

Libro blanco

Contactos de masa en avance en la industria del automóvil

Una oportunidad para reducir fallas de la electrónica



Descarga gratuita:
www.zvei.org/first-mate-last-break



Cuadro sinóptico de fallas, causas y soluciones



Nota legal

Libro blanco
Contactos de masa en avance en la industria del automóvil
Una oportunidad para reducir fallas de la electrónica
Cuadro sinóptico de fallas, causas y soluciones

-----○

Publicado por:

ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektroindustrie e.V.
Fachverband Electronic Components and Systems (ECS)
Fachverband PCB and Electronic Systems
Lyoner Straße 9, 60528 Frankfurt am Main, Alemania
Fon: +49 (0) 69 6302 - 276
Fax: +49 (0) 69 6302 - 407
Correo electrónico: zvei-be@zvei.org
www.zvei.org/ecs

Descarga gratuita:

www.zvei.org/first-mate-last-break

Persona de contacto en ZVEI:

Dr. Stefan Gutschling
Correo electrónico: gutschling@zvei.org

Persona de contacto para cuestiones técnicas:

Presidente del grupo de trabajo
Christoph Thienel
Robert BOSCH GmbH
Engineering Integrated Circuits - Quality (AE/EIQ)
Postfach 13 42, 72703 Reutlingen, Alemania
Correo electrónico: Christoph.Thienel@de.bosch.com

Fuentes de imágenes:

Franz Binder GmbH & Co. Elektrische Bauelemente KG
FCI Automotive Deutschland GmbH
HARTING KGaA
Lumberg Holding GmbH & Co. KG
Robert BOSCH GmbH
Zollner Elektronik AG
ZVEI e.V.

Composición / portada:

Patricia Lutz, ZVEI e.V.

Edición de julio de 2011

Pese a la máxima diligencia posible, no se asume responsabilidad alguna por el contenido. Todos los derechos reservados, especialmente el derecho de reproducción, difusión y traducción. Ninguna parte de esta obra puede reproducirse en modo alguno (impresión, fotocopia, microfilm u otro procedimiento) ni reproducirse o difundirse mediante sistemas electrónicos sin la previa autorización por escrito de ZVEI.

Miembros en el grupo de trabajo para la elaboración del libro blanco:

Analog Devices GmbH
Automotive Lighting Reutlingen GmbH
Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. KG
Delphi Deutschland GmbH
FCI Automotive Deutschland GmbH
Franz Binder GmbH & Co. Elektrische Bauelemente KG
Freescale Semiconductor Deutschland GmbH
HARTING KGaA
Hella KGaA Hueck & Co.
Infineon Technologies AG
Intedis GmbH & Co. KG
Keller Consulting Engineering Services
LEONI AG
Robert BOSCH GmbH
STMicroelectronics Application GmbH
TE Connectivity (antigua Tyco Electronics AMP GmbH)
Valeo Group Expertise and Services
Vishay Semiconductor GmbH
Webasto AG
Yazaki Europe Limited
Zollner Elektronik AG

Las siguientes empresas también aprueban el contenido del libro blanco:

Continental Automotive, Division Interior
KOSTAL Kontakt Systeme GmbH
NXP Semiconductors Germany GmbH

Índice

Glosario	4
Prólogo	5
1 Descripción de conexión en caliente (del ing. hot plugging)	6
2 Casos de fallas por conexión en caliente	8
3 Medidas de desconexión de sistemas de conectores	14
4 Escenarios de introducción	19
5 Resumen	20
6 Anexo: Ejemplos de sistemas de enchufe con contactos de masa en avance	21

Glosario

Abreviaturas empleadas en el cableado del vehículo:

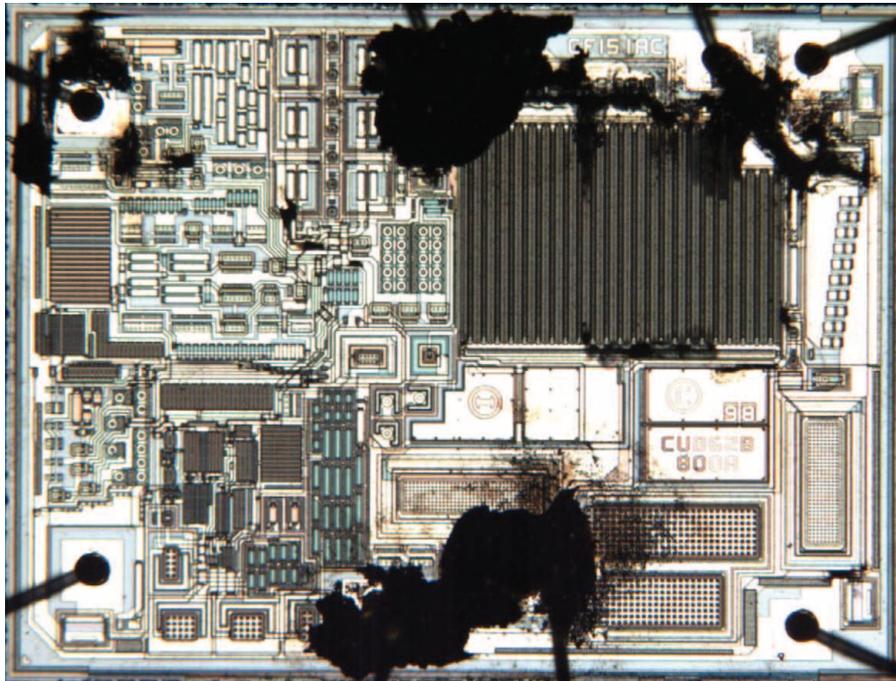
Borne 31	Conexión de masa (polo negativo; normalmente el chasis de la carrocería)
Borne 30	alimentación permanente de tensión de batería
Borne 15	alimentación de batería transmitida con la cerradura de contacto des de el borne 30
Bus CAN	Cables de datos en el vehículo para la comunicación de los componentes electrónicos entre sí
Bus LIN	Cables de datos en el vehículo para la comunicación de los componentes electrónicos entre sí
Transceptor	Circuito electrónico para el envío y la recepción de datos

Además, en el análisis de fallas actúan también:

ECU	Unidad de control (Electronic Control Unit)
EOS	Sobrecarga eléctrica (Electrical Overstress)
ESD	Descarga electrostática (Electrostatic Discharge)
Conexión en caliente	Capacidad de enchufar y desenchufar bajo tensión

Prólogo

Mediante la conexión en caliente, es decir al enchufar/desenchufar las clavijas de las unidades de control bajo tensión (conexión en caliente), los semiconductores pueden destruirse debido a la sobrecarga eléctrica (Electrical Overstress, EOS).



Semiconductor destruido por conexión en caliente (hot plugging)

Estudios de la empresa Bosch han puesto de manifiesto que mediante contactos de masa en avance puede evitarse un elevado porcentaje de esas fallas en los semiconductores de las unidades de control del automóvil.

Contactos de masa en avance son, conforme a la denominación "FMLB: First Mate – Last Break", contactos que al enchufarse permiten una conexión de tipo "primero en conectarse / último en desconectarse".

El presente libro blanco sirve como introducción al tema "contactos de masa en avance en la industria del automóvil".

El lector debe poderse informar sobre los temas relevantes relacionados con la construcción y la incorporación de conectores con contactos de masa en avance.

Conocidos proveedores (Tier1 y Tier2) se han expresado sobre la cuestión y desean ofrecer una perspectiva general y mostrar propuestas generales de solución.

La incorporación de contactos de masa en avance como protección adicional de la electrónica representa una importante condición previa en el camino para alcanzar el objetivo de cero fallas en la industria del automóvil.

1 Descripción de conexión en caliente (hot plugging)

Con **conexión en caliente (hot plugging)** se entiende el proceso de enchufar y desenchufar conexiones de contacto en el vehículo o en subsistemas (como puertas, etc.) bajo tensión eléctrica.

Esta situación se presenta **sistemáticamente** en la fabricación, el funcionamiento, el mantenimiento, la reparación y el ajuste de vehículos y no depende de una ejecución consciente o inconsciente. Esto es válido tanto con la IGNICIÓN ENCENDIDA o con la IGNICIÓN APAGADA.

En subsistemas, la conexión en caliente tiene lugar sobre todo en situaciones de comprobación, control y ajuste.

Algunos ejemplos de dichas situaciones son:

- Montaje y comprobación de antena
- Montaje del tablero
- Montaje de componentes de reequipamiento (techo corredizo / quemacocos, calefacción auxiliar, ...)
- Pruebas de funcionamiento de motores en banco de pruebas
- Montaje del motor
- Pruebas de faros después del montaje
- Comprobación y montaje de puertas

1.1 Ignición ENCENDIDA

En la fabricación y la reparación de vehículos se añaden o se retiran componentes de la red de a bordo: **Conexión en caliente**

1.2 Ignición APAGADA

Normalmente existe la **idea equivocada** de que en esta situación, tras apagar la ignición, puede enchufarse o desenchufarse cualquier conexión sin que se produzcan daños indirectos para la electrónica, ya que todos los componentes del vehículo estarían libres de tensión.

Sin embargo, la red de a bordo sigue alimentando a muchos componentes a pesar de haber apagado la ignición. Las unidades de control que se alimentan a través del borne 30 también se encuentran bajo tensión cuando la ignición está apagada (incluido el modo Stand by).

Ejemplos (lista no exhaustiva):

- Airbag/bolsa de aire activada
- Coming-Home (al salir del vehículo, las luces se apagan tras un determinado retardo)
- Elevalunas
- Freno de estacionamiento
- Sistema manos libres
- Gateway
- Ventilación del habitáculo interior
- Supervisión del habitáculo interior

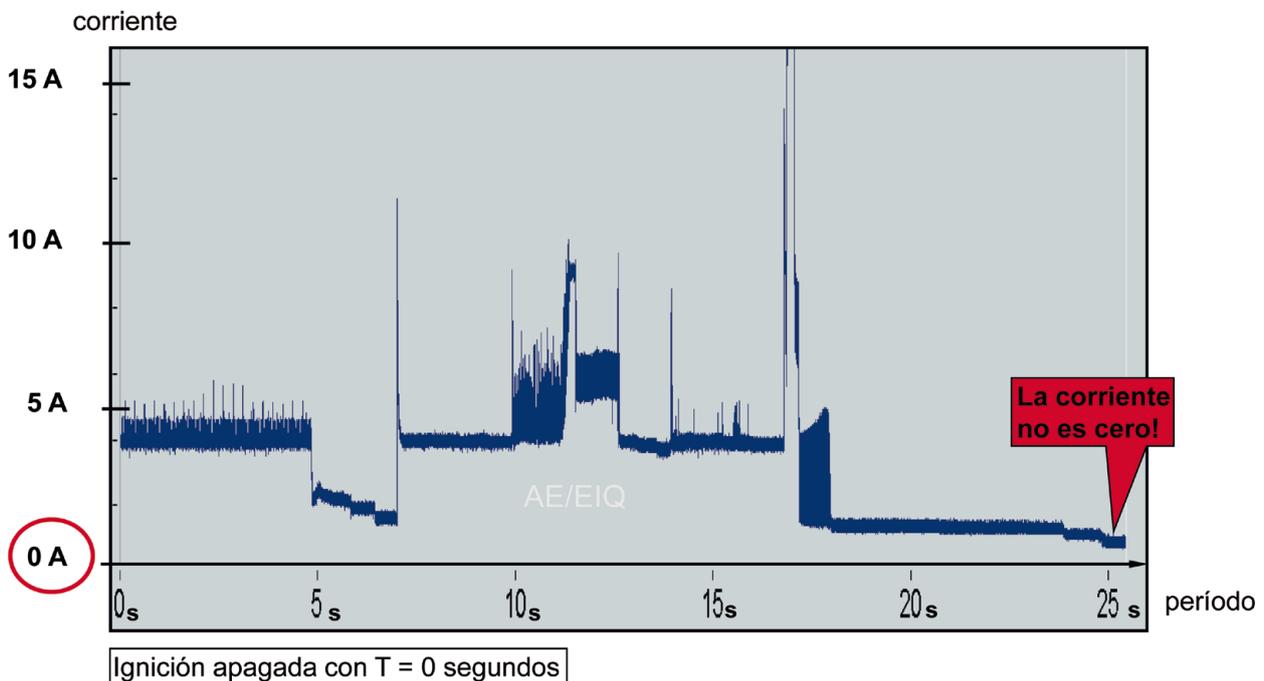
DESCRIPCIÓN DE CONEXIÓN EN CALIENTE (HOT PLUGGING)

- KIT en el maletero (EE. UU.; permite la abertura desde el interior)
- Servocontrol para climatizador y radiador-ventilador
- Sistema de navegación
- Radio
- Retrovisores (plegado)
- Calefacción auxiliar
- Las unidades de control actualizan registros de fallas
- Se realizan comprobaciones con válvulas de mariposa
- Reloj
- Sistemas de acceso

Tras quitar el contacto fluyen altas corrientes en la red de a bordo durante minutos. Por el contrario, cada conexión que se introduce o se abre en esta fase puede conducir a que se produzcan corrientes de compensación indefinidas en la red de a bordo. Estas corrientes de compensación pueden dañar permanentemente o destruir completamente los componentes electrónicos: **conexión en caliente** (en "2 casos de fallas por la conexión en caliente" se realiza una descripción más detallada.)

Como ejemplo clarificador puede servir la siguiente medición de la corriente en el cable de masa de la batería en un vehículo moderno.

La corriente fluye durante minutos en el rango de 100 mA hasta varios amperios, los picos individuales son aún más altos.



La corriente en la red de a bordo tras la quitar el contacto no será nula durante un tiempo prolongado.

Esto implica: **se produce sistemáticamente la conexión en caliente en el automóvil.**

2 Casos de fallas por conexión en caliente

En los automóviles modernos hay muchas unidades de control conectadas entre sí mediante buses de datos.

En consecuencia, con la conexión en caliente fluyen con frecuencia, por ejemplo a través del bus, corrientes de compensación en unidades de control que realmente no participan en el proceso de enchufe y que son dañados por dichas corrientes.

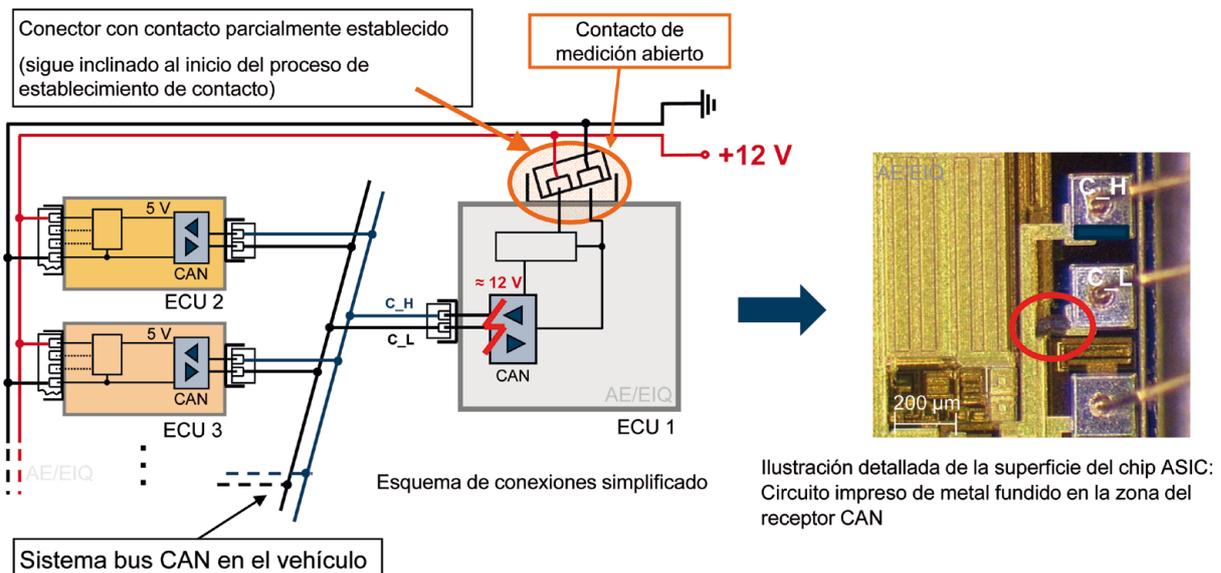
Por lo general, esta acción recíproca impide un análisis de fallas preciso y la determinación de las causas de falla reales de los aparatos estropeados.

Las siguientes situaciones reales de falla han sido indicadas a modo de ejemplo por reconocidas empresas.

