

Як працює шина CAN

дата публікації: 2023.04.24



Динамічний розвиток цифрових технологій в автомобільній промисловості за останні три десятиліття зумовив необхідність розширення електричної системи автомобіля та збільшення кількості контролерів більш ніж у 20 разів. Контролери обробляють дані між собою, аналізують інформацію від окремих датчиків і керують роботою виконавчих механізмів, виконуючи складні програми, необхідні для функціонування відповідної системи в автомобілі. Для того, щоб зробити процес обміну даними швидким і безперебійним, інженери вирішили використовувати шини даних, найпопулярнішою з яких вже багато років є шина CAN.

Ідея використання шини обміну даними на зразок тієї, що використовується в персональних комп'ютерах, виникла ще в 1980-х роках. Предтечею стала компанія Bosch, яка почала досліджувати структуру електричних систем в автомобілях. Німецькі інженери, аналізуючи динамічне зростання кількості електронних компонентів, викликане адаптацією подальших систем (все більш складні системи управління силовим агрегатом, ABS, контролер автоматичної трансмісії), побачили багато проблем, пов'язаних з використанням все більшої кількості датчиків і виконавчих механізмів. Перш за все, значно розширилася структура електропроводки, з'явилася потреба в додаткових кабелях і штекерних з'єднаннях для підключення датчиків і виконавчих механізмів до контролерів нових адаптованих систем транспортного засобу (рис. 1).

