



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

DISEÑO DE UN SISTEMA DE TELEMETRÍA PARA EL DIAGNÓSTICO DE UN AUTOMÓVIL DE COMPETICIÓN

TRABAJO FINAL DEL

Grado en Ingeniería Mecánica

REALIZADO POR

D. CARLOS JOSÉ GÓMEZ ÁLVAREZ

TUTORIZADO POR

Dr. JOSÉ MIGUEL SALAVERT FERNÁNDEZ

D. FRANCISCO GONZÁLEZ PAJUELO

CURSO ACADÉMICO: 2019/2020

Agradecimientos a:

Mi tutor de prácticas en empresa, Vicente Domenech

Mi compañero, Víctor Forner

Al piloto Borja García

ÍNDICE

- 1 MEMORIA DESCRIPTIVA**
 - 1.1 OBJETO DEL TRABAJO
 - 1.2 ANTECEDENTES ADQUISICIÓN DE DATOS Y TELEMETRÍA: CRONOLOGÍA Y NECESIDAD
 - 1.3 FACTORES A CONSIDERAR PARA LA SELECCIÓN DE SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y TELEMETRÍA
 - 1.4 EXPLICACIÓN DE COMPONENTES BÁSICOS DEL SISTEMA
 - 1.4.1 ADQUISICIÓN DATOS
 - 1.4.1.1 ECU
 - 1.4.1.2 DASHBOARD
 - 1.4.1.3 UNIDAD ADQUISISIÓN DATOS
 - 1.4.1.4 SENSORES
 - 1.4.2 TELEMETRÍA
 - 1.5 PLANTEAMIENTO SOLUCIONES ALTERNATIVAS
 - 1.5.1 LISTADOS SENSORES EN SOLUCIONES ALTERNATIVAS
 - 1.5.2 TABLA COMPARATIVA
 - 1.5.3 CONCLUSIONES PARCIALES
 - 1.6 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA Y JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA
 - 1.6.1 ECU
 - 1.6.2 DASHBOARD
 - 1.6.3 UNIDAD ADQUISISIÓN DATOS
 - 1.6.4 TELEMETRÍA
 - 1.6.5 SENSORES

- 2 PLIEGO DE CONDICIONES**
 - 2.1 OBJETO
 - 2.2 CONDICIONES DE EJECUCIÓN (MONTAJE)
 - 2.3 INTERPRETACIÓN DE DATOS

- 3 PRESUPUESTO**
 - 3.1 COSTES CONJUNTO
 - 3.2 PRECIOS DESCOMPUESTOS

- 4 PLANOS**
 - 4.1 ECU
 - 4.2 DASHBOARD
 - 4.3 UNIDAD ADQUISISIÓN DATOS
 - 4.4 SENSORES

- 5 ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

- 6 BIBLIOGRAFÍA**

- 7 ANEXOS**

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 OBJETO DEL TRABAJO

El objeto de este trabajo es doble:

- El primero es realizar una guía informativa acerca de los sistemas de adquisición de datos, telemetría y de los sensores necesarios para poder realizar el correcto diagnóstico de un vehículo de competición.
- El segundo es estudiar la implementación de un sistema de telemetría en un Peugeot 206 GTI Course.

1.2 ANTECEDENTES ADQUISICIÓN DE DATOS Y TELEMETRÍA: CRONOLOGÍA Y NECESIDADES

La adquisición de datos es una herramienta que permite a ingenieros, pilotos y mecánicos leer y analizar datos de funcionamiento del vehículo. Por lo tanto, no deja de ser una herramienta, y lo importante es saber cómo funciona el vehículo y que datos necesitamos saber acerca del motor y sistemas del vehículo. Es este punto el que nunca hay que perder de vista.

La adquisición de datos nos permite leer los datos que han leído los sensores que hayamos dispuesto en el vehículo en cuestión.

Por lo tanto, esta herramienta nace como una necesidad de saber cómo está funcionando el vehículo en todo momento y así ver en qué puntos se puede mejorar tanto el rendimiento del vehículo como el del piloto.

Los primeros intentos de desarrollar un sistema de adquisición de datos fueron en la década de los años sesenta. Matra lo intentó en 1968 y BMR lo intentó en 1969. Ambos eran demasiado básicos y no disponían de la suficiente tecnología para sacar resultados útiles, pero ya se atisbaba que había que monitorizar los monoplazas para sacar datos.

Así, nos vamos a los finales de la década de los setenta. Si observamos la evolución de los Formula 1 en dicha década podemos ver que a lo largo de esta hay una gran evolución en los monoplazas. A principios de los años setenta, los Formula 1 eran monoplazas muy básicos y rudimentarios en el apartado técnico. En cambio, a finales de la década se introdujeron cambios novedosos. En 1977, Renault presenta el primer Formula 1 con motor turbo. Observando la aerodinámica, podemos ver un gran salto a lo largo de la década. Otra muestra de ello es que McLaren presenta el primer monoplaza con chasis monocasco realizado en fibra de carbono en 1981, el McLaren MP4/1. También hubo una gran evolución a nivel de motores, Los motores a principios de los ochenta rozaban e incluso superaban los 1000 CV en los modos de clasificación (BMW llegó a desarrollar 1350 CV en modo de clasificación). En cambio, a mediados de los años setenta, se trabajaba con potencias alrededor de los 500 CV.

Entonces, en la pretemporada de 1977, Tyrrell desarrolla el primer sistema de adquisición de datos que funciona de forma correcta y que realmente la aplicación de este permite extraer datos del monoplaza. Este sistema se ve un poco limitado debido a los ordenadores de la época. En la ilustración 1 podemos ver el Tyrrell P34, el primer monoplaza que utiliza un sistema de adquisición de datos (1).



Ilustración 1. Tyrrell P34 de 1976

Este sistema surge como una herramienta para analizar el conocido y extravagante Tyrrell Project 34 (ilustración 2) (2). Este monoplaza era el único en utilizar una configuración de seis ruedas. Esto, idealmente, le proporcionaba mayor estabilidad y un mejor reparto de pesos, permitiéndole así prescindir de alerones delanteros. Además, las ruedas delanteras podían ser mucho más pequeñas que las utilizadas en un Formula 1 convencional. Este último punto fue uno de los grandes problemas del Tyrrell P34. Por una parte, los frenos delanteros se sobrecalentaban, ya que eran muy pequeños y con mala refrigeración. Y el otro problema fue que al utilizar un neumático poco común en la Formula 1, el fabricante de estos, Goodyear, no realizó el desarrollo necesario de los neumáticos. Esto lastró mucho al Tyrrell P34, ya que competía con neumáticos con prestaciones por debajo de lo demandado.

El jefe de diseño del sistema de adquisición de datos fue el Dr. Karl Kempf. Este fue capaz de poner un ordenador de dimensiones reducidas en el monoplaza que recogía datos de los sensores instalados en él. Estos sensores leían la velocidad del monoplaza, las fuerzas direccionales, los movimientos de las suspensiones, el porcentaje de apertura del acelerador y la presión de frenado. Estos datos que se almacenaban en el ordenador mientras el monoplaza rodaba, se descargaban en un ordenador en la fábrica de Tyrrell y se copiaban en una cinta de cassette. Esto permitía a los ingenieros de Tyrrell analizar los datos y ver en qué áreas mejorar. Esto, en el año 1977, era un gran avance.

Este sistema tenía dos problemas, que no era inmediato y la capacidad de almacenamiento. Con el gran avance de los ordenadores a lo largo de los ochenta, la situación iría mejorando.



Ilustración 2. Tyrrell P34 de 1977

A partir de ahí, el resto de los equipos se dieron cuenta de lo beneficioso de este sistema y todos tenían en sus equipos expertos en ordenadores para desarrollar sus propios sistemas de adquisición de datos. Como casi siempre ocurre en la Formula 1, cuando un equipo tiene una buena idea, el resto intenta imitar o replicar el concepto.



Dr. Karl Kempf (ilustración 3) es un físico, matemático y químico que trabajó en Goodyear, en Tyrrell y en la Scuderia Ferrari. Fue el diseñador del primer sistema de adquisición de datos manejado por un ordenador y fue uno de los desarrolladores de la suspensión activa. Además de trabajar en el ámbito del automovilismo, desempeñó otros trabajos en ámbitos muy distintos. Trabajó en McDonnell Douglas en control de fábricas y desarrolló sistemas de automatización de estaciones espaciales. Esto fue antes de trabajar en Intel. También trabajó en la industria cinematográfica.

Ilustración 3. Dr. Karl Kempf hablando con Ronnie Peterson

Lo que se había desarrollado hasta principios de los noventa en la Formula 1 era la adquisición de datos. Es en 1991, cuando McLaren introduce el primer sistema de telemetría. Estos sistemas han evolucionado desde entonces, pero en la Formula 1 actual se siguen utilizando dichos tipos de sistemas. La diferencia entre la adquisición de datos y la telemetría es que el primero recoge los datos en el logger del monoplaza y se descargan al ordenador cuando el vehículo llega a boxes, y es entonces cuando los ingenieros pueden leer los datos. En cambio, la telemetría permite leer los datos en directo, es decir, el logger envía al muro la información y los ingenieros pueden acceder a toda la información en vivo.

Entonces, el sistema desarrollado por McLaren en conjunto con TAG Electronics para 1991(3), consistía en transmitir los datos leídos por los sensores del monoplaza al muro, cada vez que este pasaba por meta. La forma para transmitir del coche al equipo era la siguiente: se situaba una antena en la parte frontal de monoplaza y había un receptor en el muro. Cada vez que el vehículo pasaba por meta enviaba los datos por una radiofrecuencia.

Para el año 1992 la FIA permitió un sistema bidireccional de telemetría. Hasta dicho momento, solo se utilizaba la telemetría unidireccional (coche-boxes), es decir, los ingenieros leían los datos que les daba el coche. Esto les servía para aprender cómo funcionaba todo y poder advertir al piloto a través de la radio o de la pizarra sobre datos del coche. El sistema bidireccional permite a los ingenieros modificar parámetros del coche desde el muro, lo cual es una herramienta muy potente y que permite a los ingenieros hacer muchas cosas. Siguen recibiendo la información cada vez que el monoplaza pasa por meta, pero ahora ellos pueden lanzar información a este cada vez que pasa por meta.

Un ejemplo de estos sistemas es el siguiente: en las temporadas 1991 y 1992, por reglamento, el monoplaza salía a la carrera con toda la carga de combustible, es decir, no se permitían repostajes. Por lo tanto, una de las tareas del piloto durante la carrera era la gestión del combustible. Entonces, si el piloto tenía que ahorrar combustible para llegar a meta, con el sistema unidireccional, los ingenieros lo veían a través de la telemetría y advertían al piloto a través de radio para que cambiara de mapa motor. En cambio, con el sistema bidireccional, los ingenieros una vez tenían la información de la falta de combustible, podían cambiar el mapa motor desde el muro.

McLaren volvía a ir por delante del resto en este ámbito y fue el equipo que mayor provecho sacó a este sistema en 1993. Para enviar la información al coche utilizaban un sistema láser que era enviado desde el

muro al coche y este lo recibía a través de una pequeña ventana en el pontón que miraba al muro (variaba en función del sentido de giro del circuito). Un ejemplo de que el sistema funcionaba es el GP de Europa de 1993, disputado en el trazado de Donington. Fue una de las mejores victorias de Ayrton Senna, demostrando que era el mejor. Esa temporada Senna tenía un coche muy inferior al Williams de Prost y la clasificación realizada en seco lo demostró. Quedó cuarto a 1.6 segundos del poleman, Alain Prost. En la carrera cayó un diluvio en el momento de la salida y Senna, aunque perdió una posición en los primeros metros, remontó hasta la primera plaza en una vuelta. A partir de ahí lideró con condiciones cambiantes. Hubo momentos que llovía mucho y en otros que la pista se iba secando, de hecho, llegaron a hacer hasta cuatro paradas en boxes para cambiar los neumáticos. Es en las condiciones cambiantes donde un sistema bidireccional puede ser de gran ayuda, ya que hay que cambiar mapas motores, ajustes de diferenciales y controles de tracción. Ahí es donde, en mi opinión, se le puede sacar mucho partido. Es verdad que los Williams eran muy sofisticados y tenían grandes ventajas electrónicas respecto al resto de competidores, pero McLaren siempre había estado (y sigue estándolo) muy avanzada en los sistemas de telemetría. En conclusión, una grandísima victoria de Ayrton Senna (ilustración 4), que demostró el piloto que era y la capacidad que tenía, pero que pudo estar favorecida por el sistema bidireccional de telemetría.



Ilustración 4. Ayrton Senna durante el GP de Donington de 1993

En el año 1994 hubo un cambio de reglamento y se suprimieron todas las ayudas electrónicas en los monoplazas, eliminando así suspensiones activas, controles de tracción, launch control... y el sistema bidireccional de telemetría. Se volvió a la telemetría unidireccional. El objetivo del cambio de reglamento era simplificar los monoplazas e igualarlos en rendimiento, ya que 1992 y 1993 habían dominado los Williams, muy superiores en ayudas electrónicas. Por otra parte, se suprimió la telemetría bidireccional por varios motivos. El primero era ir en consonancia con el resto de las acciones en el cambio de reglamento. En segundo lugar, intentar abaratar costes y, por último, evitar trampas. En una repetición de carreras históricas de Movistar F1, Joan Villadelprat comentaba que en 1993 los monoplazas habían avanzado mucho técnicamente y que se había desarrollado el sistema bidireccional. Este sistema tenía el problema de que igual que hay información enviada desde el coche al muro que se pierde, los equipos podían cambiar parámetros de los vehículos de los adversarios. Esto no era lo normal, pero podía pasar y era una herramienta peligrosa para el campeonato. Este hecho pudo deberse a que eran los primeros años en utilizar este tipo de sistema.

En lo respectivo a la telemetría, el cambio de reglamento de 1994 se mantuvo hasta 2002, cuando se volvió a admitir el sistema bidireccional de telemetría. En 2003 se volvió a prohibir la telemetría bidireccional, no volviéndose a permitir hasta la fecha.

En 2002, la telemetría bidireccional permitió a David Coulthard ganar el GP de Mónaco (ilustración 5). Tuvo un problema en el sistema de aceite y este fue resuelto desde el muro, haciendo que el motor no acabara dañado.



Ilustración 5. Salida del GP de Mónaco de 2002

Hasta 2008 cada equipo tenía su propio sistema de adquisición de datos (telemetría). Esto quería decir que cada equipo se asociaba con una empresa especializada y diseñaban su propio sistema. La FIA para 2008 quería cambiar el reglamento y poner un suministrador único de sistemas de adquisición de datos (telemetría, ilustración 6). Esto lo hacía por dos motivos, el primero, era bajar costes de cara a 2008 y temporadas venideras. Y el segundo, evitar que los equipos hicieran trampas y aclarar los softwares utilizados por cada escudería. Desde hacía años había estado la sospecha de que los equipos utilizaban ayudas en los monoplazas que eran ilegales. Ya en 1994, Ayrton Senna sospechaba que el Benetton Ford de Michael Schumacher utilizaba un control de tracción, lo cual era ilegal. Ya en la primera década del siglo veintiuno, era un secreto a voces que los monoplazas utilizaban controles de tracción, a pesar de no estar permitidos.

Entonces, en 2006 y de cara al cambio reglamentario de 2008, la FIA realizó un concurso para ver quién era el suministrador del sistema de adquisición de datos (telemetría). Dicho concurso lo ganó McLaren Electronics, una empresa del grupo McLaren especializada en dicho campo. Este concurso le permitía suministrar dichos sistemas durante dos temporadas, pero desde que entró en 2008 ha sido el suministrador único de la Formula 1, porque ha ido ganando el resto de los concursos posteriores.

Desde 2008 ha habido dos electrónicas suministradas. El primer sistema de 2008 a 2012 y el segundo, de 2012 a la actualidad. El primer periodo se utilizó la ECU (Engine Control Unit) TAG-310B (ilustración 7). Esta ECU estaba pensada para gestionar los motores V8 atmosféricos de 2.4 litros de cilindrada utilizados de 2006 a 2013. Durante el segundo periodo, se utilizó la ECU TAG-320 (ilustración 8). Esta se introdujo en 2013 y estaba pensada y desarrollada para los motores V6 Turbo híbridos utilizados desde 2014 hasta la actualidad. La temporada de 2013 fue una temporada de transición, ya que lo que se hizo fue asegurarse de que el sistema funcionaba como tenían previsto.

En la actualidad (ilustración 9), se está utilizando la ECU TAG-320B que va a ser utilizada por lo menos hasta 2021. Esta es una evolución de la TAG-320. Se sabe que es hasta 2021, ya que en la temporada 2022 va a haber un cambio reglamentario importante (4).

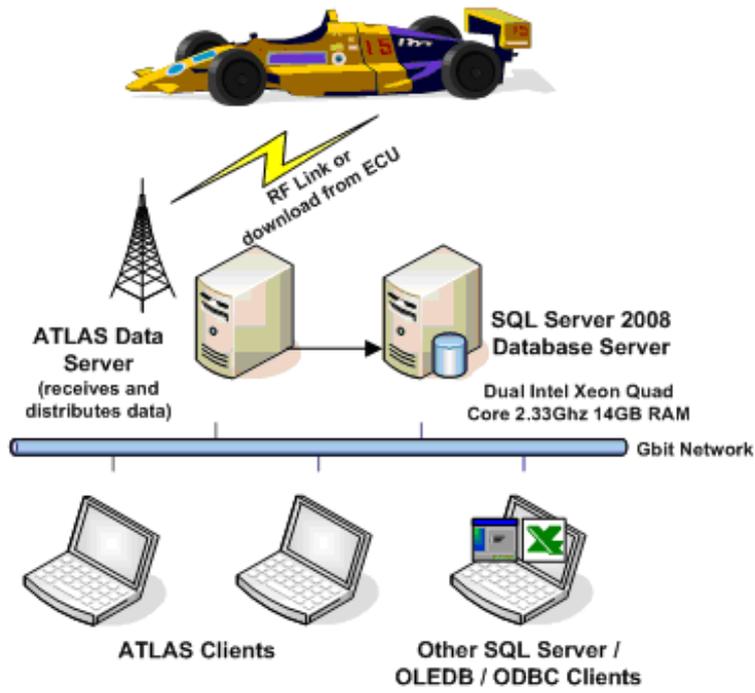


Ilustración 6. Esquema del complejo sistema de telemetría de un Formula Uno



Ilustración 7. ECU TAG-310B



Ilustración 8. ECU TAG-320



Ilustración 9.

Monoplaza de Formula Uno en 2020. Carlos Sainz Jr. en Monza a los mandos del McLaren MCL35

1.3 FACTORES A CONSIDERAR PARA LA SELECCIÓN DE SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS O TELEMETRÍA

En el desarrollo de un Sistema de Adquisición de Datos hay varias restricciones en función del ámbito donde se vaya a utilizar. Hay cinco puntos a considerar:

- Aplicación donde se va a utilizar
- Reglamento de la competición
- Accesibilidad de la información
- Presupuesto destinado al Sistema de Adquisición de Datos
- Vehículo sobre el que se trabaja

Estos factores condicionan el diseño de un sistema de adquisición de datos. Es muy importante saber la aplicación donde se va a utilizar la adquisición de datos, ya que no es lo mismo un Formula Uno que un coche preparado para hacer tandas en un circuito. En el primer caso nos decantaremos por la telemetría y en el segundo por un sistema básico de adquisición de datos, en el mejor de los casos.

Otro punto importante es el reglamento de la competición a disputar, ya que este marcará que está permitido y que no. Este dice si está permitida la telemetría o no. En competiciones con vehículos derivados de producción, si las centralitas están precintadas o no. Un ejemplo claro es la Formula Uno, en la que ha habido temporadas en las que la telemetría bidireccional estaba prohibida y en otras permitidas, o también que desde 2008 se utiliza un suministrador común para todos.

Hay competiciones en las que el fabricante del vehículo no permite leer de forma natural ciertos parámetros importantes. Por ejemplo, en la Renault Clio Cup, cuando se competía con el Renault Clio de tercera generación, no se podía leer el valor Lambda de la ECU. Entonces, había que poner un sensor a propósito conectado a la unidad de adquisición de datos.

El presupuesto es un factor muy importante, ya que condicionará la opción elegida y el equipamiento de esta. Esto en la Formula 1 no es un problema, pero sí que puede serlo en un Renault Clio Cup.

La base sobre la que se trabajará condicionará por ejemplo los sensores seleccionados o el tipo de sistema a utilizar.

1.4 EXPLICACIÓN DE COMPONENTES BÁSICOS DEL SISTEMA

1.4.1 ADQUISICIÓN DE DATOS

¿QUÉ ES?

Es un sistema capaz de recoger información acerca del funcionamiento del vehículo. Permite medir magnitudes físicas y parámetros del vehículo, que son almacenados en la unidad de adquisición de datos. Toda esta información es descargada al ordenador cuando el vehículo para en boxes o llega a la asistencia.

ELEMENTOS QUE LO FORMAN:

- ECU
- DASHBOARD O DASH
- UNIDAD DE ADQUISICIÓN DE DATOS
- SENSORES

1.4.1.1 ECU

Son las siglas de Engine Control Unit, traducido al castellano, Unidad de Control de Motor. También se puede llamar ECM (Engine Control Module) o PCM (Powertrain Control Module). Es el sistema electrónico que gestiona el motor, la transmisión y ciertos parámetros del vehículo (4)(5).

En un vehículo de calle o de carreras derivado de producción, este tiene varias centralitas y el trabajo de la ECU es algo menor que en un monoplaza. Como en los Formula 1 la estructura eléctrica es algo más simple, la ECU es el centro de dicha estructura, esta gestiona los parámetros del motor, de la transmisión, de la suspensión, del chasis y algunos elementos más según la situación (por ejemplo, en un test).

Entonces, la ECU de un Formula 1 está formado por varios componentes:

- UNIDAD DE CONTROL DE MOTOR: Es el procesador principal de la unidad de potencia de un vehículo de carreras. Esta se le suelen añadir centralitas externas para gestionar ciertos parámetros de un motor, por ejemplo, la ignición o encendido de la mezcla o la inyección de la gasolina. En Formula 1 se han utilizado estas ECU recientemente, ambas desarrolladas por McLaren Electronic Systems:
 - TAG-310B: Esta es la ECU utilizada en la Formula 1 de 2008 a 2012.
 - TAG-320: Esta es la ECU utilizada en la Formula 1 de 2013 a la actualidad.
- ELEMENTOS ASOCIADOS CON LA ECU:
 - PB2006 ignition/injection power unit es una caja de potencia que suministra la potencia eléctrica necesaria para el motor y otros sistemas eléctricos del coche. También provee la potencia necesaria para el sistema de ignición y de inyección del motor, funciona en motores de hasta ocho cilindros. Esta Power Box regula también el suministro eléctrico del alternador a la batería. Pesa 1.5 kg y tiene 25 cm de largo, necesita refrigeración por aire y es un elemento de difícil emplazamiento en un monoplaza. Esta unidad está desarrollada por McLaren Electronic Systems (4).

- IGNITION DRIVE UNIT o UNIDAD DE ENCENDIDO: Es la centralita encargada de gestionar el encendido de los cilindros. Suministra la potencia necesaria para el correcto funcionamiento de las bujías.
 - La IGN-310 (ilustración 10) es capaz de gestionar dos bancadas de cilindros de hasta cinco cilindros. Los drivers de control están controlados y gestionados por la ECU. La conexión con esta es vía CAN. La IGN-310 es alimentada a un voltaje de entre 7.5V a 16V. Suministra a las bobinas un voltaje de entre 14 y 30 voltios en corriente continua. Esta unidad está desarrollada por McLaren Electronic Systems (6).



Ilustración 10. IGN-310

- INJECTOR DRIVE UNIT o UNIDAD DE INYECCIÓN: Es la centralita encargada de gestionar el funcionamiento del sistema de inyección. Suministra la potencia necesaria para el correcto funcionamiento de los inyectores.
 - La INJ-320 (ilustración 11) es una unidad de control compacta que gestiona la inyección de combustible en los cilindros. Puede gestionar hasta 10 cilindros a un valor nominal de 90 voltios, pudiendo cumplir los requisitos de los inyectores gestionados por un solenoide que trabajan a altas presiones de inyección. Esta centralita genera las ondas de control complejas requeridas para activar los inyectores. Estas ondas son configurables vía CAN y los inyectores son activados vía TTL (lógica transistor a transistor) desde la ECU. Esta centralita es capaz de gestionar la información de los inyectores y permite modificar el set up de estos. Esta unidad está desarrollada por McLaren Electronic Systems (7).



Ilustración 11. INJ-320

- LAP TRIGGER TRANSMITTER – LXT-320: Es un transmisor de microondas que tiene que trabajar en conjunto con el LRX-320. Este envía una señal que recibe el LRX-320. Este elemento no está ubicado en el monoplaza, sino que está ubicado en el muro y en los distintos puntos del circuito donde se midan los tiempos del monoplaza. Este transmisor está desarrollado por McLaren Electronic Systems (8).
- LAP TRIGGER RECEIVER – LRX-320: Es el receptor de microondas situado en el monoplaza. Tiene integrada una antena y trabaja muy bien cuando en el monoplaza hay más transmisores de microondas. Este receptor es capaz de diferenciar el emisor de la señal, permitiendo a la ECU saber en qué punto del circuito está el vehículo. Este receptor está desarrollado por McLaren Electronic Systems (9).
- POWERTRAIN AND CHASSIS CONTROL MODULE: Es una centralita para usos genéricos. Tiene tres interfaces de conexión tipo CAN y puede controlar varias entradas analógicas y digitales. Se le pueden conectar subsistemas externos que controlan elementos específicos.
 - LIU-4 INTERFACE UNIT: Es la unidad encargada de gestionar cuatro sensores LVDT de cinco cables. Estos se utilizan para medir el recorrido del amortiguador y, por ende, el recorrido de la suspensión. Las salidas de los sensores se conectan a dicha centralita vía CAN. Esta unidad está desarrollada por McLaren Electronic Systems.
*LVDT: Linear Variable Displacement Transducer, en castellano, Sensor de Desplazamiento Lineal.
 - HIU-3 (HUB INTERFACE UNIT): Esta unidad gestiona los cuatro sensores TPMS. Estos están ubicados en las ruedas, bien en la llanta o bien en la válvula de presión de la rueda. Los datos de presión de los neumáticos son enviados de forma inalámbrica a una antena ubicada en el centro del vehículo, y de ahí son enviados a la ECU del vehículo vía CAN. Esta unidad está desarrollada por McLaren Electronic Systems.
*TPMS: Tire Pressure Management System, en castellano, Sistema de Gestión de Presión de Neumáticos.

- DATA LOGGER o UNIDAD DE ADQUISICIÓN DE DATOS: Es la unidad encargada de almacenar los datos registrados por los sensores. Recibe la información de la ECU y del resto de sistemas del monoplaza. Esta unidad permite a los ingenieros descargar la información almacenada en esta cuando el vehículo para en los boxes. La información se descarga al ordenador para su posterior análisis. El Data Logger puede ser una unidad independiente o estar integrada en el Dashboard (o Dash).
 - EDR-400: Es un data logger desarrollado por McLaren Electronic Systems. Este es de dimensiones reducidas y que trabaja a alta velocidad, especialmente desarrollado para su aplicación en un vehículo de carreras. Tiene 42 entradas directas para sensores o módulos electrónicos adicionales, además de poder conectar otro módulo vía CAN y así tener más entradas. Tiene una capacidad de almacenamiento de 1 GBytes, tiene GPS integrado, además de 115.2 kbps de transmisión de telemetría, esto último como opción. Pesa 0.6 kg y tiene un tamaño de 120 por 150 milímetros, por lo que es difícil emplazarlo en los pontones del monoplaza.
 - HSL-500: Es un data logger desarrollado por McLaren Electronic Systems (ilustración 12) (10). Es un data logger de alta capacidad y de tamaño reducido pensado para aplicaciones de alto nivel en el automovilismo de competición. Tiene 56 entradas directas para sensores o módulos electrónicos adicionales. Puede almacenar datos a una velocidad de hasta 400 kilomuestras por segundo, además de recibir información de unidades remotas vía telecomunicaciones. Se puede utilizar en aplicaciones de lectura de datos en tiempo real. El código del sistema está escrito en Matlab/Simulink. Además, tiene una memoria Flash incorporada de 2GBytes. Esta se descarga a través de una conexión de red Gigabit Ethernet.



Ilustración 12. HSL-500

- TELEMETRY UNIT o UNIDAD DE TELEMETRÍA: Es la centralita encargada de gestionar la transmisión de información a los boxes. Será explicada más adelante con el resto de la red de transmisión de datos.

ECU en un vehículo de calle:

Es la unidad electrónica que gestiona el funcionamiento del grupo motor-transmisión. Controla el encendido de la mezcla en los motores gasolina. Controla cuánta gasolina hay que inyectar en los cilindros según la demanda del conductor y situación. Controla la presión de trabajo del turbo. Además, comprueba que el trabajo del motor se está realizando en las condiciones adecuadas. Por ello, dispone de una gran cantidad de lecturas de sensores. Por ejemplo, para saber si el motor está frío o caliente, controla la temperatura del líquido refrigerante. Controla la temperatura del lubricante, para así saber si el motor está en condiciones óptimas de funcionamiento. Controla la temperatura del combustible, para así saber qué cantidad de este hay que inyectar en el cilindro. También controla la temperatura de admisión, para así saber como está la mezcla aire-gasolina. En función de estos datos y muchos más, la ECU selecciona la cartografía del motor más adecuada para cada situación, además de advertir al conductor a través de la pantalla del ordenador de abordo si se detecta que hay alguna anomalía (5)(11).

Podemos observar la ECU de un Peugeot 206 GTi en las ilustraciones 13, 14 y 15:

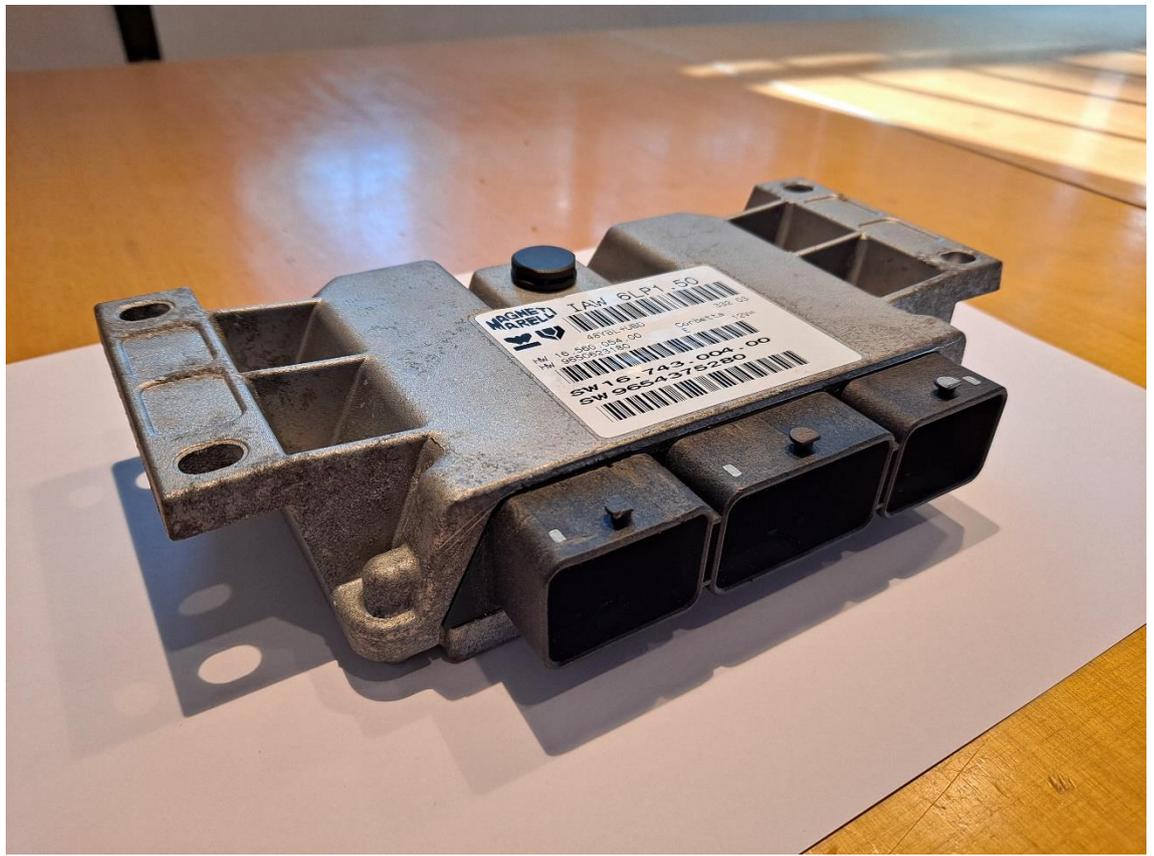


Ilustración 13. ECU Magneti Marelli de un Peugeot 206 GTI



Ilustración 14. ECU Magnefi Marelli de un Peugeot 206 GTI

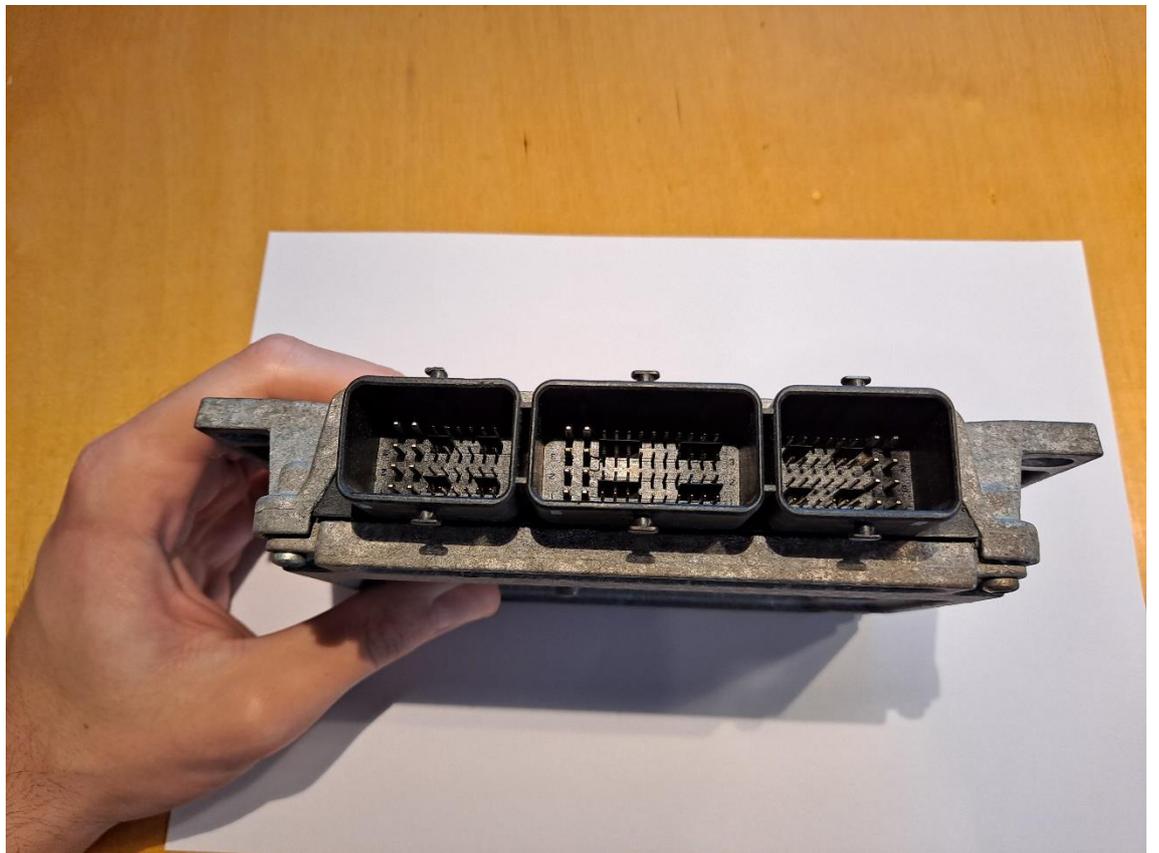


Ilustración 15. ECU Magnefi Marelli de un Peugeot 206 GTI

1.4.1.2 DASHBOARD

Es la pantalla que muestra la información al piloto. Esta suele estar ubicada en el salpicadero, generalmente encima del volante. En algunos vehículos de competición más modernos están integrados en el propio volante. Este elemento es capaz de mostrar la información leída por los sensores y almacenada en la Unidad de adquisición de Datos. La información mostrada en el Dash es totalmente configurable, esto se hace conectándose a la Unidad de Adquisición de Datos con un PC. Estos se utilizan en los vehículos de competición de medio y alto nivel (karts de alto nivel, turismos, monoplasas, vehículos de rallye, Moto GP...). También se utilizan en algunos vehículos deportivos de calle y en algunas motocicletas deportivas. Si el Dash solo es una pantalla que muestra la información al piloto, se llama Dashboard. En cambio, hay algunos Dash que integran Dashboard y Data Logger en un mismo componente, en estos casos se llama Dash Logger (11).

