

03-006

Rear ABS sensor protective accessory for motorcycles

Andrés Pastor Fernández; Alberto Cerezo Narváez; José María Portela Núñez; Manuel Otero Mateo; Elena Fernández Casas

Universidad de Cádiz;

After the application of Regulation (EU) No 168/2013 of the European Parliament and of the Council of 15 January 2013 on the approval and market surveillance of two- or three-wheel vehicles and quadricycles, motorcycles with engine cylinder capacity exceeding 125cc must have an ABS system.

In the segment of sports motorcycles, we find those for sale by main manufacturers, the sensor is accessible and therefore exposed to functional deterioration that can lead to an accident.

The present paper shows the design of a piece, with a high level of adaptation for global brands, that covers this lack, avoiding the deterioration risk by exposure of the rear ABS system and, therefore, the motorcycles functional safety.

In the design, it has been taken into account that accessory installation does not involve to manipulate vital parts of the vehicle, reason why it allows users to assemble it by themselves, promoting its commercialization.

Keywords: ABS; functional safety; motorcycle; passive protection

Accesorio de protección para sensor del sistema ABS trasero de motocicletas

Tras la entrada en vigor del Reglamento (UE) N° 168/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de enero de 2013 relativo a la homologación de vehículos de dos o tres ruedas y cuatriciclos, y a la vigilancia del mercado de dichos vehículos, las motocicletas de una cilindrada superior a 125cc deben tener un sistema ABS.

En el segmento de las motocicletas deportivas, nos encontramos que, en las elaboradas por los principales fabricantes, el sensor se encuentra accesible y, por lo tanto, expuesto a sufrir un deterioro funcional que puede originar un accidente.

En el presente trabajo se muestra el diseño de una pieza, con un alto nivel de adaptación en las principales marcas, que viene a cubrir dicha carencia, evitando la exposición al riesgo de deterioro del sistema ABS trasero y, por tanto, mejorándose la seguridad funcional de las motocicletas.

En el diseño, se ha tenido en cuenta que el accesorio no necesita la manipulación de partes vitales del vehículo, por lo que permite al usuario el montaje por sus propios medios, fomentando la comercialización del mismo.

Palabras clave: ABS; seguridad funcional; motocicleta; protección pasiva

Correspondencia: Andrés Pastor Fernández (andres.pastor@uca.es)

Agradecimientos: Al Departamento de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial de la Universidad de Cádiz, así como al Grupo de Investigación TEP955 – Ingeniería y Tecnología para la Prevención de Riesgos Laborales (INTELPREV).



Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

1. Introducción

En el presente trabajo se muestra el proceso de diseño y resultado final de un dispositivo de protección del sistema ABS trasero para las motocicletas superiores a 125 centímetros cúbicos (cm³), puesto que tras la entrada en vigor del REGLAMENTO (UE) N° 168/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de enero de 2013 relativo a la homologación de los vehículos de dos o tres ruedas y los cuatriciclos, y a la vigilancia del mercado de dichos vehículos (Unión Europea, 2013), las motocicletas de una cilindrada superior a 125 cm³ tienen la obligación de disponer de un sistema ABS, el cual está habitualmente expuesto en las motocicletas de segmento naked y en el deportivo.

En este proceso, se han tenido diferentes aspectos a tener en cuenta, como son la facilidad de instalación, el perfil del usuario, además de la estética y por supuesto la funcionalidad que debe cubrir como elemento de protección del sensor del sistema ABS trasero.

El sistema diseñado está actualmente en proceso de patente, habiendo recibido el pasado día 3 de abril el documento que da un informe positivo para continuar con el procedimiento de la solicitud de Patente Nacional de la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) le notifica, en relación con la tramitación de su solicitud de patente 201700159. En dicho documento se indica que la solicitud de patente ha superado el examen previsto en la Ley 24/2015, de Patentes y de su Reglamento de Ejecución RD 316/2017. Esta notificación se ha publicado en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial (BOPI) en fecha 07/04/2017 y puede consultarse en la Web de la OEPM.

2. Antecedentes

La autoría de la primera motocicleta se le atribuye a Sylevester Howard Roper, en el año 1868 (AMA, 2002). Sin embargo, otros autores consideran que la motocicleta, tal y como es concebida hoy en día, es fruto del trabajo de los fabricantes Wilhelm Maybach y Gottlieb Daimler en 1885, la cual contaba de un cuadro de madera y propulsada por un motor de combustión interna.

