

Sumario

Sumario	1
Sumario de figuras	3
Anexo A. Glosario	5
A.1. Acrónimos	5
A.2. Conceptos	5
Anexo B. Euro On-Board Diagnosis (EOBD)	9
B.1. EOBD en los MEP	10
B.1.1. Emisiones contaminantes	10
B.1.2. Sistema OBD-II	11
B.2. EOBD en los MEC	12
B.2.1. Emisiones contaminantes	12
B.2.2. Sistema OBD-II	13
B.3. Códigos DTC	14
B.4. Interfaz para diagnósticos	15
Anexo C. Componentes del prototipo	17
C.1. Raspberry Pi B+	17
C.2. PIKAN Board	17
Bibliografía	19



Sumario de figuras

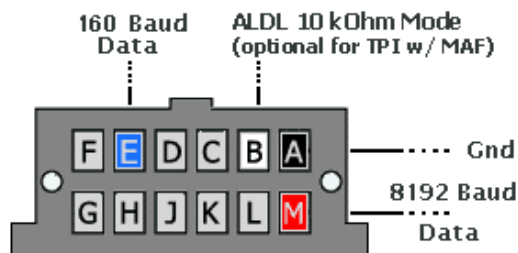
Figura 1. Esquema de conexión del terminal ALDL.....	5
Figura 2. NEFZ.....	5
Figura 3. Acceso del puerto OBD-II desde el asiento del conductor.....	10
Figura 4. Evolución de las emisiones contaminantes en función del dosado.	11
Figura 5. Esquema del sistema EOBD en MEP.	12
Figura 6. Componentes de las partículas de hollín MP y vista en sección de un sistema de escape obstruido por las partículas de hollín MP.	13
Figura 7. Esquema del sistema EOBD en MEC.	14
Figura 8. Especificaciones generales de los DTC codes.....	15
Figura 9. Vista en planta de la Raspberry Pi B+.....	17
Figura 10. Plano electrónico de la PICAN Board.....	18



Anexo A. Glosario

A.1. Acrónimos

ALDL: Del inglés “*Assembly Line Diagnostic Link*”. Considerado el primer sistema OBD, capaz de leer los códigos de error, a razón de 160 baudios.

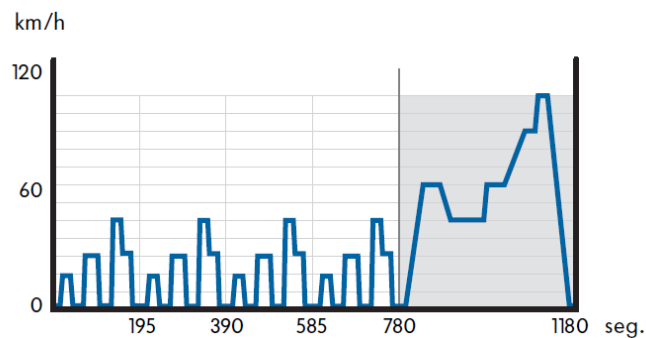


[WP1]

Figura 1. Esquema de conexión del terminal ALDL.

NEDC: Del inglés “*New European Driving Cycle*”.

NEFZ: Del alemán “*Neuer Europäischer Fahrzyklus*”. Es el nuevo ciclo de conducción de prueba para la determinación de las emisiones de escape en vehículos de motor.



[D1]

Figura 2. NEFZ.

UART: Del inglés “*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*”. Realiza conversiones serie-paralelo de los datos recibidos de un dispositivo periférico. El UART incluye la capacidad de control y un sistema de interrupción del procesador que se puede adaptar para minimizar la administración de software del enlace de comunicaciones. [D1]

A.2. Conceptos

Baudio: Unidad de medida utilizada en comunicaciones. Es la velocidad de conmutación, o

el número de transiciones (cambios de voltaje o de frecuencia) que se realiza por segundo en un medio de transmisión digital. [L1]

Ceniza: Concepto genérico de las sustancias que quedan como residuos de una combustión. Se puede comparar con el concepto 'hollín'. Son las partículas sólidas de tamaño muy pequeño, desde 100 nm hasta 5 µm como máximo, en su mayoría compuestas de carbono impuro, pulverizado, y generalmente de colores oscuros resultantes de la combustión incompleta de un material. [D3]

Célula-bomba: La célula-bomba consta de dos electrodos, separados por un elemento de cerámica permeable al oxígeno.