EJEMPLOS:

- Abarth 695 Biposto (calle). Este utiliza un AIM MXL2 Dash Logger (ilustraciones 16 y 17).



Ilustración 16. Dash Logger de un Abarth 695 Biposto

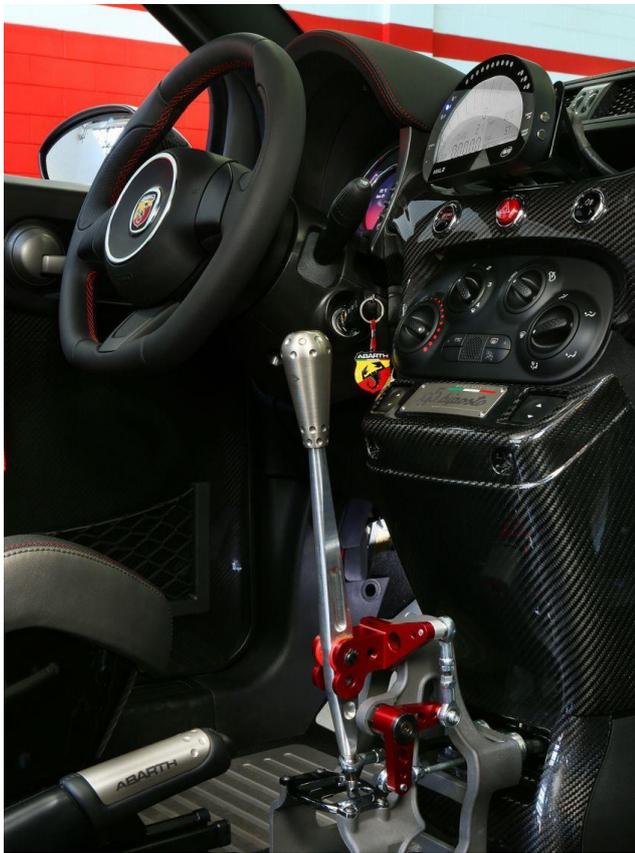


Ilustración 17. Dash Logger de un Abarth 695 Biposto

- Ducati Panigale V4R (ilustración inferior). Es una motocicleta de calle (12).



Ilustración 18. Dashboard de una Ducati Panigale V4R

- Ducati Panigale 1299 S (ilustración inferior). Es una motocicleta de calle (13).



Ilustración 19. Dashboard de una Ducati Panigale 1299 S

- Alpine A110 R-GT (rallye). Podemos ver el dashboard en el volante (ilustraciones 20 y 21) (14).



Ilustración 20. Interior Alpine A110 R-GT

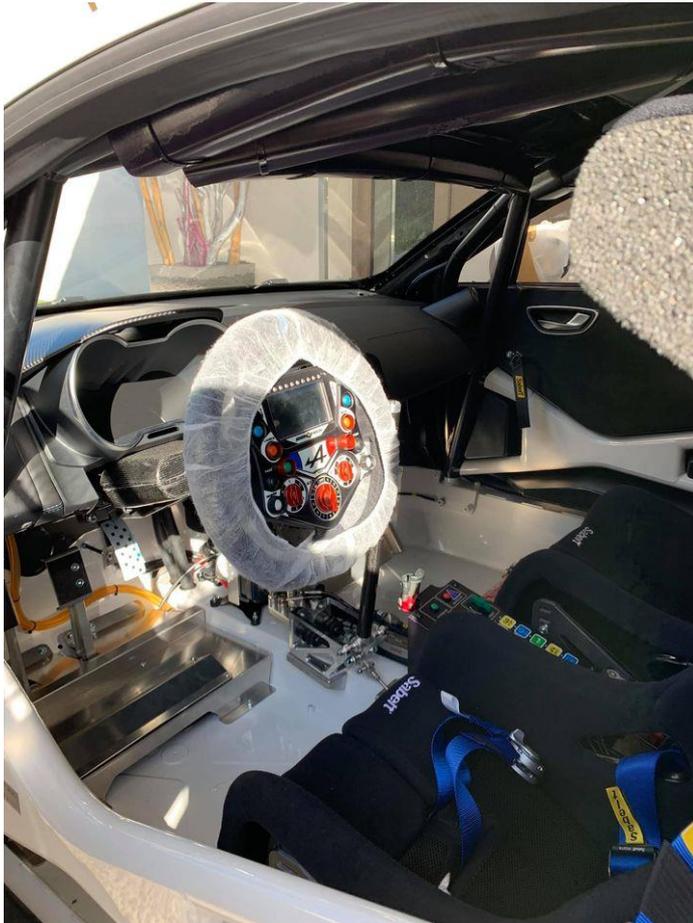


Ilustración 21. Interior Alpine A110 R-GT

- Formula 1 Sauber C33 2014. Dashboard integrado en el volante, ilustración 22.



Ilustración 22. Volante con dashboard integrado del Sauber C33 2014

- McLaren MP4/6 de 1991 (Formula 1, ilustración inferior).



Ilustración 23. Cockpit del McLaren MP4/6

- Tony Kart 401 TM KZ 10C. Este utiliza un Alfano Astro IV Dash Logger (ilustración 24) (15).



Ilustración 24. Vista completa del Tony Kart 401 TM KZ 10C



Ilustración 25. Sistema de adquisición de datos AIM para kart

1.4.1.3 UNIDAD DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Es la unidad encargada de almacenar los datos registrados por los sensores. Recibe la información de los sensores instalados en el vehículo, y si está conectada a la ECU, recibe la información de cómo está funcionando el motor. Esta unidad permite a los ingenieros descargar la información almacenada cuando el vehículo para en los boxes. La información se descarga al ordenador para su posterior análisis. El Data Logger (ilustración 26) puede ser una unidad independiente o estar integrada en el Dashboard, en este último caso se llamará Dash Logger. Suelen llevar GPS y algún acelerómetro básico integrados (16).



Ilustración 26. Data logger EVO4 de AIM

1.4.1.4 SENSORES

VARIABLE A MEDIR	TIPO SENSOR	CÓDIGO	BREVE DESCRIPCIÓN	
P - POSICIÓN	LINEAL SIN CONTACTO	PL01	Potenciómetros lineales	
		PL02	Efecto Hall lineales	
		PL03	Nivel de aire o líquido a medir	
		PL04	Altura carrocería	
	EFECTO HALL ROTACIONAL	PH01	Efecto Hall Rotacional	
		ROTACIONAL SIN CONTACTO	PR01	Potenciómetro
	PR02		Efecto Hall	
	PE - PRESIÓN	TUBOS DE PITOT	PET01	Sensor mini Pitot
MÓDULO DE PRESIÓN BAROMÉTRICA		PEB01	MAP	
PRESIÓN NEUMÁTICOS		PEN01	TPH4	
		PEN02	Sensor de presión y temperatura neumáticos	
		PEN03	Sensor barométrico de un canal y temperatura	
V - VELOCIDAD	INDUCTIVOS	VI01	Inductivo	
	EFECTO HALL DIFERENCIAL	VH01	Efecto Hall diferencial	
	VELOCIDAD CERO EFECTO HALL	VC01	Velocidad cero efecto Hall	
	POSICIÓN VERDADERA VELOCIDAD CERO	VV01	Posición verdadera velocidad cero	
	T - TEMPERATURA	TERMISTORES	TT01	NTC
TT02			PTC PT100	
TT03			PTC PT1000	
TERMOPARES		TP01	Tipo-K	
		TP02	Tipo-J	
INFRARROJOS		TI01	Infrarrojos de matriz 16x4	
A - ACELERÓMETROS		DE UN EJE	AU01	
		DE TRES EJES	AT01	
G - GIROSCOPIOS	DE UN EJE	GU01		
	DE TRES EJES	GT01		
E - ESPECÍFICOS	LAMBDA	EL01	Parámetro Lambda	
	FUEGO	EF01	Sensor óptico para detección fuego en admisión	
	NIVEL FLUIDOS	EN01	Nivel fluido	

Sensores destacados:

- Sonda Lambda: Para saber si el motor está funcionando bien. Si estamos haciendo ajustes en el regulador de presión de gasolina es un dato importante para ver que las modificaciones en el regulador funcionan. Si hay una avería en el sistema de alimentación de combustible, a través de la lectura de este sensor lo podremos saber.
- Sensor de presión del common rail.
- Temperatura amortiguadores: Sensores en la carcasa del amortiguador. Esta medida está afectada por el entorno.
- Posición correa distribución: Comprobar lecturas del sensor de fase del árbol de levas y el sensor del cigüeñal.
- Desgaste pastillas de freno: Potenciómetro para saber la posición del pistón de la pinza (Brembo vende los suyos). Las pastillas se desgastan antes que los discos, por lo tanto, no hace falta monitorizar los discos, ya que los discos los verás “en persona” cuando cambies las pastillas.
- Diferencial autoblocante (discos y rampas se suele utilizar): Para saber si dicho elemento trabaja bien, se comparan las lecturas de las velocidades de las ruedas del eje en cuestión y se comparan con las mismas condiciones de entorno (misma trazada, misma temperatura de aceite de caja de cambios/diferencial, misma temperatura de ruedas). Si las velocidades de las ruedas son las mismas en ambas comparaciones, el diferencial está bien. Si hay cambios, es porque el diferencial bloquea de forma distinta (mal) y esto se debe al desgaste de los discos o a un cambio en la presión ejercida sobre estos.
- Embrague: Sensor de velocidad del cigüeñal y sensor de velocidad del eje primario de la caja de cambios. Para saber si el embrague trabaja de forma correcta y saber que no patina, etc. hay que comparar que la velocidad de entrada y de salida del embrague es la misma.
- Coches de tracción trasera con el motor y la caja de cambios en posición central delantera. En estos casos el diferencial trasero está separado (está en el eje trasero) y es útil tener un sensor de temperatura y presión de aceite. En los EuroNascar llevan un sistema que consta de una bomba de aceite y un radiador para refrigerar el aceite del diferencial.
- El aceite de los diferenciales va separado del de la caja de cambios en los vehículos con tracción a las cuatro ruedas y en los cambios DSG del grupo Volkswagen. Esto implica que los Seat León Cupra TCR DSG y los Audi RS3 TCR DSG llevan el aceite del diferencial por separado.
- Sensor de temperatura bujía y cámara de combustión es difícil y caro, solo se utiliza en banco de pruebas.
- Sensor de presión pinzas de freno.
- Para saber que el coche está frenando bien, mirar la altura de las suspensiones. Para ello se utilizan potenciómetros lineales en los amortiguadores (estos sensores se pueden utilizar para más cosas).
- Medida de tensión eléctrica (dirección eléctrica) o presión hidráulica (dirección hidráulica) de la dirección para saber si el piloto está conduciendo bien o si está provocando que el coche subvire por poner demasiado ángulo de dirección.
- Temperatura neumáticos es difícil de medir.
- En aerodinámica se utilizan tubos de Pitot.

- **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS SENSORES MÁS COMUNES DE McLAREN ELECTRONIC SYSTEMS:**

Acelerómetro de un eje (térmicamente compensado, ilustración inferior) [AU01]:



Ilustración 27. Acelerómetro de un eje

Este sensor permite medir las aceleraciones en uno de los tres ejes del espacio. Utilizado en vehículos de competición, permite medir los g de aceleración en un eje. Lo usual en monoplazas de competición, es medir las aceleraciones longitudinales y las laterales, y así ver las aceleraciones máximas. Esta unidad contiene un elemento sensor de $\pm 35g$. Para aplicaciones de mayores cargas g, se puede montar un elemento sensor de $\pm 50g$.

Este sensor consta de un amplificador interno, que, en función de los g generados, mandará una señal de salida de entre 0 y 5 voltios. El microcontrolador interno y el sensor de temperatura integrados se utilizan para compensar las derivas que pueda tener el sensor en las mediciones. Se puede enviar a fábrica para su recalibración.

Este sensor necesita un suministro de corriente entre 8 y 16 voltios sin regular.

El rango habitual de trabajo del sensor es de $\pm 20g$.

Los valores de salida del sensor a 25 grados centígrados son los siguientes:

- Escala negativa: 0.5 ± 0.10 voltios
- Cero g: 2.5 ± 0.05 voltios
- Escala positiva: 4.5 ± 0.10 voltios

Tiene una sensibilidad eléctrica de 100 mV por cada $g \pm 2.5\%$ a 25 grados centígrados.

Está provisto de un cable de un metro de longitud. Este está formado por tres terminales:

- El rojo es el suministro eléctrico
- El verde es tierra
- El blanco es la señal eléctrica

Su masa es menor de 65 gramos incluyendo el cable.

El cuerpo y la tapa del sensor están hechos de titanio.

Resiste los fluidos típicos utilizados en un automóvil de competición.

Soporta una humedad máxima del 100%.

Su rango de temperatura de trabajo es de 0 a +125 grados centígrados.

Debido a su tamaño reducido, es un sensor útil para medir aceleraciones en la mangueta de la suspensión (17), aunque también podemos utilizar el de tres ejes.

Acelerómetro de tres ejes (ilustración inferior) [AT01]:



Ilustración 28. Acelerómetro de tres ejes

Este sensor mide las aceleraciones en los tres ejes del espacio. Su diseño está pensado para ser pequeño y resistente. Las salidas o “outputs” de este sensor son dos: una salida analógica de voltaje y una salida CAN Bus. Según las preferencias del consumidor y la aplicación a la que se dirige, puede medir aceleraciones en tres rangos: $\pm 10g$, $\pm 20g$ y $\pm 40g$. Dispone de un filtro Butterworth variable IIR de octava generación. Este filtro lo que hace es mantener la respuesta en frecuencia lo más plana y limpia posible, para poder interpretar mejor la información. El rango operativo de temperatura es de -40 a 125 grados centígrados positivos (18).

El rango de la tensión de suministro es de 8 a 16 voltios en corriente continua.

El rango de la corriente de suministro es de 30 miliamperios máximo cuando tenemos la salida en voltaje, en cambio esta será de 60 miliamperios máximo cuando trabajamos con la salida de tipo CAN.

La exactitud del aparato es de $\pm 2.5\%$ a escala completa.

La desviación cuando hay $0g$ puede ser de $\pm 20mg$.

Su masa es menor de 45 gramos. Su cuerpo es de aluminio anodizado y de color negro.

Soporta impactos de hasta $50g$ en cualquier eje.

Soporta una humedad máxima del 100%.

Es resistente a los fluidos más comunes en un vehículo de carreras.

Voltajes de salida (para cada eje):

- Escala negativa: 0.5 ± 0.02 voltios
- Cero g: 2.5 ± 0.02 voltios
- Escala positiva: 4.5 ± 0.02 voltios

Sensibilidad:

- Rango $\pm 10g \rightarrow 200$ mV por cada g
- Rango $\pm 20g \rightarrow 100$ mV por cada g
- Rango $\pm 40g \rightarrow 50$ mV por cada g

Está provisto de un cable de un metro de longitud. Este está formado por las siguientes conexiones:

- El rojo es el suministro eléctrico.
- El negro es tierra
- El blanco es CAN H
- El azul es CAN L

Detector de fuego (Air Box) [EF01]:



Ilustración 29. Detector de fuego

Utiliza un sensor óptico para la detección de fuego en la caja de aire (ilustración 29 y 30). Tiene dos lecturas, alto o bajo. Cuando la intensidad lumínica supera un nivel estipulado, la salida pasa a nivel alto.

Necesita una tensión de suministro de 8 a 16 voltios sin regular y una corriente de suministro menor a 20 miliamperios. Tiene protección de polaridad inversa.

Voltaje de salida:

- ALTO: 4.0 ± 0.1 Voltios
- BAJO: 1.0 ± 0.1 Voltios

Está provisto de un cable de longitud según necesidad del cliente. Este está formado por tres terminales:

- El rojo es el suministro eléctrico
- El azul es tierra
- El blanco es la señal eléctrica

El cuerpo del sensor está hecho de una aleación de aluminio, anodizado y de color negro. Su masa con el cable incluido es menor de 30 gramos.

Soporta una humedad máxima del 100%.

Es resistente a los fluidos más comunes en un vehículo de carreras.

El rango de las temperaturas de trabajo oscila entre 0 y 100 grados centígrados positivos (19).

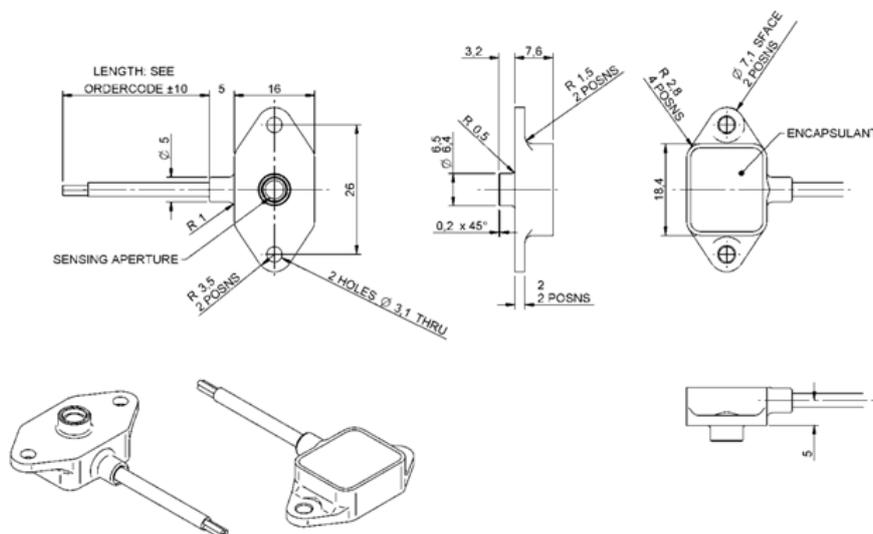


Ilustración 30. Planos detector de fuego

Giroscopio. Tipos:

- 1 eje [GU01]
- 3 ejes [GT01]

Nos centramos en el de tres ejes. Este sensor es capaz de medir el desplazamiento angular en los tres ejes del espacio. Es una herramienta de gran utilidad para desarrollar y mejorar la dinámica de un vehículo (permite desarrollar con precisión el chasis), con este sensor se puede controlar el cabeceo, el balanceo y la guiñada del coche. Este tipo de sensores también son muy utilizados en el motociclismo, ya que es muy importante saber el ángulo de la moto cuando inclina, etc. Este sensor es muy resistente al trato duro. La tensión de salida del sensor varía de 0 a 5 voltios. Cuando la velocidad angular sea cero dará una salida de $2.5 \pm 0.05V$. Cuando la velocidad angular sea negativa dará una salida de $0.5 \pm 0.05V$ y cuando sea positiva la velocidad angular, dará una salida de $4.5 \pm 0.05V$ (20).

Hay tres modelos disponibles:

- Cable de salida de 1 metro de longitud, ilustración 31
- Conector tipo Deutsch de 6 pines, ilustración 32
- Conector tipo Deutsch de 9 pines (con PT1000 interno), ilustración 33

Tensión de suministro de 8 a 16 voltios en corriente continua y una corriente de suministro de 25 miliamperios máximo.

Hay tres rangos disponibles según el ángulo de salida: $\pm 75^\circ/s$, $\pm 150^\circ/s$, $\pm 300^\circ/s$.

Todos los modelos tienen un peso menor de 80 gramos. El sensor tiene un cuerpo de aluminio anodizado y pintado en negro.

Soporta un impacto de hasta 50g en cualquier eje.

Es resistente a los fluidos usuales en vehículo de competición.

Puede trabajar con una humedad máxima del 100% y tiene un rango de temperaturas de trabajo que varía entre 0 y 105 grados centígrados.

Colores de los cables de conexión:

- El rojo es el suministro eléctrico positivo
- El azul es el suministro eléctrico negativo
- El verde es tierra
- El naranja es la señal del eje X
- El amarillo es la señal del eje Y
- El blanco es la señal del eje Z
- Dos cables en opción para el sensor interno de temperatura (PT1000)



Ilustración 31. Sensor con cable de salida de 1 metro de longitud



Ilustración 32. Sensor con conector tipo Deutsch de 6 pines



Ilustración 33. Sensor con conector tipo Deutsch de 9 pines (con PT1000 interno)

IEPE Interfaz del acelerómetro (AIU-6, AIU-3 y AIU-2):

*IEPE: Integrated Electronics Piezo-Electric, en castellano, Electrónica Integrada Piezo Eléctrica.

*AIU: Accelerometer Interface Unit, en castellano, Unidad Interfaz del Acelerómetro.



Ilustración 34. IEPE Interfaz del acelerómetro

Esta interfaz del acelerómetro (ilustraciones 34 y 35) está disponible en tres versiones, de 2, 3 o 6 canales. Es el elemento encargado de acondicionar la señal de los acelerómetros para poder ser leída por el data logger (21).

Necesita una tensión de suministro de 8 a 16 voltios.

Voltajes de salida (para cada canal):

- Escala negativa: 0.5 ± 0.025 voltios
- Cero g: 2.5 ± 0.025 voltios
- Escala positiva: 4.5 ± 0.025 voltios

Es resistente a los fluidos estándar de un vehículo de competición.

Puede trabajar con una humedad máxima del 100% y tiene un rango de temperaturas de trabajo que varía entre 0 y 105 grados centígrados.

Tiene un cuerpo de aluminio anodizado y está pintado en negro.

Se utiliza para medir y analizar las vibraciones a altas frecuencias del chasis y motor.

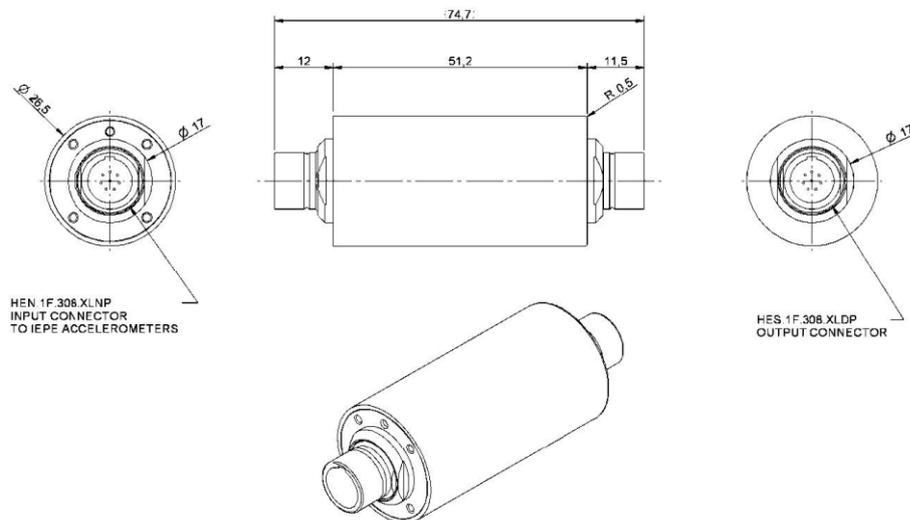


Ilustración 35. Planos del IEPE

Sensor de nivel (aceite y gasolina) [EN01]:



Ilustración 36. Sensor de nivel

Este sensor, ilustración 36, consta de una sonda que mide el nivel del fluido que se esté midiendo. La salida del sensor será un voltaje directamente proporcional a lo medido por la sonda. Si el usuario dispone de una conexión RS232 a un ordenador, puede calibrar el sensor y compensar las desviaciones en la medición debido a las variaciones de temperatura.

Si la sonda se daña o necesitamos una de diferente longitud, se puede reemplazar, sin tener que modificar la parte electrónica.

Necesita una tensión de suministro de 8 a 16 voltios en corriente continua y una corriente máxima de 30 miliamperios.

Voltajes de salida:

- Vacío: 0.25 ± 0.05 voltios
- Lleno: 4.75 ± 0.05 voltios

Se puede calibrar vía PC en dos puntos, lleno y vacío.

Puede trabajar con una humedad máxima del 100% y tiene un rango de temperaturas de trabajo que varía entre 0 y 150 grados centígrados.

Tiene un cuerpo de aluminio anodizado y está pintado en negro. La sonda es de una aleación de titanio.

Soporta impactos hasta 50g (22).

SENSORES DE POSICIÓN:

- Lineal sin contacto
 - o Potenciómetros lineales **[PL01]**
 - o Sensores de efecto Hall lineales **[PL02]**
 - o Sensor de nivel **[PL03]**
 - o Sensor de altura de la carrocería **[PL04]**
- De efecto Hall rotacional **[PH01]**
- Rotacional sin contacto
 - o Potenciómetro **[PR01]**
 - o De efecto Hall **[PR02]**

LINEAL SIN CONTACTO:



Ilustración 37. Sensor de posición lineal sin contacto

Los sensores de desplazamiento lineal, ilustración superior, son los utilizados para medir desplazamientos. Las aplicaciones típicas son: posicionar el tambor de la caja de cambios, la posición del acelerador por cable, posicionar la palanca del embrague y medir los recorridos de la suspensión.

Potenciómetros lineales: este consta de una barra que según se desplaza varía la tensión de salida entre un valor mínimo y un máximo, la variación de tensión es constante. Hay tres tipos: carrera larga no suspendida (27 a 252 mm), carrera corta no suspendida (12.5 a 150 mm) y carrera suspendida.

Los sensores de efecto Hall lineales constan parcialmente de un elemento Hall y de un imán. En función de la posición del imán, variará el voltaje de salida. Es un sensor de tres cables y que no necesita acondicionar la señal. Estos son muy utilizados para medir desplazamiento en los cilindros maestros.

Los sensores de nivel se basan en el principio de la capacitivo. Están formados por un tubo exterior y por un núcleo. En función del elemento que haya entre el tubo (aire o líquido a medir) y el núcleo variará la conductividad. Este tipo de sensores se suministra con una Interfaz Gráfica de Usuario que permite calibrar si el sensor está en condiciones de vacío y lleno.

Los sensores de altura de carrocería se basan en un fotodiodo que emite una fuente de luz. El tiempo que tarda en recibir el haz de luz reflejado indica la altura de la carrocería al suelo. Estos son muy utilizados tanto en Formula 1 como en el WRC (World Rally Championship) en test para poner a punto las suspensiones y los componentes relacionados con la dinámica del vehículo, como podemos ver en la ilustración 38 (23).



Ilustración 38. Sebastien Loeb en un test sobre asfalto con el Citroën C3 WRC. La luz bajo el paragolpes delantero es el sensor de altura de carrocería

DE EFECTO HALL ROTACIONAL (ilustración 39):



Ilustración 39. Sensor de posición de efecto Hall rotacional

Este sensor proporciona un voltaje de salida directamente proporcional al ángulo del eje. Se basa en el efecto Hall para determinar la posición de un imán. Las aplicaciones más apropiadas para este sensor son posicionar el tambor de la caja de cambios secuencial, leer el ángulo de volante y medir la posición del accionador del acelerador (pedal acelerador electrónico).

Utiliza una armadura completa para reducir la interferencia de los objetos metálicos y de los campos magnéticos.

Necesita una tensión de suministro de 5.00 ± 0.5 voltios en corriente continua.

Soporta hasta 20 voltios de corriente sin dañarse.

Da una tensión de salida de 0.2 a 4.8 voltios.

Conexiones:

- El rojo es el suministro eléctrico
- El verde es tierra
- El blanco es la señal eléctrica

Longitud de cable de un metro.

La masa del sensor incluyendo el cable es menor de 35 gramos.

Tiene un cuerpo de aluminio aleado, anodizado y pintado en color azul.

El eje que realiza la medición es de acero inoxidable.

Puede trabajar con una humedad máxima del 100% y tiene un rango de temperaturas de trabajo que varía entre -40 y 125 grados centígrados (24).

ROTACIONAL SIN CONTACTO (ilustración 40):



Ilustración 40. Sensor de posición rotacional sin contacto

Los potenciómetros generan un voltaje de salida en función del ángulo girado por el eje del sensor. Este actúa como un divisor de tensión. Al final un potenciómetro es una resistencia de valor variable, por lo tanto, si alimentamos esa resistencia con un valor constante de tensión, la salida variará en función del valor de la resistencia. Pueden ser lineales o rotacionales. En estos sensores rotacionales es muy importante situar el cero absoluto, ya que no hay topes (25).

Hay tres tamaños:

- Estándar
- Mini
- Micro

Los sensores de efecto Hall sin contacto están formados por tres elementos: un elemento Hall estacional, un eje y un imán. Al variar la posición del eje varía el campo magnético, variando consecuentemente el voltaje de salida.

Los sensores disponibles miden hasta 360 grados.

Hay dos modelos para este sensor, todos los elementos en una pieza (ilustración 41) o en dos partes (ilustración 42). En el primero, el sensor y el actuador están juntos. En el segundo, el sensor y el actuador están separados.

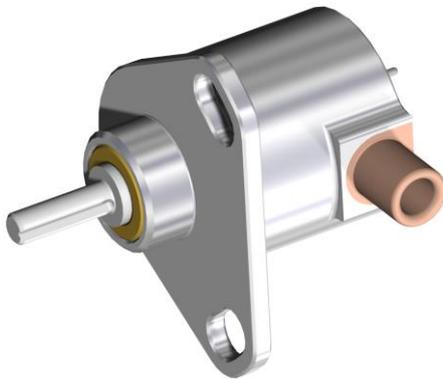


Ilustración 41. Sensor en un componente



Ilustración 42. Sensor en dos partes

SENSORES DE PRESIÓN:

- Tubos de Pitot
- Módulo de presión barométrica
- Sistema de presión de neumáticos:
 - o Handheld Integration Device TPH4
 - o Sensor de presión de neumáticos y medida de 5 puntos de temperatura de neumáticos
 - o Sensor barométrico de un canal y sensor de temperatura

SENSOR MINI PITOT (ilustración 43) [PET01]:



Ilustración 43. Sensor de presión mini Pitot

Este es el sensor típico para medir la presión del aire sobre el monoplaza, por lo tanto, es utilizado en aerodinámica. Posee dos terminales y mide la diferencia de presión entre estos. En función de esto, resultará un voltaje de salida. Este tipo de sensor se puede conectar directamente a la mayoría de las ECUs utilizadas en el automovilismo de medio y alto nivel, también se puede conectar directamente a la Unidad de Adquisición de Datos.

Necesita una tensión de suministro de 8 a 16 voltios sin regular y una corriente máxima de 5 miliamperios. En la salida dará un valor máximo de tensión de 5 voltios.

La longitud del cable es a demanda del consumidor. Se utiliza en automoción y en el ámbito militar.

Conexiones:

- El rojo es el suministro eléctrico
- El verde es tierra
- El blanco es la señal eléctrica

La masa del sensor incluyendo el cable es menos de 23 gramos.

Tiene un cuerpo de aluminio aleado, anodizado y pintado en color negro.

Los puertos de medición son de titanio y deben de estar protegidos cuando no se utilizan.

Puede trabajar con una humedad máxima del 100% y tiene un rango de temperaturas de trabajo que varía entre 0 y 125 grados centígrados.

El cuerpo del sensor es resistente a los fluidos estándar en un vehículo de carreras (26).

MÓDULO DE PRESIÓN BAROMÉTRICA (ilustración 44) [PEB01]:

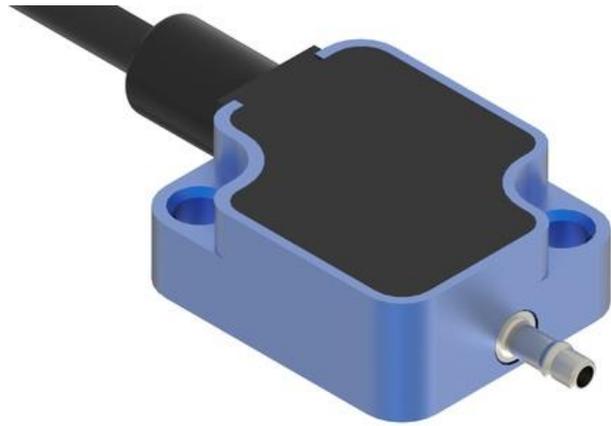


Ilustración 44. Sensor de presión barométrica

Este sensor mide la presión en el colector de admisión (sensor MAP, Manifold Absolute Pressure, en castellano, Presión Absoluta del Colector).

Necesita una tensión de suministro de 8 a 16 voltios sin regular y una corriente de suministro de 14 miliamperios.

Trabaja en un rango de presiones de 400 a 1150 milibares.

Voltajes de salida (rangos de temperaturas compensados):

- 400 mbar = 0.5 ± 0.080 voltios
- 1150 mbar = 4.5 ± 0.080 voltios
- Voltaje máximo 4.85 voltios

Exactitud de ± 15 mbar y frecuencia de respuesta de 70 Hz.

Conexiones:

- El rojo es el suministro eléctrico
- El verde es tierra
- El blanco es la señal barométrica

El sensor es capaz de soportar sin dañarse pequeños cortocircuitos entre la tierra y la señal de salida durante pequeños periodos de tiempo. Si se produce entre la señal de salida y el suministro producirá daños severos al sensor.

La masa del sensor incluyendo el cable es de 30 gramos.

Tiene un cuerpo de aluminio aleado, anodizado y pintado en color azul.

El cuerpo del sensor es resistente a los fluidos estándar en un vehículo de carreras.

Presión mínima de trabajo de 400 mbar y máxima de 1150 mbar.

Sobrecarga de presión capaz de soportar de 3.6 bar durante 300 segundos.

El gas que ejerce la presión no debe ser corrosivo.

Humedad máxima de trabajo del 100% pero no debe condensarse agua dentro del sensor.

Rango de temperaturas de trabajo de -40 a +125 grados centígrados.

Rango de temperaturas compensado de 0 a +85 grados centígrados (27).

SISTEMA DE PRESIÓN DE NEUMÁTICOS:

- Handheld Tyre Pressure TPH4 (ilustración 45) **[PEN01]**:

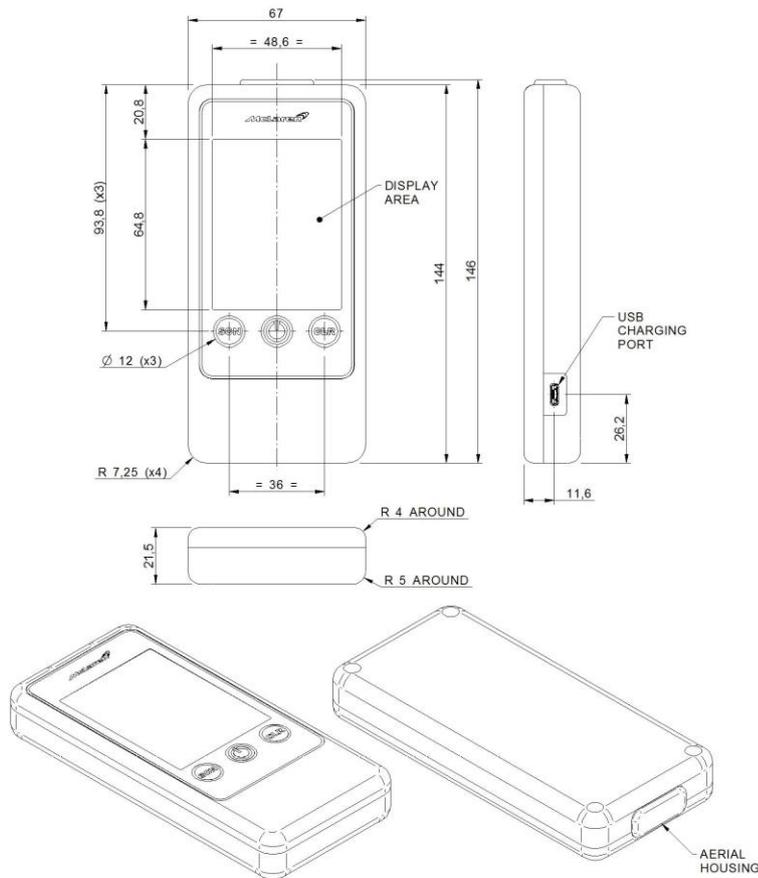


Ilustración 45. Planos del TPH4

Es la unidad encargada de monitorizar las presiones de los neumáticos. Muestra la información recogida por los sensores de presión ubicados en las ruedas. Puede mostrar hasta cuatro sensores.