2.1 Ejemplo bus CAN

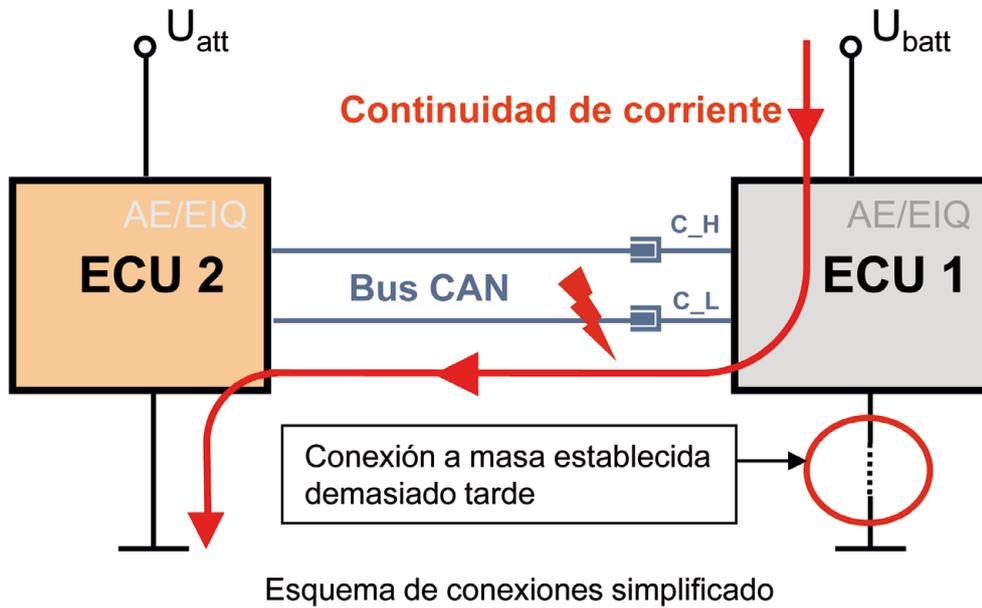
Descripción mecánica

Durante un proceso de enchufe bajo tensión (**conexión en caliente**) es posible que el contacto de masa se conecte en último lugar si el conector se introduce inclinado en la hembra. En consecuencia falta ante todo la referencia de potencial de masa y se producen daños de semiconductores por las corrientes de compensación.



ECU 2 está montada en el vehículo y se añade ECU 1.

Esquema del conjunto de circuitos del proceso anteriormente mencionado



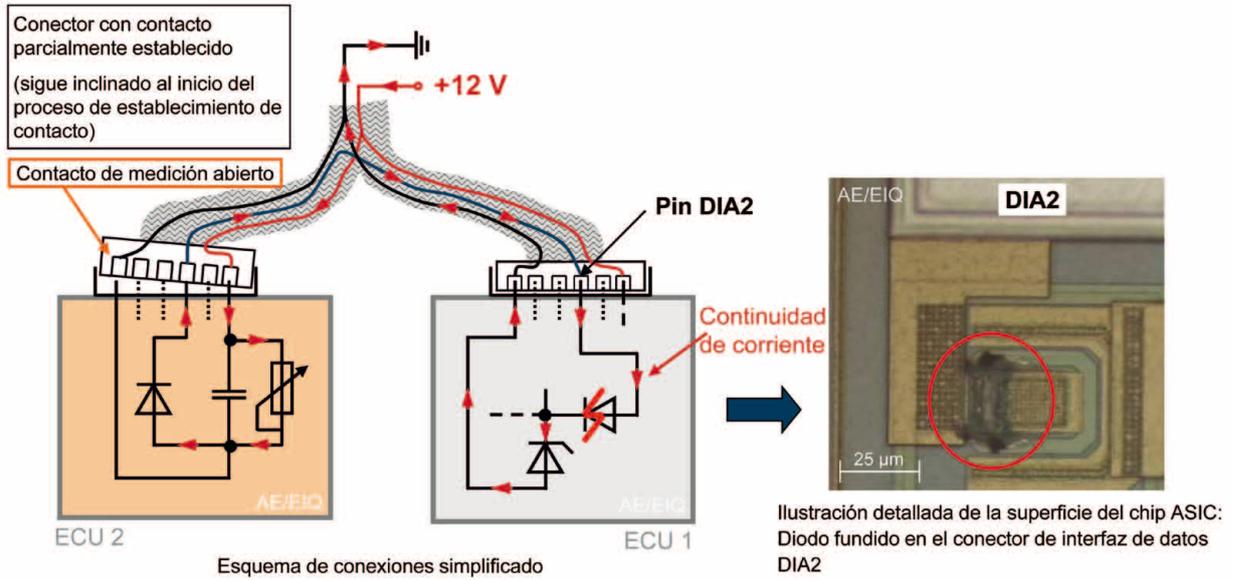
Este mecanismo de falla afecta potencialmente a todos los componentes electrónicos conectados mediante buses de comunicación.

El análisis de fallas se dificulta con frecuencia por el hecho de que las ECU participantes proceden de diferentes empresas de la competencia. Siempre que la ECU 2 no haya sufrido daños resultará difícil explicar la sobrecarga de la ECU 1.

2.2 Ejemplo cable de diagnóstico

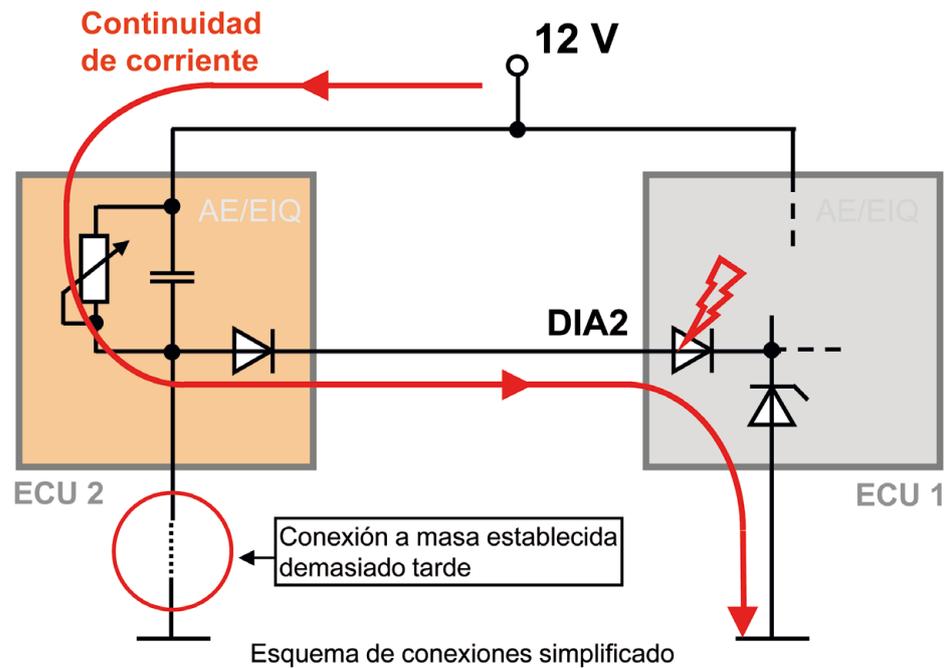
Descripción mecánica

Representación del daño de la unidad de control 1 durante el proceso de enchufe de la unidad de control 2 por falta de referencia de masa con **conexión en caliente**.



ECU 1 está montada en el vehículo y se añade ECU 2.

