

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни

**«Електрообладнання повітряних суден
та безпілотних літальних апаратів»**

вибіркових компонент

освітньо-професійної програми першого(бакалаврського) рівня вищої освіти

Електромеханіка

за темою – Бортові канали інформаційного обміну

Харків 2022

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2022 № 8

СХВАЛЕНО

Методичною радою Кременчуцького
льотного коледжу Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від 22.08.2022 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2022 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 15.08.2022 № 1.

Розробник: к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання Волканін Є.Є.

Рецензенти:

1. Інженер з технічного обслуговування, ремонту та діагностики авіаційної техніки ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Калінін О.В.
2. Професор циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії Гаврилюк Ю.М.

План лекції:

1. Загальна інформація про канали інформаційного обміну.
2. Стандарт ARINC 429.
3. Стандарт MIL-STD-1553B.
4. Стандарт ARINC 629.

Рекомендована література:**Основна література:**

1. Moir I. Aircraft Systems: Mechanical, electrical, and avionics subsystems integration, Third Edition / I. Moir, A. Seabridge. – John Wiley & Sons, Ltd., 2008. – 504 p.
2. Moir I. Military Avionics Systems/ I. Moir, A. Seabridge. – John Wiley & Sons Ltd.: 2006. – 520 p.
3. Харченко В.П. Авіоніка: навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов. – К. : НАУ, 2013. – 272 с.
4. Aircraft General Knowledge 2 - Electrics and Electronics - 2014

Допоміжна література:

1. Файбышенко, Л.А. Электрооборудование воздушных судов ГА Учебное пособие СПбГУГА 2010г СПб.
2. Коптев А.Н. Авиационное и радиоэлектронное оборудование воздушных судов гражданской авиации. В 3 кн. Кн. 1: учеб. пособие / А.Н. Коптев.–Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2011.– 244 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті:

1. <https://studfile.net/preview/9821689/>
2. https://studopedia.ru/10_145319_osnovnie-parametri-sistem-elektrosnabzheniya-letatelnih-apparatov.html
3. https://spbguga.ru/files/2019/ZF/MM/02.03/Electroobor_VS.PDF
4. <https://studfile.net/preview/7604099/page:11/>

Текст лекції

1. Загальна інформація про канали інформаційного обміну.

Канали інформаційного обміну (Data Bus – DB) забезпечують взаємодію складових частин систем авіоніки, підсистем, блоків, модулів між собою та з іншим обладнанням на борту ПК.

Канал інформаційного обміну – це сукупність засобів, що забезпечують взаємодію складових елементів системи. У більш широкому значенні DB – це сукупність логічних та фізичних принципів взаємодії компонентів системи, інакше: сукупність правил, алгоритмів, часової синхронізації для обміну даними між цими компонентами, а також сукупність фізичних та функціональних характеристик засобів підключення, що реалізують таку взаємодію.

Існує велика кількість різних типів DB, що розрізняються власними характеристиками та принципами обміну.

Кнали DB використовуються на різних структурних рівнях:

- усередині обчислювальних блоків для з'єднання функціональних пристроїв та модулів;
- усередині системи для забезпечення інформаційного обміну між окремими модулями (LRU, LRM);
- для приєднання до системи різних датчиків (аналогових та цифрових);
- для обміну інформації між різними системами.

На кожному з цих рівнів застосовуються різні DB, оптимізовані для виконання характерних для цього рівня функцій.

Для розроблення та побудови LRU або LRM виробник може застосовувати будь-який стандартний DB. Різні сучасні електронні компоненти підтримують різні стандартні DB, проте у загальному випадку вибір DB залежить від вибраного мікроконтролера.

На більш високому рівні для обміну інформації між різними системами та блоками застосовують спеціально розроблені стандартизовані DB. Вони повинні задовольняти такі вимоги:

- підтримувати обмін інформації у режимі реального часу;
- гарантувати високу надійність;
- бути стійкими до відмов (розрив, замикання, відмова приєднаного модуля не повинні призводити до повної відмови);
- затримка передавання інформації має бути детермінованою і досить малою;
- забезпечити можливість функціонування у разі різних впливів навколишнього середовища;
- контролювати стан DB;
- забезпечувати універсальність (зміна модулів не повинна призводити до суттєвих змін у інших блоках системи);

– задовольняти вимоги ІМА.