Se puede recargar la batería del dispositivo vía USB y para conservar la batería, se apaga si esta inactivo durante cinco minutos (28).

Especificaciones técnicas:

- 2 Ah 3.7 V batería recargable de Litio
- 3.2" TFT display a color
- 3 botones de membrana
- Tiene una duración de al menos 6 horas entre carga y carga
- Dispone de antena interna
- Tiene un alcance en la medición de aproximadamente 200 milímetros
- Está asociado a un Team ID para evitar que los rivales puedan ver la información mostrada
- Está hecho de aluminio HE30
- Su masa es menor de 300 gramos
- Conexión Micro USB-B
- Resiste a salpicaduras de los fluidos estándar de un vehículo de competición
- Soporta una humedad máxima del 95% sin condensación
- Temperatura mínima de funcionamiento de 10°C
- Temperatura interna no debe superar los 70°C
- Temperatura de almacenamiento de 0 a +70°C

- Sensor de presión de neumáticos y medida de 5 puntos de temperatura de neumáticos (ilustración 46) [PEN02]:

Mide la temperatura de la carcasa del neumático y la presión de este. Este sensor se ubica en la parte interior de la llanta. Envía los datos a un receptor y este, vía CAN, envía la información a la Unidad de Adquisición de Datos. El envío de información al receptor se hace vía inalámbrica. El envío de información es proporcional a los cambios que haya, y si se baja de un cierto nivel de presión, el sensor se apaga para ahorrar batería.

Hay dos sistemas de receptores: inalámbricos y por conector. Este segundo especialmente desarrollado para Moto GP, ya que el receptor recibe la información de la rueda delantera y trasera, y la envía a la ECU.

Está asociado a un Team ID para evitar que los rivales puedan ver la información mostrada (29).

Especificaciones técnicas:

- Tensión de suministro de 2.8 a 3.6 voltios (posee una batería interna de cloruro de tionilo de litio)
- Duración más de medio millón de transmisiones
- Rangos de presión:
 - 1.3 a 3.2 bares absolutos
 - 1.3 a 8 bares absolutos
- El sensor de temperatura es un sensor de infrarrojos
- Rango de temperatura:
 - 0 a +120 grados centígrados
- Exactitud de ± 3 grados centígrados
- Masa del sensor menor de 50 gramos
- Cuerpo del sensor de una aleación de aluminio, de color negro anodizado
- Es resistente a los fluidos estándar de un vehículo de competición
- Tiene un rango de temperaturas de trabajo que varía entre +10 y +135 grados centígrados.
- Soporta impactos de hasta 50g por cada eje



Ilustración 46. Croquis del sensor de presión de neumáticos y medida de 5 puntos de temperatura de neumáticos

- Sensor barométrico de un canal y sensor de temperatura (ilustración inferior) [PEN03]:



Ilustración 47. Sensor de presión y temperatura

Mide la presión absoluta en el puerto del sensor y mide la temperatura con una PT1000 (30).

Especificaciones técnicas:

- Rango de presión de 150 a 1150 milibares absolutos
- Tensión de suministro de 8 a 16 voltios
- Corriente de suministro máxima de miliamperios
- Voltajes de salida:
 - 150 mbar (absolutos) = 0.5 ± 0.05 V
 - 1150 mbar (absolutos) = 4.5 ± 0.05 V
 - Voltaje máximo = 5 V
- Conexiones:
 - Pin 1 – Cable rojo – Suministro eléctrico
 - Pin 2 – Cable verde– Tierra
 - Pin 3 – Cable blanco – Señal barométrica
 - Pin 4* – Cable azul – Comms
 - Pin 5 – Cable amarillo – PT1000**
 - Pin 6 – Cable naranja – PT1000**

*Pin 4 es solo para el fabricante, no se utiliza en condiciones normales

** La PT1000 está aislada del resto de electrónica

- La masa del conjunto es menor de 55 gramos
- Cuerpo de aluminio aleado y anodizado de color gris
- Presión máxima absoluta 4000 mbar
- Máxima humedad que soporta del 100% sin condensarse agua en el sensor
- Rango de temperatura de trabajo de -40 a +125 grados centígrados

SENSORES DE VELOCIDAD:

- Inductivos
- Efecto Hall Diferencial
- Velocidad Cero de Efecto Hall
- Posición Verdadera Velocidad Cero

Inductivos (ilustraciones 48 y 49) [VI01]:



Ilustración 49. Sensor de velocidad inductivo

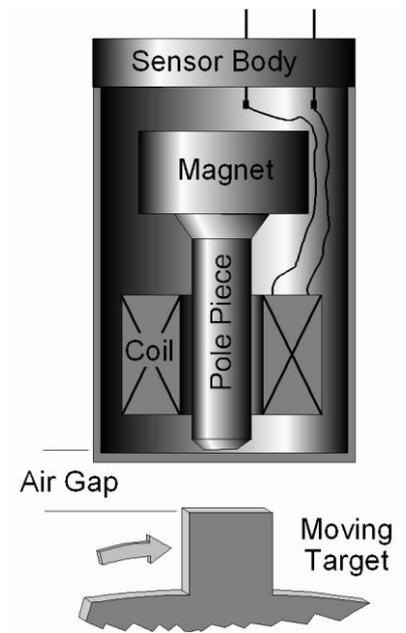


Ilustración 48. Esquema de componentes del sensor

La señal de salida, voltaje, variará en función del campo magnético cambiante. En el interior del sensor se genera un campo magnético conocido, y cuando pasa un elemento magnético cerca del sensor, el campo magnético varía. Estos elementos suelen ser ruedas dentadas, hechas a propósito, para medir la velocidad de un eje. El voltaje aumenta cuando aumenta la velocidad de la rueda y cuando se reduce la distancia con el diente dentado de la rueda.

Hay tres tipos de cuerpos en función de la sensibilidad (de menor a mayor):

- Totalmente cerrado
- Con una pequeña ranura para suprimir las corrientes parásitas
- Núcleo expuesto

Aplicaciones:

- Medir la velocidad angular de:
 - o Árbol de levas
 - o Cigüeñal
 - o Rueda
 - o Eje del turbocompresor (Versión especial que soporta hasta 290°C)

Especificaciones técnicas:

- Resistencia de 400 a 600 ohmios
- Velocidad de corte (a la que empieza a medir) 66 rpm con una carga de 3 kΩ y 50 rpm sin carga
- La polaridad de salida está condicionada por los dientes de la rueda dentada
- Conexiones:
 - o Cable blanco: Señal positiva
 - o Cable negro: Señal negativa
- La distancia entre la rueda dentada y el sensor tiene un máximo de 1.0 milímetros y 0.8 milímetros es el nominal
- Diámetro del cuerpo 12 milímetros
- Masa completa menor de 30 gramos
- Cuerpo de aluminio aleado, anodizado y de color azul
- Resistente a los fluidos estándar de un vehículo de carreras
- Humedad máxima del 100%
- Rango de temperaturas de trabajo de -10°C a +150°C
- Soporta impactos de hasta 50g (31)

Efecto Hall Diferencial (ilustraciones 50 y 51) [VH01]:



Ilustración 50. Sensor de efecto Hall diferencial

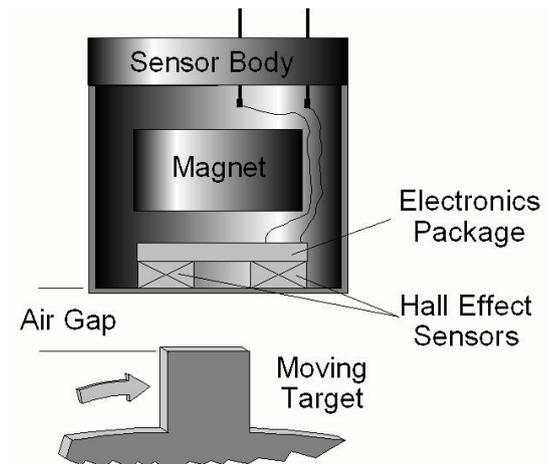


Ilustración 51. Esquema de componentes del sensor

En este tipo de sensores el voltaje de salida varía en función del campo magnético. Si este cambia, el voltaje de salida también. Estos sensores son inmunes a las interferencias, pero no pueden detectar campos magnéticos estáticos.

Aplicaciones:

- Medir la velocidad angular de:
 - o Rueda
 - o Eje de entrada y de salida de la caja de cambios

Especificaciones técnicas:

- Tensión de suministro de 9 a 15 voltios sin regular
- Corriente de suministro de 5 a 15 miliamperios
- Corriente de salida máxima de 35 miliamperios
- La polaridad de salida está condicionada por los dientes de la rueda dentada
- Conexiones:
 - o Cable rojo: Suministro eléctrico
 - o Cable blanco: Tierra
 - o Cable verde: Señal eléctrica
- La distancia entre la rueda dentada y el sensor tiene un máximo de 1.5 milímetros
- Diámetro del cuerpo 12 milímetros
- Masa completa menor de 30 gramos
- Cuerpo de aluminio aleado, anodizado y de color azul
- Resistente a los fluidos estándar de un vehículo de carreras
- Humedad máxima del 100%
- Rango de temperaturas de trabajo de -10°C a +150°C
- Soporta impactos de hasta 50g (32)

Velocidad Cero de Efecto Hall (ilustraciones 52 y 53) [VC01]:



Ilustración 52. Sensor de velocidad cero

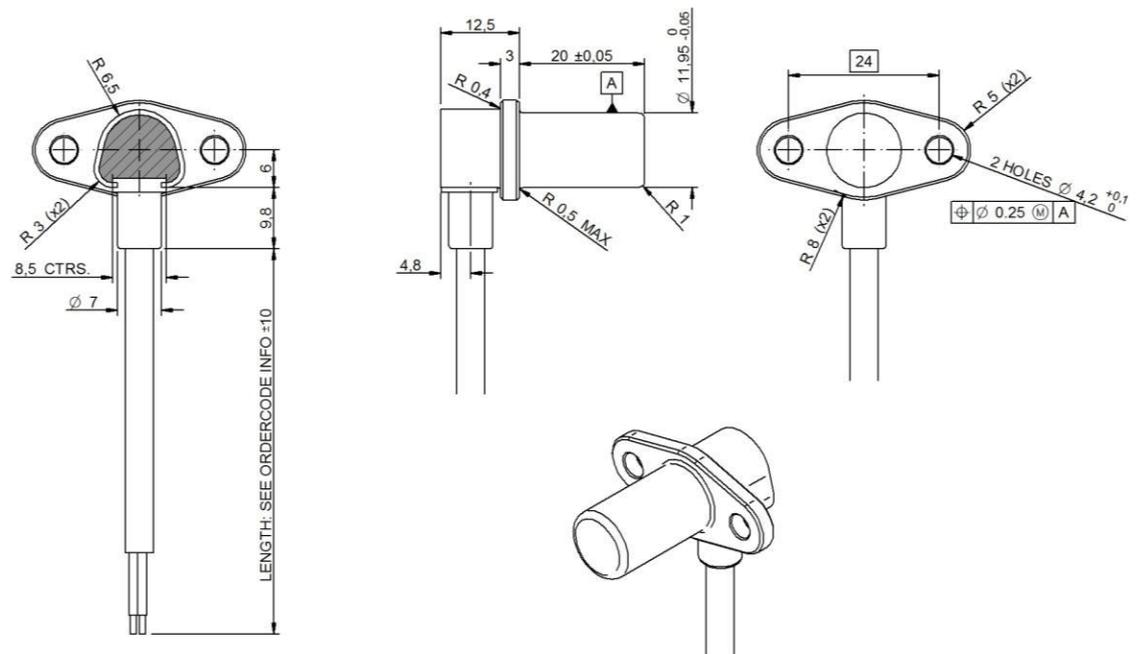


Ilustración 53. Planos del sensor de velocidad cero

Aplicaciones (33):

- Medir la velocidad angular de:
 - o Rueda
 - o Velocidad de la leva

Posición Verdadera Velocidad Cero (ilustraciones 54 y 55) [VV01]:



Ilustración 54. Sensor de velocidad cero posición verdadera

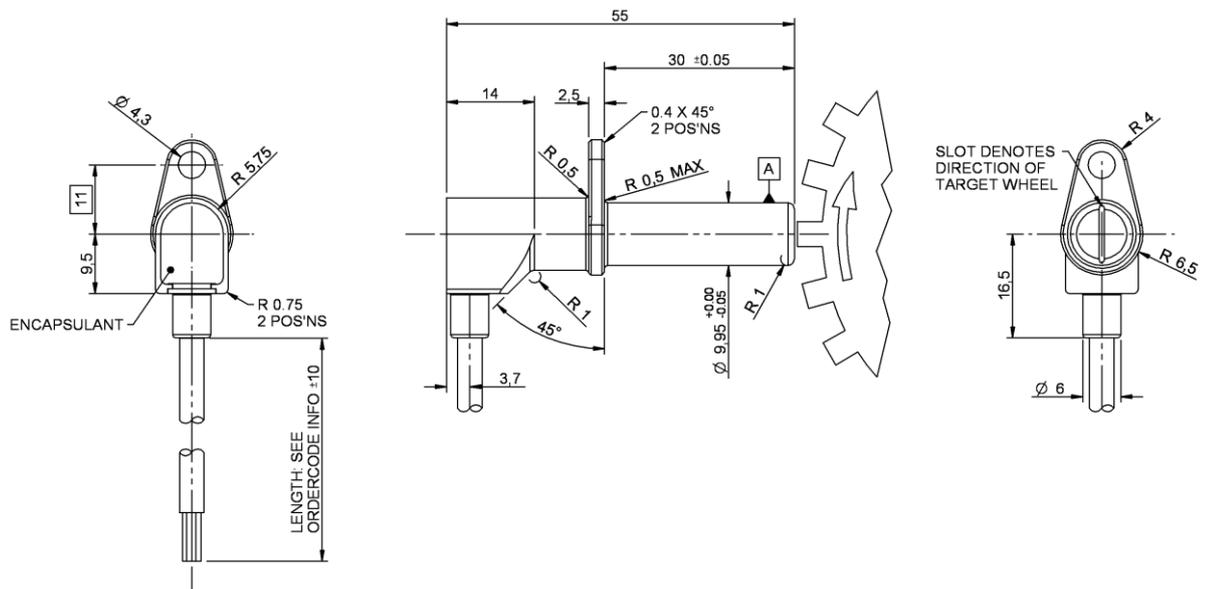


Ilustración 55. Planos del sensor de velocidad cero posición verdadera

Aplicaciones:

- Medir la velocidad y posicionar ciertos elementos. Muy utilizado en las cajas de cambio de los Formula 1 para posicionar el crabot o dog ring (estas cajas utilizan acoplamientos frontales para seleccionar la marcha en cambio de sincronizadores tradicionales) cuando el vehículo está parado (34).

SENSORES DE TEMPERATURA:

- Termistores
 - o NTC (Negative Temperature Coefficient) [TT01]
 - o PTC (Positive Temperature Coefficient)
 - PT100 [TT02]
 - PT1000 [TT03]
- Termopares
 - o Tipo-K (Chromel/Alumel) [TP01]
 - o Tipo-J (Hierro/Constantan) [TP02]
- Infrarrojos [TI01]

Los termistores son sensores resistivos que varían en función de la temperatura. En las NTC la resistencia se reduce cuando sube la temperatura. En cambio, en las PTC la resistencia se incrementa cuando la temperatura aumenta. Observar gráfica inferior.

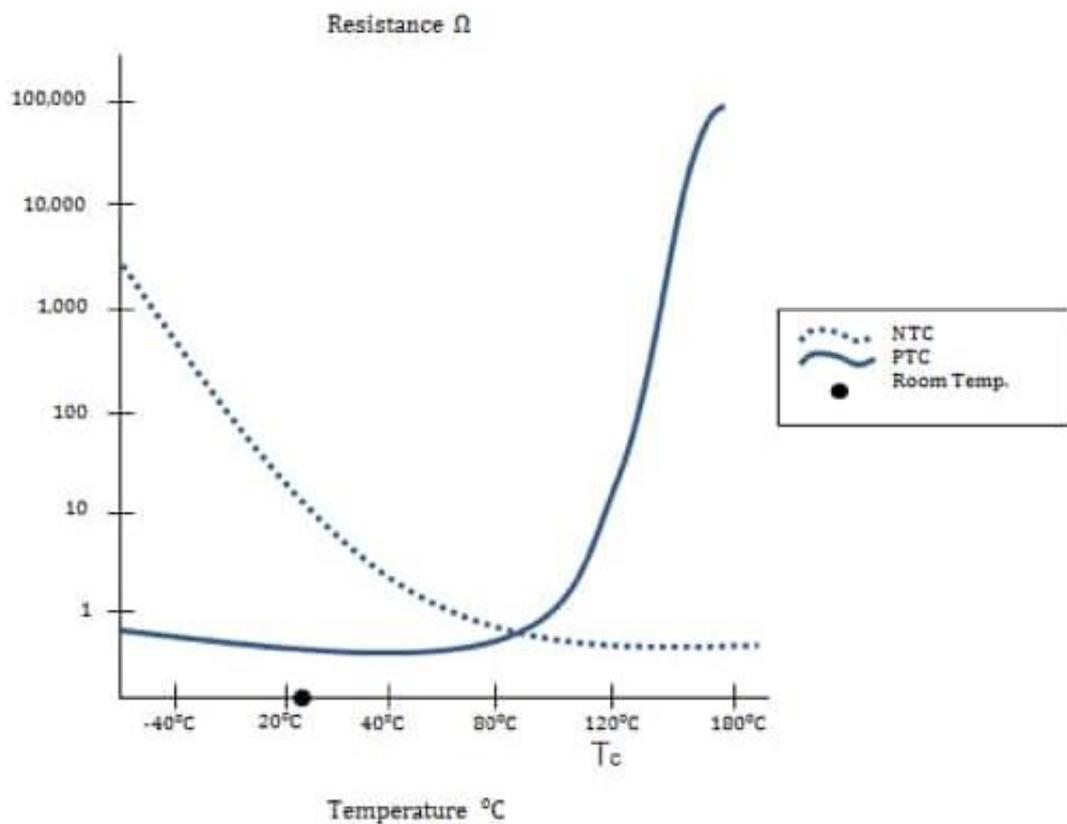


Ilustración 56. Gráfica NTC vs. PTC (35)

Las NTC son pequeñas, de respuesta rápida y exacta cuando trabajan a bajas temperaturas. Por el contrario, las NTC no funcionan bien a altas temperaturas, ya que no proporcionan una respuesta exacta. Es más, se ven alteradas por las resistencias de los contactos.

Debido a su alta resistencia cuando trabajan en el rango óptimo de temperaturas, no son muy utilizadas en los sistemas electrónicos de un vehículo de carreras.

Los termistores de Platino (Pt) son los más utilizados hoy en día. Su construcción (ilustración 57) está basada en una lámina de Platino, un elemento muy utilizado históricamente para la medición de temperaturas. La respuesta es fiable, estable y rápida, además de no afectarles las vibraciones y los cambios bruscos de temperatura. Trabajan bien en el rango de temperaturas de 0 a 600 grados centígrados. Las bases resistivas normalmente utilizadas son las Pt100 y las Pt1000. Esto quiere decir una resistencia de 100 ohm y de 1000 ohm, a cero grados, respectivamente.

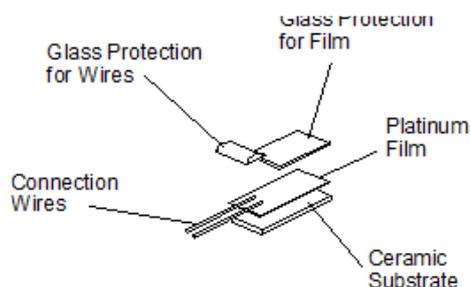


Ilustración 57. Esquema de componentes de un termistor de Platino

Las Pt1000 son las que mejores prestaciones ofrecen, son las más estables y exactas.

Los termopares es un transductor formado por dos metales distintos soldados. Cuando cambia la temperatura, cambia la diferencia de potencial entre los dos metales, esto es porque cambia el valor de la resistencia. Se pueden utilizar en todo el rango de temperaturas, pero trabajan muy bien a altas temperaturas, por ejemplo, para medir la temperatura de los gases de escape. Hay dos tipos: Tipo-J y Tipo-K. Estos se pueden ver afectados por el material de los cables con los que se conectan. Por ejemplo, un interruptor con contactos de Cobre en uno de los cables afectará a la lectura del sensor.

Los sensores de temperatura por infrarrojos miden el calor radiado por una superficie situada a una distancia. Son muy útiles en aplicaciones que se requiere que no haya contacto entre el sensor y la superficie, por ejemplo, la temperatura del neumático o del disco de freno. Según como sea el vehículo, puede ser difícil emplazar los sensores de temperatura (por infrarrojos) para los neumáticos.

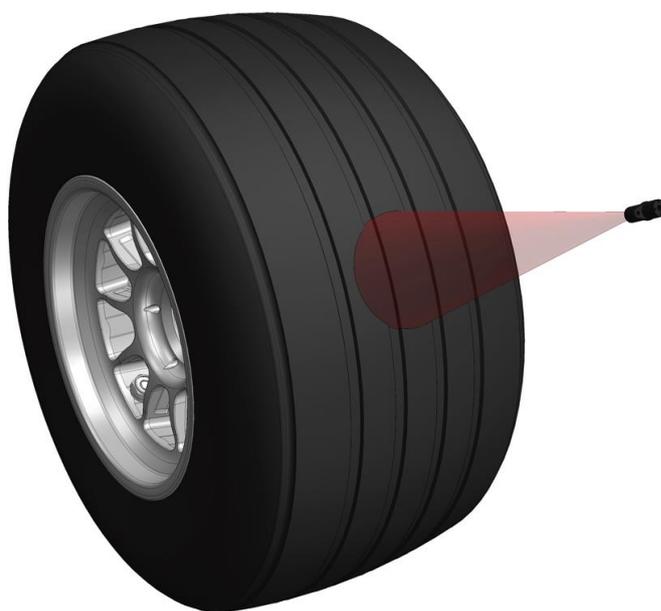


Ilustración 58. Sensor de temperatura por infrarrojos

- Sensor de temperatura por Infrarrojos de matriz de 16 por 4 (ilustraciones 59 y 60):



Ilustración 59. Sensor de temperatura por infrarrojos de matriz de 16 por 4

Un sensor capaz de aplicarse en múltiples sitios. Hay dos tipos: de 35 y de 60 grados. Este dato está referido al campo de medición del sensor. Este sensor se puede conectar vía CAN directamente con la Unidad de Adquisición de Datos (36).

Especificaciones técnicas:

- Tensión de suministro de 8 a 16 voltios
- Corriente máxima de suministro de 150 miliamperios a 12 voltios
- Outputs vía CAN:
 - 64 puntos de temperatura
 - Temperatura ambiente
 - Diagnóstico del suministro de energía
- Conexiones:
 - Cable rojo: Suministro eléctrico
 - Cable negro: Tierra
 - Cable azul: CAN +
 - Cable blanco: CAN –
- Tiene más exactitud en los cuatro elementos centrales de la matriz que en el resto (error de 1.5°C vs. 2°C)
- Masa completa menor de 35 gramos
- Cuerpo de aluminio aleado, anodizado y de color negro
- Resistente al aceite, líquido hidráulico, agua y combustibles estándar
- La lente del sensor debe estar limpia, por ello se recomienda limpiarla con alcohol o etanol puro y un bastoncillo de algodón
- Humedad máxima del 100%
- Rango de temperaturas de trabajo de -25°C a +125°C
- Rango de temperaturas de almacenamiento de -40°C a +125°C
- Soporta impactos de hasta 1000g

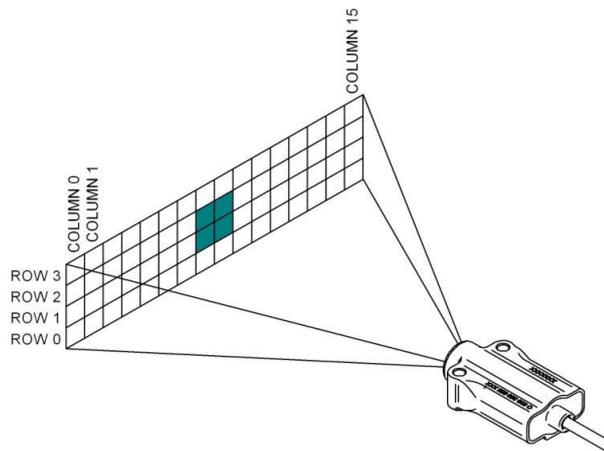


Ilustración 60. Esquema de funcionamiento del sensor de temperatura por infrarrojos de matriz de 16 por 4

- Sensor de temperatura de aire extrapequeño (ilustraciones 61 y 62):

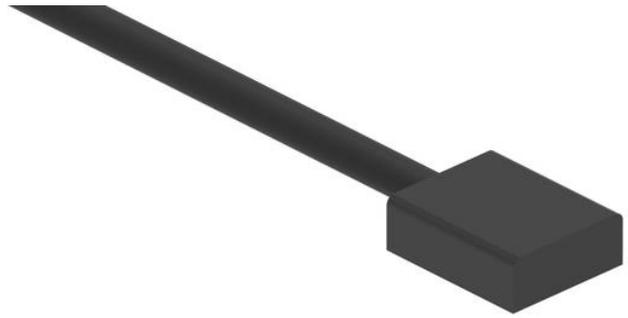


Ilustración 61. Sensor de temperatura de aire extrapequeño

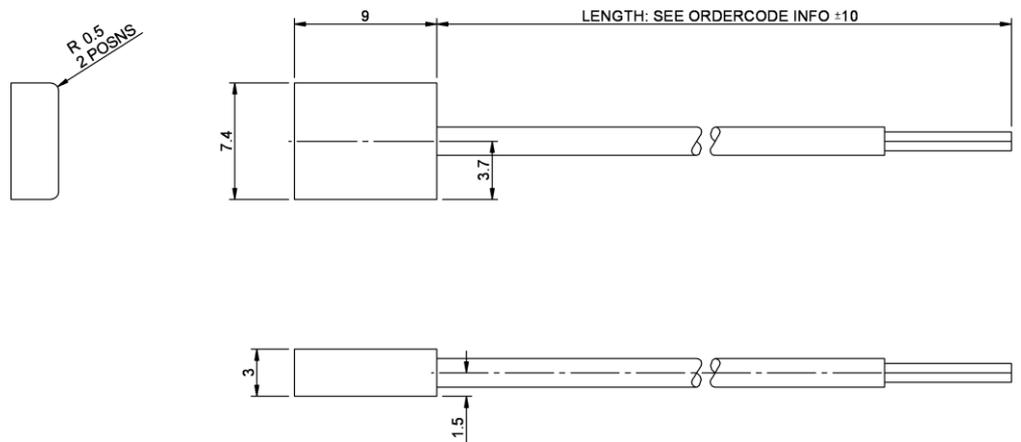


Ilustración 62. Planos del sensor

Basado en una Pt1000, de tamaño reducido, puede ser emplazado en el sitio natural de un termopar. La aplicación de este es medir temperatura (37).

- Sensor de temperatura de una superficie (ilustración 63):

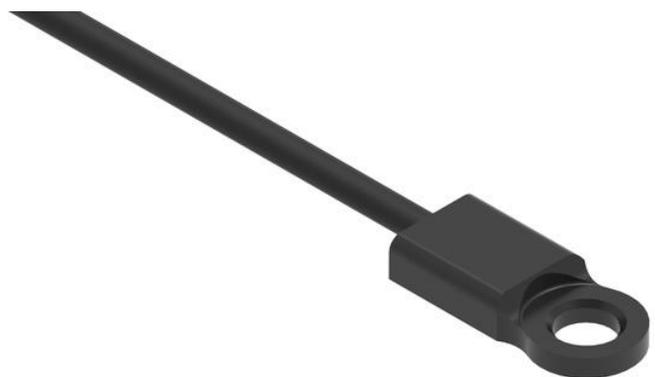


Ilustración 63. Sensor de temperatura de una superficie

Basado en una Pt1000, de tamaño reducido, puede ser emplazado en el sitio natural de un termopar. La aplicación de este es medir temperatura (38).

- Sensor termopar para gases de escape (ilustración 64):



Ilustración 64. Sensor termopar para gases de escape

Sensor de Tipo-K, muy utilizado en aplicaciones de alta temperatura con grandes vibraciones. Las centralitas (generalmente ECUs) y las Unidades de Adquisición de Datos admiten este tipo de sensores. Es un sensor de tamaño reducido y corto para minimizar las vibraciones.

Aplicaciones: medir la temperatura de los gases de escape (39).

Especificaciones técnicas:

- o Rango de medida de 0 a 1200 grados centígrados
- o Utilizado en aplicaciones militares y de automoción
- o Conexiones:
 - Cable verde – Señal positiva
 - Cable blanco – Señal negativa
- o Cuerpo de acero inoxidable
- o Humedad máxima admisible del 100%
- o Resistente a los fluidos estándar de un vehículo de carreras
- o Rango de temperaturas de trabajo:
 - Sonda: 0 a 1200°C
 - Cable: -10 a +200°C
- o Máximas temperaturas soportadas durante un corto periodo de tiempo:
 - Sonda: +1300°C
 - Cable: +250°C

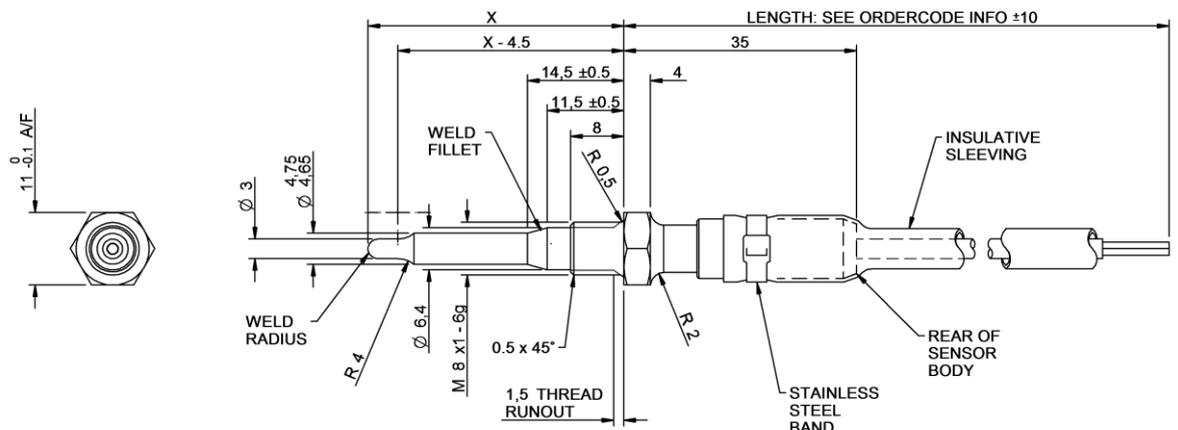


Ilustración 65. Planos sensor termopar para gases de escape

- Sensor termopar para aire:



Ilustración 66. Sensor termopar para aire

Termopar Tipo-J, ilustración superior, se utiliza en aplicaciones en las que se necesita una respuesta rápida (40).

- Sensor de temperatura para aire:



Ilustración 67. Sensor de temperatura de un flujo de aire

Está disponible en tres versiones: Pt100, Pt1000 y NTC. La Pt1000, ilustración 67, es la recomendada y la que es admitida por todas las ECUs y Unidades de Adquisición de Datos. Pero se puede adaptar a los otros dos tipos.

Este sensor mide la temperatura de un flujo de aire que pasa alrededor de él. Por lo tanto, es el sensor idóneo para medir la temperatura del colector de admisión (41).

Especificaciones técnicas:

- Resistencia nominal:
 - Pt100 – 100 ohm a 0°C
 - Pt1000 – 1000 ohm a 0°C
 - NTC – 5000 ohm a 25°C
- Conexiones:
 - Cable blanco – Señal positiva
 - Cable negro – Señal negativa
- Hay tres tipos de cuerpo:
 - Aleación de aluminio
 - Titanio
 - Poliéster
- Humedad máxima admisible del 100% para Pt100 y Pt1000. La NTC no debe superar 75% de media anual
- Resistente a los fluidos estándar de un vehículo de carreras
- Rango de temperaturas de trabajo:
 - -25°C a 200°C

- Sensor de temperatura para líquido (ilustraciones 68 y 69):



Ilustración 68. Sensor de temperatura para líquido

Está basado en una Pt1000 y es el sensor idóneo para medir la temperatura de un líquido. Por ejemplo, agua, aceite o combustible (42).

Especificaciones técnicas:

- Masa completa menor de 30 gramos
- Resistente a los fluidos estándar de un vehículo de carreras
- Humedad máxima del 100%
- Rango de temperaturas de trabajo de -25°C a +150°C

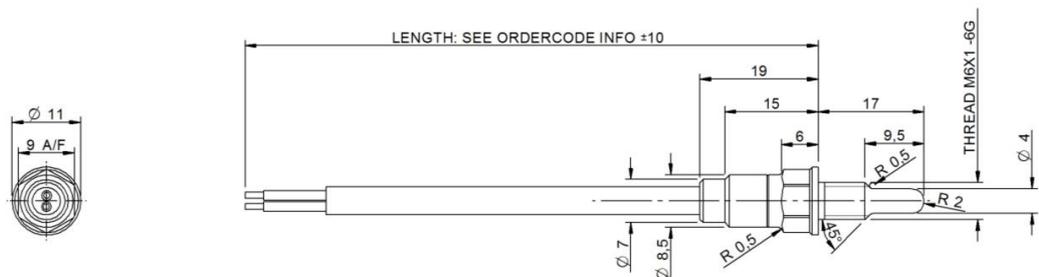


Ilustración 69. Planos sensor de temperatura para líquido

CONTROLADOR DEL PARÁMETRO LAMBDA (AIM) [EL01]:



Ilustración 70. Imagen del controlador Lambda de AIM y de la sonda Bosch

Está formada por dos elementos, como podemos ver en la imagen superior. Estos son:

- LCU-One Lambda Controller
 - o Salida tipo CAN
 - o Salida analógica
- Sonda (Bosch LSU 4.9)

La sonda en cuestión está diseñada para soportar más de 100.000 kilómetros en un coche de serie. Por lo tanto, está demostrada su fiabilidad y su capacidad de mantener su calibración (43).

El LCU-One es una herramienta muy útil para medir el parámetro Lambda. Esto nos permite afinar el motor al máximo, ya sea para conseguir la máxima potencia o mínimo consumo y máximo rendimiento. Para que un motor vaya perfecto, la ratio aire/combustible siempre debe estar en los valores adecuados. Podemos hacer tantas modificaciones como queramos en el motor, que si no cambiamos los mapas motor no sacaremos provecho de las mejoras. Y para comprobar que los mapas son los correctos, lo comprobamos con el parámetro Lambda.

