



**RIDER SAFE**

# EQUIPO DE VISUALIZACIÓN Y SEGURIDAD PARA VEHÍCULOS CICLO



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

**ALUMNO: Jorge Vidal Albert**  
**TUTOR: Francisco Javier Ibañez Civera**

**Curso 2019 - 2020**  
**Grado en ingeniería electrónica industrial y automática**

<b>Índice</b>	Pág.
<b><u>1.- Memoria</u></b> .....	5
<b>1.1.-Objeto</b> .....	6
<b>1.2.- Antecedentes</b> .....	6
<b>1.3.- Estudio de necesidades</b> .....	7
1.3.1.- Especificaciones genéricas .....	7
1.3.2.- Normativa de aplicación .....	7
<b>1.4.- Soluciones alternativas</b> .....	9
1.4.1.- Subsistema electrónico .....	9
1.4.1.1.- Sensores .....	9
1.4.1.2.- Elementos de control y alimentación .....	10
1.4.2.- Subsistema de encapsulado .....	12
1.4.2.1.- Módulo delantero .....	12
<b>1.5.- Descripción detallada de la solución adoptada</b> .....	13
1.5.1.- Subsistema electrónico .....	13
1.5.1.1.- Conjunto de visualización .....	13
1.5.1.2.- Conjunto de análisis de entorno .....	14
1.5.1.3.- Conjunto de control y alimentación .....	16
1.5.2.- Subsistema de encapsulado .....	17
1.5.2.1.- Módulo delantero .....	17
1.5.2.2.- Módulo trasero .....	20
1.5.2.3.- Sistema de sujeción de módulos .....	21
1.5.2.4.- Conexión de módulos .....	22
1.5.3.- Software de control .....	23
<b>Anejos</b> .....	26
A.1: Código de control .....	27
A.2: Manual de usuario .....	51
<b><u>2.- Planos</u></b> .....	55
<b>2.1.- Plano general</b> .....	56
<b>2.2.- Subsistema electrónico</b> .....	57
2.2.1.- Esquema eléctrico .....	57
2.2.1.1.- Esquema de interconexión de módulos .....	58

2.2.2.- PCB:intermitente delantero .....	59
2.2.2.1.- PCB:intermitente delantero (componentes) .....	59
2.2.2.2.- PCB:intermitente delantero (pistas) .....	60
2.2.2.3.- PCB:intermitente delantero (taladros) .....	61
2.2.3.- PCB: módulo delantero central .....	62
2.2.3.1.- PCB: módulo delantero central (componentes) .....	62
2.2.3.2.- PCB: módulo delantero central (pistas) .....	63
2.2.3.3.- PCB: módulo delantero central (taladros) .....	64
2.2.4.- PCB: iluminación delantera .....	65
2.2.4.1.- PCB: iluminación delantera (componentes) .....	65
2.2.4.2.- PCB: iluminación delantera (pistas) .....	66
2.2.4.3.- PCB: iluminación delantera (taladros) .....	67
2.2.5.- PCB: módulo trasero .....	68
2.2.5.1.- PCB: módulo trasero (componentes) .....	68
2.2.5.2.- PCB: módulo trasero (pistas) .....	69
2.2.5.3.- PCB: módulo trasero (taladros) .....	70
<b>2.3.- Subsistema de encapsulado</b> .....	<b>71</b>
2.3.1.- Encapsulado de intermitente delantero .....	71
2.3.1.1.- Caja de encapsulado de intermitente delantero .....	72
2.3.1.2.- Tapa de encapsulado de intermitente delantero .....	73
2.3.2.- Encapsulado de módulo delantero central .....	74
2.3.2.1.- Caja de encapsulado de módulo central .....	75
2.3.2.2.- Tapa de encapsulado de módulo central .....	76
2.3.2.3.- Encapsulado de luz de iluminación delantera .....	77
2.3.3.- Encapsulado de módulo trasero .....	78
2.3.3.1.- Caja de encapsulado de módulo trasero .....	79
2.3.3.2.- Tapa de encapsulado de módulo trasero .....	80
2.3.4.- Pieza de montaje .....	81
2.3.4.1.- Pieza de montaje: parte fija .....	82
2.3.4.2.- Pieza de montaje: parte móvil .....	83
2.3.5.- Horquilla 31.8 mm .....	84
2.3.6.- Horquilla 22.2 mm .....	85
<b><u>3.- Pliego de condiciones</u></b> .....	<b>86</b>
<b>3.1.- Objeto de pliego de condiciones</b> .....	<b>87</b>

<b>3.2.- Materiales</b> .....	87
3.2.1.- Subsistema electrónico .....	87
3.2.1.1.- Conjunto de visualización .....	87
3.2.1.2.- Conjunto de análisis de entorno .....	87
3.2.1.3.- Conjunto de control y alimentación .....	88
3.2.1.4.- Componentes de carácter general .....	88
3.2.2.- Subsistema de encapsulado .....	88
<b>3.3.- Ejecución</b> .....	89
3.3.1.- Descripción .....	89
3.3.1.1.- Fabricación de placas PCB .....	89
3.3.1.2.- Fabricación de piezas de encapsulado .....	90
3.3.1.3.- Ensamblado de piezas .....	90
3.3.1.4.- Distribución de cables .....	91
3.3.2.- Control de ejecución .....	91
<b>3.4.- Control de calidad</b> .....	92
<b>3.5.- Condiciones de entrega</b> .....	93
<b>3.6.- Condiciones de mantenimiento</b> .....	93
<b><u>4.- Presupuestos</u></b> .....	95
<b>4.1.- Cuadro de precios elementales</b> .....	95
4.1.1.- Cuadro de materiales .....	95
4.1.2.- Cuadro de mano de obra .....	97
4.1.3.- Cuadro de maquinaria .....	97
<b>4.2.- Cuadro de precios según naturaleza</b> .....	98
4.2.1.- <u>Cap. 1:</u> Subsistema electrónico .....	98
4.2.1.1.- Circuito de intermitente delantero .....	98
4.2.1.2.- Circuito de módulo delantero central .....	99
4.2.1.3.- Circuito de iluminación delantera .....	100
4.2.1.4.- Circuito de módulo trasero .....	101
4.2.2.- <u>Cap.2:</u> Subsistema de encapsulado .....	102
4.2.2.1.- Encapsulado de intermitente delantero .....	102
4.2.2.2.- Encapsulado de módulo delantero central .....	103
4.2.2.3.- Encapsulado de iluminación delantera .....	104
4.2.2.4.- Encapsulado de módulo trasero .....	105
4.2.2.5.- Cables de interconexión .....	105
4.2.2.6.- Embalaje .....	106

**4.3.- Valoración** ..... 106

**4.4.- Resumen** ..... 107



RIDERSAFE

# EQUIPO DE VISUALIZACIÓN Y SEGURIDAD PARA VEHÍCULOS CICLO

## 1.- MEMORIA



## 1.1.- Objeto

---

El objeto de este proyecto es la fabricación de un equipo de visualización y seguridad para vehículos ciclo. Su finalidad consiste en dotarlos de un conjunto de elementos electrónicos que aumenten la seguridad de los mismos, ya sea a través de luces de visión e indicación como de otros accesorios, que permitan al usuario tener conocimiento sobre los elementos que lo rodeen: posibles peligros, distancias de seguridad, etc. El producto está orientado a usuarios de vehículos ciclo, sobretodo bicicletas. La implementación de este equipo contribuirá en la seguridad del conductor, facilitando su convivencia con otro tipo de vehículos tanto en entornos urbanos como en carreteras y travesías

## 1.2.- Antecedentes

---

La necesidad de este proyecto se sustenta en diversos factores que se detallan a continuación.

La convivencia de distintos tipos de usuarios en la vía pública puede poner en riesgo a algunos grupos al ser más vulnerables que otros. El uso de luces de indicación (intermitentes o luces de freno) facilitan al conductor del vehículo ciclo la señalización de sus propias acciones de forma que puedan ser comprendidas por otros ciclos, peatones o vehículos a motor. Estas medidas ayudarán a poder predecir los movimientos de estos vehículos, aumentando su propia seguridad y sin comprometer la de los demás.

Por otra parte, podrá saberse qué rodea al vehículo y a qué distancia se encuentra y por tanto saber cuándo no se respetan las distancias de seguridad que se exigen. Mantener estas distancias no sólo es beneficioso en entornos urbanos sino también en carreteras y travesías, donde únicamente encontramos vehículos a motor que circulan a una velocidad mayor. Podría ayudar, junto a los demás accesorios propuestos, a reducir los accidentes de ciclistas en carreteras.

Se presentan los vehículos ciclo como una alternativa sostenible y saludable para el transporte. Mejorar las prestaciones de estos vehículos ayuda a promover su uso, y por tanto, a reducir el uso innecesario de coches o motocicletas como transportes prioritarios. Resulta una tendencia beneficiosa para el medio ambiente debido a la reducción de la contaminación atmosférica así como acústica. Además es un tipo de vehículo muy empleado entre la población joven. Según diversas encuestas realizadas por la DGT se concluye que cada vez menos jóvenes le dan prioridad a obtener el permiso de conducir y que recurren a otras opciones que requieran de menos tiempo de preparación o menor gasto económico. El creciente protagonismo de los vehículos ciclo es una buena oportunidad para crear elementos que los hagan vehículos más sofisticados.

## 1.3.- Estudio de necesidades

---

### 1.3.1.- Especificaciones genéricas

El proyecto se plantea con el objetivo de satisfacer las siguientes especificaciones:

- Su diseño debe ser modular y fácil de acoplar, para aumentar la cantidad de vehículos ciclo a los que se pueda incorporar (estandarización).
- Todo elemento electrónico quedará encapsulado en una carcasa para quedar protegido de agentes externos como lluvia, polvo, etc.
- La iluminación de los elementos de luz (iluminación delantera, trasera e intermitentes) debe ser suficiente para ser efectiva, independientemente de la luz del día.
- Los accesorios de seguridad deben ofrecer al usuario información relevante de su entorno más inmediato.
- Los accesorios de seguridad deben trabajar a una velocidad y precisión suficiente para poder funcionar correctamente con el vehículo en movimiento.
- Los indicativos para el conductor no deben suponer una distracción para el mismo durante la conducción del vehículo. Abstenerse de indicativos lumínicos demasiado potentes o ruidos.

### 1.3.2.- Normativa de aplicación

A continuación se presenta una lista con la normativa vigente que se ha tenido en cuenta para la realización de este proyecto.

**UNE-EN 61508-1:2011:** Seguridad funcional de los sistemas eléctricos/ electrónicos/ electrónicos programables relacionados con la seguridad. Parte 1: Requisitos generales.

**UNE-EN IEC 60027-2:2019:** Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 2: Telecomunicaciones y electrónica.

**UNE-EN 60146-1-1:2010:** Convertidores de semiconductores. Especificaciones comunes y convertidores conmutados por red. Parte 1-1: Especificaciones de los requisitos técnicos básicos.

**UNE-EN 62326-1:2004:** Tarjetas impresas. Parte 1: Especificación genérica.

**UNE-EN 61249-2-44:2016:** Materiales para placas impresas y otras estructuras de interconexión. Parte 2-44: Materiales de base reforzados, con y sin revestimiento. Hojas



laminadas reforzadas de vidrio tipo E entrelazado/no entrelazado con epóxido no halogenado de inflamabilidad definida (ensayo de combustión vertical), con revestimiento de cobre para montajes sin plomo.

**UNE-EN 61508-3:2011:** Seguridad funcional de los sistemas eléctricos/ electrónicos/ electrónicos programables relacionados con la seguridad. Parte 3: Requisitos del software.

**UNE-EN ISO 9241-306:2018:** Ergonomía de la interacción hombre-sistema. Parte 306: Métodos de evaluación de campo para las pantallas de visualización electrónica (ISO 9241-306:2018).

**UNE-EN 61547:2011:** Equipos para iluminación para uso general. Requisitos relativos a la inmunidad CEM.

**UNE-EN 62717:2017:** Módulos LED para iluminación general. Requisitos de funcionamiento.

**UNE-EN 62504:2015:** Iluminación general. Productos de diodos electroluminiscentes (LED) y equipos relacionados. Términos y definiciones.

**UNE 72160:1984:** Niveles de iluminación. Definiciones.

**UNE-EN 12665:2020:** Iluminación. Términos básicos y criterios para la especificación de los requisitos de alumbrado.

**UNE-EN 62717:2017/A2:2019:** Módulos LED para iluminación general. Requisitos de funcionamiento.

**UNE-EN IEC 63146:2019:** Paquetes LED para iluminación general. Hoja de especificaciones.

**UNE-EN ISO 4210-2:2015:** Ciclos. Requisitos de seguridad para bicicletas. Parte 2: Requisitos para bicicletas de paseo, para adultos jóvenes, de montaña y de carreras. (ISO 4210-2:2015).

**UNE-EN ISO 4210-1:2014:** Ciclos. Requisitos de seguridad para bicicletas. Parte 1: Términos y definiciones. (ISO 4210-1:2014).

**UNE-EN 15532:2009:** Bicicletas. Terminología.

**UNE-EN 12844:1999:** Cinc y aleaciones de cinc. Piezas coladas. Especificaciones.

**Marcado CE:** certificado que garantiza la conformidad del producto con todos los requisitos marcados por la UE. Requiere de un expediente técnico que documente la conformidad del producto. Será entregado a un organismo notificado, que redactará y firmará una declaración de conformidad.

## 1.4.- Soluciones alternativas

A continuación dividiremos el proyecto en dos subconjuntos diferenciados para poder tratarlos de forma independiente, atendiendo a las características de cada uno.

### 1.4.1.- Subsistema electrónico

Dentro de este conjunto se encuentra todo sensor, actuador, unidad de procesamiento o equipo de alimentación de los elementos anteriores. A continuación se van a examinar distintas alternativas para el cumplimiento de funciones concretas del sistema, puesto que la tecnología y el mercado ofrecen distintas soluciones.

#### 1.4.1.1.- Sensores

##### a) Sensores de proximidad

Los sensores de proximidad ofrecerán información al usuario en caso de que otro vehículo o elemento invada el perímetro que asegure su seguridad vial. Las distintas tecnologías y factores externos ofrecen diversas posibilidades para abordar este tema. Todas las opciones contemplan una medición sin contacto físico ni rozamiento.

	Láser infrarrojo	Ultrasonidos	Electromagnético
Descripción	Emite un láser infrarrojo que rebota en los objetos. Las distancia se obtiene por la luz que devuelve (triangulación) o por el tiempo de vuelo.	Emite ondas ultrasónicas que rebotan en los objetos y vuelven. Las distancias se obtienen mediante el tiempo de vuelo.	Genera un campo electromagnético e informa cuando detecta una perturbación, es decir, ha detectado un obstáculo.
Rango de distancias	5 mm ~ 20m (aproximación de modelos comerciales)	5cm ~ 8m (aproximación de modelos comerciales)	0cm ~80cm (aproximación de modelos comerciales)
Tipos de superficie	Errores en materiales que provoquen reflexión del láser: translúcidos, transparentes, etc.	Error en superficies cuya orientación no sea perpendicular al sensor, dentro de un rango.	No presenta errores según el tipo de material o superficie del obstáculo
Inconvenientes	- Puede dar error con radiación infrarroja en el ambiente	- Zonas ciegas - Falsas alarmas	- Factores como lluvia afectan a su funcionamiento

*Tabla comparativa de sensores de proximidad.*

Tras analizar las prestaciones que los distintos tipos de sensores ofrecen, el **sensor de ultrasonidos** es el componente que más se ajusta a los objetivos que debe cumplir en el sistema. Puede detectar obstáculos independientemente de la superficie y color y ofrece un rango de detección más que suficiente.

Cabe destacar que la información recogida por estos componentes no requiere de gran precisión para ningún proceso, únicamente ofrece información y ayuda al usuario en la toma de decisiones, junto a otros elementos del sistema.

#### b) Sensores de luz

Los sensores de luz tienen como propósito encender las luces de iluminación de forma automática, en el caso de que el usuario así lo desee. Se examinan las distintas alternativas que existen para los sensores de luz. Los transductores de luz principales son las LDR (Light Dependant Resistor), los fotodiodos y los fototransistores.

En este caso, atendiendo a las funciones que debe cumplir, la **LDR** resulta ser el componente más adecuado, ya que no se exige una velocidad de respuesta alta y su implementación es sencilla y económica. Además, a diferencia de los fotodiodos, puede trabajarse con tensiones en lugar de corrientes, lo cual simplifica el circuito.

### 1.4.1.2.- Elementos de control y alimentación

#### a) Microcontrolador

Para la elección del microcontrolador debe atenderse a las características necesarias para el sistema, atendiendo a factores como el lenguaje de programación, capacidad de memoria, número de pines (digitales y analógicos) y corriente de salida, entre otros. A continuación presentamos una tabla comparativa de las posibles opciones.

	ARDUINO MEGA 1280	TMS320F28335
Tipo de componente	Microcontrolador	DSC
Fabricante	Arduino	Texas instruments
Microprocesador	ATmega1280	TMS320C28x
Alimentación	7-12 V	1.71V- 1.995V
Pines digitales	54	54
Pines PWM	14	16
Entradas analógicas	16	16
I <sub>max</sub> por pin	40 mA (50 mA por 3.3V)	2 mA (Suministro de 3.3V)
Memoria Flash	128 KB (4 KB bootloader)	256 KB
RAM / SRAM	8 KB	100 KB
EEPROM	4 KB	2 KB

Velocidad	16 MHz	90 MHz
Lenguaje	Arduino	C++

*Tabla comparativa de microcontroladores.*

Se ha optado por elegir el **Arduino Mega 1280**, debido a que las funciones que debe cumplir el microcontrolador en el sistema son sencillas y no requieren de una gran velocidad de procesamiento. Además, la programación se simplifica de forma considerable y el software Arduino cuenta con múltiples librerías externas, que permiten una absoluta compatibilidad con los elementos del sistema.

La elección de este modelo en particular de la familia Arduino se debe a la necesidad de pines que se requieren para conectar todos los elementos del sistema. Si bien modelos más sencillos ofrecen la misma capacidad de procesamiento, el Arduino MEGA permite incluir todos los componentes que se plantean.

#### **b) Tipo de alimentación**

Se establece como punto de partida una batería de corriente continua con la tensión mínima necesaria para poder alimentar todos los componentes del circuito. Con objeto de mejorar las prestaciones, se plantean distintas alternativas de recargar de esta batería a partir de factores económicos, tecnológicos, etc. A continuación se presenta una tabla comparativa con las distintas opciones.

	<b>Pilas electrolíticas</b>	<b>Batería recargable</b>	<b>Placa solar</b>	<b>Dinamo</b>
Ventajas	- Velocidad de recarga de la batería - Fácil de implementar	- Fácil de implementar - Diversidad en el mercado	- Proporciona corriente continua directamente - Energía renovable	- Se recarga mientras se utiliza - Energía renovable - Distintas potencias disponibles
Inconvenientes	- Una vez agotadas, deben sustituirse, no pueden recargarse	- El usuario debe controlar el nivel de batería - Recarga no inmediata	- Por la noche no recarga - Pierde eficiencia en días nublados	- Implica más esfuerzo para el usuario

*Tabla comparativa sobre alimentación del sistema.*

Finalmente se escoge la opción de emplear 3 **pilas electrolíticas** de 1.5 V conectadas en serie, lo que permite obtener un voltaje adecuado, puesto que el microcontrolador puede hacer frente a éste (debido al rango de tensiones que admite). Las partes del circuito que funcionan a menores tensiones están protegidos por desplazadores de nivel u otros elementos electrónico con este propósito. El cambio de pilas es sencillo y el conjunto en sí ofrece una autonomía suficiente.

## 1.4.2.- Subsistema de encapsulado

Este subsistema recoge todos los elementos de protección para los componentes electrónicos, incluyendo su diseño, prestaciones, distribución, etc. Se examinan distintas posibilidades, atendiendo a la comodidad del usuario y el cumplimiento eficaz de las distintas funciones del equipo. Se entiende por módulo la agrupación de los componentes electrónicos en función de dónde están situados en el vehículo ciclo.

### 1.4.2.1.- Módulo delantero

#### a) Disposición de elementos

Se presentan dos alternativas para la distribución de los elementos de este módulo y se analizan según una serie de criterios.

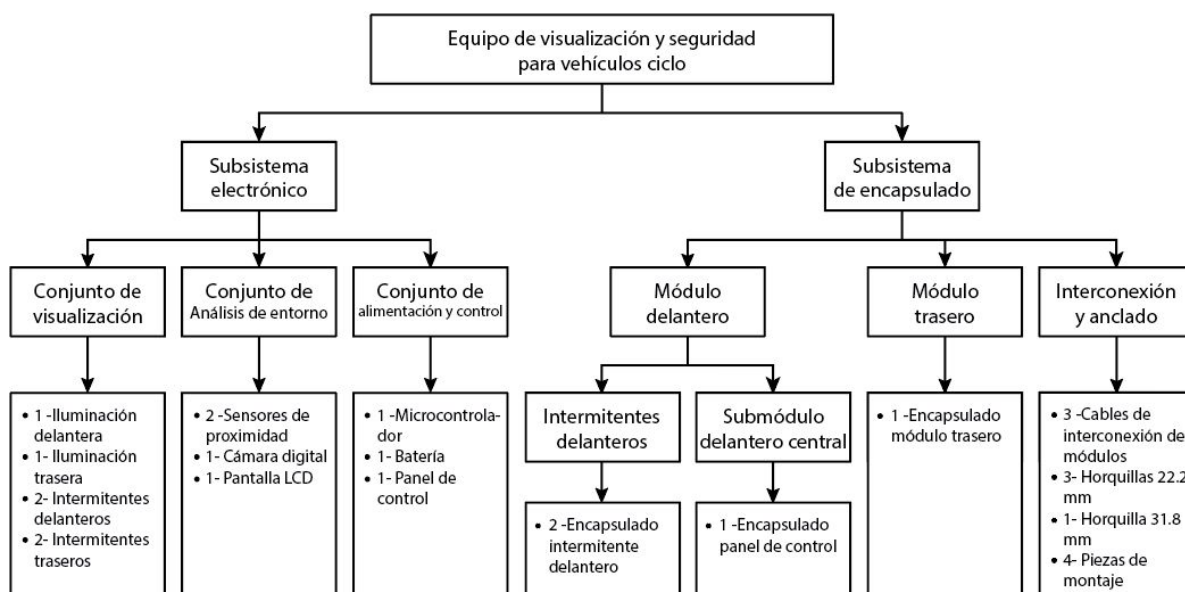
- Módulo delantero centralizado: se trata de incluir todos los elementos del módulo en la misma carcasa, obteniendo una pieza única que requiere de un único punto de sujeción. La comunicación con el resto del equipo se hará mediante un único cable que albergue todas las conexiones necesarias.
- Módulo delantero central con intermitentes por separado: se trata de hacer los intermitentes delanteros como piezas independientes al módulo central, con la posibilidad de separarlos hacia los extremos del manillar. Esta alternativa supone que haya más elementos de conexión alrededor del vehículo y requiera de más puntos de sujeción para los elementos, sin embargo, aumenta la de visibilidad de los intermitentes y proporciona más comodidad al usuario para poder interactuar con ellos sin necesidad de apartar la mano del manillar.

Debido a las ventajas que presenta la opción de **módulo delantero central con intermitentes por separado**, sobretodo aquellas que suponen una mejora de cara al usuario, se determina esta opción como la más adecuada para el proyecto

Todos los elementos de los cuales no se han propuesto soluciones alternativas es debido a que existen factores suficientemente restrictivos como para no tener una comparativa de soluciones a un mismo problema.

## 1.5.- Descripción detallada de la solución adoptada

A continuación se presenta un organigrama técnico, donde se muestra el producto dividido en sus respectivos subsistemas y conjuntos.



Organigrama técnico del sistema

### 1.5.1.- Subsistema electrónico

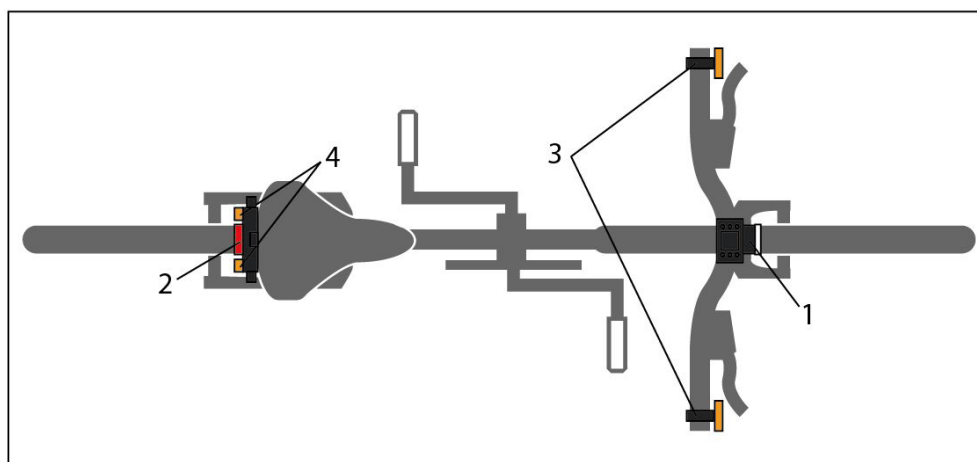
El subsistema electrónico se compone de todos los elementos electrónicos del producto. Según su función, se clasifican en tres conjuntos diferenciados.

#### 1.5.1.1.- Conjunto de visualización

El conjunto de visualización comprende todos los elementos dedicados a la visibilidad del vehículo sobre el cual se coloca el producto, incluyendo las luces indicativas, como son los intermitentes. Este conjunto cuenta con los elementos que se describen a continuación.

1. **Luces LED de iluminación delantera:** luces LED, color blanco, situadas en la parte delantera del vehículo para poder alumbrar el camino, y a su vez, poder ser distinguido por otros usuarios de la vía en condiciones de poca visibilidad o de noche.
2. **Luces LED de iluminación trasera:** luces LED, color rojo, situadas en la parte trasera del vehículo para poder ser distinguido por otros usuarios de la vía en condiciones de poca visibilidad.

- 3. Luces LED intermitentes delanteras:** luces LED, color ambar, situadas en la parte delantera del vehículo, a los laterales del eje longitudinal central del vehículo. Indican la dirección hacia la que se desvía el usuario mediante un parpadeo intermitente. Tiene opción de parpadear ambos lados a la vez para actuar de luz warning en caso de emergencia.
- 4. Luces LED intermitentes traseras:** luces led, color ámbar, situadas en la parte trasera del vehículo, a los laterales del eje longitudinal central del vehículo. Cumple las mismas funciones que las luces intermitentes delanteras, sincronizándose según el lado, izquierda o derecha.



Disposición de elementos: conjunto de visualización

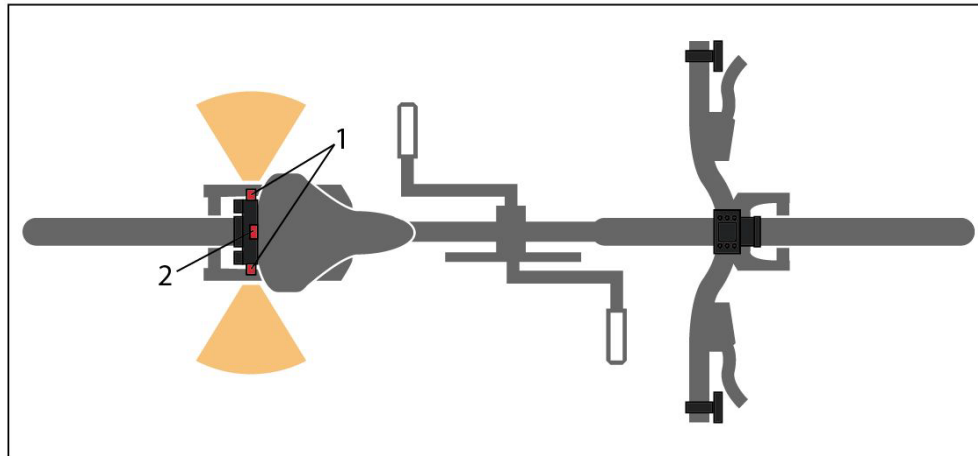
### 1.5.1.2.- Conjunto de análisis de entorno

El conjunto de análisis del entorno está formado por una serie de sensores que permiten al usuario obtener información de aquello que le rodea, en concreto la parte posterior del vehículo, donde no puede ver. Este conjunto cuenta con los elementos que se describen a continuación.

- 1. Sensores de proximidad laterales:** dos sensores de ultrasonidos de salida digital, situados a los laterales de la parte posterior del vehículo (en el módulo trasero). Estos sensores avisan al usuario, mediante una indicación en el panel de control, cuando otro elemento, normalmente otro vehículo, invada el perímetro de seguridad y no respete la mínima distancia (1.5 metros). Ofrece información al usuario sin que éste necesite desviar su vista del frente.

Debido a su configuración, el sensor propiamente escogido es independiente al módulo que procesa la información recibida, de forma que es más sencillo orientar el sensor, sin comprometer el montaje en la PCB.

- 2. Cámara digital trasera:** cámara digital que muestra al usuario un campo de visión trasera sin necesidad de que éste aparte la vista del frente. Va acompañado de una pequeña pantalla situada en el panel de control que se detalla más adelante.