У зв'язку з цими вимогами для обміну інформації між бортовими системами літака застосовують спеціально розроблені канали інформаційного обміну.

Історичний розвиток архітектури побудови каналів інформаційного обміну між різними системами ілюструє рис. 1.

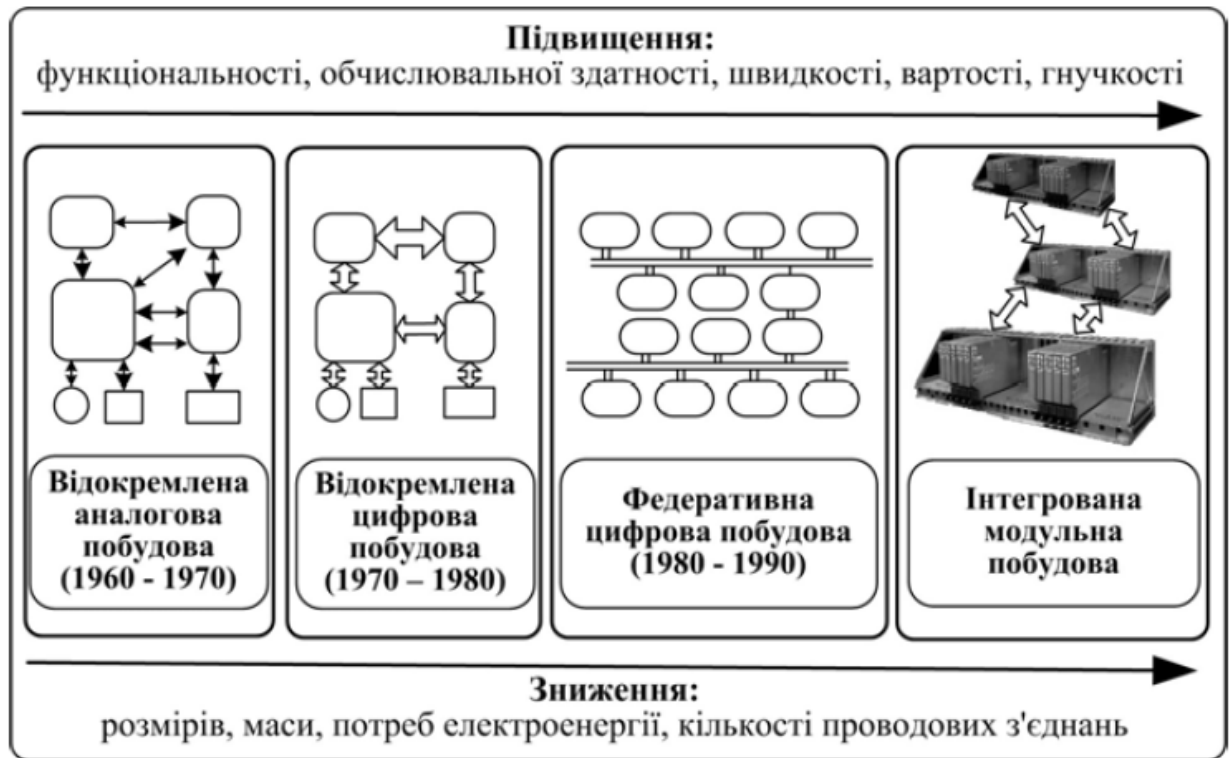


Рис. 1. Історичний розвиток каналів інформаційного обміну

Від початку зародження авіоніки кожен систему розміщували у спеціально відведеному для неї місці. Інформація від однієї системи до іншої передавалася за допомогою аналогових каналів передавання даних. Це потребувало дуже великої кількості провідних з'єднань між блоками. Крім того, аналогові DB мали дуже низьку завадостійкість. Для вирішення цих проблем у 1974 р. військові США розробили перший цифровий канал передавання даних (Digital Data Bus – DDB) MIL-STD-1553 [86] та впровадили його для міжсистемного обміну даних. Дещо пізніше з'явився стандарт ARINC 429 для використання у цивільній авіації, який дотепер використовують виробники авіоніки. Проте застосування цифрових каналів обміну даних між відокремленими системами не підвищувало функціональності та гнучкості систем.

Федеративна концепція побудови систем авіоніки дозволила об'єднувати модулі і блоки у певні «федерації» з однією шиною для передавання даних. За допомогою спеціальних модулів шини «федерацій» систем об'єднувались у глобальну мережу літака.

Розвиток систем авіоніки потребував створення нових більш швидких стандартів DB. Військові модернізували MIL-STD-1553B і на його основі

створили STANG 3910. У цивільній авіації був обраний принципово інший напрям та створений новий стандарт ARINC 629.

Збільшення кількості систем авіоніки та підвищення обчислювальної здатності комп'ютерної техніки потребували дуже тісної інтеграції різних систем і блоків авіоніки на різних рівнях функціонування. Це стало причиною розроблення та використання ІМА.

Вимоги до пропускну здатності DDB продовжують невідпинно підвищуватися. Це зумовлено тим, що перед системами авіоніки постають дедалі нові завдання, що потребують передавання великих потоків інформації у реальному масштабі часу. Якрезультат почали з'являтися надшвидкісні DDB (STANAG 7076, Fiber channel, AFDX).

Основні типи цифрового передавання інформації:

- Одне джерело – один приймач. Це один з найпростіших DDB, що забезпечує передавання даних від однієї частини обладнання до іншої.

- Одне джерело – багато приймачів. Описує технологію передавання інформації від одного блока до певної кількості інших (ARINC 429).

- Багато передавачів – багато приймачів. У цих DDB декілька, а то й більше передавачів можуть передавати інформацію певній кількості приймачів (MIL-STD-1553B, ARINC 629).

На борту сучасного літака використовують велику кількість різних каналів інформаційного обміну: всередині складових блоків авіоніки, прості інтерфейси для зв'язку з датчиками та складні у побудові DDB для зв'язку систем між собою.

Упровадження DDB потребувало розроблення стандартів для них. Створення єдиних стандартів дозволило різним виробникам будувати взаємозамінні блоки, які могли б обмінюватись інформацією між собою.

Основні стандарти на цифрові канали інформаційного обміну даними:

1. Стандарти, розроблені асоціацією конструкторів рухомих машин (SAE):

- AIR 1189 – середньошвидкісний DDB з часовим розподілом (для мультимплексних систем);

- AIR 4013A – мультимплексний DDB (для MIL-STD-1760 серії);

- ARP 4258 – низькошвидкісний DDB з дискретним сигнальним інтерфейсом;

- AS 15531 – цифровий з часовим розподілом мультимплексний DDB (запит/відгук);

- AS 4074.1 – мультимплексний DDB з прямим доступом;

- AS 4075 – надшвидкий кільцевий DDB;

- AS 4710 – паралельний інтерфейсний DDB (Pi-Bus);

- AS 5370 – дуплексний багатоканальний оптоволоконний DDB;

- AS 5643 IEEE-1394b – цифровий DB для військових та аерокосмічних засобів.

2. Стандарти, розроблені ARINC:

- ARINC 429 – DDB для підтримування з'єднання типу «точка – точка», два проводи, двополярний;
- ARINC 573 – DDB для системи реєстрації польотної інформації;
- ARINC 629 – DDB для одночасного передавання даних від декількох передавачів;
- ARINC 659 – DDB для IMA;
- ARINC 664 – опис AFDX;
- ARINC 708 – DDB для передавання графічної інформації від бортової метеонавігаційної радіолокаційної станції до системи відображення;
- ARINC 818 – DDB для передавання нестисненої відео-, аудіо- і текстової інформації.

3. Стандарти, розроблені IEEE:

- IEEE-std-1149.5 – цифровий DB для тестувального обладнання;
- IEEE-std-1393 – оптоволоконний цифровий DB для космічних кораблів;
- IEEE 1355.2 – цифровий DB з низьковольтною передачею.