Entonces, con el parámetro Lambda afinamos la carburación del motor, lo que antiguamente en los motores de carburación se hacía a "oído", ahora tenemos esta herramienta.

El LCU-One puede leer valores Lambda entre 0.65 a 1.6, siendo menor que 1 mezcla rica, igual a 1 mezcla estequiométrica y mayor que 1 mezcla pobre. Se puede utilizar en motores de cuatro tiempos gasolina, diésel o combustibles alternativos (etanol...).

Puede conectarse directamente a la Unidad de Adquisición de Datos, permitiendo así su fácil lectura. El esquema de conexión está en la ilustración inferior.

- SALIDA TIPO CAN
 - Fácil de instalar y respuesta rápida
 - Información proporcionada:
 - Valor Lambda
 - Ratio Aire/Combustible
 - Información de la sonda (temperatura...)
 - Información que permite configurar:
 - Punto estequiométrico
- SALIDA ANALÓGICA
 - Información proporcionada:
 - Valor Lambda
 - Ratio Aire/Combustible
 - Información de la sonda (temperatura...)
 - Información que permite configurar:
 - Punto estequiométrico
 - Salida analógica (0 a 5 voltios)

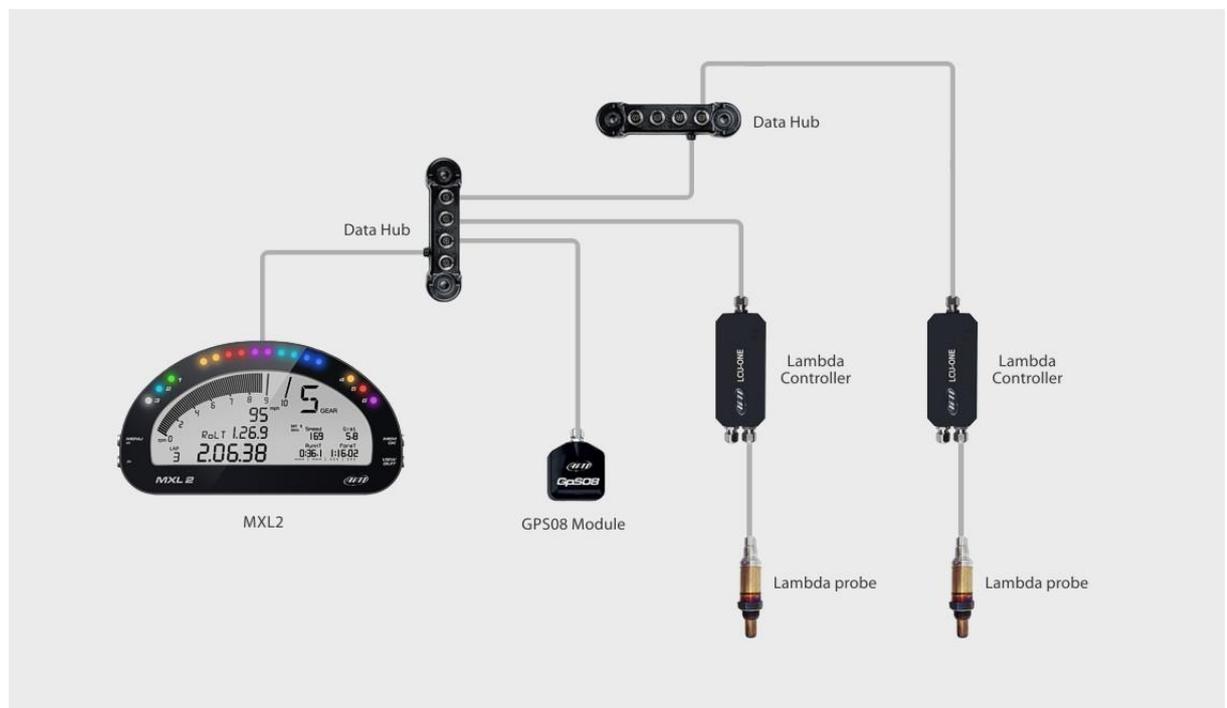


Ilustración 71. Esquema de conexión del controlador Lambda y su sonda

1.4.2 TELEMETRÍA

El término telemetría en general, significa medir algo a distancia, generalmente magnitudes físicas. Esto aplicado al motorsport, significa poder acceder a información (data) del vehículo en tiempo real. Esta información son magnitudes físicas o parámetros del vehículo medidos por los sensores instalados.

Su aplicación generalmente está reservada a las competiciones de más alto nivel. Esto suele ser Formula Uno y Moto GP. La información que llega al muro suele ser sobre todos los aspectos del vehículo, esto es prestaciones del motor, como está trabajando la caja de cambios, estado de las suspensiones, información de los neumáticos...

Uno de los puntos que mejora mucho las prestaciones de un automóvil sea del tipo que sea, es la puesta a punto del/os diferencial/es. La función de este es repartir el par generado por el motor entre la rueda interior y exterior de un mismo eje. Esto en el caso de que la motricidad del vehículo dependa de un solo eje. Si el vehículo es tracción a las cuatro ruedas permanente, llevará un diferencial central que repartirá el par del motor entre el eje delantero y trasero. Entonces, observando este matiz, vemos como en general la evolución de los diferenciales a estado relacionada con la competición y con reglamentos novedosos. Los vehículos de rallye de Grupo B supusieron la introducción del sistema de tracción a las cuatro ruedas permanente, con el Audi Sport Quattro (ilustración 72). Hasta entonces todo buen deportivo o coche de rallyes prestacional era tracción trasera. Con el Audi Sport Quattro esto cambió y la competencia desarrolló sus propios sistemas. Al principio con estos vehículos era muy difícil hacer una horquilla, esto se debía a las precargas utilizadas y a los tarados de los diferenciales. Con la llegada de los Kit Car en los años noventa, se produjo una gran evolución en los diferenciales autoblocantes para coches tracción delantera con altas potencias. Hasta entonces los coches tracción delantera con mucha potencia solían sufrir de motricidad o bien eran inconducibles en zonas ratoneras debido a la precarga de los diferenciales. Con los Kit Car, ilustraciones 73 y 74, se alcanzaban potencias de unos 300 caballos, con un peso de 960 kg en vacío. Por lo tanto, se desarrollaron técnicamente los diferenciales autoblocantes de discos y rampas (esquema de componentes ilustración 75). De hecho, se desarrollaron diferenciales autoblocantes controlados electrónicamente en vehículos tracción delantera. Esto repercutió en los vehículos de calle, ya que en la próxima década llegarían vehículos tracción delantera con potencias notables.

Y como siempre la Formula 1 está a la vanguardia de la tecnología. Aquí es donde la telemetría es una herramienta muy importante para la puesta a punto de un Formula Uno. Estos diferenciales autoblocantes de discos y rampas están controlados electrónicamente y se puede modificar el bloqueo del diferencial desde el volante del monoplaza. Entonces, poder acceder en directo a la información de cómo está traccionando el monoplaza es muy útil. Para ponerlo a punto en las sesiones de los libres, sacas el coche a pista con la configuración que crees que es idónea y si se observa en la telemetría que hay configuraciones mejores, solo hay que avisar al piloto para que lo modifique desde el volante, si es posible. Si no, gracias a la telemetría puedes tener a punto los componentes a modificar, perdiendo así menos tiempo (los libres 1 y 2 duran hora y media, y los libres 3 una hora). También, si hay condiciones cambiantes (lluvia o el propio desgaste de los neumáticos) durante la carrera, se puede avisar al piloto, para modificar y mejorar el comportamiento del diferencial.



Ilustración 72. Audi Sport Quattro Grupo B

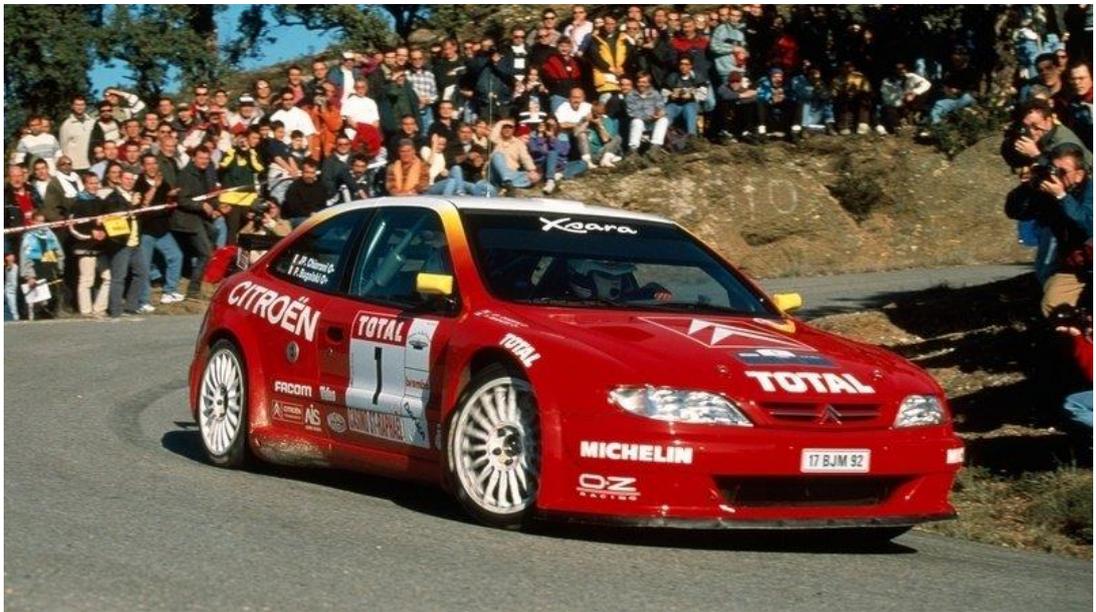


Ilustración 73. Philippe Bugalski a los mandos del Citroën Xsara Kit car (44)



Ilustración 74. Sebastien Loeb en un test con su Peugeot 306 Maxi

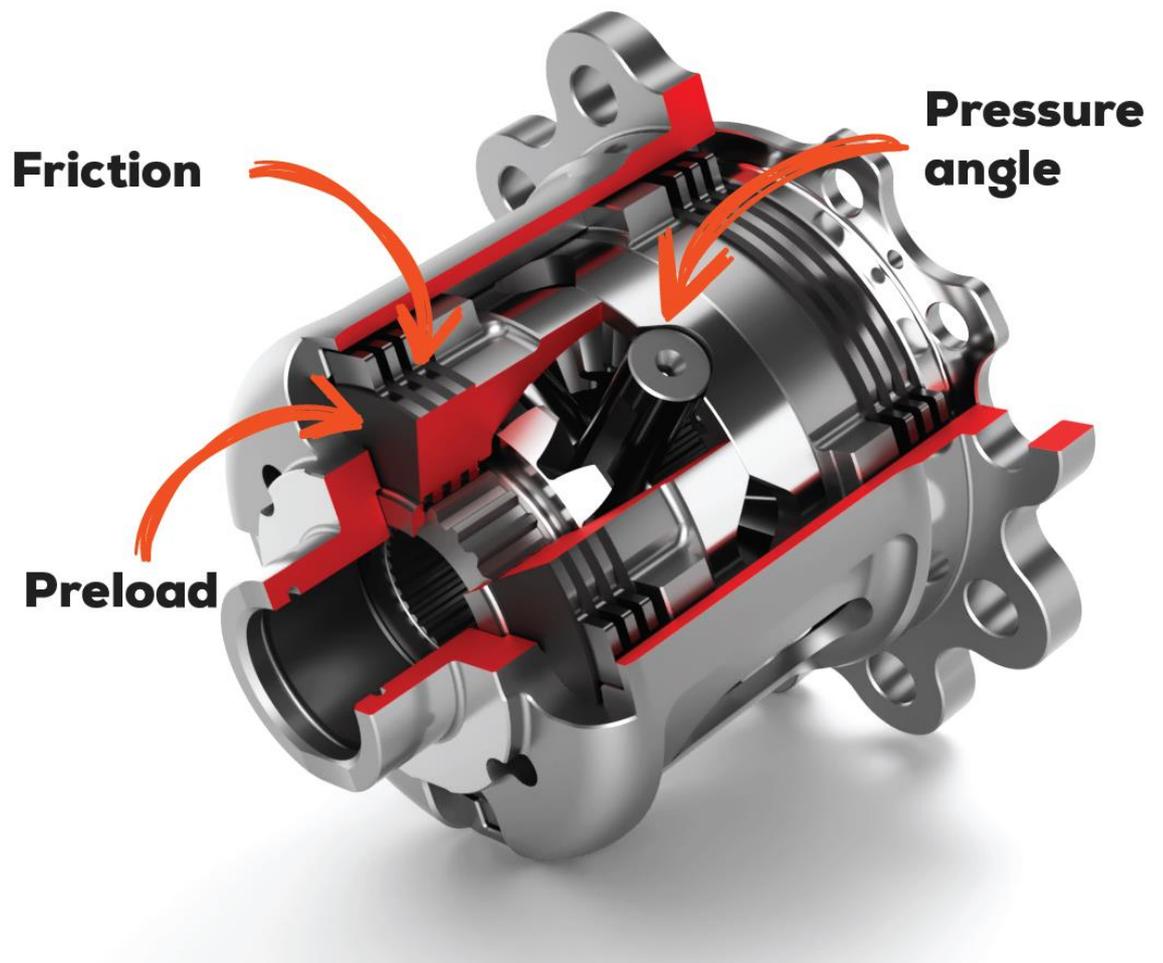


Ilustración 75. Esquema del interior de un diferencial autoblocante de discos y rampas (45)

CÓMO FUNCIONA LA TELEMETRÍA:

Como se ha mencionado en anteriores apartados, desde 2008 en la Formula Uno se utiliza un suministrador único de para todos los equipos (por reglamento), que es McLaren Electronic System. Este suministra todo el equipo completo formado por la ECU y Adquisición de Datos. En este último se incluye la telemetría.

Para que la telemetría funcione de forma eficiente y correcta es necesaria una infraestructura importante, no basta con tener un emisor en el monoplaza.

En primer lugar, el monoplaza debe disponer de una centralita encargada de transmitir vía radio la información recogida por la unidad de adquisición de datos. Esta es la unidad de telemetría (CBM-470B en los Formula 1). Puede almacenar información temporalmente por si se corta la conexión, está información almacenada se enviará al recuperar la conexión (4).

La información se envía al Servidor ATLAS, desarrollado por McLaren Electronic Systems. Las siglas ATLAS significan Advanced Telemetry Linked Acquisition System, en castellano, sistema de adquisición (de datos) vinculado a telemetría avanzada. Este servidor es el encargado de recibir la información de cada coche codificada y entregarla a cada uno de los equipos clientes descodificada. Cada equipo solo recibe la información de su/s coche/s.

Para que un equipo puede leer la información de sus coches con el Servidor ATLAS, deben tener instalado el software ATLAS Client. Esto es para poder visualizar la data en los PC y portátiles. Este software está desarrollado por McLaren Electronic Systems en conjunto con Microsoft. Esto permite visualizar la información de forma fácil en Microsoft Office Excel.

McLaren Electronic Systems también desarrolló ATLAS Remote Data Server, que permite distribuir vía internet la data de los coches en múltiples puntos del mundo. Esto es debido a que los equipos de Formula Uno tienen a mucha gente analizando la telemetría en las fábricas de los equipos. Si el suministrador de motores es una empresa externa también se le envía la información. Siempre se envía la información más reciente y la información más atrasada se envía cuando es posible sin interferir en la recepción de la información reciente.

Además, McLaren Electronic Systems desarrolló el ATLAS Database. Esto es una base de datos que tiene la información recogida en los años anteriores. Esto es muy importante para el trabajo de los equipos, tanto para la puesta a punto de los monoplazas como para la toma de decisiones. Es muy importante en la puesta a punto cuando se llega a un circuito, se configura al monoplaza con la puesta a punto del año anterior y se toma como base para mejorar durante las sesiones de entrenamientos. Es muy importante para la toma de decisiones, ya que, si se produce un hecho inesperado durante la carrera y hay que responder, se puede intentar sacar patrones de años anteriores. Por ejemplo, si todas las sesiones de entrenamientos de un fin de semana se realizan en seco y la carrera en mojado, se puede ver si en años anteriores llovió. Así se puede establecer una puesta a punto aceptable o como gestionar las decisiones con los neumáticos.

Entonces, los monoplazas utilizan entre 150 y 300 sensores que envían la información a la ECU y a la Unidad de Adquisición de Datos. La Adquisición a la Unidad de Telemetría y esta vía radio al muro y a la fábrica (todo gestionado por el servidor ATLAS). El tiempo de respuesta entre que se almacena la información en el monoplaza y llega al muro es de 2 milisegundos. Como dato adicional, un solo monoplaza de Formula 1 genera entre cinco y seis gigabytes de información comprimida en una sesión de entrenamientos libres. En las ilustraciones inferiores se muestra la información recopilada por un monoplaza y el esquema básico de componentes de un sistema de telemetría.

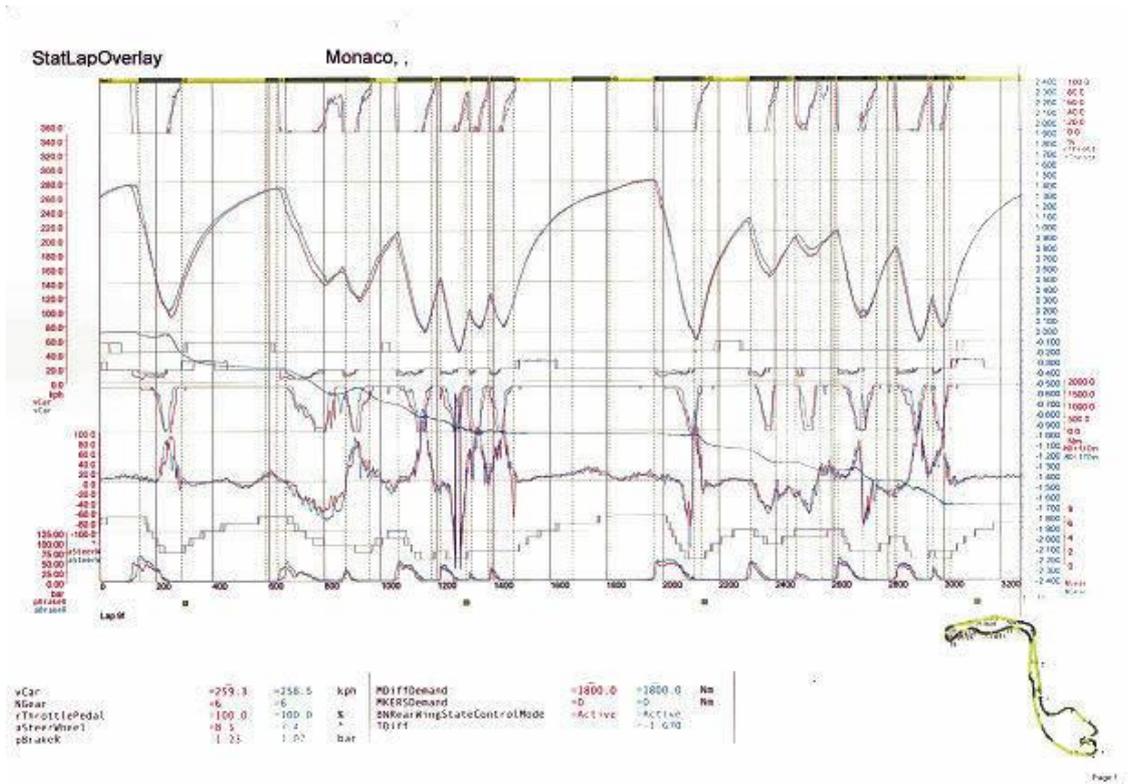


Ilustración 76. Lectura de la información recopilada por el sistema de adquisición de datos

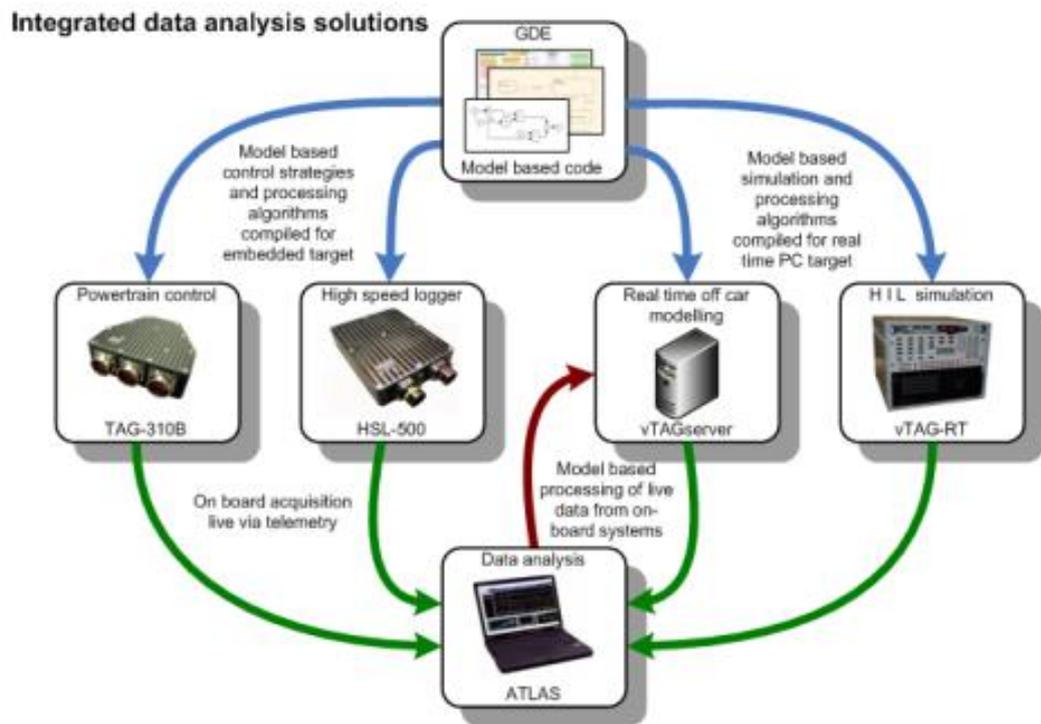


Ilustración 77. Esquema de componentes principales en la telemetría

1.5 PLANTEAMIENTO SOLUCIONES ALTERNATIVAS

En el presente punto, se va a explicar las soluciones de tres sistemas de adquisición de datos. El primero es el de un Formula Uno, el segundo es el de un Tatuus F4-T014 y el último, es el de un Porsche 911 (997.2) GT3 Cup 2010. Se va a listar los sensores propuestos en cada uno, y se van a comparar.

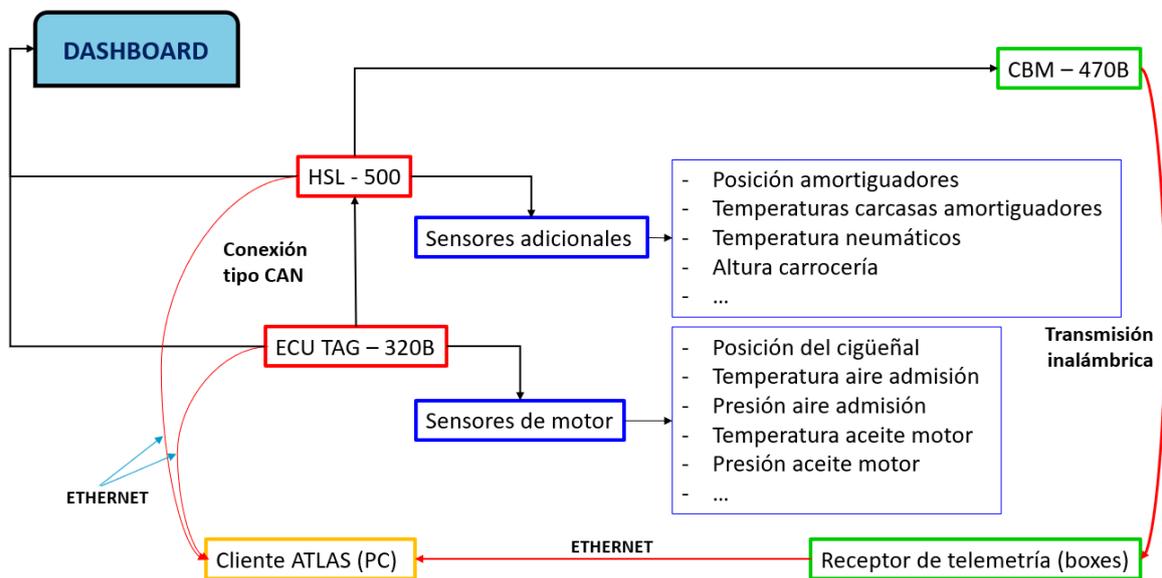
1.5.1 LISTADOS SENSORES EN SOLUCIONES ALTERNATIVAS

Listado de sensores básicos de un Formula 1 (2008-2013), entradas de sensores para la ECU TAG-310B:

- Presión de la válvula de aire del motor 1
- Presión de la válvula de aire del motor 2
- Presión de la válvula de aire del tanque de presión
- Presión de aire de la admisión
- Temperatura ambiente
- Sensor de posición de las levas
- Sensor de posición de cigüeñal 1
- Sensor de posición de cigüeñal 2
- Tensión de suministro del sistema de inyección
- Sensor UEGO bancada izquierda
- Sensor UEGO bancada derecha
- *(UEGO: Universal Exhaust Gas Oxygen sensors – Sensores universales de oxígeno en el escape)
- Posición del tambor de la caja de cambios 1
- Posición del tambor de la caja de cambios 2
- Sensor de velocidad del eje primario de la caja de cambios
- Posición del embrague 1
- Posición del embrague 2
- Presión hidráulica del actuador del embrague
- Aceleración lateral
- Aceleración longitudinal
- Presión hidráulica del actuador o accionador del diferencial
- Posición del acelerador 1
- Posición del acelerador 2
- Demanda de controlador de mando
- Entrada del pedal del acelerador 1
- Entrada del pedal del acelerador 2
- Presión de frenos del eje delantero
- Presión de frenos del eje trasero
- Habilitación del controlador de mano
- Presión del sistema hidráulico
- Medidor de tiempos por vuelta
- Selección de modo garaje
- Interruptor cortacorrientes del motor
- Velocidad de la rueda delantera izquierda
- Velocidad de la rueda delantera derecha
- Velocidad de la rueda trasera izquierda
- Velocidad de la rueda trasera derecha
- Presión del aceite de la caja de cambios
- Presión del aceite del motor
- Presión del cárter del motor
- Presión del líquido refrigerante del motor
- Presión de combustible
- Presión del depósito de combustible

- Nivel del depósito de combustible
- Temperatura del aceite de la caja de cambios
- Temperatura del aceite del motor
- Temperatura del líquido refrigerante del motor
- Temperatura de combustible
- Temperatura del escape izquierdo
- Temperatura del escape derecho
- Entrada analógica de repuesto 1
- Entrada analógica de repuesto 2
- Entrada analógica de repuesto 3
- Entrada analógica de repuesto 4
- Entrada analógica de repuesto 5
- Entrada analógica de repuesto 6
- Entrada de interruptor de repuesto 1
- Entrada de interruptor de repuesto 2
- Entrada de interruptor de repuesto 3
- Entrada de velocidad de repuesto 1
- Entrada de velocidad de repuesto 2
- Entrada de velocidad de repuesto 3
- LVDT de repuesto
- *(LVDT: Transductor de Desplazamiento Lineal Variable)

ESQUEMA COMPONENTES DE UN FORMULA UNO



Sensores F4. Este es un listado de los sensores de un Tatuus F4-T014:

- RPM (Revoluciones Por Minuto)
- Temperatura del agua del motor
- Voltaje de la batería
- Temperatura de la caja de cambios
- Marcha engranada
- Potenciómetro de posición del eje de la caja de cambios (para saber la marcha engranada)
- Limitador de inyección de combustible
- Sensores en cada una de las levas
- Sensor de posición del cigüeñal
- Velocidad de rotación rueda (derecha e izquierda ruedas delanteras)
- Potenciómetros amortiguadores (LVDT, Transductores de Desplazamiento Lineal Variable)
- Presión de la bomba de gasolina
- Presión de aceite del motor
- Temperatura de aceite del motor
- Posición de acelerador (dos sensores y van por voltaje que luego se convierte a %)
- Starter
- Luz de lluvia
- Voltaje batería
- Voltaje batería auxiliar
- Posición de la mariposa (medida en el cuerpo del acelerador)
- Presión de frenos del eje delantero
- Presión de frenos del eje trasero
- *(Con los dos anteriores se calcula el reparto de frenada)
- Posición embrague
- Temperatura de la unidad de adquisición de datos
- Presión de gasolina en el raíl común
- Acelerómetro (3 direcciones)
- Giroscopio (3 ejes)
- GPS
- El Formula 4 Mygale también utiliza un sensor de temperatura de aire a la entrada de la admisión.

Sensores Porsche 911 (997.2) GT3 Cup 2010:

- RPM (Revoluciones Por Minuto)
- Velocidad
- Sensor de posición del acelerador
- Marcha engranada
- Velocidad de la rueda delantera izquierda
- Velocidad de la rueda delantera derecha
- Velocidad de la rueda trasera izquierda
- Velocidad de la rueda trasera derecha
- Valor Lambda 1
- Valor Lambda 2
- Presión de aceite
- Presión atmosférica
- Presión de gasolina
- Presión del cárter
- Presión 1
- Temperatura de aceite
- Temperatura del aire de admisión
- Temperatura del combustible
- Temperatura del líquido refrigerante del motor
- Temperatura de los gases de escape 1
- Temperatura de los gases de escape 2
- Temperatura de la sonda Lambda 1
- Temperatura de la sonda Lambda 2
- Suministro de batería
- Lámpara indicadora de mal funcionamiento
- Interruptor de presión de aceite

1.5.2 TABLA COMPARATIVA

VARIABLE A MEDIR	TIPO SENSOR	CÓDIGO	FORMULA 1	FORMULA 4	PORSCHE 911 GT3 Cup
P - POSICIÓN	LINEAL SIN CONTACTO	PL01	█	█	
		PL02	█	█	
		PL03	█		
		PL04	█		
	EFECTO HALL ROTACIONAL ROTACIONAL SIN CONTACTO	PH01	█	█	█
		PR01	█		
		PR02	█	█	
PE - PRESIÓN	TUBOS DE PITOT MÓDULO DE PRESIÓN BAROMÉTRICA PRESIÓN NEUMÁTICOS	PET01	█		
		PEB01	█		
		PEN01	█		
		PEN02	█		
		PEN03	█		█
V - VELOCIDAD	INDUCTIVOS EFECTO HALL DIFERENCIAL VELOCIDAD CERO EFECTO HALL POSICIÓN VERDADERA VELOCIDAD CERO	VI01	█	█	█
		VH01	█	█	█
		VC01	█		
		VV01	█	█	
T - TEMPERATURA	TERMISTORES	TT01			
		TT02			
		TT03	█	█	█
	TERMOPARES	TP01	█		█
		TP02			
	INFRARROJOS	TI01	█		
A - ACCELERÓMETROS	DE UN EJE DE TRES EJES	AU01	█		
		AT01	█	█	
G - GIROSCOPIOS	DE UN EJE DE TRES EJES	GU01	█		
		GT01	█	█	
E - ESPECÍFICOS	LAMBDA FUEGO NIVEL FLUIDOS	EL01	█		█
		EF01	█		
		EN01	█	█	█

1.5.3 CONCLUSIONES PARCIALES

Comparando los tres casos de estudio, en función del grado de sofisticación del coche, observamos que el Formula Uno es el que utiliza más sensores. En cambio, vemos que el Formula 4 y el Porsche tienen una cantidad similar de sensores. Esto se debe a que a pesar de ser coches muy potentes y capaces, están pensados para un nivel amateur alto o un nivel profesional medio-bajo.

Cuando los pilotos pasan del karting a los monoplazas, el primer monoplaza que utilizan es un Formula 4. En cambio, los Porsche se utilizan en copas monomarca pensadas para iniciarse en GTs y también, en subidas de montaña por amateurs de alto nivel.

1.6 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA Y JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

El sistema de telemetría propuesto en este trabajo es para un Peugeot 206 GTI Course y estará formado por los siguientes elementos:

1. ECU – ORIGINAL DEL VEHÍCULO (MAGNETI MARELLI)

UBICACIÓN: EN EL VANO MOTOR

EN EL INTERIOR

- AL LADO DEL REPOSAPIÉS DEL COPILOTO
- DETRÁS DEL ASIENTO DEL PILOTO

2. DASHBOARD + UNIDAD DE ADQUISICIÓN DE DATOS – DATA LOGGER MXL2

UBICACIÓN: EN EL SALPICADERO

- EN EL CUADRO DE INSTRUMENTOS
- EN LA RADIO
- SALPICADERO EN LA PARTE DEL COPILOTO

3. UNIDAD DE TELEMETRÍA – PODIUM CONNECT TELEMETRÍA

UBICACIÓN: EN EL INTERIOR

- DETRÁS DE LOS ASIENTOS DEL CONDUCTOR
- AL LADO DEL REPOSAPIÉS COPILOTO

4. SENSORES

Acelerómetro de 3 ejes SR (4)

Sensor de ángulo de volante 22 mm AIM (1)

Transductor de Desplazamiento Lineal Variable de 75 mm AIM (4)

Transmisor de infrarrojos AIM (1) – VA EN EL MURO DE BOXES

Receptor de infrarrojos AIM (1)

Sensor de velocidad inductivo SR (2)

Sensor de velocidad de dentado o engranaje (tipo ABS) AIM (4)

Termopar tipo K AIM (2)

Sensor de presión de aceite AIM (1)

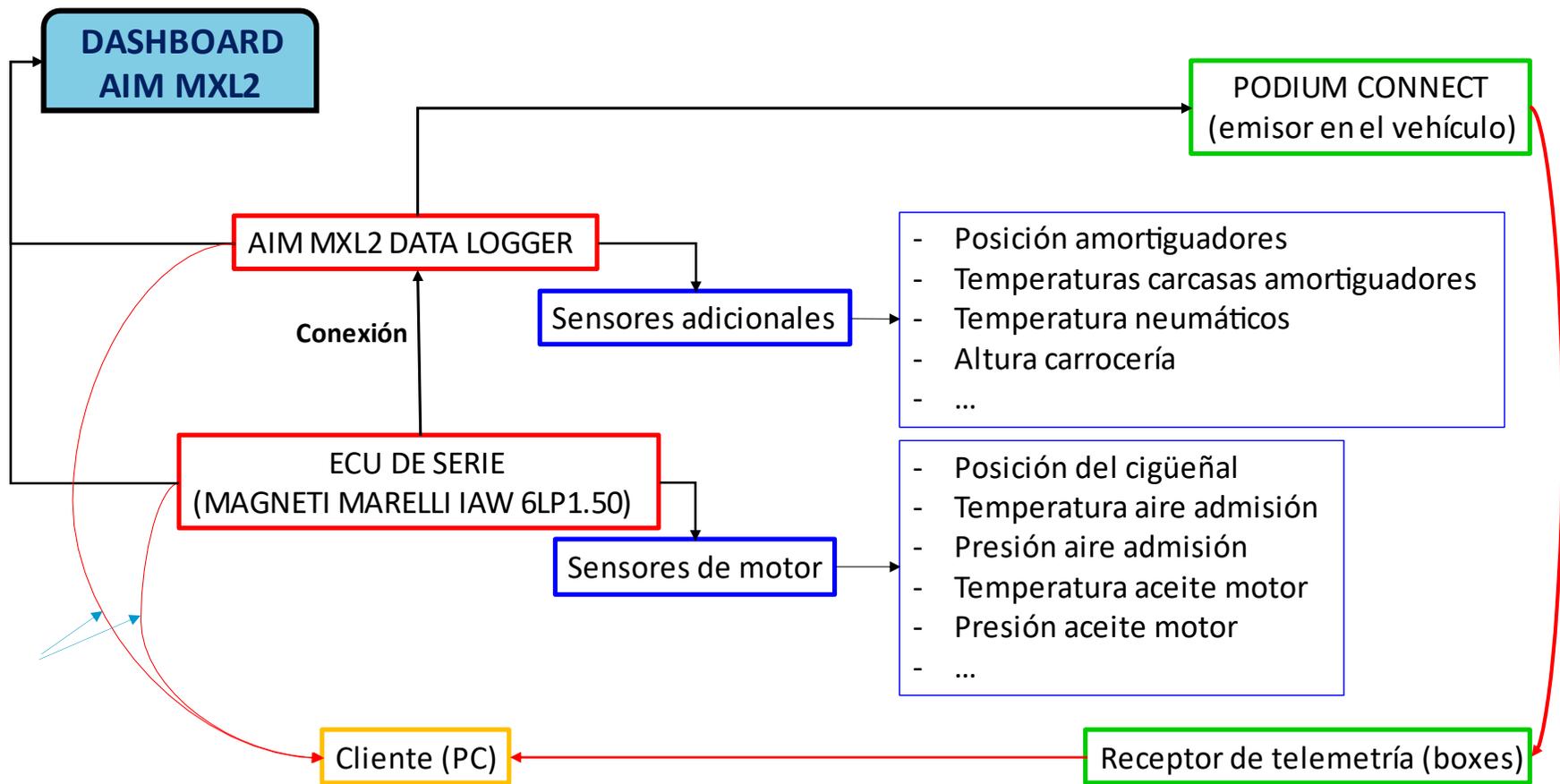
Giroscopio de tres ejes (1)

Temperatura admisión

MAP

Presión combustible

Sensor de posición (2)



1.6.1 ECU

La ECU es la centralita electrónica encargada de la gestión del motor. Esta se puede ubicar en tres lugares.