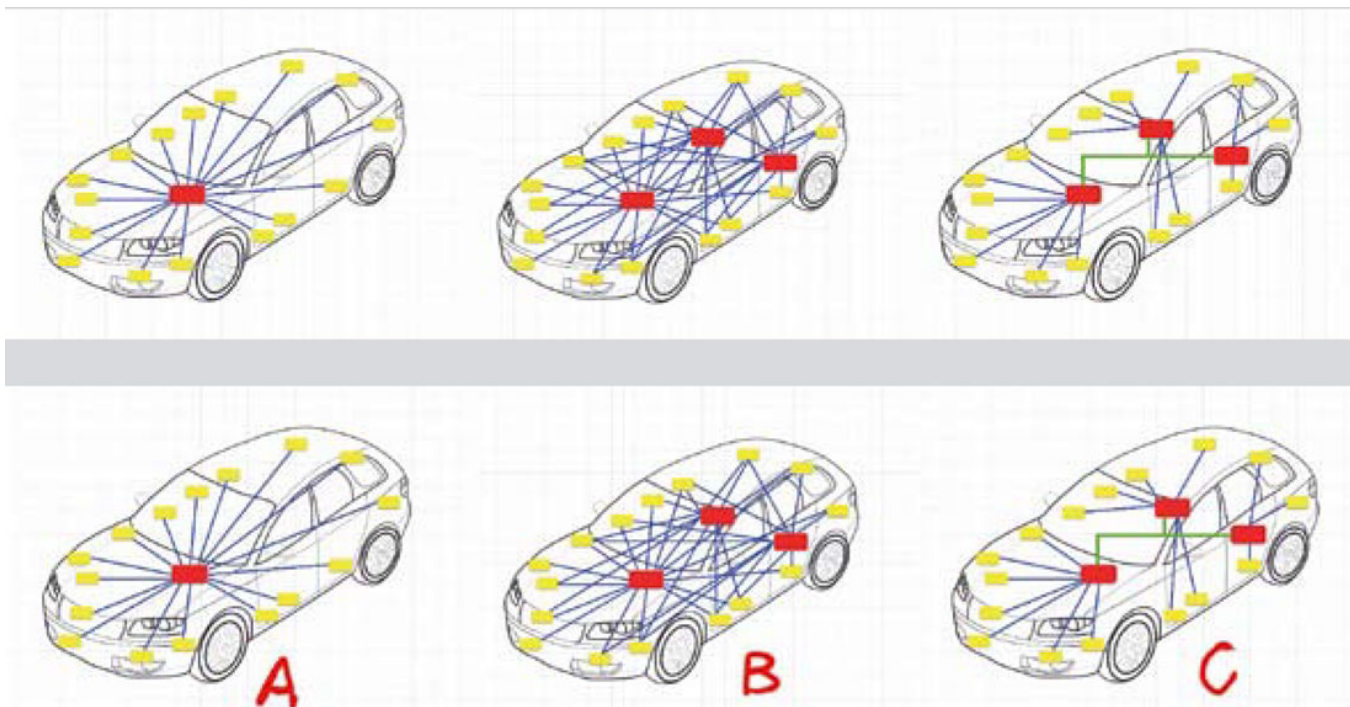


Рис. 1: Спрощена схема електричної системи автомобіля з одним контролером, пов'язаним з шістнадцятьма датчиками (А), трьома окремими контролерами з шістнадцятьма датчиками (В), трьома окремими контролерами з шістнадцятьма датчиками, об'єднаними шиною даних типу CAN (С). Кольорове кодування: червоний - контролер, жовтий - датчик, синій - кабель, що з'єднує датчики з контролером, зелений - кабелі шини CAN, що з'єднує контролери системи.

Ще однією проблемою, яка почала явно домінувати в розширених електричних системах, було збільшення кількості несправностей. Їх основними причинами (рис. 2) були несправності, пов'язані з відсутністю контактів (багатоcontactні роз'єми) або порушеннями, безпосередньо пов'язаними з розривом електричного ланцюга (пошкодження джгута проводів). Використання більшої кількості проводів також збільшувало рівень перешкод для сигналів, що передаються. Ефективним вирішенням більшості проблем, пов'язаних з розширенням електричних систем в автотранспорті, став перехід до рішень, що використовуються в персональних комп'ютерах.

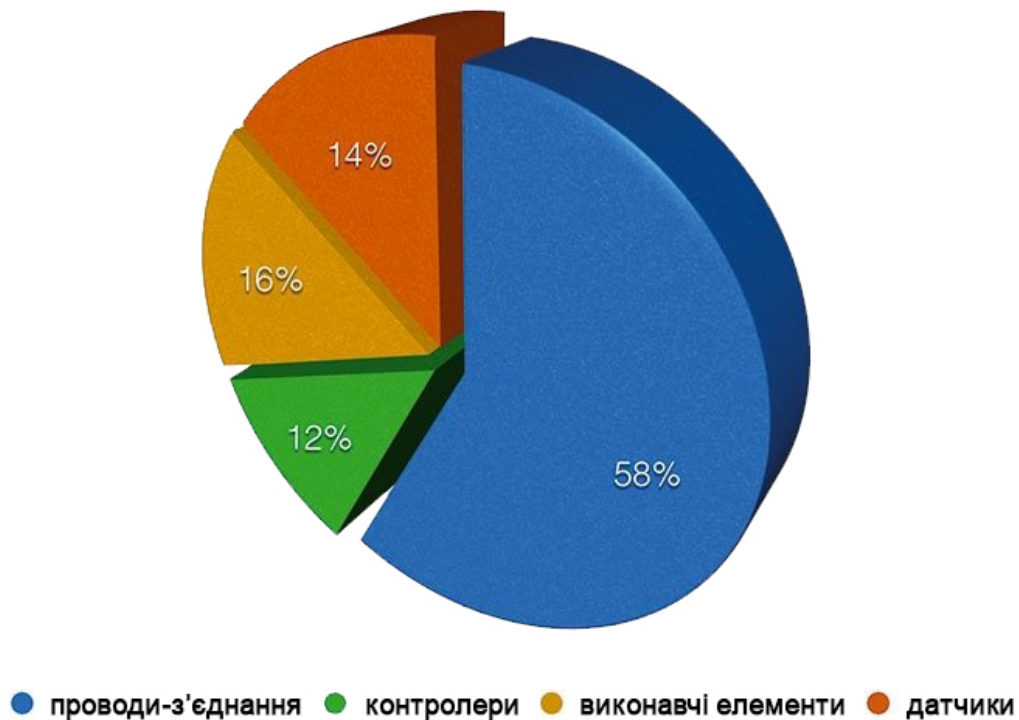


Рисунок 2: Частка типових несправностей, що виникають в автомобільних електричних системах автомобілів (автор М. Лешневський).