En el año 1897 se celebró en "Sheen House" la primera carrera de motocicletas y siete años más tarde, en 1904, se creó la Federación Internacional de Motociclismo, que en 1949 dio como fruto el campeonato anual del mundo denominado actualmente como MotoGP.

La competición de MotoGP se ha convertido en un campo de pruebas para ingenieros y fabricantes, puesto que los avances tecnológicos son exportados a las motocicletas comerciales y es por ello que los errores detectados en esta competición, se deben analizar y corregir de cara al usuario habitual.

En el ámbito de la seguridad, activa y pasiva, los diferentes sistemas son un pilar para salvaguardar la vida de los usuarios. Como dato significativo hay que destacar que el riesgo de tener un accidente fatal en una moto es 12 veces mayor que en un coche (EFE, 2016).

La tecnología avanza a pasos agigantados en este sector y por lo tanto, es necesaria la actualización de las motocicletas a los dispositivos probados en MotoGP y por supuesto, a las adaptaciones normativas al respecto.

2.1. Identificación de la falta de protección del sistema ABS

Tal y como se ha indicado en el apartado anterior, los avances tecnológicos que se implementan en MotoGP, son habitualmente trasladados a las motocicletas comerciales.

En el gran premio de Aragón el 29 de septiembre de 2013, se produce un choque lateral entre los dos pilotos del equipo Repsol-Honda y Daniel Pedrosa Ramal, habitualmente

conocido como “Dani Pedrosa”, pierde el control de su motocicleta y cae en la curva 12 del circuito Motorland - Aragón (MotoGP, 2013). En la siguiente imagen, se aprecia el momento de la colisión entre los dos pilotos del equipo mencionado con anterioridad, en el que Marc Márquez Alentà, con el número 93, adelanta a Dani Pedrosa con el número 26.

Figura 1: Momento de la colisión (MotoGP, 2013)



Y la posterior caída del piloto de Sabadell, Dani Pedrosa, tal y como se aprecia en la figura 2.

Figura 2: Caída por choque lateral (MotorSport Italia, 2013)



En dicho accidente, tras la colisión, se dañó el cable del sensor de tracción de la rueda trasera de la motocicleta y el piloto no pudo controlar la potencia, ocasionando la caída.

Como se puede apreciar en la figura 3, el sensor de tracción fue seccionado, perdiendo la funcionalidad de este sistema de protección activa de la motocicleta.

Figura 3: Detalle del cable de tracción trasero seccionado (AS, 2013)



Este sensor, ocupa el mismo lugar en inmensa mayoría de las motocicletas comerciales que han tenido que implementar el sistema ABS tras la entrada en vigor del REGLAMENTO (UE) Nº 168/2013.

Como solución provisional que se usó en la temporada 2013 a dicha falta de protección, los ingenieros del equipo Repsol-Honda suplementaron con una pequeña pletina de fibra de carbono la zona del cable de tracción, tal y como se aprecia en la figura 4.

Figura 4: detalle del suplemento preventivo provisional



En la temporada 2014, los diferentes equipos hicieron un rediseño de los guardabarros traseros, de manera que el cable que fue cortado, quedaba protegido y de esta forma se evitaba una condición de riesgo similar a la que se tuvo en la carrera de 2013. En la siguiente ilustración, figura 5, se muestra el diseño del guardabarros de la motocicleta para la temporada 2014 del equipo Repsol-Honda en MotoGP.

Figura 5: Rediseño del guardabarros del equipo para la temporada de MotoGP 2014



2.2 Aplicación al sector de la motocicleta comercial

Tal y como se indicó en la introducción, desde enero de 2016 las motocicletas de más de 125 cm³ están obligadas a disponer de un sistema de frenado ABS para su comercialización en Europa. Las principales marcas comerciales, tanto en motos de tipo sport, como naked con cilindradas igual o superior a 500 cm³, disponen del sistema de frenado trasero ABS pero están desprotegidos ante un enganche lateral por contacto directo- similar al accidente que se ha descrito en el apartado de antecedentes- pudiendo eliminar la funcionalidad y no siendo detectados por el usuario, ya que un corte en el cableado del ABS trasero, no está conectado con ningún otro sensor en el cuadro de mandos de la motocicleta.