Disposición de elementos: conjunto de análisis de entorno

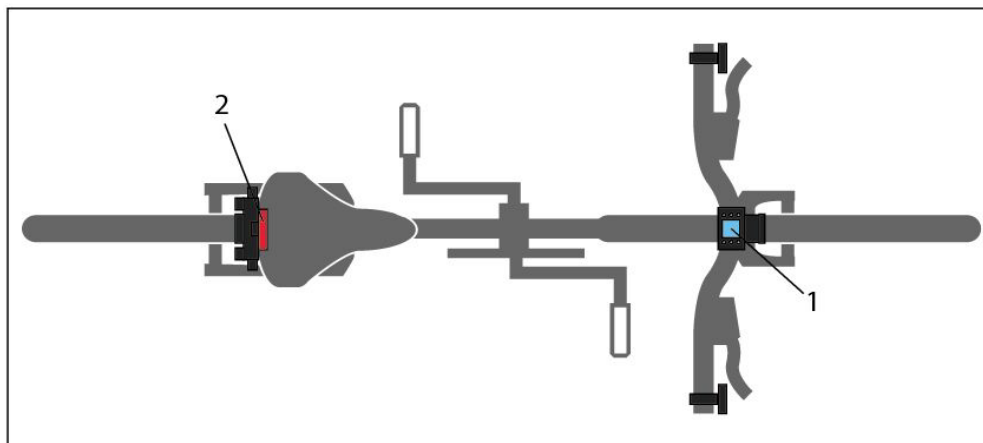


### 1.5.1.3.- Conjunto de control y alimentación

El conjunto de control y alimentación comprende todos los componentes que conforman el panel de control y la fuente de alimentación que utiliza el sistema.

1. **Panel de control:** Elemento en el cual se centralizan todos los elementos de control y display diseñados para el usuario. Contiene:
  - a. **Pantalla:** módulo de pantalla LCD tipo TFT (Thin Film Transistor) de 1.8 pulgadas y resolución de 128x160, que muestra la imagen que capta la cámara del conjunto de análisis del entorno. Permite al usuario observar la parte posterior del vehículo sin el riesgo que supone desviar la vista del camino, para poder llevar precaución en la toma de decisiones una vez se encuentre en la vía.
  - b. **Luces LED de indicación de proximidad:** dos luces LED que se iluminan en caso de que los sensores de ultrasonidos detecten un obstáculo a menos distancia de la establecida. Permite al usuario saber si no se respeta la distancia de seguridad, para así, actuar en consecuencia.
  - c. **Luces LED de indicación de intermitente:** dos luces LED, una asignada por cada lado, que parpadean de forma sincronizada con los intermitentes cuando alguno de éstos (o ambos en caso de emergencia) están activados. Permite al usuario saber qué intermitente está encendido.
  - d. **Sensor de luz:** sensor de luz basado en una fotorresistencia (LDR) que encenderá las luces de iluminación en caso de que la luz sea inferior a un determinado umbral. Esta opción sólo tendrá repercusión si la opción de automatización de luces ha sido activada por el usuario.
  - e. **Botón de encendido/apagado de luces de iluminación:** en caso de que las luces de iluminación estén en modo manual, permite al usuario encenderlas y apagarlas a voluntad.
  - f. **Botón de cambio automático/manual de luces de iluminación:** permite al usuario cambiar de modo manual a automático y viceversa en el encendido de luces.
  - g. **Selector de tres posiciones de control de intermitentes:** situado en uno de los módulos de intermitente delantero, permite al usuario accionar los intermitentes de cualquiera de los lados. Incluye una posición central neutra.
  - h. **Botón Warning:** botón que permite al usuario encender los cuatro intermitentes a la vez para señalar de alguna emergencia.

- i. **Botón de apagar pantalla:** este botón da opción al usuario de no mostrar la imagen en directo que recoja la pantalla, en caso de que así lo desee.
  - j. **Botón de encendido/apagado general:** intermediario entre la alimentación y el resto del circuito para encender y apagar el sistema.
2. **Alimentación:** batería de 3 pilas electrolíticas conectadas en serie. El módulo de acople de las pilas tiene un tamaño suficientemente compacto para que resulte fácil de implementar en el módulo trasero.



Disposición de elementos: conjunto de control y alimentación

### 1.5.2.- Subsistema de encapsulado

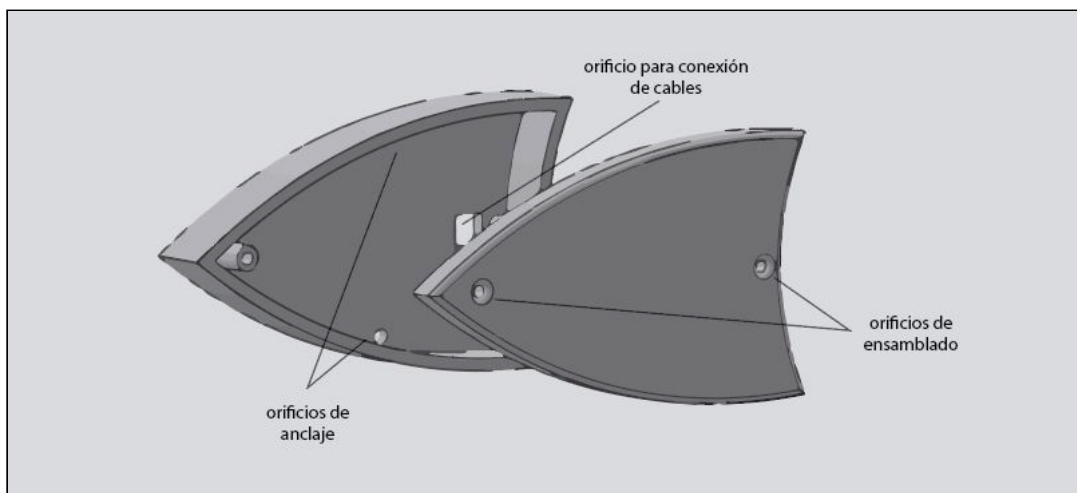
El subsistema de encapsulado engloba las distintas piezas sobre las cuales se alojan los componentes electrónicos. Este subsistema se divide en módulos dependiendo de la posición en la cual se colocan.

#### 1.5.2.1.- Módulo delantero

El módulo delantero se compone de tres piezas independientes pero interconectadas, que se colocan sobre el manillar del vehículo: dos submódulos de intermitentes delanteros y el submódulo central.

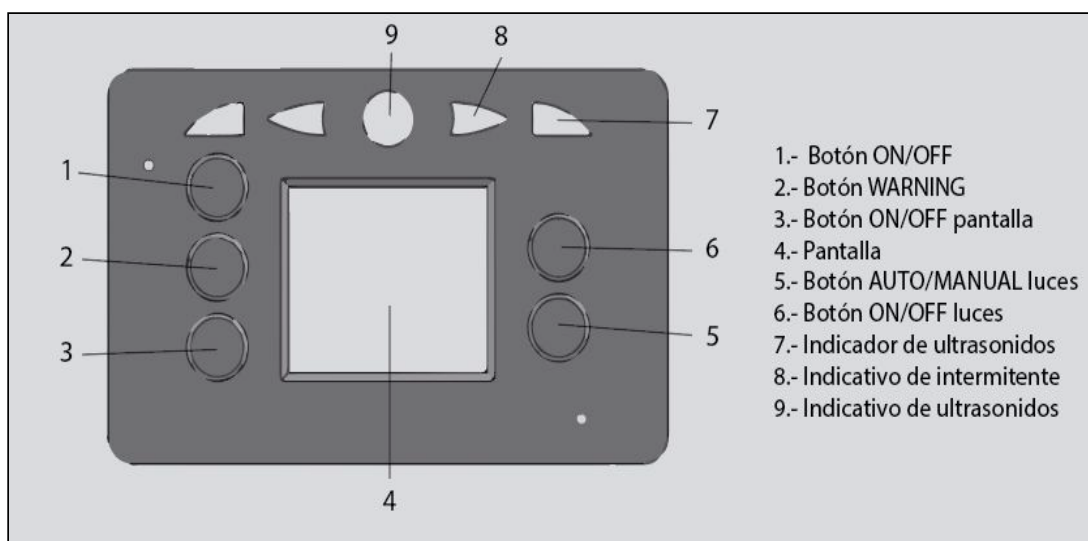
1. **Submódulos de intermitentes delanteros:** piezas colocadas a los extremos del manillar, con separación elegida por el usuario. Se diferencian las siguientes partes a continuación.
  - a. **Encapsulado de PCB:** pieza en la que se encuentran los LED de los propios intermitentes y otros componentes adicionales, como los que forman la etapa de potencia para los mismos.

- b. **Horquilla:** sistema de sujeción fija.
- c. **Pieza de montaje:** sistema de sujeción no fija.
- d. **Cable de interconexión:** se conecta al módulo central. Por el interior de éste pasan todas las conexiones necesarias que comunican distintos módulos: alimentación, tierra, cables de señal, etc.
- e. **Selector de intermitentes:** colocado en sólo uno de los submódulos, permite al usuario activarlos de forma cómoda sin necesidad de quitar la mano del manillar.



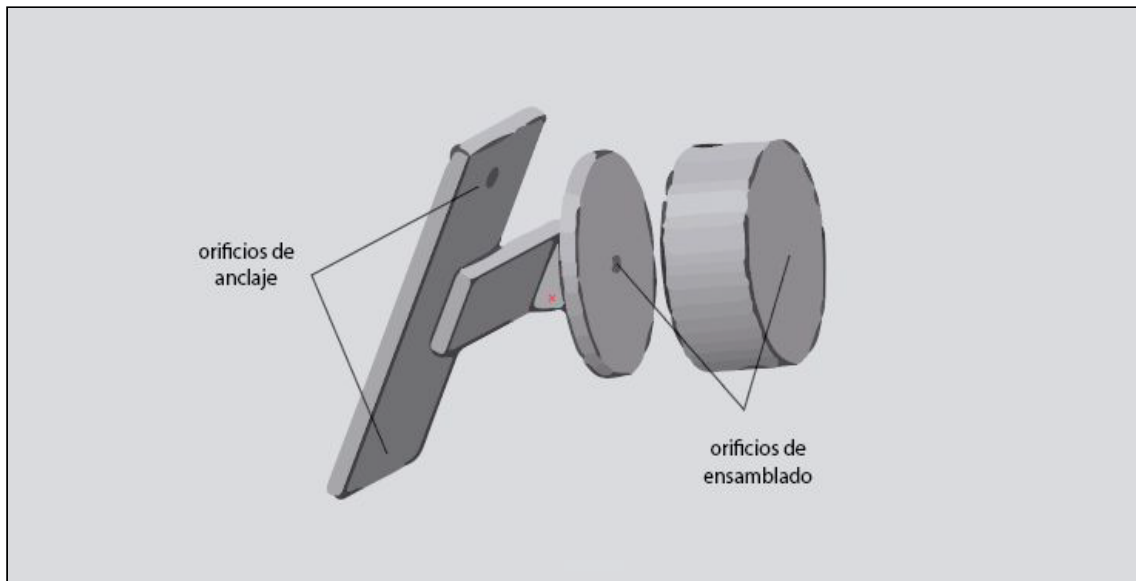
Módulo delantero: submódulos de intermitentes delanteros

- 2. **Submódulo central:** pieza situada en el centro del manillar que contiene el panel de control del usuario y la luz de iluminación delantera.
  - a. **Encapsulado del panel de control:** pieza que recoge todos los elementos de control para el usuario.



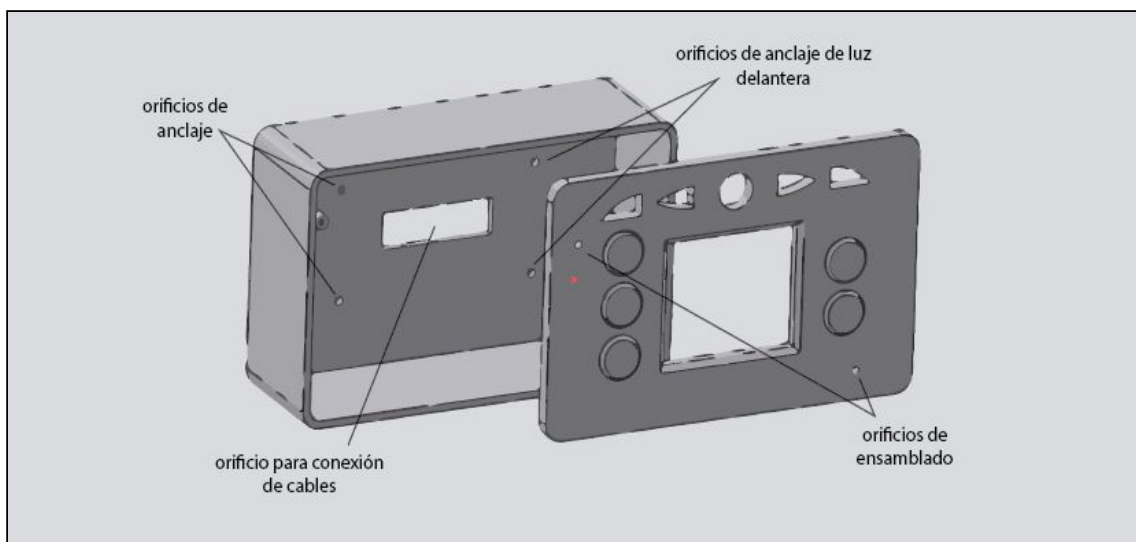
Módulo delantero: encapsulado del panel de control

- b. **Encapsulado de luz de iluminación delantera:** pieza anclada al encapsulado del panel de control mediante una articulación para poder regular la dirección de la luz debido a diferencias de forma de los manillares de vehículos ciclo.



Encapsulado de luz de iluminación delantera

- c. **Horquilla:** sistema de sujeción fija.
- d. **Pieza de montaje:** sistema de sujeción no fija.
- e. **Tomas de cables de interconexión:** tomas a través de las cuales se conectan los cables de interconexión de los otros módulos

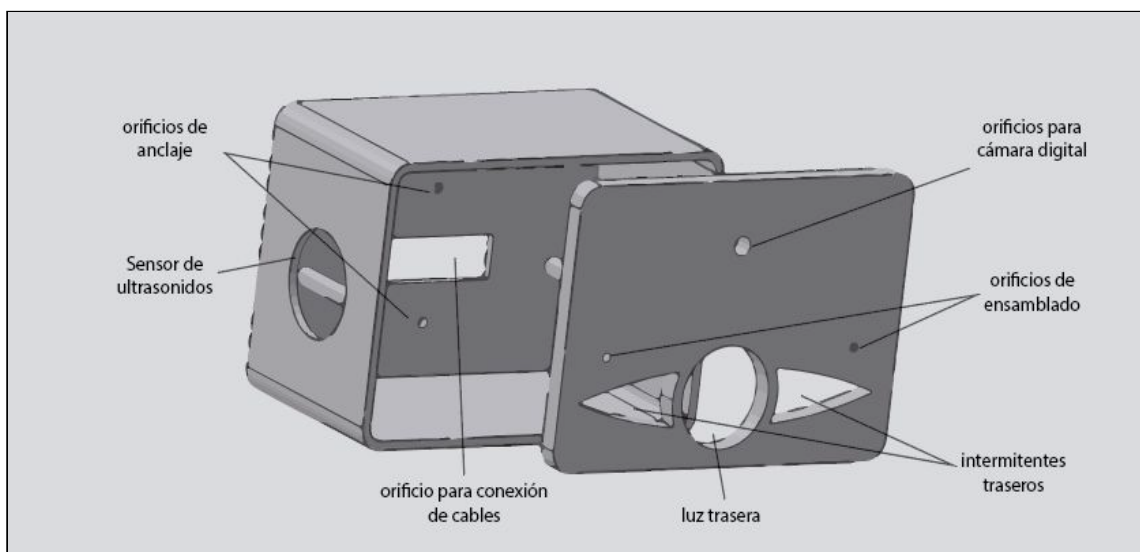


Módulo delantero central

### 1.5.2.2.- Módulo trasero

El módulo trasero consta de una única pieza pensada para alojarse bajo el sillín del vehículo. Este módulo se comunica con el módulo delantero. Consta de los componentes que se explican a continuación.

1. **Encapsulado de PCB:** pieza principal en la cual se alojan las placas de circuito impreso. Incluye en la cara frontal la iluminación e intermitentes traseros, así como la cámara digital. Incluye además los sensores de ultrasonidos en los laterales y la batería recargable en la cara posterior.
2. **Horquilla:** sistema de sujeción fija.
3. **Pieza de montaje:** sistema de sujeción no fija.
4. **Cable de interconexión:** se conecta al módulo central. Por el interior de éste pasan todas las conexiones necesarias que comunican distintos módulos: alimentación, tierra, cables de señal, etc.



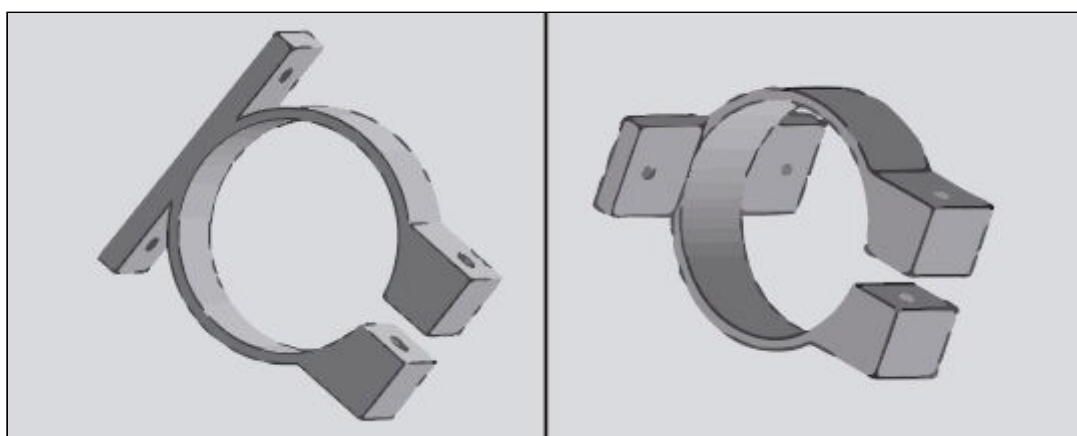
Módulo trasero

### 1.5.2.3.- Sistema de sujeción de módulos

En este apartado se detalla de forma más exhaustiva los componentes de los módulos que tienen como objetivo fijar éstos en el vehículo ciclo. Todos los módulos y submódulos ya presentados cuentan con el mismo mecanismo.

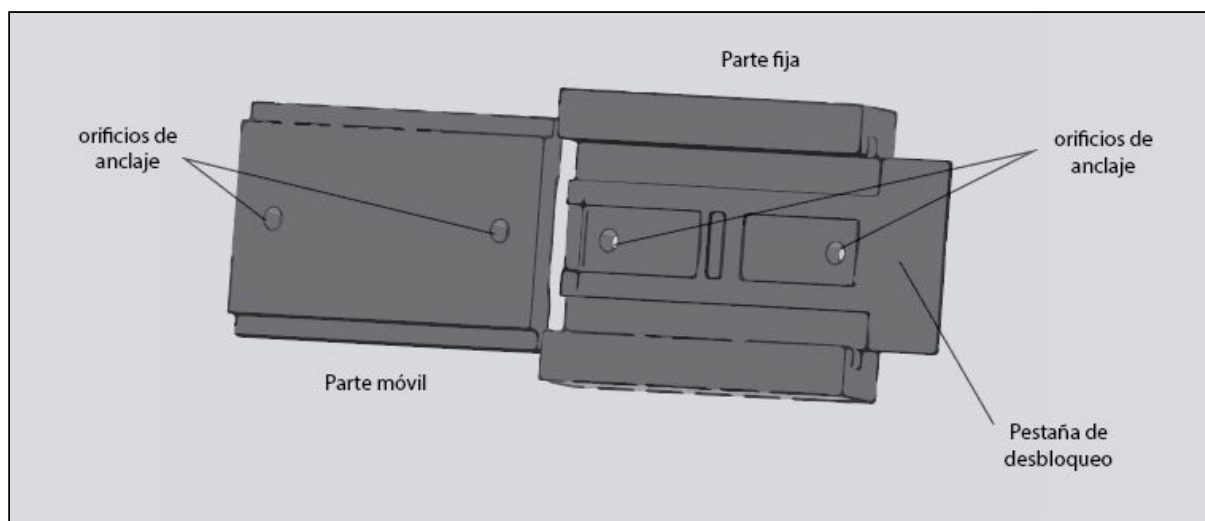
El sistema de sujeción se basa en dos piezas diferenciadas e iguales para todos los módulos salvo en parámetros que dependen de dónde se colocan o qué pieza deben fijar.

1. **Horquilla:** consiste en una pieza metálica con forma prisma de anillo, abierta por una de sus partes. A los lados de este hueco hay dos extensiones de la pieza con dos agujeros alineados y de igual diámetro, a través de los cuales se pasa una tuerca que asegura el cierre de ésta. Esta pieza se mantiene anclada al vehículo.



Horquillas de sujeción: variantes de pieza

2. **Pieza de montaje:** consiste en una pieza que se divide en dos partes: parte fija y parte móvil. Esta pieza permite anclar y desanclar los módulos al vehículo.
  - a. **Parte fija:** esta parte está unida a la horquilla de forma permanente, en una posición que no dificulte el acceso a la tuerca de sujeción de la horquilla. Se trata de un prisma rectangular vaciado en su interior, incluyendo una de las caras de la pieza. Cuenta además con dos huecos longitudinales que ejercen de raíles para la parte móvil, bloqueando el movimiento en dos de las dimensiones. En su posición central se encuentra una pestaña que tiene una muesca en el centro, la cual bloquea el movimiento en la dimensión restante. El usuario puede accionar la pestaña para desbloquear esta restricción, lo que posibilita separar el módulo de la horquilla.
  - b. **Parte móvil:** esta parte está unida al módulo. Cuenta con dos láminas que se encajan en los raíles de la parte fija y un hueco para que se coloque la muesca de la parte fija.

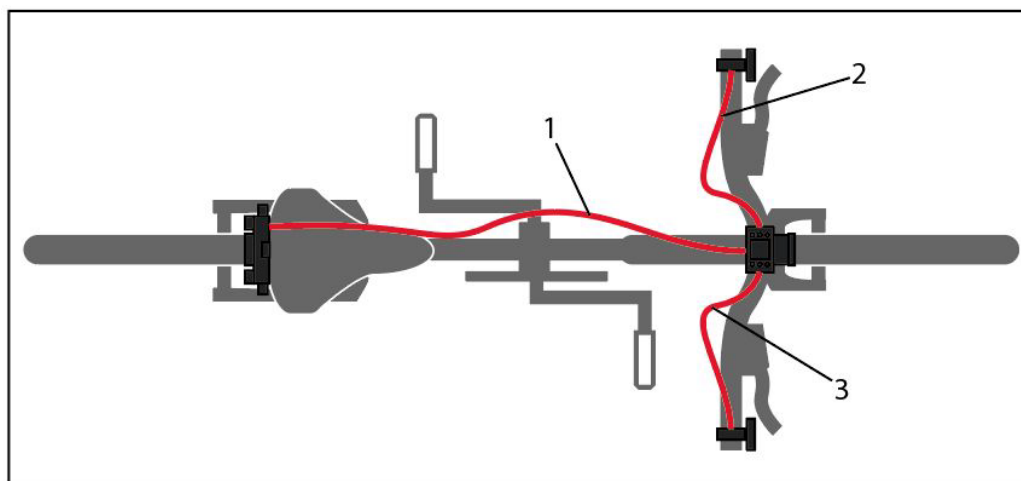


Pieza de montaje: parte fija y parte móvil

#### 1.5.2.4.- Conexión de módulos

La interconexión de módulos se hace mediante tres cables principales que conectan los cuatro módulos resultantes. Por el interior de cada uno discurren todos los cables necesarios según describe este documento, de forma que todos ellos quedan pegados al manillar o al cuadro del vehículo. Todos los módulos cuentan con un orificio de tipo cuadrado o rectangular por el cual podrán salir los cables. Se eligen unas longitudes estándar con el fin de poder adaptar el equipo al mayor número de vehículos:

1. Cable principal de interconexión módulo delantero - módulo trasero (65 cm de longitud)
2. Cable principal de interconexión intermitente delantero izquierdo - módulo delantero (35 cm de longitud)
3. Cable principal de interconexión intermitente delantero derecho - módulo delantero (35 cm de longitud)



Disposición de elementos: conexión de módulos mediante cableado

### 1.5.3.- Software de control

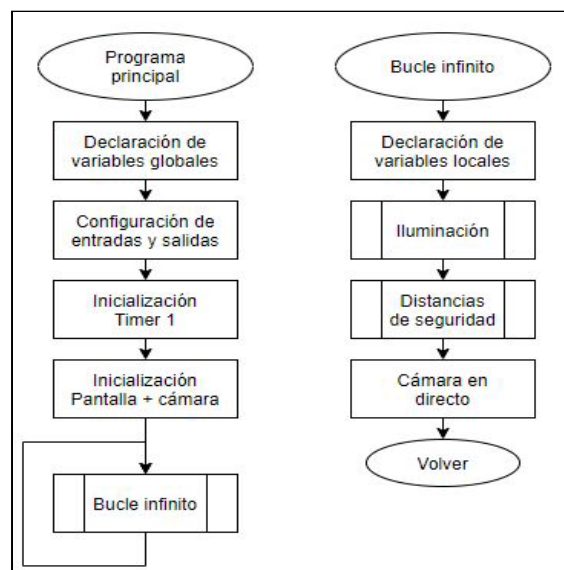
El software de control actúa como intermediario de todas las acciones que tienen lugar en el sistema, a excepción de los interruptores de alimentación. El componente responsable de este control es el microcontrolador elegido para el sistema: Arduino MEGA 1280. Este dispositivo actúa principalmente con entradas y salidas digitales y de forma minoritaria con entradas analógicas.

Según los requerimientos de cada conjunto presente en el sistema debe programarse la lógica de control para que cumpla los objetivos. A continuación se presentan unos flujogramas de las distintas partes del programa. El código de programación queda incluido en el Anejo 1.

#### 1. Programa principal y bucle infinito:

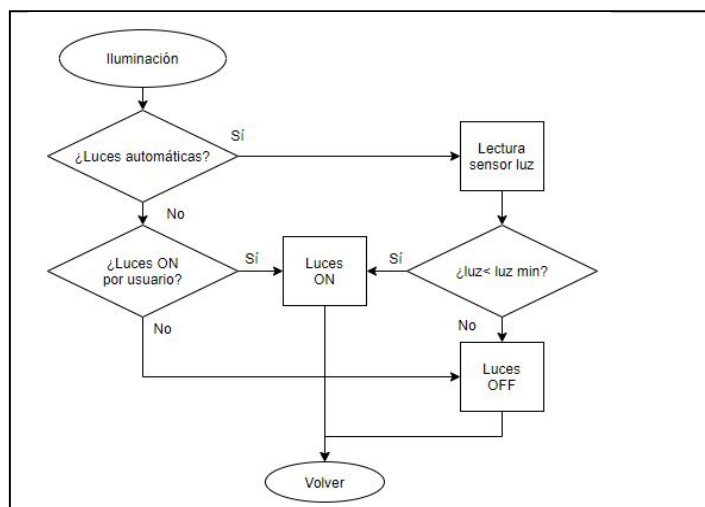
El programa principal arranca con la declaración de variables globales, configuración de pines y otros elementos como son un Timer para generar interrupciones y el software dedicado a la cámara en directo.

Tras realizar estas actividades, el programa quedará en un bucle infinito, donde se atenderá a las actividades del sistema propiamente dichas.



#### 2. Función de iluminación:

Referente a las luces que proporcionan visibilidad. Analiza en primer lugar el modo de control en el que están las luces: (automático o manual), seguidamente, según la opción, traspasa el criterio de encendido de luces al botón de usuario o al sensor de luz implantado.





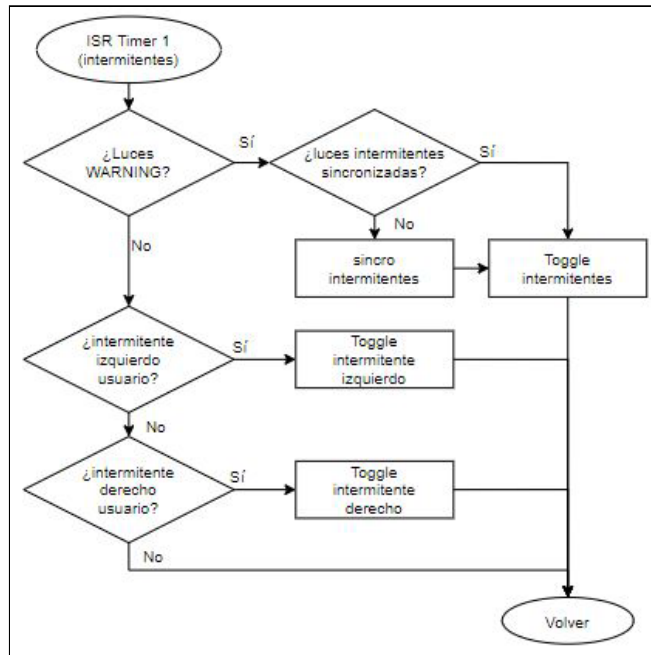
### 3. Función de intermitentes (interrupción Timer):

Referente a las luces de indicación que requieran de un parpadeo. Cada 1.5 segundos tiene lugar la interrupción, sin embargo no se manifiesta ninguna acción a menos que el usuario haya interactuado con cualquiera de los botones referentes a estas acciones.

La función Toggle (volteo) cambia el estado digital de la salida de forma que sea contraria a la que previamente lee.

Requiere de una librería adicional:

- TimerOne



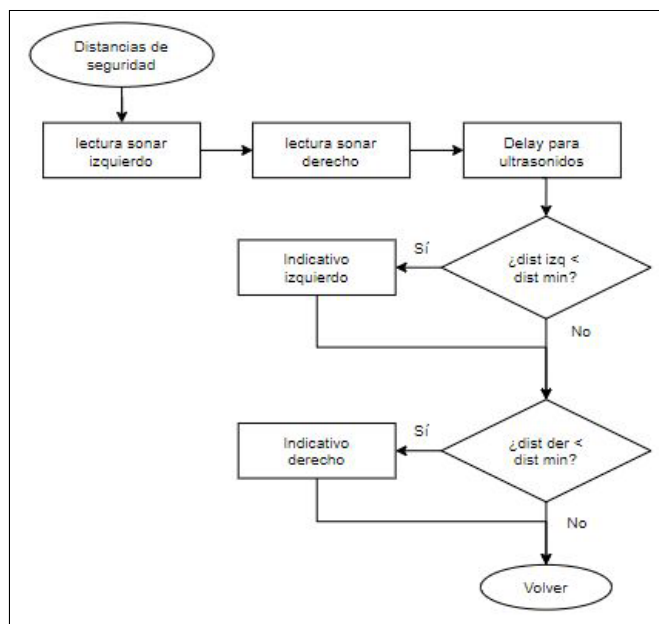
### 4. Función de distancias de seguridad:

Referente a los sensores de tipo ultrasonidos del sistema. Tras un lectura de ambos se establece un delay para asegurar que reciben correctamente la información pertinente del entorno.

Si alguna de estas lecturas es inferior a un determinado valor umbral, se avisa al usuario a través de indicadores luminosos del panel de control.

Requiere de una librería adicional:

- NewPing



### 5. Software de cámara en directo: debido a la complejidad de este módulo se recomienda atender directamente al código implementado. De forma general se establece una comunicación serie del módulo cámara al microcontrolador y de éste

a la pantalla a través de desplazadores de nivel. Requiere de dos librerías adicionales:

- LiveOV7670Library
- Adafruit\_GFX\_Library

Datos de proyccionista	
Jorge Vidal Albert	
Curso 2019 - 2020	Grado en ingeniería electrónica industrial y automática



RIDERSAFE

# EQUIPO DE VISUALIZACIÓN Y SEGURIDAD PARA VEHÍCULOS CICLO

## ANEJOS





RIDERSAFE

# EQUIPO DE VISUALIZACIÓN Y SEGURIDAD PARA VEHÍCULOS CICLO

## ANEJO 1: CÓDIGO DE CONTROL



**Programa principal**

```

#include "setup.h"
#include "TimerOne.h"
#include "NewPing.h"

#define ilum 32
#define i_izq 31
#define i_der 33
#define b_ilum 39
#define b_i_izq 23
#define b_i_der 24
#define b_autolum 40
#define b_warning 43
#define ldr A4
#define factor_luz 0.1467 //factor de conversión bits->luz

#define trig_izq 35
#define echo_izq 36
#define trig_der 38
#define echo_der 37

#define led_sonar_izq 41
#define led_sonar_der 42

volatile int luz_min = 100; // en lux
volatile int dist_min = 150; // en cm

NewPing sonar_izq(trig_izq, echo_izq, 200);
NewPing sonar_der(trig_der, echo_der, 200);

void setup() {

  pinMode(ilum,OUTPUT); // luces iluminacion
  pinMode(i_izq,OUTPUT); // intermitente izquierdo
  pinMode(i_der,OUTPUT); // intermitente derecho

  pinMode(b_ilum,INPUT_PULLUP); // boton luces
  pinMode(b_i_izq,INPUT_PULLUP); // boton intrm izq
  pinMode(b_i_der,INPUT_PULLUP); // boton intrm der
  pinMode(b_autolum, INPUT_PULLUP); //boton automatizar luces
  pinMode(b_warning, INPUT_PULLUP); //boton warnigs

  pinMode(trig_izq,OUTPUT); //trigger izquierda
  pinMode(trig_der,OUTPUT); // trigger derecha
  pinMode(echo_izq,INPUT); // echo izquierda
  pinMode(echo_der,INPUT); // echoderecha

  Timer1.initialize(1500000); // 1.5s por interrupt
  Timer1.attachInterrupt(ISR_intermitentes); // dirige a interrupción

  initializeScreenAndCamera(); //Inicialización de camara y pantalla
}

void loop() {

int luz, dist_izq, dist_der;

//CONJUNTO DE VISUALIZACION
if(digitalRead(b_autolum) == 0){ // automatico luces
  luz = (analogRead(ldr)*factor_luz);

```

```

if(luz < luz_min){
  digitalWrite(illum, HIGH);
}
else digitalWrite(illum, LOW);
}
else{ // manual luces

  if(digitalRead(b_illum)== 0){ // boton encendido luces
    digitalWrite(illum, HIGH);
  }
  else digitalWrite(illum, LOW);
}

//CONJUNTO DE ANALISIS DE ENTORNO
sonar_izq.ping_cm();
sonar_der.ping_cm();
delay(50);

if(dist_izq < dist_min){
  digitalWrite(led_sonar_izq,HIGH);
}

if(dist_der < dist_min){
  digitalWrite(led_sonar_der,HIGH);
}

processFrame(); //camara en directo
}
//FUNCIONES DE USUARIO
void ISR_intermitentes(){// funcion interrupcion para on/off de intermitentes

  if(digitalRead(b_warning)==0){ // el boton warning tiene prioridad sobre los intermitentes
    if(digitalRead(i_izq) != digitalRead(i_der))toggle(i_izq); // sincorniza ambos intermitentes
    toggle(i_izq);
    toggle(i_der);
  }
  else{
    if(digitalRead(b_i_izq)==0){
      toggle(i_izq);
    }
    else if (digitalRead(b_i_der)==0){
      toggle(i_der);
    }
  }
}

void toggle(int pin){ //funcion toggle para voltear el pin
  digitalWrite(pin,!digitalRead(pin));
}

```

### Adafruit\_ST7735\_mod.cpp

This library works with the Adafruit 1.8" TFT Breakout w/SD card  
 ----> <http://www.adafruit.com/products/358>  
 The 1.8" TFT shield  
 ----> <https://www.adafruit.com/product/802>  
 The 1.44" TFT breakout  
 ----> <https://www.adafruit.com/product/2088>  
 as well as Adafruit raw 1.8" TFT display  
 ----> <http://www.adafruit.com/products/618>

Check out the links above for our tutorials and wiring diagrams  
 These displays use SPI to communicate, 4 or 5 pins are required to interface (RST is optional)  
 Adafruit invests time and resources providing this open source code, please support Adafruit and open-source hardware by purchasing products from Adafruit!

Written by Limor Fried/Ladyada for Adafruit Industries.  
 MIT license, all text above must be included in any redistribution  
 \*\*\*\*\*/

```
#include "Adafruit_ST7735_mod.h"
#include <limits.h>
#include "pins_arduino.h"
#include "wiring_private.h"
#include <SPI.h>

inline uint16_t swapcolor(uint16_t x) {
  return (x << 11) | (x & 0x07E0) | (x >> 11);
}

#if defined (SPI_HAS_TRANSACTION)
  static SPISettings mySPISettings;
#elif defined (__AVR__)
  static uint8_t SPCRbackup;
  static uint8_t mySPCR;
#endif

// Constructor when using software SPI. All output pins are configurable.
Adafruit_ST7735_mod::Adafruit_ST7735_mod(int8_t cs, int8_t rs, int8_t sid, int8_t sclk, int8_t rst)
  : Adafruit_GFX(ST7735_TFTWIDTH, ST7735_TFTHEIGHT_18)
{
  _cs = cs;
  _rs = rs;
  _sid = sid;
  _sclk = sclk;
  _rst = rst;
  hwSPI = false;
}

// Constructor when using hardware SPI. Faster, but must use SPI pins
// specific to each board type (e.g. 11,13 for Uno, 51,52 for Mega, etc.)
Adafruit_ST7735_mod::Adafruit_ST7735_mod(int8_t cs, int8_t rs, int8_t rst)
  : Adafruit_GFX(ST7735_TFTWIDTH, ST7735_TFTHEIGHT_18) {
  _cs = cs;
  _rs = rs;
  _rst = rst;
  hwSPI = true;
  _sid = _sclk = 0;
}

#if defined(CORE_TEENSY) && !defined(__AVR__)
#define __AVR__
#endif

inline void Adafruit_ST7735_mod::spiwrite(uint8_t c) {

  //Serial.println(c, HEX);

  if (hwSPI) {
    #if defined (SPI_HAS_TRANSACTION)
      SPI.transfer(c);
    }
  }
}

```

```

#elif defined (__AVR__)
    SPCRbackup = SPCR;
    SPCR = mySPCR;
    SPI.transfer(c);
    SPCR = SPCRbackup;
//    SPDR = c;
//    while(!(SPSR & _BV(SPIF)));
#elif defined (__arm__)
    SPI.setClockDivider(21); //4MHz
    SPI.setDataMode(SPI_MODE0);
    SPI.transfer(c);
#endif
} else {
// Fast SPI bitbang swiped from LPD8806 library
for(uint8_t bit = 0x80; bit; bit >>= 1) {
    if(c & bit) *dataport |= datapinmask;
    else *dataport &= ~datapinmask;
    *clkport |= clkpinmask;
    *clkport &= ~clkpinmask;
}
}
}

void Adafruit_ST7735_mod::writecommand(uint8_t c) {
#if defined (SPI_HAS_TRANSACTION)
    SPI.beginTransaction(mySPISettings);
#endif
    *rsport &= ~rspinmask;
    *csport &= ~cspinmask;

//Serial.print("C ");
    spiwrite(c);

    *csport |= cspinmask;
#if defined (SPI_HAS_TRANSACTION)
    SPI.endTransaction();
#endif
}

void Adafruit_ST7735_mod::writedata(uint8_t c) {
#if defined (SPI_HAS_TRANSACTION)
    SPI.beginTransaction(mySPISettings);
#endif
    *rsport |= rspinmask;
    *csport &= ~cspinmask;

//Serial.print("D ");
    spiwrite(c);

    *csport |= cspinmask;
#if defined (SPI_HAS_TRANSACTION)
    SPI.endTransaction();
#endif
}

// Rather than a bazillion writecommand() and writedata() calls, screen
// initialization commands and arguments are organized in these tables
// stored in PROGMEM. The table may look bulky, but that's mostly the
// formatting -- storage-wise this is hundreds of bytes more compact
// than the equivalent code. Companion function follows.
#define DELAY 0x80
static const uint8_t PROGMEM
Bcmd[] = { // Initialization commands for 7735B screens

```



```

18, // 18 commands in list:
ST7735_SWRESET, DELAY, // 1: Software reset, no args, w/delay
 50, // 50 ms delay
ST7735_SLPOUT, DELAY, // 2: Out of sleep mode, no args, w/delay
 255, // 255 = 500 ms delay
ST7735_COLMOD, 1+DELAY, // 3: Set color mode, 1 arg + delay:
 0x05, // 16-bit color
 10, // 10 ms delay
ST7735_FRMCTR1, 3+DELAY, // 4: Frame rate control, 3 args + delay:
 0x00, // fastest refresh
 0x06, // 6 lines front porch
 0x03, // 3 lines back porch
 10, // 10 ms delay
ST7735_MADCTL, 1, // 5: Memory access ctrl (directions), 1 arg:
 0x08, // Row addr/col addr, bottom to top refresh
ST7735_DISSET5, 2, // 6: Display settings #5, 2 args, no delay:
 0x15, // 1 clk cycle nonoverlap, 2 cycle gate
 // rise, 3 cycle osc equalize
 0x02, // Fix on VTL
ST7735_INVCTR, 1, // 7: Display inversion control, 1 arg:
 0x0, // Line inversion
ST7735_PWCTR1, 2+DELAY, // 8: Power control, 2 args + delay:
 0x02, // GVDD = 4.7V
 0x70, // 1.0uA
 10, // 10 ms delay
ST7735_PWCTR2, 1, // 9: Power control, 1 arg, no delay:
 0x05, // VGH = 14.7V, VGL = -7.35V
ST7735_PWCTR3, 2, // 10: Power control, 2 args, no delay:
 0x01, // Opamp current small
 0x02, // Boost frequency
ST7735_VMCTR1, 2+DELAY, // 11: Power control, 2 args + delay:
 0x3C, // VCOMH = 4V
 0x38, // VCOML = -1.1V
 10, // 10 ms delay
ST7735_PWCTR6, 2, // 12: Power control, 2 args, no delay:
 0x11, 0x15,
ST7735_GMCTRP1, 16, // 13: Magical unicorn dust, 16 args, no delay:
 0x09, 0x16, 0x09, 0x20, // (seriously though, not sure what
 0x21, 0x1B, 0x13, 0x19, // these config values represent)
 0x17, 0x15, 0x1E, 0x2B,
 0x04, 0x05, 0x02, 0x0E,
ST7735_GMCTRN1, 16+DELAY, // 14: Sparkles and rainbows, 16 args + delay:
 0x0B, 0x14, 0x08, 0x1E, // (ditto)
 0x22, 0x1D, 0x18, 0x1E,
 0x1B, 0x1A, 0x24, 0x2B,
 0x06, 0x06, 0x02, 0x0F,
 10, // 10 ms delay
ST7735_CASET, 4, // 15: Column addr set, 4 args, no delay:
 0x00, 0x02, // XSTART = 2
 0x00, 0x81, // XEND = 129
ST7735_RASET, 4, // 16: Row addr set, 4 args, no delay:
 0x00, 0x02, // XSTART = 1
 0x00, 0x81, // XEND = 160
ST7735_NORON, DELAY, // 17: Normal display on, no args, w/delay
 10, // 10 ms delay
ST7735_DISPON, DELAY, // 18: Main screen turn on, no args, w/delay
 255 }, // 255 = 500 ms delay

Rcmd1[] = { // Init for 7735R, part 1 (red or green tab)
15, // 15 commands in list:
ST7735_SWRESET, DELAY, // 1: Software reset, 0 args, w/delay
 150, // 150 ms delay
ST7735_SLPOUT, DELAY, // 2: Out of sleep mode, 0 args, w/delay
 255, // 500 ms delay
ST7735_FRMCTR1, 3, // 3: Frame rate ctrl - normal mode, 3 args:

```

```

0x01, 0x2C, 0x2D, // Rate = fosc/(1x2+40) * (LINE+2C+2D)
ST7735_FRMCTR2, 3, // 4: Frame rate control - idle mode, 3 args:
0x01, 0x2C, 0x2D, // Rate = fosc/(1x2+40) * (LINE+2C+2D)
ST7735_FRMCTR3, 6, // 5: Frame rate ctrl - partial mode, 6 args:
0x01, 0x2C, 0x2D, // Dot inversion mode
0x01, 0x2C, 0x2D, // Line inversion mode
ST7735_INVCTR, 1, // 6: Display inversion ctrl, 1 arg, no delay:
0x07, // No inversion
ST7735_PWCTR1, 3, // 7: Power control, 3 args, no delay:
0xA2,
0x02, // -4.6V
0x84, // AUTO mode
ST7735_PWCTR2, 1, // 8: Power control, 1 arg, no delay:
0xC5, // VGH25 = 2.4C VGSEL = -10 VGH = 3 * AVDD
ST7735_PWCTR3, 2, // 9: Power control, 2 args, no delay:
0x0A, // Opamp current small
0x00, // Boost frequency
ST7735_PWCTR4, 2, // 10: Power control, 2 args, no delay:
0x8A, // BCLK/2, Opamp current small & Medium low
0x2A,
ST7735_PWCTR5, 2, // 11: Power control, 2 args, no delay:
0x8A, 0xEE,
ST7735_VMCTR1, 1, // 12: Power control, 1 arg, no delay:
0x0E,
ST7735_INVOFF, 0, // 13: Don't invert display, no args, no delay
ST7735_MADCTL, 1, // 14: Memory access control (directions), 1 arg:
0xC8, // row addr/col addr, bottom to top refresh
ST7735_COLMOD, 1, // 15: set color mode, 1 arg, no delay:
0x05 }, // 16-bit color

Rcmd2green[] = { // Init for 7735R, part 2 (green tab only)
2, // 2 commands in list:
ST7735_CASET, 4, // 1: Column addr set, 4 args, no delay:
0x00, 0x02, // XSTART = 0
0x00, 0x7F+0x02, // XEND = 127
ST7735_RASET, 4, // 2: Row addr set, 4 args, no delay:
0x00, 0x01, // XSTART = 0
0x00, 0x9F+0x01 }, // XEND = 159
Rcmd2red[] = { // Init for 7735R, part 2 (red tab only)
2, // 2 commands in list:
ST7735_CASET, 4, // 1: Column addr set, 4 args, no delay:
0x00, 0x00, // XSTART = 0
0x00, 0x7F, // XEND = 127
ST7735_RASET, 4, // 2: Row addr set, 4 args, no delay:
0x00, 0x00, // XSTART = 0
0x00, 0x9F }, // XEND = 159
Rcmd2green144[] = { // Init for 7735R, part 2 (green 1.44 tab)
2, // 2 commands in list:
ST7735_CASET, 4, // 1: Column addr set, 4 args, no delay:
0x00, 0x00, // XSTART = 0
0x00, 0x7F, // XEND = 127
ST7735_RASET, 4, // 2: Row addr set, 4 args, no delay:
0x00, 0x00, // XSTART = 0
0x00, 0x7F }, // XEND = 127
Rcmd3[] = { // Init for 7735R, part 3 (red or green tab)
4, // 4 commands in list:
ST7735_GMCTRP1, 16, // 1: Magical unicorn dust, 16 args, no delay:
0x02, 0x1c, 0x07, 0x12,
0x37, 0x32, 0x29, 0x2d,
0x29, 0x25, 0x2B, 0x39,
0x00, 0x01, 0x03, 0x10,
ST7735_GMCTRN1, 16, // 2: Sparkles and rainbows, 16 args, no delay:
0x03, 0x1d, 0x07, 0x06,

```

```

0x2E, 0x2C, 0x29, 0x2D,
0x2E, 0x2E, 0x37, 0x3F,
0x00, 0x00, 0x02, 0x10,
ST7735_NORON , DELAY, // 3: Normal display on, no args, w/delay
10,           // 10 ms delay
ST7735_DISPON , DELAY, // 4: Main screen turn on, no args w/delay
100 };       // 100 ms delay

// Companion code to the above tables. Reads and issues
// a series of LCD commands stored in PROGMEM byte array.
void Adafruit_ST7735_mod::commandList(const uint8_t *addr) {

  uint8_t numCommands, numArgs;
  uint16_t ms;

  numCommands = pgm_read_byte(addr++); // Number of commands to follow
  while(numCommands--) {               // For each command...
    writecommand(pgm_read_byte(addr++)); // Read, issue command
    numArgs = pgm_read_byte(addr++); // Number of args to follow
    ms = numArgs & DELAY;           // If hibit set, delay follows args
    numArgs &= ~DELAY;              // Mask out delay bit
    while(numArgs--) {               // For each argument...
      writedata(pgm_read_byte(addr++)); // Read, issue argument
    }

    if(ms) {
      ms = pgm_read_byte(addr++); // Read post-command delay time (ms)
      if(ms == 255) ms = 500;     // If 255, delay for 500 ms
      delay(ms);
    }
  }
}

// Initialization code common to both 'B' and 'R' type displays
void Adafruit_ST7735_mod::commonInit(const uint8_t *cmdList) {
  colstart = rowstart = 0; // May be overridden in init func

  pinMode(_rs, OUTPUT);
  pinMode(_cs, OUTPUT);
  csport = portOutputRegister(digitalPinToPort(_cs));
  rsport = portOutputRegister(digitalPinToPort(_rs));
  cspinmask = digitalPinToBitMask(_cs);
  rspinmask = digitalPinToBitMask(_rs);

  if(hwSPI) { // Using hardware SPI
#ifdef SPI_HAS_TRANSACTION
    SPI.begin();
    mySPISettings = SPISettings(8000000, MSBFIRST, SPI_MODE0);
#elif defined (__AVR__)
    SPCRbackup = SPCR;
    SPI.begin();
    SPI.setClockDivider(SPI_CLOCK_DIV4);
    SPI.setDataMode(SPI_MODE0);
    mySPCR = SPCR; // save our preferred state
    //Serial.print("mySPCR = 0x"); Serial.println(SPCR, HEX);
    SPCR = SPCRbackup; // then restore
#elif defined (__SAM3X8E__)
    SPI.begin();
    SPI.setClockDivider(21); //4MHz
    SPI.setDataMode(SPI_MODE0);
#endif
  } else {
    pinMode(_sclk, OUTPUT);

```

```

pinMode(_sid , OUTPUT);
clkport  = portOutputRegister(digitalPinToPort(_sclk));
dataport  = portOutputRegister(digitalPinToPort(_sid));
clkpinmask = digitalPinToBitMask(_sclk);
datapinmask = digitalPinToBitMask(_sid);
*clkport  &= ~clkpinmask;
*dataport  &= ~datapinmask;
}

// toggle RST low to reset; CS low so it'll listen to us
*cSPORT &= ~cSPINMASK;
if (_rst) {
  pinMode(_rst, OUTPUT);
  digitalWrite(_rst, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(_rst, LOW);
  delay(500);
  digitalWrite(_rst, HIGH);
  delay(500);
}

if(cmdList) commandList(cmdList);
}

// Initialization for ST7735B screens
void Adafruit_ST7735_mod::initB(void) {
  commonInit(Bcmd);
}

// Initialization for ST7735R screens (green or red tabs)
void Adafruit_ST7735_mod::initR(uint8_t options) {
  commonInit(Rcmd1);
  if(options == INITR_GREENTAB) {
    commandList(Rcmd2green);
    colstart = 2;
    rowstart = 1;
  } else if(options == INITR_144GREENTAB) {
    _height = ST7735_TFTHEIGHT_144;
    commandList(Rcmd2green144);
    colstart = 2;
    rowstart = 3;
  } else {
    // colstart, rowstart left at default '0' values
    commandList(Rcmd2red);
  }
  commandList(Rcmd3);

  // if black, change MADCTL color filter
  if (options == INITR_BLACKTAB) {
    writecommand(ST7735_MADCTL);
    writedata(0xC0);
  }

  tabcolor = options;
}

void Adafruit_ST7735_mod::setAddrWindow(uint8_t x0, uint8_t y0, uint8_t x1, uint8_t y1) {

  writecommand(ST7735_CASET); // Column addr set
  writedata(0x00);
  writedata(x0+colstart); // XSTART
  writedata(0x00);

```

```

writedata(x1+colstart); // XEND

writecommand(ST7735_RASET); // Row addr set
writedata(0x00);
writedata(y0+rowstart); // YSTART
writedata(0x00);
writedata(y1+rowstart); // YEND

writecommand(ST7735_RAMWR); // write to RAM
}

void Adafruit_ST7735_mod::startAddrWindow(uint8_t x0, uint8_t y0, uint8_t x1, uint8_t y1) {
  setAddrWindow(x0, y0, x1, y1);
#ifdef SPI_HAS_TRANSACTION
  SPI.beginTransaction(mySPISettings);
#endif
  *rsport |= rspinmask;
  *csport &= ~cspinmask;
}

void Adafruit_ST7735_mod::endAddrWindow() {
  *csport |= cspinmask;
#ifdef SPI_HAS_TRANSACTION
  SPI.endTransaction();
#endif
}

void Adafruit_ST7735_mod::pushColor(uint16_t color) {
#ifdef SPI_HAS_TRANSACTION
  SPI.beginTransaction(mySPISettings);
#endif
  *rsport |= rspinmask;
  *csport &= ~cspinmask;

  spiwrite(color >> 8);
  spiwrite(color);

  *csport |= cspinmask;
#ifdef SPI_HAS_TRANSACTION
  SPI.endTransaction();
#endif
}

void Adafruit_ST7735_mod::drawPixel(int16_t x, int16_t y, uint16_t color) {

  if((x < 0) || (x >= _width) || (y < 0) || (y >= _height)) return;

  setAddrWindow(x,y,x+1,y+1);

#ifdef SPI_HAS_TRANSACTION
  SPI.beginTransaction(mySPISettings);
#endif
  *rsport |= rspinmask;
  *csport &= ~cspinmask;

  spiwrite(color >> 8);
  spiwrite(color);

  *csport |= cspinmask;
#ifdef SPI_HAS_TRANSACTION
  SPI.endTransaction();
#endif
}

```

```

}

void Adafruit_ST7735_mod::drawFastVLine(int16_t x, int16_t y, int16_t h,
uint16_t color) {

  // Rudimentary clipping
  if((x >= _width) || (y >= _height)) return;
  if((y+h-1) >= _height) h = _height-y;
  setAddrWindow(x, y, x, y+h-1);

  uint8_t hi = color >> 8, lo = color;

  #if defined (SPI_HAS_TRANSACTION)
    SPI.beginTransaction(mySPISettings);
  #endif
  *rsport |= rspinmask;
  *csport &= ~cspinmask;
  while (h--) {
    spiwrite(hi);
    spiwrite(lo);
  }
  *csport |= cspinmask;
  #if defined (SPI_HAS_TRANSACTION)
    SPI.endTransaction();
  #endif
}

void Adafruit_ST7735_mod::drawFastHLine(int16_t x, int16_t y, int16_t w,
uint16_t color) {

  // Rudimentary clipping
  if((x >= _width) || (y >= _height)) return;
  if((x+w-1) >= _width) w = _width-x;
  setAddrWindow(x, y, x+w-1, y);

  uint8_t hi = color >> 8, lo = color;

  #if defined (SPI_HAS_TRANSACTION)
    SPI.beginTransaction(mySPISettings);
  #endif
  *rsport |= rspinmask;
  *csport &= ~cspinmask;
  while (w--) {
    spiwrite(hi);
    spiwrite(lo);
  }
  *csport |= cspinmask;
  #if defined (SPI_HAS_TRANSACTION)
    SPI.endTransaction();
  #endif
}

void Adafruit_ST7735_mod::fillScreen(uint16_t color) {
  fillRect(0, 0, _width, _height, color);
}

// fill a rectangle
void Adafruit_ST7735_mod::fillRect(int16_t x, int16_t y, int16_t w, int16_t h,
uint16_t color) {

```

```

// rudimentary clipping (drawChar w/big text requires this)
if((x >= _width) || (y >= _height)) return;
if((x + w - 1) >= _width) w = _width - x;
if((y + h - 1) >= _height) h = _height - y;

setAddrWindow(x, y, x+w-1, y+h-1);

uint8_t hi = color >> 8, lo = color;

#if defined (SPI_HAS_TRANSACTION)
  SPI.beginTransaction(mySPISettings);
#endif
  *rsport |= rspinmask;
  *csport &= ~cspinmask;
  for(y=h; y>0; y--) {
    for(x=w; x>0; x--) {
      spiwrite(hi);
      spiwrite(lo);
    }
  }

  *csport |= cspinmask;
#if defined (SPI_HAS_TRANSACTION)
  SPI.endTransaction();
#endif
}

// Pass 8-bit (each) R,G,B, get back 16-bit packed color
uint16_t Adafruit_ST7735_mod::Color565(uint8_t r, uint8_t g, uint8_t b) {
  return ((r & 0xF8) << 8) | ((g & 0xFC) << 3) | (b >> 3);
}

#define MADCTL_MY 0x80
#define MADCTL_MX 0x40
#define MADCTL_MV 0x20
#define MADCTL_ML 0x10
#define MADCTL_RGB 0x00
#define MADCTL_BGR 0x08
#define MADCTL_MH 0x04

void Adafruit_ST7735_mod::setRotation(uint8_t m) {

  writecommand(ST7735_MADCTL);
  rotation = m % 4; // can't be higher than 3
  switch (rotation) {
    case 0:
      if (tabcolor == INTR_BLACKTAB) {
        writedata(MADCTL_MX | MADCTL_MY | MADCTL_RGB);
      } else {
        writedata(MADCTL_MX | MADCTL_MY | MADCTL_BGR);
      }
      _width = ST7735_TFTWIDTH;

      if (tabcolor == INTR_144GREENTAB)
        _height = ST7735_TFTHEIGHT_144;
      else
        _height = ST7735_TFTHEIGHT_18;

      break;
    case 1:
      if (tabcolor == INTR_BLACKTAB) {
        writedata(MADCTL_MY | MADCTL_MV | MADCTL_RGB);

```

```

    } else {
        writedata(MADCTL_MY | MADCTL_MV | MADCTL_BGR);
    }

    if (tabcolor == INTR_144GREENTAB)
        _width = ST7735_TFTHEIGHT_144;
    else
        _width = ST7735_TFTHEIGHT_18;

    _height = ST7735_TFTWIDTH;
    break;
case 2:
    if (tabcolor == INTR_BLACKTAB) {
        writedata(MADCTL_RGB);
    } else {
        writedata(MADCTL_BGR);
    }
    _width = ST7735_TFTWIDTH;
    if (tabcolor == INTR_144GREENTAB)
        _height = ST7735_TFTHEIGHT_144;
    else
        _height = ST7735_TFTHEIGHT_18;

    break;
case 3:
    if (tabcolor == INTR_BLACKTAB) {
        writedata(MADCTL_MX | MADCTL_MV | MADCTL_RGB);
    } else {
        writedata(MADCTL_MX | MADCTL_MV | MADCTL_BGR);
    }
    if (tabcolor == INTR_144GREENTAB)
        _width = ST7735_TFTHEIGHT_144;
    else
        _width = ST7735_TFTHEIGHT_18;

    _height = ST7735_TFTWIDTH;
    break;
}
}

void Adafruit_ST7735_mod::invertDisplay(boolean i) {
    writecommand(i ? ST7735_INVON : ST7735_INVOFF);
}

```

### Adafruit\_ST7735\_mod.h

This is a library for the Adafruit 1.8" SPI display.

This library works with the Adafruit 1.8" TFT Breakout w/SD card

----> <http://www.adafruit.com/products/358>

The 1.8" TFT shield

----> <https://www.adafruit.com/product/802>

The 1.44" TFT breakout

----> <https://www.adafruit.com/product/2088>

as well as Adafruit raw 1.8" TFT display

----> <http://www.adafruit.com/products/618>

Check out the links above for our tutorials and wiring diagrams

These displays use SPI to communicate, 4 or 5 pins are required to interface (RST is optional)

Adafruit invests time and resources providing this open source code,



please support Adafruit and open-source hardware by purchasing products from Adafruit!

Written by Limor Fried/Ladyada for Adafruit Industries.  
MIT license, all text above must be included in any redistribution  
\*\*\*\*\*/

```
#ifndef _ADAFRUIT_ST7735_MOD_H_
#define _ADAFRUIT_ST7735_MOD_H_

#if ARDUINO >= 100
#include "Arduino.h"
#include "Print.h"
#else
#include "WProgram.h"
#endif

#include <Adafruit_GFX.h>

#if defined(__SAM3X8E__)
#include <include/pio.h>
#define PROGMEM
#define pgm_read_byte(addr) (*(const unsigned char *) (addr))
#define pgm_read_word(addr) (*(const unsigned short *) (addr))
typedef unsigned char prog_uchar;
#elif defined(__AVR__)
#include <avr/pgmspace.h>
#elif defined(ESP8266)
#include <pgmspace.h>
#endif

#if defined(__SAM3X8E__)
#undef __FlashStringHelper::F(string_literal)
#define F(string_literal) string_literal
#endif

// some flags for initR() :(
#define INITR_GREENTAB 0x0
#define INITR_REDTAB 0x1
#define INITR_BLACKTAB 0x2

#define INITR_18GREENTAB INITR_GREENTAB
#define INITR_18REDTAB INITR_REDTAB
#define INITR_18BLACKTAB INITR_BLACKTAB
#define INITR_144GREENTAB 0x1

#define ST7735_TFTWIDTH 128
// for 1.44" display
#define ST7735_TFTHEIGHT_144 128
// for 1.8" display
#define ST7735_TFTHEIGHT_18 160

#define ST7735_NOP 0x00
#define ST7735_SWRESET 0x01
#define ST7735_RDDID 0x04
#define ST7735_RDDST 0x09

#define ST7735_SLPIN 0x10
#define ST7735_SLPOUT 0x11
#define ST7735_PTLON 0x12
#define ST7735_NORON 0x13

#define ST7735_INVOFF 0x20
#define ST7735_INVON 0x21
#define ST7735_DISPOFF 0x28
```

```

#define ST7735_DISPON 0x29
#define ST7735_CASET 0x2A
#define ST7735_RASET 0x2B
#define ST7735_RAMWR 0x2C
#define ST7735_RAMRD 0x2E

#define ST7735_PTLAR 0x30
#define ST7735_COLMOD 0x3A
#define ST7735_MADCTL 0x36

#define ST7735_FRMCTR1 0xB1
#define ST7735_FRMCTR2 0xB2
#define ST7735_FRMCTR3 0xB3
#define ST7735_INVCTR 0xB4
#define ST7735_DISSET5 0xB6

#define ST7735_PWCTR1 0xC0
#define ST7735_PWCTR2 0xC1
#define ST7735_PWCTR3 0xC2
#define ST7735_PWCTR4 0xC3
#define ST7735_PWCTR5 0xC4
#define ST7735_VMCTR1 0xC5

#define ST7735_RDID1 0xDA
#define ST7735_RDID2 0xDB
#define ST7735_RDID3 0xDC
#define ST7735_RDID4 0xDD

#define ST7735_PWCTR6 0xFC

#define ST7735_GMCTRP1 0xE0
#define ST7735_GMCTRN1 0xE1

// Color definitions R5:G6:B5
#define ST7735_BLACK 0x0000
#define ST7735_BLUE 0x001F
#define ST7735_RED 0xF800
#define ST7735_GREEN 0x07E0
#define ST7735_CYAN 0x07FF
#define ST7735_MAGENTA 0xF81F
#define ST7735_YELLOW 0xFFE0
#define ST7735_WHITE 0xFFFF

class Adafruit_ST7735_mod : public Adafruit_GFX {

public:

  Adafruit_ST7735_mod(int8_t CS, int8_t RS, int8_t SID, int8_t SCLK, int8_t RST = -1);
  Adafruit_ST7735_mod(int8_t CS, int8_t RS, int8_t RST = -1);

  void  initB(void), // for ST7735B displays
  initR(uint8_t options = INTR_GREENTAB), // for ST7735R
  setAddrWindow(uint8_t x0, uint8_t y0, uint8_t x1, uint8_t y1),
  startAddrWindow(uint8_t x0, uint8_t y0, uint8_t x1, uint8_t y1),
  endAddrWindow(),
  pushColor(uint16_t color),
  fillScreen(uint16_t color),
  drawPixel(int16_t x, int16_t y, uint16_t color),
  drawFastVLine(int16_t x, int16_t y, int16_t h, uint16_t color),
  drawFastHLine(int16_t x, int16_t y, int16_t w, uint16_t color),
  fillRect(int16_t x, int16_t y, int16_t w, int16_t h, uint16_t color),
  setRotation(uint8_t r),
  invertDisplay(boolean i);

```

```

uint16_t Color565(uint8_t r, uint8_t g, uint8_t b);

/* These are not for current use, 8-bit protocol only!
uint8_t readdata(void),
    readcommand8(uint8_t);
uint16_t readcommand16(uint8_t);
uint32_t readcommand32(uint8_t);
void dummyclock(void);
*/

private:
uint8_t tabcolor;

void spiwrite(uint8_t),
    writecommand(uint8_t c),
    writedata(uint8_t d),
    commandList(const uint8_t *addr),
    commonInit(const uint8_t *cmdList);
//uint8_t spiread(void);

boolean hwSPI;

#if defined(__AVR__) || defined(CORE_TEENSY)
volatile uint8_t *dataport, *clkport, *csport, *rsport;
uint8_t _cs, _rs, _rst, _sid, _sclk,
    datapinmask, clkpinmask, cspinmask, rspinmask,
    colstart, rowstart; // some displays need this changed
#elif defined(__arm__)
volatile RwReg *dataport, *clkport, *csport, *rsport;
uint32_t _cs, _rs, _sid, _sclk,
    datapinmask, clkpinmask, cspinmask, rspinmask,
    colstart, rowstart; // some displays need this changed
int32_t _rst; // Must use signed type since a -1 sentinel is assigned.
#endif
};

#endif

```

### GrayScaleTable.h

```

#ifndef LIVEOV7670_GRAYSCALETABLE_H
#define LIVEOV7670_GRAYSCALETABLE_H

const uint8_t graysScaleTableHigh[] = {
    0x00,
    0x00,
    0x00,
    0x00,
    0x00,
    0x00,
    0x00,
    0x00,
    0x00,
    0x00,
    0x08,
    0x08,
    0x08,
    0x08,
    0x08,
    0x08,
    0x08,
    0x08,
    0x08,
    0x08,

```

0x08,  
0x08,  
0x10,  
0x10,  
0x10,  
0x10,  
0x10,  
0x10,  
0x10,  
0x10,  
0x10,  
0x18,  
0x18,  
0x18,  
0x18,  
0x18,  
0x18,  
0x18,  
0x18,  
0x18,  
0x18,  
0x21,  
0x21,  
0x21,  
0x21,  
0x21,  
0x21,  
0x21,  
0x21,  
0x21,  
0x21,  
0x29,  
0x29,  
0x29,  
0x29,  
0x29,  
0x29,  
0x29,  
0x29,  
0x29,  
0x29,  
0x31,  
0x31,  
0x31,  
0x31,  
0x31,  
0x31,  
0x31,  
0x31,  
0x39,  
0x39,  
0x39,  
0x39,  
0x39,  
0x39,  
0x39,  
0x39,  
0x42,  
0x42,  
0x42,  
0x42,  
0x42,  
0x42,  
0x42,  
0x42,  
0x4A,  
0x4A,  
0x4A,  
0x4A,  
0x4A,  
0x4A,  
0x4A,

0x4A,  
0x52,  
0x52,  
0x52,  
0x52,  
0x52,  
0x52,  
0x52,  
0x52,  
0x5A,  
0x5A,  
0x5A,  
0x5A,  
0x5A,  
0x5A,  
0x5A,  
0x5A,  
0x5A,  
0x63,  
0x63,  
0x63,  
0x63,  
0x63,  
0x63,  
0x63,  
0x63,  
0x63,  
0x63,  
0x6B,  
0x6B,  
0x6B,  
0x6B,  
0x6B,  
0x6B,  
0x6B,  
0x6B,  
0x6B,  
0x6B,  
0x73,  
0x73,  
0x73,  
0x73,  
0x73,  
0x73,  
0x73,  
0x73,  
0x73,  
0x73,  
0x73,  
0x73,  
0x7B,  
0x7B,  
0x7B,  
0x7B,  
0x7B,  
0x7B,  
0x7B,  
0x7B,  
0x84,  
0x84,  
0x84,  
0x84,  
0x84,  
0x84,  
0x84,  
0x84,  
0x84,  
0x84,  
0x8C,  
0x8C,  
0x8C,  
0x8C,  
0x8C,  
0x8C,  
0x8C,

0x94,  
0x94,  
0x94,  
0x94,  
0x94,  
0x94,  
0x94,  
0x94,  
0x94,  
0x9C,  
0x9C,  
0x9C,  
0x9C,  
0x9C,  
0x9C,  
0x9C,  
0x9C,  
0x9C,  
0xA5,  
0xA5,  
0xA5,  
0xA5,  
0xA5,  
0xA5,  
0xA5,  
0xA5,  
0xA5,  
0xA5,  
0xAD,  
0xAD,  
0xAD,  
0xAD,  
0xAD,  
0xAD,  
0xAD,  
0xAD,  
0xAD,  
0xB5,  
0xB5,  
0xB5,  
0xB5,  
0xB5,  
0xB5,  
0xB5,  
0xB5,  
0xB5,  
0xB5,  
0xBD,  
0xBD,  
0xBD,  
0xBD,  
0xBD,  
0xBD,  
0xBD,  
0xBD,  
0xC6,  
0xC6,  
0xC6,  
0xC6,  
0xC6,  
0xC6,  
0xC6,  
0xC6,  
0xC6,  
0xCE,  
0xCE,  
0xCE,  
0xCE,  
0xCE,  
0xCE,  
0xCE,  
0xD6,

```
0xD6,  
0xD6,  
0xD6,  
0xD6,  
0xD6,  
0xD6,  
0xD6,  
0xD6,  
0xDE,  
0xDE,  
0xDE,  
0xDE,  
0xDE,  
0xDE,  
0xDE,  
0xDE,  
0xE7,  
0xE7,  
0xE7,  
0xE7,  
0xE7,  
0xE7,  
0xE7,  
0xE7,  
0xE7,  
0xEF,  
0xEF,  
0xEF,  
0xEF,  
0xEF,  
0xEF,  
0xEF,  
0xEF,  
0xF7,  
0xF7,  
0xF7,  
0xF7,  
0xF7,  
0xF7,  
0xF7,  
0xF7,  
0xFF,  
0xFF,  
0xFF,  
0xFF,  
0xFF,  
0xFF,  
0xFF,  
0xFF,  
};  
  
uint8_t graysScaleTableLow[] = {  
0x00,  
0x00,  
0x00,  
0x00,  
0x20,  
0x20,  
0x20,  
0x20,  
0x41,  
0x41,  
0x41,  
0x41,  
0x61,
```

0x61,  
0x61,  
0x61,  
0x82,  
0x82,  
0x82,  
0x82,  
0xA2,  
0xA2,  
0xA2,  
0xA2,  
0xC3,  
0xC3,  
0xC3,  
0xC3,  
0xE3,  
0xE3,  
0xE3,  
0xE3,  
0x04,  
0x04,  
0x04,  
0x04,  
0x24,  
0x24,  
0x24,  
0x24,  
0x45,  
0x45,  
0x45,  
0x45,  
0x65,  
0x65,  
0x65,  
0x65,  
0x86,  
0x86,  
0x86,  
0x86,  
0xA6,  
0xA6,  
0xA6,  
0xA6,  
0xC7,  
0xC7,  
0xC7,  
0xC7,  
0xE7,  
0xE7,  
0xE7,  
0xE7,  
0x08,  
0x08,  
0x08,  
0x08,  
0x28,  
0x28,  
0x28,  
0x28,  
0x49,  
0x49,  
0x49,  
0x49,  
0x69,  
0x69,



0x69,  
0x69,  
0x8A,  
0x8A,  
0x8A,  
0x8A,  
0x8A,  
0xAA,  
0xAA,  
0xAA,  
0xAA,  
0xCB,  
0xCB,  
0xCB,  
0xCB,  
0xCB,  
0xEB,  
0xEB,  
0xEB,  
0xEB,  
0x0C,  
0x0C,  
0x0C,  
0x0C,  
0x2C,  
0x2C,  
0x2C,  
0x2C,  
0x4D,  
0x4D,  
0x4D,  
0x4D,  
0x6D,  
0x6D,  
0x6D,  
0x6D,  
0x8E,  
0x8E,  
0x8E,  
0x8E,  
0xAE,  
0xAE,  
0xAE,  
0xAE,  
0xCF,  
0xCF,  
0xCF,  
0xCF,  
0xEF,  
0xEF,  
0xEF,  
0xEF,  
0x10,  
0x10,  
0x10,  
0x10,  
0x30,  
0x30,  
0x30,  
0x30,  
0x51,  
0x51,  
0x51,  
0x51,  
0x71,  
0x71,  
0x71,

0x71,  
0x92,  
0x92,  
0x92,  
0x92,  
0xB2,  
0xB2,  
0xB2,  
0xB2,  
0xD3,  
0xD3,  
0xD3,  
0xD3,  
0xF3,  
0xF3,  
0xF3,  
0xF3,  
0x14,  
0x14,  
0x14,  
0x14,  
0x34,  
0x34,  
0x34,  
0x34,  
0x55,  
0x55,  
0x55,  
0x55,  
0x75,  
0x75,  
0x75,  
0x75,  
0x96,  
0x96,  
0x96,  
0x96,  
0xB6,  
0xB6,  
0xB6,  
0xB6,  
0xD7,  
0xD7,  
0xD7,  
0xD7,  
0xF7,  
0xF7,  
0xF7,  
0xF7,  
0x18,  
0x18,  
0x18,  
0x18,  
0x38,  
0x38,  
0x38,  
0x38,  
0x59,  
0x59,  
0x59,  
0x59,  
0x79,  
0x79,  
0x79,  
0x79,

```
0x9A,  
0x9A,  
0x9A,  
0x9A,  
0xBA,  
0xBA,  
0xBA,  
0xBA,  
0xDB,  
0xDB,  
0xDB,  
0xDB,  
0xFB,  
0xFB,  
0xFB,  
0xFB,  
0x1C,  
0x1C,  
0x1C,  
0x1C,  
0x3C,  
0x3C,  
0x3C,  
0x3C,  
0x5D,  
0x5D,  
0x5D,  
0x5D,  
0x7D,  
0x7D,  
0x7D,  
0x7D,  
0x9E,  
0x9E,  
0x9E,  
0x9E,  
0xBE,  
0xBE,  
0xBE,  
0xBE,  
0xDF,  
0xDF,  
0xDF,  
0xDF,  
0xFF,  
0xFF,  
0xFF,  
0xFF,  
};  
  
#endif //LIVEOV7670_GRAYSCALETABLE_H
```

Datos de proyccionista	
Jorge Vidal Albert	
Curso 2019 - 2020	Grado en ingeniería electrónica industrial y automática



RIDERSAFE

# EQUIPO DE VISUALIZACIÓN Y SEGURIDAD PARA VEHÍCULOS CICLO

## ANEJO 2: MANUAL DE USUARIO



Para comenzar la instalación del equipo de visualización y seguridad en su vehículo distinguiremos distintas tareas

## **1.- Anclaje de partes fijas**

El equipo cuenta con cuatro piezas formadas por horquillas de aluminio y piezas de plástico PVC atornilladas a ellas. Existen dos tipos de horquillas según al módulo al que pertenezcan:

- 3 horquillas de 22.2 mm de diámetro interior: destinadas al montaje sobre el manillar del vehículo.
- 1 horquilla de 31.8 mm de diámetro interior: destinada al montaje sobre el sillín del vehículo.

Anclar estas piezas al vehículo girando en sentido horario los tornillos pasantes hasta que queden bien sujetas. Colocar de forma libre según las características del vehículo y a criterio del usuario. Es importante que las piezas de plástico PVC queden mirando hacia afuera del vehículo, a excepción de la que quede colocada en el centro del manillar, destinada al panel de control.

## **2.- Acoplo y desacoplo de partes móviles**

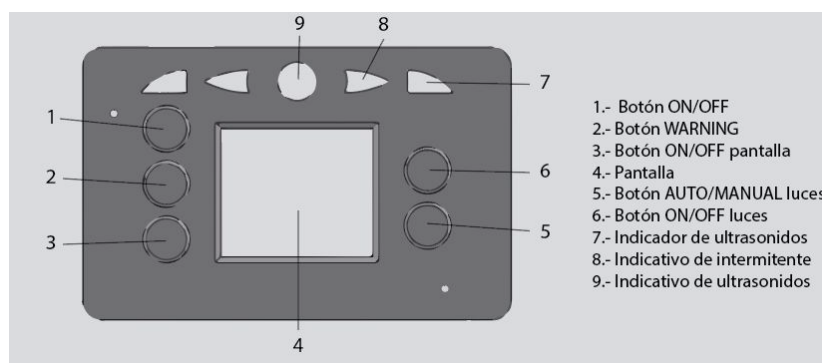
Para acoplar cualquiera de los módulos a su respectivo anclaje fijo con el vehículo, insertar los raíles de la pieza de plástico PVC del módulo a los huecos destinados a ello de la pieza fijada al vehículo hasta que el pequeño saliente de la parte fija se quede bloqueado.

Para desacoplar los módulos, apretar la pestaña de la pieza intermediaria para liberar el bloque del pequeño saliente y deslizar en sentido inverso hasta que los raíles de la pieza del módulo salgan de sus huecos.

Asegurarse de que los cables de interconexión entre módulos no dificultan al usuario el uso normal del vehículo ni comprometen al equipo en sí.

### 3.- Funcionamiento del equipo

A continuación se presenta una imagen del panel de control donde se indica cada una de las funciones que el equipo desempeña:



La parte superior está destinada a los indicadores tanto de intermitentes como de ultrasonidos (puntos 7 y 8 del panel de control), de forma que cuando alguno de estos dos sistemas esté activo, se iluminará un de estas luces. En el caso de los sensores de proximidad, éstas sólo se iluminarán cuando un objeto pase a menor distancia de la distancia de seguridad. En caso de los intermitentes, la luz o luces funcionan de forma sincronizada con los intermitentes delanteros y trasero.

En la parte superior central se encuentra el sensor de luz (punto 9 del panel de control). En caso de colocar las luces de iluminación en automático (punto 5 del panel de control), a través de este orificio, el sistema determina si debe encender las luces, en función de la luz ambiental en la que quede envuelto el equipo.

En la parte izquierda del panel de control encontramos tres botones (puntos 1,2 y 3 del panel de control). El primero de ellos es el botón de encendido y apagado del sistema. Accionar lo primero de todo al usar el equipo y volver a accionarse lo último del todo al dejar de usarlo. El segundo botón es el botón de Warning, que encenderá todos los intermitentes a la vez en caso de que se quiera indicar cualquier tipo de emergencia. El tercer botón enciende y apaga la pantalla para que el usuario sea quien decida cuándo le resultará útil. Se aconseja apagarla si no es necesaria para ahorrar batería.

En la parte derecha del panel encontramos otros dos botones (puntos 5 y 6 del panel de control) referidos exclusivamente a las luces de iluminación. El primero de ellos encenderá o apagará las luces de forma manual. El segundo de ellos permite al usuario elegir entre un funcionamiento manual o automático a través del sensor de luz.

En la parte central del panel encontramos la pantalla de 1.8 pulgadas por la cual podrá verse en directo la imagen que capta la cámara situada en el módulo trasero.

#### 4.- Mantenimiento

El usuario debe tener en cuenta una serie de aspectos generales para no comprometer el funcionamiento y la integridad del producto.

- Los elementos del equipo deben estar correctamente anclados a las respectivas partes del vehículo ciclo sobre el cual se coloque, para evitar que se descuelgue o se caiga durante la conducción.
- Los módulos o el cableado no deben interferir con ninguno de los elementos que puedan interferir en el funcionamiento normal del vehículo.
- Todos los módulos quedan encapsulados para protegerse de agentes externos: lluvia, polvo, etc. Debe revisarse con periodicidad que ningún módulo esté defectuoso o roto y así evitar fallos de funcionamiento.
- El uso de este equipo es adicional y opcional. Seguir en todo momento las normas vigentes de seguridad vial.
- No interactuar con los componentes electrónicos del equipo. No modificar el circuito o los módulos.

Datos de proyeccionista	
Jorge Vidal Albert	
Curso 2019 - 2020	Grado en ingeniería electrónica industrial y automática



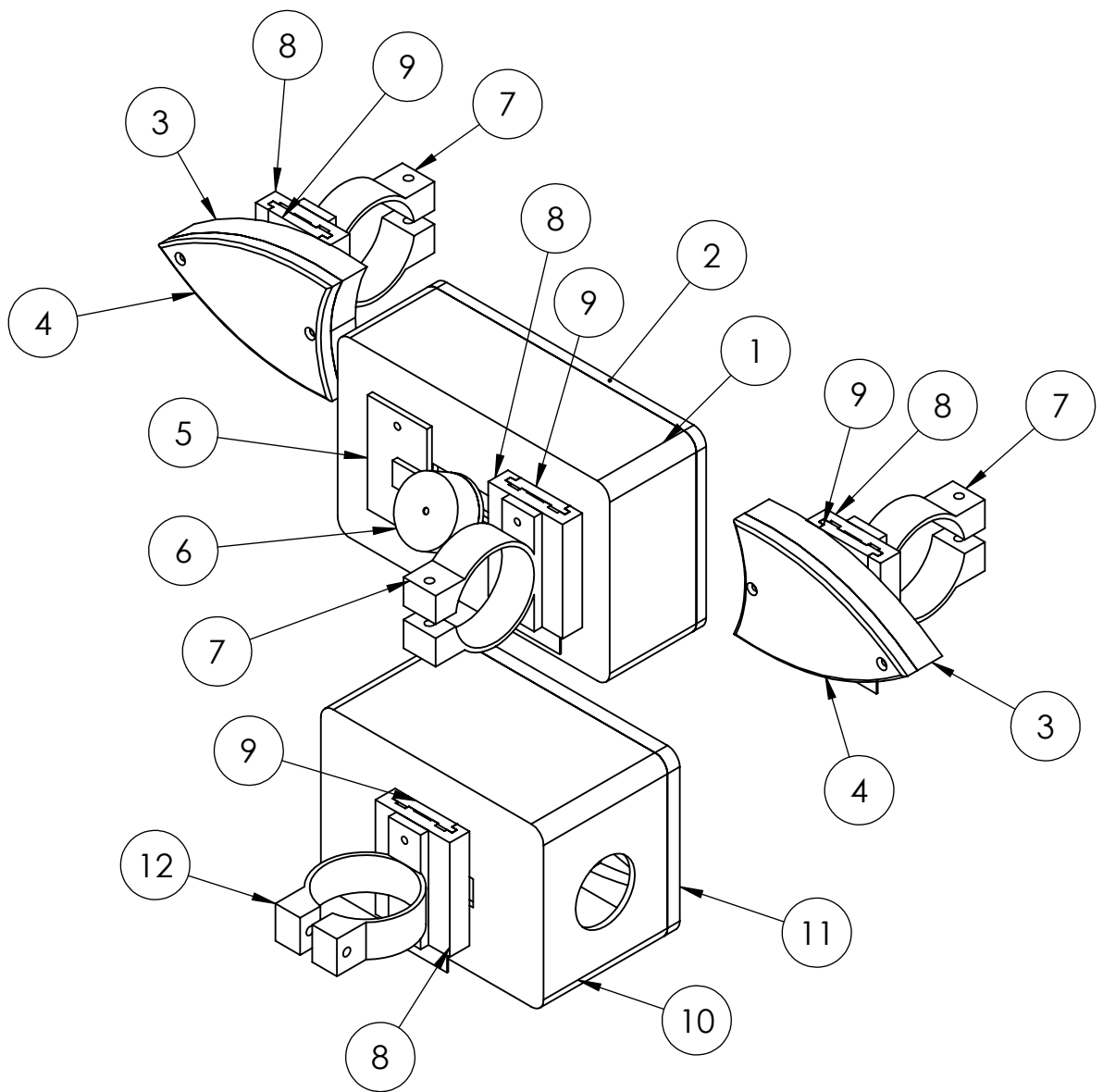
RIDERSAFE

# EQUIPO DE VISUALIZACIÓN Y SEGURIDAD PARA VEHÍCULOS CICLO

## 2.- PLANOS







6	Tapa de encapsulado de luz delantera	2.3.2.3	12	Horquilla de 31.8 mm	2.3.5
5	Encapsulado de luz delantera	2.3.2.3	11	Tapa de encapsulado de módulo trasero	2.3.3.2
4	Tapa de encapsulado de intermitente delantero	2.3.1.2	10	Caja de encapsulado de módulo trasero	2.3.3.1
3	Caja de encapsulado de intermitente delantero	2.3.1.1	9	Pieza de montaje: parte móvil	2.3.4.2
2	Tapa de encapsulado de módulo delantero central	2.3.2.2	8	Pieza de montaje: parte fija	2.3.4.1
1	Caja de encapsulado de módulo delantero central	2.3.2.1	7	Horquilla de 22.2 mm	2.3.6
<b>nº</b>	<b>pieza</b>	<b>plano</b>	<b>nº</b>	<b>pieza</b>	<b>plano</b>

**ESCALA:**

1:2

**NOMBRE DE PLANO:**

Plano general

**PROYECTO:**

Equipo de visualización y seguridad para vehículos ciclo

Sist. Representación



**NÚMERO DE PLANO:**

2.1

**FECHA:**

21 / 06 / 2020

**FIRMA:**

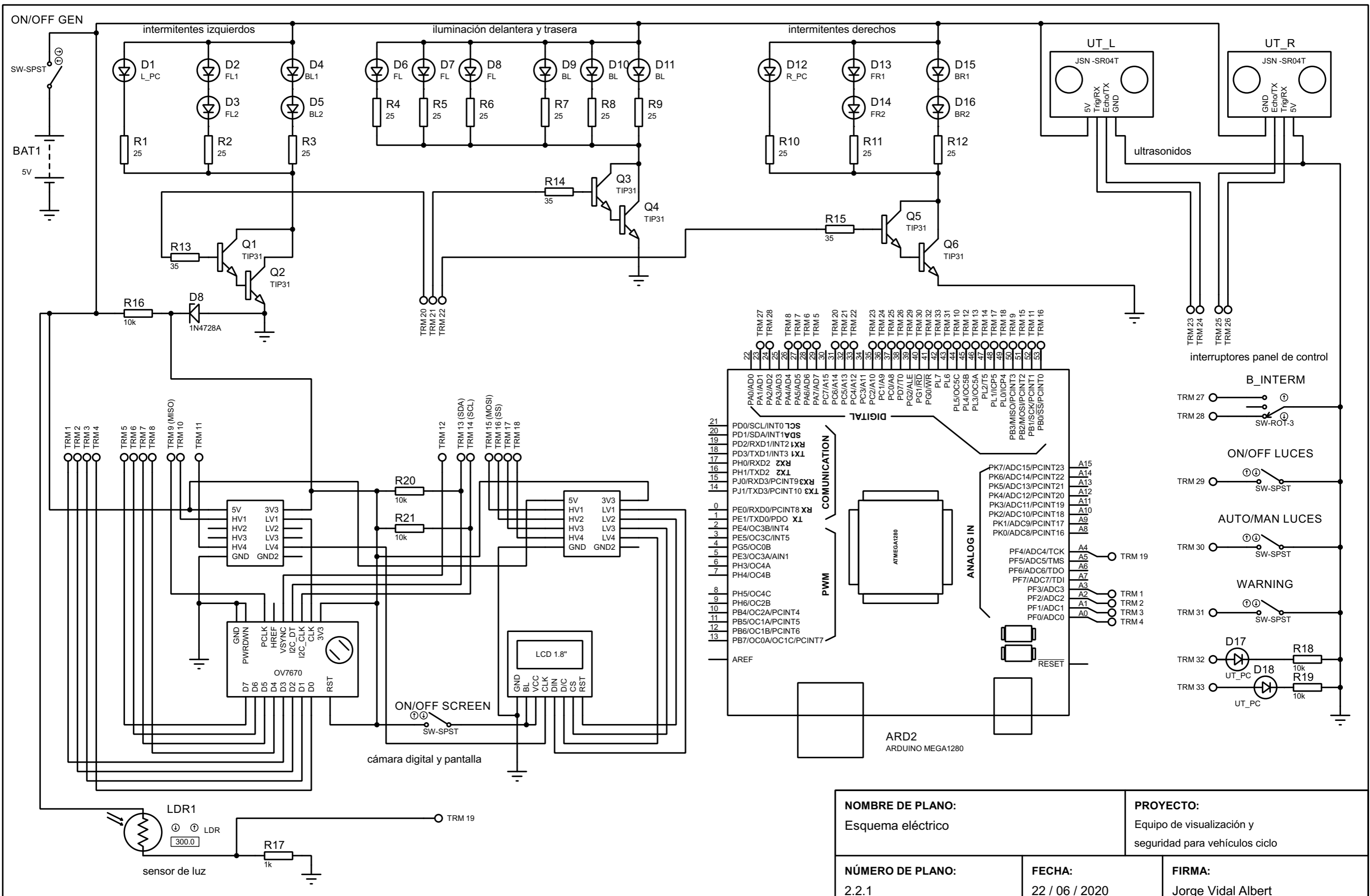
Jorge Vidal Albert

4

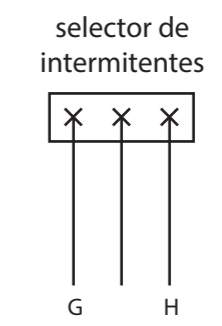
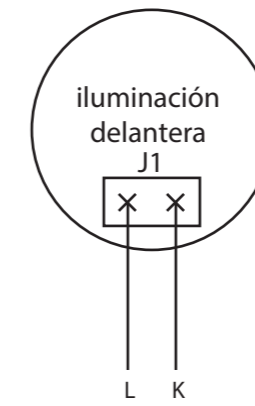
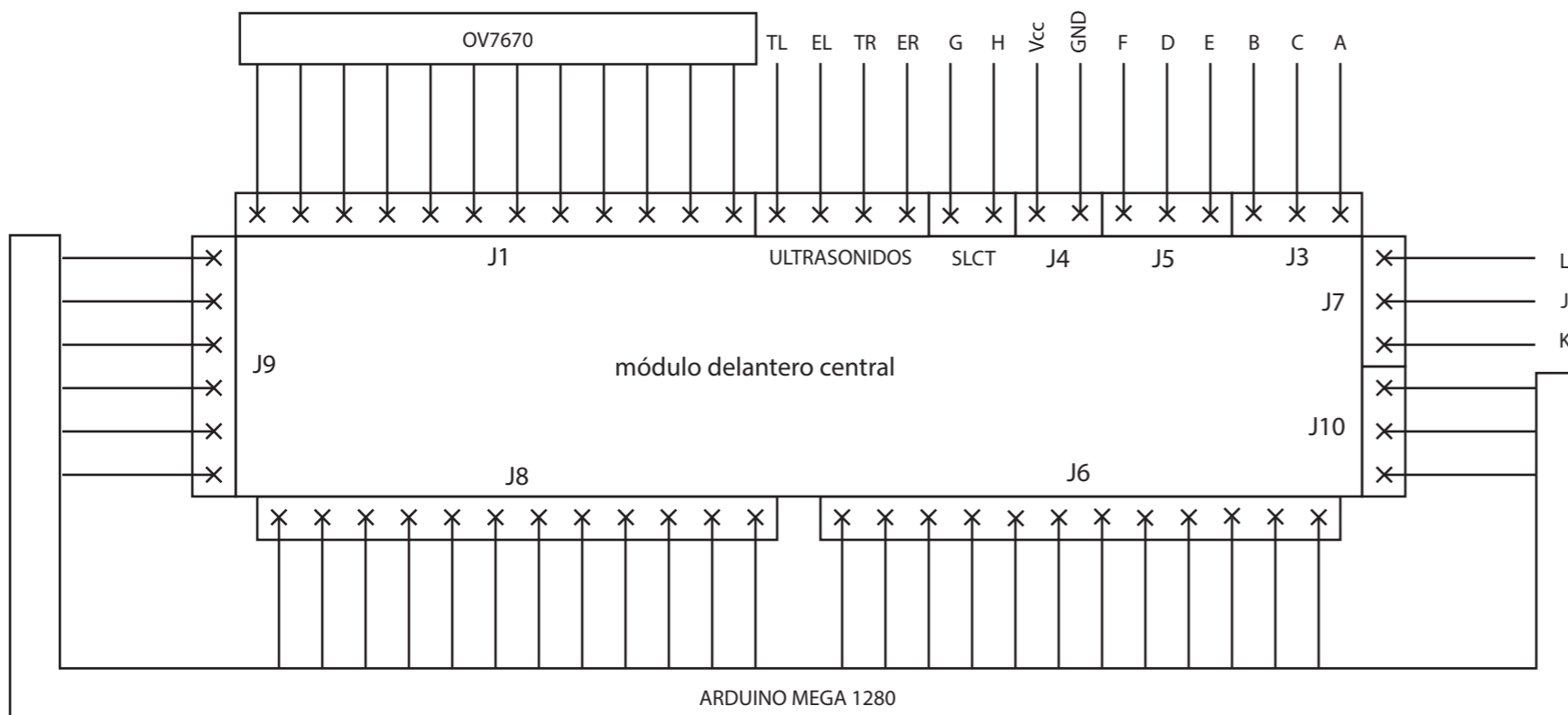
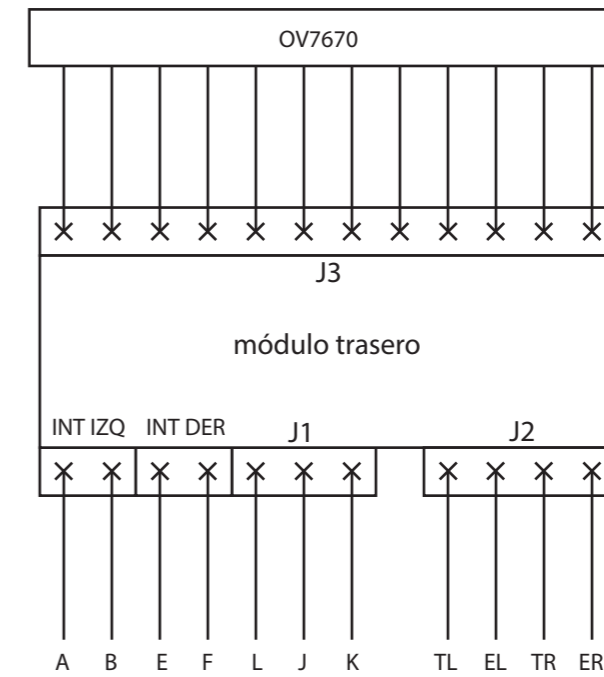
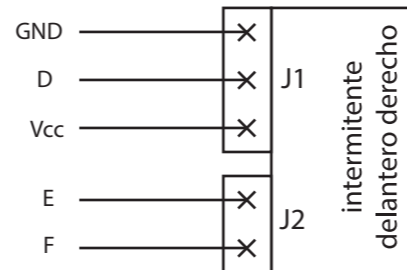
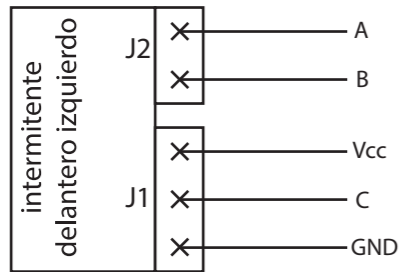
3

2

1

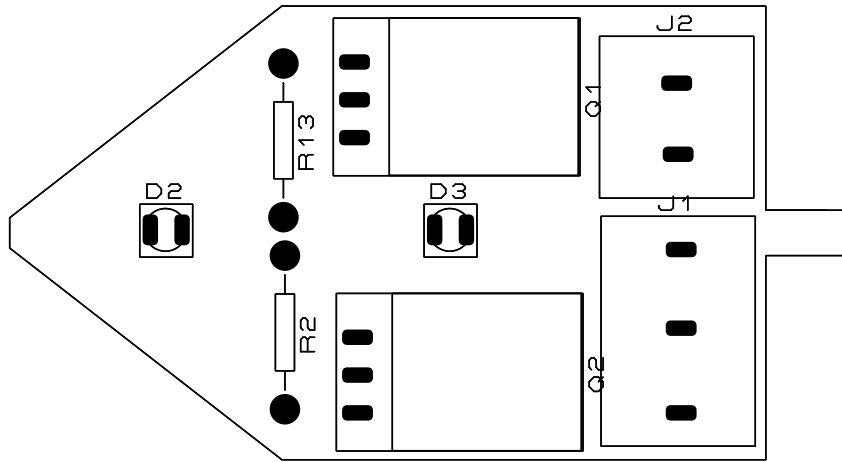


<b>NOMBRE DE PLANO:</b> Esquema eléctrico		<b>PROYECTO:</b> Equipo de visualización y seguridad para vehículos ciclo	
<b>NÚMERO DE PLANO:</b> 2.2.1	<b>FECHA:</b> 22 / 06 / 2020	<b>FIRMA:</b> Jorge Vidal Albert	

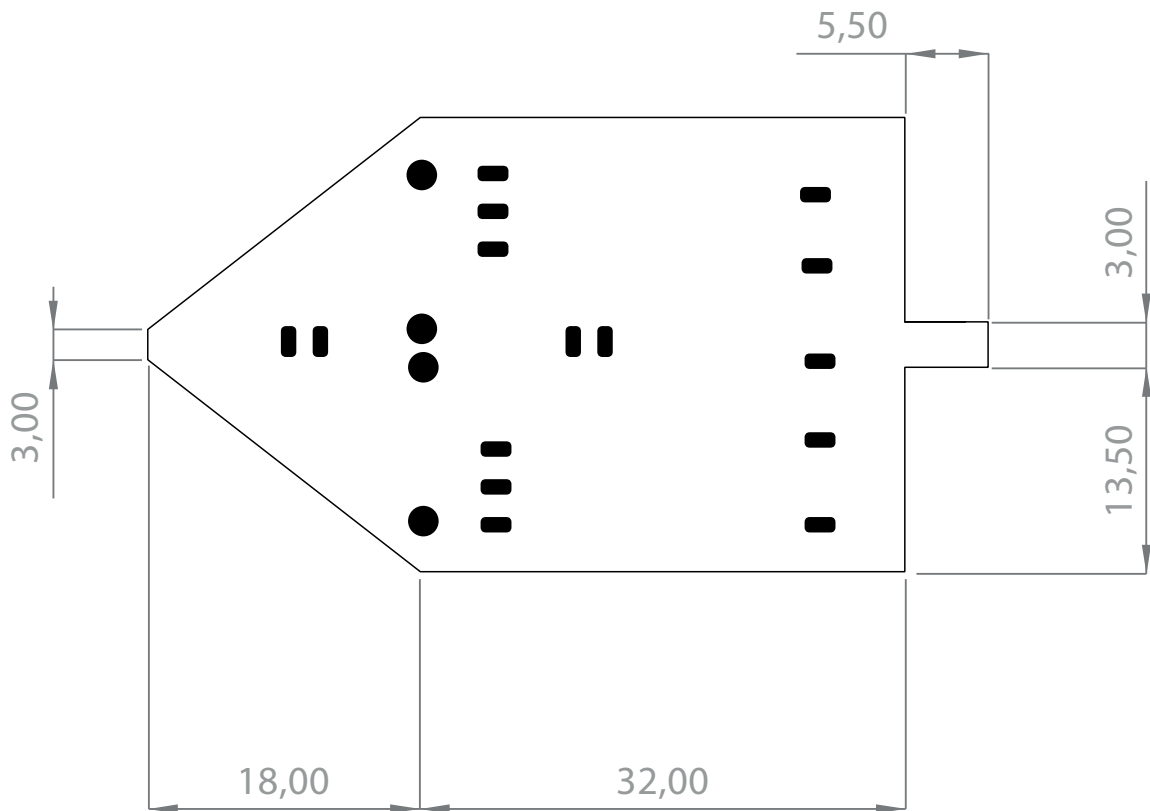


<b>NOMBRE DE PLANO:</b> Esquema de interconexión de módulos		<b>PROYECTO:</b> Equipo de visualización y seguridad para vehículos ciclo
<b>NÚMERO DE PLANO:</b> 2.2.1.1	<b>FECHA:</b> 22 / 06 / 2020	<b>FIRMA:</b> Jorge Vidal Albert

Anverso



Reverso



ESCALA:

2:1

Sist. Representación



NOMBRE DE PLANO:

PCB: intermitente delantero  
(componentes)

NÚMERO DE PLANO:

2.2.2.1

PROYECTO:

Equipo de visualización y  
seguridad para vehículos ciclo

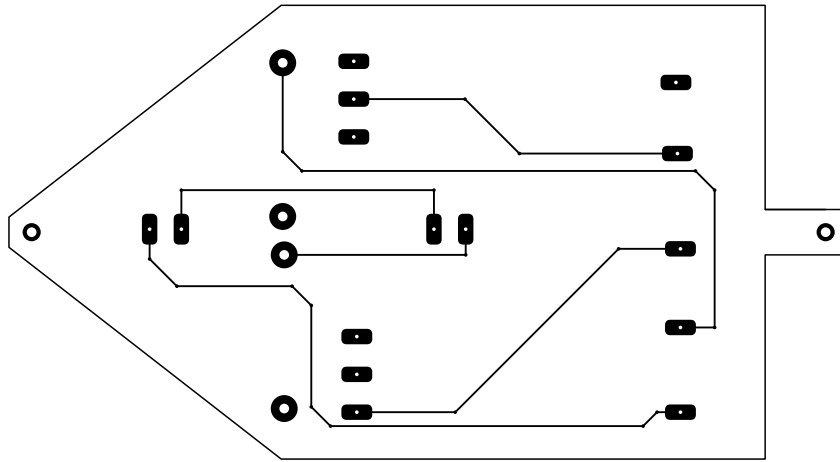
FECHA:

21 / 06 / 2020

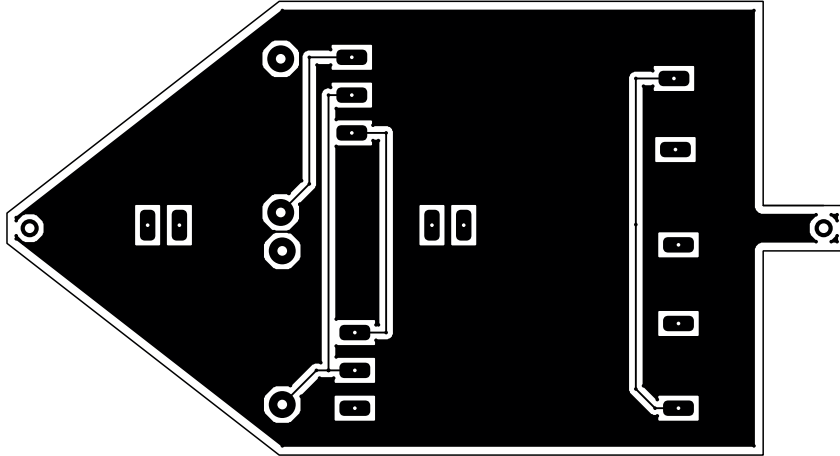
FIRMA:

Jorge Vidal Albert

Anverso



Reverso



**ESCALA:**

2:1

Sist. Representación



**NOMBRE DE PLANO:**

PCB: intermitente delantero  
(pistas)

**NÚMERO DE PLANO:**

2.2.2.2

**PROYECTO:**

Equipo de visualización y  
seguridad para vehículos ciclo

**FIRMA:**

Jorge Vidal Albert

4

3

2

1

F

E

D

C

B

A

F

E

D

C

B

A

4 3 2 1

F

F

E

E

D

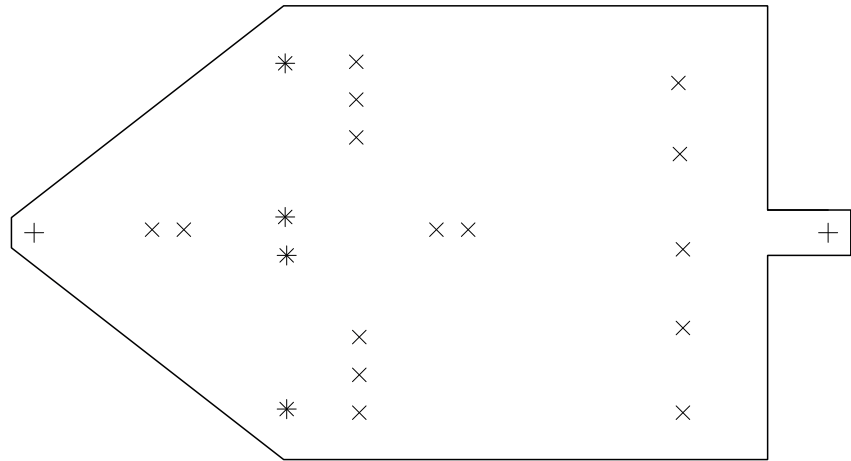
D

C

C

B

B



SYM	SIZE	PLATED	QTY
+	1mm	YES	2
x	25th	YES	15
*	30th	YES	4

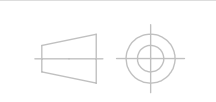
A

A

**ESCALA:**  
2:1  
**Sist. Representación**

**NOMBRE DE PLANO:**  
PCB: intermitente delantero  
(taladros)

**PROYECTO:**  
Equipo de visualización y  
seguridad para vehículos ciclo



**NÚMERO DE PLANO:**  
2.2.2.3

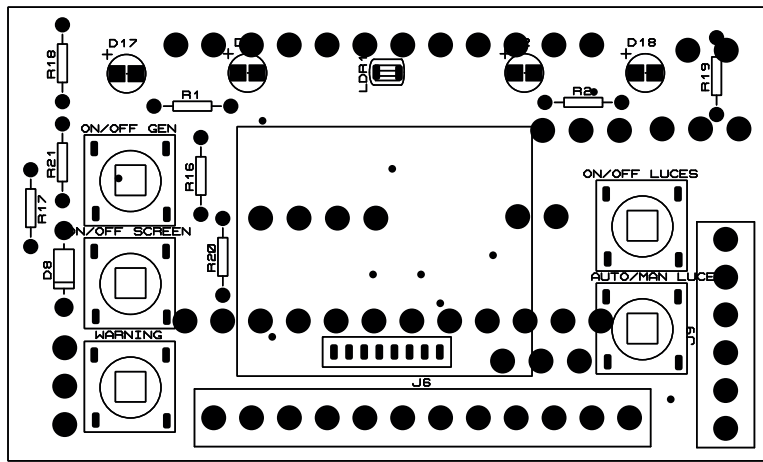
**FECHA:**  
21 / 06 / 2020

**FIRMA:**  
Jorge Vidal Albert

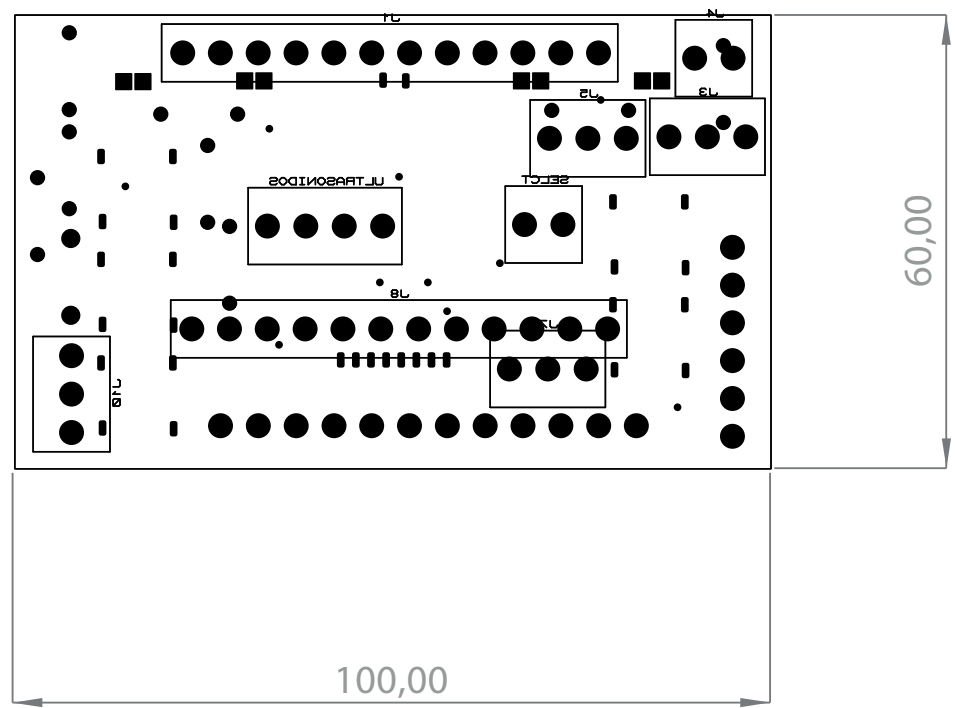
4 3 2 1

4 3 2 1

Anverso



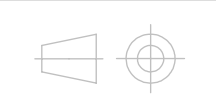
Reverso



**ESCALA:**  
1:1  
Sist. Representación

**NOMBRE DE PLANO:**  
PCB: módulo delantero central  
(componentes)

**PROYECTO:**  
Equipo de visualización y  
seguridad para vehículos ciclo



**NÚMERO DE PLANO:**  
2.2.3.1

**FECHA:**  
21 / 06 / 2020

**FIRMA:**  
Jorge Vidal Albert

4 3 2 1

4

3

2

1

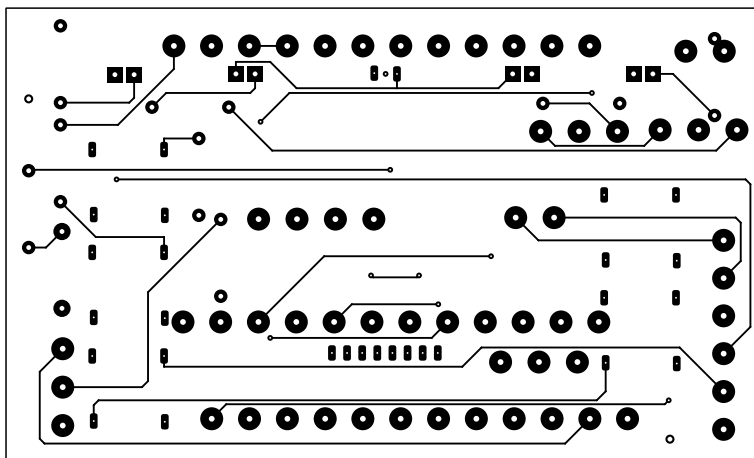
Anverso

F

F

E

E



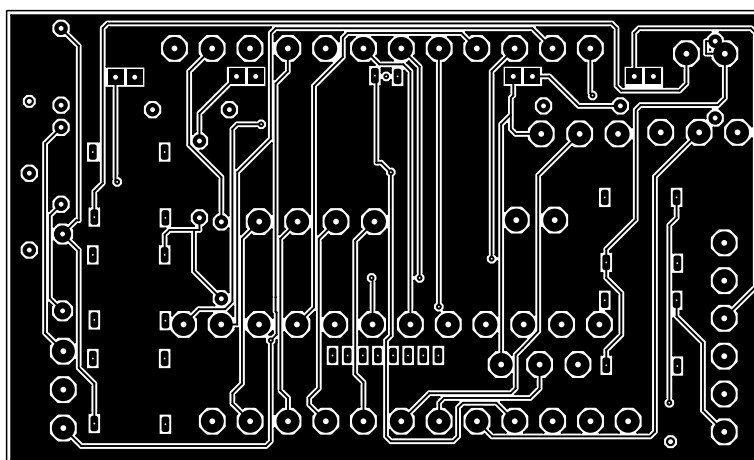
D

Reverso

D

C

C



B

B

**ESCALA:**

1:1

Sist. Representación

**NOMBRE DE PLANO:**

PCB: módulo delantero central  
(pistas)

**PROYECTO:**

Equipo de visualización y  
seguridad para vehículos ciclo

**NÚMERO DE PLANO:**

2.2.3.2

**FECHA:**

21 / 06 / 2020

**FIRMA:**

Jorge Vidal Albert



4

3

2

1

A

A



4 3 2 1

F

F

E

E

D

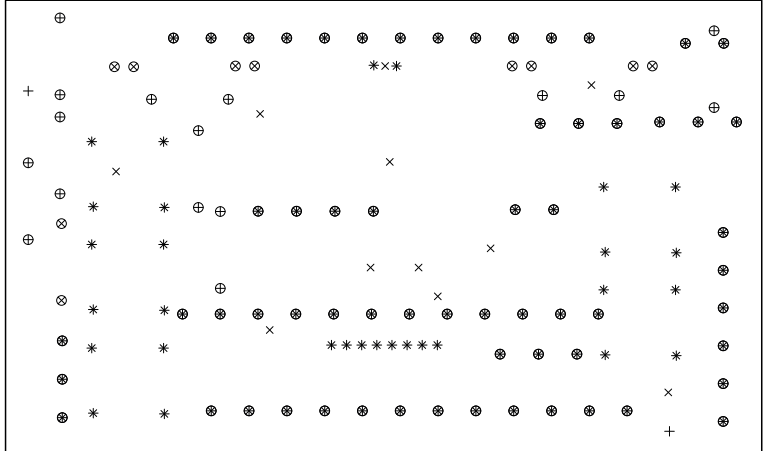
D

C

C

B

B



SYM	SIZE	PLATED	QTY
+	1mm	YES	2
X	15th	YES	11
*	25th	YES	30
⊕	30th	YES	16
⊗	40th	YES	10
⊗	60th	YES	62

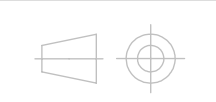
A

A

**ESCALA:**  
2:1 1:1  
Sist. Representación

**NOMBRE DE PLANO:**  
PCB: módulo delantero central  
(taladros)

**PROYECTO:**  
Equipo de visualización y  
seguridad para vehículos ciclo



**NÚMERO DE PLANO:**  
2.2.3.3

**FECHA:**  
21 / 06 / 2020

**FIRMA:**  
Jorge Vidal Albert

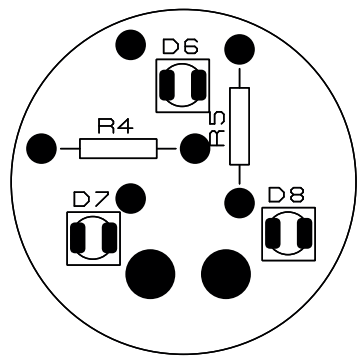
4 3 2 1

4 3 2 1

Anverso

F

F



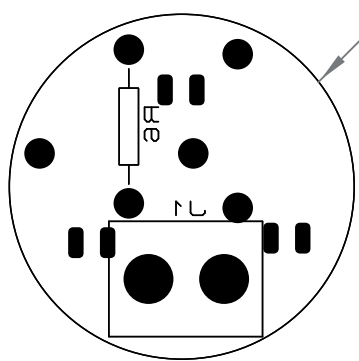
E

E

Reverso

D

D



C

C

B

B

A

A

**ESCALA:**  
2:1  
Sist. Representación

**NOMBRE DE PLANO:**  
PCB: iluminación delantera  
(componentes)

**PROYECTO:**  
Equipo de visualización y  
seguridad para vehículos ciclo



**NÚMERO DE PLANO:**  
2.2.4.1

**FECHA:**  
21 / 06 / 2020

**FIRMA:**  
Jorge Vidal Albert

4 3 2 1

4

3

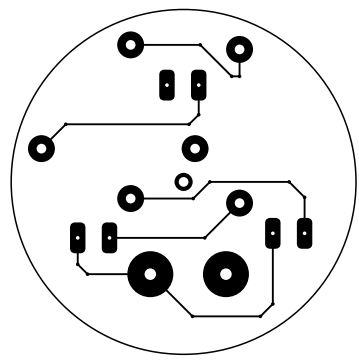
2

1

Anverso

F

F



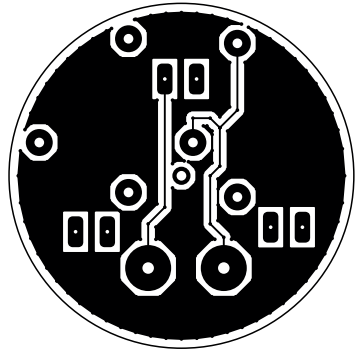
E

E

D

Reverso

D



C

C

B

B

A

A

**ESCALA:**

2:1

Sist. Representación

**NOMBRE DE PLANO:**

PCB: iluminación delantera (pistas)

**PROYECTO:**

Equipo de visualización y seguridad para vehículos ciclo



**NÚMERO DE PLANO:**

2.2.4.2

**FECHA:**

21 / 06 / 2020

**FIRMA:**

Jorge Vidal Albert

4

3

2

1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

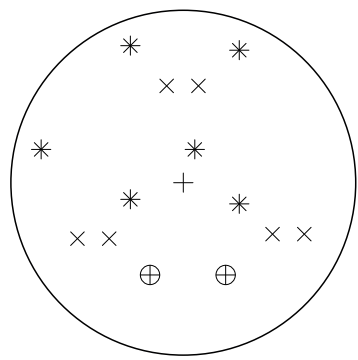
D

C

C

B

B



SYM	SIZE	PLATED	QTY
+	1mm	YES	1
x	25th	YES	6
*	30th	YES	6
⊕	60th	YES	2

A

A

**ESCALA:**  
2:1  
Sist. Representación

**NOMBRE DE PLANO:**  
PCB: iluminación delantera (taladros)

**PROYECTO:**  
Equipo de visualización y seguridad para vehículos ciclo



**NÚMERO DE PLANO:**  
2.2.4.3

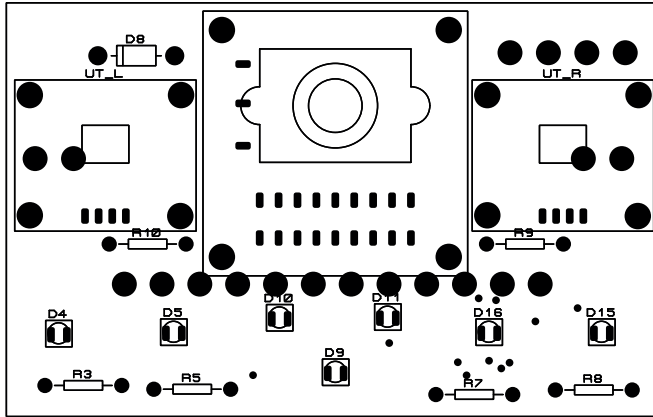
**FECHA:**  
21 / 06 / 2020

**FIRMA:**  
Jorge Vidal Albert

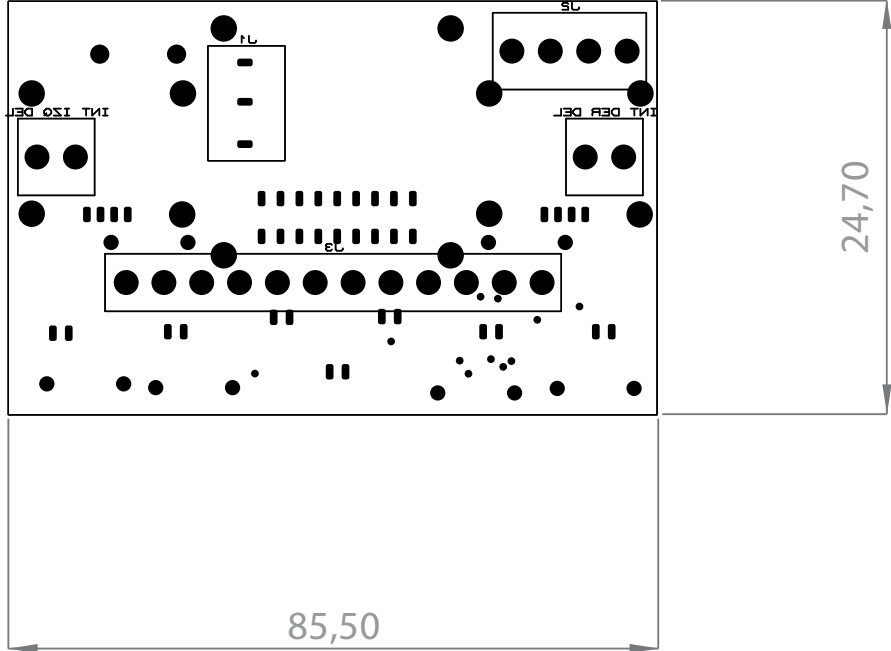
4 3 2 1

4 3 2 1

Anverso



Reverso



85,50

24,70

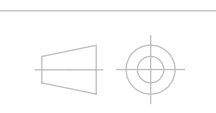
F  
E  
D  
C  
B  
A

F  
E  
D  
C  
B  
A

**ESCALA:**  
1:1  
**Sist. Representación**

**NOMBRE DE PLANO:**  
PCB: módulo trasero  
(componentes)

**PROYECTO:**  
Equipo de visualización y  
seguridad para vehículos ciclo



**NÚMERO DE PLANO:**  
2.2.5.1

**FECHA:**  
21 / 06 / 2020

**FIRMA:**  
Jorge Vidal Albert

4 3 2 1

4

3

2

1

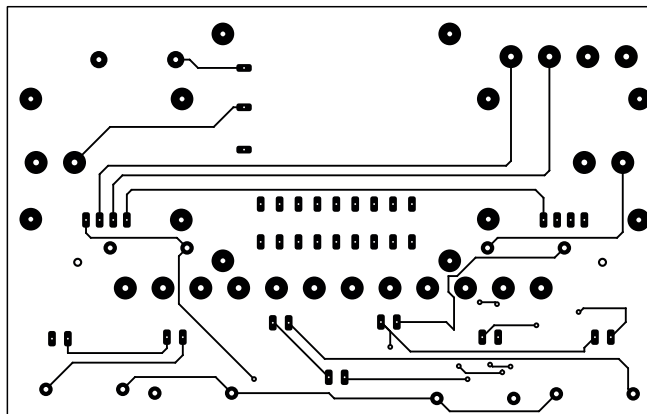
Anverso

F

F

E

E



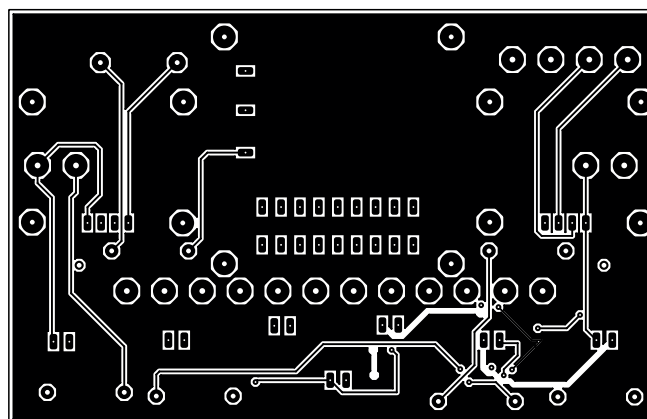
D

Reverso

D

C

C



B

B

A

A

**ESCALA:**

1:1

Sist. Representación

**NOMBRE DE PLANO:**

PCB: módulo trasero  
(pistas)

