

# Архітектура з'єднань для електротранспорту наступного покоління

**У статті описано бачення TE Connectivity наступного покоління транспортних засобів і можливості TE-технологій у вирішенні найважливіших проблем з'єднань, з якими стикається галузь [1].**

## ВСТУП

Для створення нового покоління повністю електричних автономних транспортних засобів ключовими технологічними факторами є їхня електрифікація та автоматизація автомобільної трансмісії. Водночас із появою нових бізнес-моделей, що використовують хмарні технології та технології великих даних, відбудеться перехід від приватного транспорту до послуг мобільності. «Мобільність як послуга» в конкретному випадку має на увазі надання користувачеві транспортного засобу за запитом. Прикладом може бути каршерінг — короткострокова оренда/прокат машини. Завдяки ширшому спектру послуг і зниженню витрат цей підхід вигідний як приватним особам, так і організаціям.

## ВПЛИВ ТРЕНДІВ НА АРХІТЕКТУРУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

### Програмно керовані архітектури

Однією з ключових складових у роботі транспорту майбутнього стануть дані. Під час автономного водіння транспорт прийматиме й оброблятиме багаторазово більше даних, ніж передбачено сучасною системою ADAS (*Advanced Driver Assistance Systems* — електронна система, що допомагає водієві керувати автомобілем і паркуванням) і традиційною архітектурою. Ці дані надходять від великої кількості датчиків і зовнішніх антен, також відбуватиметься обмін інформацією з іншими транспортними засобами, навколишньою інфраструктурою і хмарними сервісами. Провайдери систем «мобільність як послуга» використовуватимуть системи онлайн-бронювання та управління кон-

тентом, які збирають і аналізують дані користувачів для розуміння вподобань і надання персоналізованого обслуговування пасажирів. Крім того, ці системи допоможуть компаніям оптимально розподіляти автомобілі для максимальної зручності експлуатації та кращої пропускної здатності. Дані користувачів також дадуть змогу виконувати віддалену діагностику та оновлення програмного забезпечення (ПЗ), які буде реалізовано за допомогою методів оновлення по радіоканалу (*Over the Air, OTA*).

Сказане вище означає, що конструкція транспортних засобів перейде до програмно керованої архітектури, водночас у загальній архітектурі транспортного засобу пріоритет отримають програмне забезпечення, що керує функціоналом транспорту, та дані, що надаються датчиками та зовнішніми пристроями.

Перехід від ADAS до більш автономної системи потребуватиме більшого взаємозв'язку між підсистемами автомобіля, внаслідок чого генеровані дані об'єднуються для створення цілісної картини. Наприклад, сьогодні простий датчик захоплення зображення, встановлений у передній частині автомобіля, може вмикати попереджувальні індикатори на приладовій панелі або активувати гальмівну систему. Однак для більшої автоматизації знадобиться взаємодія з іншими системами: акселератором, рульовим керуванням, а також з додатковими камерами навколо автомобіля, наприклад, для автоматичного виконання маневрів. Вищий рівень автоматизації призведе до ускладнення системи, вимагаючи чіткого визначення стандартних інтерфейсів на функціональному рівні. У сучасних автомобільних архітектурах дані та інформація

«належать» кожній системі окремо, а зв'язок між датчиками та виконавчими механізмами може здійснюватися за допомогою різних стандартів сигналів для кожної системи.

Низка виробників пропонують підхід сервіс-орієнтованої архітектури (*Service Oriented Architecture, SOA*), що базується на центральних комп'ютерних платформах із повним резервуванням. SOA використовуватиме високошвидкісну магістраль передавання даних (понад 20 Гбіт/с) на верхньому рівні та сервіс-орієнтовані цифрові інтерфейси на рівні датчиків і виконавчих механізмів. Такий підхід дозволив би ефективно розділити апаратне і програмне забезпечення в автомобілі. Ці інтерфейси передаватимуть службову інформацію безпосередньо в електронний блок керування.