Este tipo de motocicletas, están teniendo una gran demanda en el mercado, puesto que permiten que los usuarios noveles que tienen el carné A2 puedan conducirlos, ya que ofrecen la posibilidad de limitación durante el tiempo establecido por Ley a 35 KW y posteriormente, se pueden delimitar ofreciendo al conductor toda la potencia del vehículo.

3. Diseño del dispositivo de protección ABS trasero

Puesto que no existen en el mercado protecciones para cubrir el posible riesgo que se ha descrito, se han establecido una serie de requisitos que además de cubrir el riesgo, tengan en cuenta el usuario objetivo, fácil montaje, un coste reducido y el cuidado estético de la solución para que no altere la imagen de fábrica.

Como parámetros iniciales de cálculo, se han tenido en cuenta los siguientes datos:

- Existen en el mercado diferentes tipos de basculantes.

- Existen diferentes modelos de sistemas ABS.
- La mayoría de marcas comerciales, montan el mismo tipo de pinzas de freno trasera, las cuales son gobernadas por el sistema ABS en función de la necesidad de la frenada. Las marcas comerciales más habituales de pinza de freno trasero son Brembo y Nissin.
- Los usuarios de este tipo de motocicletas, no están dispuestos a gastar una cantidad considerable en una protección adicional del sistema ABS.
- El material que se usará para la fabricación del protector, debe tener las siguientes características:
 - o Fácil procesado, con un material que debe ser fácil de trabajar y conformar una pieza con él.
 - o Rigidez, con un material con elasticidad frente a los golpes, es decir ser resistente a la deformación elástica.
 - o Tenacidad, para soportar golpes sin que se produzca rotura.
 - o Material ligero, ya que la protección se situará únicamente en uno de los laterales de la rueda trasera. Si la pieza resulta muy pesada puede desviar el centro de gravedad, lo que podría desestabilizar el vehículo y producir un accidente por pérdida de control.
- El peso de la motocicleta más un conductor, no supera los 300 kg.
- Se han tenido en cuenta dos tipos de accidentes que pueden afectar al sistema de ABS trasero:
 - o Primer caso: la pieza colocada recibe una carga distribuida debido a un golpe lateral de un vehículo de igual tamaño. Para este caso la carga que se supondrá es uniformemente distribuida, ya que el vehículo impacta en toda la superficie de la pieza. Para esta hipótesis se utilizará una masa de 2451,66 N, correspondiente al vehículo que impacta con una aceleración de 6 m/s².
 - o Segundo caso: la pieza colocada recibe un impacto puntual de un objeto extraño. Para esta segunda hipótesis se supone que la carga es puntual, tiene una masa de 147,1 N y una aceleración de 6m/s².

No se han realizado estudios a aceleraciones superiores, ya que en ese caso se produciría la caída de la motocicleta independientemente de la actuación del sistema de frenado ABS, puesto que se desestabilizaría sustancialmente el centro de gravedad.

3.1 Modelado de la pieza.

Para realizar el modelado de la pieza, se han tenido en cuenta todas las consideraciones anteriores y se ha enfocado un uso universal para todas las motocicletas, para lo cual se usará como accesorio de fijación un elemento comercial que protege las pinzas de freno. A partir de este elemento, se fijará la protección a la motocicleta, sin tener que intervenir en elementos que puedan requerir de una posterior verificación de calidad que influya en la funcionalidad de la motocicleta.

El elemento a diseñar, debe cubrir las zonas donde se sitúa el sensor y cableado, además de poder adaptarse a los diferentes tipos de pinzas de freno y chasis, ya sean de viga o basculantes.

Teniendo en cuenta estos requisitos, se llega a la definición de la pieza que se muestra en la figura 6.

Figura 6: Prototipo de protector trasero de sistema ABS para motocicletas (elaboración propia)



3.2 Estudio mediante métodos de elementos finitos

Un análisis FEM, en español “Método de Elementos Finitos” (MEF), es una metodología por la cual se realiza una aproximación de problemas continuos para poder estudiar el comportamiento de los cuerpos frente a diferentes fenómenos físicos. Los análisis FEM son empleados comúnmente para simplificar problemas de alta complejidad y facilitar el estudio de éstos.

La mayor parte de las estructuras o piezas en ingeniería son planteadas como materia continua a excepción de las barras. El estudio del comportamiento de los cuerpos como materia continua resulta en muchos casos complejo, por lo que muchas veces se emplean métodos como el de Elementos Finitos, en el que se consideran los cuerpos como partes discretas con un número de parámetros asociados a ciertos puntos característicos llamados “nodos”, es decir los puntos de unión. Para sistemas formados por varios elementos finitos el resultado del total sigue las reglas de los problemas de cada una de las partes discretas del sistema que lo compone. En caso de querer conocer el comportamiento dentro de esos elementos finitos definidos se realiza una interpolación del comportamiento de los diferentes nodos.

Estos ensayos por ordenador facilitan el estudio de modelos tridimensionales de piezas y sistemas, así como llevar a cabo un estudio completo en un corto período de tiempo y evitar la creación de un modelo físico.

El software utilizado para el estudio es Catia V5R18, el cuál dispone de un módulo llamado “Analysis & Simulation”, y dentro de éste el apartado “Generative Structure Analysis”, que permite la realización de análisis por el método de elementos finitos. Este módulo proporciona diferentes herramientas para simular distintas condiciones y propiedades de los cuerpos, como nodos o cargas.

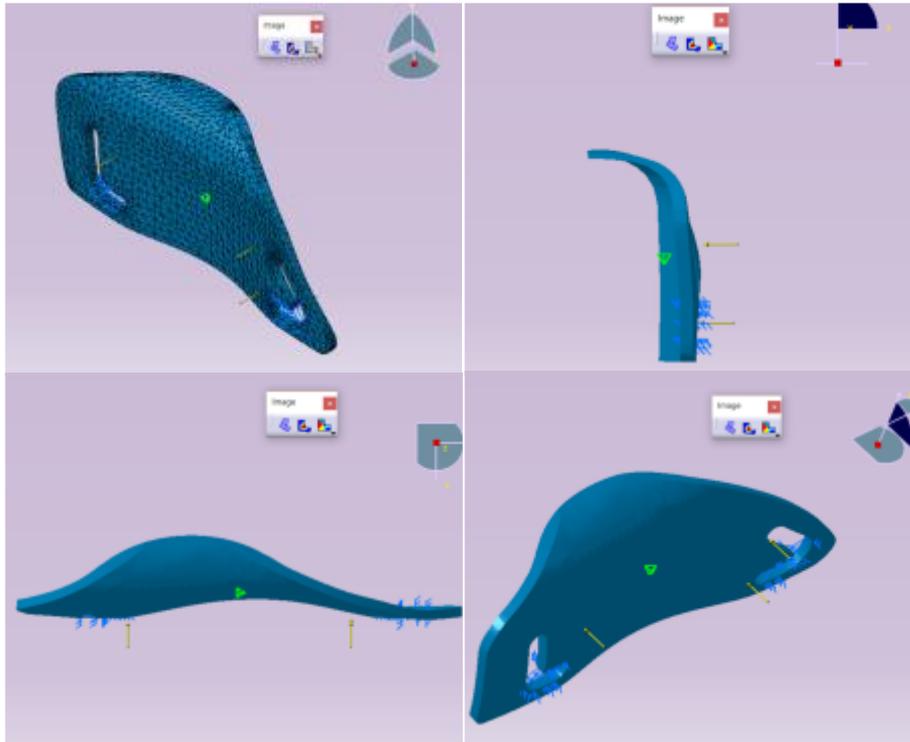
Respecto a los parámetros que definen el material correspondiente a la pieza, el tipo escogido es el ABS, sin embargo, este no se encuentra en el catálogo de materiales disponibles por defecto en Catia, por lo que escogemos el material genérico “Plástico” y modificamos las condiciones de serie. El ABS tiene un módulo de Young de 2.3 kN/mm² el cual pasamos a la unidad que emplea Catia y nos queda 0.0023 N/m².

El modelado realizado en CATIA, se analiza mediante el método de elementos finitos en los dos supuestos establecidos en el apartado anterior.

3.2.1 Caso 1

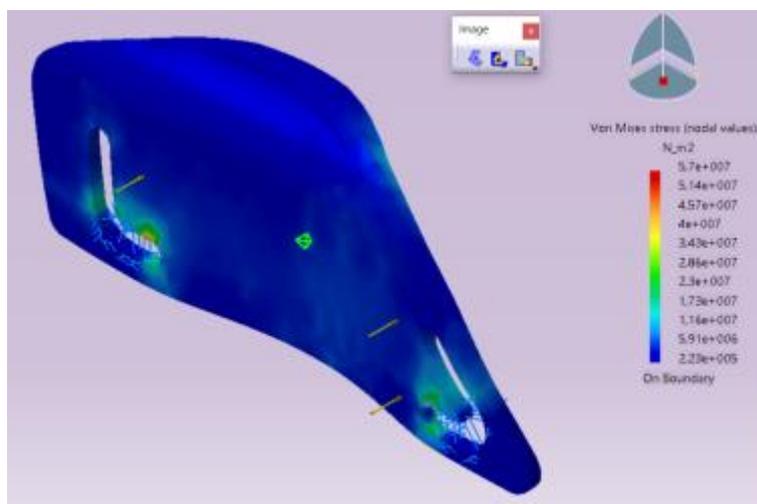
Tras analizar con el módulo de CATIA el prototipo en las condiciones marcadas en el caso 1, se obtienen los siguientes resultados que se muestran gráficamente en la figura 7:

Figura 7: Aplicación del FEM para caso1 (elaboración propia)



Ahora se analizan las tensiones y se comprueba que se concentran alrededor de los anclajes, sobre todo en el borde de los orificios pasantes. En el resto de la pieza no se observan más puntos de concentración de tensiones, tal y como se observa en la figura 8.

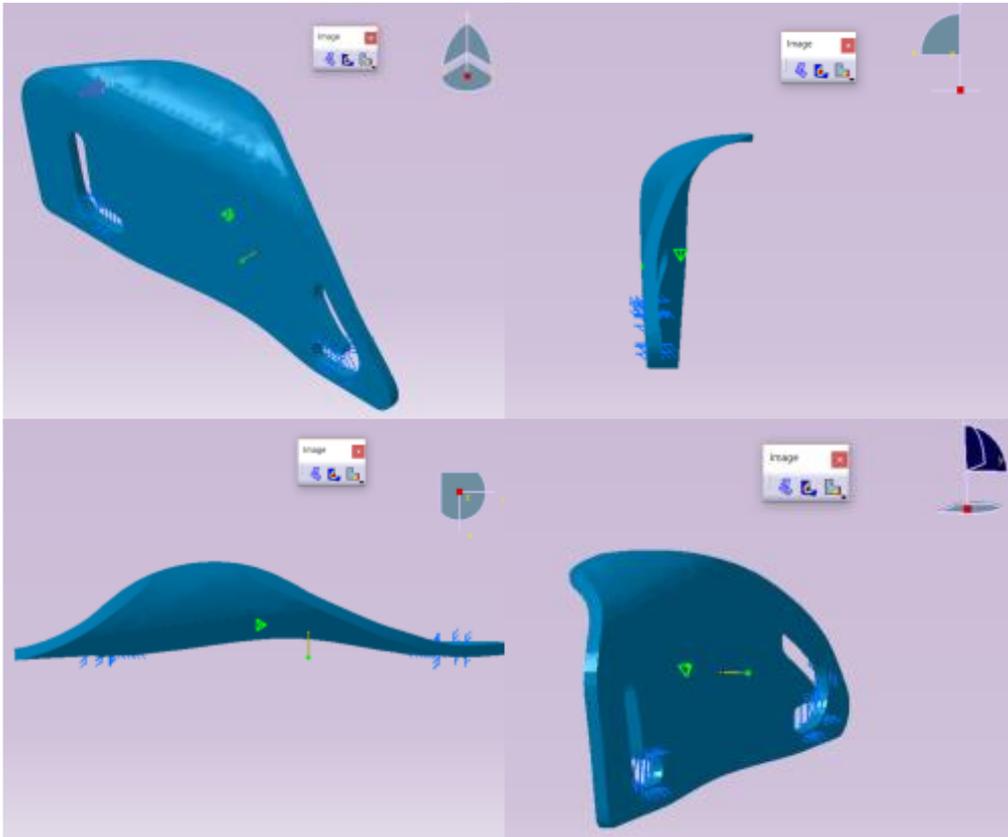
Figura 8: Deformaciones para caso 1 (elaboración propia)



3.2.2 Caso 2

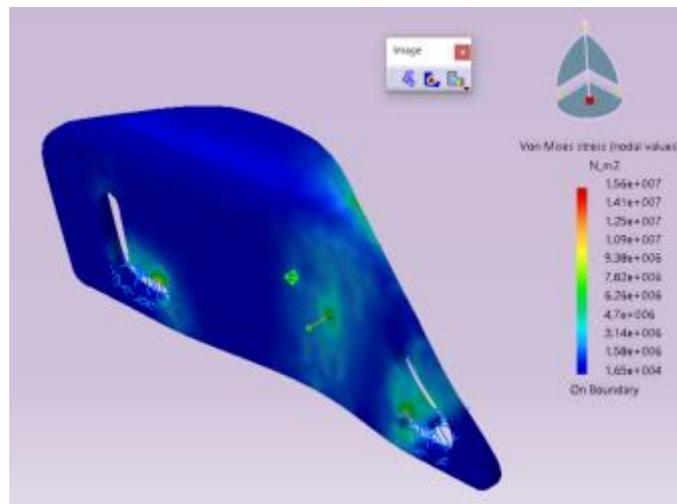
Tras analizar con el módulo de CATIA el prototipo en las condiciones marcadas en el caso 2, se obtienen los siguientes resultados que se muestran gráficamente en la figura 9:

Figura 9: Aplicación del FEM para caso 2 (elaboración propia)



Ahora se analizan las tensiones y se comprueba que se concentran alrededor de los anclajes, sobre todo en el borde de los orificios pasantes. En el resto de la pieza no se observan más puntos de concentración de tensiones, tal y como se observa en la figura 10.

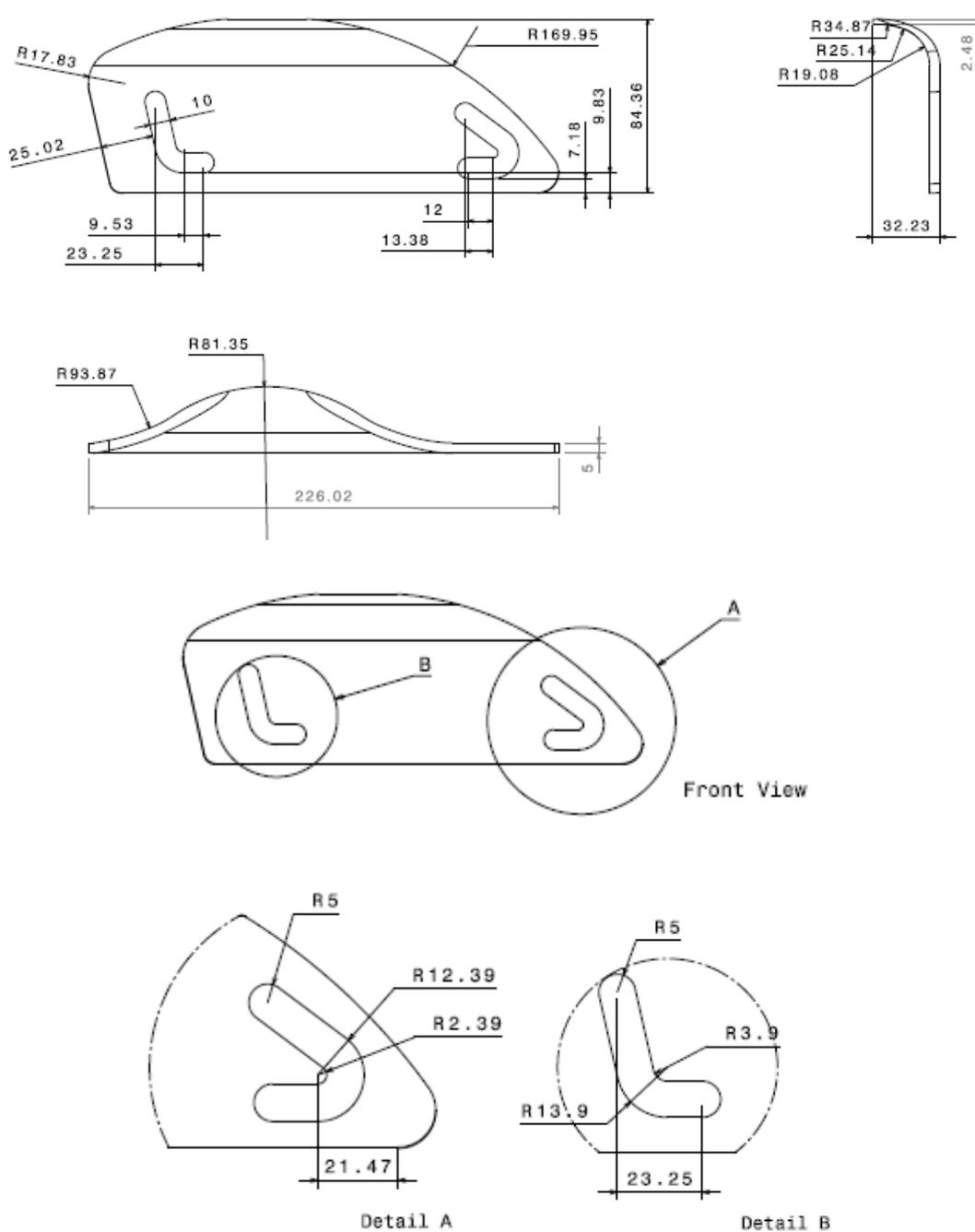
Figura 10: Deformaciones para caso 2 (elaboración propia)



