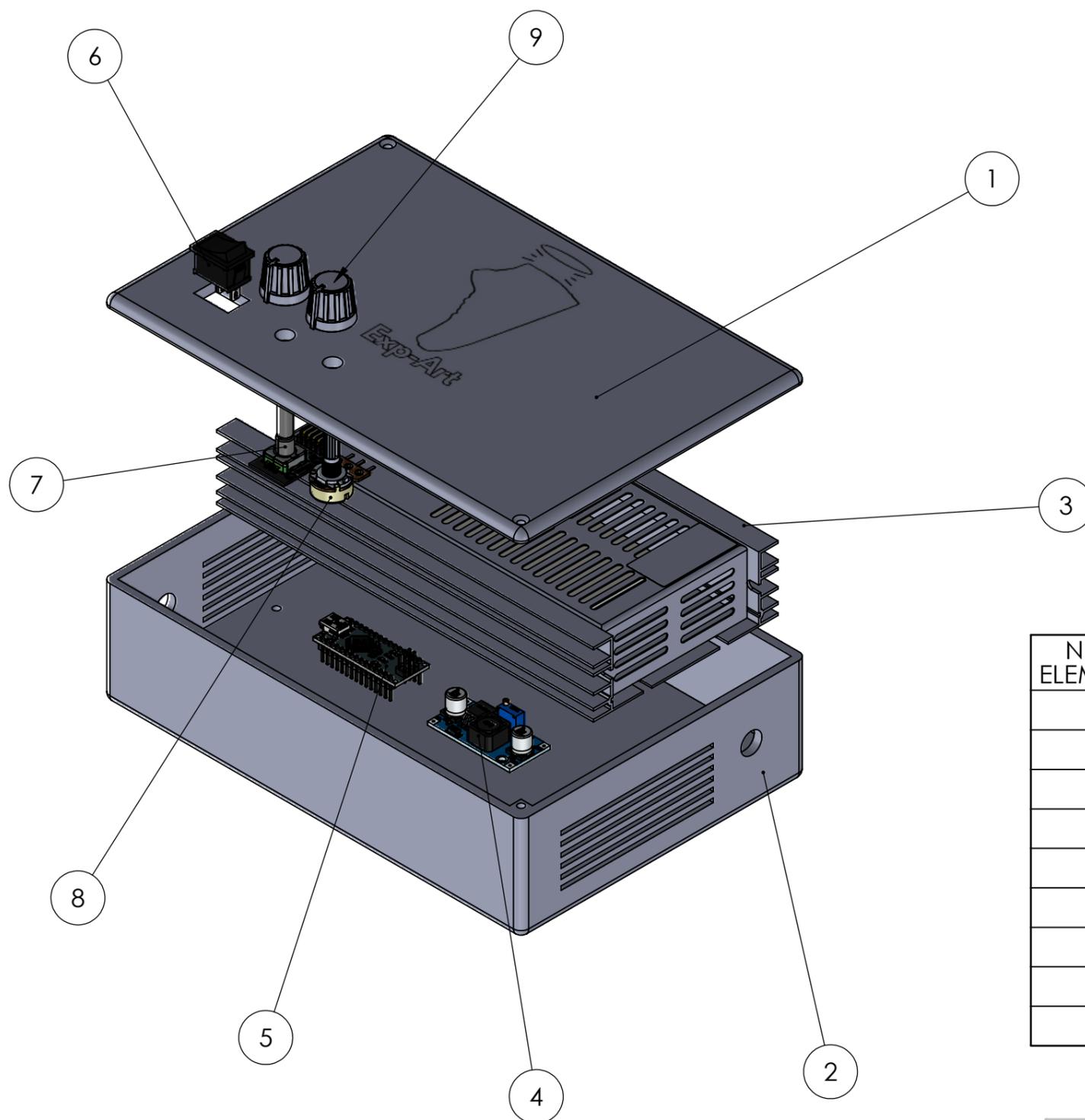
TOLERANCIA ISO 2768-mK	ESCALA 1:1	AUTOR AGUSTÍN ORTS GARCÍA	REVISOR VÍCTOR SANTIAGO
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	COMPONENTE TAPA SUPERIOR		Nº DE IDENTIFICACIÓN EAPV-07
	 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño		TÍTULO PROTOTIPO EXP-ART
		FECHA 29/06/2021	PLANO 11



TOLERANCIA ISO 2768-mK	ESCALA 5:1	AUTOR AGUSTÍN ORTS GARCÍA	REVISOR VÍCTOR SANTIAGO
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA		COMPONENTE TAPA LATERAL	Nº DE IDENTIFICACIÓN EAPV-08 
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño		TÍTULO PROTOTIPO EXP-ART	FECHA 29/06/2021 PLANO 12

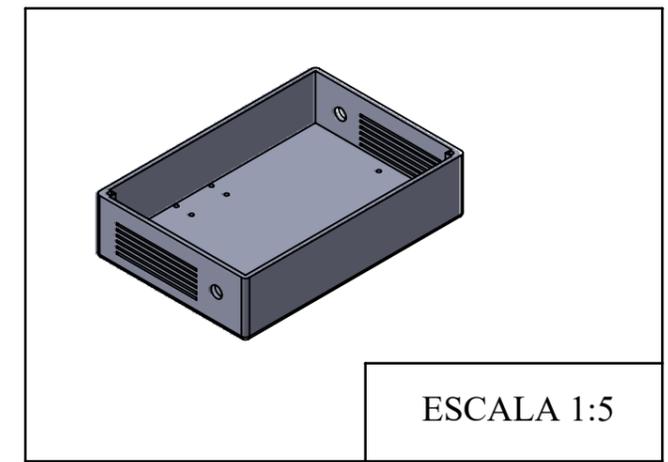
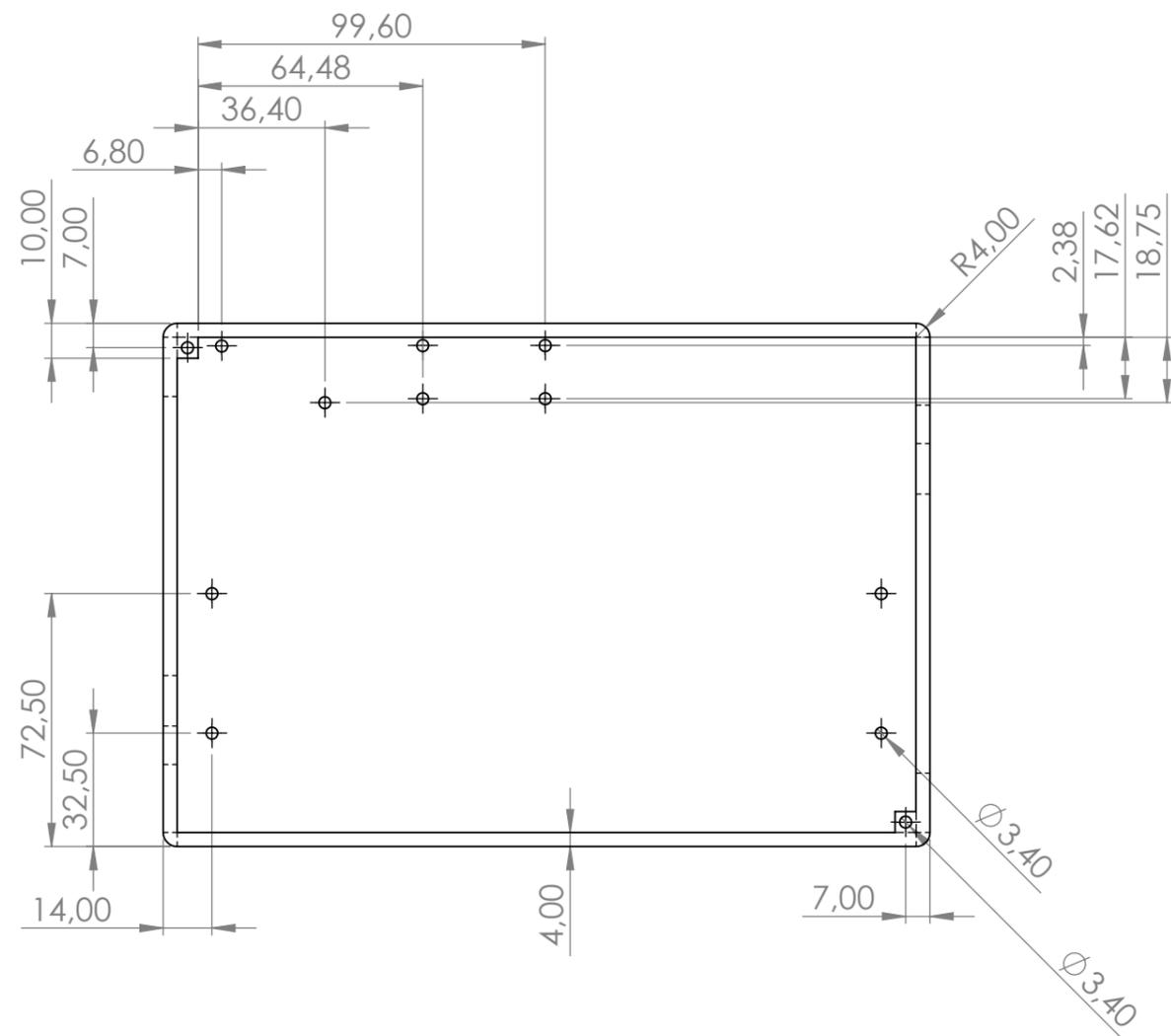
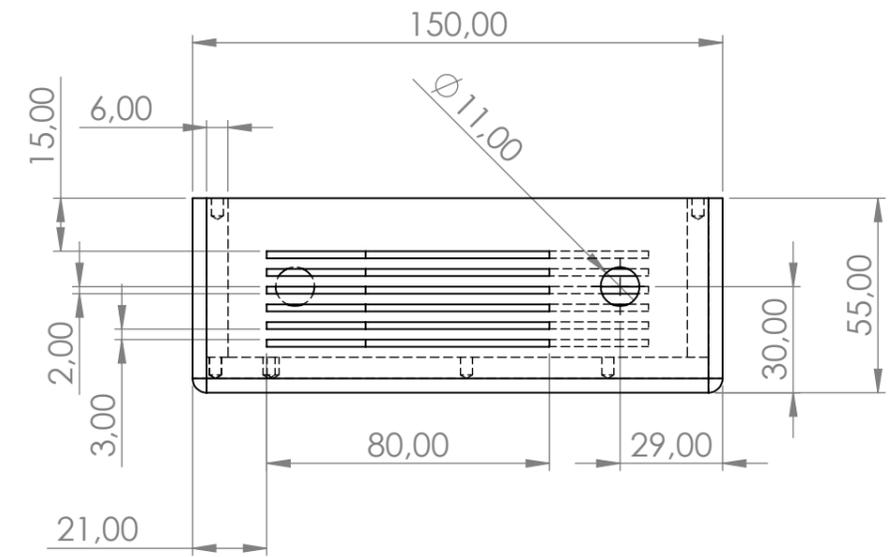
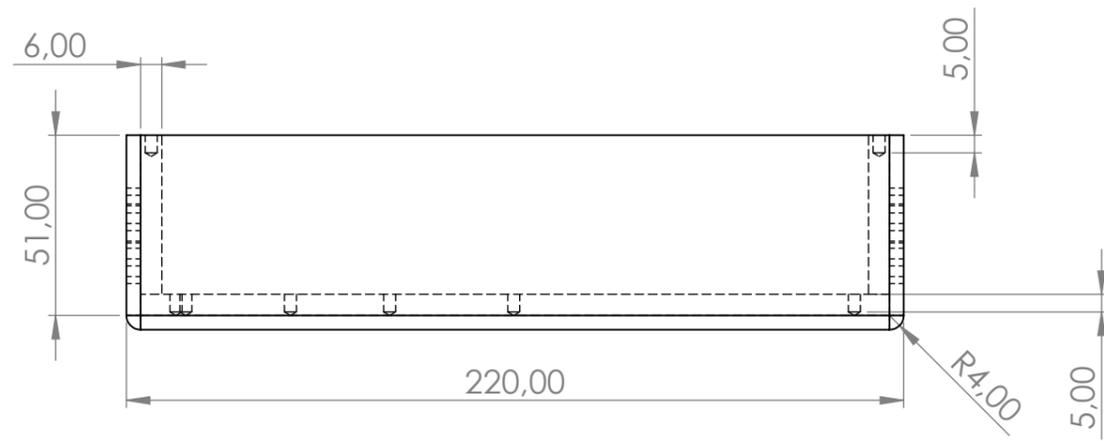