Los iones de oxígeno O₂ (con cargas negativas) son conducidos por el electrodo negativo (cátodo) a través del elemento de cerámica hacia el electrodo positivo (ánodo). A raíz de ello se engendra el llamado "efecto de bombeo". [D1]

Célula de Nernst: Parte integrante de la sonda lambda. La célula de Nernst mide la diferencia de las concentraciones de oxígeno entre el aire atmosférico y los gases de escape, produciendo así una tensión U correspondiente.

Consta de dos electrodos: uno por el lado del aire atmosférico y el otro por el lado de los gases de escape. [D1]

Dosado: Parámetro que caracteriza la mezcla aire-combustible:

$$F = \frac{\text{Masa de combustible}}{\text{Masa de aire}}$$

El *dosado estequiométrico* es el dosado que tiene que haber en una mezcla aire combustible, para que en la reacción de combustión no sobre ni aire ni combustible. Para los combustibles usuales el valor está en el siguiente rango: $F_e \in \{1/14,5, 1/15,5\}$ (gasolina y diésel, respectivamente). [L2]

El *dosado relativo* o riqueza es el concepto inverso del factor del aire "λ":

$$F_r = \frac{F}{F_e} = \begin{cases} > 1 & \text{Rico (exceso de combustible)} \\ = 1 & \text{Estequiométrico} \\ < 1 & \text{Pobre (defecto de combustible)} \end{cases}$$

Lambda: Factor del aire λ. Coeficiente que describe el contenido de aire en la mezcla de combustible/aire.



$$\lambda = \begin{cases} > 1 & \text{Mezcla pobre} \\ = 1 & \text{Mezcla teóricamente óptima} \\ < 1 & \text{Mezcla rica} \end{cases}$$

En términos matemáticos, 'λ' resulta de la cantidad de aire alimentada, puesta en relación con las necesidades (teóricas) de aire:

$$\text{cantidad de aire alimentada} / \text{necesidades de aire} = \text{lambda } \lambda \quad [D1]$$

Perfil de conducción: Conducción de un vehículo siguiendo determinadas especificaciones, de modo que se establezcan diversos estados operativos previstos. Por ejemplo, para generar el código de conformidad en vehículos con motor diésel se tiene que ejecutar un perfil de conducción específico. [D3]

Valor de regulación lambda: El valor de regulación lambda es calculado por la unidad de control del motor, tomando como base las señales de las sondas lambda y el estado operativo momentáneo del motor. A partir de este valor se procede a modificar la mezcla de combustible/aire hasta que sus proporciones resulten óptimas para el estado operativo en cuestión. [D1]



Anexo B. Euro On-Board Diagnosis (EOBD)

Como se ha comentado en el apartado 2.1, con la estandarización SAE J1962 del conector de diagnóstico en el año 1994, los sistemas de diagnóstico OBD-II han pasado a formar parte integrante de las medidas para la reducción y vigilancia de los gases de escape en EEUU desde los años 1996 y 1997 para los motores Otto y Diésel respectivamente.

De igual forma la Unión Europea ha adaptado los estándares americanos con la *International Standard ISO 15031-3*.

El EOBD no es un sistema coherente del vehículo, sino más bien una función destinada a inspeccionar continuamente el cabal funcionamiento de sistemas y componentes específicos.

La diagnosis a bordo para Europa se distingue por un interfaz estandarizado para efectos de diagnosis y por almacenar y dar aviso acerca de los fallos de relevancia para la composición de los gases de escape. El sistema EOBD ha sido adaptado respecto las normativas que rigen el mercado europeo.