1.1 En el vano motor (de serie)

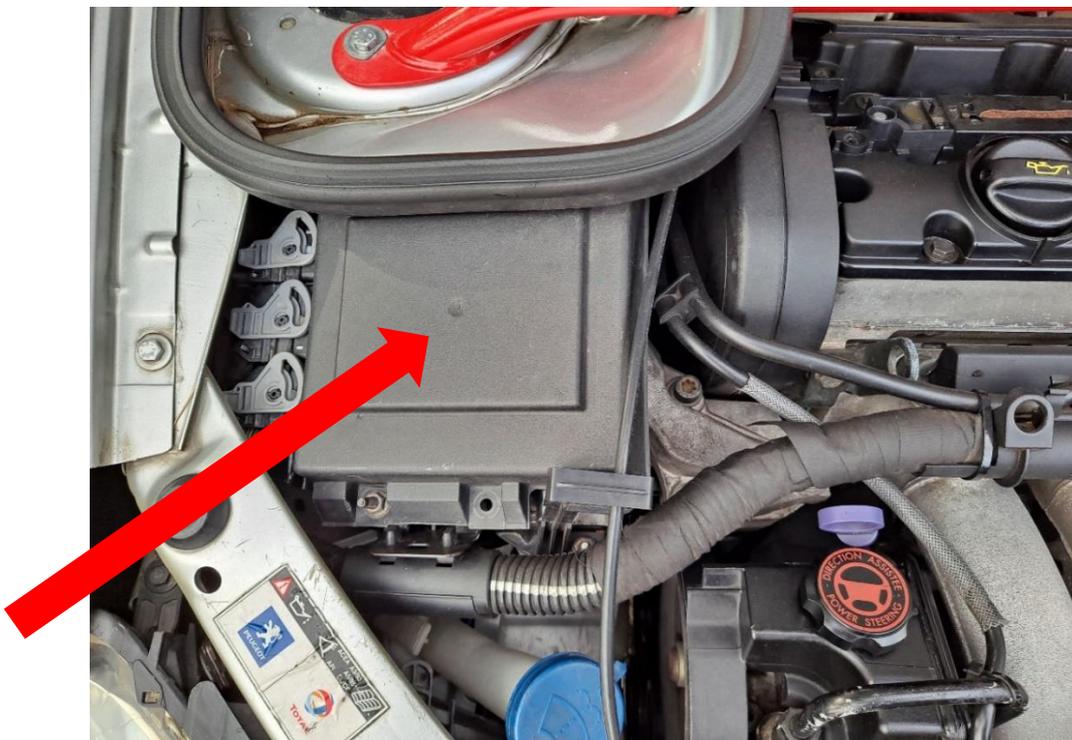
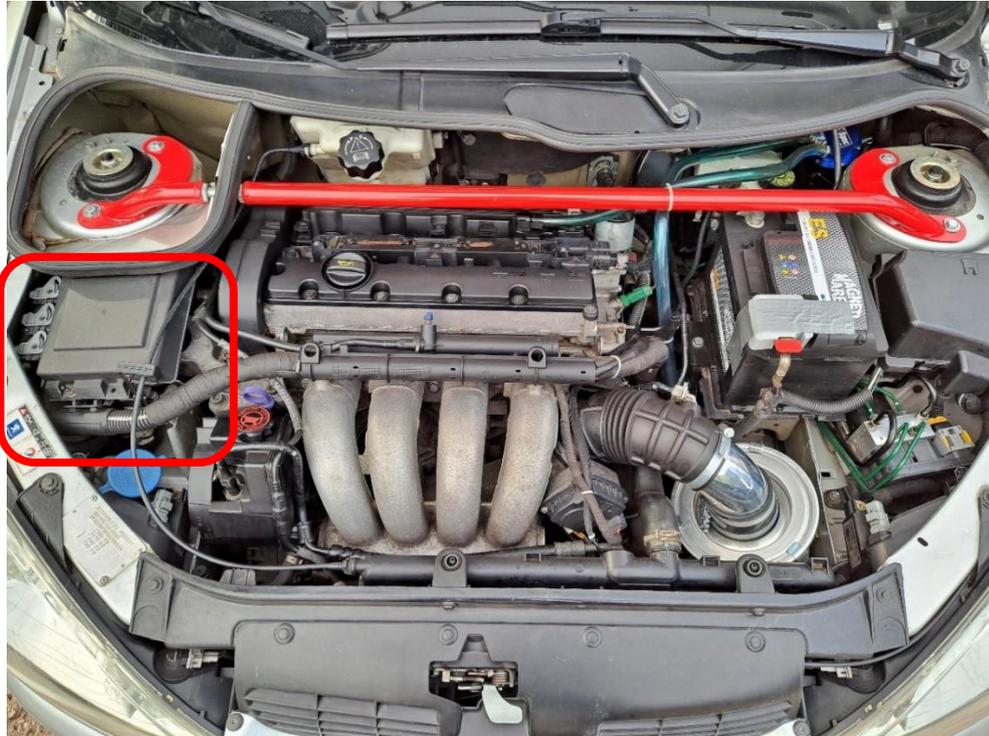


Ilustración 78. ECU PEUGEOT 206 GTI (autor)

1.2 En el interior

1.2.1 Al lado del reposapiés



Ilustración 79. Reposapiés Peugeot 206 GTI (autor)

1.2.2 Detrás del asiento del piloto:



Ilustración 80. Asiento conductor Peugeot 206 GTI (autor)



Ilustración 81. Ubicación ECU Peugeot 206 GTI (autor)

La ubicación de la ECU escogida es detrás del asiento del piloto. Esta ubicación permite bajar el centro de gravedad del vehículo y es un lugar de fácil emplazamiento. Habría que poner dos pletinas de tres milímetros de espesor, que realizarán la función de separar la ECU del suelo del coche. Esta irá fijada con cuatro tornillos de métrica ocho (M8 x 1.25) y sus correspondientes tuercas y arandelas.

1.6.2 DASHBOARD + DATA LOGGER (DASH LOGGER)

El dashboard es la pantalla encargada de mostrar la información al piloto. El data logger o unidad de adquisición de datos es la centralita electrónica encargada de almacenar la información leída por los sensores instalados en el coche.

2.1 Salpicadero Peugeot 206 GTI



Ilustración 82. Salpicadero Peugeot 206 GTI (autor)

2.1.1 Dash logger ubicado en el cuadro de instrumentos de un Peugeot 206 GTI de serie



Ilustración 83. Cuadro de instrumentos Peugeot 206 GTI (autor)



Ilustración 84. Dashboard Peugeot 206 GTI

2.1.2 Dash logger ubicado en la radio



Ilustración 85. Radio Peugeot 206 GTI (autor)

2.1.3 Dash logger ubicado en la parte del copiloto



Ilustración 86. Dashboard salpicadero copiloto

La ubicación seleccionada para el Dash Logger será el cuadro de instrumentos. Hay que desmontar la cúpula del salpicadero y el cuadro de instrumentos. Hay que cortar una lámina de fibra de carbono, tallando la forma del Dash Logger. Esta es la mejor ubicación, ya que es la que muestra mejor la información al piloto. Además, tiene fácil acceso y fácil instalación eléctrica.

1.6.3 UNIDAD DE TELEMETRÍA (PODIUM CONNECT)

Es la centralita encargada de enviar la información almacenada en la unidad de adquisición de datos a los boxes.

3.1 Unidad de telemetría ubicada al lado del reposapiés



Ilustración 87. Reposapiés copiloto Peugeot 206 GTI (autor)

La ubicación de la unidad de telemetría escogida es al lado del reposapiés del copiloto. Esta ubicación permite bajar el centro de gravedad del vehículo. Además, es un lugar de fácil emplazamiento, ya que habría que poner dos pletinas de tres milímetros de espesor, que realizarán la función de separar la unidad de telemetría del suelo del coche. Esta irá fijada con dos tornillos de métrica ocho (M8 x 1.25) y sus correspondientes tuercas y arandelas.



Ilustración 88. Unidad de telemetría Podium Connect

1.6.4 SENSORES

Acelerómetro de 3 ejes SR (4)

Sensor de ángulo de volante 22 mm AIM (1)

Transductor de Desplazamiento Lineal Variable de 75 mm AIM (4)

Transmisor de infrarrojos AIM (1) – VA EN EL MURO DE BOXES

Receptor de infrarrojos AIM (1)

Sensor de velocidad inductivo SR (2)

Sensor de velocidad de dentado o engranaje (tipo ABS) AIM (4)

Termopar tipo K AIM (2)

Sensor de presión de aceite AIM (1)

Giroscopio de tres ejes (1)

Temperatura admisión

MAP

Presión combustible

Sensor de posición (2)

(CONTINÚA EN SIGUIENTE PÁGINA)

4.1 ACELERÓMETRO DE 3 EJES

Este permite medir la aceleración de uno o varios componentes. Hay que ubicar uno en cada mangueta (4), uno en el techo del vehículo, uno en el bloque motor y otro en la caja de cambios.

4.1.1 ACELERÓMETRO DE 3 EJES EN LA MANGUETA:

Manguetas delanteras



Ilustración 89. Mangueta delantera (autor)

En la zona marcada se ubicaría el acelerómetro en las manguetas del eje delantero. Se podría fijar de dos formas: trabajando la mangueta para poder atornillarlo, o realizar un soporte que se atornillara en el tornillo de métrica 6 ubicado al lado del amortiguador. Además de utilizar bridas de plástico para su fijación.

La opción escogida es la primera, la de desmontar la mangueta y trabajarla para poder atornillar el acelerómetro. Este debe de ir bien posicionado, ya que cualquier pequeña desviación afectará a la medida. El eje X del sensor debe de estar en posición longitudinal respecto del vehículo. El eje Y debe estar en posición transversal y el eje Z en el eje vertical.

Manguetas traseras



Ilustración 90. Puente trasero (autor)

Para ubicar los acelerómetros en el eje trasero disponemos de las dos opciones marcadas en la imagen superior. La opción seleccionada es la número uno. Se ha escogido por ser más fácil de trabajar el puente para realizar los agujeros para poder atornillar el sensor. Ocurre lo mismo que con los acelerómetros delanteros, deben de estar perfectamente posicionados.

4.1.2 TECHO DEL VEHÍCULO



Ilustración 91. Techo Peugeot 206 GTI (autor)

Ubicaremos un acelerómetro de tres ejes en la parte superior del vehículo para poder controlar las aceleraciones de este de forma genérica. Así podremos saber como está frenando y acelerando el vehículo, además de poder ver como está realizando el paso por curva. Este iría situado detrás de la antena del vehículo. Hay que atornillarlo o fijarlo al techo del vehículo. Debe estar perfectamente alineado para que no se produzcan errores de medida.

4.1.3 BLOQUE MOTOR Y CAJA DE CAMBIOS



Ilustración 92. Bloque motor y caja de cambios Peugeot 206 GTI (autor)

Con estos acelerómetros, podremos saber si el motor y la caja de cambios están teniendo vibraciones o movimientos excesivos. Es un punto importante que controlar, ya que los soportes del motor de los Peugeot 206 GTI Course son algo débiles y suelen romper.

4.2 SENSOR DE ÁNGULO DE VOLANTE DE 22 mm

Este permite medir el ángulo de volante utilizado por el piloto en cada momento. Nos permite ver si el piloto está conduciendo de forma correcta, además de ver si el coche es subvirador o sobrevirador.



Ilustración 93. Volante (autor)



Ilustración 94. Columna dirección (autor)

La primera opción para instalar este sensor es suprimir el carrete del airbag y ubicarlo ahí (imagen 1). La segunda opción, sería realizar una ventana en la columna de la dirección e instalar ahí el sensor. La opción escogida es la primera, ya que es más simple y accesible.

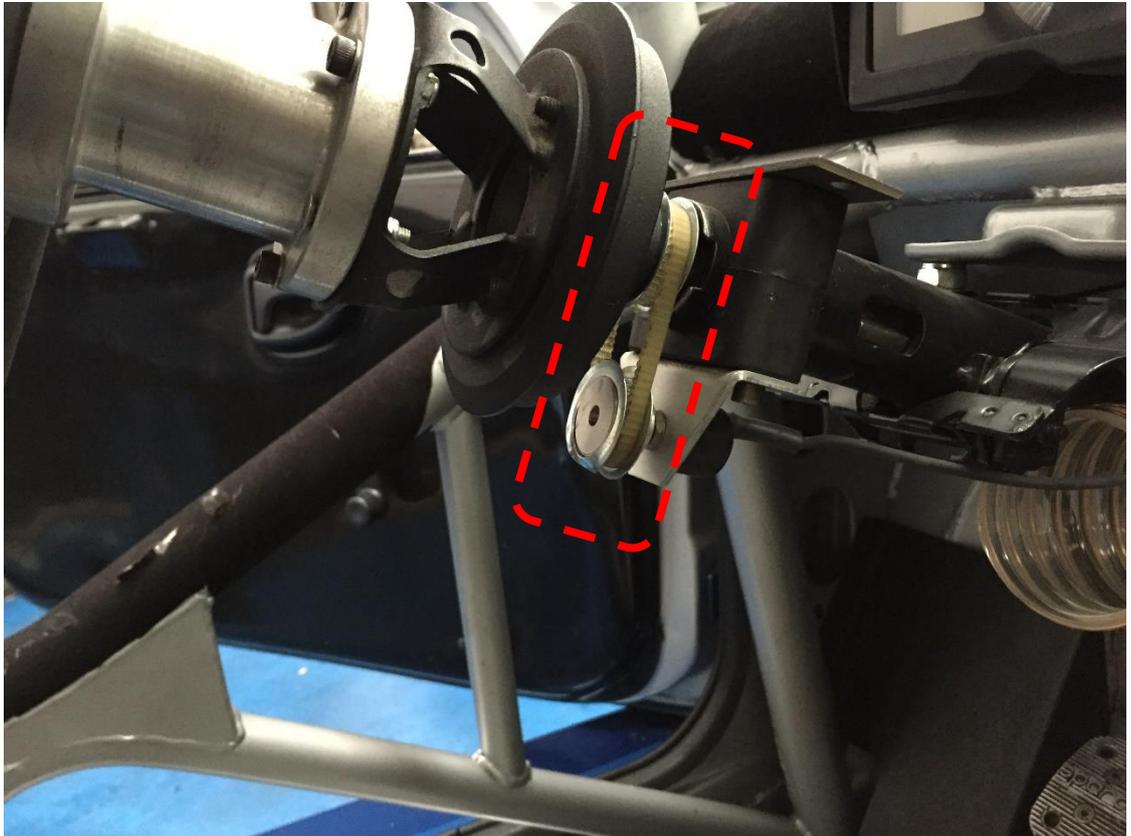


Ilustración 95. Sensor ángulo de volante

4.3 TRANSDUCTOR DE DESPLAZAMIENTO LINEAL VARIABLE DE 75 mm

Los LVDT permiten medir el desplazamiento de la suspensión. Suelen utilizarse más en test o en entrenamientos libres que en carrera.

Suspensión delantera



Ilustración 96. Suspensión delantera y LVDT

Para situar los LVDT en el eje delantero, hay que atornillarlos por la parte inferior al anclaje de la bieleta de la barra estabilizadora y para anclar la parte superior, hay que realizar un soporte a propósito que iría en la copela. El anclaje del sensor es mediante tornillos de métrica diez.

Suspensión trasera



Ilustración 97. Suspensión trasera (autor)

La parte superior del LVDT irá fijada al chasis y la parte inferior al puente trasero. Su anclaje es mediante tornillos de métrica diez.

4.4 RECEPTOR DE INFRARROJOS AIM

El receptor de infrarrojos que va ubicado en el vehículo, junto con el transmisor de infrarrojos que está situado en el muro, permiten recoger los tiempos por vuelta realizados. Por ello, el receptor se ubicará en el lateral más cercano al muro de boxes. Dentro del lateral, se puede ubicar en dos lugares, en el paso de rueda trasero, o en el techo del vehículo.

Paso de rueda trasero



Techo del vehículo



La opción escogida es la segunda, ya que el sensor estará en una zona mucho más limpia, lo que es recomendable para cualquier tipo de sensor. Es un lugar de fácil acceso e instalación. Debe de fijarse con un tornillo de métrica seis con su correspondiente tuerca y arandela.

4.5 SENSOR DE VELOCIDAD INDUCTIVO

Los sensores de velocidad inductivos permiten medir las velocidades de ejes. Los utilizaremos en el cigüeñal y en el eje primario de la caja de cambios. La velocidad de giro del cigüeñal son las revoluciones por minuto del motor. Y si observamos las dos velocidades, podemos saber si el embrague está trabajando bien o mal (patinaje o desgaste).

Caja de cambios

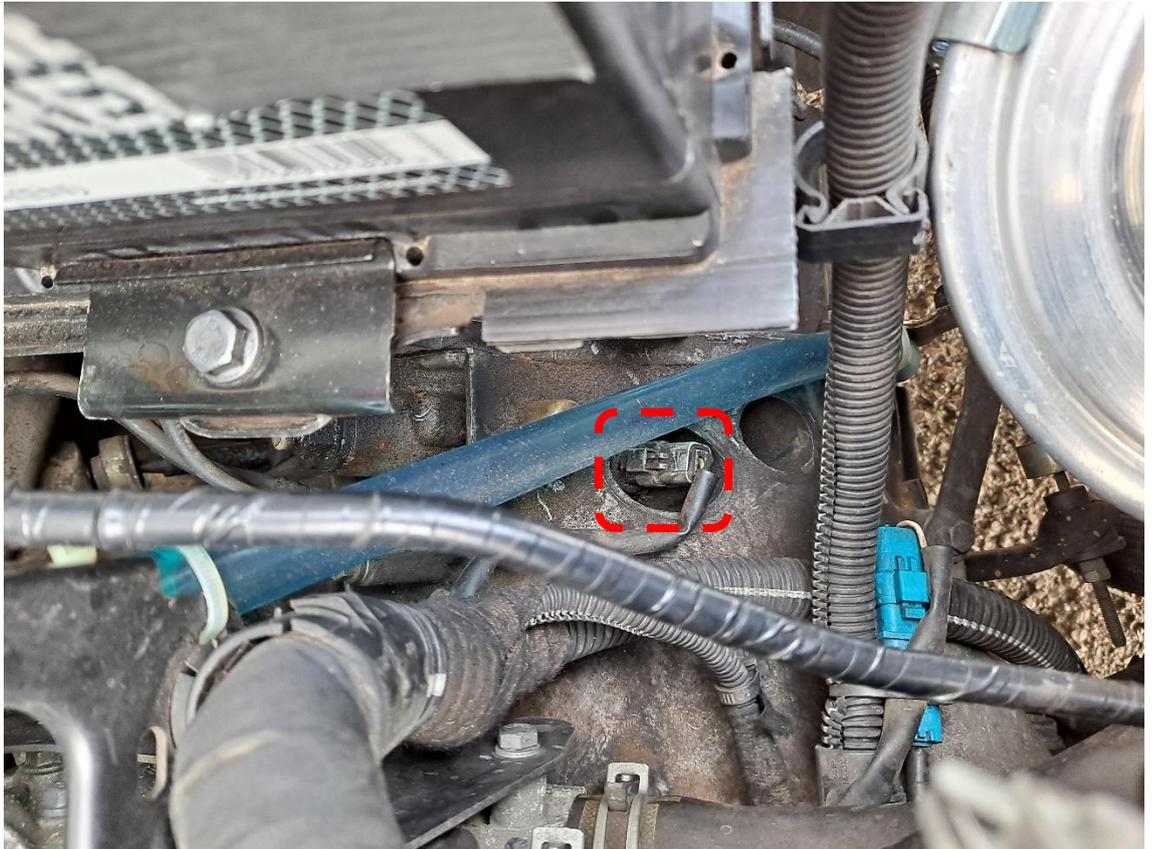


Ilustración 98. Caja de cambios (autor)

En el Peugeot 206 GTI Course vienen montados de origen ambos sensores.

4.6 SENSOR DE VELOCIDAD DE DENTADO O ENGRANAJE (TIPO ABS) AIM (4)

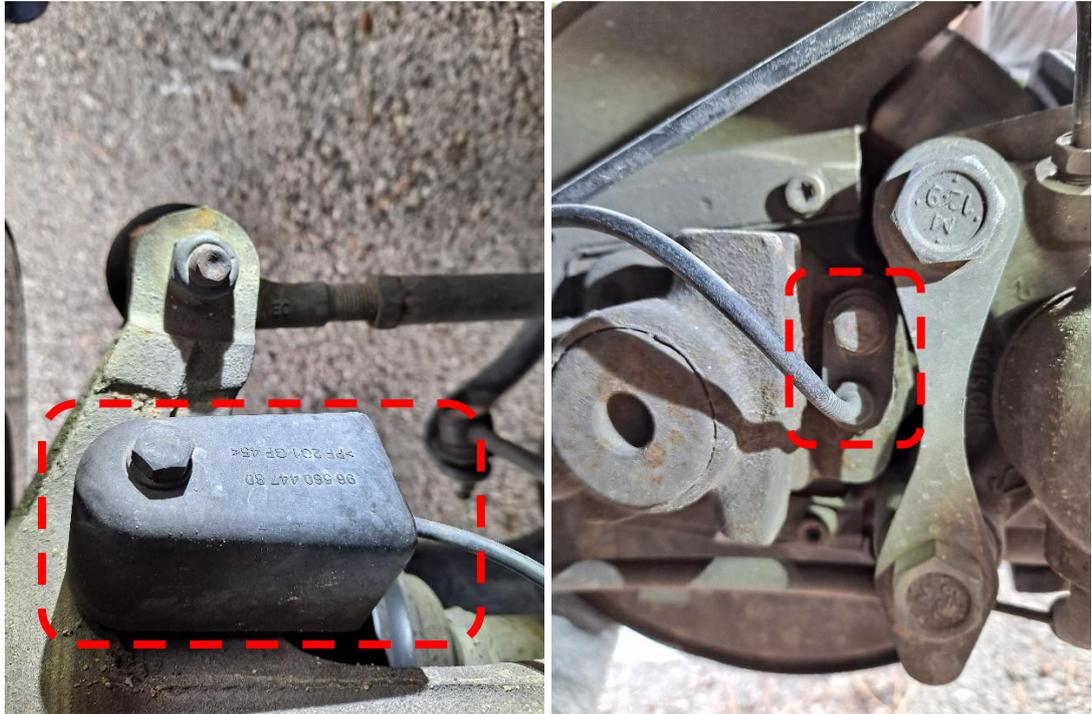


Ilustración 99. Sensor de velocidad ABS (autor)

Los sensores de velocidad de ABS, miden la velocidad de rotación de una rueda dentada. Se pone uno por rueda y en el Peugeot 206 GTI Course vienen ya instalados de serie. Sirven para medir la velocidad de cada rueda.

4.7 TERMOPAR TIPO K AIM

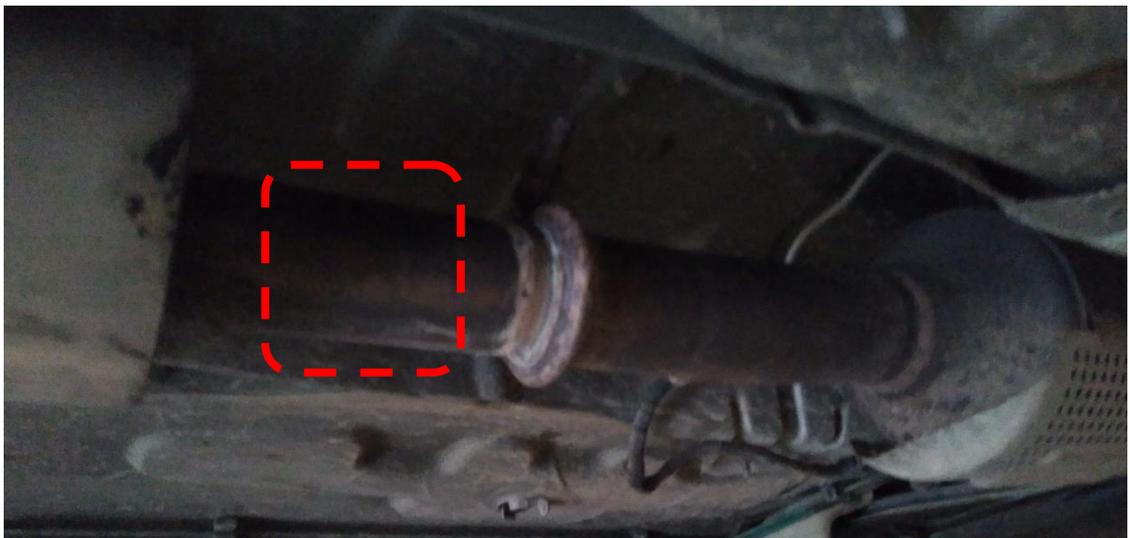


Ilustración 100. Termopar escape (autor)

Utilizaré dos termopares tipo K. Estos sensores permiten medir la temperatura de los gases de escape. Uno hay que ponerlo en la salida de los colectores de escape. Yo lo ubicaría en el colector y no en el principio de la línea de escape, ya que, si hay que reemplazar el catalizador, cambiaremos este tramo de la línea. El segundo sensor lo ubicaría antes del silencioso intermedio, así medimos la temperatura de los gases después del catalizador. Para montar estos sensores, hay que hacer como con las sondas lambda. Hay que realizar un agujero en la línea de escape y añadirle la rosca para poder fijar el sensor. Con este sensor podemos saber si el motor está funcionando bien y verificar que el catalizador está en el rango de temperaturas correcto. También podemos saber las llamas que el motor está produciendo y con esto estudiar si estas son correctas o si tras un uso intensivo dañarán la línea de escape.

4.8 SENSOR DE PRESIÓN DE ACEITE

Hay dos opciones para instalar el sensor de presión de aceite del motor. El primero, en la salida del filtro de aceite y la segunda, en el sistema de refrigeración de aceite.



Ilustración 101. Frontal Peugeot 206 GTI (autor)

La opción seleccionada es en la salida del radiador de aceite del motor. Hay que realizar una tubería a medida, que permita la instalación de dicho sensor.

4.9 GIROSCOPIO DE TRES EJES



Ilustración 102. Techo Peugeot 206 GTI (autor)

El giroscopio de tres ejes lo ubicaría en el techo del coche. Es un lugar accesible y de fácil montaje. Este sensor nos permite medir el cabeceo, el balanceo y la guiñada del coche. Al ser un único sensor en el techo del coche, nos proporcionará una visión general de como se está moviendo el coche. Este irá atornillado con dos tornillos de métrica seis. Este sensor, al igual que los acelerómetros, debe estar perfectamente orientado, ya que la mínima desviación produce errores en la medida.

4.10 TEMPERATURA ADMISIÓN

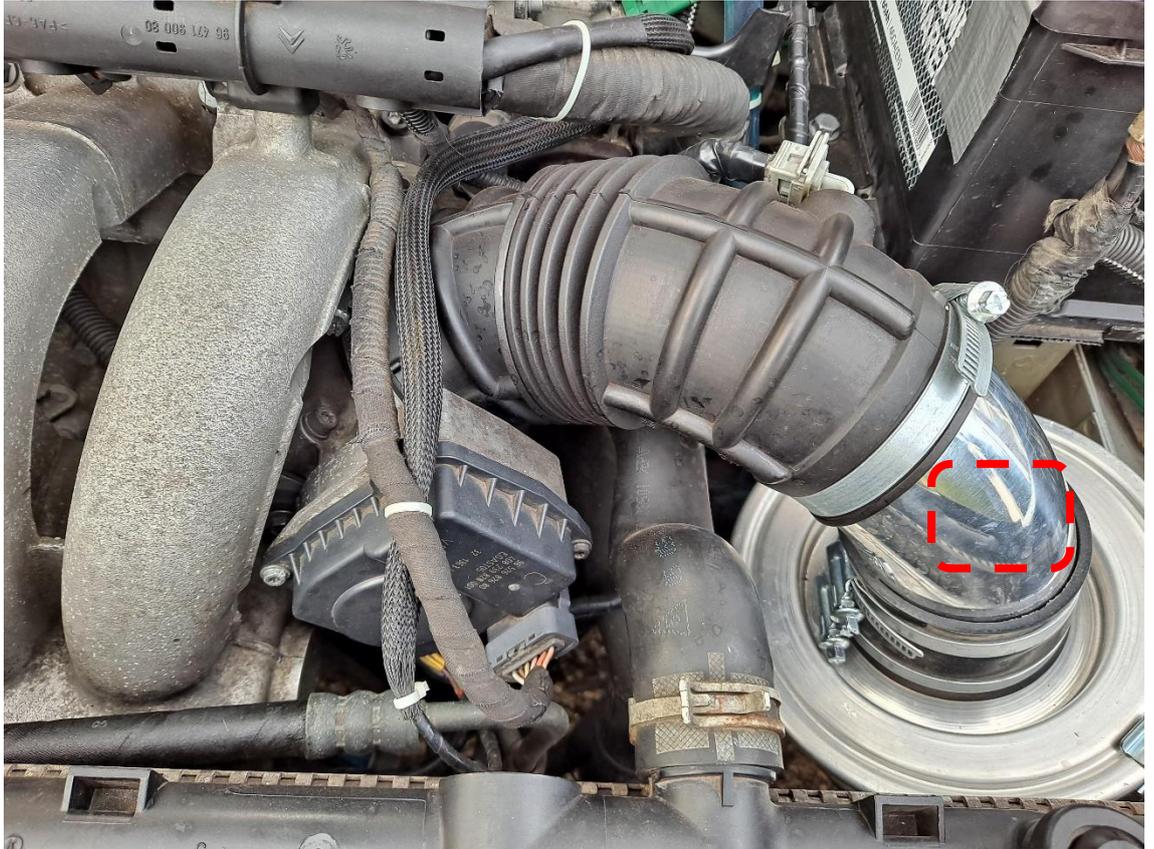


Ilustración 103. Admisión Peugeot 206 GTI (autor)

El sensor de temperatura de admisión lo ubicaría en la salida del filtro de admisión. Habría que realizar un agujero un poco más grande que el sensor y habría que acoplarlo con una junta de goma.

4.11 MAP (MANIFOLD ABSOLUTE PRESSURE)

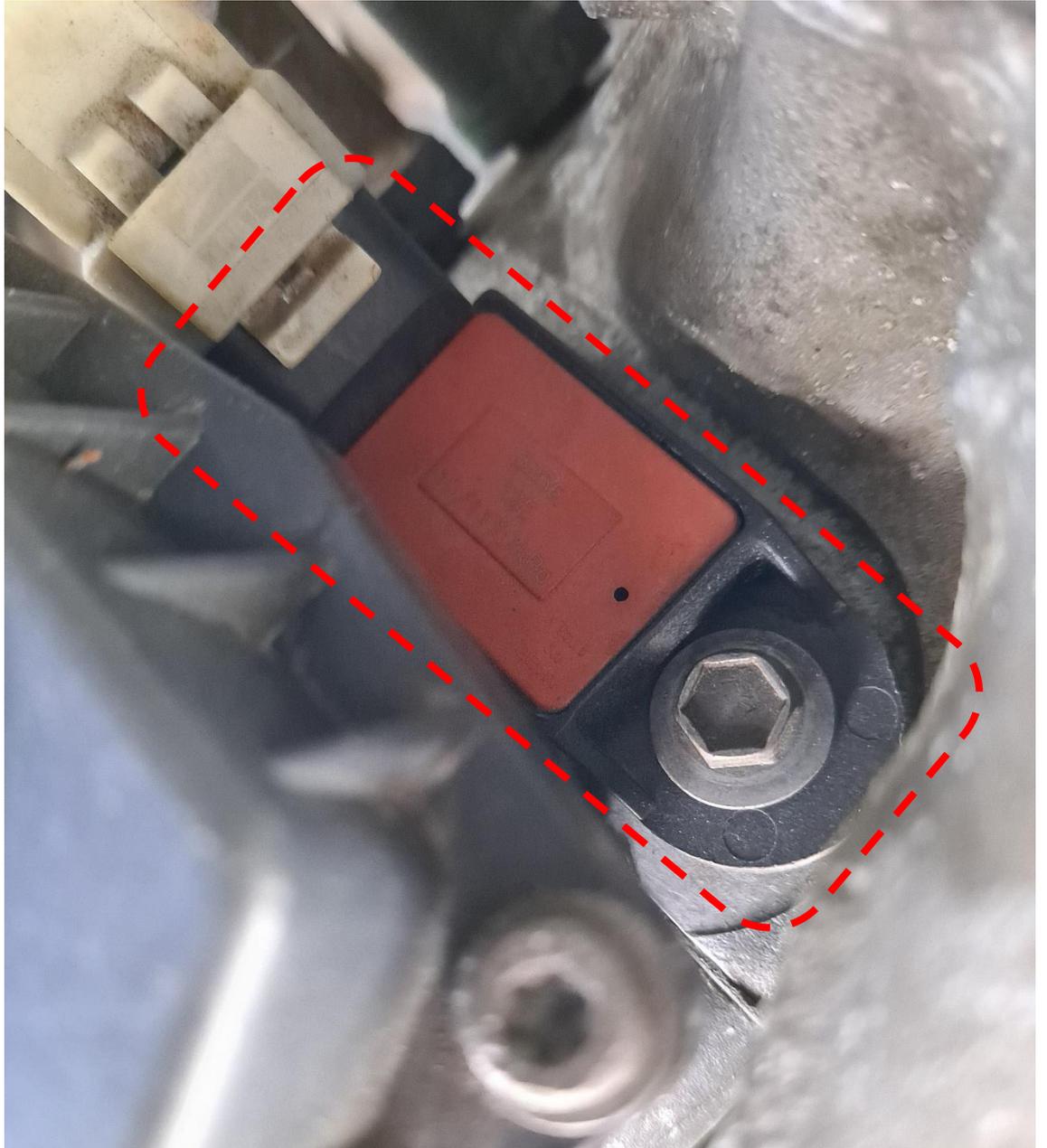
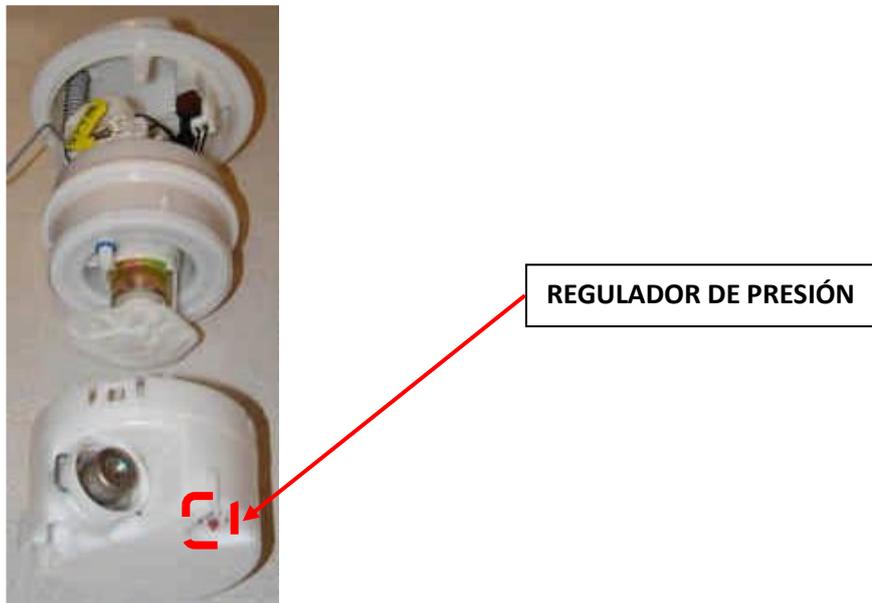


Ilustración 104. Sensor MAP (autor)

Este sensor mide la presión del colector de admisión y viene montado de serie en los Peugeot 206 GTI Course.

