

ЛЕКЦІЯ № 7. СИСТЕМИ ОБМІНУ ДАНИМИ В АВТОМОБІЛІ

План лекції. Необхідність шинних систем. Структури шин даних. Основні принципи цифрової передачі даних. Шина даних CAN. Передача сигналів. Процес комунікації. Діагностика. Шина даних LIN. Оптичні шинні системи для передачі даних. Передача сигналів через світловоди. Шина даних MOST. Діагностика шини даних MOST. Шина Byteflight.

Вимоги до безпеки руху, рівню комфорту при їзді, токсичності відпрацьованих газів (ВГ) і витраті палива постійно зростають. У зв'язку із цим збільшується необхідність усе більш інтенсивного обміну інформацією між блоками управління (БУ) автомобіля.

Протягом тривалого часу в системах автомобілів між різними електричними компонентами використовувалося тільки пряме, аналогове з'єднання. Сигнал, у цьому випадку - напруга, була спрямована у БУ й безпосередньо їм сприймалася. Таким чином, датчик і приймач сигналів були ланками однієї електронної схеми.

З метою зменшення схильності до перешкод і усунення проблем при обробці сигналів була впроваджена широтно-імпульсна модуляція.

Широтно-імпульсна модуляція - це передача параметрів у якості триваючого певний час сигнального імпульсу в заданих інтервалах, що постійно повторюються, у часі. Таким чином уникають зміни сигналу внаслідок опору й перешкод.

Значення сигналу при цьому кодується в якості моменту перемикання протягом певного інтервалу часу, що постійно повторюється. Електричний провід, приєднаний до БУ, тепер вже не повинен передавати точні характеристики сигналу, а тільки включатися й вимикатися. Чим довше він перебуває під напругою, тем вище стає значення, що передається.

Особливістю сучасної техніки є цифрова, бінарна передача сигналу. Аналого-цифровий перетворювач перетворює значення сигналу в цифровий код. Точність перетворення при цьому залежить від кіль-

кості використаних двійкових розрядів, так званих бітів. Електричний провід, приєднаний до БУ, включається й вимикається в більш швидкій послідовності, щоб передати цифровий код. Цей код можна тепер легко зберегти й передавати на інші БУ автомобіля.

Кодовані цифрові сигнали можуть легко й без втрат передаватися на інші БУ. При цьому БУ не потрібно з'єднувати між собою.

Замість цього використовується принцип, уже довгий час застосовуваний у розподільних щитах. Струмоведача шина, що перебуває в них, постачає електричні компоненти необхідною напругою. Електричні компоненти, образно говорячи, просто «насаджуються» на шину, як, наприклад, пасажири автобуса розсідаються по вільних місцях.

Така струмоведача шина може використовуватися також і для розподілу цифрової інформації. З'єднання це позначається терміном «Bus», від англійського «Bus-Bar» - «струмоведача шина».

Загалом, «Bus» є системою проводки з відповідними елементами керування. Вона служить для обміну даними між електронними компонентами.

Донедавна в системах керування кожна інформація передавалася по своєму власному проводу. Тим самим з кожної додатковою інформацією зростало число проводів і кількість контактів на розніманнях БУ. Тому подібний тип передачі інформації виправдовує себе тільки у випадку обмеженого обсягу переданих даних.

Для вирішення завдання обміну великим обсягом інформації було необхідне оптимальне технічне рішення, при якому електронна й електрична системи залишалися б зручними для візуального спостереження й, разом, з тим не займали занадто багато місця.

Сучасні автомобілі мають дуже складну мережну структуру, що забезпечує передачу даних між різними БУ.

Мережна структура транспортного засобу.

У цей час під терміном «мережна структура транспортного засобу» маються на увазі не тільки різні системи проводів або шинної проводки, але й самі БУ, а також правила комунікації й необхідне програмне забезпечення.

Швидкість передачі даних має певні границі. Насамперед, досконалий сигнал прямокутної форми можливий тільки теоретично. На практиці, через такі ефекти, як інерція, самоіндукція й електромагнітне випромінювання, ми одержуємо скоріше трапецієподібне протікан-

ня сигналу.

Відстань між передавачем і приймачем відіграє велику роль. Тому що опір провідника збільшується з його довжиною, сила сигналу поступово зменшується.

Крім того, сигнал змінюється через електромагнітне випромінювання. Для забезпечення якості сигналу була б необхідна висока напруга. Це збільшило б, у свою чергу, споживання потужності, а також випромінювання. Крім того, збільшення напруги призвело б до зменшення швидкості у зв'язку з інерцією.

Для інтерпретації сигналу прийомопередавач з функцією приймання даних орієнтується на певну граничну напругу. Якщо сигнал у момент прийому перевищує або не досягає відповідної граничної напруги, то він визначається як 0 або 1.

Конфігурація мережних структур.

Якщо шина виконана як однопровідна лінія, то, незважаючи на те, що вона дешева й проста, швидкість передачі даних у ній обмежена. Тому що сигнал вимірюється стосовно маси транспортного засобу, він відносно сильно підданий впливу перешкод. Необхідна висока потужність для передачі цього сигналу.

На дворовідних лініях сигнал передається як різниця напруг між обома проводами. Завдяки цьому відбувається сильне демпфірування перешкод. Таким чином, напруга зменшується, а швидкість передачі даних збільшується. Але з іншого боку, двопровідні лінії дорожчі й складніші.

Світловоди несприйнятливі до електромагнітних ефектів. Тому можливі гранично високі швидкості передачі даних. Однак світло може надходити й виходити тільки на площинах перетину проводу. Якщо з однієї сторони проводу перебуває джерело світла для посилення сигналу, то з іншої сторони повинен перебувати світлочутливий елемент із функцією приймання сигналу. Передача сигналу в цьому випадку є односпрямованою, тобто вона можлива тільки в одну сторону. Для передачі сигналу у зворотну сторону необхідний другий провід, а в кожному прийомопередавачі - джерело світла й елемент із функцією прийому сигналу.

Передача даних за допомогою радіозв'язку робить зовсім непотрібними наявність електропроводів, що з'єднують прийомопередавачі. Але надійність передачі даних тут досить обмежена. Різні пристрої

створюють один одному перешкоди. Швидкість передачі даних тут не вище, чим в електронних шинах.

Шинні системи підрозділяються на різні класи, насамперед з погляду можливих швидкостей передачі даних. Для класифікації важливу роль відіграє також надійність передачі даних. Позначення класів не слід плутати з позначеннями CAN-шин. Ці позначення спочатку були пов'язані один з одним, але потім велися довільно. Класифікація шин передачі даних представлена в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 - Класи шин передачі даних

Класи шин передачі даних	Діагностичні шини	Клас А	Клас В	Клас С	Клас С +	Клас мультимедіа
Швидкість передачі даних	<10 Кбіт / с	<25 Кбіт / с	25-125 Кбіт / с	125 Кбіт / с - 1 Мбіт/с	> 1 Мбіт/с	> 10 Мбіт/с
Галузь застосування	Підключення діагностичного обладнання	Системи забезпечення комфорту (управління сидіннями, склопідйомниками)	Система кондиціонування повітря	Системи приводу / ходової частини	Гальмівна система, рульове управління	Центральний монітор, аудіо-, відео навігаційна системи, телефон

У класі діагностики допускаються дуже низькі швидкості передачі даних. Надійність передачі даних не має особливого значення. У випадку появи помилок передача даних проводиться повторно.

Так званий клас А може бути небагато швидше, але використовується він тільки для некритичних завдань, таких як сигнал склопідйомача або прості сигнали перемикачів.

У класі В шинні системи досягають уже значних швидкостей. Ці шини використовуються в автомобілебудуванні головним чином в електронних системах забезпечення комфорту.

Шини класу С можуть відрізнятися високою швидкістю й надійністю передачі даних. Вони використовуються в області трансмісії й електроніки ходової частини транспортних засобів.

Для критичних з погляду надійності завдань використовуються шини класу С+. При передачі даних у гальмових системах і системах рульового керування втрата даних неприпустима, крім того, ці дані повинні передаватися дуже швидко.

Шини класу мультимедіа очолюють класифікацію в розряді

швидкості передачі даних. Цього вимагає величезний обсяг даних для аудіо- і відеосистем. Надійність передачі тут не є критичним параметром.

Існують різні можливості для з'єднання БУ, так звані топології. Найпростіше з'єднання - це з'єднання двох пристроїв на кінцях електропроводу. Таке з'єднання називають повузловим, тобто від одного вузла до іншого, або з'єднання «Peer to Peer». Часто зустрічається з'єднання кількох пристроїв. Шина на кінцях, як правило, повинна бути закрита резисторами, щоб перешкодити відбиттю сигналу. При з'єднанні зіркою головний вузол окремо з'єднується з іншими пристроями. Якщо вузол являє собою тільки з'єднання проводів, так званий розподільник потенціалів, то у випадку з'єднання зіркою мова йде практично тільки про дуже короткий плоский провід.

Якщо ж головний вузол є блоком керування з уведеннями для периферійних пристроїв, то мова йде про декілька повузлових з'єднань.

З'єднання кільцем застосовуються, наприклад, при використанні світловодів у якості середовища передачі даних. Якщо кожний пристрій передає прийняті світлові імпульси далі, усі прилади можуть «спілкуватися» між собою. У такому випадку мова йде практично про замкнений ланцюг односпрямованих повузлових з'єднань.

Можливі способи з'єднання БУ представлені на рис. 7.1.

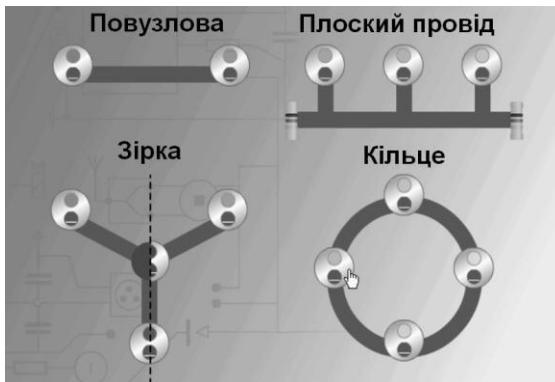


Рисунок 7.1 - Способи з'єднання БУ

При комунікації між БУ передача лише самих даних недостатня. Необхідна також інформація про те, яке значення мають передані дані

або від якого датчика ці дані виходять, який вони мають пріоритет, чи потрібне їх передавати іншим БУ.

БУ додає до первісних даних таку інформацію, як ідентифікаційний номер або пріоритетність переданих даних. Прийомопередавач зі своєї сторони також додає інформацію, що дозволяє робити остаточну передачу даних. До такої додаткової інформації відносяться, наприклад, біти синхронізації.

Їхні імпульси дають можливість відкоригувати тактові сигнали приймача для дійсно синхронної роботи з передавачем. Часто попередньо передається довжина повідомлення. Так приймач довідується, у який момент закінчиться повідомлення, а разом з ним і передача даних. За допомогою додаткових контрольних даних приймач може встановити, чи коректно було отримане повідомлення.

Уся ця інформація й, можливо, велика кількість іншої інформації перебуває в довгому ланцюзі бітів. Приймач повинен знати, де і яка інформація перебуває в цьому ланцюзі, щоб в остаточному підсумку відфільтрувати головні дані.

Тому існують стандартизовані зразки, по яких повинні структуруватися повідомлення. Такий зразок називають протоколом. У цей час використовуються різні протоколи для всіляких видів застосування. Прийомопередавачі, що працюють із різними протоколами, не будуть «розуміти» один одного.

Вид передачі даних є важливим критерієм для відмінності шинних систем. Синхронну передачу даних можна зрівняти з телефонною розмовою. У той час, коли один абонент говорить, інший його уважно слухає й намагається відразу ж обробити почуту інформацію. Недоліком синхронної передачі даних все-таки є те, що її не можна перервати. У момент передачі шина зайнята БУ й приймачі залишаються заблокованими до моменту повної передачі повідомлення. Часто після передачі даних передавач чекає підтвердження про одержання інформації й починає передачу всіх даних заново, якщо таке підтвердження відсутнє або надходить інформація про помилкову передачу даних.

Асинхронну передачу даних можна, швидше за все, зрівняти з перепискою. У цьому випадку передаються короткі повідомлення після закінчення певного часу. Ці повідомлення спочатку збираються в БУ, а потім ним же обробляються. Між повідомленнями шина може бути використана іншим БУ для передачі інших повідомлень. Завдяки цьому навантаження на шину розподіляється рівномірно. Таким чи-

ном, велика кількість інформаційних даних може передаватися швидко й у повному обсязі.

Для того щоб робота прийомопередавачів залишалася ритмічною, у потік інформаційних даних час від часу додаються синхронізаційні імпульси. Але кількість так званих керуючих даних у порівнянні з кількістю інформаційних даних незначна. Так звані керуючі дані додаються навіть до зовсім невеликих повідомлень, що значно збільшує загальний обсяг переданих даних.

БУ не повинні одночасно передавати дані на шину. У таких випадках повідомлення знищуються. Цей процес називається зіткненням. Тому доступ до шини повинен регулюватися.

При передачі у системі, даних що задають і ведених пристроїв, роль того що задає бере на себе один БУ, який стає ведучим для всіх інших ведених БУ. Тільки цей БУ може самостійно передавати дані на шину.

У регулярних відрізках часу цей БУ посилає запити іншим блокам керування. Протягом короткого проміжку часу кожний із запитуваних БУ має можливість відповісти на запит і передати повідомлення. З метою прямих запитів усі відомі БУ повинні бути зареєстровані в БУ, що задає. Тому в сучасних системах при використанні шини необхідна фаза ініціалізації.

При керуванні доступом на рівні протоколу або передачі повідомлень усі БУ можуть рівноправно передавати дані на шину, якщо в цей момент не відбувається передача даних.

Якщо два пристрої одночасно починають передавати дані, то в цей момент ухвалюється рішення, який з них може продовжувати цю операцію. Інший БУ затримує своє повідомлення. Для ухвалення рішення може, наприклад, послужити група двійкових знаків спочатку процесу передачі даних, яка вказує на пріоритетність передачі. При цьому так званому арбітражі може відбутися наступне: повідомлення з низькою пріоритетністю зберігаються довгий час і, в остаточному підсумку, передаються занадто пізно. Тому використовується керований арбітраж, який гарантує своєчасну передачу інформації.

У кожному транспортному засобі часто використовується відразу кілька шинних систем. Яка система призначена для тої або іншої ділянки є рішенням, що залежать від багатьох факторів.

Саме середовище передачі даних відіграє певну роль. Скловолонисті кабелі, наприклад, дуже легкі й дозволяють високі швидкості

передачі даних. Але в той же час, вони дуже чутливі і їх не можна прокладати по гострих кутах. Максимальна дистанція, на якій шина може працювати безпомилково, є важливим критерієм відбору. У вантажному автомобілі, наприклад, потрібно кілька метрів електропроводів для з'єднання БУ в передній частині з БУ в задній частині автомобіля. Деякі шинні системи можуть застосовуватися тільки на коротких відстанях.

Іноді з'єднання двох БУ між собою виявляється цілком достатнім. Яка кількість БУ може обслуговувати шинну систему також є важливим питанням.

Для аудіо- і відеоданих, а також для систем, що забезпечують безпеку, важливим фактором є швидкість передачі даних. З іншого боку, для обслуговування функцій зміни положення сидінь достатньою є невелика швидкість передачі даних. Шина повинна враховувати ці вимоги. Надійність передачі даних у деяких випадках важливіша швидкості їх передачі. Помилки при передачі даних у гальмовій системі можуть мати фатальні наслідки. З іншої сторони існують випадки застосування, коли перешкоди й затримки через помилки при передачі інформаційних даних не є критичними.

Немаловажним є також і те, як система інтегрується в існуючу структуру автомобіля і його технічне обслуговування з погляду використовуваних протоколів, керування доступом і відносин керуючих даних до даних для користування.

Огляд шинних систем.

К - провід (однополосна шина даних).

К-лінія або К-шина є попередником усіх шинних систем, застосовуваних у європейських автомобілях. К-лінія використовується для діагностики й офіційно стандартизована ще в 1989 році. До її переваг відносяться просте виконання й можливості підключення до комп'ютера. У більшості випадків К-лінія складається тільки з одного електропроводу. Напряга сигналу є робочою напругою транспортного засобу стосовно його маси. Максимальна довжина К-лінії не специфікована. К-лінія призначена винятково для виконання діагностичних функцій у двонаправлених з'єднаннях із двома учасниками. На сучасних вантажних автомобілях модифікована К-лінія застосовується для з'єднання декількох БУ.

Швидкість передачі даних такої шини становить від 1.2 до 10.4 Кбіт/сек, оскільки К-лінія використовується тільки в діагностичних

цілях, надійність передачі даних тут не так важлива. Завдяки простим і давно стандартизованим технічним параметрам витрати залишаються мінімальними.

К-лінія працює за асинхронною схемою передачі даних з керуванням доступом у режимі «задаючий / ведений». Тому що шина, не розрахована на великі швидкості передачі даних, прийом одного повідомлення при певних обставинах може тривати до 5 секунд.

В 1989 році К-лінія стандартизована як ISO 9141.

Технологія CAN.

Скорочення «CAN» означає Controller Area Network. Технологія CAN була розроблена фірмою Bosch у другій половині 80-х років ХХ ст. для надійної передачі даних вимірів, керування й контролю. В 1991 р. система CAN уперше застосована в якості шини передачі даних класу С у транспортних засобах і відтоді добре себе зарекомендувала. Стандарт CAN описаний у нормі ISO 11898.

У системі CAN використовується кручена двопровідна лінія. Рівень сигналу являє собою різницю напруг між проводами. Завдяки цьому CAN не так сильно піддана перешкодам і не створює перешкоди для інших БУ. При низьких швидкостях передачі у випадку розриву одного проводу шина може функціонувати навіть із одним проводом.

Довжина проводки залежить від швидкості передачі даних. При цьому головну роль відіграє час поширення сигналу. При 1 Мбіт/сек довжина CAN-шини може досягати 40 метрів, а при 10 Кбіт/сек довжина теоретично може досягати більше 1 км.

Тому що керування доступом відбувається на рівні повідомлення, кількість БУ, у принципі, не обмежена. У практиці все-таки існують обмеження відповідно до виконання прийомопередавачів.

Як і у випадку з напругою сигналу, швидкості передачі даних у системі CAN не передбачені. В електронних системах автомобілів «Мерседес-Бенц» використовуються шини CAN з низькою й високою швидкістю (Lowspeed-CAN / Highspeed-CAN). Швидкість передачі даних Lowspeed становить до 125 Кбіт/сек, Highspeed-CAN - більше 125 Кбіт/с.

Застосовуються різні механізми запобігання, розпізнавання й коректування помилок. З їхньою допомогою БУ можуть попереджати про помилкові повідомлення або відключатися при встановленні помилки під час передачі даних. Тому технологія CAN вважається са-

мою надійною технологією.

Завдяки простим і давно стандартизованим технічним параметрам витрати на виробництво й експлуатацію цих шин є мінімальними. Тому в цей час CAN застосовується навіть у якості діагностичних шин. Технологія CAN функціонує синхронно. Керування доступом здійснюється за допомогою арбітражу на рівні повідомлень. Кожне можливе повідомлення в системі має однозначний код упізнання, перший біт якого одержує пріоритетний статус. Якщо два пристрої передають дані одночасно, першочерговість передачі автоматично переходить до пріоритетного повідомлення. Для обов'язкового визначення коду впізнання кожного повідомлення резервуються 29 бітів. Отже, короткі повідомлення містять більше керуючих даних, ніж дані для користування.

Технологія LIN.

Технологія LIN (Local Interconnect Network) розроблена спільними зусиллями різних виробників автомобілів наприкінці 90-х років як більш дешева альтернатива до технології Low-Speed-CAN. Технологія LIN застосовується скрізь, де не потрібна ширина смуги пропускання й універсальність технології CAN.

Фізично LIN структурована як К-провід. На одному проводі рівень сигналу визначається при робочій напрузі транспортного засобу стосовно його маси. Довжина лінії обмежена до 40 м. Цього досить для використання шини LIN усередині одного локального вузла автомобіля. На відміну від К-проводу технологія LIN допускає з'єднання до 16 БУ. Швидкість передачі даних у такій шині становить від 1 Кбіт/сек до 20 Кбіт/сек. У шинах LIN автомобілів «Мерседес-Бенц» швидкість передачі даних від 9,6 до 20 Кбіт/сек.

Технологія LIN призначена для використання в некритичні з погляду безпеки системах. Для LIN існує кілька механізмів для розпізнання й коректування помилок. Витрати на виробництво й експлуатацію незначні, що властиво й було метою розробки. Протокол LIN також схожий на протокол К-лінії.

Технологія MOST.

Шини MOST (Media Oriented Systems Transport) використовуються в цей час на автомобілях для передачі даних між такими системами як радіоприймач, CD-плеєр, телефон, навігаційні системи й бортове телебачення. Такі шини дозволяють передавати великий обсяг інформації. Технологія MOST уперше розроблена компанією Oasis

Silicon Systems, пізніше - заснованої в 1998 році організацією MOST-Cooperation, яка стандартизувала її в сфері створення мультимедійних мережних структур у транспортних засобах.

У технології MOST використовуються світловоди. Вони допускають екстремально високі швидкості передачі даних при абсолютній несприйнятливості до електромагнітних перешкод. Довжина лінії не специфікована. Максимально можливо підключити до 64 різних мультимедійних компонентів, які з'єднані, як правило, у вигляді кільця.

Швидкість передачі даних рівна 25 Мбіт/сек і вважається дуже високою. Надійність передачі даних у шинах MOST не є основною, тому що ця технологія розроблена для некритичних з погляду безпеки систем. Однак кільцева структура, у якій з'єднані світловоди, спричиняє небезпеку роз'єднання ланцюга у випадку виходу з ладу одного з компонентів.

Технологія MOST є відносно дорогою технологією. Але через застосування головним чином у системах забезпечення комфорту автомобілів представницького класу, витрати виправдовують себе.

Технологія Bluetooth.

Bluetooth, розроблена фірмою Ericsson, поєднує радіо технології й технології електронних мереж. За допомогою Bluetooth можливо створювати невелику безкабельну мережну структуру.

У якості середовища-носія використовуються радіохвилі в неліцензованому діапазоні частот 2.4 ГГц. Цей діапазон використовується також у безкабельних телефонах і мікрохвильових печах. Із цієї причини технологія Bluetooth дуже чутлива до перешкод. Залежно від потужності сигналу, максимальна відстань між пристроями може становити від 1-10, до більше 100 метрів.

Технологія Bluetooth дозволяє створювати мережні структури, у які можуть поєднуватися до 260 пристроїв, але активними можуть залишатися одночасно не більше 8. Інші пристрої підтримують синхронізацію й можуть бути активовані по запиту.

Швидкість передачі даних дуже висока й становить більш 700 Кбіт/сек. Але така швидкість досягається тільки при ідеальних умовах. Часто підключені пристрої створюють перешкоди один одному й швидкість передачі по Bluetooth сильно зменшується.

Через чутливість до перешкод технологію Bluetooth не можна розглядати як високонадійну технологію. Однак різні пристрої легко підключаються до цієї системи передачі даних.

Для технології Bluetooth використовуються готові мікрокристалічні модулі, що дозволяють просте застосування. Однак технологія Bluetooth залишається відносно дорогою в порівнянні зі звичайними технологіями підключення в мережні структури. Основні характеристики розглянутих шин передачі даних зведено в табл. 7.2.

Таблиця 7.2 - Характеристики шин передачі даних

Тип шини	Середовище передачі даних	Відстань передачі	Кількість пристроїв	Швидкість передачі
К-провід	1-провідна	Без специфікації	2	1,2 - 10,4 Кбіт / сек
CAN	2-провідна	Кілька сотень метрів	>100	10 Кбіт / сек - 1 Мбіт / сек
LIN	1-провідна	До 40 м	Макс. 16	1 - 20 Кбіт / сек
MOST	Світловоди	Без специфікації	Макс. 64	25 Мбіт / сек
Bluetooth	Радіохвилі	Кілька метрів	Макс. 260	700 Кбіт / сек

Інші системи передачі даних.

Крім згаданих вище, зустрічаються ще системи D2B, RS485, ASIC і LVDS.

Система D2B - розроблена фірмою Philips в якості мультимедіальної шинної системи. Вона допускає швидкості передачі даних до 5 Мбіт/сек. D2B була в значній мірі витиснута технологією MOST.

Система RS485 - є модернізованим варіантом системи RS232, що успішно зарекомендувала себе в комп'ютерному світі. Ця система дозволяла тільки прямі двонаправлені з'єднання між двома пристроями. Її модернізований варіант RS485 допускає з'єднання до 32 прийомопередавачів. Ця система, що працює в режимі асинхронної передачі зі швидкістю до 10 Мбіт/сек, є вигідною з економічної точки зору альтернативою до технології CAN, застосовуваної в промисловості. В автомобілях вона використовується для з'єднання таксометра автомобіля-таксі на салонному дзеркалі заднього виду.

Система ASIC - застосовується в панелі керування вантажного автомобіля «Мерседес-Бенц» Astros. Кожний перемикач має свій установлений код, який учасник системи ASIC, що задає, використовує в запитах. Таким чином, панель керування може розширюватися додатковими перемикачами. Швидкість передачі даних 30 Кбіт/сек, представляється цілком достатньою для такого застосування.

Система LVDS.

Скорочення «LVDS» (Low Voltage Differential Signal), означає «диференціальний сигнал низької напруги». Передача даних відбувається завдяки швидкому перемиканню полюсів двох проводів з різницею напруг усього лише в 0,3 В. Тому що електромагнітні ефекти при цьому незначні, можливе досягнення швидкості передачі даних завбільшки кілька сотень Мбіт/сек. Система LVDS знаходить застосування, наприклад, при передачі зображень у приладі нічного бачення в автомобілі «Мерседес-Бенц» нового S-Класу.

Далі розглянемо докладніше устрій шини передачі даних CAN.

Шина передачі даних CAN-Datenbus.

Мережна конфігурація CAN- Datenbus.

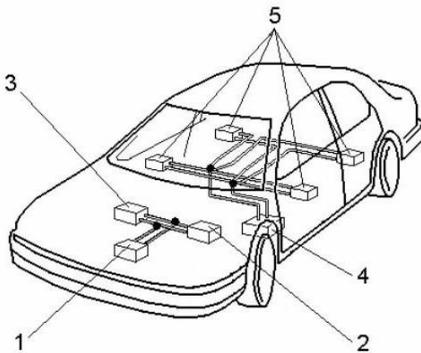
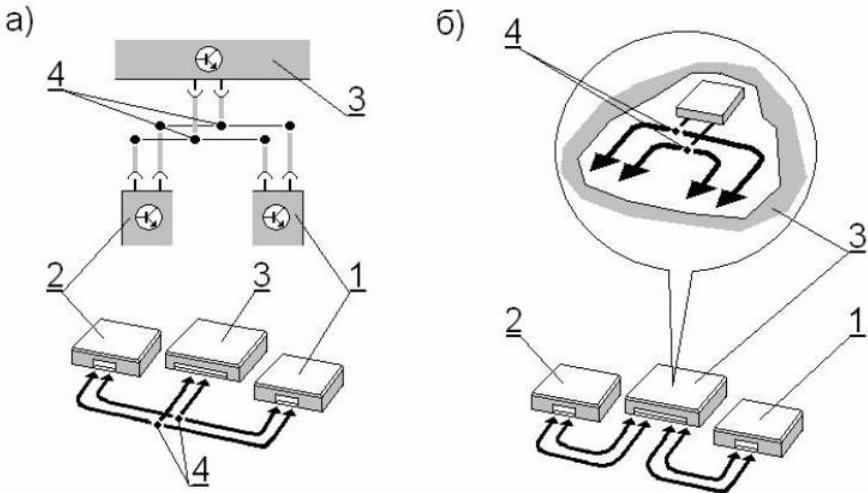


Рисунок 7.2 - Схема зв'язку блоків керування CAN-шиною

З 1980 року цифрова електроніка почала свій бурхливий розвиток. На транспортних засобах усе більше стали застосовуватися електронні БУ. Для організації комунікації між різними БУ фірма Bosch розробила CAN-шину (CAN-Datenbus), де CAN розшифровується як Controller Area Network. Це значить, що блоки керування зв'язані між собою в єдину мережу (рис. 7.2) і між ними відбувається обмін даними по спеціальній шині.

Елементи привода автомобіля складають єдину систему, куди входять: блок 1 керування двигуном, блок 2 керування АКП, блок 3 керування системами ходової частини. При цьому можливі варіанти з'єднання БУ між собою в єдину мережу (рис. 7.3). Так, вузловий пункт перебуває, як правило, за межами БУ, у джгуті проводів (рис. 7.3, а).



- а - вузловий пункт перебуває за межами БУ,
 б - вузловий пункт перебуває в БУ двигуном,
 1 - БУ гальмовою системою, 2 - БУ АКП,
 3 - БУ двигуном, 4 - вузловий пункт

Рисунок 7.3 - Варіанти з'єднання блоків керування в єдину мережу

У виняткових випадках вузловий пункт може перебувати усередині БУ двигуном рис. 7.3, б. Комфортні елементи також становлять єдину систему, що включає в себе центральний блок 4 (рис. 7.2) керування й блоки 5 керування у дверях.

При обміні інформацією за допомогою CAN-шини всі дані передаються по двом двонаправленим проводам (що передають повідомлення в обидва боки), незалежно від кількості даних і БУ. У цьому випадку передача даних відбувається аналогічно телефонному «конференц-зв'язку», де один учасник (блок керування) «говорить» свої дані в провідну мережу, у той час як інші учасники «слухають» ці дані. Одні учасники знаходять ці дані цікавими для себе й будуть їх використовувати, інші - ні. Чим більше інформації про стан усієї системи втримується в БУ, тим краще він може погоджувати окремі функції системи.

Таким чином, шина передачі даних має наступні переваги:

- якщо протокол даних передбачається розширити за рахунок додаткової інформації, то не потрібно вносити зміни в про-

- грамне забезпечення;
- низька квота помилок у результаті постійного повторного огляду інформації, переданої через БУ;
- менша кількість датчиків і проводів завдяки можливості багаторазового використання одного сигналу;
- між БУ можлива дуже швидка передача даних;
- економія місця за рахунок зменшення розмірів БУ й різниць для підключення БУ;
- CAN-шина прийнята до використання в усьому світі, тому через неї може відбуватися обмін даними між БУ, виготовленими різними виробниками.

Комунікацію між БУ забезпечують так звані прийомопередавачі, що з'єднують їх із шиною. Вони інтегровані в БУ, але являють собою самостійні компоненти, що посиляють дані, й ті що приймають.

БУ з функцією посланки даних підготує дані для свого прийомопередавача. У певному ритмі біти перетворюються в електричний сигнал і подаються в шину.

Прийомопередавач блоку з функцією прийому даних обов'язково повинен працювати в такому ж ритмі. Він вимірює сигнал шини й генерує відповідні біти, подаючи їх до БУ. Прийомопередавачі повинні бути синхронізовані. Ритм, що вказує на кількість бітів, які можуть передаватися за одну секунду, є швидкістю передачі даних. Швидкість передачі даних позначається в кіло- або мегабітах за секунду. Одиниця виміру «Біт/сек» позначається також терміном «бод». Тривалість часу одного біта називають «час Біт».

CAN-шина складається з наступних компонентів (рис. 7.4): по одному контролеру й трансіверу в БУ, двох опорів і двох проводів передачі даних. За винятком проводів усі компоненти розташовуються в БУ. Незважаючи на це в роботі БУ не відбулося ніяких змін. Зазначені компоненти шини виконують наступні функції:

Контролер - з однієї сторони одержує від БУ дані, які повинні бути передані, обробляє їх і передає далі на трансівер. З іншої сторони він одержує дані від трансівера й після відповідної обробки передає їх у БУ. Трансівер (Transceiver) - є одночасно передавачем (Transmitter) і приймачем (Receiver).

Дані що надходять від контролера він перетворює в електричні сигнали й посилає їх по проводах передачі даних. При цьому він також приймає дані й перетворює їх для контролера.

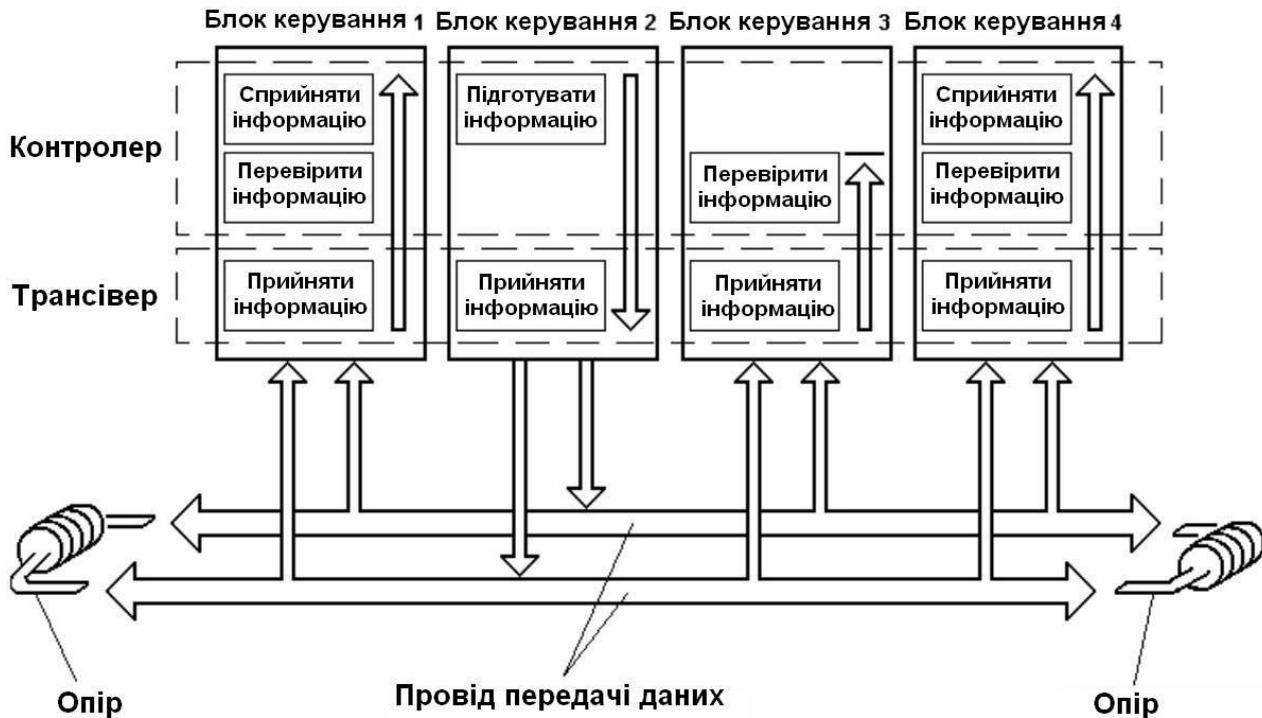


Рисунок 7.4 - Функціональна схема CAN-шини

Дані в системі привода, щоб їх можна було використовувати з максимальною ефективністю, повинні передаватися дуже швидко. Для цього потрібен трансівер с високою потужністю. Такий трансівер уможлиблює передачу даних у проміжку між двома спалахами в системі запалювання. Тим самим сприйняті дані можуть бути використані вже для наступного керуючого імпульсу.

Опір - перешкоджає виникненню ефекту резонансу при передачі даних. Проводи передачі даних - є двонаправленими й служать для передачі даних, позначаються як CAN-High і CAN-Low.

Передача інформації із застосуванням CAN-шини відбувається в такий спосіб (рис. 7.4). Один з БУ (блок 2) підготовляє інформацію й передає її на проводи передачі даних. При цьому «приймач» переданої інформації не вказується, і вона приймається й оцінюється всіма блоками керування (блоки 1, 3, 4).

Розглянемо тепер кожну з функцій, виконуваних блоками керування й представлених на рис. 7.4.

Підготувати інформацію - дані обробляються БУ 2 і підготовляються для передачі контролером.

Передати інформацію - трансівер БУ 2 одержує інформацію від контролера, перетворює її в електричні сигнали й передає далі.

Прийняти інформацію - усі інші блоки керування (блоки 1, 3, 4), що утворюють із CAN-шиною єдину мережу, виконують роль приймачів.

Перевірити інформацію - блоки керування 1, 3, 4 перевіряють, чи потрібна їм для роботи інформація, що надійшла,.

Сприйняти інформацію - якщо інформація важлива, вона сприймається й переробляється (блоки 1, 4), а якщо ні, то - залишається без уваги (блок 3).

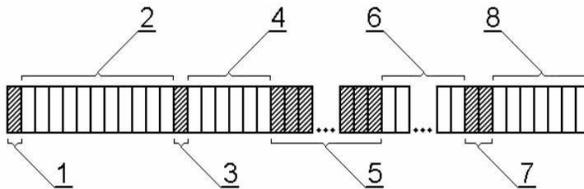
Таким чином, передача даних CAN-шиною має наступні особливості:

- CAN-шина має два проводи, по яких передається різна інформація. При цьому щоб послабити електромагнітні перешкоди, а також випромінюючі перешкоди, обоє проводи передачі даних скручені між собою. При цьому важливий крок скручування;
- CAN-шина може працювати зі швидкістю 500 Кбіт/сек. Ця швидкість укладається в діапазон швидкостей high speed 125...1000 Кбіт/сек. Передача одного протоколу даних три-

- ває близько 0,25 мс;
- залежно від БУ через кожні 7...20 с здійснюється спроба відправити дані;
- послідовність пріоритетів у передачі інформації: 1 - БУ гальмовою системою; 2 - БУ двигуном; 3 - БУ АКП.

Протокол даних.

CAN-шина передає протокол даних, що складається з безлічі впорядкованих бітів, між блоками керування. Біт - це найменша одиниця інформації, тобто одне включення в одиницю часу. В електроніці ця інформація може мати значення «0» або «1», відповідно «так» або «ні». Протокол даних (рис. 6.4) містить сім областей (полів). Число бітів одного протоколу залежить від величини поля даних 5.



- 1 - початкове поле (1 біт), 2 - поле визначення статусу (11 біт),
 3 - один біт не використовується, 4 - контрольне поле (6 біт),
 5 - поле даних (максимально 64 біт), 6 - поле захисту (16 біт),
 7 - поле підтвердження (2 біт), 8 - завершальне поле (7 біт)

Рисунок 7.5 - Структура протоколу даних

Структура протоколу ідентична для обох проводів передачі даних CAN-шини.

Розглянемо призначення кожного з полів протоколу даних.

Початкове поле 1 - відзначає початок протоколу даних. По проводу CAN-High посилає один біт інформації, при цьому величина сигналу порядку 5 В (визначається системою). По проводу CAN-Low посилає один біт інформації, величина сигналу якого 0 В.

У полі визначення статусу 2 установлюється пріоритет протоколу даних. Якщо, приміром, два БУ одночасно прагнуть відправити свій протокол даних, перевагу має протокол з більш високим пріоритетом. У контрольному полі 4 позначене число інформаційних повідомлень, що перебувають у полі даних. Таким чином, кожний приймач може перевірити ще раз, чи всі інформаційні повідомлення він

приймав. У полі даних 5 власне й відбувається передача (трансляція) інформаційних повідомлень для інших БУ. З наведеної табл. 7.3 можна побачити, як з кожним додатковим бітом подвоюється обсяг переданої інформації, на прикладі температури охолодної рідини автомобільного двигуна (значенню «0» відповідає сигнал 0 В, а «1» - 5 В).

Таблиця 7.3 - Подвоєння обсягу переданої інформації з кожним додатковим бітом

Варіанти з 1 бітом	Можлива інформація	Варіанти з 2 бітами	Можлива інформація	Варіанти з 3 бітами	Можлива інформація
0 В	10 °С	0 В, 0 В	10 °С	0 В, 0 В, 0 В	10 °С
5 В	20 °С	0 В, 5 В	20 °С	0 В, 0 В, 5 В	20 °С
–	–	5 В, 0 В	30 °С	0 В, 5 В, 0 В	30 °С
–	–	5 В, 5 В	40 °С	0 В, 5 В, 5 В	40 °С
–	–	–	–	5 В, 0 В, 0 В	50 °С
–	–	–	–	5 В, 0 В, 5 В	60 °С
–	–	–	–	5 В, 5 В, 0 В	70 °С
–	–	–	–	5 В, 5 В, 5 В	80 °С

У табл. 7.4 дана приблизна побудова інформації про положення дросельної заслінки автомобільного двигуна за допомогою 8 Біт. При цьому можливо 256 різних варіантів послідовності бітів. Завдяки цьому передається інформація про положення дросельної заслінки в діапазоні від 0° до 102° з інтервалом в 0,4°.

Поле захисту 6 служить для розпізнавання перешкод, що виникають у процесі передачі даних. У полі підтвердження 7 приймачі підтверджують передавачу коректне приймання протоколу. При наявності помилки приймачі негайно сповіщають про це передавачу, і той повторює передачу. Наприкінці протоколу даних перебуває завершальне поле 8. Таким чином, надається остання можливість розпізнавання помилок, наявність яких веде до повторення трансляції даних.

Розподіл інформації.

Якщо відразу кілька БУ прагнуть відправити свої протоколи да-

них, необхідно вирішити, чий протокол буде відправлений першим.

Таблиця 7.4 - Побудова інформації про положення дросельної заслінки автомобільного двигуна за допомогою 8 Біт

Послідовність бітів	Положення дросельної заслінки
0000 0000	кут відкриття дросельної заслінки - 000,0°
0000 0001	кут відкриття дросельної заслінки - 000,4°
0000 0010	кут відкриття дросельної заслінки - 000,8°
....
0101 0100	кут відкриття дросельної заслінки - 033,6°
....
1111 1111	кут відкриття дросельної заслінки - 102,0°

Протокол даних з максимальним пріоритетом буде відправлений у першу чергу. Так, наприклад, протокол даних від БУ гальмової системи стосовно інформації безпеки, оцінюється як більш важливий, ніж протокол від БУ АКП, що містить інформацію про комфорт руху.

Розподіл інформації відбувається в такий спосіб: кожному протоколу даних відповідно до його пріоритету в поле визначення статусу 2 (рис. 7.5) відповідає код, що складається з 11 бітів. Кожний біт має значення, якому відповідає певна «значимість». Вона може бути або підвищеною, або зниженою (табл. 7.5). У табл. 7.6 приводиться пріоритет трьох протоколів даних.

Таблиця 7.5 - Значення бітів яким відповідає певна «значимість»

Біт з напругою	Значення	Значимість
0 В	0	Підвищена
5 В	1	Знижена

Таблиця 7.6 - Пріоритет трьох протоколів даних

Пріоритет	Протокол даних	Поле визначення статусу
1	Гальмова система	001 1010 0000
2	Двигун	010 1000 0000
3	Коробка передач	100 0100 0000

Усі три БУ одночасно починають передавати свої протоколи даних. Одночасно починається їхнє порівняння біт за бітом у проведенні передачі даних CAN-шини. Якщо один БУ посилає біт зі зниженою значимістю «1» і розпізнає інший біт з підвищеною значимістю «0», він припиняє передачу й стає приймачем. Як видно з табл. 7.6, найбільший пріоритет має інформація, що надходить від гальмової системи (на початку поля йде сигнал «00»), потім від двигуна («01») і тільки потім від коробки передач («10»).

Боротьба з перешкодами при передачі інформації.

Джерелами перешкод в автомобілі стають деталі, при роботі яких виникає іскровий розряд, тобто відбувається розмикання або замикання електричного ланцюга. Іншими джерелами перешкод можуть ставати, наприклад, мобільні телефони й передавальні радіостанції, тобто все, що випромінює електромагнітні хвилі. Ці хвилі можуть впливати на передачу даних або спотворювати їх.

Щоб послабити дію перешкод на передачу даних, два проводи передачі даних CAN-шини скручуються між собою. Таким чином, усувається можливість випромінювання перешкод також і від самих проводів передачі даних.

На обох проводах створюється відповідна протилежна напруга: якщо на одному із проводів передачі даних напруга близько 0 В, то на іншому проводі - близько 5 В, і навпаки. Завдяки цьому сума напруг у будь-який момент залишається постійною, і ефект електромагнітного поля на обох проводах взаємно знищується (рис. 7.6). При цьому провід передачі даних захищений від зовнішніх перешкод і сам не є джерелом перешкод.

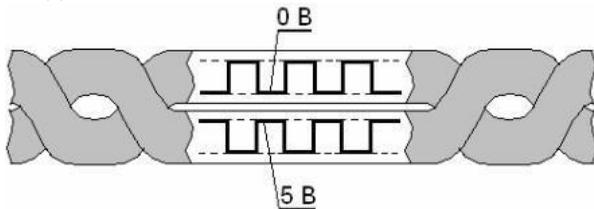


Рисунок 7.6 - Схема роботи захисту від перешкод проводів передачі даних

Мережні структури сучасних легкових автомобілів.

В 1990 році на легкових автомобілях «Мерседес-Бенц» серії 124

вперше застосовані стандартизовані шини передачі даних. Це стосувалося тільки вузлів системи привода. В 1991 році на легкових автомобілях S- класу, тип 140, за допомогою CAN-шини було з'єднано вже 5-6 різних БУ. Блок-схема такої CAN-шини представлена на рис. 7.7.

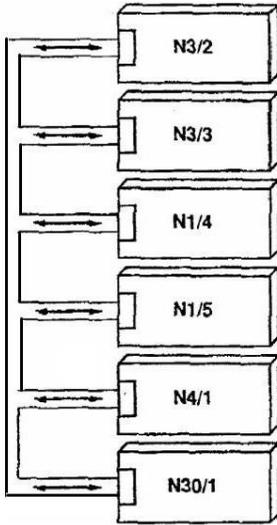


Рисунок 7.7 - Блок-схема CAN- шини автомобіля

Де (N3/2) - БУ системою впорскування бензину лівого ряду циліндрів 12- циліндрового V-образного двигуна; (N3/3)- блок керування системою впорскування бензину правого ряду циліндрів; (N1/4)- комутатор запалювання лівого ряду циліндрів; (N1/5) - комутатор запалювання правого ряду циліндрів; (N30/1)- БУ системами ходової частини (ABS/ASR). Переваги такої шини даних полягали в тому, що стало можливим відмовитися від ряду додаткових датчиків в системах керування, тому що ті самі дані використовувалися всіма БУ, підключеними до шини, різні керуючі параметри могли передаватися одночасно всім БУ, була реалізована концепція перевірки вірогідності сигналів, при виході з ладу окремих компонентів системи був можливий аварійний режим роботи автомобіля, що дозволяє своїм ходом досягти авторизованого сервісу.

З 2005 року на легкових автомобілях «Мерседес-Бенц» нового S- класу стала використовуватися мережна структура, кількість шин передачі даних у якій значно зросла.

Розгляд мережних структур сучасних легкових автомобілів показує, що без використання комбінації декількох шинних систем, що використовують різні технології, а також великої кількості електронних блоків керування, неможливо передавати всі зростаючий обсяг інформації, необхідної для забезпечення ефективної роботи систем автомобіля.

Таким чином, для забезпечення всі зростаючих вимог по безпеці, токсичності ВГ двигунів і різноманіття комфортних функцій автомобіля, необхідно постійно розбудовувати технології передачі даних, підвищувати надійність роботи шинних систем, а також підвищувати

швидкість і якість переданої інформації.

Питання для самоперевірки

1. Що таке широтно-імпульсна модуляція?
2. Чим була зумовлена розробка систем обміну даними в автомобілі?
3. Що розуміють під словом «Bus-Bar»?
4. Які є обмеження швидкості передачі даних?
5. Які є переваги та обмеження у використанні світловодів в якості передавачів сигналу?
6. Назвіть класи шинних систем передачі даних.
7. Які особливості шинних систем передачі даних класу C+?
8. Які є способи з'єднання (топології) блоків управління?
9. В чому особливість асинхронної передачі даних?
10. Що відбувається коли два пристрої одночасно починають передавати дані в мережу?
11. Чи можливе одночасне використання кількох шинних систем на транспортному засобі?
12. Який фактор найбільш важливий для систем що забезпечують безпеку?
13. Коли вперше на транспортних засобах була використана однополосна шина даних?
14. Які параметри швидкості має K-шина?
15. Що означає термін «Технологія CAN»?
16. Від чого залежить довжина CAN-шини?
17. Поясніть особливості технології LIN.
18. Поясніть особливості технології MOST.
19. В чому полягають особливості технології Bluetooth?
20. Назвіть інші, менш поширені системи передачі даних.
21. Які є варіанти з'єднання блоків керування в єдину мережу?
22. Користуючись схемою (рис. 7.4), поясніть устрій та принцип роботи CAN-шини.
23. Поясніть структуру протоколу даних CAN-шини.
24. Внаслідок чого відбувається подвоєння обсягу переданої інформації з кожним додатковим бітом?
25. Як здійснюється боротьба з перешкодами при передачі інформації на транспортному засобі?