Los objetivos principales del sistema EOBD son:

- Vigilancia continua de los componentes de relevancia para los gases de escape en vehículos de motor.
- Detección instantánea de fallos que pueden conducir a un incremento de las emisiones contaminantes.
- Avisos al conductor sobre fallos de relevancia para la composición de los gases de escape.
- Emisiones de escape continuamente bajas en las condiciones de circulación cotidiana con el vehículo.
- Memorización de las averías.
- Susceptibilidad de diagnóstico.

Los elementos visibles del EOBD son el MIL y el interfaz para diagnósticos en el habitáculo. Todas las demás funciones y los diagnósticos se llevan a cabo de forma autónoma por parte de la ECM. Esto significa, que no hay muchos cambios para el conductor de un vehículo con EOBD, pero se necesitan nuevas tecnologías para poder acceder a la información de diagnosis del sistema EOBD y su posterior procesado.

Los datos memorizados del EOBD pueden ser consultados a través del interfaz para diagnósticos. Los códigos de avería han sido estandarizados y adaptados por norma [I1],

para que sea posible consultar los datos con cualquier Scan Tool. El interfaz para diagnósticos debe estar a buen acceso desde el asiento del conductor.



[WP2]

Figura 3. Acceso del puerto OBD-II desde el asiento del conductor.

El sistema de diagnóstico indica al conductor el tipo de avería mediante la MIL. La MIL tiene dos condiciones de marcha, en las cuales se indica al conductor la gravedad de las averías que puedan surgir los sistemas de control de emisiones de escape. Hay dos condiciones de indicación de la avería, en que la MIL se encenderá de una forma u otra.

- Condición 1: si se presentan fallos que puedan dañar al catalizador, la MIL se encenderá intermitentemente a una frecuencia de parpadeo de un segundo.
- Condición 2: si el fallo declina la calidad de los gases de escape en 1,5 veces la concentración de contaminantes y se cumplen las condiciones de memorización y activación (de inmediato o 2 "driving cycles"), la MIL se enciende de forma continua.

B.1. EOBD en los MEP (Motores Otto)

Para comprender la importancia de la diagnosis a bordo en los motores MEP, primeramente se expondrán las emisiones resultantes de la combustión en dichos motores, ya que es la base del diseño de los sistemas actuales del EOBD.

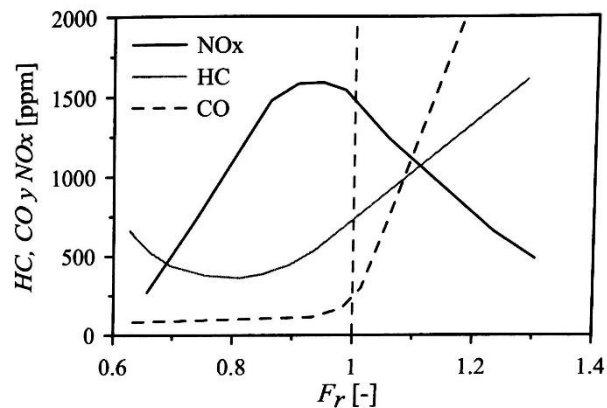
B.1.1. Emisiones contaminantes

Actualmente el factor que más condiciona el diseño de los motores es la contaminación química. La aparición de ésta contaminación química se produce mayormente por el efecto del dosado, y está compuesta por tres contaminantes principales:

- El **CO**. La emisión aparece cuando la mezcla es rica, asociada a la combustión incompleta y es precisamente en las mezclas ricas donde se da la escasez de O_2 que impide la conversión a CO_2 .



- Los **NO_x**. Para que se formen óxidos nitrosos hacen falta una temperatura elevada y la existencia de oxígeno. Las temperaturas de combustión son máximas entorno al dosado estequiométrico, y el oxígeno es más abundante cuanto más pobre es la mezcla. La formación de NO_x tiene lugar en un dosado pobre cercano al estequiométrico.
- Los **HC**. Son producto de la combustión incompleta, teniendo ésta lugar en dos escenarios opuestos: en dosado rico (al no existir suficiente oxígeno para oxidar todo el combustible), y en dosado pobre (cercano al límite de la inflamabilidad, en la propagación del frente de llama). Las causas del origen de los HC son: el *cortocircuito* durante el cruce de válvulas, la *absorción de HC* en el aceite durante la fase de compresión, y el *efecto pared* donde la llama sufre un proceso de apagado al llegar a las proximidades de la pared, especialmente en las zonas que presentan rincones.