### Конструкція електричної трансмісії

Основними вимогами електричної трансмісії є дальність пробігу, витрата, ефективність електричних систем і стабільний короткий час заряджання. Ці фактори впливають на конкурентоспроможність електромобілів порівняно з традиційними з двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ) або навіть гібридними транспортними засобами. З погляду проектування це означає, що для споживача має бути забезпечено баланс між розміром батареї та технологією заряджання, яка відповідає профілю водіння транспортного засобу.

Так, типовий європейський водій може проїжджати відстань понад 500 км десять разів на рік. Це означає, що під час такої тривалої подорожі йому буде потрібно щонайменше один раз додатково підзарядити свій транспортний засіб. Сьогодні більшість власників електромобілів заряджають свої автомобілі вночі, це означає, що під час поїздки вони проводять на зарядній станції близько 300–400 хвилин на рік, що можна порівняти з власником звичай-

ного автомобіля, який може витратити аналогічну кількість часу на АЗС з 50 заправками на рік.

З одного боку, під час проектування електричної трансмісії основна увага приділяється тому, як домогтися швидкого заряджання для користувачів особистих електромобілів і парку міського каршерінгу з невеликим кілометражем пробігу та потребою у швидкому заряджанні. З іншого боку, повільніше заряджання від мережі змінного струму залишається найпоширенішим режимом заряджання, оскільки живлення від мережі змінного струму широко доступне та дає змогу заряджати акумулятор удома та на роботі. Для цього потрібен вбудований AC/DC-перетворювач, і якщо пристрій зможе працювати у двох напрямках, то з'явиться можливість повертати енергію з акумулятора в мережу, досягаючи розподілу пікового навантаження. Така технологія може запропонувати цікаві бізнес-кейси, зокрема отримання бонусів за заряджання, коли автомобіль сприяє розподілу навантаження, якщо це потрібно.

Цей варіант призведе до створення архітектур з використанням декількох блоків живлення, бортових зарядних пристроїв, приводних інверторів і електричних високовольтних систем опалення та охолодження, з'єднаних між собою. Між кожним агрегатом, для надійної та безпечної проводки, будуть потрібні високовольтні роз'єми, які мають бути спроектовані з урахуванням широкого спектра вимог.

Електрифікація трансмісії в електричних і гібридних транспортних засобах також створює серйозні проблеми щодо характеристик електромагнітної сумісності (ЕМС). Архітектура транспортних засобів наступного покоління міститиме безліч потужних електричних кабелів і високошвидкісних мереж передачі даних, які повинні співіснувати разом. Сьогодні електромобілі вже оснащені системами живлення потужністю понад 100 кВт, що використовують батареї напругою до 800 В. Ці системи генерують широкосмугове електромагнітне випромінювання, потенційно здатне вплинути на електромагнітну сумісність всередині автомобіля.

В автомобілях наступного покоління низьковольтні мережі передавання даних і високовольтна система приводу повинні надійно і безпечно працювати паралельно. У сучасних архітектурах електричних і гібридних трансмісій високовольтна система екранована і повністю ізольована від мереж передачі

даних автомобіля. Однак уразливість завжди будуть знаходитися в місцях підключення до мережі передачі даних, для яких не передбачено екранування. Це означає, що виробники обладнання повинні спростити архітектури високошвидкісного під'єднання даних, щоб забезпечити максимальну надійність і мінімізувати втрати у внутрішньому електричному середовищі автомобіля.

### ПРОБЛЕМИ ПРИ РОЗРОБЦІ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ НАСТУПНОГО ПОКОЛІННЯ ТРАНСПОРТУ

Високий рівень автоматизації та технології автономного водіння призведуть до зміни пріоритетів при розробленні. Найважливішими вимогами стануть, як зазвичай, надійність і безпека, а ключовими факторами в досягненні будуть нові технології у сфері з'єднань. Як відомо з теорії надійності, саме з'єднання бувають тією слабкою ланкою, яка призводить до розриву кола.

Важливе значення для забезпечення тривалого терміну служби та підвищеної надійності компонентів мають інновації в галузі терморегулювання. Крім досягнення необхідних показників щодо працездатності систем під час водіння, вони гарантують стабільне функціонування і таких не менш потрібних функцій, як швидке заряджання, в рамках прийнятних витрат.

У статті представлено чотири ключові напрямки в галузі з'єднань, які незабаром вплинуть на архітектуру електротранспорту:

- з'єднання для швидкого заряджання високої потужності;
- з'єднання для програмно керованих архітектур;
- забезпечення надійності передачі даних у повністю електричних середовищах;
- бездротове з'єднання для передачі даних.

### Проектування пристрою високої потужності

Традиційна архітектура електромобілів орієнтована на збільшення дальності пробігу на одному заряді батареї, внаслідок чого для збільшення енергоємності використовуються батареї дедалі більшого розміру, що, відповідно, потребує тривалішого циклу заряджання. Для підтримки міських користувачів, яким бракує доступних зарядних пристроїв, і водіїв, які подорожують на ве-

ликі відстані і потребують заряджання на шосе, виробники обладнання розробляють потужні системи заряджання зі струмами 500–650 А, що значно відрізняється від поточних рішень зі струмом 200 А. Однак при використанні стандартних кабелів такі системи схильні до надмірного нагрівання.

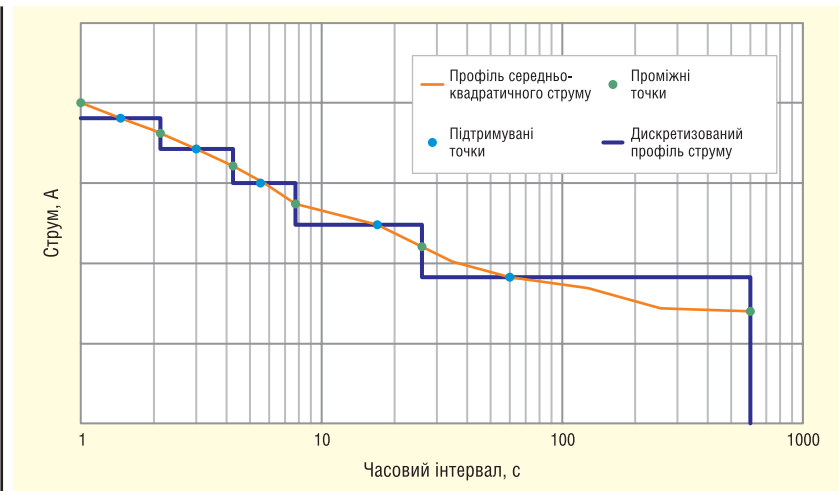
Одним із рішень є збільшення перетину силових провідників кабелю, але для систем заряджання на 500 А це призвело б до надмірного збільшення ваги кабелю та зменшення його гнучкості. У результаті деякі виробники обладнання орієнтуються на архітектури з напругою 800 В, що дало б змогу кабелям передавати більшу кількість енергії, не стаючи надмірно важкими.

### Тепловий розрахунок струмопередавальної мережі

Традиційно номінальну потужність клем і роз'ємів визначали моделюванням і зниженням номінальних характеристик, вимірюючи навантаження з плином часу для перевірки обмежень. Ці моделі намагалися імітувати пік струму навантаження і його можливу тривалість. Однак вони були засновані на дискретних середньоквадратичних профілях (рис. 1), які імітували статичні умови, які рідко трапляються під час експлуатації. Зокрема, тестування включали більш тривалі періоди піків навантаження, які не відбуваються насправді.

Такий метод став причиною надмірного опрацювання виробів. У поєднанні з додатково закладеним технологічним запасом це призвело до створення дуже міцних конструкцій з підвищеними розмірами, вагою і, відповідно, вартістю. Проблема стає гострішою під час проектування мережі живлення з можливістю високошвидкісного заряджання великим струмом, оскільки цикли швидкого заряджання тривалістю 5–10 хв створюють навантаження набагато вищі, ніж в умовах звичайної експлуатації електромобіля.

Для розв'язання проблеми компанія TE Connectivity Germany GmbH (далі — TE Connectivity) впровадила підхід, що дає змогу досягти найреалістичнішого результату під час розрахунку компонентів і кабелів. Для його реалізації під час розрахунку всієї електропроводки трансмісії необхідно створити зв'язки між тепловими та електричними моделями. Кожен крихітний резистор перетворює електричний струм на тепло, і тут важливо врахувати всі компоненти в колі заряджання та їхню взаємодію. Для цього, щоб точніше визначити місця потенцій-



**Рис. 1. Фактичний середньоквадратичний і дискретний профіль зарядного струму для розрахунку струмопередавальної мережі**

ного перегріву, потрібно створити теплові моделі для всіх компонентів у колі [6].

Уже наявні компоненти для з'єднання із системою охолодження або, наприклад, для підключення пасивних тепловідводів можуть бути модифіковані. Крім того, під час проектування нових компонентів враховується й активне охолодження. Охолоджувані кабелі, в яких рідкий холодоагент протікає ізольованою трубкою всередині кабелю і передає тепло в теплообмінник, вже застосовуються в інфраструктурі для заряджання. Однак у транспортному засобі вони б вимагали додаткових механізмів контролю температури та додаткових запобіжних заходів, що ускладнює завдання. Наприклад, можна використовувати колектор з водяним охолодженням або наносити холодоагент на водній або масляній основі на сам кабелі. У першому випадку охолоджувальну рідину в кабелі можна подавати через роз'єм, що, звісно, потребуватиме модифікації роз'єму і зміни процесу обтиску кабелю.

### З'єднання всередині програмно керованих архітектур

Для передачі великих обсягів даних буде потрібна більша кількість відповідних високошвидкісних роз'ємів з можливістю інтеграції датчиків ADAS, датчиків для автоматизованого водіння (наприклад, камери з високою роздільною

здатністю, радар і лідар), і людино-машинних інтерфейсів — екрани з високою роздільною здатністю або дисплеї технології HUD<sup>1</sup>. Ці датчики та інтерфейси, своєю чергою, будуть під'єднані до потужних централізованих комп'ютерних платформ через високошвидкісні магістралі передавання даних, що підтримують швидкість понад 20 Гбіт/с.

Найімовірніше, такі платформи будуть покладатися на кілька різних видів кабелів: коаксіальних, диференціальних, оптоволоконних і сигнальних загального призначення. Для того, щоб мінімізувати займану площу і час установки в процесі виробництва автомобіля, ці кабелі, цілком ймовірно, будуть інтегровані в кілька великих модульних роз'ємів. Крім того, транспортні засоби будуть використовувати модульні блоки керування з декількома модулями обробки, які можна з'єднати через високошвидкісну з'єднувальну плату.

Під час проектування мережі передачі даних на фізичному рівні інженери-електрики повинні враховувати такі ключові питання:

- Як передавати дані без будь-яких затримок для забезпечення своєчасного реагування під час критичних ситуацій?
- Як забезпечити нульове спотворення даних з камер, радарів і лідарів і як безпечно і надійно доставляти важливу інформацію, що запобігає зіткненням і нещасним випадкам?
- Як керувати припливом зовнішніх даних, що надходять з декількох комунікаційних і хмарних інформаційно-розважальних додатків V2X<sup>2</sup>?

Відповіді на ці запитання визначатимуться пропускнуною спроможністю, швидкістю передачі даних і, що особли-

во важливо, взаємною електромагнітною сумісністю каналів зв'язку.

### Надійні роз'єми для високошвидкісного передавання даних у повністю електричному середовищі

#### MATE-AX — мініатюрні автомобільні коаксіальні з'єднувачі

Асортимент продукції FAKRA від TE Connectivity охоплює сімейство роз'ємів MATE-AX (рис. 2), що є рішенням для безпечного з'єднання з високими вимогами до передавання частот [2]. Роз'єм MATE-AX призначено для передавання даних зі швидкістю до 20 ГГц, він має оптимізовану конструкцію, що відповідно до сучасних вимог до компоновання скорочує простір, який він займає. Його електричні характеристики відповідають вимогам до цілісності сигналу і стійкості до зовнішніх електромагнітних перешкод. Міцний і компактний роз'єм MATE-AX доступний в декількох конфігураціях для різних умов навколишнього середовища. Крім того, роз'єми MATE-AX сумісні з наявними процесами складання кабелів, наприклад, з процесом обтиску роз'ємів FAKRA.

#### Модульні та масштабовані роз'єми MATEnet для автомобільного Ethernet

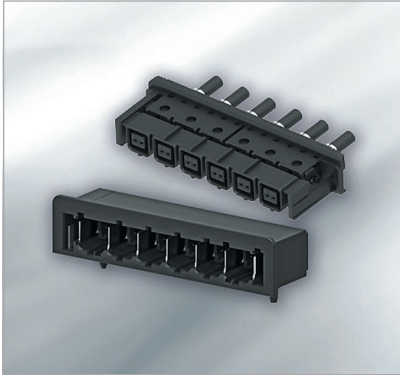
MATEnet — це модульна та масштабована система диференціальних роз'ємів компанії TE Connectivity [3]. Система, показана на рисунку 3, розроблена для майбутніх мережевих транспортних архітектур, яким необхідне швидке та надійне рішення для внутрішніх з'єднань. Система відповідає вимогам Ethernet 100BASE-T1 і 1000BASE-T1. Крім того, MATEnet може підтримувати швидкість передачі даних до 6 Гбіт/с. Неекранований варіант (UTP) 100BASE-T1 забезпечує повний захист від електромагнітних завад, а



**Рис. 2. Роз'єми MATE-AX від компанії TE Connectivity**

<sup>1</sup> HUD (Heads-Up Display) — проекційний дисплей. Для автомобілів мається на увазі проєціювання інформації на лобове скло ближче до лінії зору водія.

<sup>2</sup> V2X (Vehicle to Everything) — це зв'язок між транспортним засобом і будь-яким об'єктом, який може вплинути на транспортний засіб або може бути зачеплений ним.



**Рис. 3. Роз'єми модульної системи MATEnet від компанії TE Connectivity**

екранований варіант (STP) — цілісність через можливий вплив радіочастотного сигналу у випадках, якщо лінія зв'язку розташована в безпосередній близькості від радіопередавальних антен. Компанія TE Connectivity також розробляє диференціальний роз'єм із повним екрануванням, який буде підтримувати швидкість передачі даних до 20 Гбіт/с.

#### **Автомобільні роз'єми передавання даних наступного покоління**

TE Connectivity надає рішення, що відповідають чинним стандартам електромагнітної сумісності, зокрема ISO 11452 і CISPR 25 (докладно про проблеми EMC, зокрема для автомобільної промисловості, у серії статей [5]). Вимоги до EMC, як відомо, продовжують посилюватися, тому компанія TE Connectivity розробляє нові рішення, постійно розвиваючи технології передачі даних. Ці пропозиції також включають рішення, що використовують вертикальні лазери технології VCSEL і багатомодові оптичні кабелі.

#### **Волоконно-оптичні, навігаційні рішення та бездротові з'єднання**

Так само, як роз'єми і дроти обмінюються інформацією всередині автомобіля, антени будуть з'єднувати автомобілі нового покоління із зовнішнім світом. Компанія TE Connectivity може запропонувати різні антенні рішення, зокрема рішення для зв'язку V2X. Волоконно-оптичні з'єднання для мереж MOST показано на рисунку 4.

#### **GNSS — Глобальна навігаційна супутникова система**

Вимоги до точності визначення місця розташування зростають у міру того, як виробники обладнання впроваджують в автомобілі все більше функцій ADAS (*Advanced Driver Assistance Systems* —

досконала система допомоги водію). Сьогодні системам транспортних засобів необхідно лише оцінити, на якій смузі вони перебувають, але в майбутньому повністю автоматизовані автомобілі повинні будуть визначати місце розташування з точністю до сантиметра. Відповідно до цього виклику GPS-антени перетворилися на GNSS (*Global Navigation Satellite System* — *глобальна навігаційна супутникова система*), отже, вони повинні приймати сигнал кількох систем позиціонування, таких як GPS, ГЛОНАСС, Beidou та Galileo. Компанія TE Connectivity уважно слідкує за цією тенденцією і пропонує своїм клієнтам GNSS-антени, що забезпечать високу точність даних про місцезнаходження транспортного засобу.

#### **V2X і стільниковий зв'язок**

Повністю автономним автомобілям знадобиться велика кількість інформації для прийняття правильних рішень в умовах дорожнього руху. На додаток до датчиків, які фіксують дані про навколишнє середовище, незабаром почнеться обмін інформацією між самими автомобілями V2V (*Vehicle-to-Vehicle*). Системи автомобільного зв'язку V2V — це комп'ютерні мережі, в яких транспортні засоби та придорожні вузли є вузлами зв'язку, що надають один одному інформацію, таку як попередження про безпеку та відомості про дорожній рух. Ці системи можуть ефективно запобігати аваріям і заторам на дорогах. Мета полягає в тому, щоб обмінюватися інформацією за межами прямої видимості, яку датчики одного автомобіля не можуть зафіксувати.

Цей процес включатиме і технології V2X, які взаємодіють з іншими транспортними засобами та дорожньою інфраструктурою (рис. 5). Сьогодні існує два стандарти, що конкурують між собою, для основи цієї технології: IEEE 802.11p (заснований на стандарті WLAN) і C-V2X (заснований на стандарті стільникового зв'язку).

Уже зараз у цьому напрямку компанія TE Connectivity пропонує антени для обох стандартів. Стандарт стільникової мережі LTE вже використовується для підключення автомобілів до інфраструктури або один до одного. Однак притаманна LTE затримка занадто висока для деяких застосувань. Як вихід — мережі п'ятого покоління 5G. У міру впровадження мережа 5G забезпечить низьку затримку і високу пропускну здатність стільникового зв'язку [7]. Компанія TE Connectivity вже розробила ранній прототип антени 5G.



**Рис. 4. Волоконно-оптичні з'єднання для мереж MOST від компанії TE Connectivity**

#### **WLAN і Bluetooth**

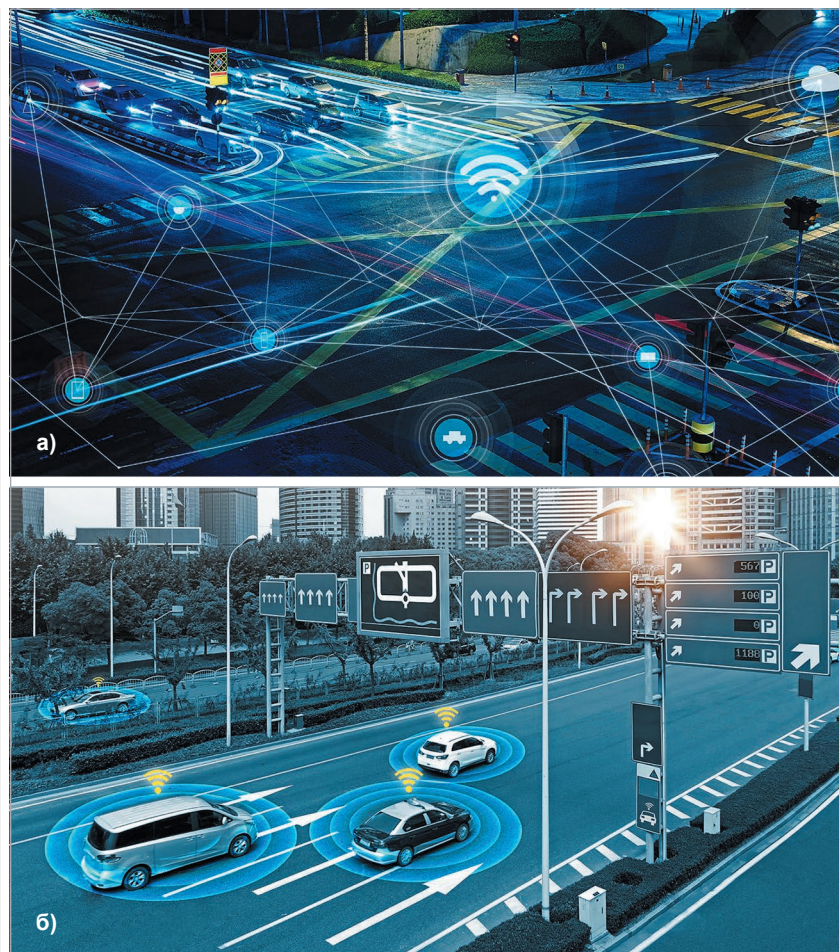
Bluetooth використовується для віддаленого доступу до автомобіля та дозволяє смартфонам взаємодіяти з інформаційно-розважальними системами. Компанія TE розробила приймачі та антени Bluetooth для встановлення на даху. Таке рішення здатне допомогти в реалізації функції віддаленого паркування, коли автомобіль керується за допомогою смартфона, та функції дистанційного блокування дверей.

WLAN (*Wireless Local Area Network*) стає гарним вибором, коли потрібна висока пропускання здатність даних при підключенні споживчих пристроїв. В автомобілях вже є точки доступу WLAN, які дозволяють пасажиром виходити в Інтернет через вбудований LTE-модем. Крім того, поки автомобіль стоїть у гаражі або на паркінгу, бездротова мережа може під'єднати його до Інтернету для оновлення програмного забезпечення радіоканалом (технологія OTA (*Over-the-Air*)) або для синхронізації даних додатків, наприклад, музичної бібліотеки користувача.

#### **Комбіновані антени**

У міру зростання кількості з'єднань усередині автомобіля дедалі складніше знайти потрібну кількість вільного місця для антен і супутніх блоків керування. Крім того, частоти LTE або WLAN перебувають у гігагерцевому діапазоні, що може спричинити завади, якщо поруч розташовуються коаксіальні кабелі. Тому компанія TE Connectivity запропонувала рішення, що об'єднує антени та приймачі в одному блоці. Це скоротить відстань, яку повинні долати сигнали й, отже, збільшить потенційну швидкість передачі даних.

Оптимальне місце розташування для комбінованої антени знаходиться в районі даху. Такі антени можуть підтри-



**Рис. 5. Обмін інформацією з інфраструктурою та між автомобілями: у системі V2V (а); при використанні технології V2X (б)**

безпечно розподіляти велику кількість електроенергії для швидшого заряджання, передавати великі обсяги даних у режимі реального часу з гнучкістю, необхідною для інтеграції різномірних пристроїв і протоколів мікросхем, а також забезпечити безперешкодне під'єднання до інших транспортних засобів, інфраструктури та хмари.

Додаткова інформація щодо проблем мобільності нового покоління та продуктів, пропонує для її вирішення компанією TE Connectivity, доступна за посиланням [9]. На сайті компанії представлено детальну інформацію про технології та рішення для підключення. Крім того, можна оформити підписку для отримання офіційних документів із розглянутої тематики.

*Література:*

1. *Connectivity for Next-Generation Mobility.* [www.te.com/content/dam/te.com/documents/automotive/global/automotive-next-gen-mobility-trend-paper-02-2019-EN.pdf](http://www.te.com/content/dam/te.com/documents/automotive/global/automotive-next-gen-mobility-trend-paper-02-2019-EN.pdf)
2. *MATE-AX Miniaturized Automotive Coaxial Connectors.* [www.te.com/usa-en/products/connectors/automotive-connectors/intersection/mate-ax.html](http://www.te.com/usa-en/products/connectors/automotive-connectors/intersection/mate-ax.html)
3. *MATeNet Modular and Scalable Connectors for Automotive Ethernet.* [www.te.com/usa-en/about-te/news-center/matenet.html](http://www.te.com/usa-en/about-te/news-center/matenet.html)
4. *Shark Fin Antenna for Emergency Service.* [www.te.com/usa-en/products/antennas/emergency-service-antenna.html](http://www.te.com/usa-en/products/antennas/emergency-service-antenna.html)
5. Рентюк В. *Електромагнітна сумісність: проблема, от которой не уйти // CHIP NEWS Україна. 2018 № 1.*
6. Hauck U., Leidner M., Ludwig M., Schmidt H., Wolf M. *Thermal Modeling for High Power Charging (HPC) of Electric Vehicles.* *TE Connectivity White Paper.* <https://www.te.com/content/dam/te.com/documents/automotive/global/automotive-next-gen-mobility-hp-charge-04-2019-EN.pdf>
7. *Теплове моделювання для систем швидкого заряджання високої потужності електромобіля // CHIP NEWS. 2024. № 7.*
8. Рентюк В. *От структуры сигналов к MIMO: пять важных моментов для понимания проблем 5G New Radio // Беспроводные технологии. 2020. № 1.*
9. Рентюк В. *5G и миллиметровые волны // СВЧ-электроника. 2019. № 4.*
10. *Engineering the Next-generation of Mobility.* [www.te.com/usa-en/industries/automotive/insights/the-next-generation-of-mobility.html](http://www.te.com/usa-en/industries/automotive/insights/the-next-generation-of-mobility.html)



мувати мережі мобільного зв'язку, V2X, GNSS, Bluetooth і WLAN.

Ця архітектура також дасть змогу скоротити кількість інтерфейсів до одного високошвидкісного інтерфейсу (наприклад, Ethernet), що забезпечує доступ до всіх перерахованих мереж. З впровадженням 5G очікуються ще вищі частоти, що несуть нові проблеми [8], проте така комбінація антен-приймачів-передавачів може стати стандартом. Приклад комбінованої антени M2M MiMo [4] від компанії TE Connectivity

показано на рисунку 6, особливості антен цього типу для систем стільникового зв'язку п'ятого покоління описано в [7].

**ВИСНОВОК**

Незалежно від того, яким технологічним шляхом піде автомобільна промисловість, компанія TE Connectivity може надати рішення для безпечного та надійного під'єднання електричних силових агрегатів і систем передачі даних. Для того, щоб впроваджувати інновації зі швидкістю ринку, створюючи нові рішення, що відповідають потребам, що виникають, компанія TE Connectivity використовує весь свій багаторічний досвід виробництва систем зв'язку, антен і датчиків. Для підтримки наскрізного автомобільного зв'язку, вирішення всіх сучасних проблем фізичного рівня і зростаючих вимог галузі до мобільності наступного покоління TE Connectivity розробляє спеціальний портфель інноваційних технологій. Проблеми, що розв'язуються, включають можливість



**Рис. 6. Комбінована антена M2M MiMo від компанії TE Connectivity**