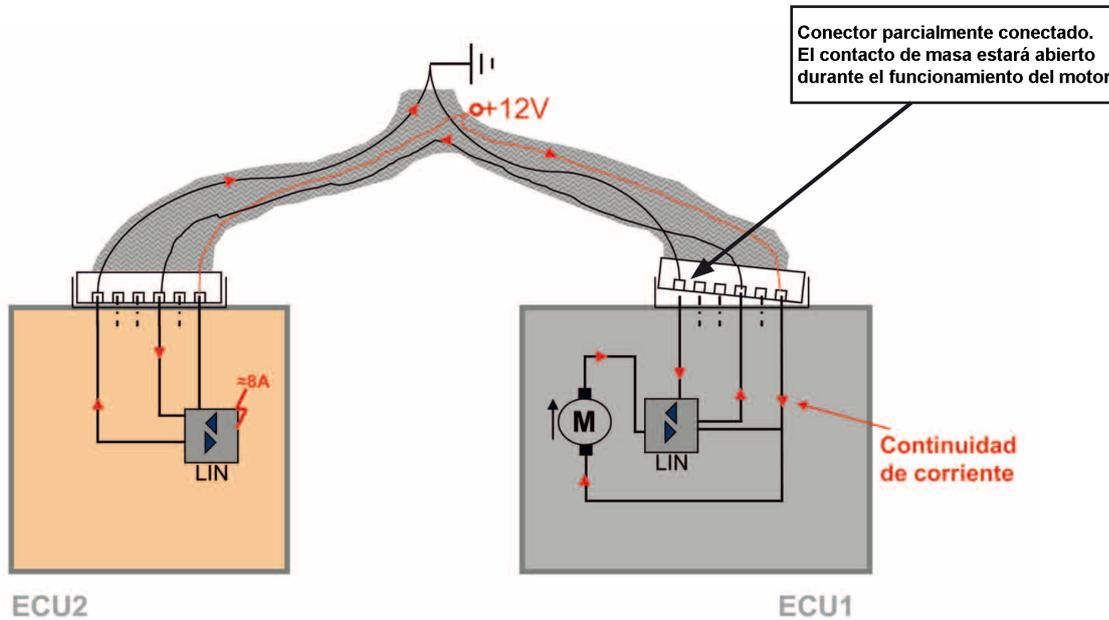
Descripción eléctrica



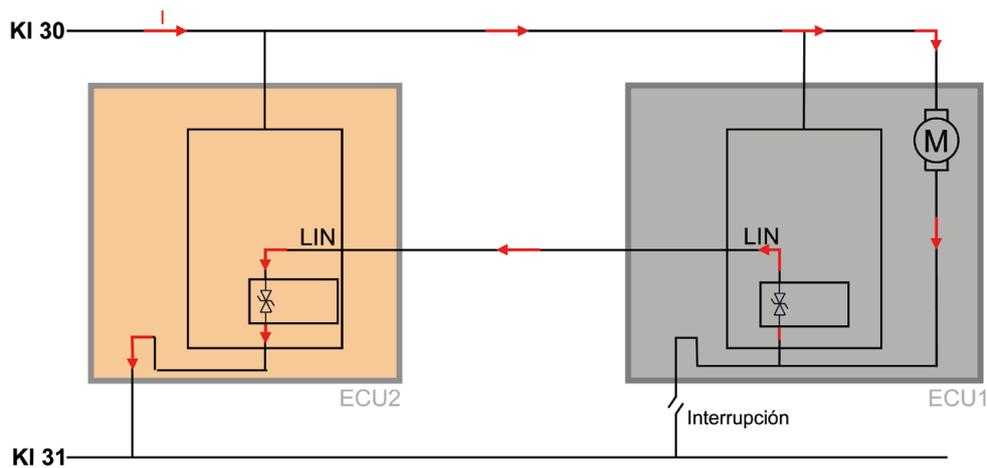
Para evitar daños, el contacto de masa debe montarse a tiempo.

2.3 Ejemplo elevallas

Descripción mecánica



Descripción eléctrica

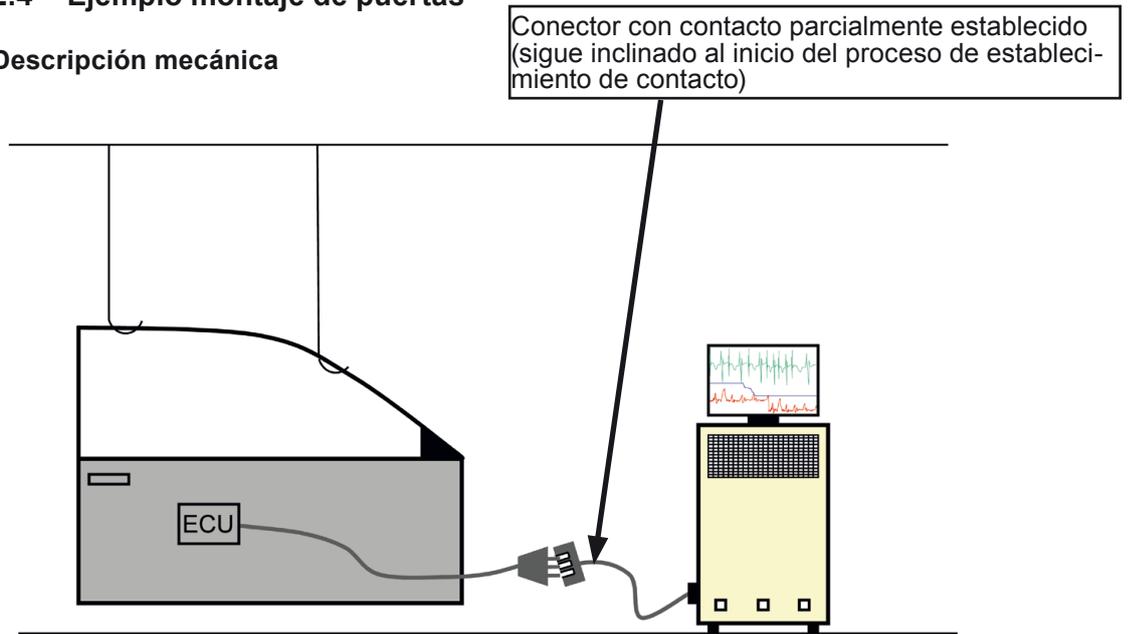


El cable de masa se interrumpe durante el funcionamiento del motor (conexión en caliente). La tensión de inducción mutua que se produce genera un desplazamiento de potencial en la unidad de control ECU1.

Este desplazamiento de masa se transmite a través del bus LIN a la ECU2, donde puede causar la destrucción de los semiconductores.

2.4 Ejemplo montaje de puertas

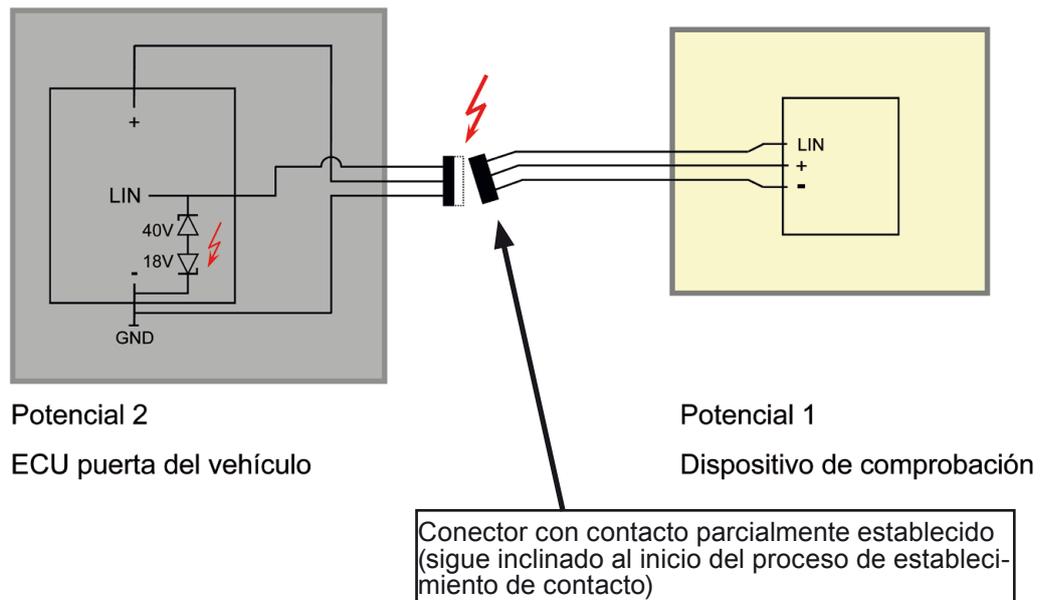
Descripción mecánica



Puerta del vehículo con unidad de control ECU Dispositivo de comprobación

Durante el montaje y la comprobación de una puerta del vehículo puede producirse la destrucción de los semiconductores en la unidad de control a consecuencia de la conexión en caliente y a la ausencia de contacto de masa en avance.

Descripción eléctrica



La causa es una diferencia de tensión de los potenciales de masa entre las puertas y el dispositivo de comprobación. Como consecuencia de los diferentes potenciales de referencia entre los sistemas electrónicos montados en las puertas y el dispositivo de comprobación se producen corrientes de compensación.

En el ejemplo, la corriente de compensación fluye a través del transceptor LIN, en caso de que el LIN establezca contacto antes que la masa. La corriente que fluye por el transceptor LIN puede dañarlo o destruirlo.

Por lo general será aplicable:

La densidad de integración creciente, la reducción del espacio constructivo y los requisitos de potencia exigen estructuras cada vez más pequeñas de semiconductores, que conducen a unos menores límites de carga EOS.

Importante

**Una mayor protección ESD no ayuda
a evitar o reducir
daños EOS.**

3 Medidas de desconexión de sistemas de conectores

3.1 Secuencia de enchufe y desenchufe para uno o varios conectores (potencia, señal)

3.1.1 Un único conector en los componentes electrónicos del vehículo o en el arnés de cables

Al enchufar tiene que garantizarse que la masa se contacte en primer lugar y al desenchufar, que la masa se desconecte en último lugar (First Mate – Last Break).

3.1.2 Varios conectores en los componentes electrónicos del vehículo

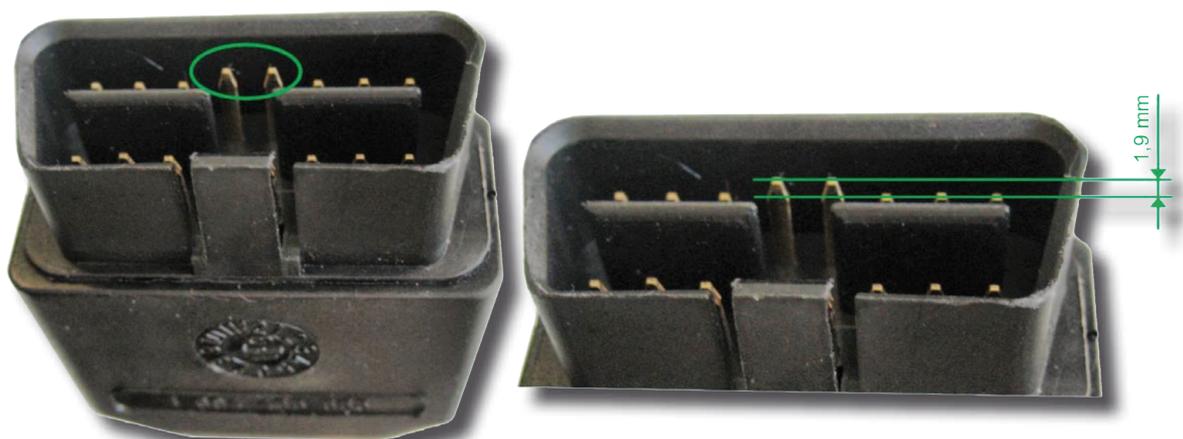
En cada conector y procedimiento de enchufe, las conexiones de masa deben haberse establecido antes de establecer las conexiones de los cables de datos y viceversa al soltar las conexiones.

3.2 Sistemas de conexión utilizados en la creación, el funcionamiento, el mantenimiento, la reparación y el ajuste de vehículos

3.2.1 Diagnóstico de a bordo II

El ejemplo más claro es el conector OBD II. Está equipado con patillas de masa en avance para un contacto seguro con IGNICIÓN ENCENDIDA Y APAGADA, y hasta la fecha es la única conexión de enchufe estandarizada y totalmente implantada en el ámbito del automóvil preparada para **conexión en caliente**.

Para más información, véase la ISO 15031-3.



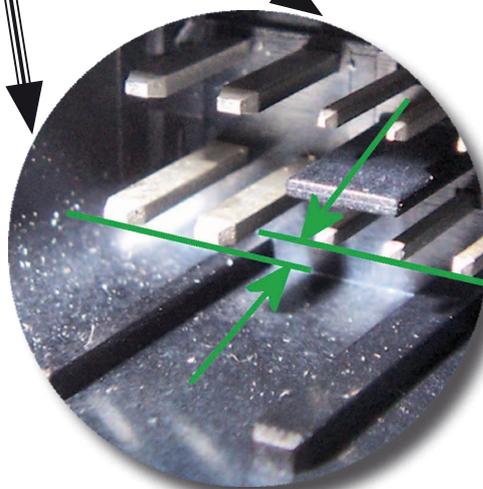
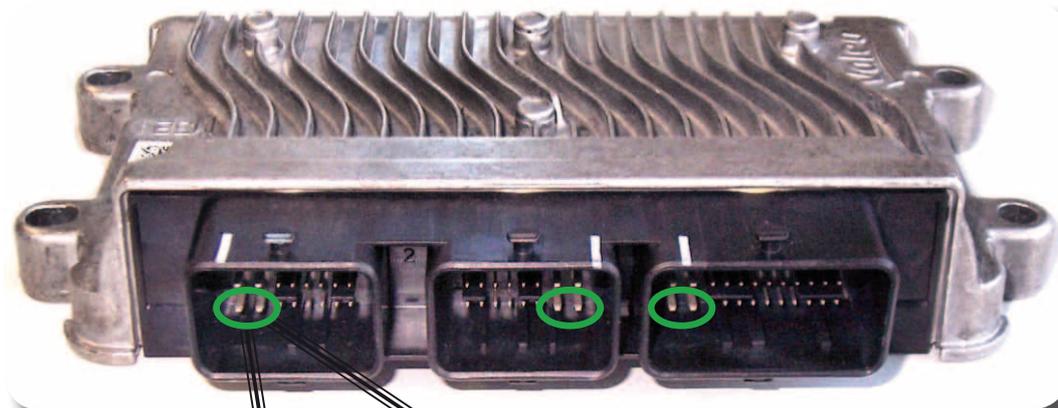
Conector OBD II con contactos de masa en avance

3.2.2 Otras soluciones en el ámbito del automóvil

En el ámbito del Infotainment, algunos automóviles están equipados con interfaces USB. El estándar USB establece distintas longitudes de contacto, para estar preparado para **conexión en caliente**.

Muy poco frecuentes son las **unidades de control** preparadas para la **conexión en caliente** con contactos de masa en avance.

He aquí algunos ejemplos:



Unidad de control Valeo J34P para Peugeot/Citroën con contactos en avance



Unidad de control Bosch EDC16 para Peugeot/Citroën con contactos en avance



Continental

Easy – U

A2C30907000

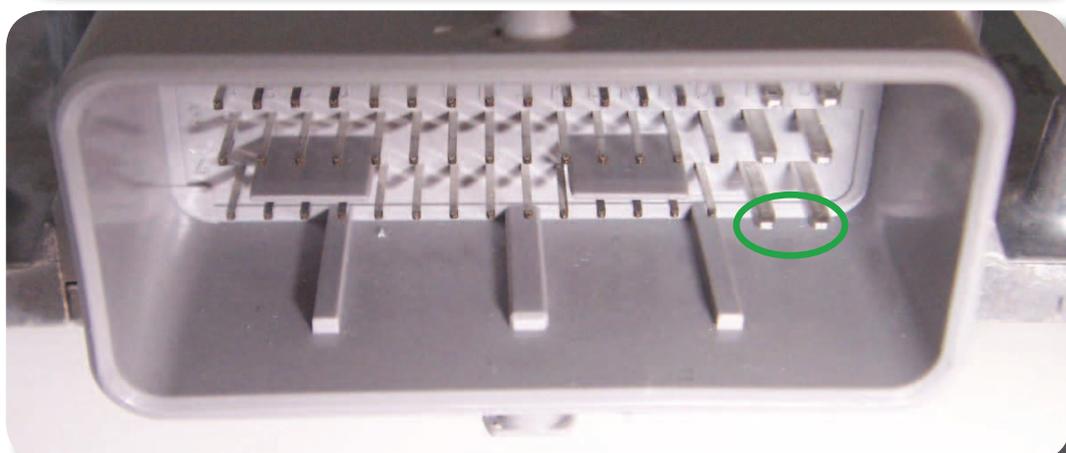
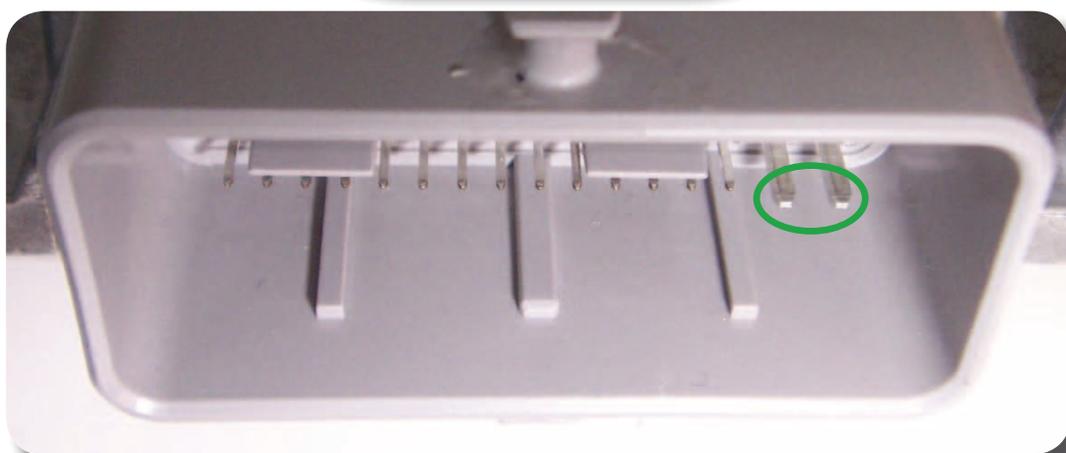
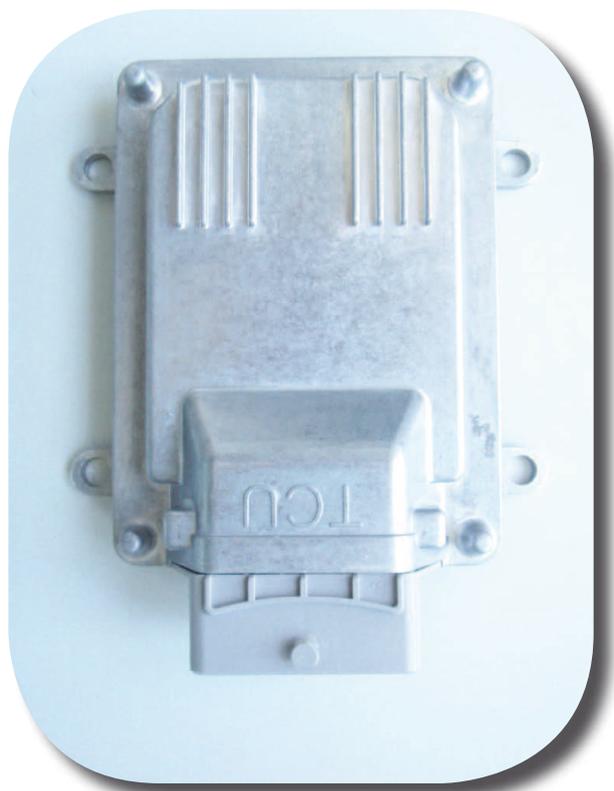
C 04.04.11/1 0164



3612000 – EG01A

Made in China

Unidad de control Continental con contactos en avance



Unidad de control del mercado chino con contactos en avance

Resumen

Aparte de los ejemplos positivos indicados, todos los demás sistemas de conexión dejan abierta la posibilidad de corrientes de compensación en la situación de conexión en caliente. En este caso puede producirse la sobrecarga y destrucción de componentes electrónicos de las unidades de mando, como se ha mostrado.

Observaciones complementarias

En la **cadena de contactos global en el proceso** se requieren sistemas de conexión que garanticen FMLB (primero en conectarse, último en desconectarse).

A modo de ejemplo, cabría mencionar (lista incompleta)

- Estaciones de comprobación para programar ("flashear") unidades de control
- Cualquier adaptación en procesos parciales externos con proveedores subcontratados
- Prolongaciones de cables que se conectan entre una interfaz (p. ej., para OBDII cuando el dispositivo de comprobación está demasiado lejos)

Además de las consideraciones previas mecánicas debe definirse la **capacidad de corriente** necesaria de los contactos en avance. Normalmente la parte en avance sólo se carga de forma transitoria y una baja capacidad de corriente puede ser suficiente.

Cuando se realiza el **avance en la unidad de control** puede suponerse con seguridad que la protección surtirá efecto. Por el contrario, en caso de un avance en el contraconector, la unidad de control y el vehículo dejarán de estar protegidos en caso de que se utilicen conectores compatibles en el arnés de cables sin avance.

Alternativamente al avance de los contactos de masa, en determinadas circunstancias es posible una protección del sistema electrónico de las unidades de mando mediante medidas de conexión.

Su adquisición entraña **varias desventajas**:

- los componentes cuestan dinero
- los componentes exigen espacio constructivo
- los componentes necesitan tensión de servicio o la tensión cae
- los componentes reducen la fiabilidad general
- la potencia de la conexión desciende (p. ej., bus CAN)

Si se utiliza una conexión de protección, dicha conexión normalmente no puede especificarse de forma completa, ya que los impulsos destructivos no se conocen con la suficiente precisión.

Pese al esfuerzo de la conexión existe un riesgo relativamente elevado de que el circuito falle.

4 Escenarios de introducción

4.1 Compatibilidades

La idea básica es no modificar los productos existentes. Por el contrario, los fabricantes de automóviles deberían exigir el avance de la masa para los nuevos productos e interfaces de contacto del vehículo que se tienen que volver a definir en la actualidad.

Al considerar los costes, no deberá ampliarse un sistema existente, sino que el avance puede planificarse desde el principio en la nueva construcción, ofreciendo así una solución técnica y económica óptima.

4.2 Modificaciones actualmente discutidas en el arnés de cables y los sistemas de conexión del automóvil

En la actualidad se están elaborando algunas modificaciones en el ámbito del cableado del vehículo. Así pues, existirá un momento favorable para la introducción generalizada de los contactos de masa en avance.

Ejemplos de modificaciones discutidas:

- la creación de arneses de cables se automatizará de forma creciente
- en el transcurso de la reducción de las secciones de cobre de los cables pueden modificarse los conectores
- en el arnés de cables se crean nuevas interfaces para la utilización de componentes y grupos de otros vehículos u otros fabricantes
- algunos cables son sustituidos por aluminio
- utilización de cables de cinta plana
- introducción de nuevos sistemas de bus de datos (Ethernet)
- nuevos productos, p. ej., faros LED

4.3 Potencial de ahorro

Estimación aproximada del potencial de ahorro mediante la introducción de conectores con masa en avance tomando el año 2011 como ejemplo:

Vehículos fabricados en todo el mundo	70 millones
Semiconductores de automoción fabricados en todo el mundo (CIEA, controlador)	8400 millones

Suponiendo que mediante la masa en avance **se evita 1 ppm de fallas** y que los costos de una **falla** ascienden a un total de 5.000 €, se produce el siguiente ahorro:

Fallas evitadas (1 ppm de 8400 millones de semiconductores)	8400 unidades
Costos totales por falla	5000 €
Costos totales por todas las fallas	42 000 000 €
Suma ahorrada por vehículo (42 millones de € / 70 millones)	0,6 € por vehículo

Otras posibilidades de ahorro pueden generarse mediante la **normalización** de esta nueva interfaz de conector con masa en avance.

5 Resumen

En la actualidad, los contactos de masa en avance contribuyen a poder realizar de una forma más segura los procesos de establecimiento de contacto en muchos ámbitos industriales.

Antes del montaje de los cables de señales y alimentación necesarios crean una referencia de potencial de masa que protege de forma fiable al hombre y a la electrónica.

Esta ventaja también se observaría en el automóvil.

Gracias a ello, podría evitarse una gran parte de las fallas por EOS actuales de los semiconductores. Esto es especialmente aplicable para fallas de gran alcance.

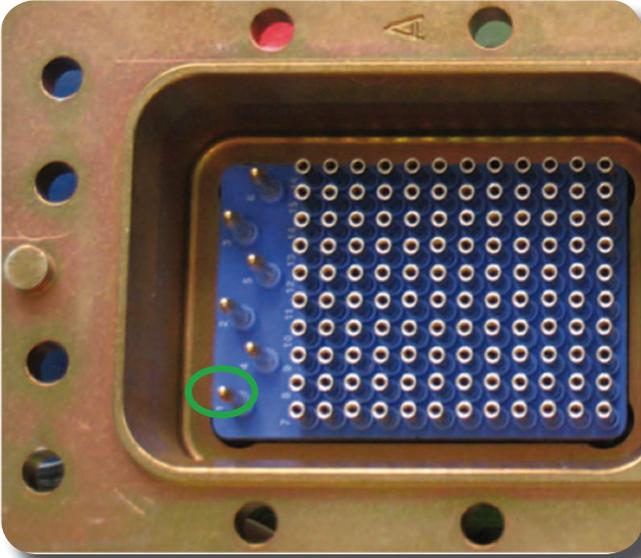
Así pues, esta medida contribuye significativamente a lograr el objetivo de cero fallas.

La introducción de los contactos de masa en avance, en el variado paisaje de conectores, debe iniciarse por los fabricantes de vehículos ("de arriba a abajo"). Esto exige algunas consideraciones previas de todos los actores implicados y seguramente, un horizonte temporal especial.

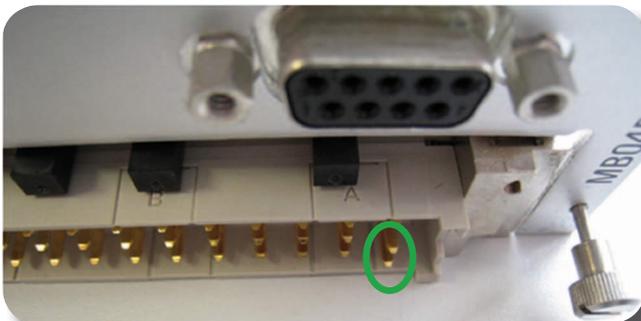
6 Anexo

Ejemplos de sistemas de conexión con contactos en avance de diferentes industrias

6.1 Navegación aérea



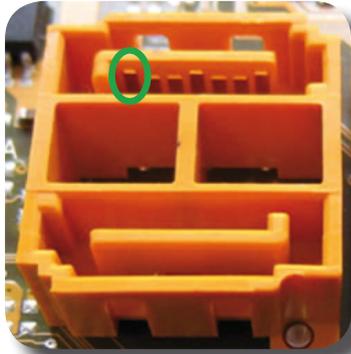
6.2 Ferrocarril



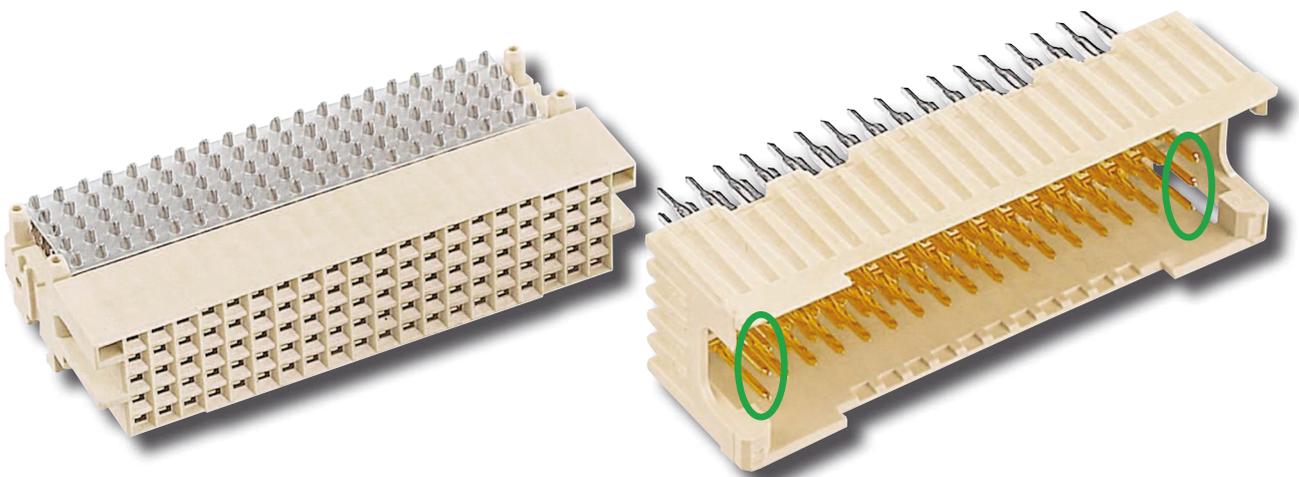
6.3 Suministro de redes domésticas



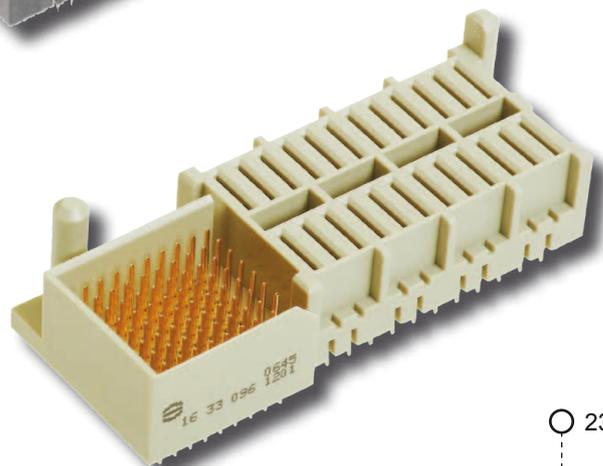
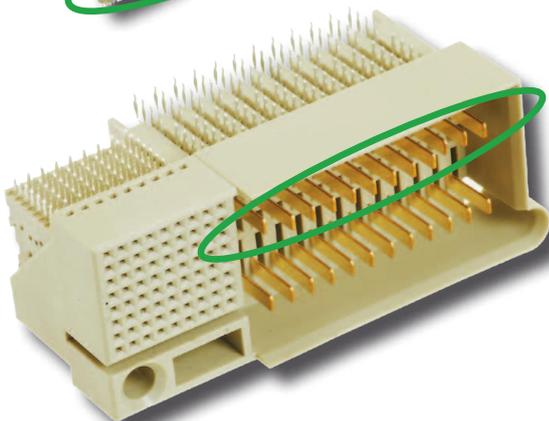
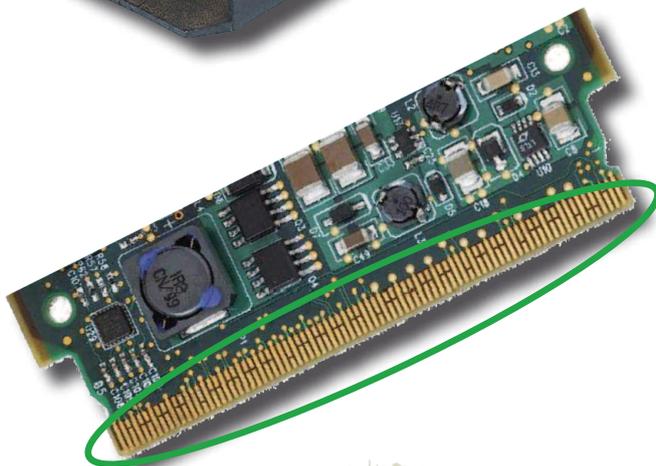
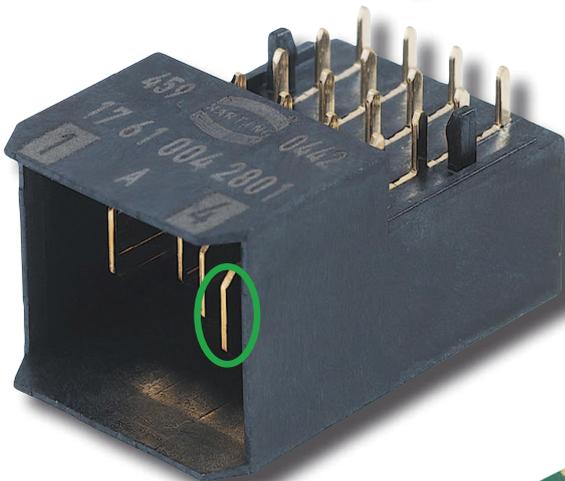
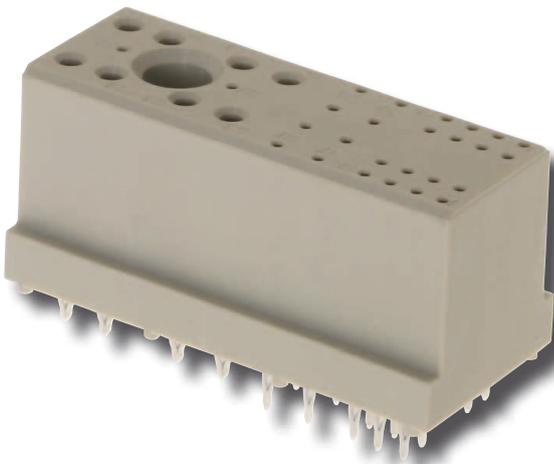
6.4 Ordenadores personales