4. Resultados

Tras analizar los dos casos expuestos, se diseña una pieza con un espesor de 5 mm y 77 g de peso que presenta las siguientes dimensiones:

**Figura 11: Detalles para la elaboración del protector del sensor del sistema ABS trasero
(elaboración propia)**



5. Conclusiones

El sistema diseñado cumple con los requisitos establecidos y supone un sistema de protección pasivo al ABS trasero de las motocicletas.

El sistema diseñado cubre una amplia gama de motocicletas, tanto referido a cilindrada, como en el tipo de motocicleta, abarcando desde 125 cm³ en adelante y fundamentalmente en motocicletas tipo sport y tipo naked.

El sistema es adaptable a diferentes modelos, ya que en el diseño se han establecido unos orificios correspondientes a las pinzas de freno más usadas en las motocicletas por lo que tiene un alto grado de universalidad, pero sin llegar a ser plena.

El sistema es un invento que aporta una novedad a la técnica, habiendo pasado el primer examen de patentabilidad, por lo que se espera que sea comercializado una vez tenga la aprobación definitiva por la OEPM.

6. Referencias

- AMA (2002). Obtenido 16 de abril del 2017, de American Motorcyclist Association [AMA] Motorcycle Hall of Fame: <http://www.motorcyclemuseum.org/halloffame/detail.aspx?RacerID=264>
- AS (2013, 29 Septiembre). *Pedrosa cayó: un leve toque de Márquez con el mono, clave*. Mensaje publicado en http://motor.as.com/motor/2013/09/29/motociclismo/1380458166_154504.html
- EFE (2016, Agosto 8). El riesgo de sufrir accidente mortal en moto es 12 veces mayor que en coche. *Agencia EFE*. Obtenido de <http://www.efe.com/efe/espana/sociedad/el-riesgo-de-sufrir-accidente-mortal-en-moto-es-12-veces-mayor-que-coche/10004-3006954>
- España. Ley 24/2015, de 24 de julio, de Patentes. *Boletín Oficial del Estado*, 25 de julio de 2015, núm. 177, pp. 62765-62854.
- España. Real Decreto 316/2017, de 31 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 24/2015, de 24 de julio, de Patentes. *Boletín Oficial del Estado*, 1 de abril de 2017, núm. 78, pp. 25281-25344.
- MotoGP (2013, 29 Septiembre). *Pedrosa se cae tras un toque con Márquez*. Mensaje publicado en <http://www.motogp.com/es/noticias/2013/09/29/pedrosa-se-cae-tras-un-toque-con-m-rquez/162648>
- MotorSport Italia (2013, 29 Septiembre). *Marquez: "Non sono spericolato". Pedrosa: "Chiedere scusa non servirà a nulla"*. Mensaje publicado en <http://formulaoneitalia.altervista.org/Blog/marquez-spericolato-pedrosa-chiedere-scusa-servira-nulla/>
- Unión Europea. Reglamento (UE) no 168/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de enero de 2013, relativo a la homologación de los vehículos de dos o tres ruedas y los cuatriciclos, y a la vigilancia del mercado de dichos vehículos. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 2 de marzo de 2013, núm. 60, pp. 52-128.