[L3]

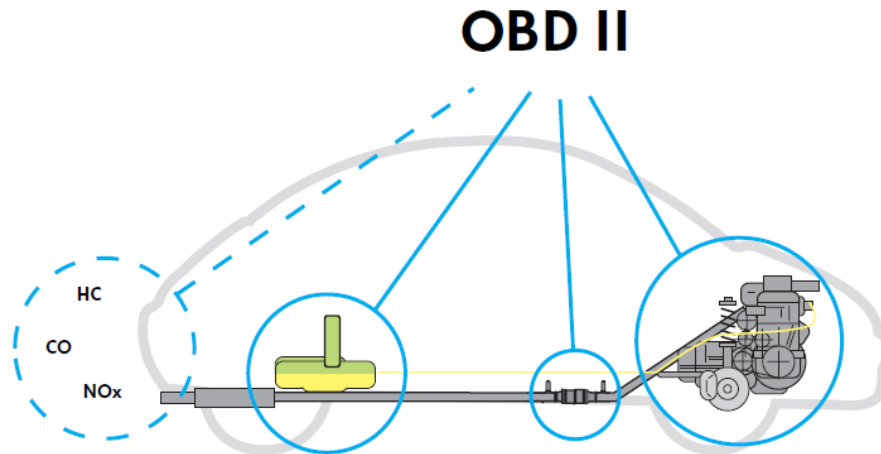
Figura 4. Evolución de las emisiones contaminantes en función del dosado.

B.1.2. Sistema OBD-II

El sistema OBD-II en los motores de encendido provocado (gasolina) controla los siguientes puntos:

- Vigilancia de funcionamiento del catalizador.
- Diagnóstico de envejecimiento de sondas lambda.
- Prueba de tensión de sondas lambda.
- Sistema de aire secundario.
- Sistema de retención de vapores de combustible.
- Prueba de diagnóstico de fugas.
- Sistema de alimentación de combustible.
- Fallos en la combustión.

- Bus CAN.
- Todos los sensores y actuadores que intervienen en las emisiones de escape y están conectados a la ECM.



[D4]

Figura 5. Esquema del sistema EOBD en MEP.

B.2. EOBD en los MEC (Motores Diesel)

Hay bastantes conceptos comunes entre los MEC y los MEP, de igual modo al tener una combustión diferente, aparecen diferentes elementos contaminantes en ella.

B.2.1. Emisiones contaminantes

En las emisiones contaminantes de los motores MEC, los componentes de los gases como son: CO, HC y NO_x, son comunes a la combustión diésel. De tal manera que en dichos motores se generan sustancias diferentes a los motores MEP, y son las siguientes:

- El **SO₂**. Se combina fácilmente en la atmósfera con el vapor de agua convirtiéndose en ácido sulfúrico y es, junto con el ácido nítrico, uno de los causantes de la lluvia ácida.
- Las **partículas de hollín MP**. Constan de un núcleo y varios componentes adicionados, de los cuales únicamente los HC se oxidan en el catalizador de oxidación. Las partículas de hollín generan unos residuos sólidos que únicamente lo pueden captar una serie de filtros especiales.





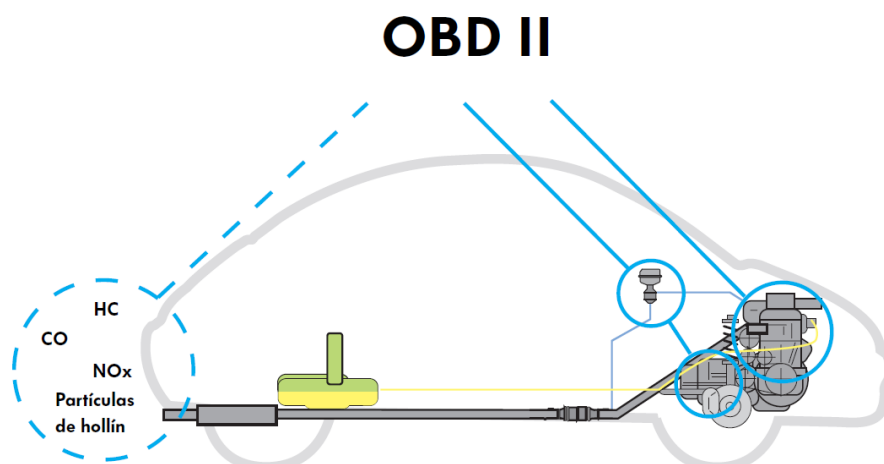
[D5][WP3]

Figura 6. Componentes de las partículas de hollín MP y vista en sección de un sistema de escape obstruido por las partículas de hollín MP.

B.2.2. Sistema OBD-II

De igual forma que los MEP, los motores por encendido por compresión (diésel) controla los siguientes puntos:

- Unidad de control con unidad indicadora en el cuadro de instrumentos.
- La ECM.
- Depósito de aditivo.
- Sensor de aditivo vacío para el combustible.
- Bomba para aditivo y filtro de partículas.
- Depósito de combustible.
- Sensor de temperatura en el turbocompresor.
- Turbocompresor
- Sonda lambda.
- Catalizador de oxidación.
- Sensor de temperatura del filtro de partículas.
- Filtro de partículas.
- Sensor de presión diferencial.
- Silenciador.



[D3]

Figura 7. Esquema del sistema EOBD en MEC.

Como se ha comentado anteriormente, el interfaz de diagnóstico se realiza mediante la Scan Tool. Introduciendo el comando 33 dentro de la ECM, se procede a la descarga de la información de diagnóstico que está almacenada en la memoria del EOBD. Para poder clasificar y gestionar la información del EOBD, el Scan Tool cuenta con diferentes modos de visualización, que se exponen a continuación.

B.3. Códigos DTC

La aparición de la MIL indica que se ha generado un código de avería en la memoria del sistema de diagnóstico, estos códigos de averías se conocen como DTC. Los DTC están normalizados según la norma SAE J1979 y equivalentemente la norma ISO 15031-5. Los códigos de avería deben ser utilizados de forma unitaria por parte de todos los fabricantes. La estructura de un DTC es común y consta de un valor alfanumérico de cinco dígitos.

El primer dígito se indica con una letra para indicar el tipo de sistema:

- “P” para el área de la tracción.
- “B” para el área de la carrocería.
- “C” para el área del tren de rodaje.
- “U” para sistemas de comunicación.

El segundo dígito identifica el código de la norma:

- “0” y “2” son los códigos de avería libremente seleccionables, definidos según SAE, utilizados por el sistema de diagnóstico y poseen textos descriptivos específicos.
- “1” y “3” códigos de avería libremente seleccionables, relacionados con los gases de



escape, ofrecidos por el fabricante y no poseen textos descriptivos.

El tercer dígito informa sobre el grupo componente en el que se presenta la avería:

- “1” dosificación de combustible y aire.
- “2” dosificación de combustible y aire.
- “3” sistema de encendido.
- “4” regulación suplementaria de los gases de escape.
- “5” regulación de velocidad y ralentí.
- “6” señales de ordenador y señales de salida.
- “7” cambio de marchas.

El cuarto y quinto dígitos contienen la identificación de los componentes o sistemas.

System	Code categories	Hex value	Appendix
Body	B0xxx – B3xxx	8xxx – Bxxx	B
Chassis	C0xxx – C3xxx	4xxx – 7xxx	C
Powertrain	P0xxx – P3xxx	0xxx – 3xxx	P
Network	U0xxx – U3xxx	Cxxx – Fxxx	U

[I1]

Figura 8. Especificaciones generales de los DTC codes.

Existen diferencias entre los sistemas de diagnóstico en los motores de combustión provocada (MEP) y los motores de combustión por compresión (MEC), ya que el sistema ha de vigilar diferentes sistemas reductores de las emisiones de escape que precisan cada tipo de motores.

B.4. Interfaz para diagnósticos

El interfaz de diagnósticos es accesible mediante el Scan Tool. Cuando el sistema almacena alguna información de error o la activación según condiciones de la MIL, nos indica que algún sistema relacionado con las emisiones de escape está funcionando incorrectamente.

El Scan Tool se conecta al vehículo por medio del puerto OBD-II para proceder con la descarga de la información almacenada.

El interfaz de diagnósticos tiene la función de recodificar la información almacenada en el vehículo, para que ésta pueda ser leída e interpretada en un ordenador.

Toda la información se muestra en nueve modos diferentes, según la información que se quiera estudiar. La información de cada modo es la siguiente: [S1]

- **Modo 1.** *Diagnóstico en tiempo real.* Identificación de Parámetro (PID, Parameter Identification), es el acceso a datos en tiempo real de valores analógicos o digitales de entradas y salidas a la ECU. Este modo es también llamado flujo de datos. Aquí es posible ver, por ejemplo, la temperatura de motor o el voltaje generado por una sonda lambda.
- **Modo 2.** *Diagnóstico basado en memoria (Freeze Frame).* Acceso a Tramas de Datos Congelados. Ésta es una función muy útil del OBD-II porque la ECU toma una muestra de todos los valores relacionados con las emisiones, en el momento exacto de ocurrir un fallo. De esta manera, al recuperar estos datos, se pueden conocer las condiciones exactas en las que ocurrió dicho fallo. Normativas que describen el modo: SAE J2012 y la equivalente norma ISO 15031-6.
- **Modo 3.** *Petición de códigos de fallos.* Este modo permite extraer de la memoria de la ECU todos los DTC almacenados.
- **Modo 4.** *Reset de los DTC y valores almacenados.* Con este modo se pueden borrar todos los códigos almacenados en la ECM, incluyendo los DTC y el cuadro de datos grabados.
- **Modo 5.** *Diagnóstico de los sensores de oxígeno.* Este modo devuelve los resultados de las pruebas realizadas a los sensores de oxígeno para determinar el funcionamiento de los mismos y la eficiencia del convertidor catalítico
- **Modo 6.** *Diagnóstico de test no continuo.* Este modo permite obtener los resultados de todas las pruebas de abordó y los valores de medición de sistemas no vigilados permanentemente.
- **Modo 7.** *Diagnóstico de los DTC pendientes.* Este modo permite leer de la memoria de la ECU todos los DTC pendientes que no han conducido a la activación de la MIL.
- **Modo 8.** *On board Test.* Este modo permite realizar la prueba de actuadores. Con esta función, el mecánico puede activar y desactivar actuadores como bombas de combustible, válvula de ralentí, etc. Actualmente en Europa el modo 8 no es funcional.
- **Modo 9.** *Información del vehículo.* Vehicle Identification Number (VIN) y Calibration IDs.



Anexo C. Componentes del prototipo

C.1. Raspberry Pi B+

A continuación se presenta la planta de la Raspberry Pi B+, con el fin de saber el espacio físico que ocupará el prototipo OBD-Radar.