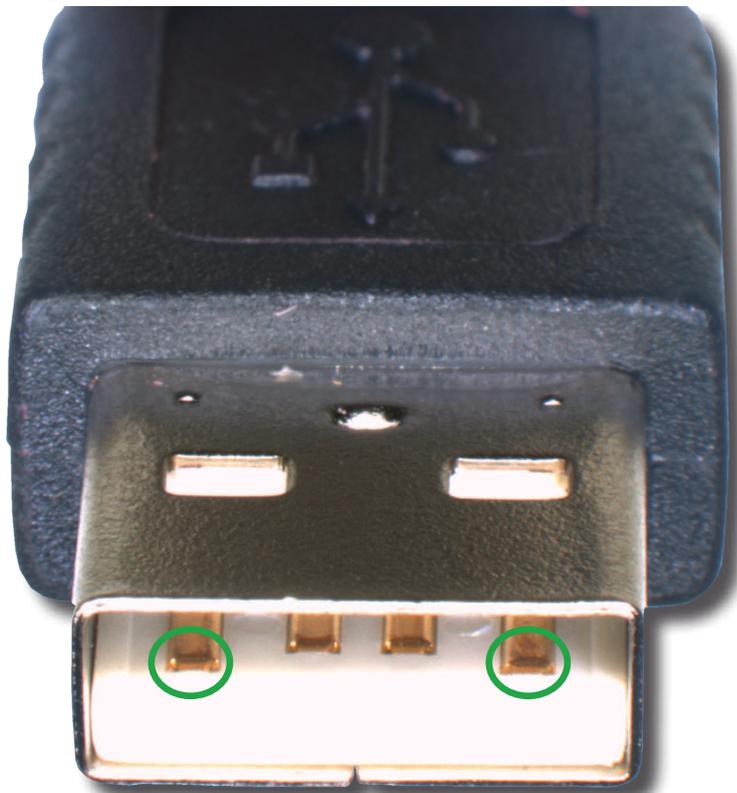


6.5 Telecomunicación

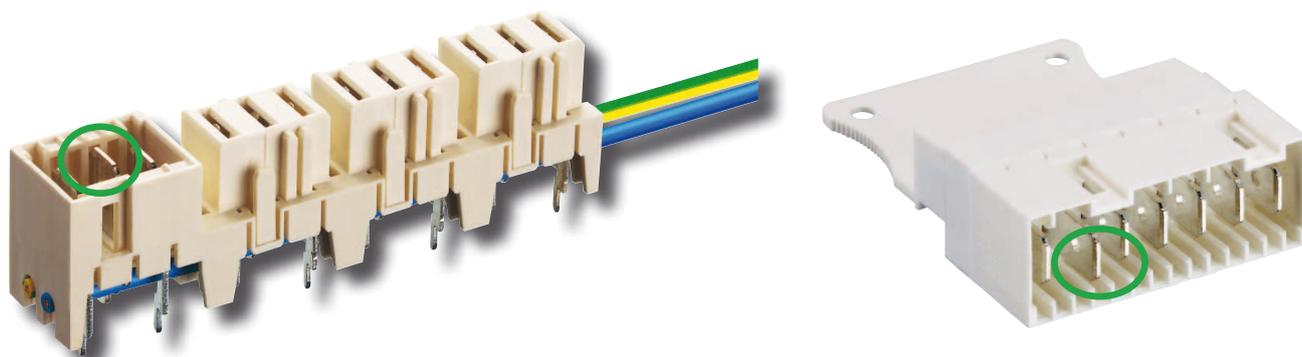


Continuación: 6.5 Telecomunicación

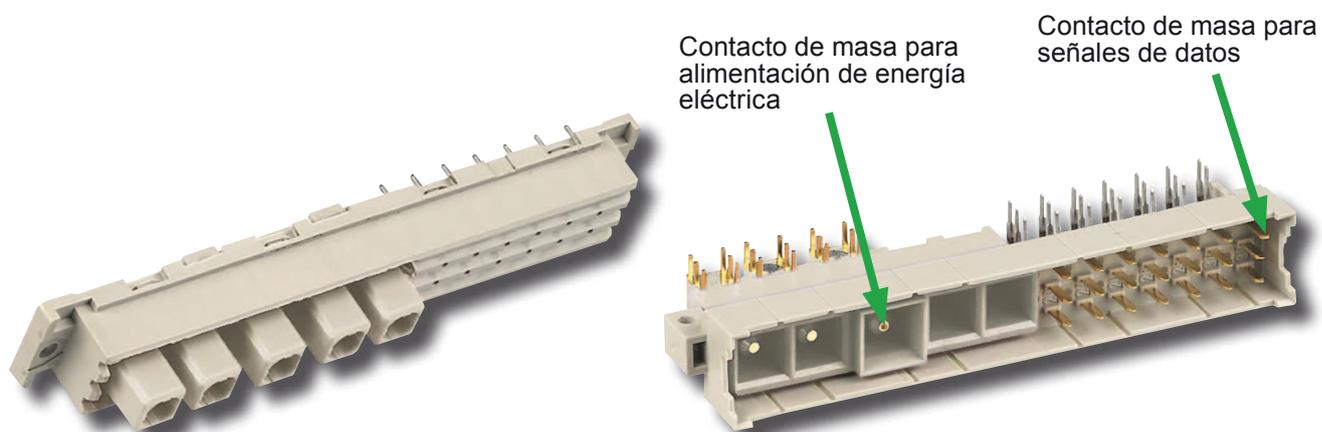


Continuación: 6.5 Telecomunicación**6.6 USB 2.0 (Universal Serial Bus 2.0)**

6.7 Electrodomésticos



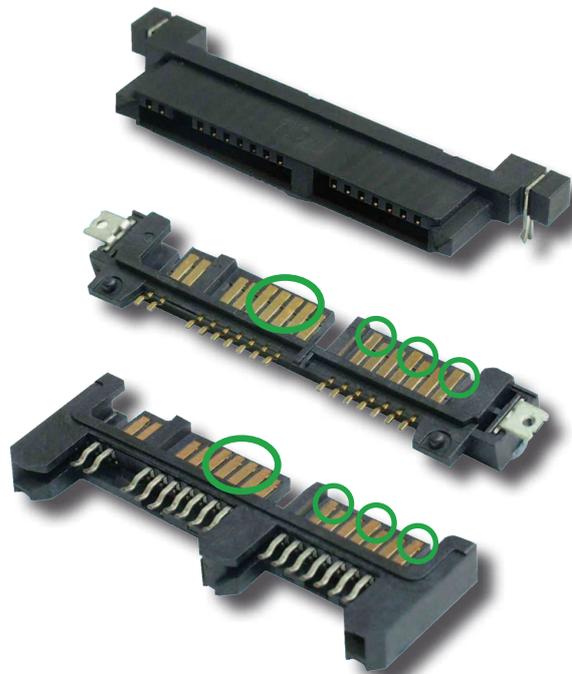
6.8 Alimentación de energía eléctrica industrial



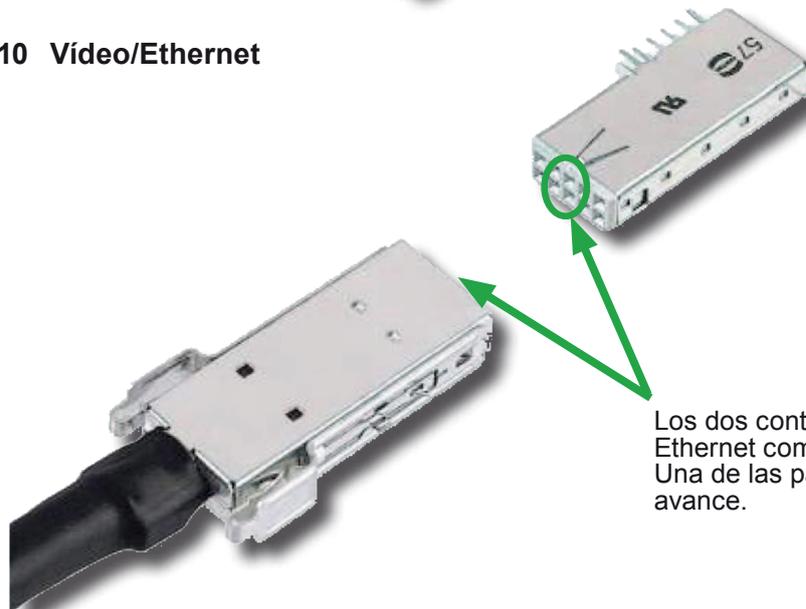
Continuación: 6.8 Alimentación de energía eléctrica industrial



6.9 Aplicaciones de datos y consumidores



6.10 Video/Ethernet



Los dos contactos medios sirven en Ethernet como contactos de masa. Una de las patillas no visibles es en avance.



Die Elektroindustrie

ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektroindustrie e.V.
Fachverband Electronic Components and Systems (ECS)
Fachverband PCB and Electronic Systems
Lyoner Straße 9
60528 Frankfurt am Main, Alemania
Fon: +49 (0) 69 6302 - 276
Fax: +49 (0) 69 6302 - 407
Correo electrónico: zvei-be@zvei.org
www.zvei.org/ecs