Було вирішено об'єднати контролери окремих систем автомобіля в загальну мережу (шину даних), яка мала б єдиний протокол обміну інформацією. Інформація в такій мережі може передаватися в цифровому вигляді за допомогою традиційних мідних проводів електричної системи транспортного засобу. Використання шин даних типу CAN в легкових автомобілях принесло багато відчутних переваг, найважливішими з яких є:

- значне зменшення кількості роз'ємів і проводки електричної системи, що дозволило знизити вагу автомобіля;
- підвищення рівня надійності окремих систем за рахунок збільшення стійкості до перешкод сигналу;
- завдяки відкритій архітектурі системи стає дуже легко адаптувати інший контролер;
- цифрові дані можуть передаватися через мідні або оптоволоконні кабелі;
- розширена діагностика для контролерів даної системи;
- полегшений контроль за передачею даних;
- впровадження стандартів швидкого зв'язку з урахуванням пріоритетності передачі інформації між окремими контролерами (контролер приводного агрегату, контролер ESP/ABS, контролер комфорту);
- підвищення індексу безпеки передачі даних шляхом передачі інформації цифровими, а не аналоговими засобами.

Передача інформації через шину CAN характеризується різною швидкістю. Певним обмеженням в перші роки існування шини була обчислювальна потужність процесорів і розмір буфера пам'яті. Найвищі швидкості використовуються для обміну сигналами між контролерами систем безпеки й тими, що керують двигуном або автоматичною коробкою передач.

Наприклад, Volkswagen Group прийняв стандарт швидкості обміну даними за наступною

схемою.

1. Шина CAN системи приводу (високошвидкісна High Speed CAN), де швидкість передачі даних становить від 500 кбіт/с до 1 000 кбіт/с. Такі високі швидкості передачі даних призначені для контролерів: ESP/ABS, приводу, автоматичної коробки передач, подушок безпеки, систем допомоги водієві. Враховуючи високу швидкість передачі даних між окремими контролерами, можна припустити, що обмін інформацією по CAN шині приводу автомобіля відбувається практично в режимі реального часу.
2. Шина CAN систем комфорту (низькошвидкісна Low Speed CAN), де швидкість передачі даних становить від 100 кбіт/с до 500 кбіт/с, а обмін даними відбувається між контролерами систем комфорту (кондиціонер, електросклопідйомники тощо).
3. Шина CAN для інформаційно-розважальних систем (низькошвидкісна Low Speed CAN) зі швидкістю обміну даними від 100 кбіт/с до 500 кбіт/с, з якою працюють контролери мультимедійних систем (аудіо, навігація).

Якщо зобразити процес обміну інформацією на шині даних типу CAN у дуже спрощеному вигляді, необхідно зробити певні попередні припущення. Якщо розглядається обмін даними між трьома контролерами, то вони повинні представляти єдиний стандарт і формат передачі. Щоб краще проілюструвати розглянутий приклад, ми можемо розглянути передачу інформації між контролером приводного блоку і контролерами ESP/ABS та автоматичної коробки передач. Пакет даних, що надсилається, буде стосуватися частоти обертання двигуна і буде передаватися за принципом "Broadcast", який характеризується тим, що один контролер надсилає інформацію (в даному випадку контролер двигуна), а два інших (ESP/ABS і автоматична коробка передач) отримують дані. Реалізація передачі та прийому даних вимагає перетворення вмісту даних із суто фізичного формату (наприклад, 2500 об/хв) у формат значень, що складається з послідовності одиниць та нулів (формат двійкового сигналу). Наступним кроком є перетворення двійкової форми в потік відповідних бітів і надсилання його до спеціального підсилювача, що виконує роль приймача-передавача (трансивер) в контролері.

Останнім кроком є перетворення бітового потоку на сигнали напруги в приймачі-передавачі та надсилання їх до кабелю CAN-шини. По кабелю CAN-шини сигнали напруги досягають приймачів-передавачів в контролерах ESP/ABS і автоматичної трансмісії. Отриманню пакета даних (частота обертання двигуна 2500 об/хв) передують перетворення значення сигналу напруги в бітовий потік, потім його обробка у внутрішній області відповідного контролера у двійкову форму і, на завершальному етапі, перетворення у фізичну форму (2500 об/хв), зрозумілу для програмного алгоритму контролера. Зважаючи на пріоритетність питань безпеки передачі даних та зменшення потенційних перешкод, використовується дводротовий зв'язок. Проводи шини даних скручуються в так звану виту пару, де один дріт називається "високим", а інший - "низьким", а сигнали напруги, що передаються, є симетричними відносно один одного.

Джерело: