

*"La mejor forma de predecir el futuro es  
crearlo"*



- Peter Drucker-



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**“Diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería de vehículos de procedencia americana”**

**Autores:**

Ilaquiche Guanina, Marco Vinicio

Montenegro Becerra, Byron Steeven

**Director:**

Ing. Erazo Laverde, Washington Germán

**Latacunga, 26 febrero de 2024**



# ÍNDICE DE CONTENIDO

- Antecedentes**
- Planteamiento del problema**
- Descripción resumida del proyecto**
- Justificación e importancia**
- Objetivos del proyecto**
  - Objetivo General***
  - Objetivos Específicos***
- Metas**
- Hipótesis**



- ❑ **Marco teórico**
  - ❑ **Redes Multiplexadas**
  - ❑ **Componentes de la red multiplexada**
  - ❑ **Topología de redes multiplexadas**
  - ❑ **Línea o tipo BUS**
  - ❑ **Compuerta o Gatewaw**
  - ❑ **Protocolos de comunicación**
  - ❑ **Red CAN-BUS**
  - ❑ **Tipos de redes multiplexadas**
  - ❑ **Distribución de pines OBD II**
  - ❑ **Normativa de comunicación**
  - ❑ **Unidades de control del automóvil**



- Análisis de resultados**
  - Ford Ranger 2022**
    - Topología de la red**
    - Flujo de datos**
    - Diseño Livewire**
  - Ford EDGE 2013**
    - Topología de la red**
    - Flujo de datos**
    - Diseño Livewire**
- Conclusiones**
- Recomendaciones**



# MARCO METODOLÓGICO



# ANTECEDENTES

El parque automotriz ha ido evolucionando considerablemente con nuevas tecnologías a través de la electrónica de módulos, que comandan los sistemas de control de potencia y carrocería, los cuales permiten que el vehículo funcione en óptimas condiciones, así aumenta la fiabilidad y seguridad, además minimiza el impacto ambiental.

El diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería en vehículos de procedencia americana ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años. La complejidad y diversidad de los sistemas electrónicos presentes en estos vehículos, junto con la necesidad de asegurar un rendimiento óptimo y una experiencia de conducción segura, han impulsado el desarrollo de métodos y herramientas de diagnóstico más sofisticados.

El diagnóstico efectivo de estos sistemas es crucial para identificar y resolver problemas de rendimiento, eficiencia y seguridad. Los talleres automotrices y los técnicos especializados requieren acceso a equipos de diagnóstico avanzado que puedan comunicarse con las diversas Ecus presentes en el vehículo y recopilar información en tiempo real sobre su funcionamiento



# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

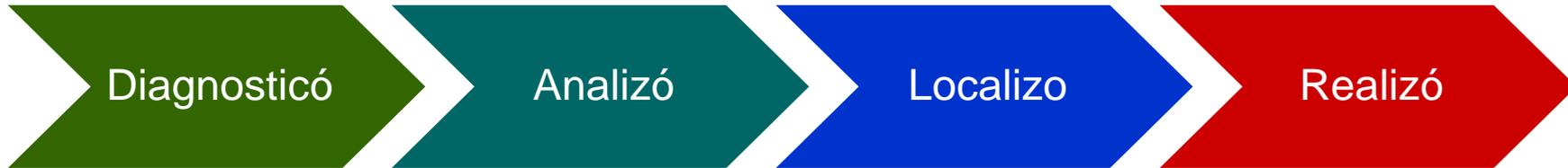
Los vehículos automotores han evolucionado considerablemente gracias a la integración de sistemas electrónicos avanzados que mejoran la seguridad, el confort y la eficiencia en la conducción. Estos sistemas dependen en gran medida de redes de comunicación internas para intercambiar información entre diferentes componentes y módulos electrónicos presentes en el vehículo. Sin embargo, a medida que aumenta la complejidad y la cantidad de sistemas interconectados, surgen desafíos significativos en la implementación y el rendimiento de estas redes de comunicación en automóviles.

El planteamiento del problema gira en torno a la necesidad de relacionar la operación de las redes de comunicación en vehículos:

(Yu S. L., 2018) Los fabricantes de automóviles implementan una variedad de sistemas y tecnologías electrónicas en sus vehículos. Esto puede llevar a la incompatibilidad entre diferentes sistemas y a la falta de estándares de comunicación universales. Esta falta de interoperabilidad puede obstaculizar la int



# DESCRIPCIÓN RESUMIDA DEL PROYECTO



# JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El avance tecnológico en la industria automotriz demanda un alto nivel de conocimiento en el diagnóstico temprano de problemas en las redes de comunicación, para reducir costos a largo plazo y mejorar la experiencia de conducción, asegurando la confiabilidad de los sistemas modernos de tracción y confort automotriz.



## Objetivo General



Desarrollar el proceso de diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería de vehículos de procedencia americana.



## ESPECÍFICOS

Investigar información referente a protocolos de comunicación en vehículos de procedencia americana.



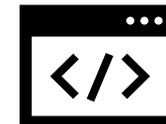
Definir los sistemas de control electrónico de tracción y confort.



Definir PID's – DTCs en el sistema de control tracción y confort.



Generar el protocolo de diagnóstico y reparación de sistemas de control electrónico tracción y confort.



Realizar el diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería de vehículos de procedencia americana con una precisión del 90% en función de los parámetros.



## HIPÓTESIS

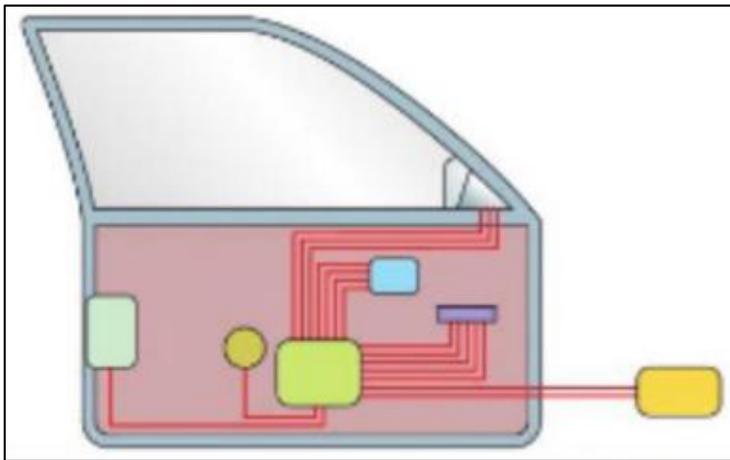
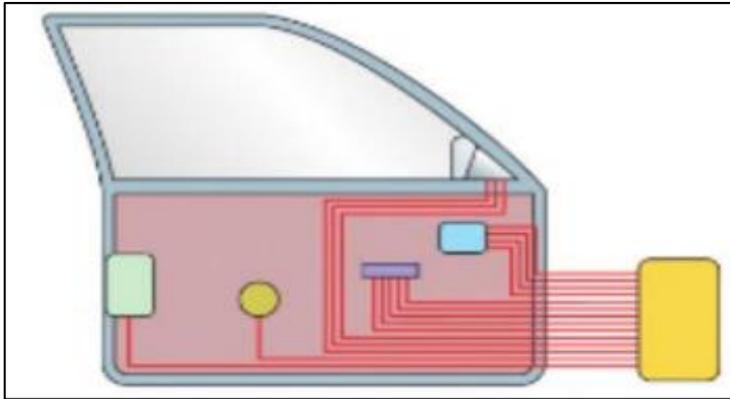
¿Desarrollar el proceso de diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería de vehículos de procedencia americana permitirá establecer procesos de verificación efectiva que garanticen la operación y el confort adecuado del vehículo?



# MARCO TEÓRICO



# Redes multiplexadas

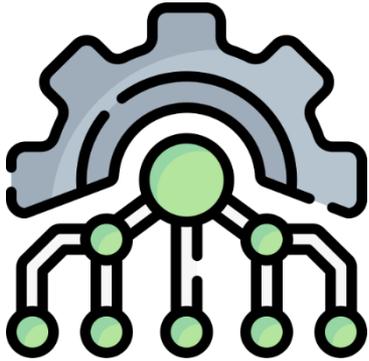


## Ventajas

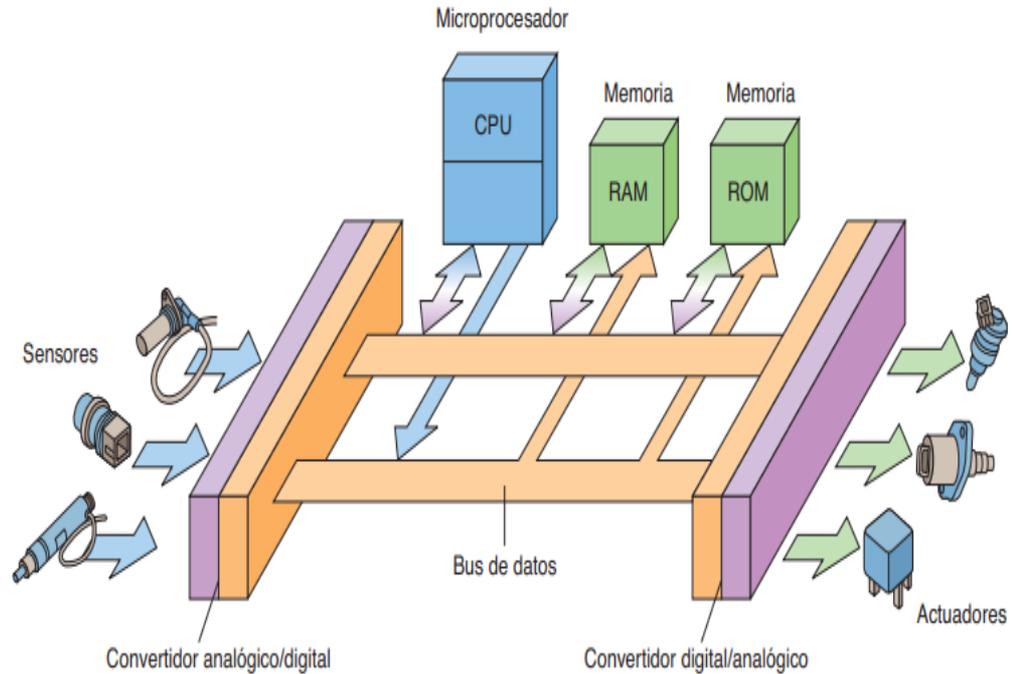


- ✓ Menor cableado
- ✓ Menos sensores
- ✓ Menor peso
- ✓ Menor costo de fabricación
- ✓ Menor costo de mantenimiento

# Componentes de la red multiplexada



- **Sensores**
- **El bus de datos**
- **Módulos**
- **Actuadores**
- **Protocolo de comunicación**

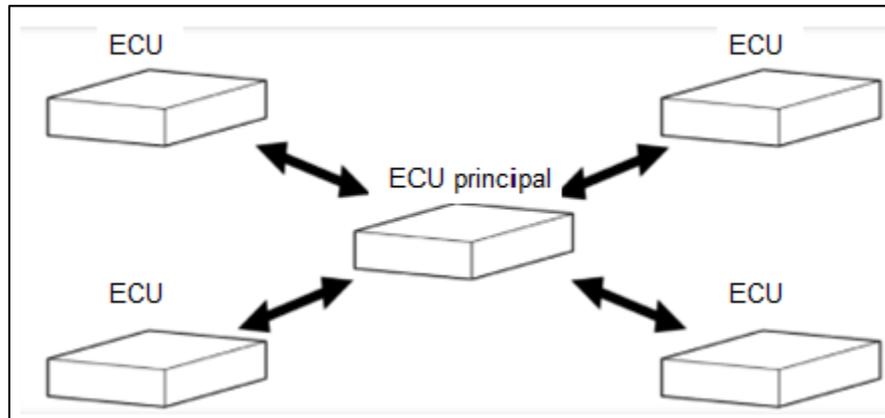


# Topología de redes multiplexadas

Distintas estructuras de intercomunicación en que se pueden organizar las redes de transmisión de datos



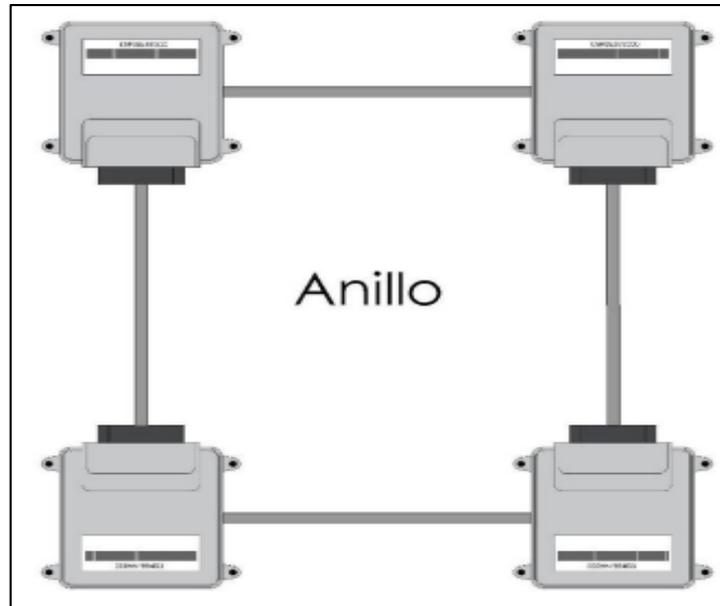
## ★ En estrella



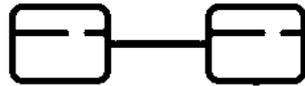
# Topología de redes multiplexadas

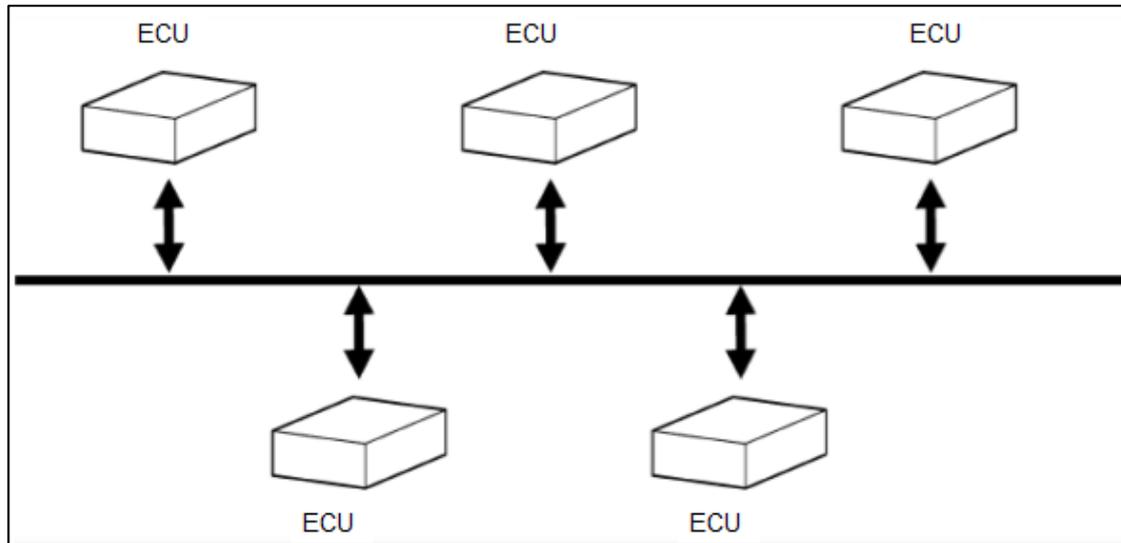


En anillo



# Topología de redes multiplexadas

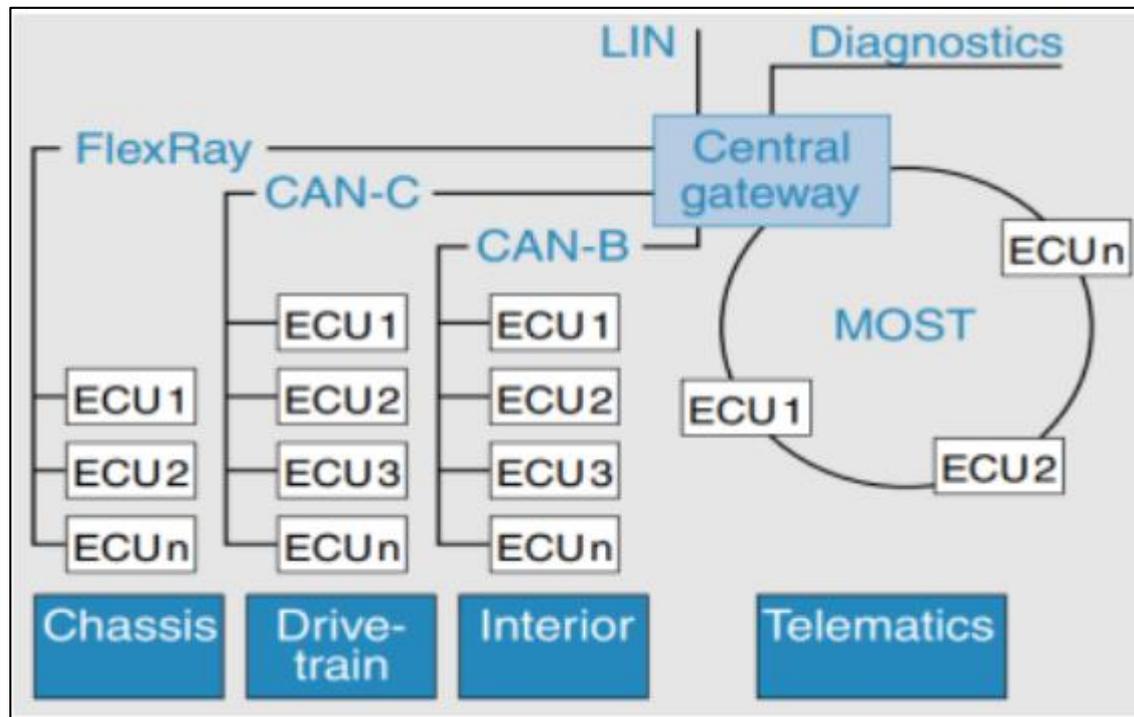
 Lineal o tipo BUS



# Topología de redes multiplexadas



## Compuerta o Gateway



# Protocolos de comunicación

Conjunto de reglas o un estándar usado entre computadoras o módulos de control electrónico.

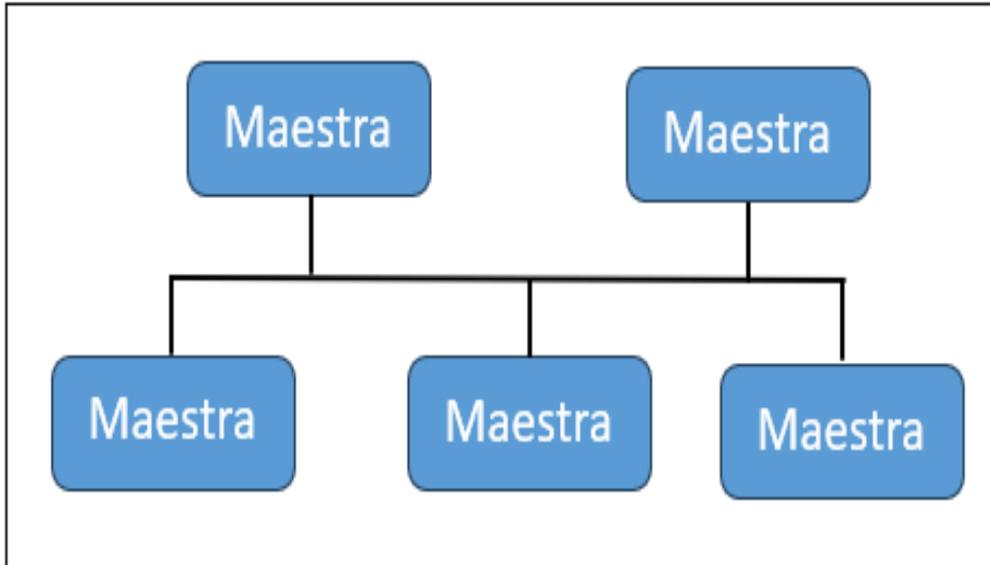


VAN



Características

- Velocidad máximo de 125 Kbps
- Interconectar un máximo de 16 unidades de control

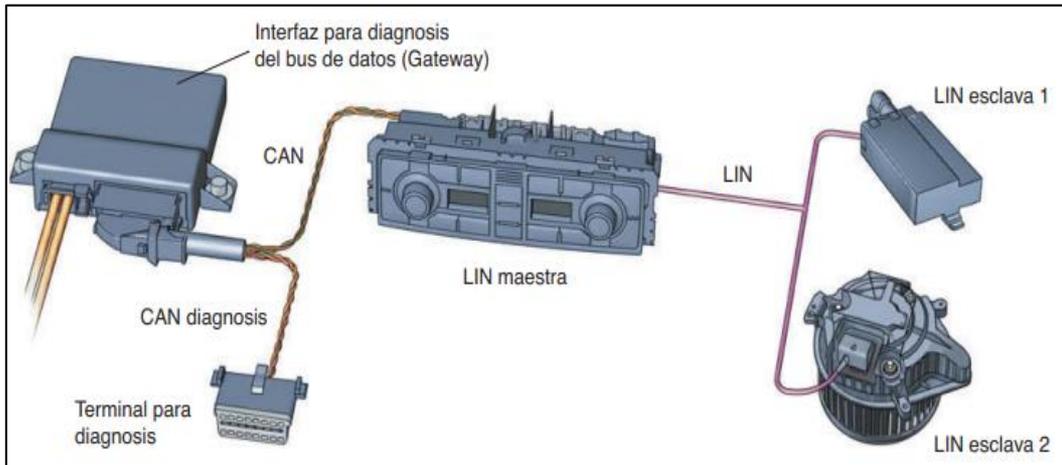


# Protocolos de comunicación

LIN



Características



- Velocidad de transmisión baja (20 Kbps)
- Permite interconectar 16 unidades (1 maestra y 15 esclavas)



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Protocolos de comunicación

MOST



Características



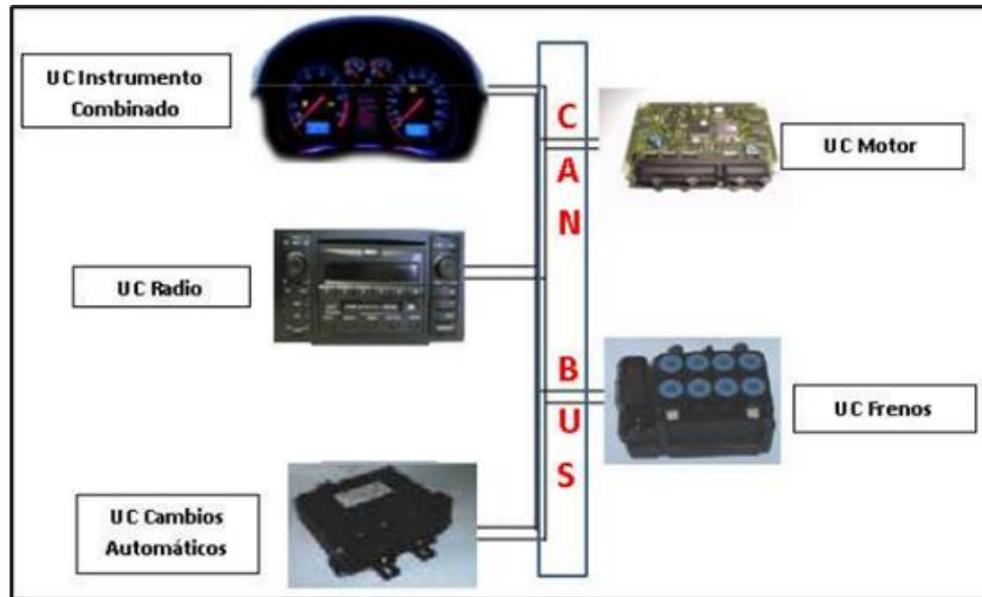
- Velocidad:  
MOST 25 (24,8 Mbits/s),  
MOST 50 (50 Mbits/s) Y  
MOST 150 (150Mbits/s).
- Permite interconectar hasta 64 dispositivos



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

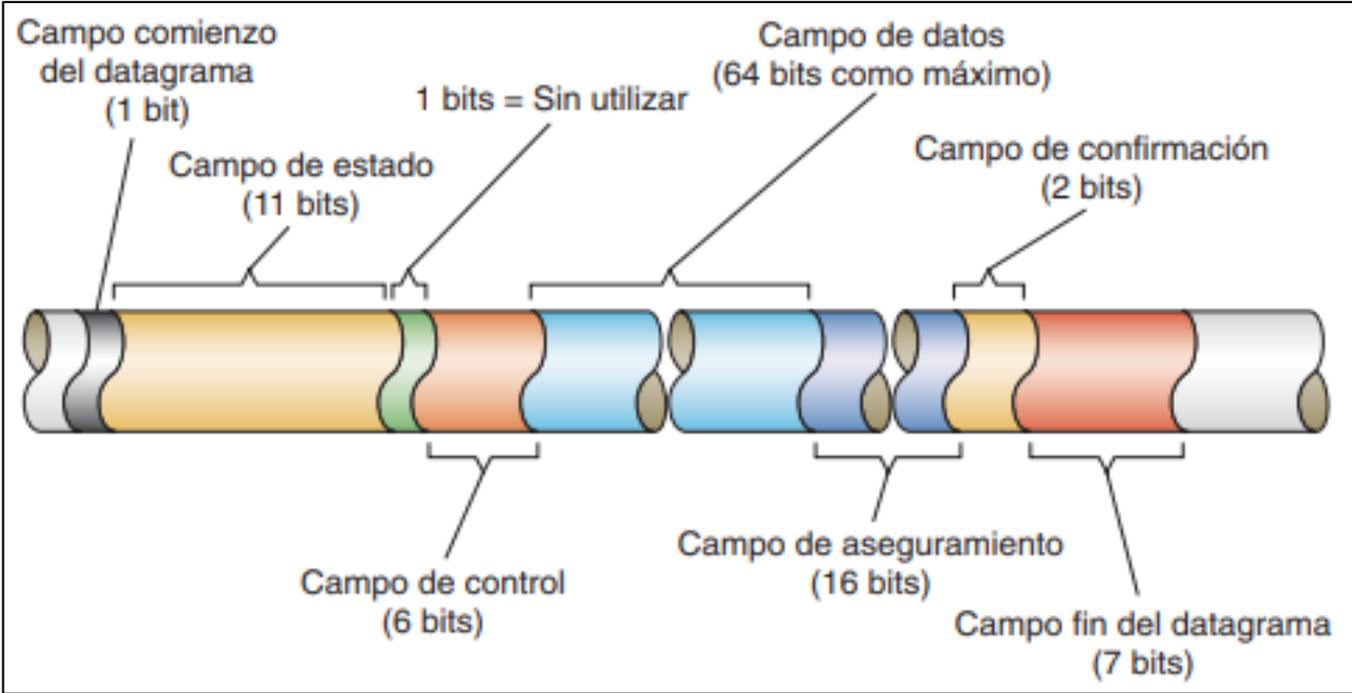
# Red CAN-BUS

CAN (siglas del inglés Controller Area Network) es un protocolo de comunicaciones desarrollado por la firma alemana Robert Bosch GmbH, basado en una topología bus para la transmisión de mensajes en entornos distribuidos. Además, ofrece una solución a la gestión de la comunicación entre múltiples CPUs (unidades centrales de proceso).



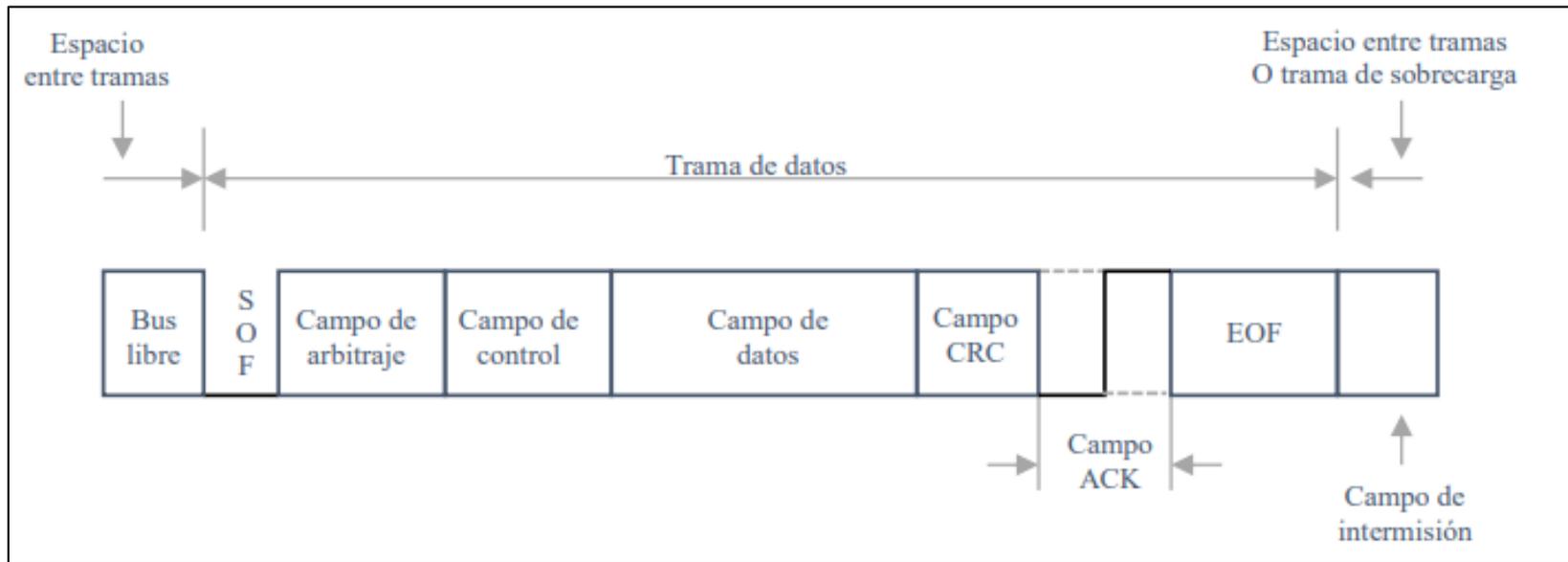
# Red CAN-BUS

## Formato de un mensaje CAN

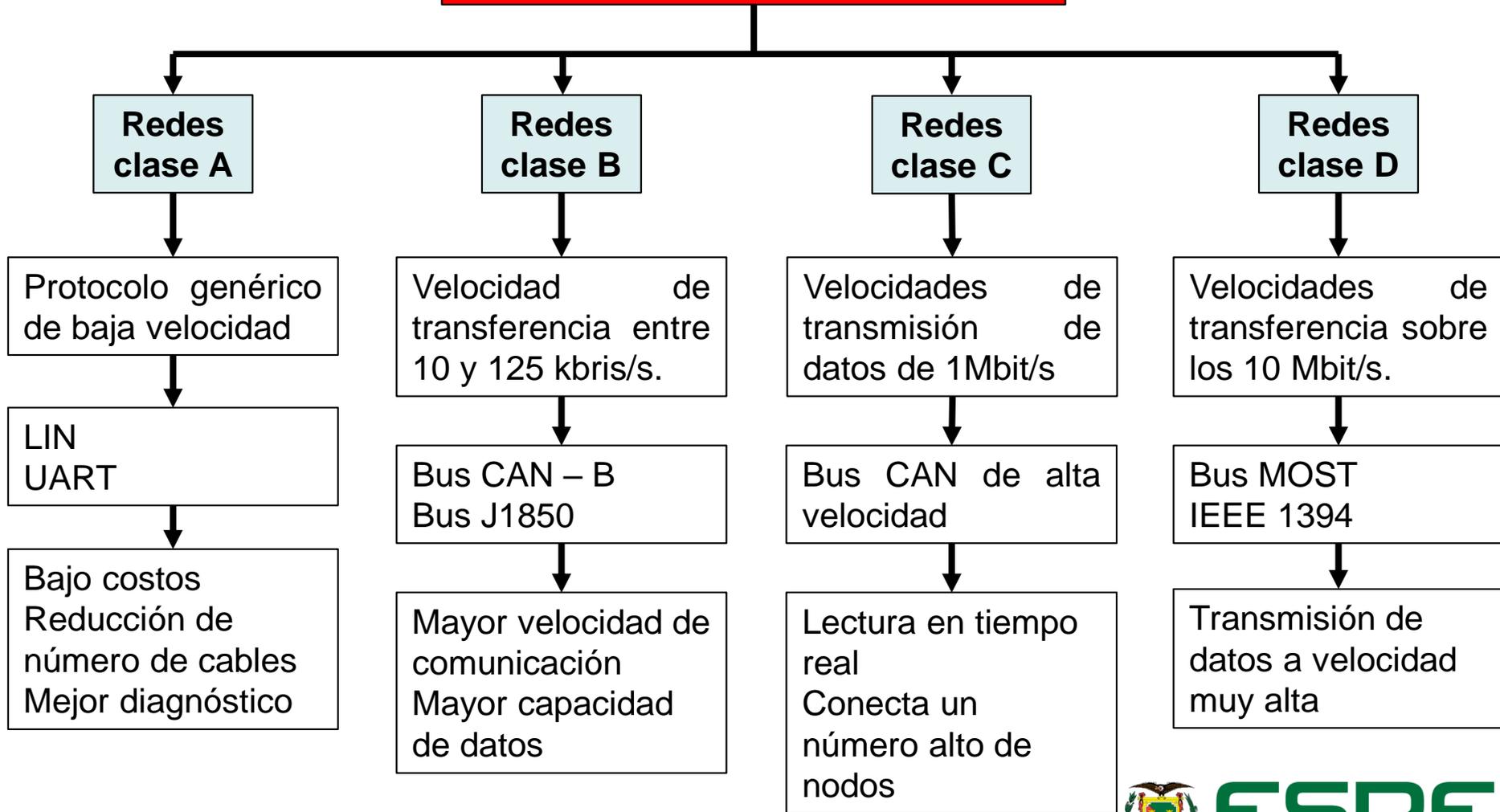


# Red CAN-BUS

## Control de acceso al Bus de datos

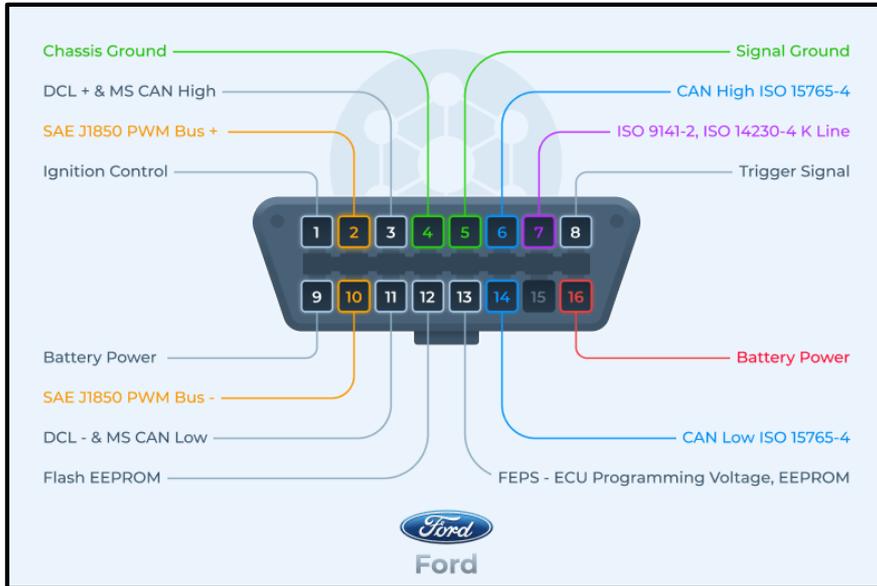


## Tipos de redes multiplexadas en el campo automotriz



# Distribución de pines del conector OBD II

## Pines del conector OBD II



## Códigos DTC

XXXXX

### Primer Dígito

- B – Carrocería
- C – Chasis
- P – Motor
- U – Red

### Segundo dígito

- 0 – Genérico SAE
- 1 - Fabricante

### Tercer dígito

- 1 – Medición de combustible y aire
- 2 – Circuito del inyector
- 3 – Sistema de encendido
- 4 – Control auxiliar de emisiones
- 5 – Control de velocidad del vehículo
- 6 – Circuito de salida del computador
- 7 y 8 - Transmisión

### Cuarto y quinto dígito

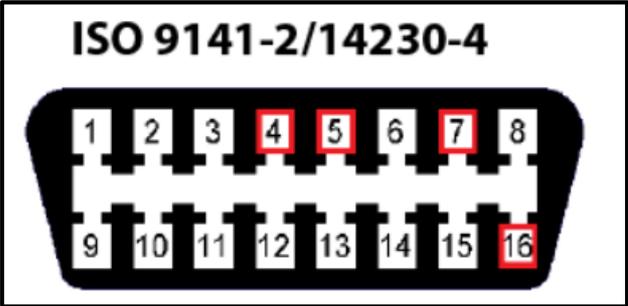
- Descripción de falla



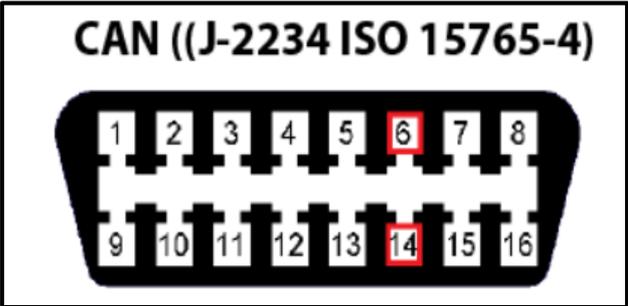
**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Protocolos de comunicación

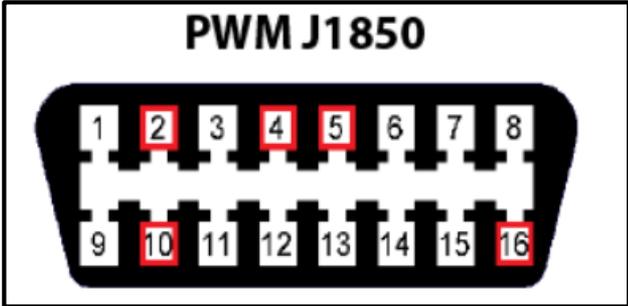
ISO 9141-2



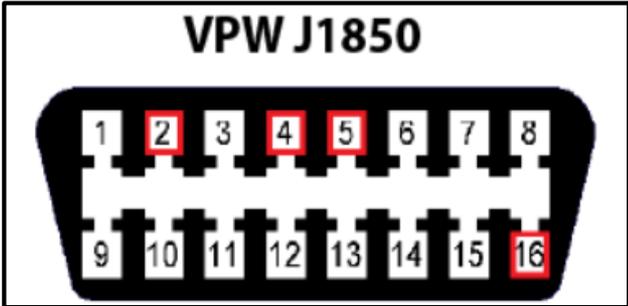
ISO 15765-4



SAE J1850 PWM

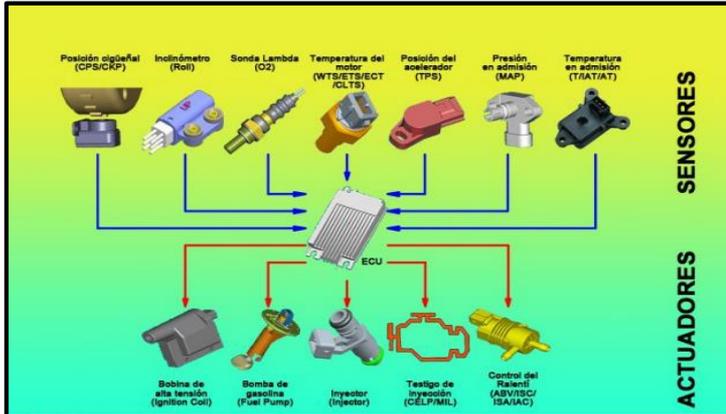


SAE J1850 VPW

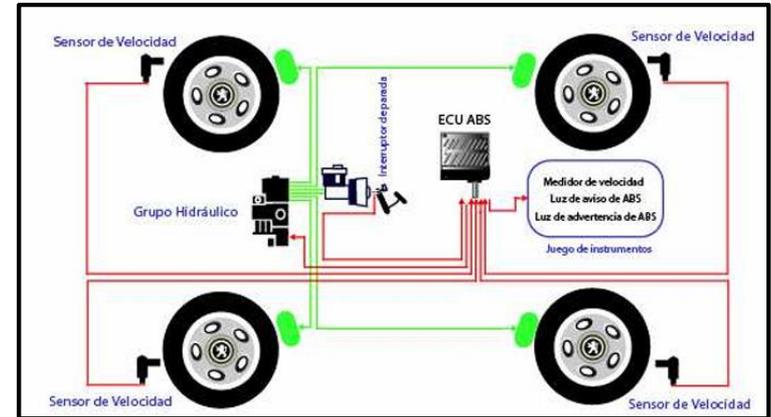


# Unidades de control en el automóvil

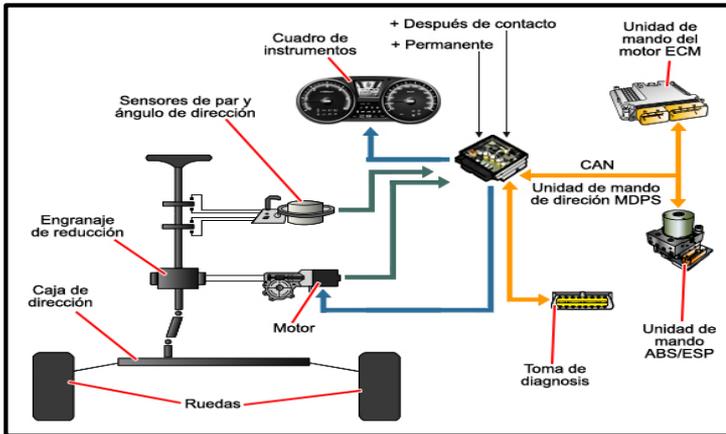
## Unidad de control del motor



## Unidad de control electrónico del ABS



## Unidad de control De la dirección



CODIGO	DESCRIPCIÓN	SOLUCIÓN
P0715	Sensor de velocidad de entrada	Se debe verificar que el circuito se encuentre completamente cerrado y no esté en cortocircuito, caso contrario se debe reemplazar los componentes afectados
C1214	Controlador de freno de tracción activo durante el frenado normal	Se debe verificar el funcionamiento de los sensores de velocidad, dar una revisión del cableado y verificar si los actuadores están trabajando con normalidad
P0750	Solenoides de cambio en mal funcionamiento	Reemplazar el solenoide si es necesario y revisar el cableado



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# ANÁLISIS DE RESULTADOS





# Ford Ranger 2022

## Características generales



Motor	2.2L
Potencia	160 hp @ 3200 rpm
Torque	385 Nm
Transmisión	Manual 6 velocidades
Tracción	4x4
Combustible	Diesel
Tipo	PICK UP

## Ubicación DLC

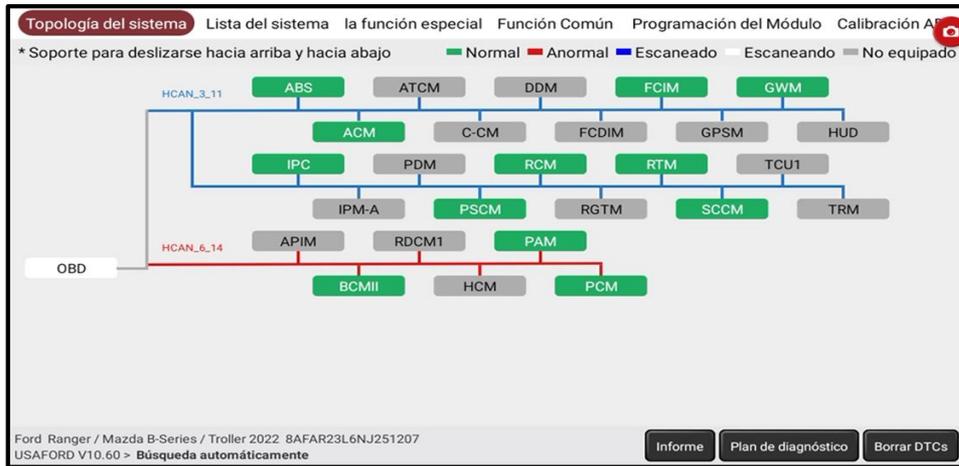


## Pines de comunicación

- 3 y 11: HCAN
- 6 y 14: HCAN



# Topología de la red



Esta red cuenta con 12 módulos encargados de mantener al vehículo en óptimas condiciones.

Esta red CAN mantiene velocidades de comunicación de 1 kbit/s a 1Mbit/s.

Línea	Módulo	Descripción
HCAN 3_11	ABS	Sistema de Freno Anti-bloqueo
	FCIM	Módulo de la Interfaz de Controles Delanteros
	GWM	Módulo de Pasarela A
	ACM	Módulo de Control de Audio
	IPC	Módulo de Control del Panel de Instrumentos
	RCM	Airbag
	RTM	Módulo de Transceptor de Radio
	PSCM	Módulo de control de la Dirección Asistida
	SCCM	Módulo de Control de la Columna de la dirección
HCAN 6_14	PAM	Módulo de Ayuda al Estacionamiento
	BCMII	Módulo de Control de Carrocería
	PCM	Módulo de Control del Tren Motriz



# Flujo de datos

Nombre	Valor	Rango estándar
Calibración del sensor de posición del volante	<b>No</b>	
Corriente de motor EPAS	<b>0.2 A</b> ▾	-120 – 120
Desviación de alineación del ángulo del volante	<b>0.9 deg</b>	0 – 720
Temperatura interna del PSCM	<b>28 degreeC</b>	-40 – 125
Velocidad Vehículo	<b>0 km/h</b> ▾	0 – 255
Voltaje de Alimentación del Módulo	<b>14.1 V</b> ▾	8 – 16

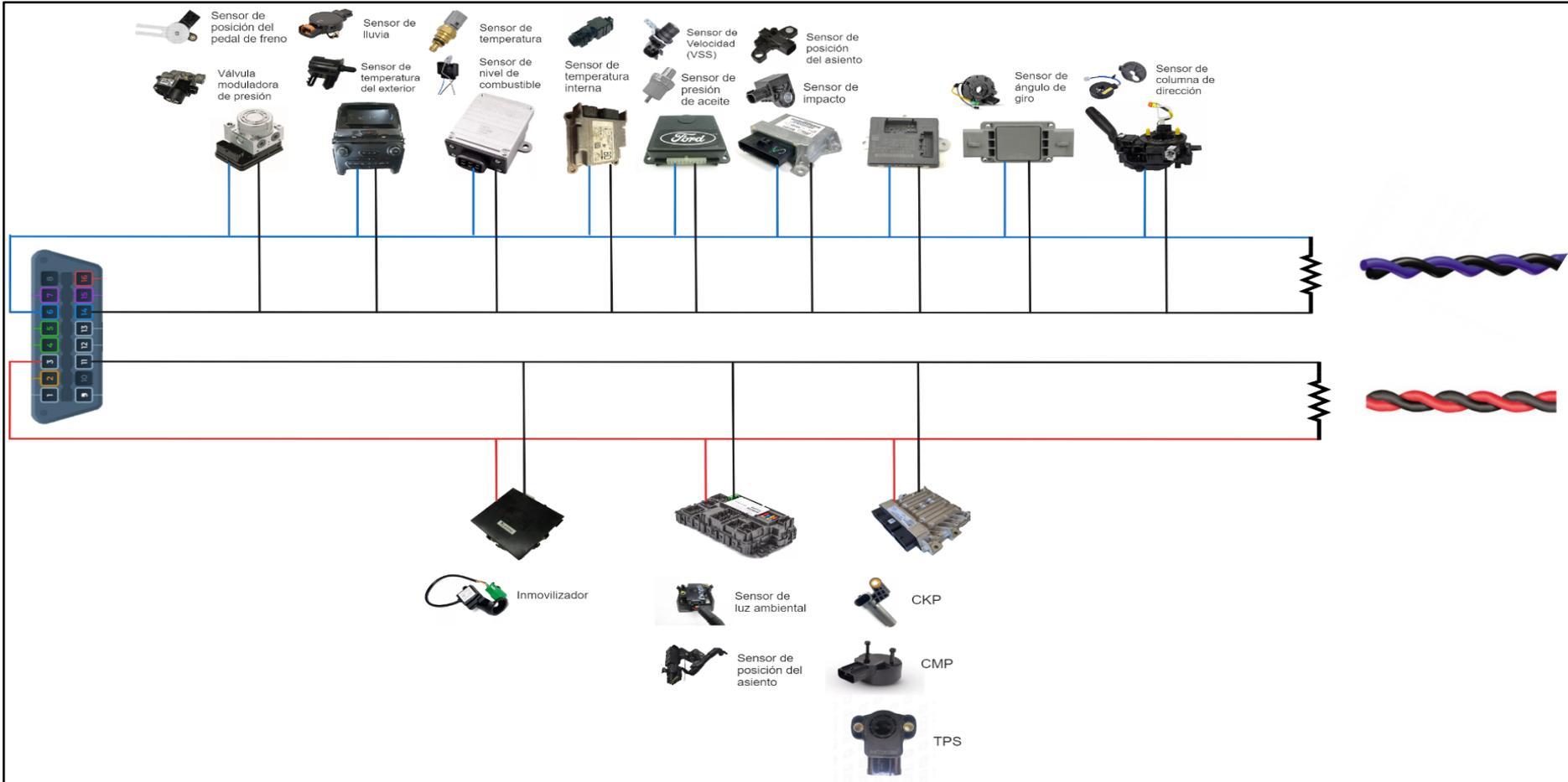
## Módulo PSCM

## Módulo PCM

Nombre	Valor	Rango estándar
Revoluciones por minuto del motor	<b>701 rpm</b> ▾	698 – 702
RPM deseadas para el control de la velocidad del ralentí	<b>700 rpm</b> ▾	- – 700
Cantidad total de inyección de combustible del cilindro 1	<b>5.15 mg</b> ▾	0 – 100
Cantidad total de inyección de combustible del cilindro 2	<b>5.17 mg</b> ▾	0 – 100
Cantidad total de inyección de combustible del cilindro 3	<b>5.12 mg</b> ▾	0 – 100
Cantidad total de inyección de combustible del cilindro 4	<b>5.12 mg</b> ▾	0 – 100



# Diseño Liveware



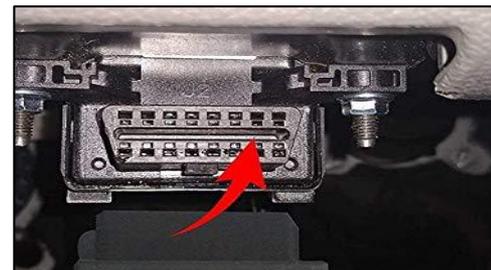
## Ford Edge 2013

### Características generales



Motor	2.0L EcoBoost
Potencia	240hp @ 5500 rpm
Torque	270 lb. a 3.000 r.p.m.
Transmisión	Automática 6 velocidades
Combustible	Gasolina
Tipo	SUV

### Ubicación DLC

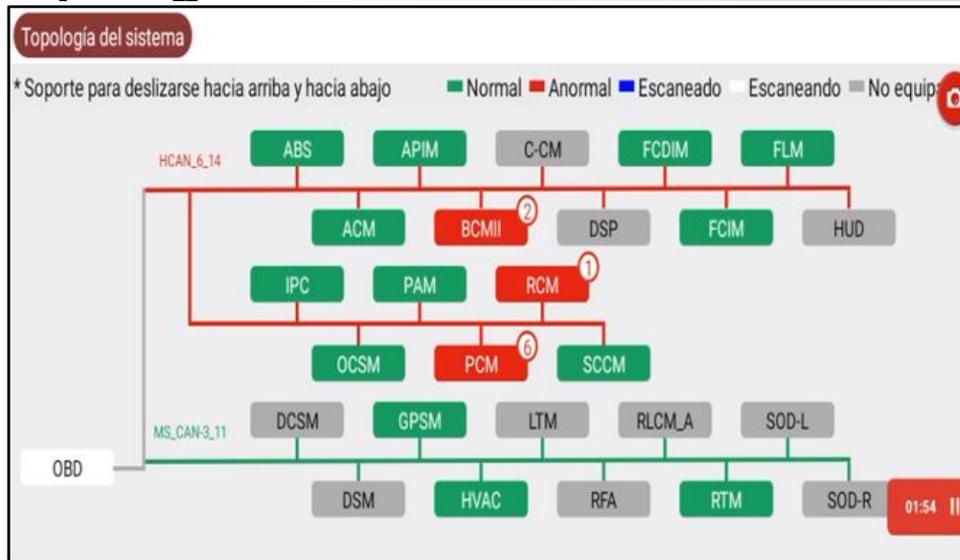


### Pines de comunicación

- 3 y 11 MSCAN
- 6 y 14: HCAN



# Topología de la red



Esta red cuenta con 16 módulos encargados de mantener al vehículo en óptimas condiciones.

Esta red CAN mantiene velocidades de comunicación de 1 kbit/s a 1Mbit/s.

Línea	Módulo	Descripción
MSCAN	GPSM	Módulo del Sistema de Posicionamiento Global GPS
	HVAC	Calefacción, Ventilación y A/C
	RTM	Módulo de transceptor de radio
HCAN	ABS	Sistema de Freno de Anti-bloqueo
	APIM	Módulo de la Interfaz del Protocolo de Accesorios
	FCDIM	Módulo de la Interfaz del Display/Control Delantero
	FLM	Módulo de Control de Iluminación Delantera
	ACM	Módulo de Control de Audio
	BCM II	Módulo de Control de Carrocería
	FCIM	Módulo de la Interfaz de Controles Delanteros
	IPC	Módulo de Control del panel de Instrumentos
	PAM	Módulo de ayuda al estacionamiento
	RCM	Airbag
	OCSM	Módulo del Sistema de Clasificación de Ocupante
	PCM	Módulo de control del tren motriz
	SCCM	Módulo de Control de la Columna de la Dirección



# Flujo de datos

Corriente del sensor de oxígeno del gas de escape Banco 2 Sensor 1	-82.03 uA	-25 – 25
Flujo masa de aire	3.14 g/s ▾	0 – 225
Flujo masa de aire	0.49 V ▾	0 – 5
Kilometraje total del vehículo	159351.28 km	- - 159351,28
Posición D del pedal del acelerador	15.69 %	0 – 100
Nivel de combustible	54.9 %	0 – 100
Presión barométrica	79 kPa ▾	- - 79
Presión del depósito de combustible	0.06 kPa ▾	0,05 – 0,06
Sensor de oxígeno calefactado gases de escape (banco 1, sensor 2)	-0.08 V ▾	0 – 1
Sensor de oxígeno calefactado gases de escape (banco 2, sensor 2)	-0.58 V ▾	0 – 1
Temperatura ambiente	44 degreeC	-18 – 50
Temperatura de la culata	99 degreeC	-20 – 120
Temperatura de la Culata del Cilindro	3.37 V ▾	0 – 5
Temperatura del aceite de la caja de cambios	62.81 degreeC	-20 – 120
Temperatura del aire de admisión	48 degreeC	-30 – 120

## Módulo PCM



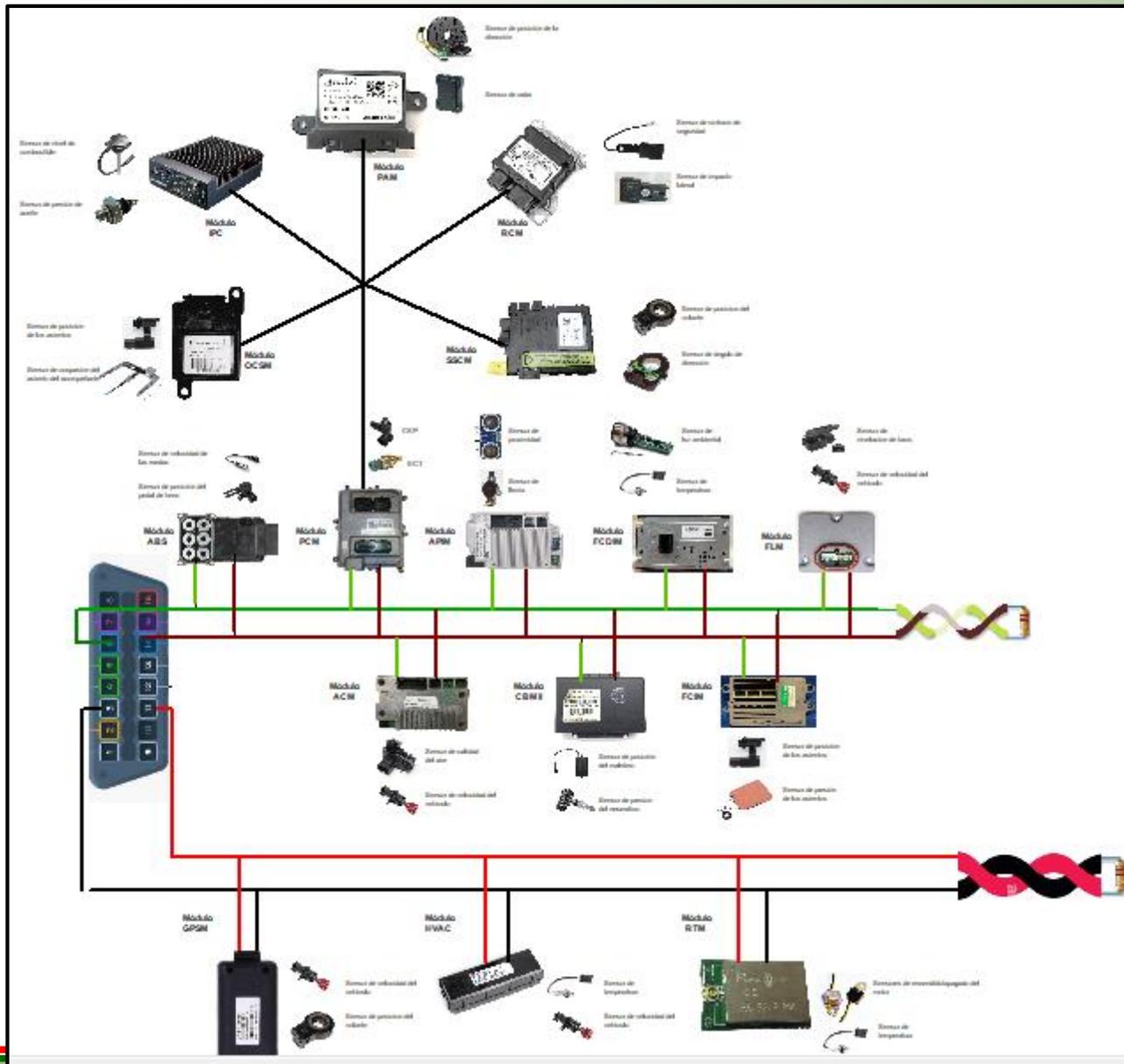
# Flujo de datos

Nombre	Valor	Rango estándar
Columna de la dirección desplegable: control de despliegue	65.53 ohm ▾	0 – 655,4
Control de despliegue del protector para rodilla del pasajero	65.53 ohm ▾	0 – 655,4
Control de la correa de la bolsa de aire frontal del pasajero	65.53 ohm ▾	0 – 655,4
Control del despliegue del limitador de carga del cinturón de seguridad del conductor	65.53 ohm ▾	0 – 655,4
Control del despliegue del limitador de carga del cinturón de seguridad del pasajero	65.53 ohm ▾	0 – 655,4
Corriente del sensor del cinturón de seguridad del acompañante	0.01 A ▾	0 – 0,2

## Módulo RCM



# Diseño Liveware



- Se desarrollo el proceso de diagnóstico avanzado de los sistemas electrónicos de potencia y carrocería de vehículos de procedencia americana.
- Se investigo información referente a protocolos de comunicación como CAN, LIN, VAN, MOST, así como la velocidad a la que trabajan y las diferentes topologías de res, esta información ayudo a comprender los sistemas electrónicos de control y carrocería.
- Se definió los sistemas de control electrónico de tracción como: ABS, APIM, BCM II, RCM y confort como: ACM, HVAC, IPC, DDM, que son más habituales en vehículos de procedencia americana. Al definir estos sistemas de tracción y confort ayuda a tener una idea mas amplia para poder mejorar la experiencia de conducción y seguridad del vehículo.



- Se definió los PID's y DTC's en el sistema de control de tracción y confort que permitió tener información solida para diagnosticar, monitorear y resolver problemas que se relacionen con aspectos críticos de estos sistemas. La información nos proporcionó información rápida y precisa de los fallos en los diferentes sistemas para poder dar un diagnostico acertado.
- Con la generación del protocolo de diagnóstico y reparación de los sistemas de control electrónico de tracción y confort se estableció una estructura sistemática para abordar con eficiencia los problemas relacionados con dichos sistemas, contribuyendo de manera significativa en la eficiencia, calidad de servicio y seguridad para los propietarios de los vehículos.



- Se recomienda capacitarse en el uso del equipo de diagnóstico previo a su utilización porque permitirá conocer todas las funciones y la utilización adecuada de sus componentes para poder realizar un diagnóstico correcto.
- Se recomienda también para obtener una correcta interpretación del flujo de datos tener una base sólida sobre los parámetros normales de funcionamiento de los diferentes sensores y actuadores que trabajan con los sistemas de tracción y confort.
- Se recomienda en este caso específico que se utilice la opción de diagnóstico con el motor encendido que ofrece el scanner ya que de este modo podremos tener información en tiempo real del funcionamiento en marcha de todos los sensores y actuadores que pudieran omitirse al hacerlo sin encender el vehículo.
- Se recomienda realizar una charla previa con los propietarios de los vehículos a diagnosticar haciendo hincapié en que el procedimiento no es nada invasivo ni dañara su vehículo para de ese modo generar confianza con el propietario.