TOLERANCIA ISO 2768-mK	ESCALA 1:2	AUTOR AGUSTÍN ORTS GARCÍA	REVISOR VÍCTOR SANTIAGO	
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA		COMPONENTE SOPORTE CONTROL	Nº DE IDENTIFICACIÓN EAPC-03 	
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño		TÍTULO PROTOTIPO EXP-ART	FECHA 29/06/2021 <table border="1" style="float: right; margin-left: 20px;"> <tr> <td>PLANO 13</td> </tr> </table>	PLANO 13
PLANO 13				

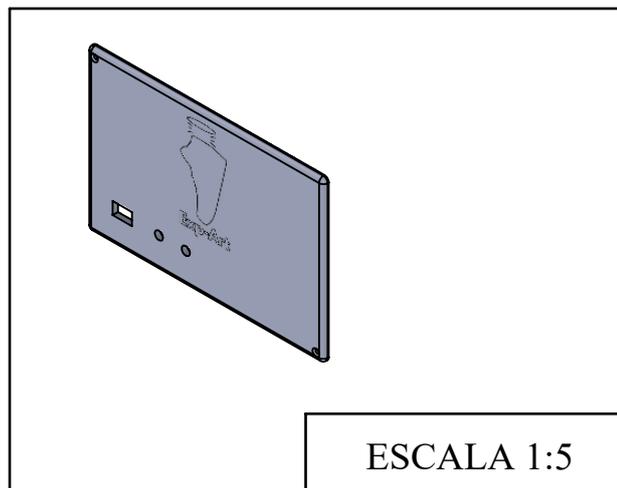
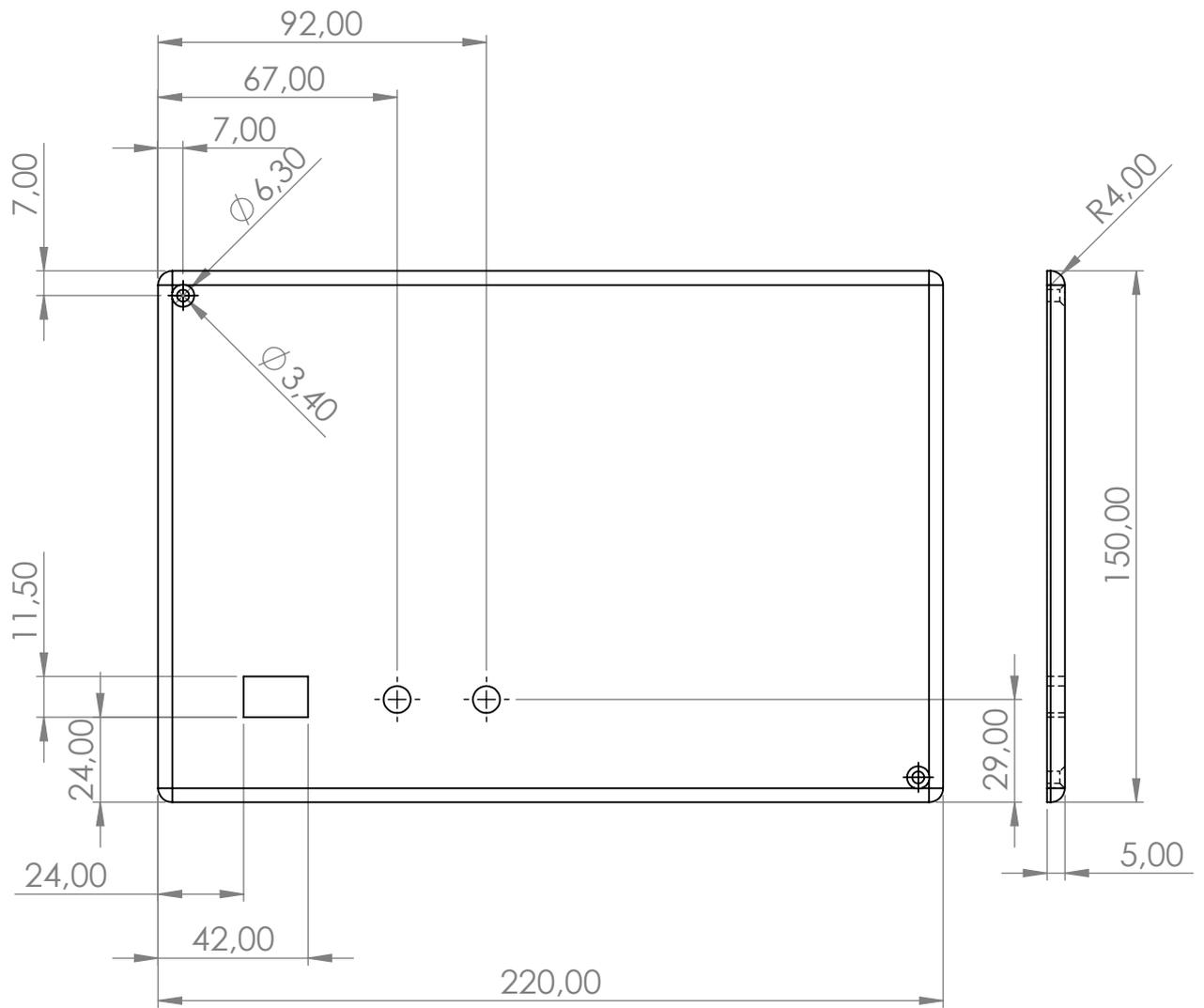


N.º DE ELEMENTO	COMPONENTE	Nº DE IDENTIFICACIÓN	CANTIDAD
3	Soporte control superior	EAPV-10	1
2	Soporte control inferior	EAPV-09	1
3	Fuente de alimentación	-	1
4	Convertidor DC/DC	-	1
5	Arduino NANO	-	1
6	Interruptor basculante	-	1
7	Encoder rotativo	-	1
8	Potenciometro	-	1
9	Perilla	-	2

TOLERANCIA ISO 2768-mK	ESCALA 1:2	AUTOR AGUSTÍN ORTS GARCÍA	REVISOR VÍCTOR SANTIAGO
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA		COMPONENTE SOPORTE CONTROL	Nº DE IDENTIFICACIÓN EAPE-03
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño		TÍTULO PROTOTIPO EXP-ART	FECHA 29/06/2021
			PLANO 14



TOLERANCIA ISO 2768-mK	ESCALA 1:2	AUTOR AGUSTÍN ORTS GARCÍA	REVISOR VÍCTOR SANTIAGO
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	COMPONENTE SOPORTE INFERIOR	Nº DE IDENTIFICACIÓN EAPV-09	 PLANO 15
	TÍTULO PROTOTIPO EXP-ART	FECHA 29/06/2021	



TOLERANCIA ISO 2768-mK	ESCALA 1:2	AUTOR AGUSTÍN ORTS GARCÍA	REVISOR VÍCTOR SANTIAGO
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA		COMPONENTE SOPORTE SUPERIOR	Nº DE IDENTIFICACIÓN EAPV-10 
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño		TÍTULO PROTOTIPO EXP-ART	FECHA 29/06/2021 PLANO 16

9. Condiciones Técnicas. Especificaciones Técnicas

9.1. Objeto

La presente especificación técnica se refiere a la producción de expositores Exp-Art basados en el empleo de campos magnéticos para la sustentación del calzado. En el mismo, se incluye toda la estructura y electrónica que conforma el correcto funcionamiento del dispositivo. Así como aquellas piezas encargadas de alojar los elementos del hardware del expositor.

9.2. Condiciones de los materiales

Los materiales que se detallan a continuación se adquirirán a una empresa distribuidora externa. Razón por la que se realizarán controles únicamente del material recibido, observando el correcto contenido y el embalaje. Verificando que el contenido material concuerda con el pedido realizado y con las especificaciones facilitadas por el fabricante. Certificando que los componentes se encuentran en un estado óptimo para realizar su función una vez instalados.

Con motivo de facilitar la comprensión visual y mejorar la información que se recibe de los materiales que se presentan a continuación, se recomienda complementar los diferentes apartados con el punto 8. Planos, planos relativos a las piezas que se exponen.

9.2.1. Estructura

Parte principal del diseño compuesta por cuatro piezas en las que van alojados algunos componentes del hardware como son los sistemas de levitación magnética y las tiras que ofrecen iluminación al dispositivo.