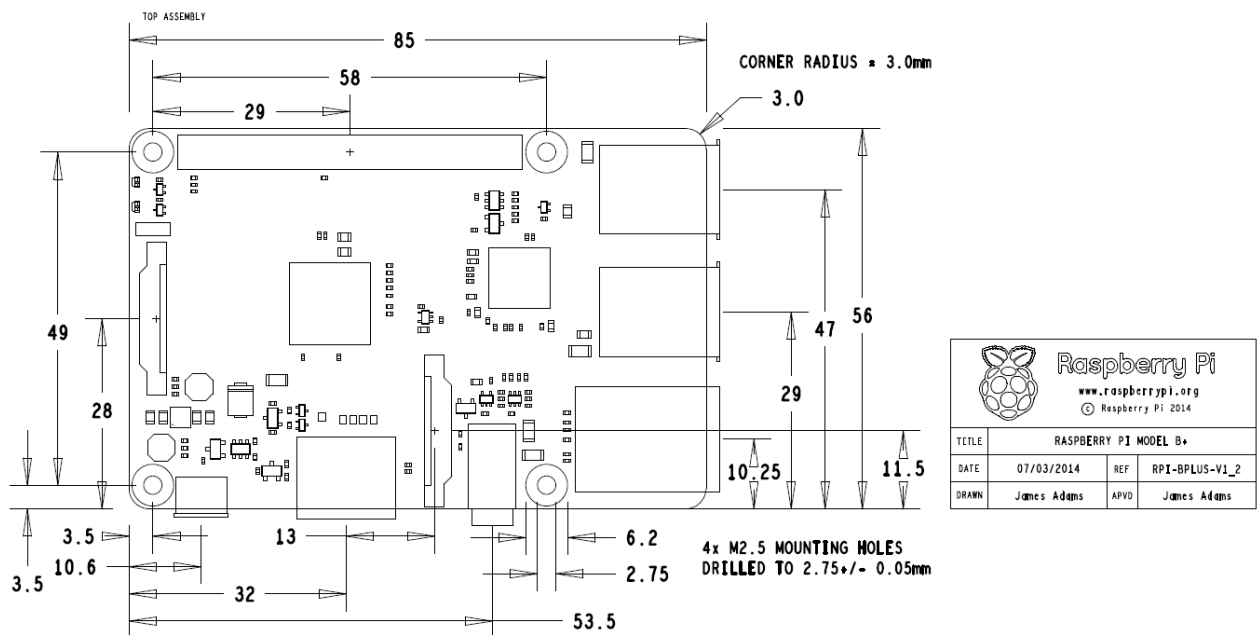


Figura 9. Vista en planta de la Raspberry Pi B+.

C.2. PICAN Board

A continuación se presenta el plano electrónico de la PICAN Board, necesario para la comprensión de las diferentes conexiones de los componentes internos del dispositivo.

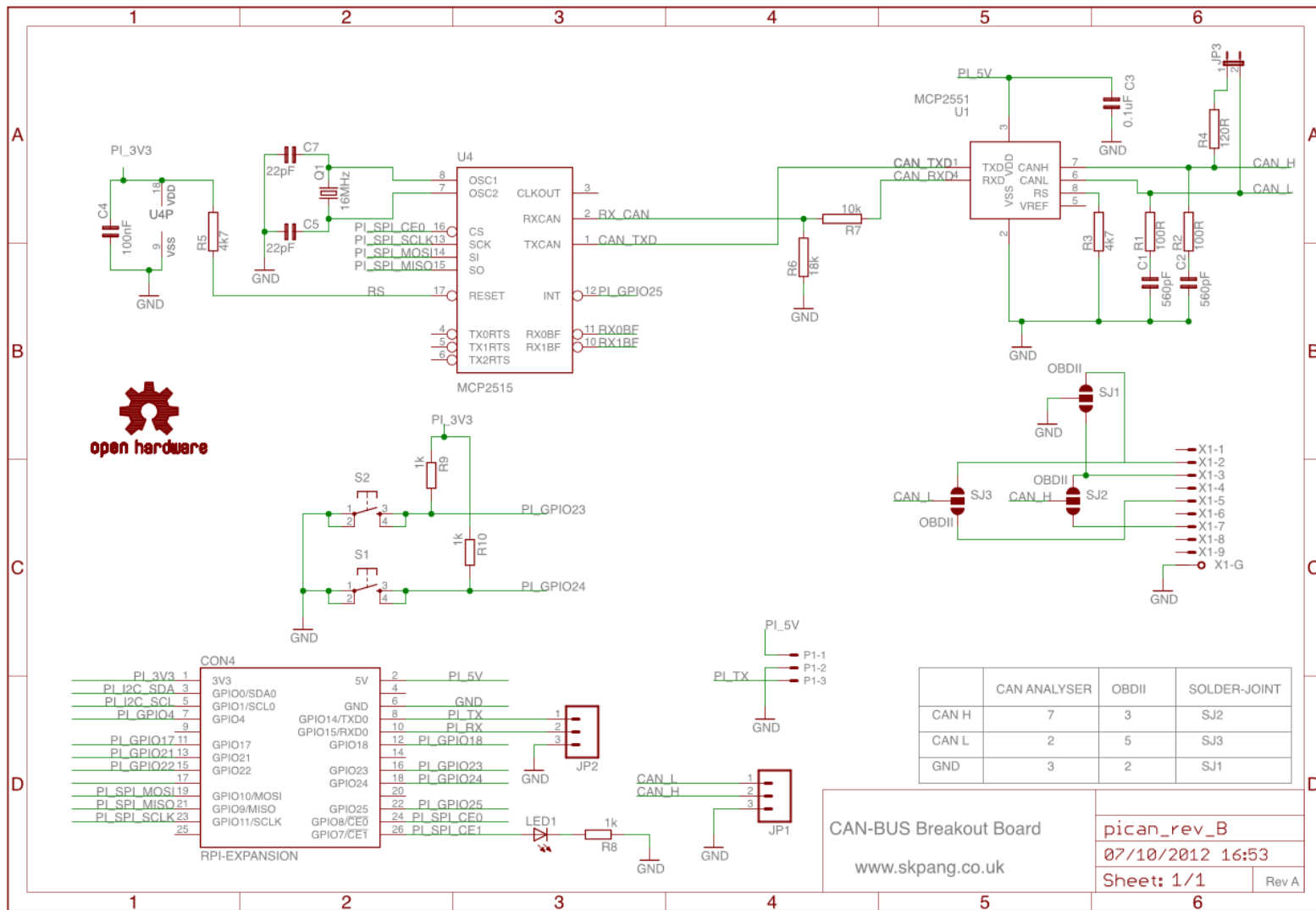


Figura 10. Plano electrónico de la PICAN Board.

Bibliografía

Libros

- [L1] ANDREW S. TANENBAUM. *Computer Networks*. Amsterdam, 2002, p 122 - 130.
- [L2] JESÚS ANDRÉS ÁLVAREZ FLÓREZ. *Motores alternativos de combustión interna*. Barcelona, 2005, p 337 – 367.
- [L3] F. PAYRI, J. M. DESANTES. *Motores de combustión interna alternativos*. Valencia, 2012, p 416 – 443, p 568 – 572.

Documentos

- [D1] VOLSKWAGEN AG. *Euro On-Board Diagnosis (EOBD) para motores de gasolina. Diseño y funcionamiento. Programa autodidáctico 231*. Wolfsburg.
- [D2] FILTER MANUFACTURERS COUNCIL. *Boletín de Servicio Técnico 94-2R. Ventilación Positiva del Cárter (PCV)*. North america, 1994.
- [D3] VOLSKWAGEN AG. *Diagnosis de a bordo para Europa (EOBD) motores diésel. Diseño y funcionamiento. Programa autodidáctico 315*. Wolfsburg.
- [D4] VOLSKWAGEN AG. *Diagnóstico de a bordo OBD II en el New Beetle (USA). Diseño y funcionamiento. Programa autodidáctico 175*. Wolfsburg.
- [D5] VOLSKWAGEN AG. *Emisiones de gases de escape de vehículos. Programa autodidáctico 230*. Wolfsburg.

Normas ISO

- [I1] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). *ISO 15031-5: Road vehicles – Communication between vehicle and external equipment for emissions-related diagnostics – Part 5: Emissions-related diagnostic services*. Switzerland, December 2006, p 10.
- [I2] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). *ISO 15031-6: Road vehicles – Communication between vehicle and external equipment for emissions-related diagnostics – Part 6: Diagnostic Trouble Code definitions*. Switzerland, December 2005, p 13.

Normas SAE

[S1] SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS (SAE). *SAE J1979: E/E Diagnostic Test Modes*. Washington D.C, April 2002, p 10 – 19, p 22, p 24 – 66.

Webgrafía de imágenes

[WP1] [<http://www.obd2allinone.com/graphics/obd1pinout2.gif>].

[WP2] [<http://www.seataltea.es/foro/viewtopic.php?f=41&t=1560>].

[WP3] [<http://www.todochimeneas.com/blog/wp-content/uploads/2013/10/creosota-vitrificada.jpg>].