4.12 PRESIÓN COMBUSTIBLE

El sensor de presión de combustible en los Peugeot 206 GTI Course está montado en el aforador-bomba. En los coches de carreras se sube la presión de combustible a 3.5 bares.



Además, se le puede añadir un regulador de presión en el rail común de combustible. Este iría ubicado en la zona marcada en la imagen inferior.

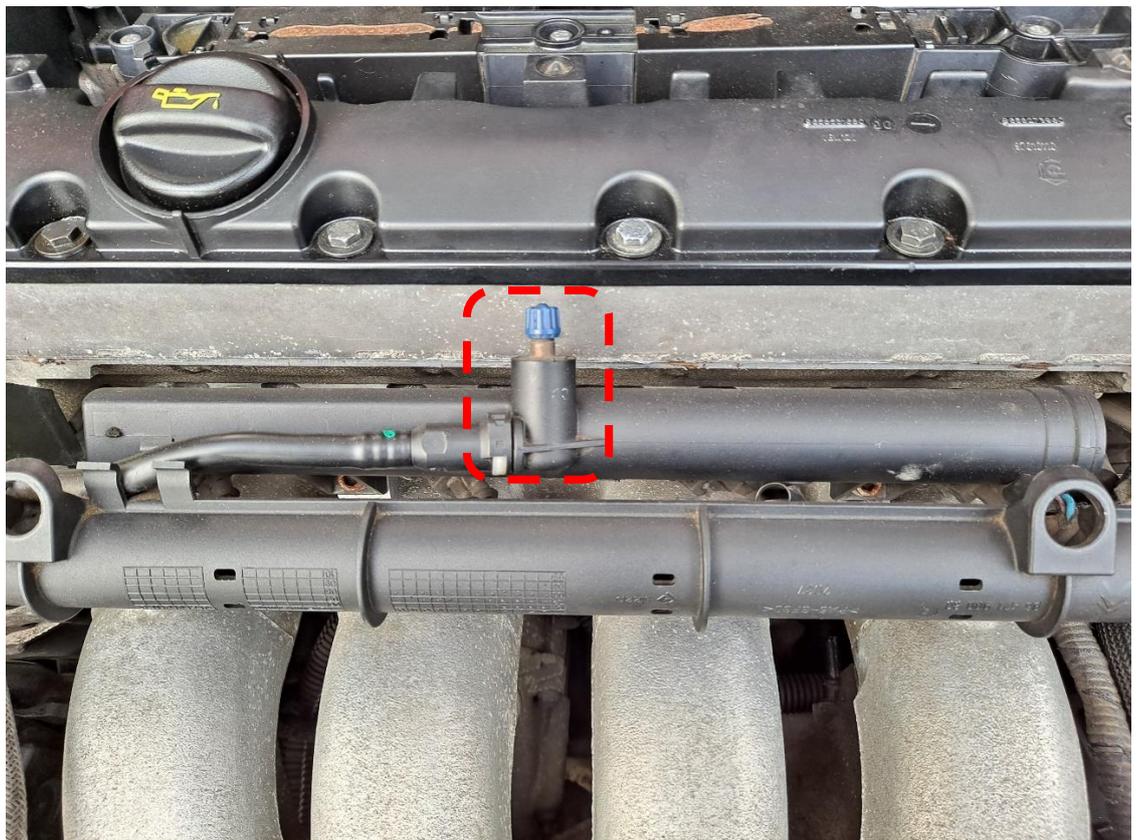


Ilustración 105. Rail común combustible (autor)

4.13 SENSOR DE POSICIÓN ÁRBOL DE LEVAS Y CIGÜEÑAL

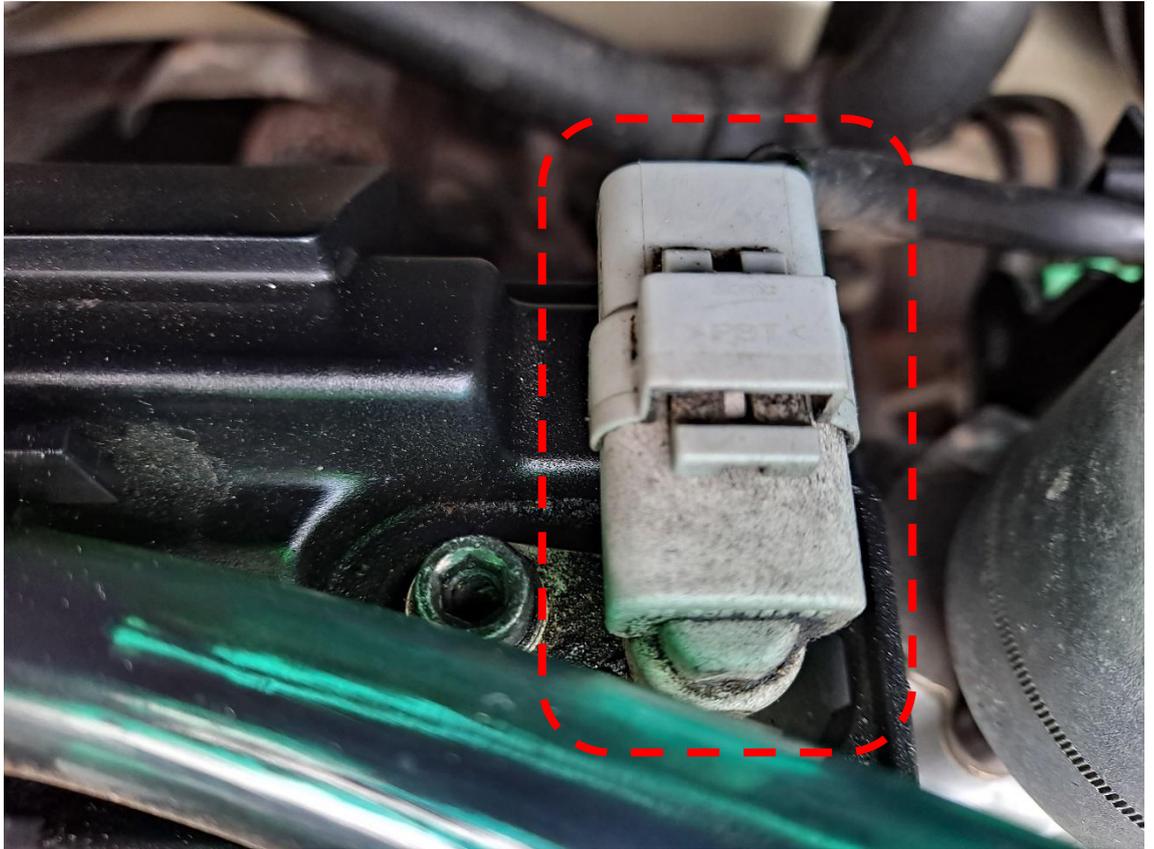


Ilustración 106. Sensor de posición árbol de levas (autor)

Estos sensores miden la posición del cigüeñal y del árbol de levas. El primero, iría montado en el bloque motor, en la zona del cigüeñal en la parte de la distribución. Mide la posición de la polea del cigüeñal. El segundo, iría montado en la tapa de balancines. Medirá la posición del árbol de levas de escape (imagen superior).

2. PLIEGO DE CONDICIONES

2.1. OBJETO

En esta parte del proyecto se pide explicar las condiciones de montaje y la información que se extraerá de los elementos montados en el monoplaza. Como el sistema es suministrado por McLaren Electronic Systems, las características técnicas de los materiales, sus ensayos y sus garantías, nos la da dicha empresa.

Entonces, en esta parte se va a explicar cuáles son los requisitos de montaje y como interpretar los datos leídos por los sensores.

2.2. CONDICIONES DE EJECUCIÓN (MONTAJE)

En primer lugar, en todo vehículo de competición profesional, siempre que se instala algún elemento, se debe pensar la ubicación, para bajar al máximo el centro de gravedad. Si esto ocurre en todos los vehículos de carreras, en un monoplaza de Formula Uno esto es más exagerado. Esto se hace siempre que se pueda, ya que hay veces que no se puede.

Un ejemplo de esto es que entre finales de los años ochenta y principios de los años 90, se dieron cuenta que el único elemento que condicionaba bajar más la posición del motor era el embrague. Es por ello que se diseñaron los embragues multidisco de fibra de carbono, ya que así se pasaba de un embrague de un disco único de gran diámetro a un conjunto de discos de un diámetro muy pequeño. Hay que tener en cuenta que la masa de un motor es bastante considerable, además esto permite también bajar más la caja de cambios, que también tiene una masa considerable. Este hecho sumado a que un monoplaza de la época pesaba unos 500 kilogramos. Este ejemplo es una clara muestra del planteamiento tan extremo para diseñar un monoplaza de Formula Uno.

Para ubicar las centralitas electrónicas (ECU, unidad de adquisición de datos...) se intenta que estén en sitios lo más ventilados y bajos posibles. Deben quedar bien fijados e intentando utilizar la menor longitud de cable para así reducir la masa del vehículo.



Ilustración 107. Posición de conducción de un piloto de Formula Uno en la actualidad

Hay dos lugares en los que se suele emplazar la ECU, o en el cockpit o en uno de los pontones laterales. En el cockpit suele ir ubicado debajo de las rodillas del piloto, observar ilustración 82. Esta ubicación está bien, ya que está muy bajo y centrado. Esto es favorable para una mejor distribución de pesos y centro de gravedad. Además, es una posición que en caso de accidente es muy difícil de dañar, pero no tiene refrigeración por aire.

En cambio, en los pontones, está aún más baja pero descentrada respecto al centro del monoplace. Esto es desfavorable para el centro de gravedad. Es más fácil que en caso de accidente resulte dañada la ECU. Como ventajas tiene que se puede acceder sin molestar al piloto y tiene refrigeración por aire.

La unidad de adquisición de datos es difícil de ubicar, ya que tiene un tamaño considerable. Por ejemplo, la EDR – 400 tiene una masa de 600 gramos y un tamaño de 120 por 150 milímetros, resultando difícil de ubicar. Seguramente, la mejor localización es uno de los dos pontones, pero también se puede ubicar en el cockpit.

La power box, que como ya se mencionó en el apartado 1.4 de la memoria descriptiva, es la encargada de regular el suministro eléctrico del alternador a la batería. También regula el suministro eléctrico para el encendido de las bujías y para el sistema de inyección de combustible. Esta power box es un elemento pesado, ya que tiene una masa de 1.5 kilogramos y mide más de 250 milímetros. Además, necesita refrigeración por aire. Esto hace que tenga que ir emplazada en uno de los pontones (4).

Poner muchas centralitas en los pontones afecta al tamaño y forma de los pontones, pudiendo ser un inconveniente para la aerodinámica. Observar la ilustración 83.

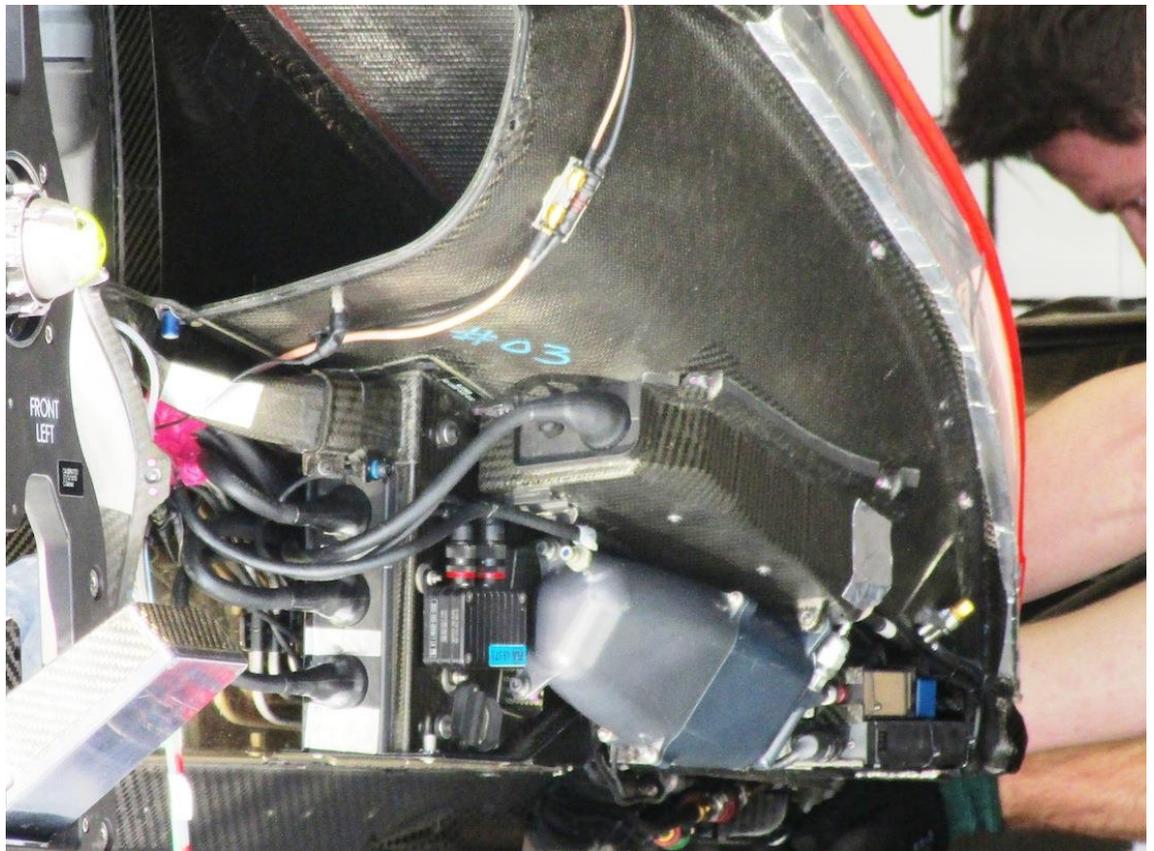


Ilustración 108. Centralitas electrónicas en el pontón

En lo referente a los sensores, como norma general, deben ir ubicados en los sitios más limpios posibles, deben de estar bien fijados y deben utilizar la menor longitud de cable, siempre sin tensar, ya que esto según el tipo de sensor, puede distorsionar las medidas.

Los acelerómetros deben de estar bien fijados al componente que se quiere monitorizar, deben de ser solidarios al componente. Además, el eje del sensor debe estar perfectamente alineado con el eje a monitorizar. Si se comete un pequeño error, repercutirá en la medida. Un error de 8 grados dará un error del 1%.

Los giroscopios (ilustración 84) no deben de estar expuestos a frecuencias de vibración mayores a 2 kHz, ya que esto dañará severamente al sensor. Si va a estar situado en un elemento con unas vibraciones considerables, se debe poner con un soporte que aisle al sensor y así no influyan las vibraciones en la medición del sensor.

Estos sensores se fijan con tornillos de M3 x 0.5, siendo la longitud del tornillo escogida por la persona que monte el sensor. Hay que aplicar un par de apriete máximo de 2.5 Newton por metro.

Tanto los giroscopios de un eje como los de tres ejes, si se giran 180 grados respecto la orientación recomendada por el fabricante, la medición del sensor dará los resultados invertidos.

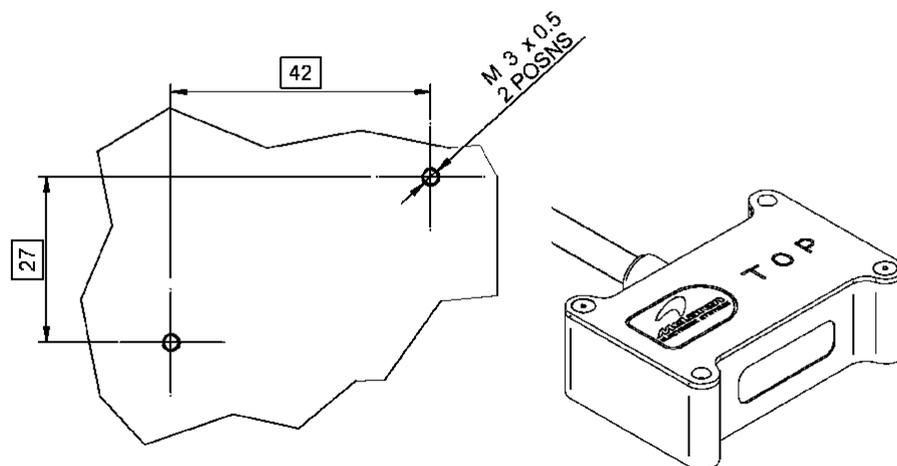


Ilustración 109. Giroscopio de un eje

Los sensores de posición (ilustración 85) deben ir montados directamente sobre el componente a monitorizar. El anclaje de los sensores al componente debe ser atornillado sobre rótulas. Solo si van ubicados en sitios con muchas vibraciones (motor, caja de cambios...), deben utilizar un soporte que filtre las vibraciones.

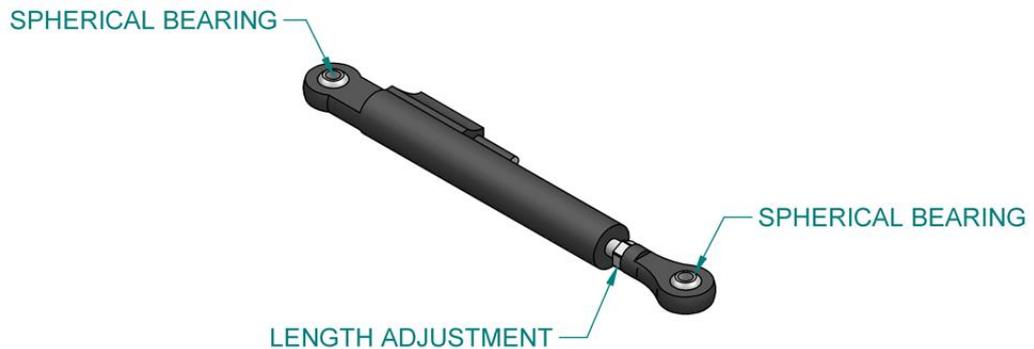


Ilustración 110. Sensor de posición lineal

Los sensores de temperatura del aire deben ir montados de forma que estén expuestos directamente al flujo de aire. Es más, para los flujos de aire de baja velocidad el sensor debe ir alineado con el flujo de aire. Estos se pueden fijar con dos tipos de tornillos, de métrica diez y de métrica seis.

Par de apriete:

- M10: entre 7.1 a 8 Newton por metro
- M6: entre 5.3 a 6 Newton por metro

Herramienta/s necesaria/s para el montaje:

- M10: llave fija plana hexagonal de 14 milímetros
- M6: llave fija plana hexagonal de 10 milímetros

En los sensores de temperatura de un líquido la parte que realiza la medición está aislada del medio. Son lo más pequeños posibles para evitar errores en la medición y reducir el tiempo de respuesta. Se recomienda cambiar las juntas aislantes cada vez que el sensor se desmonta y se monta.

Par de apriete:

- Entre 5.3 a 6 Newton por metro

Herramienta/s necesaria/s para el montaje:

- Llave fija plana hexagonal de 10 milímetros

Los sensores de temperatura de los gases de escape deben ir instalados de forma que el elemento sensor mida en el punto exacto. Para ello podemos escoger la longitud deseada para el elemento sensor. Los cables deben evitar los campos electromagnéticos, así como los sistemas de ignición

Par de apriete:

- 12.5 Newton por metro máximo

Herramienta/s necesaria/s para el montaje:

- Llave fija plana hexagonal de 11.3 milímetros

Los sensores infrarrojos deben mantenerse en emplazamientos limpios, ya que es importante mantener limpias las lentes del sensor.

El LCU-One Lambda controller debe ir montado en una ubicación donde esta centralita esté plana. Además, debe estar lejos de fuentes de calor. El cableado asociado a dicha centralita debe también estar montado de forma que evite las fuentes de calor.

La sonda, que es el elemento sensor, debe de tener por lo menos un ángulo de diez grados respecto al eje horizontal para evitar que la condensación contamine el elemento sensor.

El conector de la sonda no se debe limpiar con ningún tipo de aditivo o detergente, por ello se recomienda quitarla del vehículo cuando este se vaya a limpiar.

2.3. INTERPRETACIÓN DE DATOS

Ahora ya tenemos todo el sistema instalado y entonces, ¿qué hacemos con él?

En primer lugar, pondremos al piloto y al monoplaza a rodar, ya sea en un test, una sesión de entrenamientos libres, una clasificación o una carrera. Si es la primera vez que instalamos el sistema en un monoplaza, lo suyo será hacer una sesión de test.

En estas sesiones se intenta recoger información del coche, del piloto o de ambos. Entonces, vamos leyendo la información en directo gracias a la telemetría. Mientras el coche esté en pista nos centraremos en controlar que todos los parámetros del monoplaza están dentro de los valores correctos. Esto es que la temperatura del líquido refrigerante se mantenga dentro de los valores que aceptemos como correcto, esto rondará entre los ochenta y algo menos de cien grados. También hay que supervisar la presión y la temperatura del aceite. Es importante comprobar que la presión del aceite ronda los cuatro o cinco bares de presión en el momento del arrancado del motor y que baja progresivamente hasta unos dos bares, mientras la temperatura del aceite del motor debe ir subiendo hasta alcanzar unos 90 o 100 grados. El motor de un monoplaza no hay que tenerlo mucho tiempo precalentándolo como si se puede hacer en un turismo, Esto se debe al sistema de refrigeración del motor, que solo refrigera cuando el monoplaza está circulando. Entonces para refrigerar necesita que el monoplaza circule a una cierta velocidad.

También se controla que la caja de cambios no sufra debido a cambios de marcha efectuados incorrectamente o debido a vibraciones generadas por los pianos o bordillos. Un ejemplo de esto fue en el primer GP de Austria de 2020 de Formula Uno cuando todos los monoplazas motorizados por Mercedes Benz tenían problemas de fiabilidad en la caja de cambios y se les dijo a todos los pilotos que empleaban dicho grupo motor-transmisión que no pisaran los pianos, para poder llegar bien al final de la carrera. A la semana siguiente, se volvió a disputar un GP en el mismo circuito y ya no tenían el problema. A lo largo de la semana, todo el equipo había estado analizando la información recogida durante la carrera para hacer algunas modificaciones y solucionar el problema.

Se controla las temperaturas de los frenos y los neumáticos, así como las presiones. Si el neumático se sobrecalienta sufrirá de un desgaste prematuro. Además, cuando esto ocurre, el neumático se calienta de dentro hacia fuera, generando ampollas en la superficie (blistering). Estas ampollas se generan porque el neumático se deforma debido al exceso de temperatura, cambiando la superficie de contacto con el asfalto. Si esto ocurre, no tiene solución y baja las prestaciones del neumático considerablemente. Suele ocurrir bastante en los neumáticos traseros de los Formula Uno actuales. Otro fenómeno de desgaste de los neumáticos es el graining. Esto se produce cuando el asfalto está frío y el neumático en temperatura, haciendo que las virutas de goma se adhieran a la superficie del neumático. El neumático no se comportará de forma deseada. Este fenómeno se puede solventar si el piloto equilibra la temperatura de

los neumáticos respecto de la pista. Otro tipo de desgaste puede ser debido a una caída excesiva en las ruedas. Esto suele ocurrir en las ruedas delanteras de los monoplazas. Esto se debe a que muy poca superficie del neumático está en contacto con el asfalto. Todos estos aspectos del neumático los podemos observar a través de la telemetría y avisar al piloto de ello.

También se controla como trabaja las suspensiones. Para ello se controlan los movimientos de los amortiguadores y la altura de la carrocería (esto último solo suele hacerse durante un test). Se controla que el monoplaza no cabecee o balancee más de lo deseado. Se controla que el monoplaza se comporte como queremos. Esto, como todos los parámetros de un Formula Uno, dependerá de la pista, de las condiciones y del piloto. No es lo mismo Mónaco que Silverstone. Tampoco es lo mismo un piloto que prefiere tener un monoplaza neutro o un poco subvirador o un piloto que lo prefiere sobrevirador.

En función de la pista la geometría de la suspensión variará. En Mónaco, los vehículos utilizan una mayor altura al suelo para evitar rozar con todos los baches y poder aprovechar al máximo los pianos. Además, es una pista lenta, con lo cual, el hecho de ir alto no compromete la velocidad del monoplaza. En cambio, en una pista como Silverstone, los monoplazas van muy bajitos, ya que es un circuito de alta velocidad y muy liso, sobretodo desde que se remodeló en 2010. El trabajo de amortiguamiento de un monoplaza de Formula Uno lo hacen principalmente los neumáticos, aun así, los amortiguadores y muelles utilizados en Mónaco serán más blandos que los utilizados en Silverstone. También podemos configurar las estabilizadoras. En circuitos de curva rápida utilizaremos estabilizadoras más gruesas para que el monoplaza vire más plano. En cambio, en un circuito ratonero y lento como el de Mónaco, se puede incluso prescindir de la barra estabilizadora trasera.

En función del piloto también cambiará mucho la puesta a punto de las suspensiones, es por ello por lo que, si el piloto prefiere un monoplaza sobrevirador, utilizará unas suspensiones y estabilizadoras muy duras, además de una altura al suelo algo menor. En cambio, si queremos un vehículo algo más neutro, se utilizarán unas suspensiones algo más blandas, sobre todo las traseras.

Todos estos datos los podemos interpretar a través de la telemetría. Otro parámetro que controlar es el diferencial trasero autoblocante. En primer lugar, comprobaremos a lo largo de la sesión que funciona de forma correcta. Por ello, se controla la temperatura y presión del aceite del diferencial trasero. Y para saber que sigue ejerciendo la misma presión sobre los discos comprobaremos las velocidades de las ruedas traseras en un mismo punto del circuito con las mismas condiciones (misma trazada, mismo ángulo de dirección, misma temperatura de neumáticos). Si el diferencial de velocidades es el mismo en las dos ocasiones, entonces el diferencial trabaja bien.

Además, los diferenciales de los Formula Uno se pueden modificar desde el volante del monoplaza. Estos diferenciales constan de unos discos de fricción que transmiten el par a la rueda en función de lo presionados que estén. Un bloqueo del 100% significa que el eje trasero es un eje solidario, y, por lo tanto, la rueda interior a la curva y la exterior giran a la misma velocidad, haciendo al monoplaza sobrevirador e inconducible. Entonces, si un piloto quiere un monoplaza sobrevirador lo tendrá más bloqueado que uno que lo prefiere neutro.

Todo esto se puede controlar, analizar y gestionar a través de la telemetría.

Pude hablar con el piloto Borja García acerca de su test con el Toyota TF104 (ilustración 86). Borja García es un piloto de automovilismo que está en activo y que fue probador para el equipo Toyota de Formula Uno y para el equipo Williams. Además, también fue piloto de GP2 durante dos temporadas completas. Ha sido Subcampeón de las World Series by Renault en la temporada 2006. Ha sido Campeón de España de Formula 3, Campeón de España de Formula Toyota, Campeón de España de Resistencia y vigente Campeón de España de Turismos. También ha conseguido múltiples campeonatos en el karting. Además, es un piloto que ha probado en prácticamente todas las disciplinas del automovilismo, compitiendo desde los monoplazas hasta la Euronascar, pasando por los rallies.



Ilustración 111. Borja García pilotando el Toyota TF104 en Paul Ricard (2005)

Le pregunté a Borja García acerca de la telemetría que él pudo ver durante el test con el Toyota de Formula Uno en Paul Ricard en 2005. En el resto de las categorías en las que ha competido siempre ha utilizado adquisición de datos. Fue una sesión para que él, como vigente Campeón de España de Formula 3, probara el monoplaza de la categoría máxima. Primero empezaron las pruebas con mucha carga aerodinámica para que se aclimatara al coche y a lo largo de la sesión la fueron reduciendo, para que pudiera probar al límite el monoplaza. Lo más destacable durante la sesión acerca de la telemetría fue que le dijeron varias veces por radio que variara el repartidor de frenada hacia delante porque los discos traseros se estaban sobrecalentando. También le decían por radio que variara el mapa del control de tracción en función del desgaste de los neumáticos. Además, le avisaban para que variara ajustes en el bloqueo del diferencial o cambiara el mapa motor, utilizando así el más adecuado para cada momento.

3. PRESUPUESTO

El sistema que presupuestar es el MXL2 de AIM. Este sistema se puede utilizar en vehículos de competición de medio y alto nivel, así como en vehículos deportivos de calle pensados para rodar en circuito esporádicamente. Un ejemplo de esto es el ya mencionado anteriormente Peugeot 206 GTI Course (ilustraciones 87 y 88).



Ilustración 112. Exterior Peugeot 206 GTI

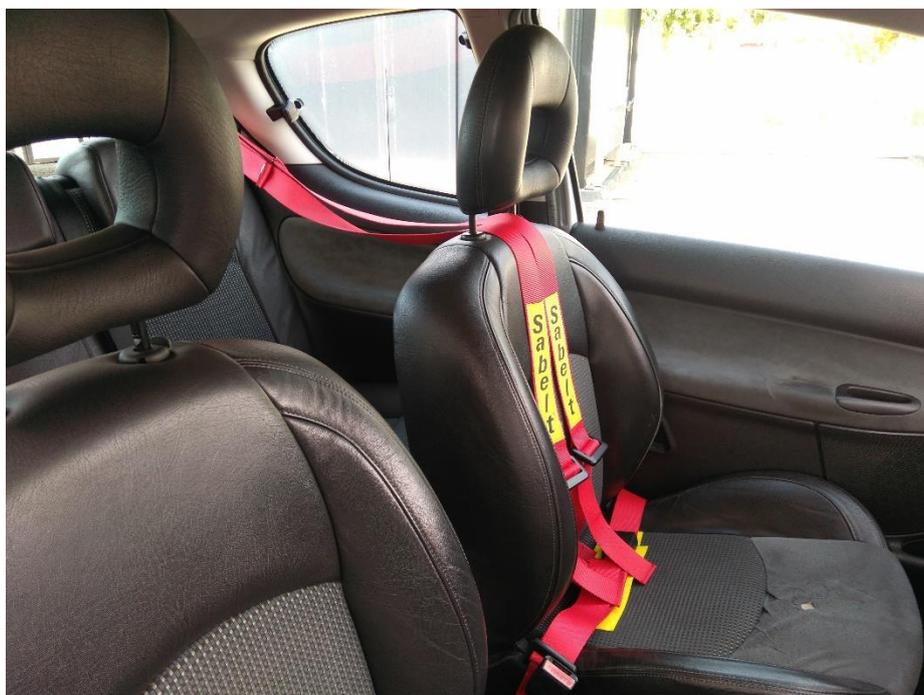


Ilustración 113. Interior Peugeot 206 GTI

PRESUPUESTO GENERAL

Código	Capítulo	Presupuesto [€]
C01	Centralitas electrónicas	2 316,00
C02	Sensores	4 825,20
C03	Cableado	1 280,00
C04	Montaje	1 800,00
C05	Proyecto	6 160,00
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL		16 381,20 €
	13 % Gastos generales	2 129,56 €
	6 % Beneficio Industrial	982,87 €
	SUMA DE G.G. y B.I.	3 112,43 €
TOTAL PRESUPUESTO SIN IVA		19 493,63 €
	21 % IVA	4 093,66 €
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		23 587,29 €

CAPÍTULO C01 CENTRALITAS ELECTRÓNICAS

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	MARCA	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	IMPORTE
1	MXL2 Dash Logger	AIM	1	2 100	2 100
2	Módulo de memoria SD	AIM	1	216	216
TOTAL CENTRALITAS ELECTRÓNICAS					316,00 €

CAPÍTULO C02 SENSORES

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	MARCA	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	IMPORTE
1	Acelerómetro de 3 ejes	SR	4	456	1824
2	Sensor de ángulo de volante 22 mm	AIM	1	204	204
3	Transductor de Desplazamiento Lineal Variable de 75 mm	AIM	4	220	880
4	Sensor de posición	AIM	2	90	180
5	Transmisor de infrarrojos	AIM	1	88.80	88.80
6	Receptor de infrarrojos	AIM	1	96	96
7	Sensor de velocidad inductivo	SR	2	69	138
8	Sensor de velocidad de dentado o engranaje (tipo ABS)	AIM	4	129,60	518,4
9	Termopar tipo K	AIM	2	74	148
10	Sensor de presión de aceite	AIM	1	165	165
11	Giroscopio de tres ejes	AIM	1	200	200
12	Temperatura admisión	AIM	1	178	178
13	MAP	DELPHI	1	40	40
14	Presión combustible	AIM	1	165	165
TOTAL SENSORES					4 825,20 €

CAPÍTULO C03 CABLEADO

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	MARCA	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	IMPORTE
1	Cableado de 37 pin para MXL2	AIM	1	420	420
2	Cable USB para MXL2	AIM	1	32	32
3	Extensión para 4 canales analógicos y uno de velocidad	AIM	1	264	264
4	Extensión para 4 termopares	AIM	1	264	264
5	Puente CAN/RS232 con ECU	AIM	1	300	300
	TOTAL CABLEADO				1 280,00 €

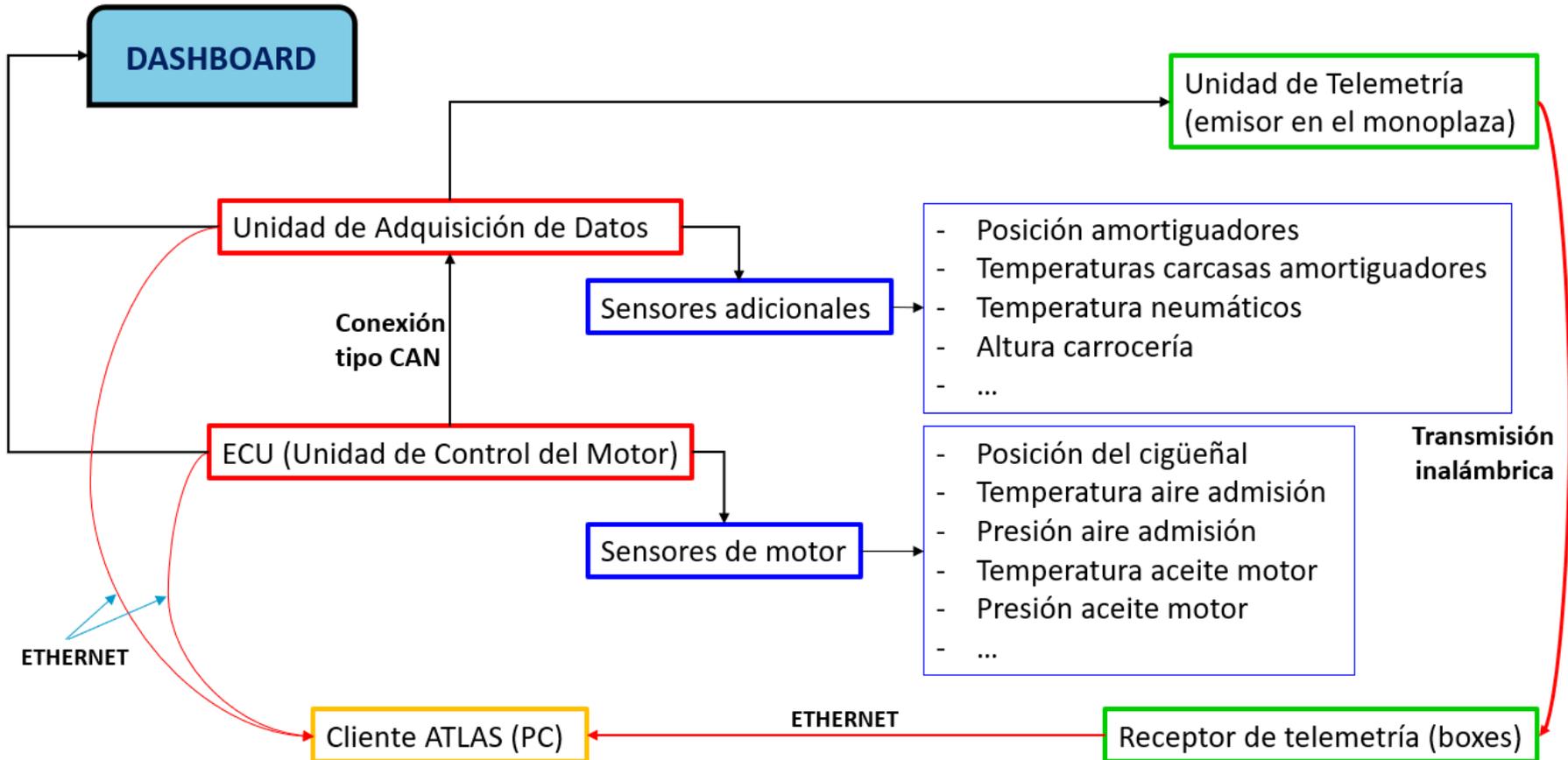
CAPÍTULO C04 MONTAJE

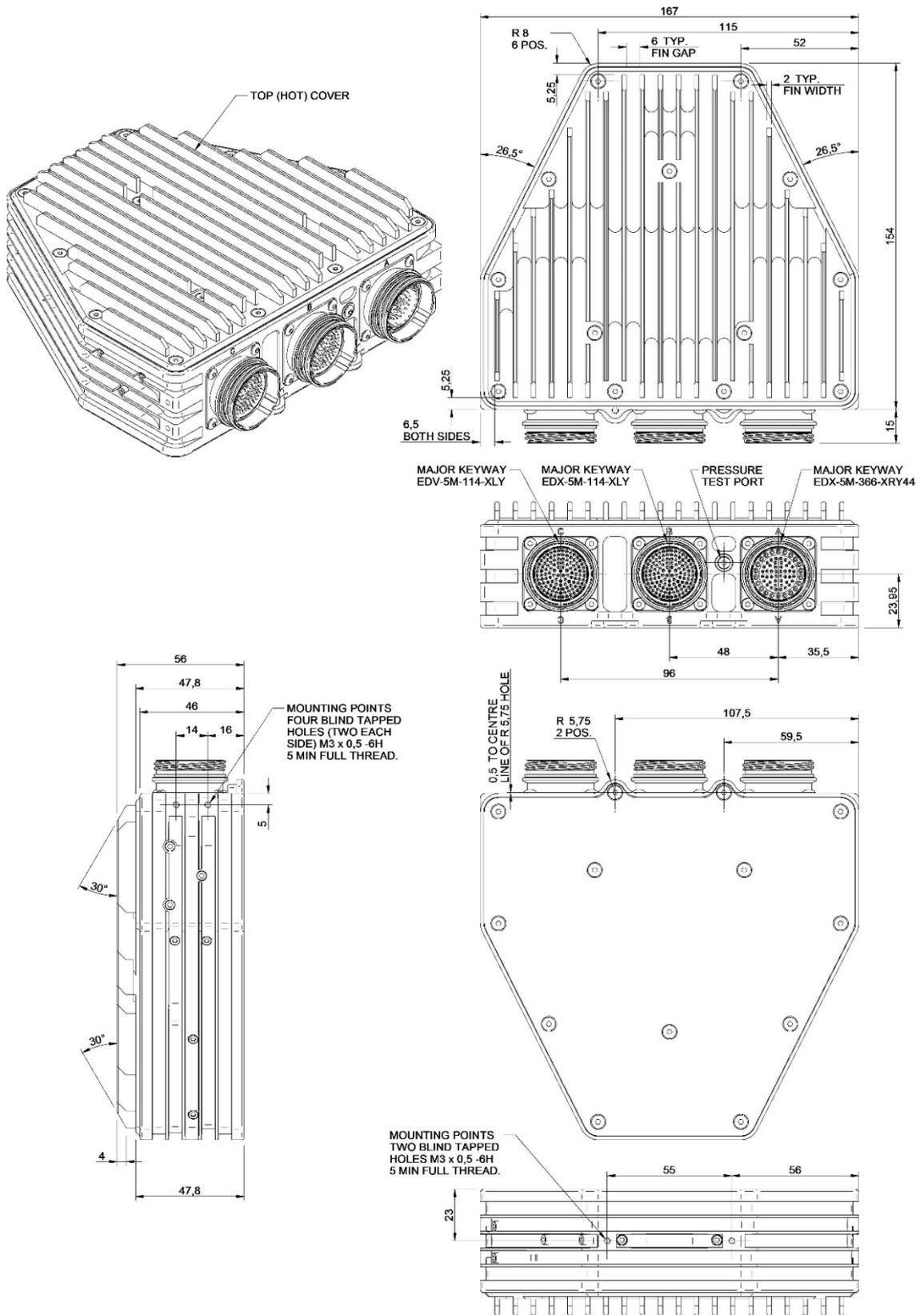
REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	IMPORTE
1	Montaje	20 h	40 €/h	800
2	Puesta en marcha	1	1 000	1 000
	TOTAL MONTAJE			1 800,00 €

CAPÍTULO C05 PROYECTO

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	IMPORTE
1	Amortización PC	20 %	800	160
2	Amortización software			
3	Proyecto	300 h	20 €/h	6 000
	TOTAL PROYECTO			6 160,00 €

4. PLANOS

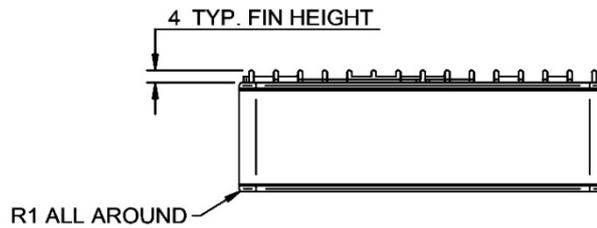
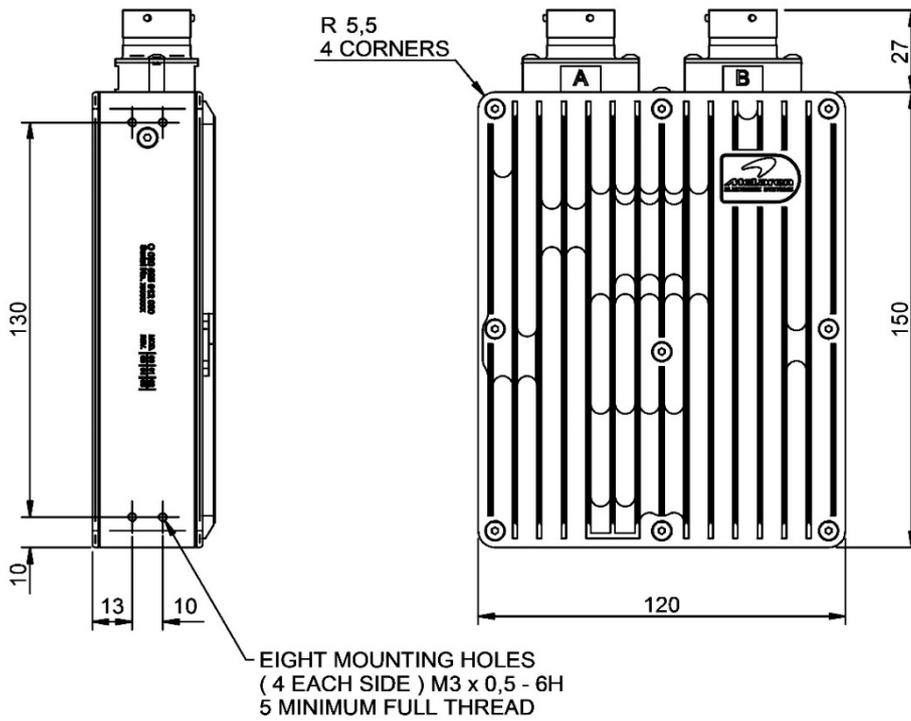
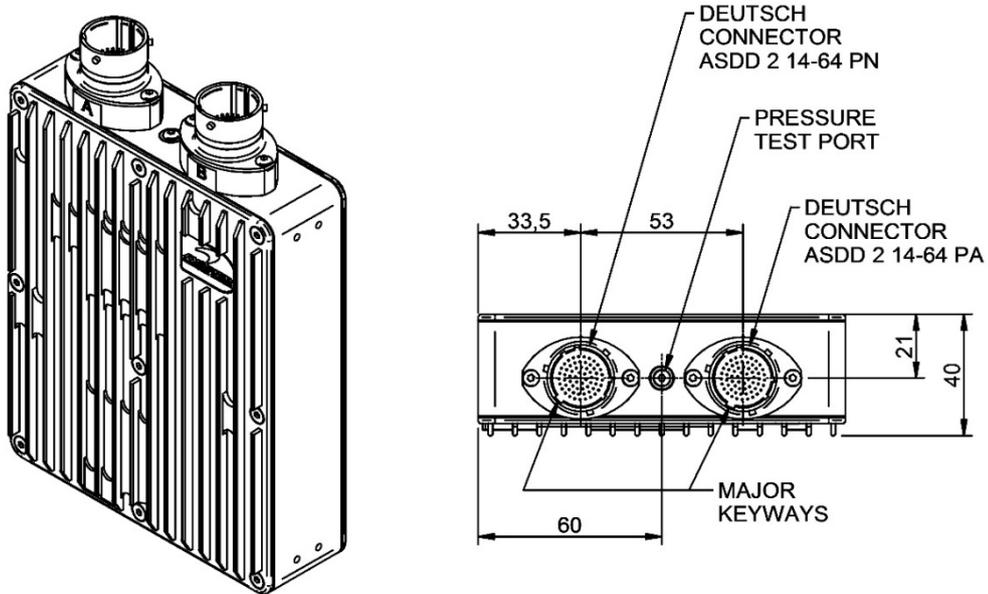




TFG DE CARLOS JOSÉ
GÓMEZ ÁLVAREZ

ECU (TAG-320B)

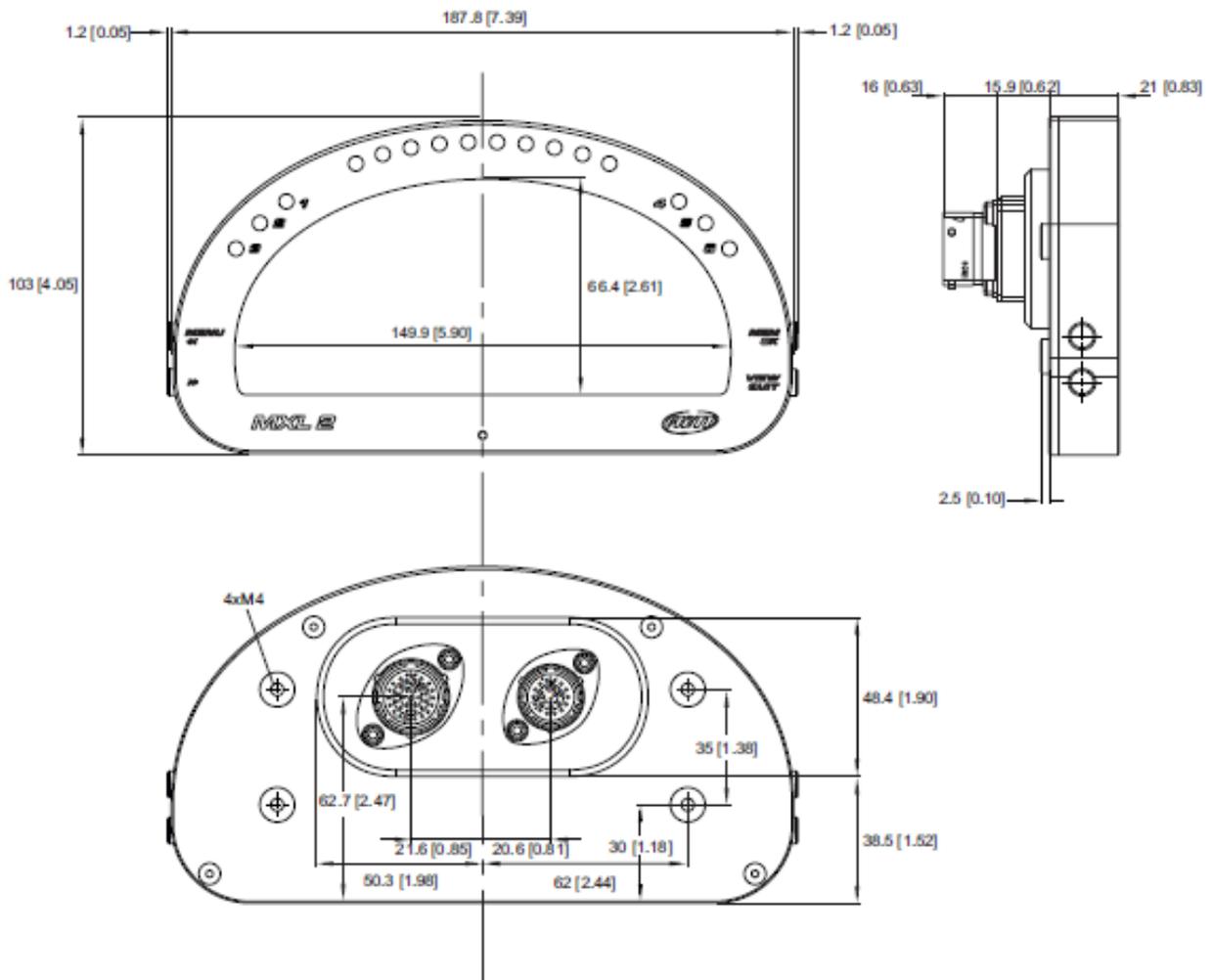
MCLAREN ELECTRONIC SYSTEMS



TFG DE CARLOS JOSÉ
GÓMEZ ÁLVAREZ

UNIDAD DE ADQUISICIÓN DE
DATOS (HSL-500 de McLaren
Electronic Systems)

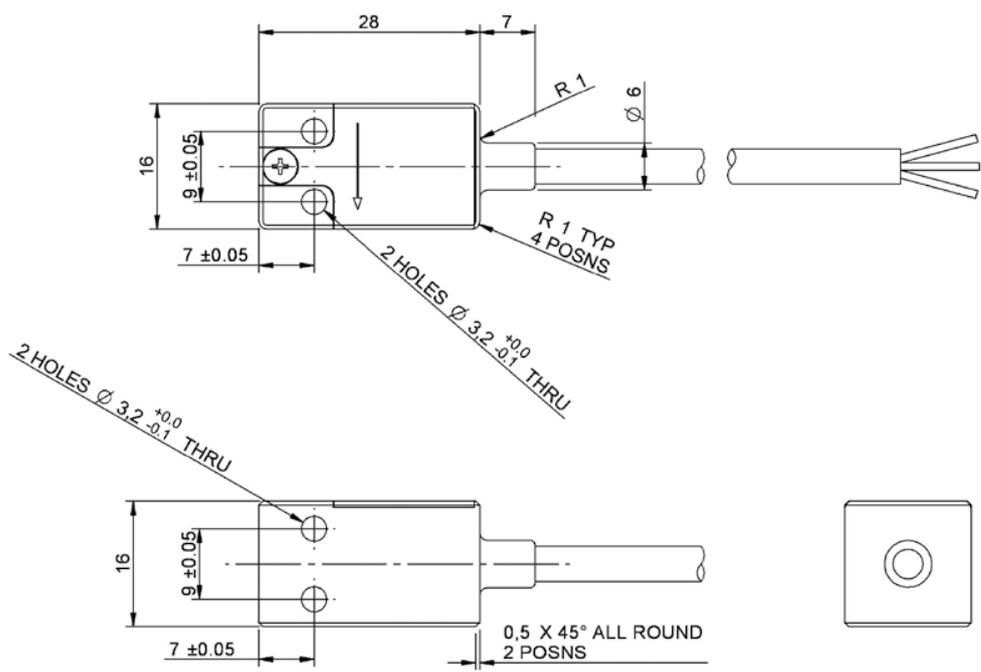
McLAREN ELECTRONIC SYSTEMS



TFG DE CARLOS JOSÉ
GÓMEZ ÁLVAREZ

DASHLOGGER MXL2 DE AIM

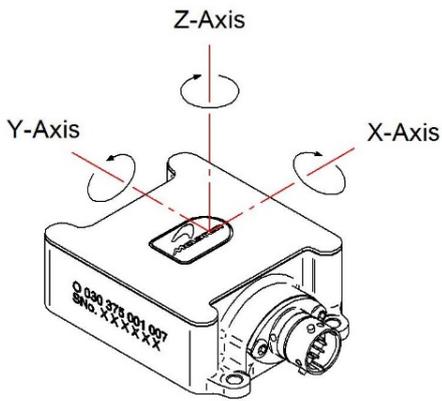
AIM



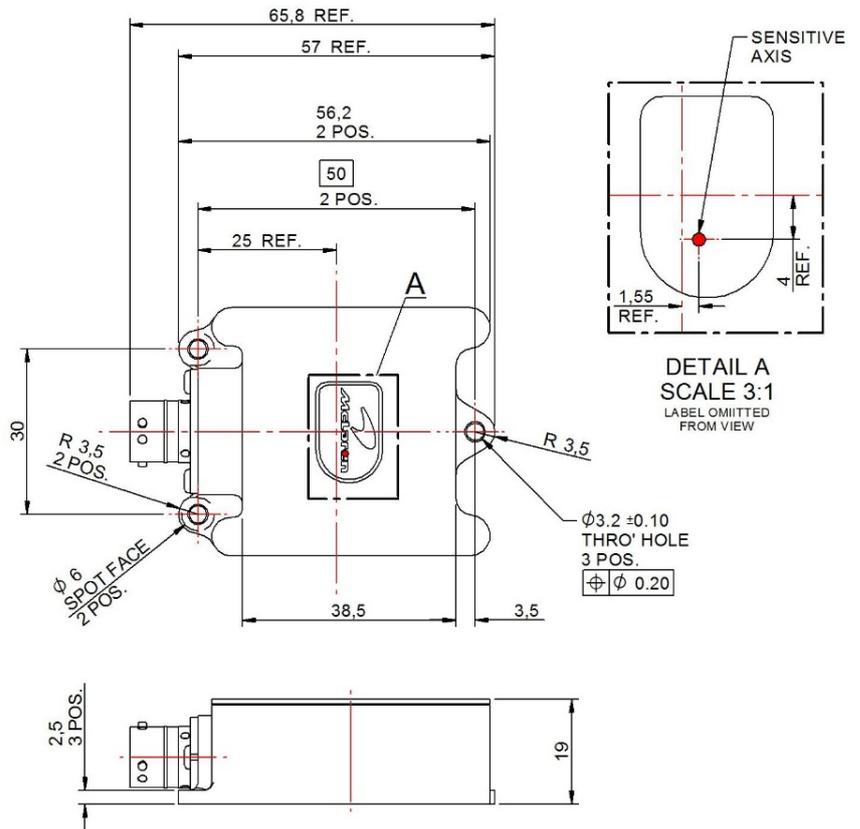
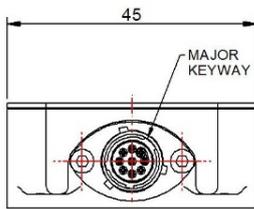
TFG DE CARLOS JOSÉ
GÓMEZ ÁLVAREZ

ACELERÓMETRO DE UN EJE

McLAREN ELECTRONIC SYSTEMS



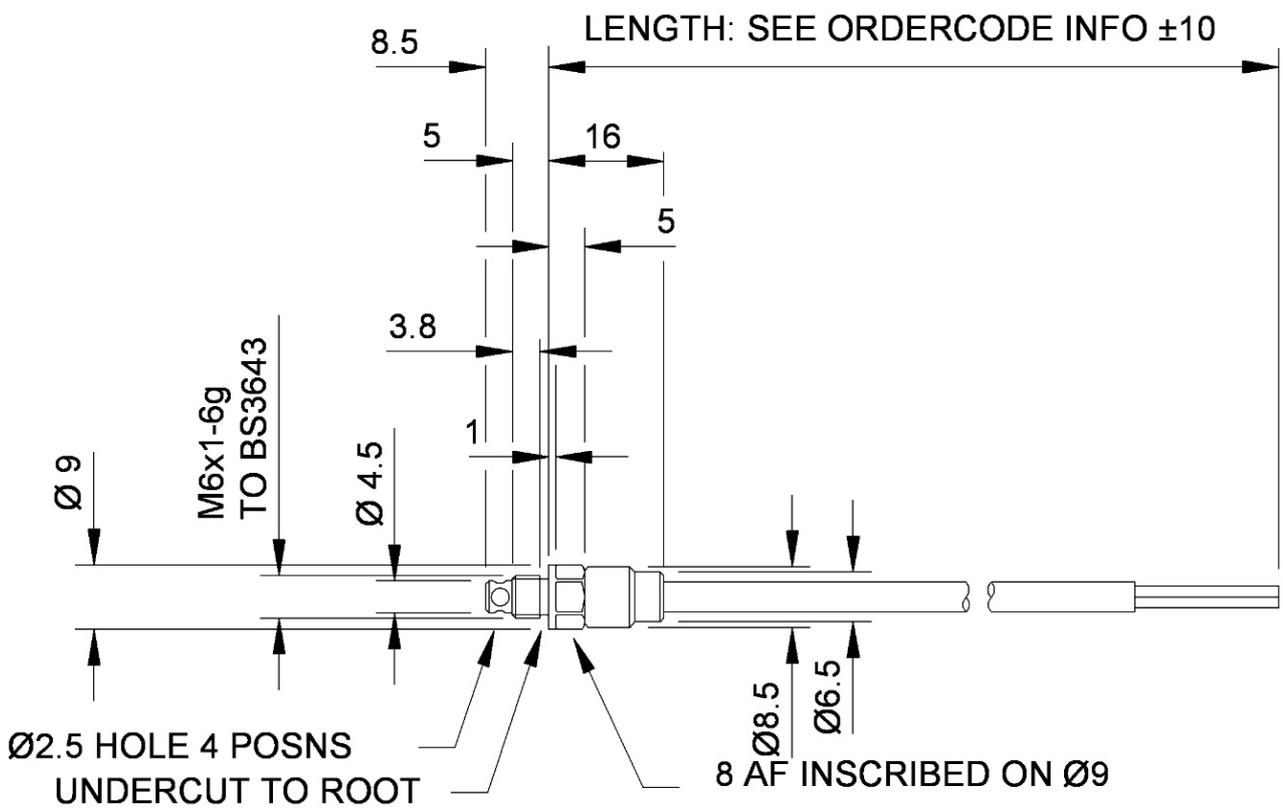
THE ROTATIONS SHOWN ABOVE WILL PROVIDE AN INCREASING OUTPUT VOLTAGE.



TFG DE CARLOS JOSÉ
GÓMEZ ÁLVAREZ

GIROSCOPIO DE TRES EJES

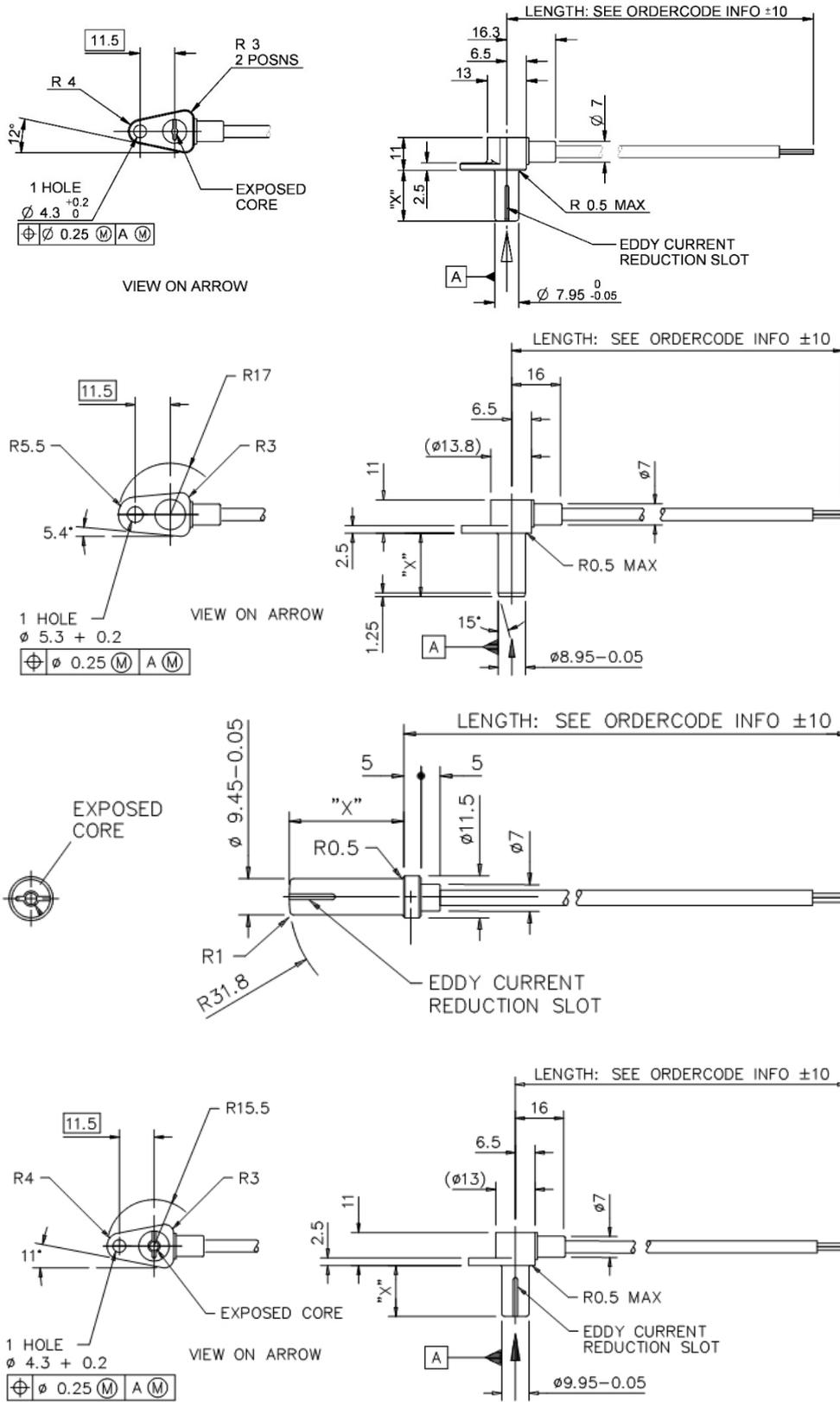
McLAREN ELECTRONIC SYSTEMS



TFG DE CARLOS JOSÉ
 GÓMEZ ÁLVAREZ

SENSOR DE TEMPERATURA
 DE ADMISIÓN

McLAREN ELECTRONIC SYSTEMS



TFG DE CARLOS JOSÉ
GÓMEZ ÁLVAREZ

SENSOR DE VELOCIDAD
INDUCTIVO (múltiples
versiones)

McLAREN ELECTRONIC SYSTEMS

5. ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Tyrrell P34 de 1976	4
Ilustración 2. Tyrrell P34 de 1977	5
Ilustración 3. Dr. Karl Kempf hablando con Ronnie Peterson	6
Ilustración 4. Ayrton Senna durante el GP de Donington de 1993	7
Ilustración 5. Salida del GP de Mónaco de 2002	8
Ilustración 6. Esquema del complejo sistema de telemetría de un Formula Uno	9
Ilustración 7. ECU TAG-310B Ilustración 8. ECU TAG-320.....	9
Ilustración 9.	9
Ilustración 10. IGN-310.....	12
Ilustración 11. INJ-320.....	12
Ilustración 12. HSL-500.....	14
Ilustración 13. ECU Magneti Marelli de un Peugeot 206 GTI	15
Ilustración 14. ECU Magneti Marelli de un Peugeot 206 GTI	16
Ilustración 15. ECU Magneti Marelli de un Peugeot 206 GTI	16
Ilustración 16. Dash Logger de un Abarth 695 Biposto	18
Ilustración 17. Dash Logger de un Abarth 695 Biposto	18
Ilustración 18. Dashboard de una Ducati Panigale V4R	19
Ilustración 19. Dashboard de una Ducati Panigale 1299 S	19
Ilustración 20. Interior Alpine A110 R-GT.....	20
Ilustración 21. Interior Alpine A110 R-GT.....	20
Ilustración 22. Volante con dashboard integrado del Sauber C33 2014.....	21
Ilustración 23. Cockpit del McLaren MP4/6	21
Ilustración 24. Vista completa del Tony Kart 401 TM KZ 10C.....	22
Ilustración 25. Sistema de adquisición de datos AIM para kart.....	22
Ilustración 26. Data logger EVO4 de AIM	22
Ilustración 27. Acelerómetro de un eje.....	25
Ilustración 28. Acelerómetro de tres ejes	26
Ilustración 29. Detector de fuego	27
Ilustración 30. Planos detector de fuego	27
Ilustración 31. Sensor con cable de salida de 1 metro de longitud	28
Ilustración 32. Sensor con conector tipo Deutsch de 6 pines	29
Ilustración 33. Sensor con conector tipo Deutsch de 9 pines (con PT1000 interno)	29
Ilustración 34. IEPE Interfaz del acelerómetro	30
Ilustración 35. Planos del IEPE	30
Ilustración 36. Sensor de nivel.....	31
Ilustración 37. Sensor de posición lineal sin contacto	33
Ilustración 38. Sebastien Loeb en un test sobre asfalto con el Citroën C3 WRC. La luz bajo el paragolpes delantero es el sensor de altura de carrocería	33
Ilustración 39. Sensor de posición de efecto Hall rotacional	34
Ilustración 40. Sensor de posición rotacional sin contacto	35
Ilustración 41. Sensor en un componente Ilustración 42. Sensor en dos partes.....	35
Ilustración 43. Sensor de presión mini Pitot.....	36

Ilustración 44. Sensor de presión barométrica.....	37
Ilustración 45. Planos del TPH4.....	38
Ilustración 46. Croquis del sensor de presión de neumáticos y medida de 5 puntos de temperatura de neumáticos.....	39
Ilustración 47. Sensor de presión y temperatura	40
Ilustración 48. Esquema de componentes del sensor.....	41
Ilustración 49. Sensor de velocidad inductivo	41
Ilustración 50. Sensor de efecto Hall diferencial	42
Ilustración 51. Esquema de componentes del sensor	42
Ilustración 52. Sensor de velocidad cero.....	43
Ilustración 53. Planos del sensor de velocidad cero	43
Ilustración 54. Sensor de velocidad cero posición verdadera	44
Ilustración 55. Planos del sensor de velocidad cero posición verdadera.....	44
Ilustración 56. Gráfica NTC vs. PTC (35)	45
Ilustración 57. Esquema de componentes de un termistor de Platino.....	46
Ilustración 58. Sensor de temperatura por infrarrojos	46
Ilustración 59. Sensor de temperatura por infrarrojos de matriz de 16 por 4	47
Ilustración 60. Esquema de funcionamiento del sensor de temperatura por infrarrojos de matriz de 16 por 4.....	47
Ilustración 61. Sensor de temperatura de aire extrapequeño	48
Ilustración 62. Planos del sensor	48
Ilustración 63. Sensor de temperatura de una superficie	48
Ilustración 64. Sensor termopar para gases de escape.....	49
Ilustración 65. Planos sensor termopar para gases de escape	49
Ilustración 66. Sensor termopar para aire.....	50
Ilustración 67. Sensor de temperatura de un flujo de aire	50
Ilustración 68. Sensor de temperatura para líquido	51
Ilustración 69. Planos sensor de temperatura para líquido	51
Ilustración 70. Imagen del controlador Lambda de AIM y de la sonda Bosch	52
Ilustración 71. Esquema de conexión del controlador Lambda y su sonda	53
Ilustración 72. Audi Sport Quattro Grupo B	55
Ilustración 73. Philippe Bugalski a los mandos del Citroën Xsara Kit car (44)	55
Ilustración 74. Sebastien Loeb en un test con su Peugeot 306 Maxi.....	55
Ilustración 75. Esquema del interior de un diferencial autoblocante de discos y rampas (45) .	56
Ilustración 76. Lectura de la información recopilada por el sistema de adquisición de datos...	58
Ilustración 77. Esquema de componentes principales en la telemetría	58
Ilustración 78. ECU PEUGEOT 206 GTI (autor).....	67
Ilustración 79. Reposapiés Peugeot 206 GTI (autor).....	68
Ilustración 80. Asiento conductor Peugeot 206 GTI (autor).....	69
Ilustración 81. Ubicación ECU Peugeot 206 GTI (autor).....	70
Ilustración 82. Salpicadero Peugeot 206 GTI (autor)	71
Ilustración 83. Cuadro de instrumentos Peugeot 206 GTI (autor).....	72
Ilustración 84. Dashboard Peugeot 206 GTI	72
Ilustración 85. Radio Peugeot 206 GTI (autor)	73
Ilustración 86. Dashboard salpicadero copiloto	74
Ilustración 87. Reposapiés copiloto Peugeot 206 GTI (autor)	75
Ilustración 88. Unidad de telemetría Podium Connect.....	76
Ilustración 89. Mangueta delantera (autor)	78

Ilustración 90. Puente trasero (autor).....	79
Ilustración 91. Techo Peugeot 206 GTI (autor).....	80
Ilustración 92. Bloque motor y caja de cambios Peugeot 206 GTI (autor).....	81
Ilustración 93. Volante (autor).....	82
Ilustración 94. Columna dirección (autor).....	83
Ilustración 95. Sensor ángulo de volante.....	84
Ilustración 96. Suspensión delantera y LVDT.....	85
Ilustración 97. Suspensión trasera (autor).....	86
Ilustración 98. Caja de cambios (autor).....	88
Ilustración 99. Sensor de velocidad ABS (autor).....	89
Ilustración 100. Termopar escape (autor).....	90
Ilustración 101. Frontal Peugeot 206 GTI (autor).....	92
Ilustración 102. Techo Peugeot 206 GTI (autor).....	93
Ilustración 103. Admisión Peugeot 206 GTI (autor).....	94
Ilustración 104. Sensor MAP (autor).....	95
Ilustración 105. Raíl común combustible (autor).....	96
Ilustración 106. Sensor de posición árbol de levas (autor).....	97
Ilustración 107. Posición de conducción de un piloto de Formula Uno en la actualidad.....	98
Ilustración 108. Centralitas electrónicas en el pontón.....	99
Ilustración 109. Giroscopio de un eje.....	100
Ilustración 110. Sensor de posición lineal.....	101
Ilustración 111. Borja García pilotando el Toyota TF104 en Paul Ricard (2005).....	104
Ilustración 112. Exterior Peugeot 206 GTI.....	105
Ilustración 113. Interior Peugeot 206 GTI.....	105

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Tyrrell P34 - Wikipedia, la enciclopedia libre [Internet]. [cited 2020 Nov 9]. Available from: https://es.wikipedia.org/wiki/Tyrrell_P34
2. Walker J. Project 34 - History PARTE 4 [Internet]. 2012 [cited 2020 Nov 9]. Available from: <http://www.project34.co.uk/index.php/template/part-1-time-to-think-different-4>
3. Telemetry [Internet]. [cited 2020 Oct 3]. Available from: <http://www.formula1-dictionary.net/telemetry.html>
4. ECU and MES [Internet]. [cited 2020 Oct 3]. Available from: <http://www.formula1-dictionary.net/ecu.html>
5. Arana Delarosa A. Guía básica de la adquisición de datos – 8000vueltas.com [Internet]. 2016 [cited 2020 Sep 20]. Available from: <https://8000vueltas.com/2016/01/10/guia-basica-de-la-adquisicion-de-datos>
6. McLaren Applied IGN-310 [Internet]. [cited 2020 Nov 2]. Available from: <https://www.mclaren.com/applied/catalogue/item/ignition-driver-unit-ign-310/>
7. McLaren Applied INJ-320 [Internet]. [cited 2020 Nov 2]. Available from: <https://www.mclaren.com/applied/catalogue/item/injector-driver-unit-inj-320/>
8. McLaren Applied LTX-320 [Internet]. [cited 2020 Nov 2]. Available from: <https://www.mclaren.com/applied/catalogue/item/microwave-transmitter-ltx-310b/>
9. McLaren Applied LRX-320 [Internet]. [cited 2020 Nov 2]. Available from: <https://www.mclaren.com/applied/catalogue/item/lrx-320-trigger/>
10. McLaren Applied HSL-500 [Internet]. [cited 2020 Nov 2]. Available from: <https://www.mclaren.com/applied/catalogue/item/hsl-500-high-speed-data-logger/>
11. García Alfonsín G. (4) Una introducción a la telemetría y los sistemas de adquisición de datos [TÉCNICA - POWERART] S02-E16 - YouTube [Internet]. 2018 [cited 2018 May 19]. Available from: <https://www.youtube.com/watch?v=16baGIMv8cs>
12. 2019 Ducati Panigale V4R: digital dash (Credit: Ducati) | Ducati panigale, Ducati, Panigale [Internet]. [cited 2020 Nov 19]. Available from: <https://www.pinterest.es/pin/483433341246646730/>
13. Ducati Panigale 1299 S dash – The Bike Show [Internet]. [cited 2020 Nov 19]. Available from: <https://thebikeshow.co.za/ducati-1299-panigale/122-1205-01-oducati-1199-panigale-s-dashboard/>
14. Lois A. Alpine A110 Rally, el tercer modelo de competición del deportivo francés [Internet]. 2019 [cited 2020 Nov 19]. Available from: https://www.autopista.es/novedades-coches/alpine-a110-rally-el-tercer-modelo-de-competicion-del-deportivo-frances_155738_102.html
15. Tony kart racer 401 TM KZ 10C [Internet]. [cited 2020 Nov 12]. Available from: <https://www.mercadoracing.org/25/721692/tony-kart-racer-401-tm-kz-10c.html>

16. AiM EVO4 [Internet]. [cited 2020 Nov 10]. Available from: <https://www.aim-sportline.com/en/out-of-production/evo4/index.htm>
17. McLaren Applied ACELERÓMETRO 1 EJE [Internet]. [cited 2020 Nov 14]. Available from: <https://www.mclaren.com/applied/catalogue/item/accelerometer-1axis/>
18. McLaren Applied ACELERÓMETRO 3 EJES [Internet]. [cited 2020 Nov 14]. Available from: <https://www.mclaren.com/applied/catalogue/item/accelerometer-3-axis/>
19. McLaren Applied FIRE DETECTOR [Internet]. [cited 2020 Nov 14]. Available from: <https://www.mclaren.com/applied/catalogue/item/air-box-fire-detector/>
20. McLaren Applied GIROSCOPIO [Internet]. [cited 2020 Nov 14]. Available from: <https://www.mclaren.com/applied/catalogue/item/gyro-tri-axis/>
21. McLaren Applied IEPE [Internet]. [cited 2020 Nov 14]. Available from: <https://www.mclaren.com/applied/catalogue/item/accelerometer-interface-unit-6/>
22. McLaren Applied SENSOR DE NIVEL [Internet]. [cited 2020 Nov 14]. Available from: <https://www.mclaren.com/applied/catalogue/item/fluid-level-sensor/>
23. (4) Sébastien Loeb testing the Citroën C3 WRC! - YouTube [Internet]. 2017 [cited 2017 Aug 8]. Available from: https://www.youtube.com/watch?v=VVzkV-9Rx7w&feature=emb_title
24. McLaren Applied SENSOR DE POSICIÓN [Internet]. [cited 2020 Nov 14]. Available from: <https://www.mclaren.com/applied/catalogue/item/sport-sensor-range-rhe/>
25. McLaren Applied SENSOR DE POSICIÓN SIN CONTACTO [Internet]. [cited 2020 Nov 14]. Available from: <https://www.mclaren.com/applied/catalogue/item/sensor-rhe/>
26. McLaren Applied SENSOR DE PITOT [Internet]. [cited 2020 Nov 14]. Available from: <https://www.mclaren.com/applied/catalogue/item/pitot-sensor-mini/>
27. McLaren Applied PRESIÓN COLECTOR [Internet]. [cited 2020 Nov 14]. Available from: <https://www.mclaren.com/applied/catalogue/item/sport-sensor-range-barometric/>
28. McLaren Applied THP4 [Internet]. [cited 2020 Nov 14]. Available from: <https://www.mclaren.com/applied/catalogue/item/tph4-handheld/>
29. McLaren Applied PRESIÓN NEUMÁTICO [Internet]. [cited 2020 Nov 14]. Available from: <https://www.mclaren.com/applied/catalogue/item/tpms-ir-array/>
30. McLaren Applied SENSOR DE PRESIÓN Y TEMPERATURA [Internet]. [cited 2020 Nov 14]. Available from: <https://www.mclaren.com/applied/catalogue/item/pressure-and-temperature-sensor-single-channel/>
31. McLaren Applied VELOCIDAD INDUCTIVO [Internet]. [cited 2020 Nov 14]. Available from: <https://www.mclaren.com/applied/catalogue/item/sport-sensor-range-inductive/>
32. McLaren Applied DHE [Internet]. [cited 2020 Nov 14]. Available from: <https://www.mclaren.com/applied/catalogue/item/sport-sensor-range-dhe/>
33. McLaren Applied VELOCIDAD EFECTO HALL [Internet]. [cited 2020 Nov 14]. Available from: <https://www.mclaren.com/applied/catalogue/item/dhe-speed-sensor/>
34. McLaren Applied POSICIÓN CRABOT [Internet]. [cited 2020 Nov 14]. Available from: <https://www.mclaren.com/applied/catalogue/item/true-position-zero-speed/>

7. ANEXOS

Electronic Control and Data Units

Application Note

McLaren Electronic Systems
McLaren Technology Centre
Chertsey Road
Woking
Surrey
GU21 4YH
UK

Phone: +44 (0)1483 261400
Fax: +44 (0)1483 261402

sales@mclarenelectronics.com
www.mclarenelectronics.com

McLaren Electronics Inc.
Suite 115
Bostick Building
9801 West Kinsey Avenue
Huntersville
NC 28078
USA

Phone: +001 (704) 660 3181
Fax: +001 (704) 660 8829

The reference table below details the compatibility of the main MES electronic units with our main expansion units. I/O information including details of interfaces with sensors and lap triggers can be found within the individual product summaries.

Please contact our Technical Consultancy department for details about compatibility with other MES units and third-party units.

PCU-400

Comms Support		Expansion Unit Support	
Function	Link	Function	Link
System Monitor	Ethernet	SIU-400 via config CAN	CAN
ATLAS	Ethernet	SIU-300 via config CAN	CAN
		SCU-300 via config CAN	CAN
		SN-32 via config CAN	CAN
		LIU-4 via config CAN	CAN
		PIN-3 via config CAN	CAN
		PIN-16 via config CAN	CAN
		TIU-32C via config CAN	CAN
		TPR via config CAN	CAN

EDR-400

Comms Support		Expansion Unit Support	
Function	Link	Function	Link
System Monitor	Ethernet	SIU-400	CAN
ATLAS	Ethernet	SIU-300 via config CAN	CAN
CBT-610	RS232	SCU-300 via config CAN/ APP for LEDs	CAN
		SN-32 via config CAN	CAN
		LIU-4	CAN
		PIN-3 via config CAN	CAN
		PIN-16 via config CAN	CAN
		Two TIU-32Cs	CAN
		TPR via config CAN	CAN
		PCU-400 via config CAN	CAN
		PCU-6D can be supported through the customer application PCU	PCU
DataTAG	CAN		

TAG-400

Comms Support		Expansion Unit Support	
Function	Link	Function	Link
System Monitor	Ethernet	SIU-400	CAN
ATLAS	Ethernet	SIU-300 via config CAN	CAN
CBT-610	RS232	SCU-300 via config CAN/ APP for LEDs	CAN
		SN-32 via config CAN	CAN
		LIU-4	CAN
		PIN-3 via config CAN	CAN
		PIN-16 via config CAN	CAN
		Two TIU-32Cs	CAN
		TPR via config CAN	CAN
		PCU-400 via config CAN	CAN
		PCU-6D	PCU
		DataTAG	CAN

HSL-500

Comms Support		Expansion Unit Support	
Function	Link	Function	Link
System Monitor	Ethernet	SIU-400	CAN
ATLAS	Ethernet	SIU-300	CAN
CBT-610	Arcnet	SCU-300 via config CAN/ APP for LEDs	CAN
		SN-32 via config CAN	CAN
		LIU-4	CAN
		PIN-3	CAN
		PIN-16	CAN
		TIU-32C	CAN
		TPR	CAN
		PCU-400	CAN

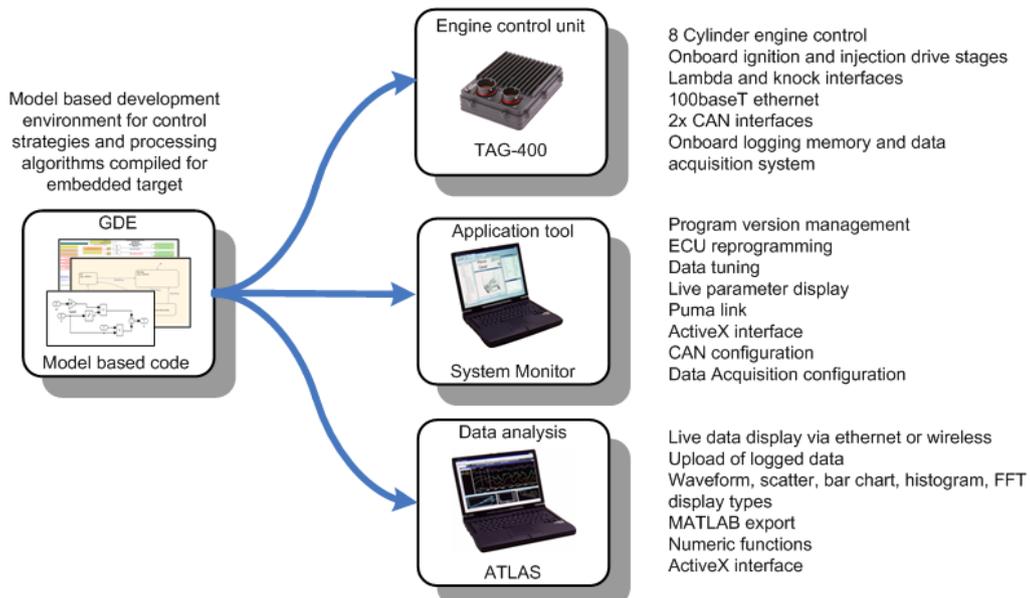
TAG-310B

Comms Support		Expansion Unit Support	
Function	Link	Function	Link
System Monitor	Ethernet	SIU-400	CAN
ATLAS	Ethernet	SIU-300	CAN
CBT-610	HDLC	SCU-300 via config CAN/ APP for LEDs	CAN

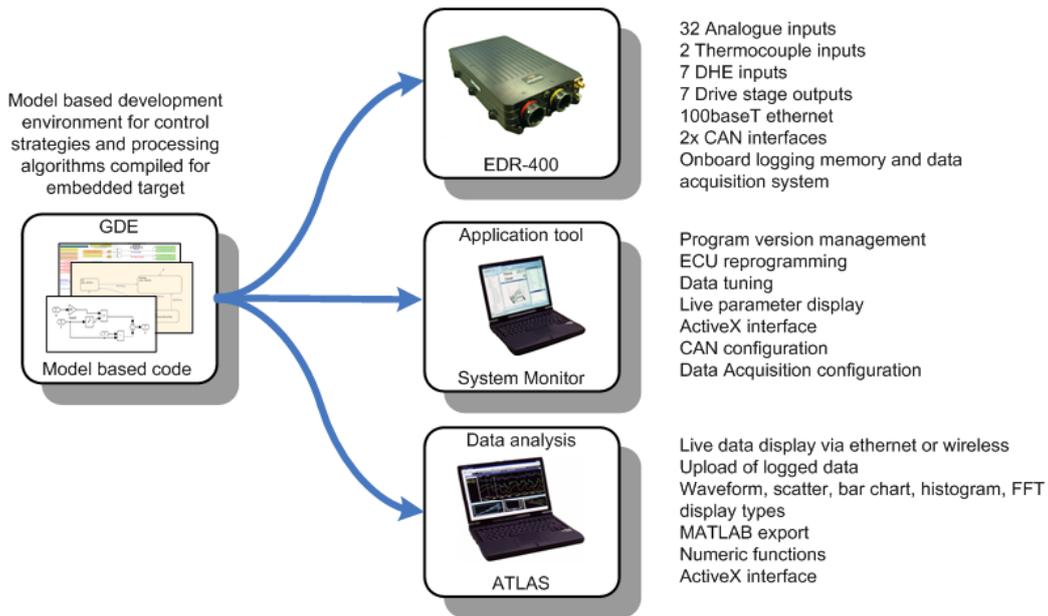
Comms Support		Expansion Unit Support	
Function	Link	Function	Link
		SN-32 via config CAN CAN	CAN
		LIU-4	CAN
		PIN-3	CAN
		PIN-16	CAN
		TIU-32C	CAN
		TPR	CAN
		PCU-400	CAN
		PCU-6D	PCU
		HIU-3	CAN/HSD
		SN-32	SBUS
		SN-32LT	SBUS
		PB2006	CAN/DIG
		IGN-310	CAN/DIG
		INJ-310	CAN/DIG
		ICU-308	CAN/TRIGGER

Example system configurations for data-logging, control and telemetry are shown below. These diagrams give examples of how the different units can work together, but these are not fixed solutions, so please do not hesitate to contact us if you would like to discuss your requirements with us.

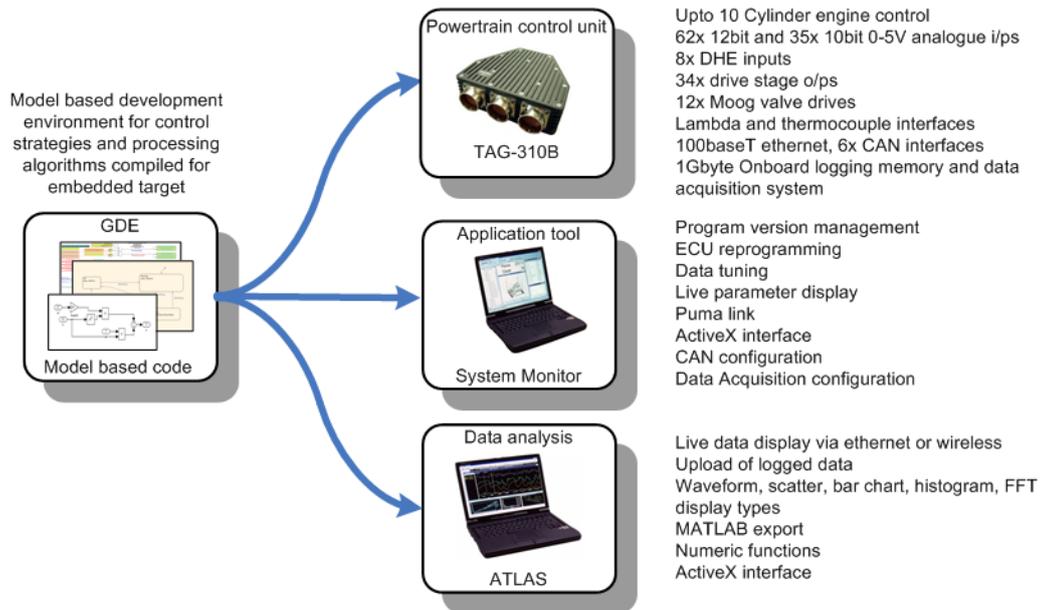
TAG-400 development system



EDR-400 development system

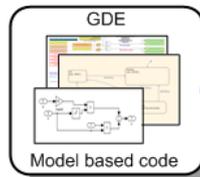


TAG-310B development system

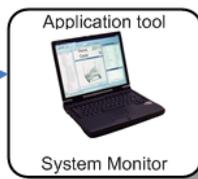


CIU-400 development system

Model based development environment for control strategies and processing algorithms compiled for embedded target (GDE base product with CIU-400 target package)



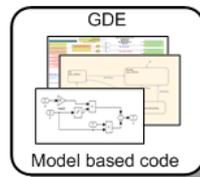
13x 1kHz analogue inputs
1x DHE input
2x 4A High side drive stages
4x 2A High side drive stages
3x CAN interfaces
Application support for model based code
CAN application tool interface either direct to System Monitor as a stand alone system or via a host ECU.



Program version, tune data management and ECU reprogramming of combined system (CIU-400 and host ECU)
Live parameter display
Puma link
ActiveX interface
CAN configuration for host ECU
Data Acquisition configuration for host ECU

HSL-500 development system

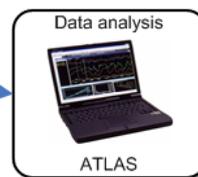
Model based development environment for control strategies and processing algorithms compiled for embedded target



12x 400kHz 12bit analogue 0-5V
36x 100kHz 12bit analogue 0-5V
8x DHE inputs
1x Lap trigger I/P
1Gbit ethernet
6x CAN interfaces
1x ARCNET link to telemetry transmitter
2Gbyte Onboard logging memory and data acquisition system
Supports logging of up to 1024 parameters

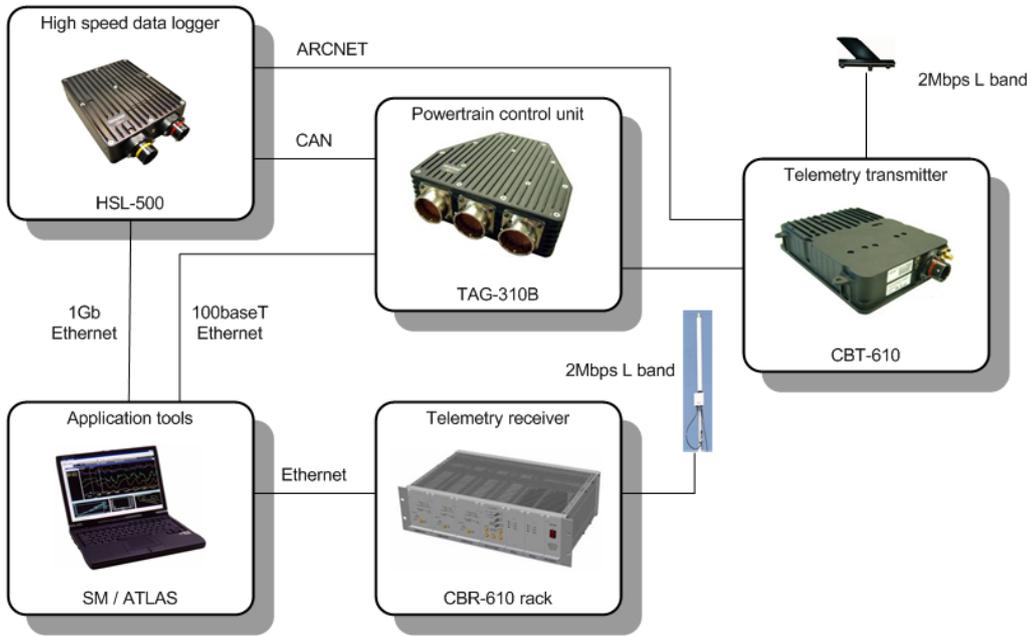


Program version management
ECU reprogramming
Data tuning
Live parameter display
ActiveX interface
CAN configuration
Data Acquisition configuration

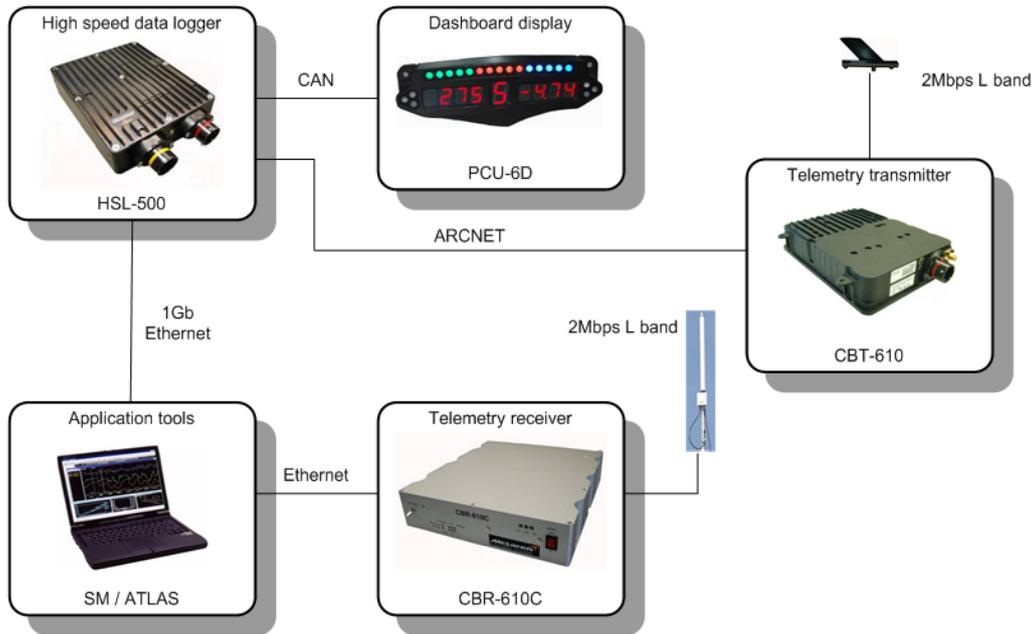


Live data display via ethernet or wireless
Upload of logged data
Waveform, scatter, bar chart, histogram, FFT display types
MATLAB export
Numeric functions
ActiveX interface

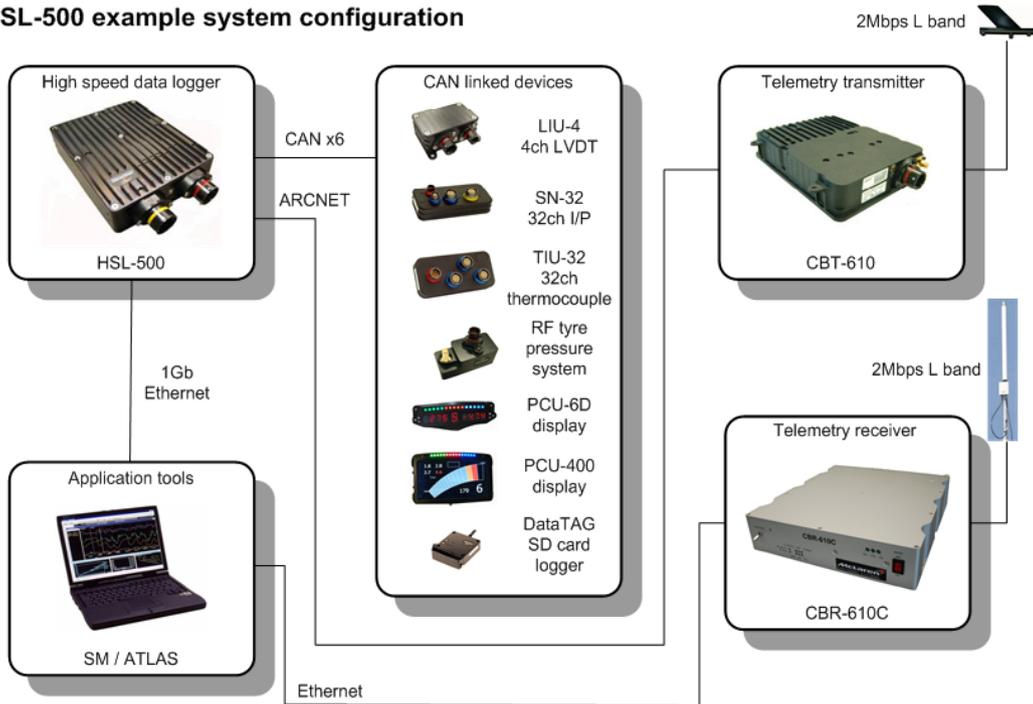
HSL-500 example system configuration



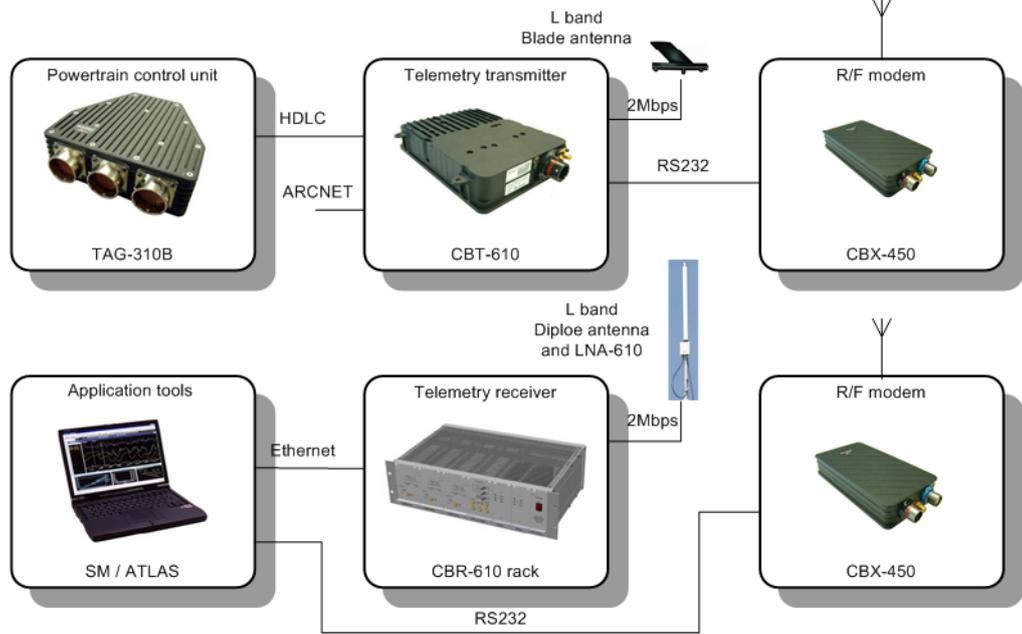
HSL-500 example system configuration



HSL-500 example system configuration



CBX-610 L-band telemetry with UHF modem handshake option



Gyros

Installation Note

McLaren Electronic Systems
McLaren Technology Centre
Chertsey Road
Woking
Surrey
GU21 4YH
UK

Phone: +44 (0)1483 261400
Fax: +44 (0)1483 261402

sales@mclarenelectronics.com
www.mclarenelectronics.com

McLaren Electronics Inc.
Suite 115
Bostick Building
9801 West Kinsey Avenue
Huntersville
NC 28078
USA

Phone: +001 (704) 660 3181
Fax: +001 (704) 660 8829

Installation

The gyro installation should not be exposed to vibration frequencies >2kHz, or permanent damage to the sensor may be caused. For applications where high frequency vibration is present, AV mountings should be used to isolate the unit and provide a roll off at around 2kHz.

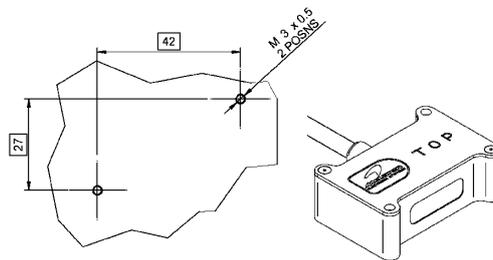
- M3 x 0.5 mounting screws, of appropriate length, should be used
- Torque 2.5Nm (max)

We do not recommend rigidly clamping the cable close to the exit from the housing, as this may induce unwanted output shifts due to sensitive axis mis-alignment.

Single-Axis Gyro

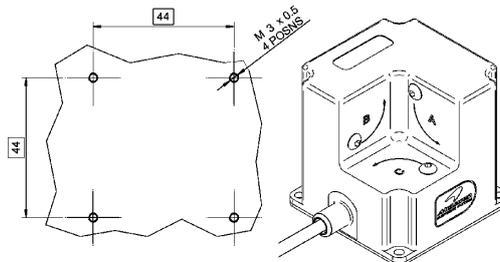
The sensor sensitive axis is vertical when mounted in the recommended orientation. The sensor output voltage swing will be reduced if the sensors sensitive axis is inclined from the upright position.

Mounting the sensor 180° from the recommended orientation will reverse the output from the sensor.



Three-Axis Gyro

The sensitive axis of each gyro are perpendicular to the labelled face (A, B and C), as shown. Mounting the particular axis of this sensor 180° from the recommended orientation will reverse the outputs from the relevant gyro and could cause other axis to reverse also.



Linear Position Sensors

Installation Note

McLaren Electronic Systems
McLaren Technology Centre
Chertsey Road
Woking
Surrey
GU21 4YH
UK

Phone: +44 (0)1483 261400
Fax: +44 (0)1483 261402

sales@mclarenelectronics.com
www.mclarenelectronics.com

McLaren Electronics Inc.
Suite 115
Bostick Building
9801 West Kinsey Avenue
Huntersville
NC 28078
USA

Phone: +001 (704) 660 3181
Fax: +001 (704) 660 8829

Unsprung Potentiometer – 15mm Square and 9.5mm Diameter

Unsprung potentiometers should be mounted using only the spherical bearings and not supported anywhere else. The mounting arrangement must ensure that the movement of the sensor is straight and does not bind. The spherical bearings can accommodate a movement of $\pm 12^\circ$. Provision is made to adjust the length of the shaft by 4mm. The shaft, with the bearing attached, is free to rotate. The bearing on the body can be rotated so the relationship between the plane of the bearing and the cable outlet can be adjusted.

Sprung Potentiometer

Sprung potentiometers are typically used to follow a track on a moving component. The track should be smooth and should not apply side loads to the potentiometer shaft. The potentiometer body should be rigidly fixed. However, in high vibration environments, such as direct mounting on an engine or gearbox, a resilient or anti vibration mounting should be used. Even with such a mounting, sprung potentiometers can be susceptible to bouncing when there is excessive vibration.

The single track sprung potentiometer can be installed with an o-ring to seal it to a housing. Note that the potentiometer shaft seal does not resist pressure. The o-ring is not available from McLaren Electronics.

Recommended Installation for Linear Potentiometer



Linear Hall Effect

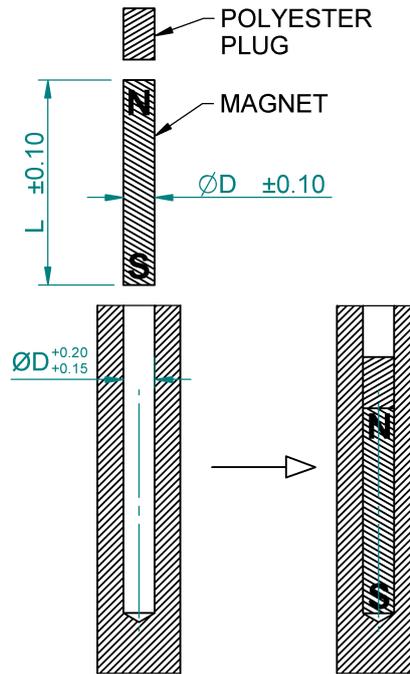
The shaft of the sensor can be removed from the housing to assist ease of assembly. The body should be rigidly mounted to a gearbox or engine or similar.

The bodies can be designed with a seal to prevent dirt ingress to the shaft and brushes in dusty environments.

Where possible the shaft should not be free to rotate as this may introduce hysteresis errors.

The sensor should be kept clear of moving ferrous objects or magnetic fields which may interfere with or distort the field produced by the measurement magnet.

Typical Magnet Installation



Temperature Sensors

Installation Note

McLaren Electronic Systems
McLaren Technology Centre
Chertsey Road
Woking
Surrey
GU21 4YH
UK

Phone: +44 (0)1483 261400
Fax: +44 (0)1483 261402

sales@mclarenelectronics.com
www.mclarenelectronics.com

McLaren Electronics Inc.
Suite 115
Bostick Building
9801 West Kinsey Avenue
Huntersville
NC 28078
USA

Phone: +001 (704) 660 3181
Fax: +001 (704) 660 8829

Air Temperature Sensors

McLaren Electronics' air temperature sensors expose the sensor element tip directly to the air flow. Sensors with a flange mount body can be aligned in the air stream to exploit the planar symmetry of the sensor element. This is most important for low velocity air flows, for example if the sensor is located at the end of a manifold pipe.

With threaded devices the point at which the screw thread will tighten cannot be defined exactly. However, the design of the sensor housing ensures that errors due to misalignment of the element in the air flow are minimized.

- Mounting Torque:
 - 7.1 to 8Nm (M10)
 - 5.3 to 6Nm (M6)
- Spanner:
 - 14mm A/F (M10)
 - 10mm A/F (M6)

Fluid Temperature Sensors

Fluids used in automotive applications are often aggressive and turbulent. The sensing element must be isolated from the medium, so the sensor element is encapsulated at the tip of a thermally conductive housing. This tip is made as small as possible to ensure minimal thermal mass – reducing error and response time. The rotational orientation of the sensor has no effect on the reading.

- Mounting Torque 5.3 to 6Nm
- Spanner 10mm A/F

Either type of sensor can form a seal in its installation port, if required. Use a new seal whenever the sensor is installed or reinstalled. The seals are available as accessories; please see the relevant Product Summary for the order code.

Air and Fluid Installation

The following images illustrate a selection of housing styles and sealing methods. These can be designed to suit specific applications.



AIR TEMPERATURE SENSOR - BONDED SEAL



AIR TEMPERATURE SENSOR - O RING SEAL



AIR TEMPERATURE SENSOR - PLUG-IN VARIANT



AIR TEMPERATURE SENSOR - M6 THREADED VARIANT



FLUID TEMPERATURE SENSOR - M6 THREADED VARIANT

Exhaust Thermocouples

The sensing element is sealed in a stainless steel tube and is 1.5mm from the end of the tube. The length of the probe should be chosen to place the sensing element at the point in the gas flow where temperature is to be measured. The connection wires should be kept short and away from sources of electro magnetic radiation, such as ignition systems.

A soft copper washer may be used to provide a gas tight seal.

- Mounting Torque 12.5Nm max
- Spanner 11.3mm A/F (1/4BSF, 3/16BSW)



EXHAUST GAS TEMPERATURE SENSOR

Infra-Red

Infra-red sensors include lenses which focus the radiated energy onto the sensing element. For accurate measurement it is important to place the sensor so that its field of view is completely covered by the object to be measured. If the field of view includes objects outside the target area an error will be introduced.

The field of view of the sensor is 15° typ, 20° (max).

The sensor should be installed in such a way that the lens does not become dirty and the sensor is positioned far enough away from the target to ensure that the maximum operating temperature of the sensor is not exceeded.