Pieza 1

Pieza que forma parte de la estructura que conforma la superficie de apoyo del dispositivo construida en madera de arce, variedad Maple Duro. Realizado según planos cuyas dimensiones son 100x100x50mm e incluye los siguientes puntos:

- **Alojamiento para sistema de levitación por campo magnético de repulsión** cuyas dimensiones son 88 mm de diámetro y 40mm de profundidad con un agujero circular centrado desde la parte superior de la pieza. Además de dos taladros M3 para el atornillado del controlador magnético.
- **Taladro para el paso del cableado** en la parte posterior M10 cuyo centro se encuentra a 20mm de la parte inferior y 50mm del lateral. El cual permite la conexión del cableado del circuito con el sistema de levitación 1 (campo de repulsión).
- **Taladros para el ensamblaje de la estructura** formado por dos taladros M6 de 17,5mm de profundidad en la parte posterior de la estructura. Situados a 4mm de la parte inferior y separados una distancia de 20mm desde sus centros.
- **Bordes redondeados** en todas sus aristas exteriores excluyendo las cuatro aristas de la parte posterior de la pieza. Redondeo según planos.

Información complementaria con el apartado de planos EAPV-01.

Pieza 2

Pieza en forma de ele que forma parte de la estructura que conforma la superficie de apoyo del dispositivo construida en madera de arce, variedad Maple Duro. Realizado según planos incluyendo los siguientes puntos:

- **Alojamiento para perfil lumínico** en la parte superior de la pieza con dimensiones 17x5x200mm. Con un taladro M5 que conecta el alojamiento con el taladro principal para el paso del cableado que permite la conexión del circuito con la tira LED.
- **Taladro para el paso del cableado** M10 que recorre todo el interior de la pieza cuyo centro se encuentra a 20mm de la parte inferior y 20mm del lateral. El cual permite la conexión del cableado de los diferentes elementos del circuito. Este taladro llega al exterior en los extremos de la pieza y en la parte posterior de esta. Esta salida posterior, tiene como función la entrada del cableado a la estructura.
- **Taladros para el ensamblaje de la estructura** formado por cuatro taladros M6 de 17,5mm de profundidad en ambos extremos de la pieza. La posición de estos taladros se realiza conforme los planos de la pieza.
- **Bordes redondeados** en todas sus aristas exteriores de la pieza. Redondeo con un radio de 10mm.

Información complementaria con el apartado de planos EAPV-02.

Pieza 3

Pieza en forma de ele que forma parte de la estructura y conforma el apoyo del sistema de levitación por campo magnético de atracción construida en madera de arce, variedad Maple Duro. Realizado según planos incluyendo los siguientes puntos:

- **Alojamiento para perfil lumínico** en la parte superior de la pieza con dimensiones 17x5x200mm. Con un taladro M5 que conecta el alojamiento con el taladro principal para el paso del cableado que permite la conexión del circuito con la tira LED.
- **Taladro para el paso del cableado** M10 que recorre todo el interior de la pieza cuyo centro se encuentra a 20mm de la parte inferior y 20mm del lateral. El cual permite la conexión del cableado de los diferentes elementos del circuito. Este taladro llega al exterior en los extremos de la pieza y en la parte inferior tal como se muestra en plano. Esta salida inferior, tiene como función ayudar a la instalación del cableado debido a que el taladro que recorre la pieza realiza dos cambios de dirección.
- **Taladros para el ensamblaje de la estructura** formado por cuatro taladros M6 de 17,5mm de profundidad en ambos extremos de la pieza. La posición de estos taladros se realiza conforme los planos de la pieza.
- **Bordes redondeados** en todas sus aristas exteriores de la pieza. Redondeo con un radio de 10mm.

Información complementaria con el apartado de planos EAPV-03.

Pieza 4

Pieza que conforma la parte superior de la estructura sobre la que es aloja el sistema de levitación por campo magnético de atracción construida en madera de arce, variedad Maple Duro. Realizada según planos cuyas dimensiones son 100x100x50mm e incluye los siguientes puntos:

- **Alojamiento para sistema de levitación por campo magnético de atracción** cuyas dimensiones son 88 mm de diámetro y 40mm de profundidad con un agujero circular centrado desde la parte inferior de la pieza. Además de dos taladros M3 para el atornillado del controlador magnético.
- **Taladro para el paso del cableado** en la parte posterior M10 cuyo centro se encuentra a 20mm de la parte inferior y 50mm del lateral. El cual permite la conexión del cableado del circuito con el sistema de levitación 2 (campo de atracción).
- **Taladros para el ensamblaje de la estructura** formado por dos taladros M6 de 17,5mm de profundidad en la parte posterior de la estructura. Situados a 4mm de la parte inferior y separados una distancia de 20mm desde sus centros.
- **Bordes redondeados** en todas sus aristas exteriores excluyendo las cuatro aristas de la parte posterior de la pieza. Redondeo según planos.

Información complementaria con el apartado de planos EAPV-04.

Pieza 5

Pieza de construcción plástica ABS de forma circular que actúa como protector ambos sistemas de levitación. Dimensiones 88mm de diámetro y 2mm de espesor.

Información complementaria con el apartado de planos EAPV-05.

Perfil aluminio

Componente de aluminio encargado de la protección y sujeción de las tiras lumínicas. Con unas dimensiones de 17cm de longitud.

- **Taladro para el paso del cableado** M5 posicionado conforme planos. El cual permite la conexión del cableado del circuito con el sistema de iluminación.

Información complementaria con el apartado de planos EAPV-09.

Espigas

Componente genérico de M6 y longitud 3cm, construido en madera. Pieza estriada que tiene la función de la unión de las piezas de maderas que forman la estructura del dispositivo.

9.2.2. Soporte Hardware

Caja plástica de acabado negro mate compuesta por dos piezas en las que van alojados aquellos componentes encargados de la electrónica de potencia y del control del dispositivo. Ofreciendo desde esta caja que va conectada a la estructura mediante cableado la interfaz de control al usuario.

Parte inferior del soporte de control

Pieza que conforma la parte superior de la estructura que soporta el hardware de alimentación y sobre la que es alojan los elementos que componen la interfaz de control para el usuario, fabricada en material plástico ABS en acabado negro mate. Realizada según planos cuyas dimensiones son 220x150x55 e incluye los siguientes puntos:

- **Alojamiento para sistema de control y la electrónica de potencia** ajustando el tamaño de la caja diseñada para el soporte de la fuente de alimentación, convertidor DC/DC y parte inferior de la pieza. Además de diez taladros M3 para el atornillado a los elementos mencionados a la parte inferior de la caja, realizados según planos. Permitiendo el conexionado y distribución del cableado.
- **Taladros para el paso del cableado** M10 situados en laterales opuestos de la caja tal como se muestra en planos. El cual permite la conexión del cableado proveniente de la red con la electrónica de potencia y el sistema de control por un lateral. Y la salida del cableado desde los elementos del interior de la caja a la estructura del expositor de calzado.
- **Taladros para el cierre de la caja** M3 situados en la parte superior de la pieza en esquinas opuestas tal como se muestra en planos de 5mm de profundidad. Los cuales permiten la unión de las dos piezas que componen la caja mediante tornillería
- **Ranuras de ventilación** situadas a ambos lados del soporte de control de dimensiones 2x80mm separadas 3mm entre sí según planos. Las cuales permiten la refrigeración del equipo electrónico del interior.
- **Bordes redondeados** en todas sus aristas exteriores excluyendo las cuatro aristas de la parte superior de la pieza. Redondeo con un radio de 4mm.

Información complementaria con el apartado de planos EAPV-09.

Parte superior de la tapa de control

Pieza que conforma la parte inferior de la caja en la que es alojan los elementos que componen la interfaz de control para el usuario, fabricada en material plástico ABS en acabado negro mate. Realizada según planos cuyas dimensiones son 220x150x5mm e incluye los siguientes puntos:

- **Soporte de la interfaz de usuario** alojando el interruptor basculante de encendido y apagado del sistema. Además del potenciómetro y el conder rotativo, posicionados según planos. Permitiendo el conexionado y distribución del cableado.

- **Taladros para el cierre de la caja** M3 situados en la parte superior de la pieza en esquinas opuestas tal como se muestra en planos. Los cuales permiten la unión de las dos piezas que componen la caja mediante tornillería
- **Bordes redondeados** en todas sus aristas exteriores excluyendo las cuatro aristas de la parte inferior de la pieza. Redondeo con un radio de 4mm.

Información complementaria con el apartado de planos EAPV-10.

9.2.3. Electrónica de potencia

Clavija tipo F

- Conexión a tierra: No
- Compatibilidad con clavijas: E y F
- Contactos redondos: 4 - 4,8mm
- Amperaje: 2,5 – 16^a
- Cumplimiento de normativa: CCE 7/16, CCE 7/17 y RoHS

Fuente de alimentación

- Material de construcción: Aluminio
- Grado de protección: IP25
- Medidas: 198x97x42mm
- Peso: 430g
- Voltaje nominal salida: 12V
- Intensidad nominal de salida: 10A
- Potencia: 120W
- Frecuencia de trabajo: 50 – 60 Hz
- Rango de temperatura: (-20) – (+60)^oC
- Cumplimiento de normativa: CE y RoHS

Interruptor basculante

- Corriente de trabajo: DC
- Nº de pines: 2
- Nº de posiciones: 2
- Medidas: 10x15x10mm
- Peso: 10g
- Voltaje nominal: 12V
- Intensidad nominal: 16A
- Cumplimiento de normativa: CE y RoHS

Convertidor DC/DC

- Tipo de convertidor: Buck (Step Down)
- Protección de cortocircuito: Sí, hasta 5A
- Protección limitadora de corriente: Sí
- Protección frente a inversión de polaridad: No
- Medidas: 43x20x14mm

- Peso: 13g
- Voltaje entrada: 4,5 - 40V
- Voltaje de salida: 1,5 – 35V
- Corriente máxima de salida: 3A
- Frecuencia de trabajo: 150kHz
- Cumplimiento de normativa: CE y RoHs

Figura 30: Voltaje y corriente de salida del convertidor en función de la temperatura.

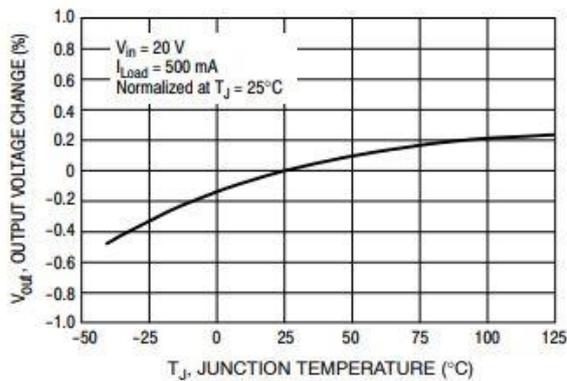


Figure 2. Normalized Output Voltage

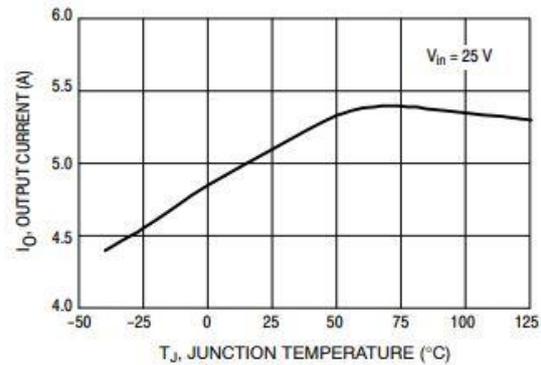


Figure 5. Current Limit

Gráficas tomadas del Datasheet del convertidor DC/DC Buck LM2596

9.2.4. Sistema levitación mediante campo magnético

Sistema levitación por campo magnético de atracción

- Voltaje de entrada: 12V
- Intensidad de entrada: 2A
- Potencia: 24W
- Peso máximo suspendido: 500g
- Dimensiones: 8,8øx2,7cm
- Altura de suspensión: 1,7 – 2cm
- Cumplimiento de normativa: CE y UNE-EN 50364:2018

Sistema levitación por campo magnético de repulsión

- Voltaje de entrada: 12V
- Intensidad de entrada: 2A
- Potencia: 24W
- Peso máximo suspendido: 500g
- Dimensiones: 8,8øx2,7cm
- Altura de suspensión: 1,7 – 2cm
- Cumplimiento de normativa: CE y UNE-EN 50364:2018

9.2.5. Sistema iluminación

Arduino NANO

- Microprocesador: Atmel ATmega328p
- Pines digitales: 14
- Pines analógicos: 8
- Pines de reinicio: 2
- Pines de potencia: 6
- Consumo de energía: 19mA
- Dimensiones: 45x18x10,5mm
- Peso: 5g
- Voltaje de operación: 5V
- Memoria FLASH: 32Kb
- Velocidad del reloj: 16MHz
- Cumplimiento de normativa: CE y RoHs

Potenciómetro

- Voltaje de trabajo: 5V
- Número de pulsos por vuelta: 20
- Sentidos de cuenta: positivo y negativo
- Cumplimiento de normativa: CE y RoHs

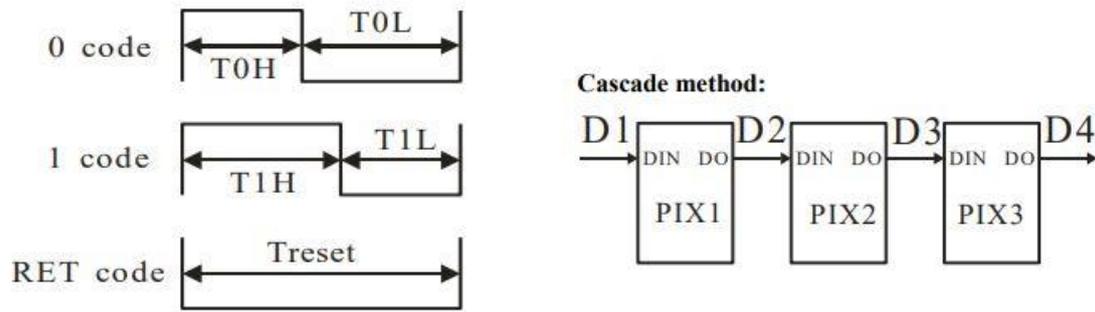
Encoder rotativo

- Voltaje de trabajo: 5V
- Número de pulsos por vuelta: 20
- Sentidos de cuenta: positivo y negativo
- Dimensiones: 20x6mm
- Longitud: 10m
- Ancho para LED: 12mm
- Cumplimiento de normativa: CE y RoHs

Tira LED RGB

- Chip controlador: WS2812B IC
- Rango tonos: 255
- Tira adhesiva posterior 3M
- Divisible: cada 17mm
- Voltaje de trabajo: 5V
- Potencia: 14,4W/m
- Ancho: 10mm
- Longitud del rollo: 5m
- Cantidad LED: 60LED/m
- Cumplimiento de normativo: CE y RoHs

Figura 31: Niveles de control del chip lumínico.



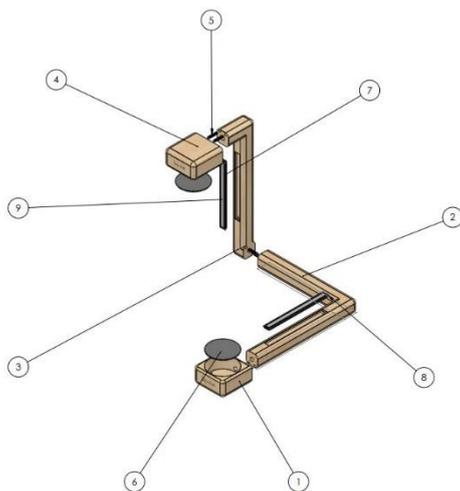
Gráficas tomadas del Datasheet del chip LED WS2812B IC.

9.3. Condiciones de la ejecución

9.3.1. Descripción del proceso de ejecución

- I. El ensamblaje de la estructura principal se realizará a partir de la pieza 2 (EAPV-02) en posición horizontal a la que se unirán las piezas 1 y 3 (EAPV-01 y EAPV-03) según planos. Mediante el empleo de espigas de madera y cola para madera.
- II. Se debe unir la pieza 4 (EAPV-04) al extremo de la pieza 3 (EAPV-03) según planos. Mediante el empleo de espigas de madera y cola para madera.

Figura 32: Elementos de la estructura principal.



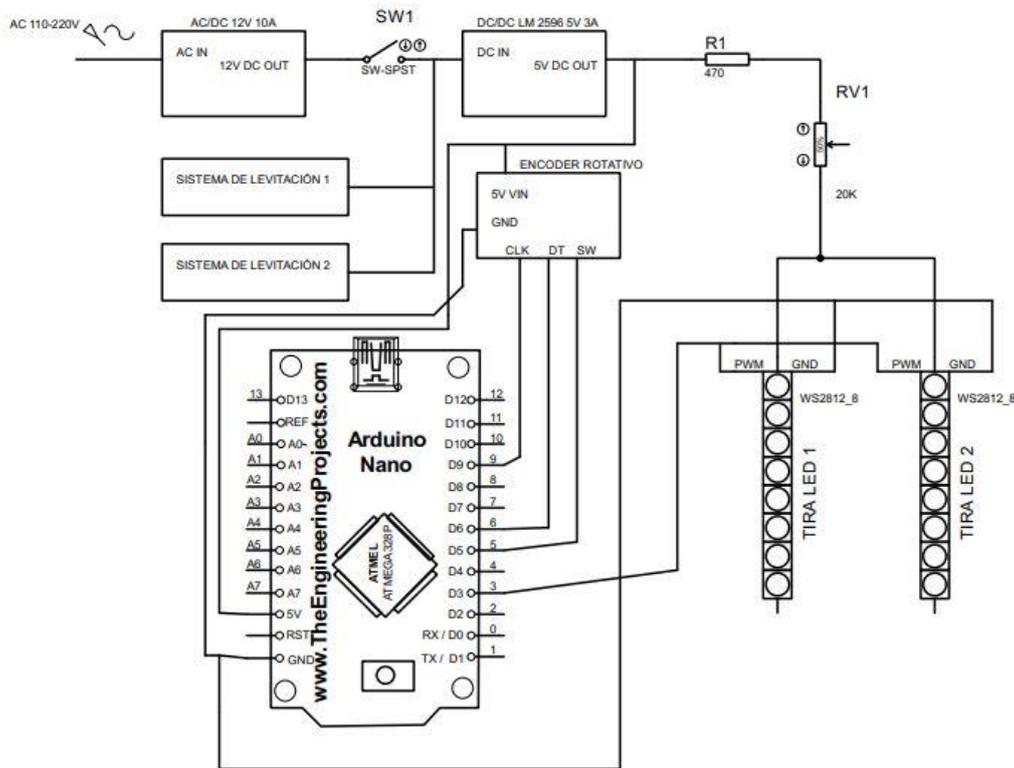
N.º DE ELEMENTO	COMPONENTE	Nº DE IDENTIFICACIÓN	CANTIDAD
1	Pieza 1	EAPV-01	1
2	Pieza 2	EAPV-02	1
3	Pieza 3	EAPV-03	1
4	Pieza 4	EAPV-04	1
5	Espiga 6mm	-	6
6	Tapa mecanismo levitación	EAPV-05	2
7	Perfil aluminio	EAPV-06	2
8	Tapa lateral perfil	EAPV-08	4
9	Tapa superior perfil	EAPV-07	2

Figura de elaboración propia mediante el programa SolidWorks.

- III. Deberán respetarse las condiciones de secado y el tiempo de las piezas unidas mediante encolado.
- IV. Se aplicará una capa protectora para mejorar el acabado y aumentar la vida útil de la madera que forma la estructura.

- V. Una vez se hayan secado completamente las uniones de las piezas de la estructura se incorporará el perfil de aluminio y las tapas laterales (EAPV-06 y EAPV-08) mediante un pegamento bicomponente. Respetando la orientación del perfil tal como se muestra en planos (EAPE-01) para hacer coincidir el orificio del perfil con el de la estructura.
- VI. Posteriormente, se encajarán ambos sistemas de levitación en sus respectivos soportes. Asegurando los elementos a la estructura mediante tornillería.
- VII. Se prepararán dos tiras LED RGB con una dimensión de 17cm cada una para su instalación en su respectivo perfil. Uniendo los tramos de estas longitudes a la parte inferior de cada perfil de aluminio mediante la tira adhesiva inferior 3M que poseen estos elementos lumínicos.
- VIII. Se deberá preparar todo el cableado del dispositivo, desde la clavija tipo F hasta el soporte de control. Y posteriormente, del soporte de control hasta la estructura, distribuyendo el cableado por el interior de la misma hasta cada posición de los elementos del hardware. Proceso en el que se protegerá todo el cableado del dispositivo mediante aislante retráctil según se vaya colocando el cableado.
- IX. Una vez se realicen estos procesos en la estructura principal, se partirá de la pieza inferior del soporte de control (EAPV-09) para la incorporación de la fuente de alimentación, el convertidor DC/DC y la placa Arduino NANO. Elementos que se unirán a esta pieza mediante tornillería.
- X. Se partirá de la pieza superior del soporte de control (EAPV-10) para incorporar el interruptor basculante, encoder rotativo y potenciómetro a la misma. Componentes que se fijarán a esta pieza mediante pegamento bicomponente.
- XI. Cuando todos los componentes del hardware se encuentren fijados en su posición, se realizarán las conexiones del soporte de control. Se conectará el cableado proveniente de la clavija tipo F (conexión red eléctrica) a la entrada de la fuente de alimentación. La salida de la fuente de alimentación deberá suministrar corriente a ambos sistemas de levitación y al convertidor DC/DC pero irá previamente conexiónada al interruptor basculante para la conexión y desconexión del circuito. Unión producida mediante soldadura de estaño
- XII. Seguidamente, se realizarán las conexiones dependientes del convertidor que trabajan a 5V. Conectando la placa Arduino al encoder rotativo, potenciómetro y al cableado que alimenta la iluminación. Unión producida mediante soldadura de estaño
- XIII. Se deberá conexionar los elementos de la estructura al circuito mediante el cableado que se ha incorporado a la estructura en procesos anteriores. Uniendo al circuito los elementos del sistema de levitación y las tiras lumínicas. Unión producida mediante soldadura de estaño.

Figura 33: Esquema eléctrico del prototipo Exp-Art.



Esquema de elaboración propia a partir del software Proteus 8.

- XIV. Se realizará una prueba rápida del funcionamiento del circuito.
- XV. Una vez realizada la prueba y con todos los elementos conexcionados, se instala la tapa superior del perfil lumínico que quedará encajada por presión en su posición de trabajo.
- XVI. Se incorporará la pieza 5 (EAPV-05) a su posición conforme planos protegiendo el sistema de levitación. Fijación que se realizará mediante pegamento bicomponente.
- XVII. Finalmente, se deberá cerrar el soporte de control, uniendo la parte superior e inferior mediante tornillería.

9.3.2. Controles de calidad del proceso de ejecución

Comprobación de la unión y anclaje de los elementos tanto estructurales como electrónicos. Control que se realizará en uno de cada diez expositores Exp-Art una vez la estructura del producto este totalmente montada y los elementos de hardware se encuentren anclados a la misma y la caja que contiene el hardware de alimentación y control. Se comprueba que las uniones entre piezas son firmes. Respecto al hardware, se verificará que no existe ningún elemento suelto o débil en su anclaje a la estructura. Se inspeccionará mediante pinzas ejerciendo presión y movimiento sobre los elementos para verificar su fijación.

Comprobación del conexionado del circuito, analizando uno de cada diez expositores de calzado producidos una vez se haya conexionado todos los elementos que forman parte del hardware del equipo. Se deberá verificar todas las conexiones mediante tester, comprobando que las soldaduras de estaño que conectan los elementos del sistema presentan una conexión buena y segura.

Comprobación del mecanismo levitación, análisis que se realizará a uno de cada veinte expositores una vez el sistema de levitación se encuentre totalmente montado. De esta forma, se emplearán calzados de diferentes pesajes entre 300g y 500g, verificando que el sistema responde conforme a especificaciones. Además, se verificará que los zapatos puedan realizar un giro de 360º sin que ningún elemento impida el giro y el sistema generador del campo magnético responda correctamente manteniendo el calzado en suspensión.

Comprobación elementos de control de usuario, revisando uno de cada veinte dispositivos con la electrónica instalada en la estructura. Se realizarán cinco pruebas de encendido, cinco cambios de tonalidad mediante el giro del encoder rotativo y cinco cambios de intensidad mediante el giro del potenciómetro. Comprobando que los elementos responden conforme a su función en el equipo. Verificando además que los elementos giran y se pulsan libremente sin resistencias ni quedar atascados en el movimiento.

Comprobación acabados, analizando uno de cada veinte expositores de calzado producidos. Con la unidad totalmente acabada se revisan los acabados del producto, centrandose en los cantos redondeados, el barniz de protección y los acabados de la carcasa realizada en ABS. Cerciorándose de que la unidad no tenga cantos con desperfectos que no sean agradables al tacto. Además de observar el estado barniz de la estructura y el ABS de la carcasa plástica verificando que no existen cambios de tonalidad o áreas defectuosas.

Comprobación de normativa, se revisará una unidad de cada cincuenta producidas, verificando que se encuentra dentro de la normativa vigente (verificando características técnicas). Respetando el marcado CE que permitirá su posterior venta. Si se diera algún problema en una unidad se revisará otra unidad aleatoria del mismo lote. En el caso que la segunda unidad seleccionada no superara la prueba se procedería a revisar el lote de producción completo.

9.4. Pruebas de servicio

9.4.1. Prueba de funcionamiento regular

Esta primera prueba de servicio consistirá en la verificación del correcto funcionamiento de las funciones del dispositivo. La prueba se realizará de manera totalmente manual a uno de cada cinco respiradores producidos.

Para ello, un operario conectará el expositor Exp-Art a la red eléctrica para su alimentación y posteriormente se realizarán las siguientes acciones:

- Encendido y apagado (5 veces)
- Regulación intensidad lumínica (5 cambios de intensidad)
- Regulación tonalidad lumínica (5 cambios de intensidad)
- Distancia levitación respecto a la estructura con calzado 400g: 1,7 - 2cm

En caso de que el funcionamiento del dispositivo no sea el correcto, incumpliendo las especificaciones o no realizando correctamente alguna de las acciones será condición de no aceptación automática.

En caso de que la prueba mencionada obtenga un resultado negativo se procederá a la revisión de un segundo producto del mismo lote, para verificar que no se trata de un error en la producción del lote sino un problema específico en la unidad producida. Si el segundo dispositivo obtuviera un resultado negativo en la prueba se deberá analizar con detenimiento el funcionamiento del 25% del lote producido, escogiéndose las unidades a comprobar de forma aleatoria.

9.4.2. Prueba de funcionamiento prolongado

Esta segunda prueba se realizará una vez los lotes de producción hayan superado con éxito la prueba de funcionamiento regular. La prueba consistirá en el mantener el expositor de calzado en un uso prolongado que comportará un periodo de 10 horas. Realizando variaciones en el control de iluminación y comprobando la distancia de levitación respecto a la estructura cada hora. Para ello se escoge una unidad de cada lote para esta prueba con el objetivo de verificar que no existen problemas en las funciones del expositor de calzado.

En caso de que la prueba de funcionamiento prolongado obtenga un resultado negativo se procederá a la revisión de un segundo producto del mismo lote, para verificar que no se trata de un error en la producción del lote sino un problema específico en la unidad producida. Si el segundo dispositivo obtuviera un resultado negativo en la prueba se deberá analizar con detenimiento el funcionamiento del 5% del lote producido, escogiéndose las unidades a comprobar de forma aleatoria.

9.5. Pruebas de seguridad

El expositor Exp-Art estará provisto del certificado de conformidad de europea en el etiquetado y prospecto del dispositivo que declaren la conformidad del mismo con los requisitos de seguridad, eficacia y calidad establecidos por legislación.

Se diseña y fabrica de tal forma que su empleo no comprometa la salud de los usuarios que se encuentren en un área cercana al producto en su uso. Para ello se emplean componentes que cuentan con la normativa RoHs y el marcado CE. Además, aquellos elementos que generan campo magnético respetan la normativa UNE-EN 50364:2018, respetando el estudio relativo a dicha norma UNE-EN 62369-1:2011.

En los ensayos y pruebas de servicio se comprueba el correcto funcionamiento del equipo. Revisando que el producto no supone ninguna amenaza a nivel de salud en seres vivos. Verificando que los parámetros eléctricos y de campo magnético se encuentran por debajo de los valores que marcan las diferentes normativas.

Avalando por tanto que el uso del producto es seguro y no supone ningún daño para ningún ser vivo.

9.6. Condiciones de la entrega

9.6.1. Embalaje

El expositor de calzado se suministrará en un envoltorio específico, que incluirá en su interior el propio dispositivo y las instrucciones de empleo, manejo y advertencias de este. Este embalaje se compone de una caja de cartón de dimensiones 420x360x360mm y dos piezas de celulosa moldeada de 50mm con la silueta en negativo de la parte superior e inferior de la estructura para la correcta sujeción y protección del equipo. Estas piezas de celulosa moldeada aparte de aportar estabilidad a la baja para su almacenaje centran la protección de los golpes que pudiera recibir el embalaje en su transporte y almacenamiento.

Asimismo, tanto la caja exterior como ambas partes de celulosa moldeada se deben fabricar íntegramente con materia prima reciclada y sin aplicar tintes para mejorar su posterior reciclaje. Incluyendo la simbología que verifica ser un embalaje 100% reciclado y reciclable.

En la caja exterior debe ir adherida una impresión del logotipo y nombre del producto en una cara frontal. Se incluirá en los laterales adhesivos indicativos de producto frágil para advertir su manipulación. Al igual que los adhesivos laterales que informan las advertencias de almacenamiento.

9.6.2. Transporte

Para desplazamientos internos se emplearán transpaletas manuales o eléctricas, limitando el transporte a un palé y sin superar la carga máxima permitida indicada por el fabricante.

En cuanto al transporte fuera de la fábrica, el dispositivo puede ser transportado por medio terrestre, marítimo o aéreo según el tamaño de pedido y costes del transporte. Siempre que se

aseguren las condiciones de envío de mercancía frágil. De tal forma que se fije el material para evitar golpes que puedan dañar la carga o comprometer el funcionamiento del producto.

Siempre que se considere necesario se solicitará a la empresa logística el empleo de un seguro que asegure la entrega y estado de la carga.

9.6.3. Almacenamiento

El almacenamiento implicará el uso de palés, para el apilado de los productos ya embalados, limitando la carga de los palés a doce productos en tres alturas de cuatro productos en cada altura. De forma que las cajas de productos se apilen con un máximo de dos cajas en su parte superior. Las cajas se posicionarán para su almacenamiento tal como se indica en los adhesivos laterales de la misma, en la posición natural de trabajo.

Una vez cargado el palé, las cajas deberán unirse al este y entre si mediante un plástico film transparente que facilite y asegure el movimiento y almacenaje del palé.

Bajo ningún concepto se podrá almacenar ningún palé ni ningún otro material encima de un palé ya completo, tanto en su transporte como en su almacenamiento.

10. Presupuesto

En el presente presupuesto se exponen los gastos relativos al estudio de ingeniería y aquellos relacionados con la producción de un prototipo del expositor de calzado exclusivo Exp-Art. Desde el punto de vista de una empresa que realiza el proyecto con personal a su cargo.

Los costes referentes a la mano de obra se definen en base a un salario anual superior al estipulado como mínimo por el **convenio n.º 99002755011981** que aplica al sector de empresas de ingeniería y oficinas de estudios técnicos publicado a fecha de julio de 2019 en el BOE. Convenio con fecha de vigencia superada (31 de diciembre del 2020), prorrogándose por no solicitarse revisión.

Se limita el cómputo anual a 1.792 horas (**BOE núm.251**, 18 de octubre de 2019). Incluyendo descansos semanales, días festivos y un mes de vacaciones al año.

Salario anual dividido en doce pagas mensuales y dos pagas extra.

Se presenta la siguiente tabla referente a los costes relativos a la mano de obra según la responsabilidad y cargo que realizan los empleados en su puesto de trabajo:

Tabla 16: Salarios brutos según puesto de trabajo.