**PROYECTO:**

Equipo de visualización y  
seguridad para vehículos ciclo



**NÚMERO DE PLANO:**

2.2.5.2

**FECHA:**

21 / 06 / 2020

**FIRMA:**

Jorge Vidal Albert

4

3

2

1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

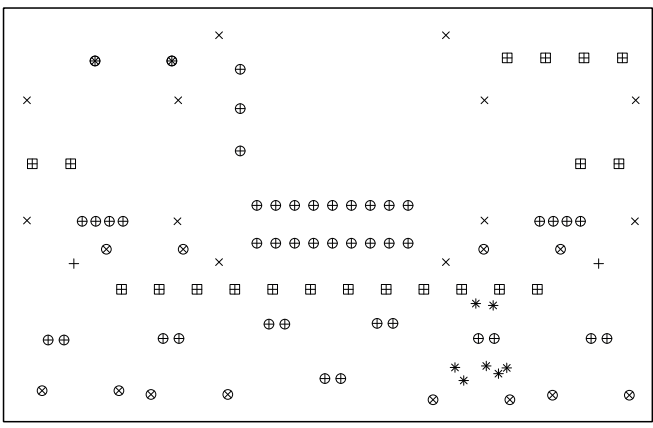
C

B

B

A

A



SYM	SIZE	PLATED	QTY
+	1mm	YES	2
X	2.3mm	YES	12
*	15th	YES	10
⊕	25th	YES	53
⊗	30th	YES	12
⊗	40th	YES	2
⊗	60th	YES	20

**ESCALA:**  
1:1  
**Sist. Representación**

**NOMBRE DE PLANO:**  
PCB: módulo trasero  
(taladros)

**PROYECTO:**  
Equipo de visualización y  
seguridad para vehículos ciclo



**NÚMERO DE PLANO:**  
2.2.5.3

**FECHA:**  
21 / 06 / 2020

**FIRMA:**  
Jorge Vidal Albert

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

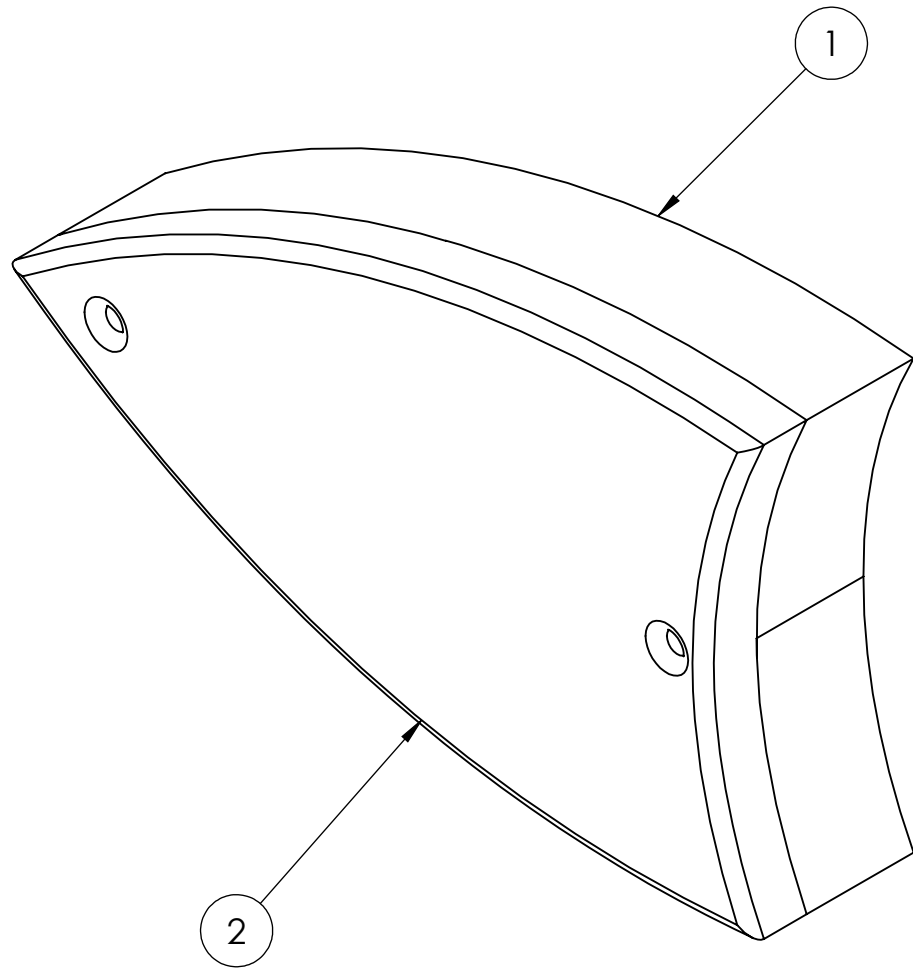
D

C

C

B

B



2	tapa encap. interm. delantero	2.3.1.2
1	caja encap. interm. delantero	2.3.1.1
<b>nº</b>	<b>pieza</b>	<b>plano</b>

**ESCALA:**  
2:1  
Sist. Representación

**NOMBRE DE PLANO:**  
Encapsulado de intermitente delantero

**PROYECTO:**  
Equipo de visualización y seguridad para vehículos ciclo

A

A



**NÚMERO DE PLANO:**  
2.3.1

**FECHA:**  
21 / 06 / 2020

**FIRMA:**  
Jorge Vidal Albert

4 3 2 1



4 3 2 1

F

F

E

E

D

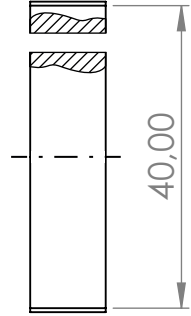
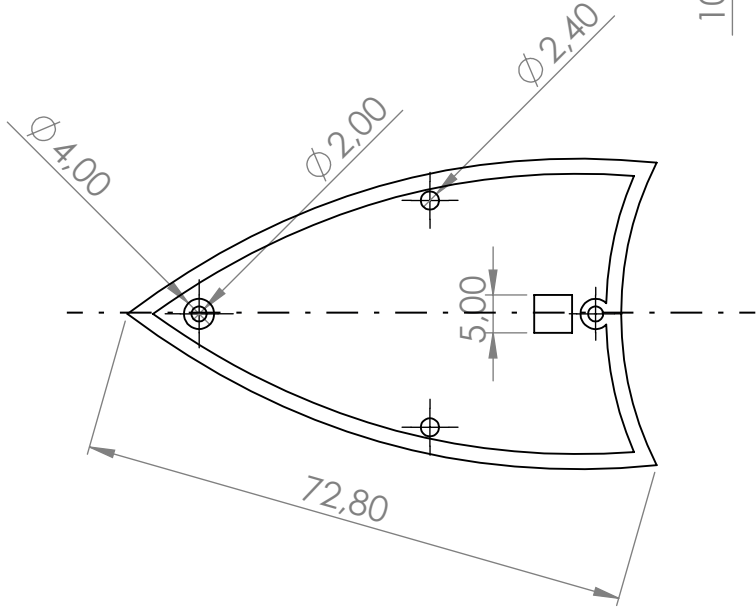
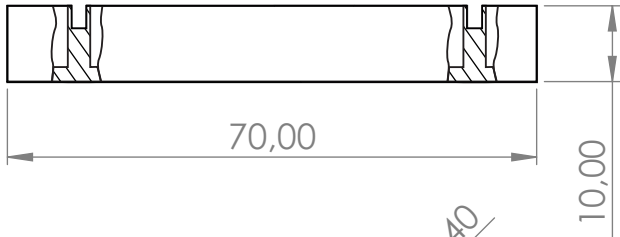
D

C

C

B

B



A

A

**ESCALA:**  
1:1  
Sist. Representación

**NOMBRE DE PLANO:**  
Caja de encapsulado de  
intermitente delantero

**PROYECTO:**  
Equipo de visualización y  
seguridad para vehículos ciclo



**NÚMERO DE PLANO:**  
2.3.1.1

**FECHA:**  
21 / 06 / 2020

**FIRMA:**  
Jorge Vidal Albert

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

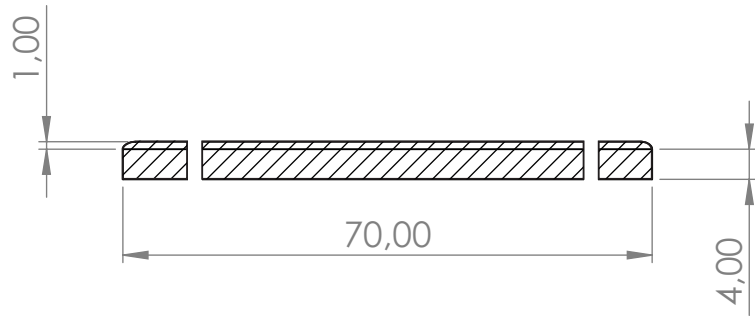
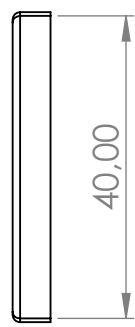
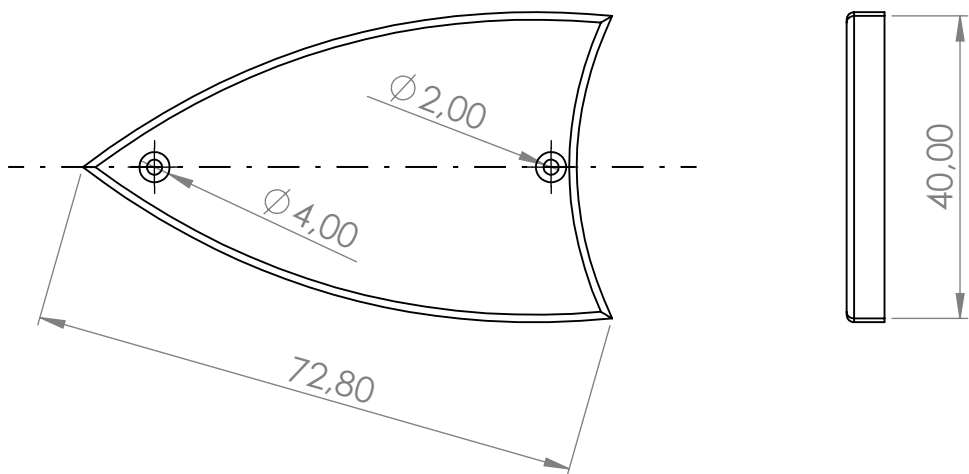
D

C

C

B

B



A

A

**ESCALA:**

1:1

Sist. Representación

**NOMBRE DE PLANO:**

Tapa de encapsulado de intermitente delantero

**PROYECTO:**

Equipo de visualización y seguridad para vehículos ciclo



**NÚMERO DE PLANO:**

2.3.1.2

**FECHA:**

21 / 06 / 2020

**FIRMA:**

Jorge Vidal Albert

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

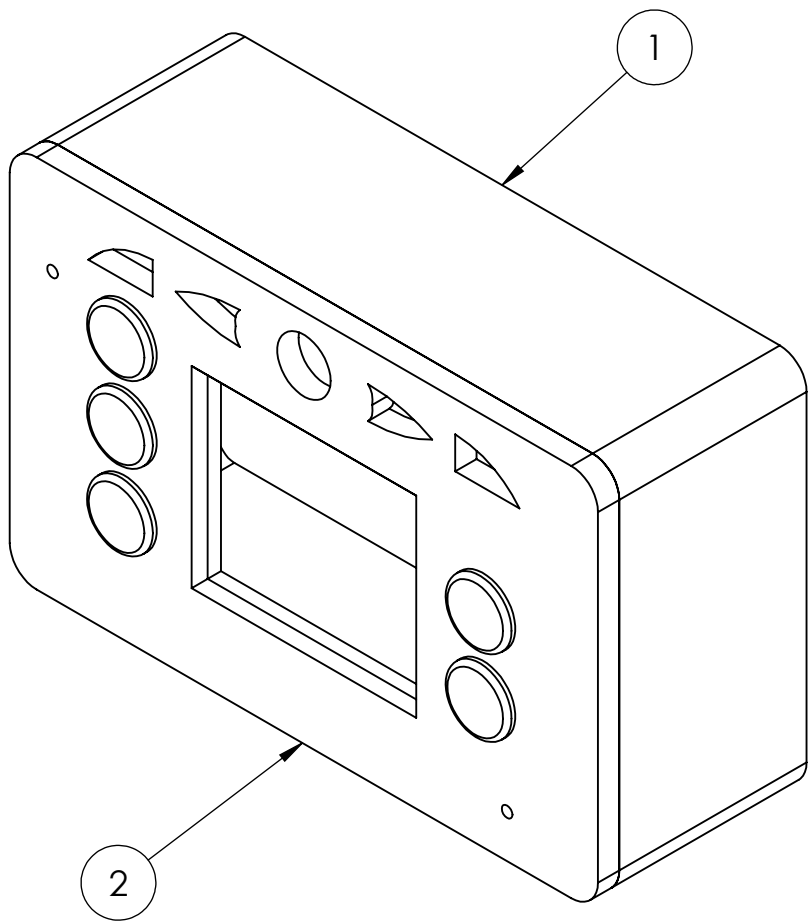
C

B

B

A

A

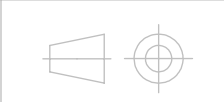


2	tapa encap. módulo delantero central	2.3.2.2
1	caja encap. módulo delantero central	2.3.2.1
<b>nº</b>	<b>pieza</b>	<b>plano</b>

**ESCALA:**  
1:1  
Sist. Representación

**NOMBRE DE PLANO:**  
Encapsulado de módulo delantero central

**PROYECTO:**  
Equipo de visualización y seguridad para vehículos ciclo

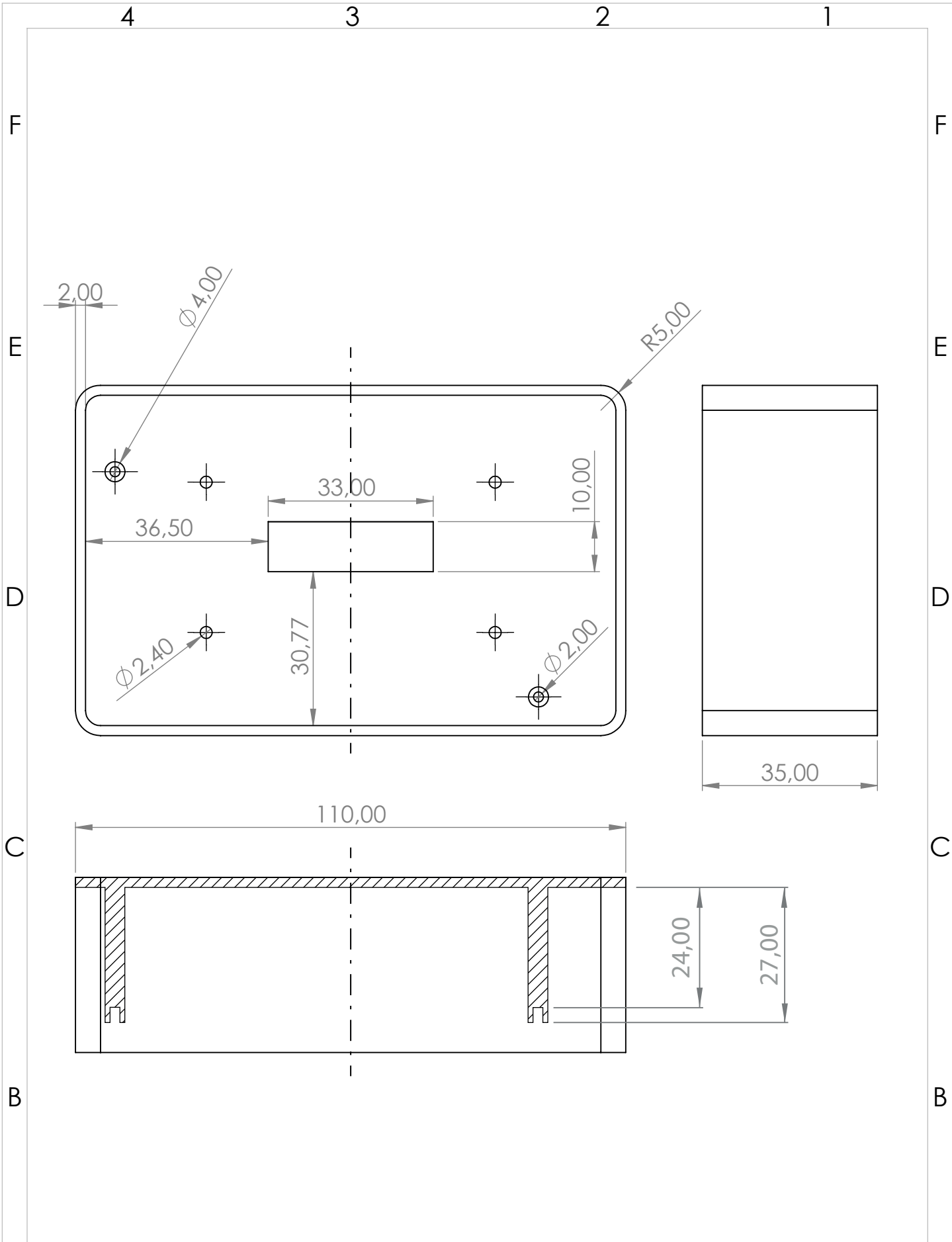


**NÚMERO DE PLANO:**  
2.3.2

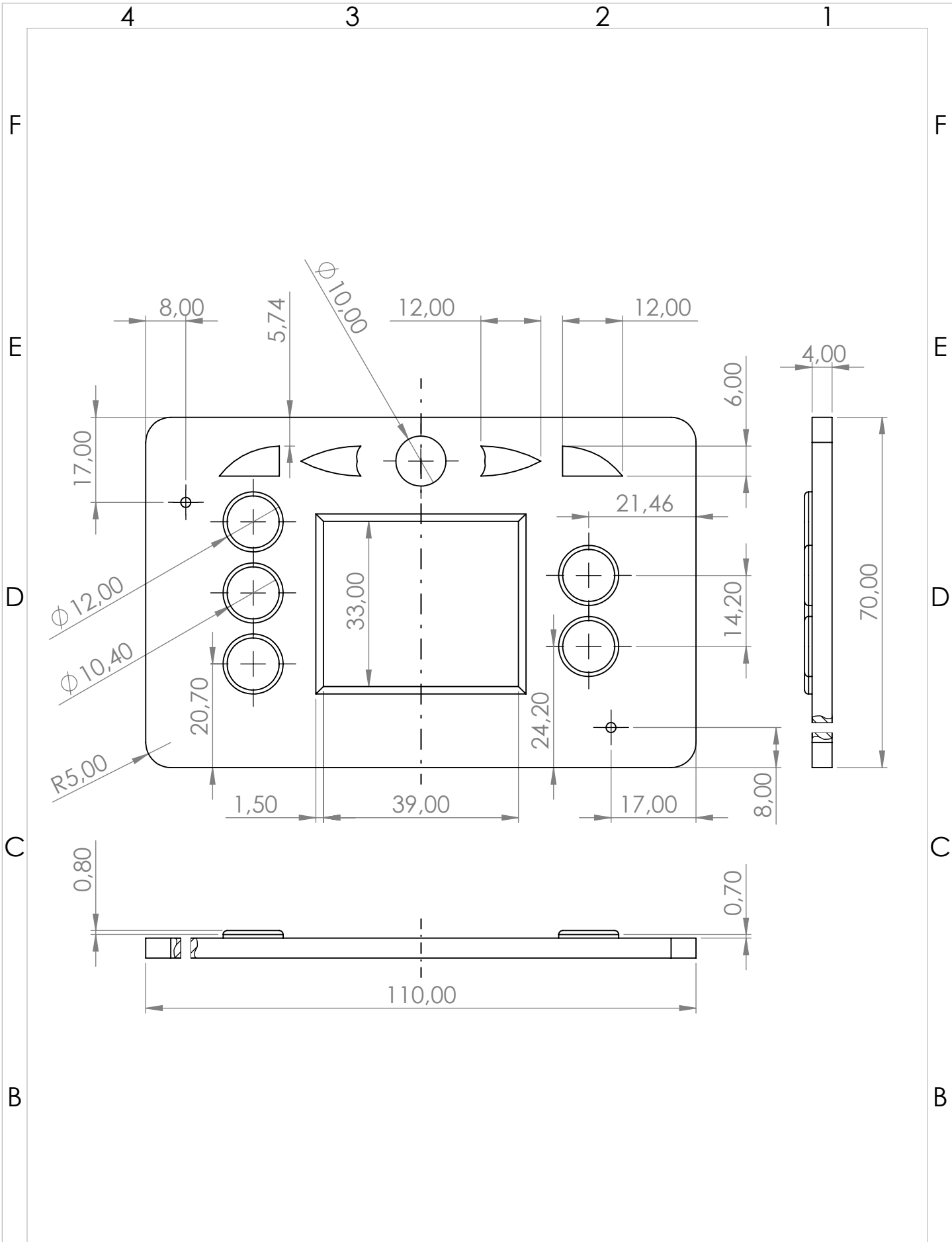
**FECHA:**  
21 / 06 / 2020

**FIRMA:**  
Jorge Vidal Albert

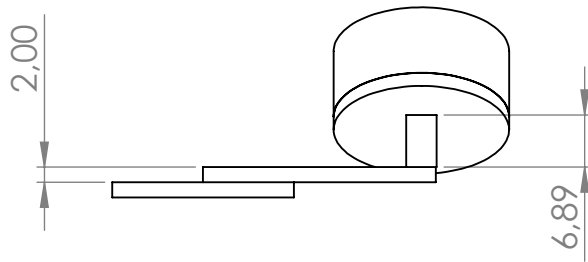
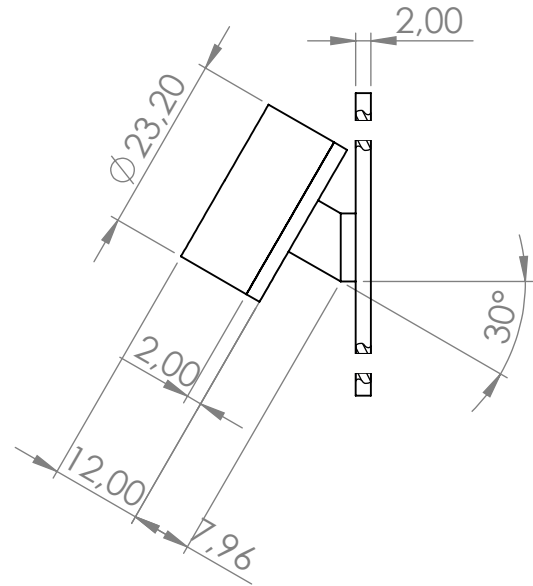
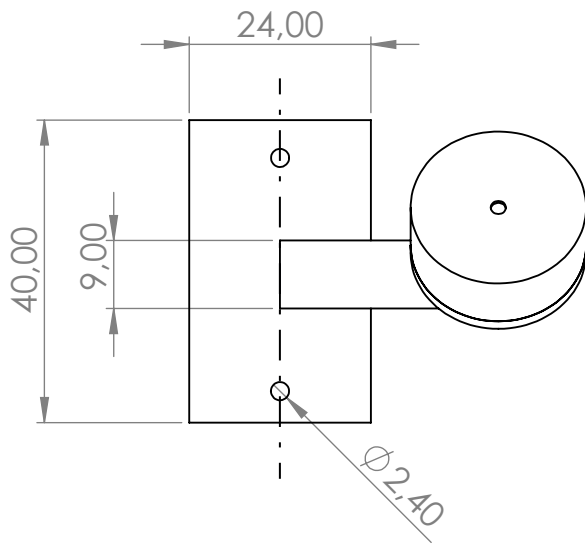
4 3 2 1



A	<b>ESCALA:</b> 1:1	<b>NOMBRE DE PLANO:</b> Caja de encapsulado de módulo delantero central		<b>PROYECTO:</b> Equipo de visualización y seguridad para vehículos ciclo	
	Sist. Representación	<b>NÚMERO DE PLANO:</b> 2.3.2.1	<b>FECHA:</b> 21 / 06 / 2020	<b>FIRMA:</b> Jorge Vidal Albert	
	4	3	2	1	



A	<b>ESCALA:</b> 1:1	<b>NOMBRE DE PLANO:</b> Tapa de encapsulado de módulo delantero central		<b>PROYECTO:</b> Equipo de visualización y seguridad para vehículos ciclo	
	Sist. Representación	<b>NÚMERO DE PLANO:</b> 2.3.2.2	<b>FECHA:</b> 21 / 06 / 2020	<b>FIRMA:</b> Jorge Vidal Albert	
	4	3	2	1	



A	<b>ESCALA:</b> 1:1 Sist. Representación	<b>NOMBRE DE PLANO:</b> Encapsulado de luz de iluminación delantera	<b>PROYECTO:</b> Equipo de visualización y seguridad para vehículos ciclo		A
		<b>NÚMERO DE PLANO:</b> 2.3.2.3	<b>FECHA:</b> 21 / 06 / 2020	<b>FIRMA:</b> Jorge Vidal Albert	
	4	3	2	1	

4 3 2 1

F

F

E

E

D

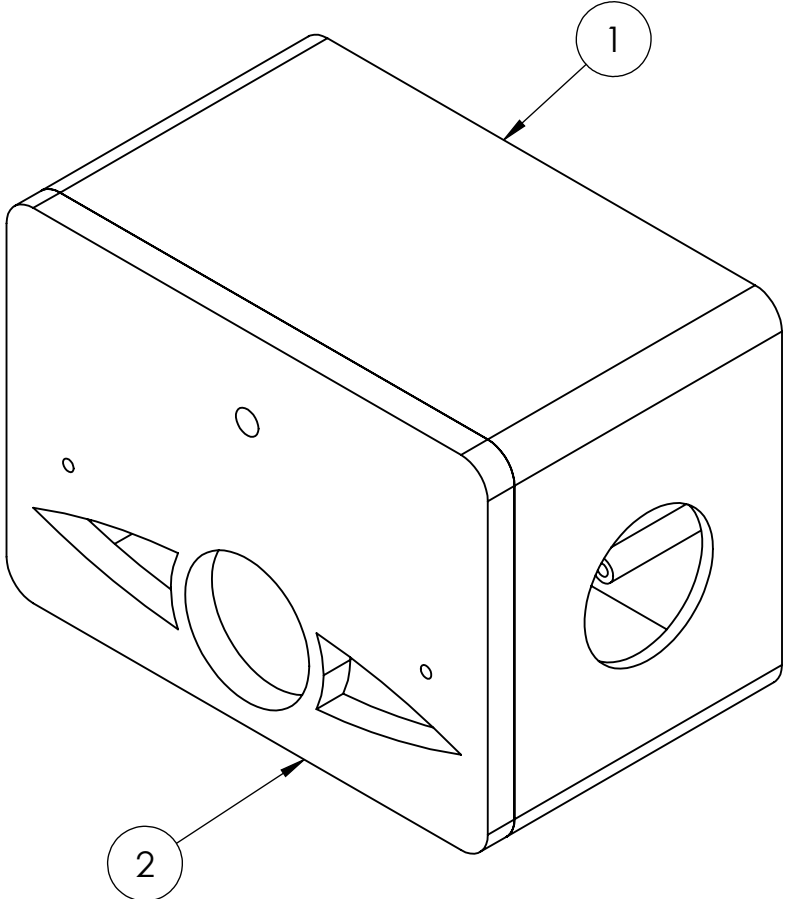
D

C

C

B

B



2	tapa encap. módulo trasero	2.3.3.2
1	caja encap. módulo trasero	2.3.3.1
<b>nº</b>	<b>pieza</b>	<b>plano</b>