Puesto de trabajo	Salario mensual (€)	Salario anual (€)
Ingeniero técnico	2071,43	29000
Técnico electrónico	1571,43	22000
Operario montaje	1428,57	20000

Tabla de elaboración propia.

Acorde a la tabla anterior se obtienen los costes relativos a la mano de obra según los diferentes puestos de trabajo.

Tabla 17: Coste mano de obra según puesto de trabajo.

Coste mano de obra	
Puesto de trabajo	Precio(€/h)
Ingeniero técnico	16,18
Técnico electrónico	12,28
Operario montaje	11,16

Tabla de elaboración propia.

10.1. Presupuesto de ingeniería

Se presentan en este apartado los costes implicados en el desarrollo del expositor de calzado exclusivo Exp-Art. Incluyendo la amortización del equipo informático y el coste por el tiempo empleado por el ingeniero técnico que desarrolla el proyecto.

10.1.1. Presupuesto estudio previo

Se contempla la amortización del equipo informático marca MSI adquirido para la realización del proyecto suponiendo un periodo de amortización de dos años. Equipo cuyas características son las siguientes:

- Procesador Intel Core i7-10510U de 4 núcleos de 10ª generación
- 16 GB de RAM
- Disco duro SSD 512GB de memoria interna
- Pantalla de 14"
- Sin sistema operativo
- Precio: 1040€

Tabla 18: Amortización del equipo informático.

Amortización equipo informático					
Equipo	CA (€)	PA (meses)	PU (meses)	VR (€)	CU (€)
MSI Modern 14	1040	24	2,5	150	92,71
Total coste amortización equipo informático					92,71

Tabla de elaboración propia.

Nota: términos empleados en la tabla:

- CA: Coste de adquisición
- PA: Periodo de amortización
- CU: Coste de uso
- PU: Periodo de uso
- VR: Valor residual

Tabla 19: Coste del estudio previo.

Mano de obra			
Tarea	Cantidad (Horas)	Precio (€/h)	Total (€)
Redacción memoria	60	16,18	970,98
Estudio necesidades	10	16,18	161,83
Diseño mecánico	15	16,18	242,75
Diseño electrónico	10	16,18	161,83
Cálculos	12	16,18	194,20
Redacción pliego de condiciones	15	16,18	242,75
Revisiones	8	16,18	129,46
Redacción presupuestos	10	16,18	161,83
Total coste estudio previo			2265,63

Tabla de elaboración propia.

10.1.2. Presupuesto diseño

Se contempla en este apartado del presupuesto los gastos relativos al diseño del producto. Valorando el tiempo empleado para la realización del diseño conceptual y la elaboración del modelo 3D, desde el prime diseño hasta el diseño final.

Tabla 20: Coste del diseño.

Mano de obra			
Tarea	Cantidad (Horas)	Precio (€/h)	Total (€)
Diseño conceptual (Boceto)	10	16,18	161,83
Elaboración modelo 3D	40	16,18	647,32
Total coste diseño			809,15

Tabla de elaboración propia.

10.1.3. Presupuesto software empleado

En este apartado se contabilizan los gastos referentes al software empleado, valorando únicamente el gasto relativo al periodo del proyecto.

En aquellos casos en los que se ofrece la posibilidad de contar con una licencia del software en línea se ha escogido frente a la versión offline. Debido se prefiere el empleo del software en la nube por ahorro de espacio en el equipo informático y reducción de costes en la licencia del software. Este es el caso de los programas Microsoft Office 360 y SolidWorks.

Tabla 21: Coste licencias de software empleado.

Software empleado				
Programa	CA (€)	PU (meses)	PL (meses)	Total (€)
Windows 10 (64 bits)	15	2,5	-	15,00
Microsoft Office 360	69	2,5	12	14,38
SolidWorks	3.600	2,5	12	750,00
Proteus 8	393	2,5	48	20,47
Total coste software empleado				799,84

Tabla de elaboración propia.

Nota: términos empleados en la tabla:

- CA: Coste de adquisición
- PU: Periodo de uso
- PL: Periodo de licencia

10.2. Presupuesto de prototipo

10.2.1. Presupuesto hardware del prototipo

Los componentes se adquieren a un distribuidor de la Comunidad Valenciana para acortar los plazos de envío y facilitar la solución de problemas en el envío o en la mercancía. Los precios que se exponen en la siguiente tabla incluyen en envío a las instalaciones de montaje, pero no incluyen el IVA de los componentes.

En referencia a los costes de mano de obra relacionados con el montaje y conexionado del hardware se estiman en base al tiempo de trabajo medido para cada empleado realizando su cometido en una unidad. Respecto a los elementos de conexionado y las herramientas empleadas se estiman en base a un porcentaje del coste total de este apartado del presupuesto.

Tabla 22: Coste del hardware del prototipo.

Mano de obra			
Operario	Tiempo (Horas)	Precio (€/h)	Total (€)
Técnico electrónico	0,8	12,28	9,82
Subtotal	Coste mano de obra		9,82
Equipos industriales			
Medios materiales	Coste aplicado (%)		Total (€)
Material y herramientas de conexionado	2		1,16
Subtotal	Coste equipos industriales		1,16
Sistema de alimentación			
Componente	Cantidad (Uds)	Precio (€/Ud)	Total (€)
Clavija tipo F	1	1,3	1,3
Fuente de alimentación 12V	1	9,23	9,23
Interruptor basculante	1	0,76	0,76
Convertidor DC/DC	1	0,44	0,44
Componente	Cantidad (m)	Precio (€/m)	Total (€)
Cableado 1,5mm ²	3	0,26	0,78
Cableado 1mm ²	2	0,21	0,42
Aislamiento retráctil	3	0,3	0,9
Sistemas de levitación			
Componente	Cantidad (Uds)	Precio (€/Ud)	Total (€)
Dispositivo con campo magnético de atracción	1	12,5	12,5
Dispositivo con campo magnético de repulsión	1	12,5	12,5
Sistemas de iluminación			
Componente	Cantidad (m)	Precio (€/m)	Total (€)
Arduino NANO	1	3,4	3,4
Potenciómetro 20kΩ	1	1,95	1,95
Encoder rotativo	1	2,33	2,33
Componente	Cantidad (m)	Precio (€/m)	Total (€)
Tira LED RGB 5V	0,34	4,825	1,64
Subtotal	Coste componentes		48,15
Total coste hardware del prototipo			59,13

Tabla de elaboración propia.

10.2.2. Presupuesto estructura del prototipo

Para la fabricación de las piezas diseñadas que componen el expositor de calzado Exp-Art se cuenta con una empresa externa a la que se subcontratará la fabricación de las mismas. Se escoge esta metodología de fabricación debido a que se lanzará al mercado un producto novedoso y no se desea tener un excesivo gasto implicado en la adquisición de la maquinaria necesaria para producir las piezas del producto.

La empresa externa es una empresa cercana que ofrece cobertura en toda la provincia, para reducir tiempos de producción y de envío. La entidad ofrece un precio cerrado en la producción de las piezas de Maple Duro que se realizan mediante una fresadora de control numérico y las piezas del soporte de control construidas en ABS fabricadas por inyección. Evitando de esta forma gastos indirectos en la producción y variaciones en el tiempo de producción. El coste que se expone a continuación no incluye el IVA referente a la compra de las piezas.

Respecto a los costes de mano de obra relacionados con el montaje y unión de se estiman en base al tiempo de trabajo medido para cada empleado realizando su cometido en una unidad. Respecto a los elementos de unión y las herramientas empleadas se estiman en base a un porcentaje del coste total de este apartado del presupuesto.

Tabla 23: Coste de la estructura del prototipo.

Mano de obra			
Operario	Tiempo (Horas)	Precio (€/h)	Total (€)
Operario montaje	0,6	11,16	6,70
Subtotal	Coste mano de obra		6,70
Equipos industriales			
Medios materiales	Coste aplicado (%)		Total (€)
Material y herramientas de unión	2		0,13
Subtotal	Coste equipos industriales		0,13
Piezas de estructura en Maple Duro			
Componente	Cantidad (Uds)	Precio (€/Ud)	Total (€)
Pieza 1	1	2,3	2,3
Pieza 2	1	3,7	3,7
Pieza 3	1	3,5	3,5
Pieza 4	1	2,3	2,3
Piezas de soporte de control en ABS			
Pieza inferior	1	0,55	0,55
Pieza superior	1	0,3	0,3
Elementos protección			
Protección sistema levitación	2	0,15	0,3
Perfil iluminación	2	0,6	1,2
Tapas laterales del perfil	4	0,03	0,12
Elementos de unión			
Espigas 6mm	6	0,03	0,18
Subtotal	Coste componentes		14,45
Total coste estructura del prototipo			21,28

Tabla de elaboración propia.

10.3. Presupuesto final del proyecto

10.3.1. Presupuesto total de ingeniería

Se valora el cómputo total de los gastos que intervienen en el presupuesto de ingeniería que se han desglosado en los apartados anteriores. Presupuestos incluyen el IVA tanto de componentes como de mano de obra referentes a todos los apartados que forman parte de este presupuesto. Estimando los gastos indirectos como alquileres, seguros, gastos de servicios básicos entre otros aplicando un 10% al total presupuestado.

Tabla 24: Coste presupuesto de ingeniería.

Presupuesto de ingeniería	
Subapartados del presupuesto de ingeniería	Total (€)
Coste amortización del equipo informático	92,71
Coste total estudio previo	2265,63
Coste total diseño	809,15
Coste software empleado	799,84
Costes indirectos (10%)	396,73
Beneficio industrial(15%)	654,61
IVA (21%)	1053,92
Total coste presupuesto de ingeniería	6072,59

Tabla de elaboración propia.

El presupuesto de ingeniería asciende a la cantidad final de **seis mil setenta y dos euros con cincuenta y nueve céntimos**.

10.3.2. Presupuesto total de prototipo

Se valora el cómputo total de los gastos que intervienen en el presupuesto de prototipo que se han desglosado en los apartados anteriores. Presupuestos incluyen el IVA tanto de componentes como de mano de obra referentes a todos los apartados que forman parte de este presupuesto. Estimando los gastos indirectos como alquileres, seguros, gastos de servicios básicos entre otros aplicando un 10% del total presupuestado.

Tabla 25: Coste presupuesto de prototipo.

Presupuesto de prototipo	
Subapartados del presupuesto de prototipo	Total (€)
Coste total hardware del prototipo	59,13
Coste total estructura del prototipo	14,87
Costes indirectos (10%)	7,40
Beneficio industrial(15%)	12,21
IVA (21%)	19,66
Total coste presupuesto de prototipo	113,27

Tabla de elaboración propia.

El presupuesto de prototipo asciende a la cantidad final de **ciento trece euros con veintisiete céntimos**.

11. Conclusiones

Una vez finalizada la realización del proyecto se llega a la conclusión de que es un proyecto muy innovador que puede traer consigo unos resultados muy interesantes y atractivos desde el punto de vista económico para el empresario. Puesto que el nicho se encuentra en crecimiento como se ha demostrado a lo largo del documento.

Se destaca la problemática de emplear una tecnología tan novedosa, la cual se encuentra en una fase experimental. Factor que afecta a los costes y soporte del artículo encargado de producir el efecto visual que se busca en el expositor de calzado exclusivo desarrollado.

Mediante la propuesta de subcontratar algunas piezas del producto a empresas externas se consigue obtener rápidamente el mínimo producto viable. Pero cabe destacar que los costes relacionados con estos servicios encarecen el precio final del producto. Pudiéndose ver este reducido si una vez verificada la acogida del producto en el mercado se traspasa la producción de estas piezas a nivel interno de la empresa.

Los costes se podrían ver reducidos de igual forma mediante la sustitución de la placa Arduino NANO por una placa PCB. El desarrollo de esta placa de diseño impreso aumentaría los costes iniciales del proyecto, pero ofrecería una reducción en los costes si se realizara una producción en masa.

Asimismo, se consideran posibles mejoras en el diseño del expositor de calzado Exp-Art. Pudiéndose ofrecer la posibilidad de giro del calzado de forma automatizada mediante la adición al diseño de motor brushless que varíen la orientación del campo magnético. Esta mejora implicaría un aumento en costes causado por el aumento de la complejidad del proyecto, componentes electrónicos y el rediseño de algunas piezas del prototipo. Se estima que el aumento en el PVP del producto causado por esta mejora podría suponer en torno a un 30% sobre el actual. Aunque este factor podría ser decisivo para la diferenciación dentro de este nicho de mercado.

Además de esta propuesta de mejora, es viable crear un producto que se ofrezca como alternativa al desarrollado en el documento. Incorporando al prototipo una batería de litio, fijada en el interior del soporte de control. Aportando al dispositivo cierta autonomía, factor que se valoraría en exposiciones de calzado donde no se disponga de conexión directa a la red.

Otra posibilidad sería variar el material de construcción principal del prototipo. Contemplando la alternativa de fabricar el prototipo en aluminio o acero inoxidable, dando un aspecto más sólido y pesado. Aspecto que por lo general el público denota rápidamente como calidad en la construcción.

Finalmente, la valoración final de proyecto se concluye afirmando que se han alcanzado los objetivos propuestos al comienzo de la planificación del trabajo. Abarcando todos los ámbitos del desarrollo del producto hasta llegar a la realización de un prototipo. Obteniéndose firmes resultados de la viabilidad del proyecto a vista de la posibilidad futura de comercialización del expositor de calzado desarrollado.

12. Bibliografía

Antecedentes (páginas web consultadas)

- Pablo, The Streetwear Kingdom (26/10/2017). *La historia del Streetwear*.
<https://thestreetwearkingdom.wordpress.com/2017/10/26/primera-entrada-del-blog/>
- Moda Argentina, Vice (2017). *¿Cómo se ha convertido el Streetwear en la subcultura más lucrativa de la moda?*
<https://www.ciaindumentaria.com.ar/plataforma/como-se-ha-convertido-el-streetwear-en-la-subcultura-mas-lucrativa-de-la-moda/>
- Fernando Carrillo, GQ (01/07/2020). *El Streetwear y todo lo que debes saber sobre el estilo que transformó la moda*.
<https://www.gq.com.mx/moda/articulo/streetwear-historia-lo-que-debes-saber-sobre-el-iconico-estilo>
- Eduardo Bravo, GQ (30/11/2020). *Las adidas Run-DMC, el símbolo de una primera vez entre un grupo musical y una marca deportiva*.
<https://www.revistaqq.com/moda/articulo/adidas-run-dmc-historia>
- Ettore Larsen, L'OFFICIEL (11/10/2016). *El ladrillo de Supreme rompe récords*.
<https://www.lofficiel.es/moda/ladrillo-supreme-rompe-records>
- FLEEK (26/11/2019). *Los sneakers con los resell values más altos de 2019*.
<https://fleek.25gramos.com/las-sneakers-con-los-resell-values-mas-altos-de-2019/>

Estudio de necesidades (páginas web consultadas)

- Herramienta búsqueda de patente mundial. Fecha de consulta (05/06/2021).
<https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=ES31788983& cid=P20-KPY9KT-96357-1>
- Herramienta búsqueda de patente de Google. Fecha de consulta (07/06/2021).
<https://patents.google.com/patent/ES1064560U/es?q=ES+1064560U+>
- Comisión europea. *Normas de los productos de la UE*. Fecha de consulta (08/06/2021).
https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/product-safety-and-requirements/eu-product-requirements_es

Alternativas (páginas web consultadas)

- Universidad Politécnica de Valencia. *Aleaciones para la ingeniería*. Fecha de consulta (12/06/2021).
https://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm13/fcm13_4.html
- Worldstandards. *Tipo de enchufes y clavijas*. Actualización (12/03/2021).
<https://www.worldstandards.eu/es/electricidad/tipos-de-enchufes/>
- Universidad Miguel Hernández. *Anexo 7 Valores normalizados de resistencias*. Fecha de consulta (15/06/2021).
http://umh2279.edu.umh.es/wp-content/uploads/sites/421/2013/09/valores_resistencias_normalizados.pdf
- EfectoLED blog. *Todo sobre el grado de protección IP*. Fecha de consulta (16/06/2021).
<https://www.efectoled.com/blog/es/guia-grado-de-proteccion-ip/>

Solución adoptada (páginas web consultadas)

- Ephesos Software. *Guía definitiva para conectar tiras de luces LED a Arduino*. Fecha de consulta (21/06/2021).
<https://es.ephesossoftware.com/articles/diy/ultimate-guide-to-connecting-led-light-strips-to-arduino.html>
- Worldstandards. *Tomacorriente y enchufe tipo C*, actualización (15/03/2021).
<https://www.worldstandards.eu/es/electricidad/tipos-de-enchufes/c/>
- Isaac, Hardwarelibre. *Arduino Nano: todo lo que necesitas saber sobre esta placa de desarrollo*, fecha de consulta (23/06/2021).
<https://www.hwlibre.com/arduino-nano/>
- Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. *¿Qué materiales y componentes tienen los RAEE?* Fecha de consulta (24/06/2021).
<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujo/aparatos-electr/electricos-y-electronicos-materiales-y-componentes.aspx>

Software empleado (páginas web consultadas)

- Hubor – Proteus. *¿Qué es Proteus?* Fecha de consulta (02/07/2021).
<https://www.hubor-proteus.com/proteus-pcb/proteus-pcb/2-proteus.html>
- SOLIBI. SOLIDWORKS. *Qué es y para qué sirve*. Fecha de consulta (02/07/2021).
<https://solid-bi.es/solidworks/>

13. Anejos

13.1. Anejo I. Instrucciones para la instalación de tiras LED

Instrucciones obtenidas en la página [www. area-led.com](http://www.area-led.com) para la instalación de tiras led en interior y exterior. Facilitadas exclusivamente al personal instalador.

CARACTERÍSTICAS TIRAS LED:

- Podrás diseñar tus propias luminarias de forma fácil y rápida, además las tiras de led poseen numerosas funciones de cambio de color y flujo luminoso.
- Fácil instalación. Las tiras LED disponen en su parte posterior de un potente adhesivo para su instalación en cualquier superficie.
- Una de las ventajas de las **tiras LED** es que las podemos hacer del tamaño que necesitamos según donde la queramos instalar, ya que podemos cortar la tira para ajustarla a un tamaño (**ver instrucciones de montaje según tipo de tira**) o para empalmar otra y hacerla más larga lo que nos permite hacer la longitud y forma, por lo que pueden ser cortadas y empalmadas para adaptarse a cualquier espacio.
- Tienen todas las ventajas de la Iluminación LED.
- Funcionan a 12V ó 24V mediante transformador o bien las hay a 230V que se conectan directamente a la red eléctrica mediante un alimentador.
- Disponibles en Luz Cálida, Luz Blanca Neutra, Luz Blanca Fría, Rojo, Azul, Verde, Amarillo y RGB.
- Las tiras de led son ideales para definir espacios circulares o cuadrados, alumbrado de estanterías, marca de techos y pasillos o iluminaciones especiales.
- Múltiples opciones de decoración: Tiras Led RGB o monocolor.
- Existe la posibilidad de instalar tiras led tanto en exterior como en interior dependiendo de su grado de protección (IP).

CARACTERÍSTICAS PERFILES PARA TIRAS LED:

Son ideales para proteger y ocultar las tiras LED. Disponibles en longitudes de uno y dos metros en aluminio. Los perfiles son adecuados tanto para **tiras de LED flexibles** como **tiras LED rígidas**.

Los perfiles sirven para proteger y ocultar las tiras led, y se puede elegir el adquirir la cubierta transparente o traslúcida, anclajes y tapones que necesite para completar su instalación.

Los perfiles son adecuados tanto para tiras de led flexibles como para tiras rígidas. Se dispone de diferentes acabados y son idóneos para distintas aplicaciones de decoración: iluminar vitrinas y estanterías, bajo los armarios de cocina, etc.

ANTES DE ELEGIR TIRAS LED:

Lo primero que vamos a hacer es medir. Hay que saber cuántos metros vamos a necesitar instalar de tira, teniendo en consideración que si la instalación es superior a los 10 metros lineales, existe una "caída de tensión" que se traduce en menos luminiscencia, y es porque a esa distancia se reduce los voltios en la instalación y no van a iluminar como los primeros metros.

El cálculo es sencillo:

- ✓ $\text{Vatios que consume cada Tira (W)} \times \text{Metros de instalación (m)} = \text{Vatios de la instalación (W)}$
- ✓ $\text{Vatios de la instalación} / \text{Tensión de la Tira o voltaje (v)} = \text{Amperios de la instalación (A)}$

Y una vez que tenemos los Amperios (A) disponemos de toda la información para la compra de la fuente de alimentación o transformador. Recordando siempre, que al menos venga preparado para un 10 ó 20% más. Si trabaja por debajo de su ratio de esfuerzo, la vida útil de la fuente será mayor, y no trabajará forzada.

➤ Uso de transformador ó fuente de alimentación

Lo primero que tenemos que saber es que las Tiras de LED funcionan "normalmente" a una tensión constante de 12 ó 24v, con lo que tendremos que tener en cuenta que habrá que disponer de un transformador o una fuente de alimentación preparada para esa tensión.

En la ficha técnica del producto, el fabricante nos tiene que decir el consumo por metro lineal de la tira, y de ésta manera podremos calcular cuántos vatios (W) va a consumir nuestra instalación. Y así, colocar una fuente que al menos cubra un 10 ó 20% más del consumo de los metros de Tira. Ver transformadores/ fuentes de alimentación para tiras led → SE VENDEN POR SEPARADO.