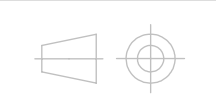
A

A

**ESCALA:**  
1:1  
Sist. Representación

**NOMBRE DE PLANO:**  
Encapsulado de módulo trasero

**PROYECTO:**  
Equipo de visualización y seguridad para vehículos ciclo

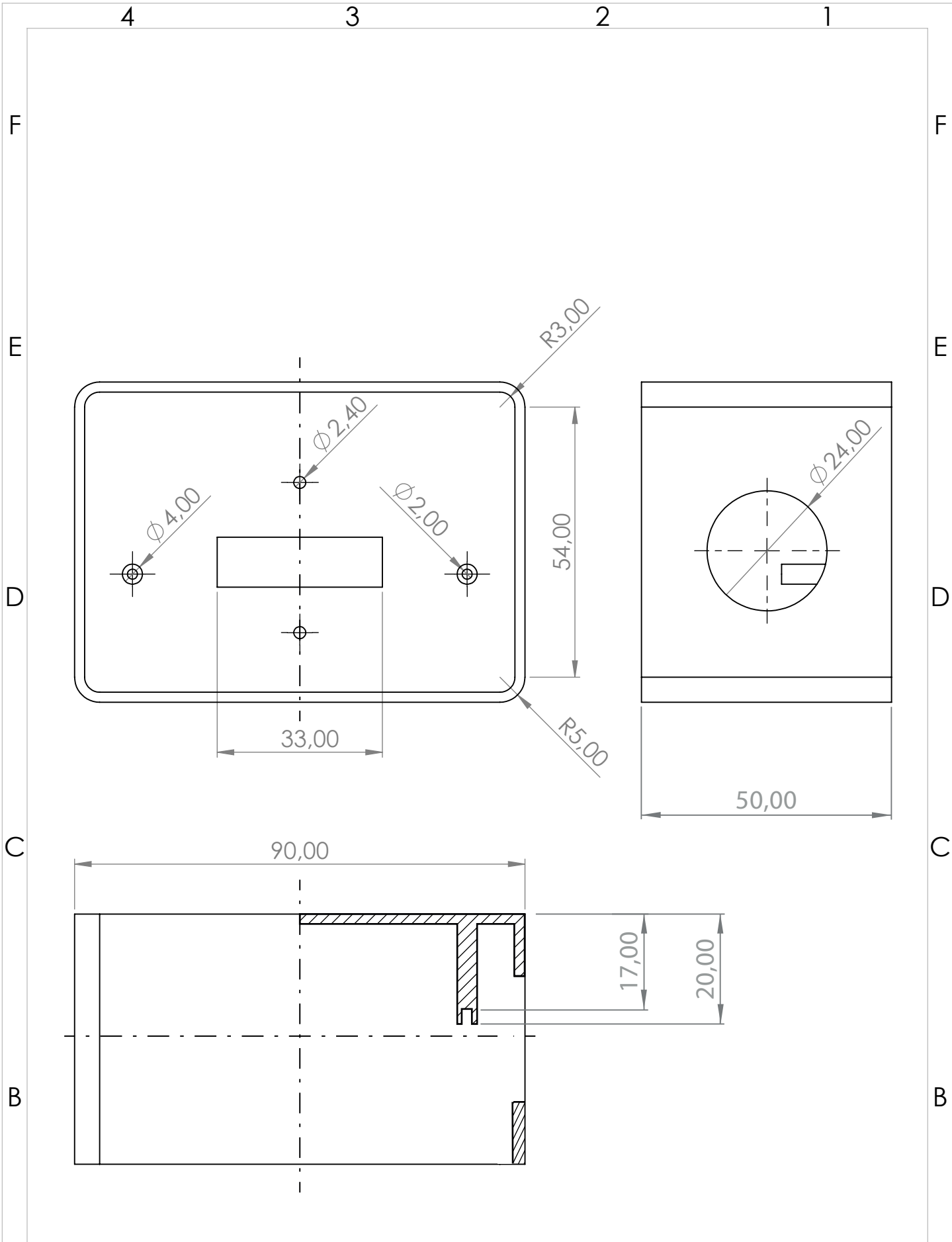


**NÚMERO DE PLANO:**  
2.3.3

**FECHA:**  
21 / 06 / 2020

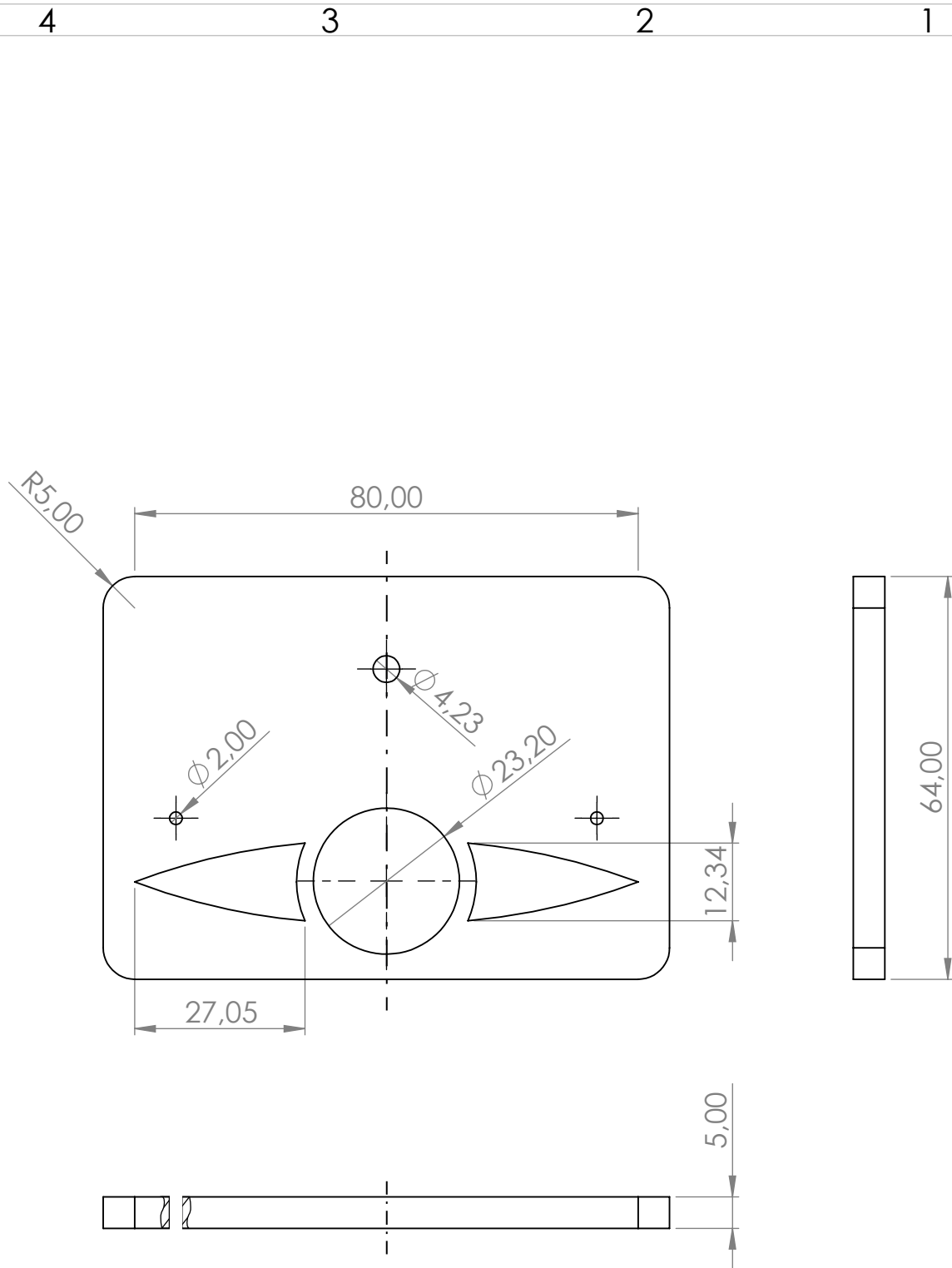
**FIRMA:**  
Jorge Vidal Albert

4 3 2 1



A	<b>ESCALA:</b> 1:1	<b>NOMBRE DE PLANO:</b> Caja de encapsulado de módulo trasero		<b>PROYECTO:</b> Equipo de visualización y seguridad para vehículos ciclo	
	Sist. Representación	<b>NÚMERO DE PLANO:</b> 2.3.3.1	<b>FECHA:</b> 21 / 06 / 2020	<b>FIRMA:</b> Jorge Vidal Albert	
	4	3	2	1	





A	<b>ESCALA:</b> 1:1	<b>NOMBRE DE PLANO:</b> Tapa de encapsulado de módulo trasero		<b>PROYECTO:</b> Equipo de visualización y seguridad para vehículos ciclo	
	Sist. Representación	<b>NÚMERO DE PLANO:</b> 2.3.3.2	<b>FECHA:</b> 21 / 06 / 2020	<b>FIRMA:</b> Jorge Vidal Albert	
	4	3	2	1	

4 3 2 1

F

F

E

E

D

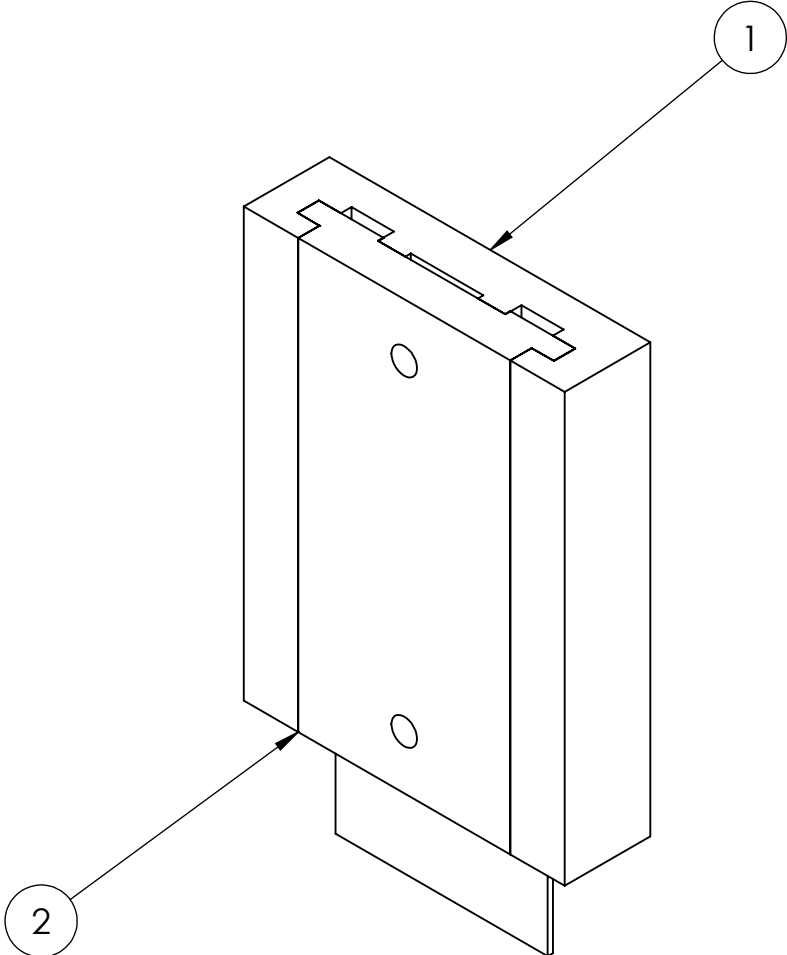
D

C

C

B

B



2	parte móvil	2.3.4.2
1	parte fija	2.3.4.1
<b>nº</b>	<b>pieza</b>	<b>plano</b>

**ESCALA:**  
2:1

Sist. Representación

**NOMBRE DE PLANO:**  
Pieza de montaje

**PROYECTO:**  
Equipo de visualización y seguridad para vehículos ciclo

A

A

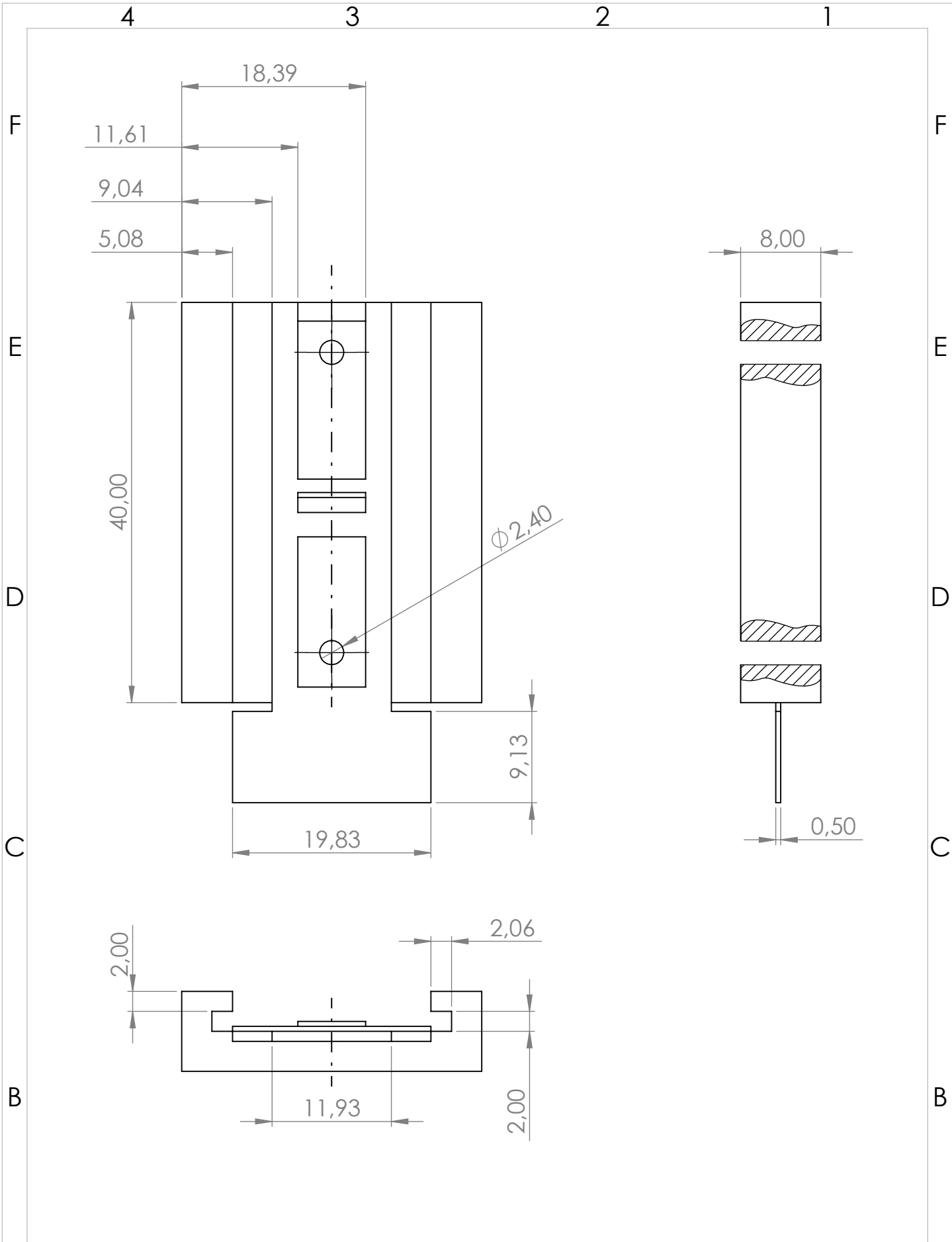



**NÚMERO DE PLANO:**  
2.3.4

**FECHA:**  
21 / 06 / 2020

**FIRMA:**  
Jorge Vidal Albert

4 3 2 1



A	<b>ESCALA:</b> 2:1 Sist. Representación	<b>NOMBRE DE PLANO:</b> Pieza de montaje: parte fija		<b>PROYECTO:</b> Equipo de visualización y seguridad para vehículos ciclo	
		<b>NÚMERO DE PLANO:</b> 2.3.4.1	<b>FECHA:</b> 21 / 06 / 2020	<b>FIRMA:</b> Jorge Vidal Albert	A

4

3

2

1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

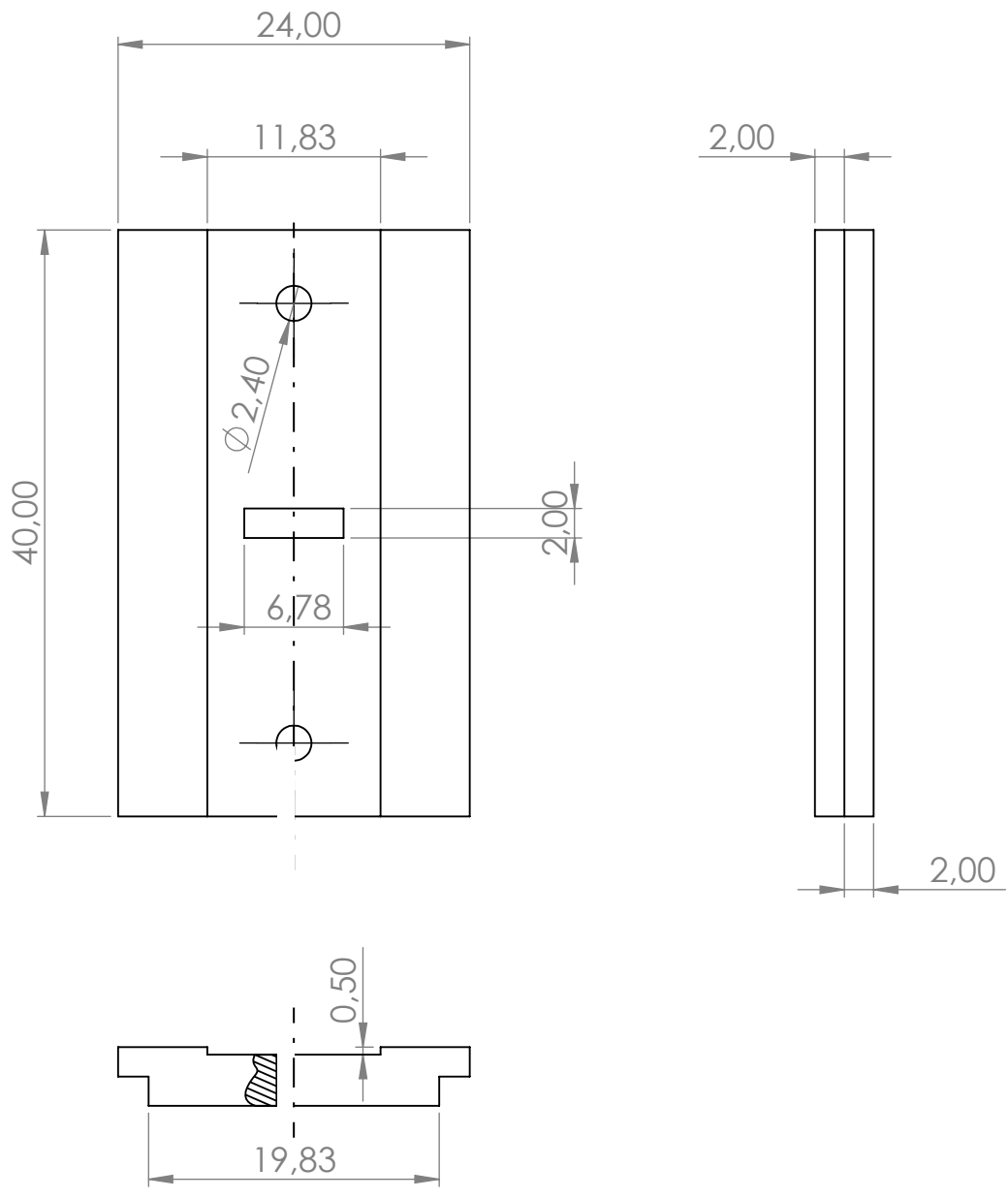
C

B

B

A

A



**ESCALA:**  
2:1

**NOMBRE DE PLANO:**  
Pieza de montaje: parte móvil

**PROYECTO:**  
Equipo de visualización y seguridad para vehículos ciclo

Sist. Representación

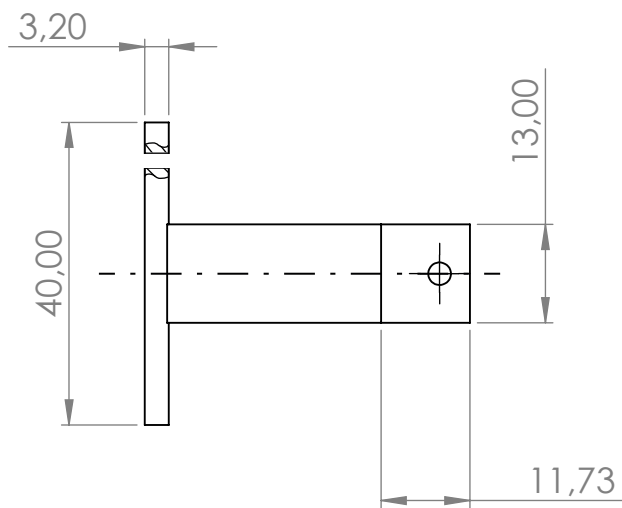
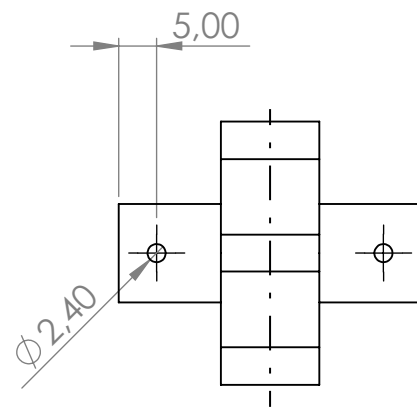
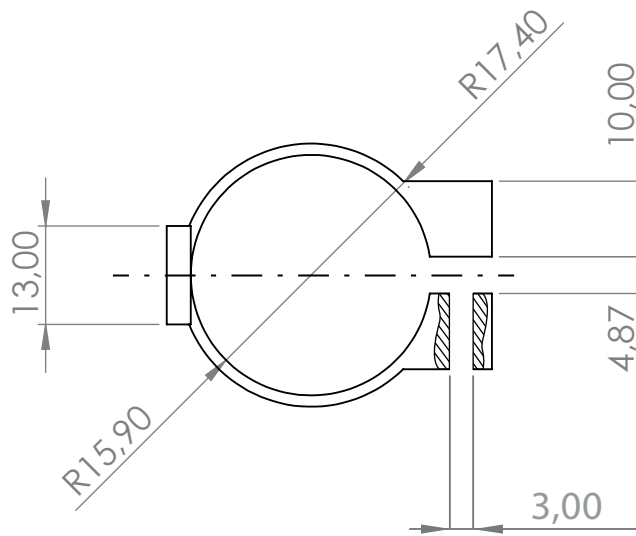


**NÚMERO DE PLANO:**  
2.3.4.2

**FECHA:**  
21 / 06 / 2020

**FIRMA:**  
Jorge Vidal Albert

4 3 2 1



**ESCALA:**  
1:1

**NOMBRE DE PLANO:**  
Horquilla de 31.8 mm

**PROYECTO:**  
Equipo de visualización y seguridad para vehículos ciclo

Sist. Representación



**NÚMERO DE PLANO:**  
2.3.5

**FECHA:**  
21 / 06 / 2020

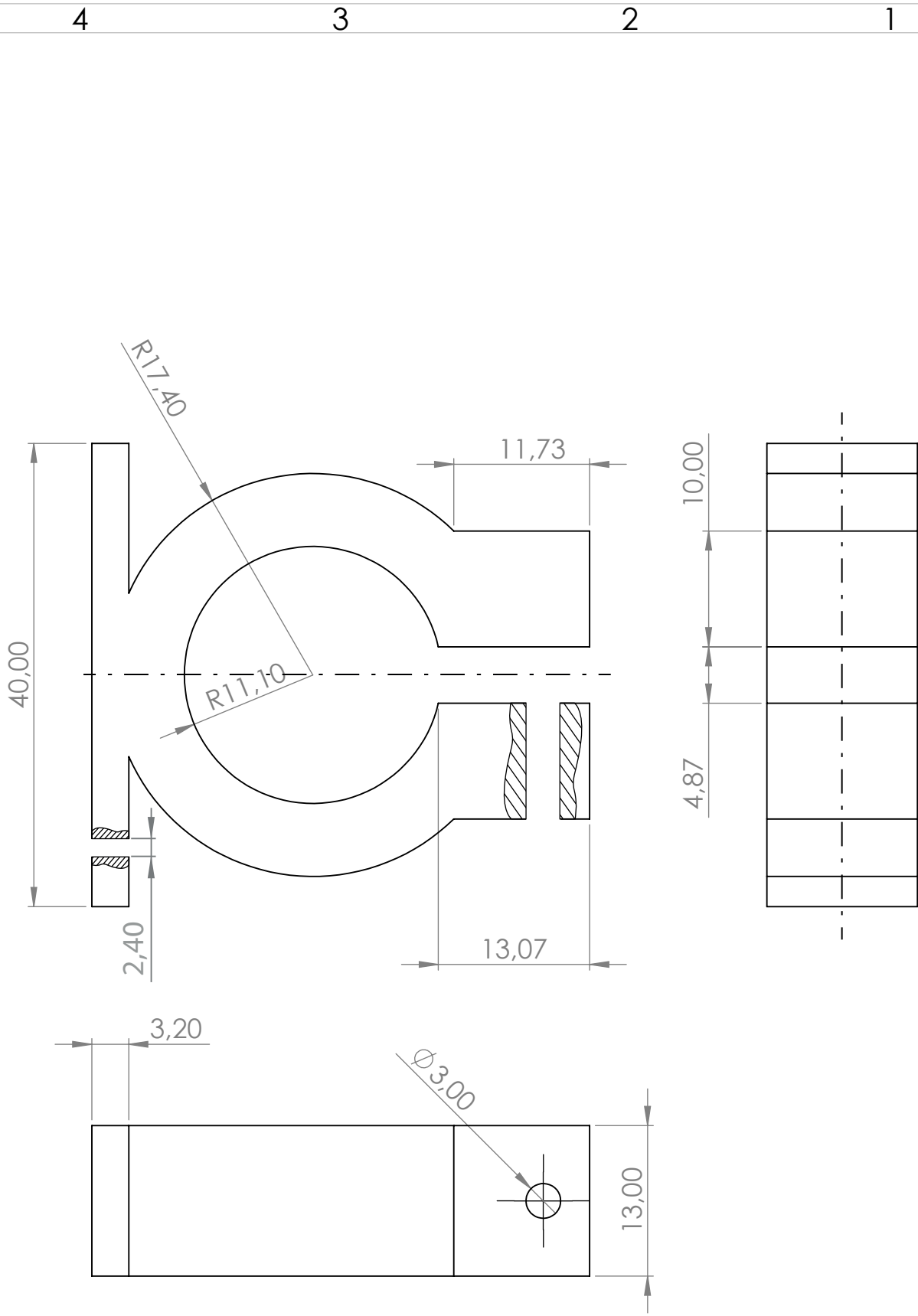
**FIRMA:**  
Jorge Vidal Albert

4

3

2

1



A	<b>ESCALA:</b> 2:1	<b>NOMBRE DE PLANO:</b> Horquilla 22.2 mm	<b>PROYECTO:</b> Equipo de visualización y seguridad para vehículos ciclo	
	Sist. Representación			
		<b>NÚMERO DE PLANO:</b> 2.3.6	<b>FECHA:</b> 21 / 06 / 2020	<b>FIRMA:</b> Jorge Vidal Albert

4 3 2 1



RIDERSAFE

EQUIPO DE VISUALIZACIÓN  
Y SEGURIDAD PARA  
VEHÍCULOS CICLO

## 3.- PLIEGO DE CONDICIONES



### 3.1.- Objeto de pliego de condiciones

---

Las presentes especificaciones técnicas corresponden con la producción de un equipo de visualización y seguridad para vehículos ciclo. El alcance de este apartado abarca las características de los elementos electrónicos del sistema, así como su disposición y encapsulado.

### 3.2.- Materiales

---

#### 3.2.1.- Subsistema electrónico

##### 3.2.1.1.- Conjunto de visualización

- **Luces LED de iluminación delantera:** LED Cree color blanco de 260 lm, serie XLamp o equivalente.
- **Luces LED de iluminación trasera:** LED Cree color rojo de 73.9 lm, serie XLamp o equivalente.
- **Luces LED intermitentes:** LED Cree color rojo - naranja de 87.4 lm, serie XLamp o equivalente.
- **Transistores:** modelo TIP31 de tecnología BJT o equivalente. Consultar ganancia (parámetro  $h_{FE}$ ).

##### 3.2.1.2.- Conjunto de análisis de entorno

- **Cámara digital:** cámara digital con interfaz de registro I2C modelo OV7670 1.0, Compatible con Arduino. Requiere de la instalación de librerías externas:
  - LiveOV7670Library
  - Adafruit\_GFX\_Library
- **Sensor de ultrasonidos:** módulo JSN-SR04T, compatible con Arduino, o equivalente. Consultar rango de alcance en caso de utilizar un sensor alternativo al propuesto. Requiere de la instalación de una de las siguientes librerías externas:
  - NewPing (código de control adaptado para ésta)
  - Ultrasonic (en caso de optar por ésta, revisar código de control)
- **Pantalla:** pantalla LCD de tipo TFT de 1.8 pulgadas compatible con Arduino.
- **Adaptador de nivel:** adaptador de nivel lógico 5/3.3 V bidireccional de 4 canales.



### 3.2.1.3.- Conjunto de control y alimentación

- **Microcontrolador:** Arduino MEGA 1280 o equivalente, perteneciente a la misma familia para ser compatible con el código de programación proporcionado.
- **Botón:** botón interruptor modelo B3F-4050 o equivalente.
- **Selector de tres posiciones:** interruptor de palanca SPDT de tres posiciones o equivalente.
- **Fotorresistencia:** fotoresistencia modelo NSL-19M51 o equivalente. Consultar rango de flujo luminoso (lúmenes)

### 3.2.1.4.- Componentes de carácter general

- **Diodo zener:** diodo zener de tensión de ruptura de 3.3V
- **Cables:** cables de cobre de 0.5 mm<sup>2</sup> de sección
- **Resistencias:** serie E48 o equivalente. Tolerancia de 2%
- **Pistas de PCB:** grosor de pistas de PCB según propósito:
  - Pistas de alimentación de cobre a 0.8 mm
  - Resto de pistas de cobre a 0.2 o 0.4 mm
- **Alimentación:** caja de conexión en serie de 3 pilas alcalinas modelo AA de 1.5 V

### 3.2.2.- Subsistema de encapsulado

- **Plástico de piezas de encapsulado:** plástico filamento PLA color negro o equivalente.
- **Plástico de tapas transparente:** termoplástico tipo acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS) o equivalente. Debe tener texturas transparente (luces) y transparente con tinte rojo (luz trasera).
- **Plástico de pieza de montaje:** termoplástico tipo acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS) o equivalente.
- **Aluminio de horquilla:** aluminio de la serie 6000, con aleación de magnesio, de temple H14 o superior. Comprobar que cumple con la norma UNE-EN 1706.
- **Funda protectora de cables:** plástico de PVC

- **Juntas de cables:** plástico de PVC
- **Bloques de terminales de cables:** bloques de conexión de terminales (tblock) de cables de distintos números de pistas: 2, 3, 4, 6, 8 y 12. Sistema de sujeción de soldadura para evitar la manipulación del circuito.
- **Tornillos:** tornillos de anclaje de acero de diámetro y longitud indicadas:

ensamblado	intermitent e delantero	módulo delantero	módulo trasero	pieza fija + horquilla	pieza móvil + caja	Pasante de horquilla
nº plano	2.3.1	2.3.2	2.3.3	2.3.4.1	2.3.4.2	2.3.5 / 2.3.6
diámetro (mm)	2.00	2.00	2.00	2.40	2.40	3.00
longitud (mm)	8.00	15.00	8.00	7.20	5.50	30.00

- **Estaño:** aleación de estaño con plomo en una proporción 60%-40% respectivamente para su uso en las soldaduras de componentes eléctricos y electrónicos.

### 3.3.- Ejecución

---

#### 3.3.1.- Descripción

##### 3.3.1.1.- Fabricación de placas PCB

La fabricación de las placas PCB del sistema deben realizarse de acuerdo a las condiciones y exigencias referentes a la fabricación de PCB de este documento, así como a la normativa vigente.

Asegurarse de respetar las formas y dimensiones de los sustratos para asegurar una correcta compatibilidad con el resto de piezas del sistema, sobretodo en la alineación y dimensiones de los agujeros de taladro que permiten sujetar la PCB a la pieza que le corresponda.

De forma concreta, en referencia a todos los componentes luminosos del equipo, asegurarse de que se colocan correctamente para que las piezas de encapsulado no tapen estos componentes.

Todos los bloques de terminales (tblock) se colocarán en el reverso de las placas PCB, de forma general, para facilitar la colocación de elementos. La disposición del resto de componentes puede variar siempre y cuando no incumpla ninguna de las demás condiciones.

Todas las placas del sistema deben contar con su respectivo plano de masa para disminuir las interferencias electromagnéticas en los circuitos. Se distingue entre la masa digital y la analógica en función de la señal. En este caso, la masa analógica del circuito es la correspondiente al divisor de tensión con fotorresistencia que actúa como sensor de luz. Las masa digital y analógica deben estar separadas en todos sus puntos salvo un único que establezca igualdad de potencial eléctrico para ambos puntos del circuito.

### **3.3.1.2.- Fabricación de piezas de encapsulado**

La fabricación de las piezas de encapsulado puede realizarse empleando inyectores de plástico, impresoras 3D o cualquier otra técnica disponible, siempre y cuando se cumpla con las especificaciones recogidas en el documento. Antes del ensamblaje de cualquier pieza asegurar que está libre de imperfecciones o cambios en su forma o textura que puedan comprometer las características exigibles de la pieza en cuestión.

Cada pieza de encapsulado cuenta con uno o varios pares de orificios destinados a tornillos que aseguren el correcto ensamblaje de las piezas. Los orificios situados en el eje de simetría central vertical, desde la vista de alzado de los planos, corresponden al anclaje con la parte móvil de la pieza de montaje. Por otro lado, los orificios situados a los lados, en referencia a este mismo eje, corresponden con los tornillos que anclan las PCB a las cajas de los encapsulados y a su vez, estos elementos con las tapas de los encapsulados.

### **3.3.1.3.- Ensamblado de piezas**

Para el ensamblado de los distintos componentes se recomienda seguir un orden concreto de ensamblado para facilitar el proceso.

1. Atornillar la parte móvil de la pieza de montaje a la caja de encapsulado correspondiente.
  - 1.1. En caso del módulo delantero, atornillar también el encapsulado de la luz delantera a la caja del módulo delantero.
2. Atornillar la PCB correspondiente en el interior de la caja del encapsulado y a su vez la tapa del encapsulado.
  - 2.1. Antes de realizar este paso, en caso de ser el módulo trasero, introducir la batería y después la PCB.
  - 2.2. Respecto al módulo delantero, introducir el microcontrolador antes de la PCB.
3. Deben sacarse los cables de los terminales de la PCB por el orificio cuadrado o rectangular destinado a ello.

4. Colocar la junta de cable y unir los cables terminales con los correspondientes mediante soldadura de estaño.
5. Atornillar la parte fija de la pieza de montaje a la horquilla.

#### **3.3.1.4.- Distribución de cables**

Todos los cables que salgan de un módulo para conectarse con otro deben estar correctamente conectados a los bloques de terminales y protegidos con su aislante individual.

En el caso de los cables de interconexión de intermitentes delanteros y módulo trasero, el cable pasará por el módulo central para lograr el número mínimo de cables principales dentro del equipo:

1. Cable principal de interconexión módulo delantero - módulo trasero (65 cm de longitud)
2. Cable principal de interconexión intermitente delantero izquierdo - módulo delantero (35 cm de longitud)
3. Cable principal de interconexión intermitente delantero derecho - módulo delantero (35 cm de longitud)

#### **3.3.2.- Control de ejecución**

Comprobar que las placas PCB están correctamente realizadas. Examinar que las pistas presentan el grosor adecuado según sean de alimentación o señal. Es importante que los componentes luminosos y sensores están bien encuadrados para que coincidan con los orificios del encapsulado destinados a ello. Asegurarse de que los orificios de anclaje de las PCB están correctamente alineados para poder atornillarlas al encapsulado.

Respecto a las piezas del encapsulado, comprobar que todas están en buen estado, sin presentar imperfecciones significativas que dificulten sus funciones dentro del sistema.

Examinar todas las conexiones intermodulares y poner a prueba cada una de las funciones antes de ensamblar las piezas de forma definitiva. En caso contrario, revisar de nuevo las conexiones. Comprobar que las soldaduras están correctamente realizadas y cumplen con la norma UNE-EN 12844:1999. Asegurarse de que todos los terminales de cables quedan protegidos por el cubrecables y los propios encapsulados.

### 3.4.- Control de calidad

---

Para el control de calidad se distinguen las pruebas en varios apartados, que se detallan a continuación.

Para el subsistema electrónico, se comprobará que todas las soldaduras estén correctamente efectuadas. A continuación se probará que la alimentación funciona correctamente. Por último, realizar una prueba de todas las funcionalidades preparadas para el usuario:

- Encendido y apagado de luces, tanto de las de iluminación como de los intermitentes mediante el botón correspondiente. Comprobar que la intensidad lumínica es la correcta y que las funciones de parpadeo funcionan correctamente.
- Comprobar que el sensor de luz funciona correctamente según su diseño. Corroborar que el encendido automático de luces se activa con una iluminación tenue, del orden de 300 lm aproximadamente.
- Estudio de la distancia umbral a la que los ultrasonidos reacciona. Asegurarse que los indicativos se encienden cuando un objeto se encuentra a menos de la distancia de seguridad establecida, 1.5 m aproximadamente. Si la distancia de detección es menor, no debe estar por debajo de 1.2 m en ningún caso.
- Comprobar el correcto funcionamiento de la función en directo de la cámara y la pantalla.
- Comprobar que todos los botones cumplen su función dentro del sistema.

Para el subsistema de encapsulado debe atenderse a dos factores principalmente: calidad de los materiales empleados para la construcción de piezas y calidad de montaje de las piezas:

- Comprobar la dureza y resistencia a golpes de cada una de las piezas para asegurar que no se parten o presentan imperfecciones de construcción o acabado final.
- Anclar las piezas mediante las horquillas y piezas de montaje y asegurarse de que se sujetan correctamente, impidiendo cualquier movimiento lineal o rotacional de la pieza.

### **3.5.- Condiciones de entrega**

---

Para la entrega del producto, debe estar contenido en una caja que reúna las características que aseguren su protección y limpieza durante los periodos de almacén y transporte

El equipo debe estar contenido en una caja de cartón de dimensiones suficientes (criterio del fabricante) para poder contener todas las piezas del sistema. Se recomienda el uso de plástico de burbujas, papel grueso, etc. para rellenar el espacio vacío y así evitar el desplazamiento de las piezas en el interior de su contenedor. Debe estar sellada y precintada, e indicarse la fragilidad del producto para evitar dañar el mismo

La caja debe estar etiquetada y en la etiqueta debe constar como mínimo, el contenido de la caja, el número de la serie de producción, un identificador único de producto, el marcado CE y un espacio en blanco para anotaciones si fuera necesario.

La caja no debe ser sometida a pesos o cualquier otro tipo de esfuerzo para evitar dañar el producto.

### **3.6.- Condiciones de mantenimiento**

---

El usuario debe tener en cuenta una serie de aspectos generales para no comprometer el funcionamiento y la integridad del producto.

- Los elementos del equipo deben estar correctamente anclados a las respectivas partes del vehículo ciclo sobre el cual se coloque, para evitar que se descuelgue o se caiga durante la conducción.
- Los módulos o el cableado no deben interferir con ninguno de los elementos que puedan interferir en el funcionamiento normal del vehículo.
- Todos los módulos quedan encapsulados para protegerse de agentes externos: lluvia, polvo, etc. Debe revisarse con periodicidad que ningún módulo esté defectuoso o roto y así evitar fallos de funcionamiento.
- El uso de este equipo es adicional y opcional. Seguir en todo momento las normas vigentes de seguridad vial.
- No interactuar con los componentes electrónicos del equipo. No modificar el circuito o los módulos.

Datos de proyeccionista	
Jorge Vidal Albert	
Curso 2019 - 2020	Grado en ingeniería electrónica industrial y automática



RIDERSAFE

EQUIPO DE VISUALIZACIÓN  
Y SEGURIDAD PARA  
VEHÍCULOS CICLO

## 4.- PRESUPUESTOS





## 4.1.- Cuadro de precios elementales

### 4.1.1.- Cuadro de materiales

Nº	Magnitud	Designación	Precio (€)
1	Ud.	Led blanco	2,400
2	Ud.	Led rojo	1,660
3	Ud.	Led ámbar	2,665
4	Ud.	Transistor bipolar TIP31	0,700
5	Ud.	Módulo de cámara digital OV7670 1.0	1,760
6	Ud.	Sensor de ultrasonidos JSN-SR04T	1,760
7	Ud.	Pantalla LCD TFT de 1.8"	5,47
8	Ud.	Adaptador de nivel lógico de 4 canales	0,120
9	Ud.	Microcontrolador Arduino Mega 1280	41,990
10	Ud.	Botón interruptor	0,447
11	Ud.	Selector de tres posiciones	0,940
12	Ud.	Fotorresistencia	0,950
13	Ud.	Diodo zener de voltaje inverso 3.3V	1,37
14	m	Cable de cobre de 2.5 mm de sección	0,520
15	Ud.	Resistencia eléctrica 25 ohm E48	0,120
16	Ud.	Resistencia eléctrica 35 ohm E48	0,120
17	Ud.	Resistencia eléctrica 1k ohm E48	0,120
18	Ud.	Resistencia eléctrica 10k ohm E48	0,120
19	Ud.	Bloque de terminales de 2 pistas	0,880
20	Ud.	Bloque de terminales de 3 pistas	0,880
21	Ud.	Bloque de terminales de 4 pistas	1,920
22	Ud.	Bloque de terminales de 6 pistas	1,920
23	Ud.	Bloque de terminales de 8 pistas	2,150
24	Ud.	Bloque de terminales de 12 pistas	2,150
25	m2	Sustrato de PCB	39,82
26	cm2	Pistas de cobre de PCB	0,028
27	Ud.	Caja de pilas AA	0,180
28	Ud.	Pila AA	0,388
29	Kg	Filamento PLA color negro	15,750
30	Ud.	Placa termoplástico tipo ABS transp.	0,559
31	Ud.	Placa termoplástico tipo ABS rojo	0,559

32	Kg	Aluminio de serie 6000, temple H14	1,550
33	Kg	Plástico tipo PVC	0,140
34	Ud.	Tuerca de acero d=2mm, l=8mm	0,136
35	Ud.	Tuerca de acero d=2mm, l=15mm	0,800
36	Ud.	Tuerca de acero d=2.40mm, l=7.20mm	0,800
37	Ud.	Tuerca de acero d=2.40mm, l=5.50mm	0,800
38	Ud.	Tuerca de acero d=3mm, l=30mm	1,200
39	Kg	Estaño - plomo de soldadura	18,200
40	m	Cable conductor de cobre	0,401
41	m2	Lámina de cartón de 2mm de grosor	0,880
42	m2	Papel de burbujas 10 mm, d = 25 mm	0,872
43	m2	Papel de manual de usuario	0,154

#### 4.1.2.- Cuadro de mano de obra

Nº	Designación	Precio / h (€)
1	Oficial 1a electricista	19,110
2	Operario de instalación	19,110
3	Operario de fabricación de PCBs	19,110
4	Ayudante electricista	17,500
5	Operario instalador de software	17,500
6	Operario fabricante de plásticos	17,500
7	Operario de embalaje y logística	12,510

#### 4.1.3.- Cuadro de maquinaria

Nº	Designación	Precio / h (€)
1	Máquina de impresión de PCB	0,524
2	Impresora 3D	0,280
3	Máquina de moldeo de aluminio	1,550
4	Soldador eléctrico	1,540

## 4.2.- Cuadro de precios según naturaleza

### 4.2.1.- Subsistema electrónico

#### 4.2.1.1.- Circuito de intermitente delantero

Nº	Materiales	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
1	Led ámbar	2,000	2,665	5,330
2	Resistencia eléctrica 25 ohm E48	1,000	0,120	0,120
3	Resistencia eléctrica 35 ohm E48	1,000	0,120	0,120
4	Transistor bipolar TIP31	2,000	0,700	1,400
5	Bloque de terminales de 2 pistas	1,000	0,880	0,880
6	Bloque de terminales de 3 pistas	1,000	0,880	0,880
7	Sustrato de PCB de 1273,5 mm2	1,000	5,068	5,068
8	Pistas de cobre de PCB cm2	10,188	0,028	0,288
9	Estaño - plomo de soldadura	0,010	18,200	0,182
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>14,268</b>
Nº	Mano de obra	Horas	Precio (€/h)	Total (€)
10	Oficial 1a electricista	0,200	19,110	3,822
11	Operario de fabricación de PCBs	0,167	19,110	3,191
12	Ayudante electricista	0,017	17,500	0,298
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>7,311</b>
Nº	Maquinaria	Horas	Precio (€/h)	Total (€)
13	Máquina de impresión de PCB	0,800	0,524	0,419
14	Soldador eléctrico	0,250	1,540	0,385
<b>TOTAL MAQUINARIA</b>				<b>0,804</b>
*Costes directos complementarios			2%	<b>0,448</b>
<b>TOTAL</b>				<b>22,831</b>

#### 4.2.1.2.- Circuito de módulo delantero central

Nº	Materiales	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
1	Led blanco	2,000	2,400	4,800
2	Led ámbar	2,000	2,665	5,330
3	Resistencia eléctrica 10k ohm E48	6,000	0,120	0,720
4	Botón interruptor	5,000	0,447	2,235
5	Pantalla LCD TFT de 1.8"	1,000	5,470	5,470
6	Adaptador de nivel lógico de 4 canales	2,000	0,120	0,240
7	Fotorresistencia	1,000	0,950	0,950
8	Resistencia eléctrica 1k ohm E48	1,000	0,120	0,120
9	Diodo zener de voltaje inverso 3.3V	1,000	1,370	1,370
10	Bloque de terminales de 2 pistas	2,000	0,880	1,760
11	Bloque de terminales de 3 pistas	4,000	0,880	3,520
12	Bloque de terminales de 4 pistas	1,000	1,920	1,920
13	Bloque de terminales de 6 pistas	1,000	1,920	1,920
14	Bloque de terminales de 12 pistas	2,000	2,150	4,300
15	Sustrato de PCB de 6000 mm2	1,000	23,880	23,880
16	Pistas de cobre de PCB cm2	48,000	0,028	1,358
17	Microcontrolador Arduino Mega 1280	1,000	41,990	41,990
18	Estaño - plomo de soldadura	0,010	18,200	0,182
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>102,065</b>
Nº	Mano de obra	Horas	Precio (€/h)	Total (€)
19	Oficial 1a electricista	0,200	19,110	3,822
20	Operario de fabricación de PCBs	0,167	19,110	3,191
21	Ayudante electricista	0,017	17,500	0,298
22	Operario instalador de software	0,010	17,500	0,175
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>7,486</b>
Nº	Maquinaria	Horas	Precio (€/h)	Total (€)
23	Máquina de impresión de PCB	0,800	0,524	0,419
24	Soldador eléctrico	0,250	1,540	0,385
<b>TOTAL MAQUINARIA</b>				<b>0,804</b>
*Costes directos complementarios			2%	<b>2,207</b>
<b>TOTAL</b>				<b>112,563</b>

#### 4.2.1.3.- Circuito de iluminación delantera

Nº	Materiales	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
1	Led blanco	3,000	2,400	7,200
2	Resistencia eléctrica 25 ohm E48	3,000	0,120	0,360
3	Bloque de terminales de 2 pistas	1,000	0,880	0,880
4	Sustrato de PCB de 408.28 mm2	1,000	1,625	1,625
5	Pistas de cobre de PCB cm2	3,266	0,028	0,092
6	Estaño - plomo de soldadura	0,010	18,200	0,182
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>10,339</b>
Nº	Mano de obra	Horas	Precio (€/h)	Total (€)
6	Oficial 1a electricista	0,200	19,110	3,822
7	Operario de fabricación de PCBs	0,167	19,110	3,191
8	Ayudante electricista	0,017	17,500	0,298
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>7,311</b>
Nº	Maquinaria	Horas	Precio (€/h)	Total (€)
9	Máquina de impresión de PCB	0,800	0,524	0,419
10	Soldador eléctrico	0,250	1,540	0,385
<b>TOTAL MAQUINARIA</b>				<b>0,804</b>
*Costes directos complementarios			2%	<b>0,369</b>
<b>TOTAL</b>				<b>18,824</b>

#### 4.2.1.4.- Circuito de módulo trasero

Nº	Materiales	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
1	Led rojo	3,000	1,660	4,980
2	Led ámbar	4,000	2,665	10,660
3	Resistencia eléctrica 25 ohm E48	5,000	0,120	0,600
4	Diodo zener de voltaje inverso 3.3V	1,000	1,370	1,370
5	Resistencia eléctrica 10k ohm E48	1,000	0,120	0,120
6	Sensor de ultrasonidos JSN-SR04T	2,000	1,760	3,520
7	Módulo de cámara digital OV7670 1.0	1,000	1,760	1,760
8	Bloque de terminales de 2 pistas	2,000	0,880	1,760
9	Bloque de terminales de 3 pistas	1,000	0,880	0,880
10	Bloque de terminales de 4 pistas	1,000	1,920	1,920
11	Bloque de terminales de 12 pistas	1,000	2,150	2,150
12	Sustrato de PCB de 4693.26 mm2	1,000	18,680	18,680
13	Pistas de cobre de PCB cm2	37,546	0,028	1,063
14	Caja de pilas AA	1,000	0,180	0,180
15	Pila AA	3,000	0,388	1,164
16	Estaño - plomo de soldadura	0,010	18,200	0,182
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>50,989</b>
Nº	Mano de obra	Horas	Precio (€/h)	Total (€)
17	Oficial 1a electricista	0,200	19,110	3,822
18	Operario de fabricación de PCBs	0,167	19,110	3,191
19	Ayudante electricista	0,017	17,500	0,298
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>7,311</b>
Nº	Maquinaria	Horas	Precio (€/h)	Total (€)
20	Máquina de impresión de PCB	0,800	0,524	0,419
21	Soldador eléctrico	0,250	1,540	0,385
<b>TOTAL MAQUINARIA</b>				<b>0,804</b>
*Costes directos complementarios			2%	<b>1,182</b>
<b>TOTAL</b>				<b>60,286</b>

## 4.2.2.- Subsistema de encapsulado

### 4.2.2.1.- Encapsulado de intermitente delantero

Nº	Materiales	Cantidad /Masa	Precio (€)	Total (€)
1	Filamento PLA color negro 8400 mm3	0,010	15,750	0,164
2	Placa termoplástico tipo ABS transp.	0,003	0,559	0,002
3	Tuerca de acero d=2mm, l=8mm	2,000	0,136	0,272
4	Tuerca de acero d=2.40mm, l=7.20mm	2,000	0,800	1,600
5	Tuerca de acero d=2.40mm, l=5.50mm	2,000	0,800	1,600
6	Tuerca de acero d=3mm, l=30mm	1,000	1,200	1,200
7	Aluminio de serie 6000, temple H14	0,033	1,550	0,050
8	Plástico tipo PVC	0,013	0,140	0,002
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>4,890</b>
Nº	Mano de obra	Horas	Precio (€/h)	Total (€)
9	Operario fabricante de plásticos	0,800	17,500	14,000
10	Operario de instalación	0,200	19,110	3,822
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>17,822</b>
Nº	Maquinaria	Horas	Precio (€/h)	Total (€)
11	Impresora 3D	0,800	0,280	0,224
12	Máquina de moldeado de aluminio	0,500	1,550	0,775
<b>TOTAL MAQUINARIA</b>				<b>0,999</b>
*Costes directos complementarios			2%	<b>0,474</b>
<b>TOTAL</b>				<b>24,186</b>

#### 4.2.2.2.- Encapsulado de módulo delantero central

Nº	Materiales	Cantidad /Masa	Precio (€)	Total (€)
1	Filamento PLA color negro 46200 mm3	0,057	15,750	0,902
2	Placa termoplástico tipo ABS transp.	0,001	0,559	0,001
3	Tuerca de acero d=2mm, l=8mm	2,000	0,136	0,272
4	Tuerca de acero d=2.40mm, l=7.20mm	2,000	0,800	1,600
5	Tuerca de acero d=2.40mm, l=5.50mm	2,000	0,800	1,600
6	Tuerca de acero d=3mm, l=30mm	1,000	1,200	1,200
7	Aluminio de serie 6000, temple H14	0,033	1,550	0,050
8	Plástico tipo PVC	0,013	0,140	0,002
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>5,627</b>
Nº	Mano de obra	Horas	Precio (€/h)	Total (€)
9	Operario fabricante de plásticos	0,800	17,500	14,000
10	Operario de instalación	0,200	19,110	3,822
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>17,822</b>
Nº	Maquinaria	Horas	Precio (€/h)	Total (€)
11	Impresora 3D	0,800	0,280	0,224
12	Máquina de moldeado de aluminio	0,500	1,550	0,775
<b>TOTAL MAQUINARIA</b>				<b>0,999</b>
*Costes directos complementarios			2%	<b>0,489</b>
<b>TOTAL</b>				<b>24,937</b>



#### 4.2.2.3.- Encapsulado de iluminación delantera

Nº	Materiales	Cantidad /Masa	Precio (€)	Total (€)
1	Filamento PLA color negro 1690.93 mm3	0,020	15,750	0,315
2	Tuerca de acero d=2.40mm, l=5.50mm	2,000	0,800	1,600
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>1,915</b>
Nº	Mano de obra	Horas	Precio (€/h)	Total (€)
3	Operario fabricante de plásticos	0,800	17,500	14,000
4	Operario de instalación	0,200	19,110	3,822
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>17,822</b>
Nº	Maquinaria	Horas	Precio (€/h)	Total (€)
5	Impresora 3D	0,800	0,280	0,224
6	Máquina de moldeado de aluminio	0,500	1,550	0,775
<b>TOTAL MAQUINARIA</b>				<b>0,999</b>
*Costes directos complementarios			2%	<b>0,415</b>
<b>TOTAL</b>				<b>21,151</b>

#### 4.2.2.4.- Encapsulado de módulo trasero

Nº	Materiales	Cantidad /Masa	Precio (€)	Total (€)
1	Filamento PLA color negro 8400 mm3	0,099	15,750	1,566
2	Placa termoplástico tipo ABS transp.	0,003	0,559	0,002
3	Tuerca de acero d=2mm, l=8mm	2,000	0,136	0,272
4	Tuerca de acero d=2.40mm, l=7.20mm	2,000	0,800	1,600
5	Tuerca de acero d=2.40mm, l=5.50mm	2,000	0,800	1,600
6	Tuerca de acero d=3mm, l=30mm	1,000	1,200	1,200
7	Aluminio de serie 6000, temple H14	0,018	1,550	0,028
8	Plástico tipo PVC	0,013	0,140	0,002
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>6,270</b>
Nº	Mano de obra	Horas	Precio (€/h)	Total (€)
9	Operario fabricante de plásticos	0,800	17,500	14,000
10	Operario de instalación	0,200	19,110	3,822
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>17,822</b>
Nº	Maquinaria	Horas	Precio (€/h)	Total (€)
11	Impresora 3D	0,800	0,280	0,224
12	Máquina de moldeo de aluminio	0,500	1,550	0,775
<b>TOTAL MAQUINARIA</b>				<b>0,999</b>
*Costes directos complementarios			2%	<b>0,502</b>
<b>TOTAL</b>				<b>25,593</b>

#### 4.2.2.5.- Cables de interconexión

Nº	Materiales	Longitud	Precio (€)	Total (€)
1	Cable conductor de cobre	0,650	0,401	0,261
2	Cable 1 conductor de cobre	0,350	0,401	0,140
3	Cable 2 conductor de cobre	0,350	0,401	0,140
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>0,542</b>
Nº	Mano de obra	Horas	Precio (€/h)	Total (€)
4	Operario de instalación	0,200	19,110	3,822
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>3,822</b>
Nº	Maquinaria	Horas	Precio (€/h)	Total (€)
5	Soldador eléctrico	0,250	1,540	0,385
<b>TOTAL MAQUINARIA</b>				<b>0,385</b>
*Costes directos complementarios			2%	<b>0,095</b>
<b>TOTAL</b>				<b>4,844</b>

#### 4.2.3.- Embalaje

Nº	Materiales	Cantidad /Área	Precio (€)	Total (€)
1	Lámina de cartón de 2mm de grosor	0,390	0,880	0,343
2	Papel de burbujas 10 mm, d = 25 mm	0,004	0,872	0,004
3	Papel de manual de usuario	0,047	0,154	0,007
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>0,354</b>
Nº	Mano de obra	Horas	Precio (€/h)	Total (€)
4	Operario de embalaje y logística	0,2	12,510	2,502
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>2,502</b>
*Costes directos complementarios			2%	<b>0,057</b>
<b>TOTAL</b>				<b>2,913</b>

#### 4.3.- Valoración

Nº	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
1	Circuito de intermitente delantero	2	22,831	45,662
2	Circuito de módulo delantero central	1	112,563	112,563
3	Circuito de iluminación delantera	1	18,824	18,824
4	Circuito de módulo trasero	1	60,286	60,286
5	Encapsulado de intermitente delantero	2	24,186	48,371
6	Encapsulado de módulo delantero central	1	24,937	24,937
7	Encapsulado de iluminación delantera	1	21,151	21,151
8	Encapsulado de módulo trasero	1	25,593	25,593
9	Cables de interconexión	1	4,844	4,844
10	Embalaje	1	2,913	2,913
<b>TOTAL</b>				<b>365,14</b>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de TRESCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS.

#### 4.4.- Resumen

Descripción	Precio (€)
Capítulo 1: Subsistema electrónico	237,33
Capítulo 2: Subsistema de encapsulado	127,81
Suma de capítulos	365,14
13% de gastos generales	47,47
3% de beneficio industrial	10,95
Suma	423,57
21% IVA	88,95
Precio con IVA	512,51
8% de honorarios del proyecto	41,00
21% IVA	8,61
Total de honorarios de proyecto	49,61
10% de honorarios de dirección de proyecto	4,10
21% IVA	0,86
Total de honorarios de dirección de proyecto	4,96
<b>Total de presupuesto general</b>	<b>567,09</b>

El presupuesto general del proyecto asciende a QUINIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS.

Datos de proyccionista	
Jorge Vidal Albert	
Curso 2019 - 2020	Grado en ingeniería electrónica industrial y automática