➤ Uso de controladores

Los controladores nos sirven para regular la intensidad de luz, tonos de color y modos de las tiras LED. Pueden ser fijos o por control remoto con mando a distancia (IR).

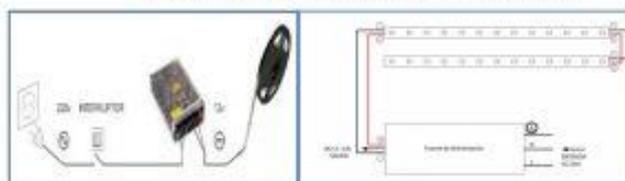
Por regla general, en las tiras de LED no se suele utilizar el controlador, pero si queremos tener un control de la intensidad de luz nos hará falta. Si es común su instalación con tiras RGB para regular los colores. Ver controladores y dimmers para tiras led → SE VENDEN POR SEPARADO.

➤ Uso amplificador

Hay que utilizar un **amplificador** en una instalación **siempre que vayamos a utilizar un controlador**, sea con tira LED de un sólo color ó RGB y dependiendo de la longitud, nos hará falta un amplificador cada ciertos metros (normalmente cada 10 metros de tira) para que tanto la señal como la intensidad llegue perfectamente. Ver amplificadores para tiras led → SE VENDEN POR SEPARADO.

- propia tira. En la instalación doble la tira hacia un lado para mostrar 2-3 mm de los cables de cobre que tiene en los lados para hacer un corte limpio y evitar peligro de cortocircuito.
4. **Limpiar la superficie** donde se va a pegar la tira, retirar protector adhesivo de la parte posterior y pegar en la zona seleccionada
 5. **(Opcional) Conectar la tira al controlador.** Sólo usaríamos esta opción en el caso de querer regular la intensidad de la luz. Hay diferentes tipos de controladores o dimmers según tenga mando a distancia o no. Tendríamos que ver cuál es el adecuado para cada instalación.
 6. **Conectar el conector final para conexionar con la fuente de alimentación.** La manera de conectar la tira es conectar los cables de la tira ROJO y NEGRO a la salida de la fuente de alimentación.
 7. SIGNO + o +V con el cable rojo
SIGNO - , -V o COM con el cable negro
 8. **Conectamos la fuente de alimentación y la Tira LED ya está instalada.** La fuente de alimentación hay que conectarla a la red eléctrica de 230VAC (Fase, Neutro y Tierra). Buscar Fuente de alimentación adecuada para cada instalación.

ESQUEMA DE CONEXIÓN Y CABLEADO



▪ INSTALACIÓN TIRA LED RGB

Instalación de tiras de LED RGB (4 hilos). Ejemplo para una tira LED RGB para instalación en interiores. Para una instalación en exterior o para una tira led con más potencia tan sólo habría que cambiar la fuente de alimentación por una con más protección (mayor IP) y mayor potencia.

Al ser la tira RGB (colores), debemos tener además en cuenta que el controlador de colores debe estar preparado para soportar los Amperios (A) al igual que el transformador. Y que a los 10m, habría que instalar un amplificador de tensión, o volver a darle tensión a la Tira con cables desde la fuente de alimentación.

1. No encienda la tira LED cuando esté enrollada dentro del carrete.
2. **Medir el espacio** donde se va a colgar la tira.
3. **Cortar el tramo necesario** al espacio. La tira de 12v se puede cortar cada 3 LEDs, la de 24v se puede cortar cada 12 LEDs con unas tijeras y las de 230v sólo se pueden cortar cada 1 metro, por la marca que viene impresa en la propia tira. En la instalación doble la tira hacia un lado para mostrar 2-3 mm de los cables de cobre que tiene en los lados para hacer un corte limpio y evitar peligro de cortocircuito.
4. **Limpiar la superficie** donde se va a pegar la tira, retirar protector adhesivo de la parte posterior y pegar en la zona seleccionada
5. **Conectar la tira al controlador.** Como la tira que vamos a instalar es RGB (colores), debemos tener además en cuenta que el controlador de colores debe estar preparado para soportar los Amperios (A) al igual que el transformador. Primero tendremos que conectar la tira al controlador y después darle tensión con la fuente de alimentación con el cable bicolor (2 hilos) y el cable de tricolor (3 hilos) a un interruptor, y éste a la corriente 230v. Y que a los 10m, habría que instalar un amplificador de tensión, o volver a darle tensión a la Tira con cables desde la fuente de alimentación. Esta opción en el caso de necesitar regular la intensidad de la luz. Hay diferentes tipos de controladores según tenga mando a distancia o no. Tendríamos que ver cuál es el adecuado para cada instalación.
6. **Conectar el conector final para conexionar con la fuente de alimentación.** La manera de conectar la tira es conectar los cables de la tira ROJO y NEGRO a la salida de la fuente de alimentación.
7. SIGNO + o +V con el cable rojo
SIGNO - , -V o COM con el cable negro
8. **Conectamos la fuente de alimentación y la tira LED ya está instalada.** La fuente de alimentación hay que conectarla a la red eléctrica de 230VAC (Fase, Neutro y Tierra). Buscar Fuente de alimentación adecuada para cada instalación.

ESQUEMA DE CONEXIÓN Y CABLEADO





C.- MANTENIMIENTO:

Por favor, utilice únicamente paños secos para limpiar la superficie de la luz. El uso de cualquier sustancia química podría dañar la superficie del producto.

D.- CUIDE EL MEDIO AMBIENTE:

- 1.- Después de utilizar los productos, tírelos en un contenedor siguiendo las directrices de las leyes o normativas locales, o pregunte a su vendedor.
- 2.- Cuando tire el embalaje, separe previamente los elementos de papel, los de plástico u otros materiales, y tírelos en los contenedores adecuados, separados según el tipo de basura.



Los productos eléctricos no deben tirarse junto con los desechos domésticos, deben llevarse a un punto ecológico comunitario de recogida de este tipo de materiales, de acuerdo con la legislación local. Póngase en contacto con las autoridades locales o con su vendedor, para que le aconsejen sobre el reciclaje. El material de embalaje es reciclable. Deshágase del embalaje de manera ecológica y de forma que el servicio de recogida pueda acceder fácilmente al material reciclable.



Nuestros productos poseen la certificación CE y RoHS

LA GARANTÍA DE LA LUMINARIA ES DE 2 AÑOS

Exclusiones de garantía:

- o Los defectos causados por una incorrecta manipulación no están cubiertos por la garantía.
- o Cualquier manipulación anula automáticamente la garantía.
- o La selección del material por parte de los clientes exige a ESTA EMPRESA de una posible aplicación incorrecta.
- o Esta empresa SÓLO se responsabilizará de la calidad de sus productos, siempre que se sigan las recomendaciones indicadas y declinará toda la responsabilidad por la:
 - Aplicación inadecuada de las luminarias o de las lámparas empleadas
 - Incorrecto suministro eléctrico.
 - No seguir las instrucciones de instalación y mantenimiento.

13.2. Anejo II. Código Arduino del prototipo Exp-Art

Se presenta a continuación el código Arduino que se ha programado para realizar la función de regulación de tonalidad a partir de la placa Arduino NANO y un encoder rotativo para la interfaz con el usuario. Para regular las tiras LED del dispositivo que emplean como controlador el chip WS2812B IC.

```
#include <Adafruit_NeoPixel.h>
#include <avr/power.h>

#define PIN 3 // Pin de datos TiraLED
#define NUMPIXELS 20 // Número de pixeles de la cinta
volatile boolean TurnDetected; // Interruptor detección de giro.

const int PinCLK=9; // Cte interruptor encoder clk
const int PinDT=6; // Lector señal DT encoder
const int PinSW=5; // Lector señal SW encoder

Adafruit_NeoPixel pixels = Adafruit_NeoPixel(NUMPIXELS, PIN, NEO_GRB + NEO_KHZ800);

//Rutina de interrupción cuando Clk va de nivel alto a bajo
void isr ()
{
  delay(4); // delay for Debouncing
  if (digitalRead(PinCLK))
    rotationdirection= digitalRead(PinDT);
  else
    rotationdirection= !digitalRead(PinDT);
  TurnDetected = true;
}

void setup() {

  pinMode(PinCLK, INPUT);
  pinMode(PinDT, INPUT);
  pinMode(PinSW, INPUT);
  digitalWrite(PinSW, HIGH);
  attachInterrupt (0, isr, FALLING);

  pixels.begin();
}
```

En la primera parte del código, se incluye la librería Adafruit_NeoPixel que se ha incorporado a la carpeta Arduino. La librería incluye diversas funciones que facilitan la implementación del código en el cambio de tonalidad.

Se definen el pin 3 para las tiras LED RGB y los pines 9, 6, 5 se definen como constantes enteras. Además, se declara el número de pixeles que componen ambas tiras para implementar esta variable en las funciones de la librería.

Por otro lado, se crea la función “isr” la cual se encarga de detectar el giro del encoder de nivel alto a bajo mediante una interrupción del clock.

Finalmente, se declaran los pines como entradas y se inicializa la interrupción de la función en el setup() del código.

```

void loop() {

//definición de colores
uint32_t color(1) = pixels.Color(255,255,255); //blanco
uint32_t color(2) = pixels.Color(0,0,0); //negro
uint32_t color(3) = pixels.Color(255,0,0); //rojo
uint32_t color(4)= pixels.Color(0,255,0); //verde
uint32_t color(5) = pixels.Color(0,0,255); //azul
uint32_t color(6) = pixels.Color(255,255,0); //amarillo
uint32_t color(7) = pixels.Color(0,255,255); //cian
uint32_t color(8) = pixels.Color(255,0,255); //magenta
uint32_t color(9) = pixels.Color(150,75,0); //marron

if (TurnDetected)
{
if (rotationdirection)
{
for(int i=0;i<NUMPIXELS;i++){

pixels.setPixelColor(i,color(1)-1); // Disminuye tonalidad

pixels.show(); // Muestra la tonalidad en los LED
}
else
{
for(int i=0;i<NUMPIXELS;i++){

pixels.setPixelColor(i,color(1)+1); // Aumenta tonalidad

pixels.show(); // Muestra la tonalidad en los LED
}
}
}
}
}

```

En la función principal se definen nueve colores entre los que el usuario podrá elegir con su codificación en 8 bits. Este apartado se debe mejorar posteriormente, para que el usuario pueda disponer de mayor cantidad de tonalidades a escoger en el orden del círculo cromático.

Finalmente, cuando la rotación es detectada se comprueba el sentido de rotación que ha realizado el usuario. Para variar la tonalidad a una superior o inferior, mostrando posteriormente la tonalidad escogida en las tiras lumínicas.