Одним з найперспективніших цифрових DB є звичайний стандарт на організацію комп'ютерних мереж Ethernet, адаптований до використання на борту ПК (Avionics Full Duplex Switched Ethernet – AFDX) [37], що забезпечує високу швидкість передавання даних. Надшвидкі стандарти ASCB та для літаків приватної авіації CSCB забезпечують надшвидке передавання даних у дуплексному режимі. У деяких випадках доцільним є використання CSDB – низькошвидкісного, двонапрявленого DDB, побудованого на основі RS-422.

Порівняння основних стандартів на DDB за швидкістю передавання даних показано на рис. 2.

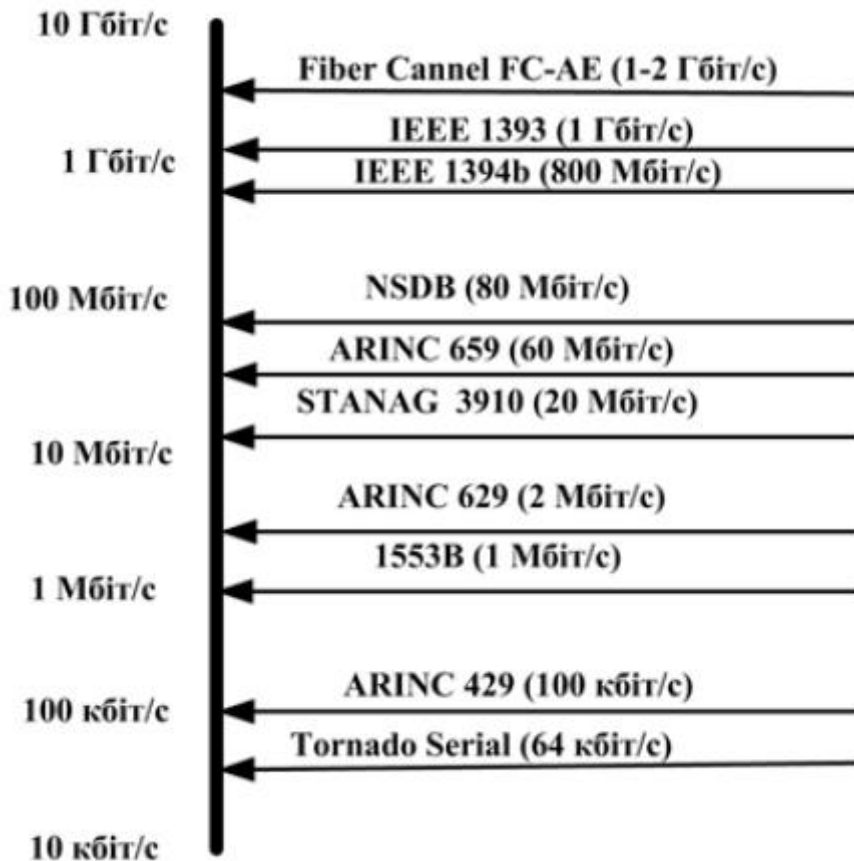


Рис. 2. Порівняльний аналіз каналів інформаційного обміну

2. Стандарт ARINC 429.

Починаючи з 70-х років й понині ARINC 429 залишається найпоширенішим стандартом для побудови систем авіоніки.

Розроблений однією з найбільших корпорацій з розроблення стандартів для авіації у США Aeronautical Radio Inc.

Основний принцип передавання інформації полягає в тому, що блок-джерело інформації видає її усім, хто її потребує. Інформація видається послідовно передавачем. При цьому можливе з'єднання типу «зірка», коли приймачі сполучаються окремою лінією зв'язку з передавачем (рис. 3) або можливе застосування шинної топології організації зв'язку, коли один передавач видає інформацію, а до 20 з'єднаних паралельно приймачів отримують ту інформацію, що їм потрібна (рис. 4). Крім того, можлива мультиплексна організація зв'язку (рис. 5).

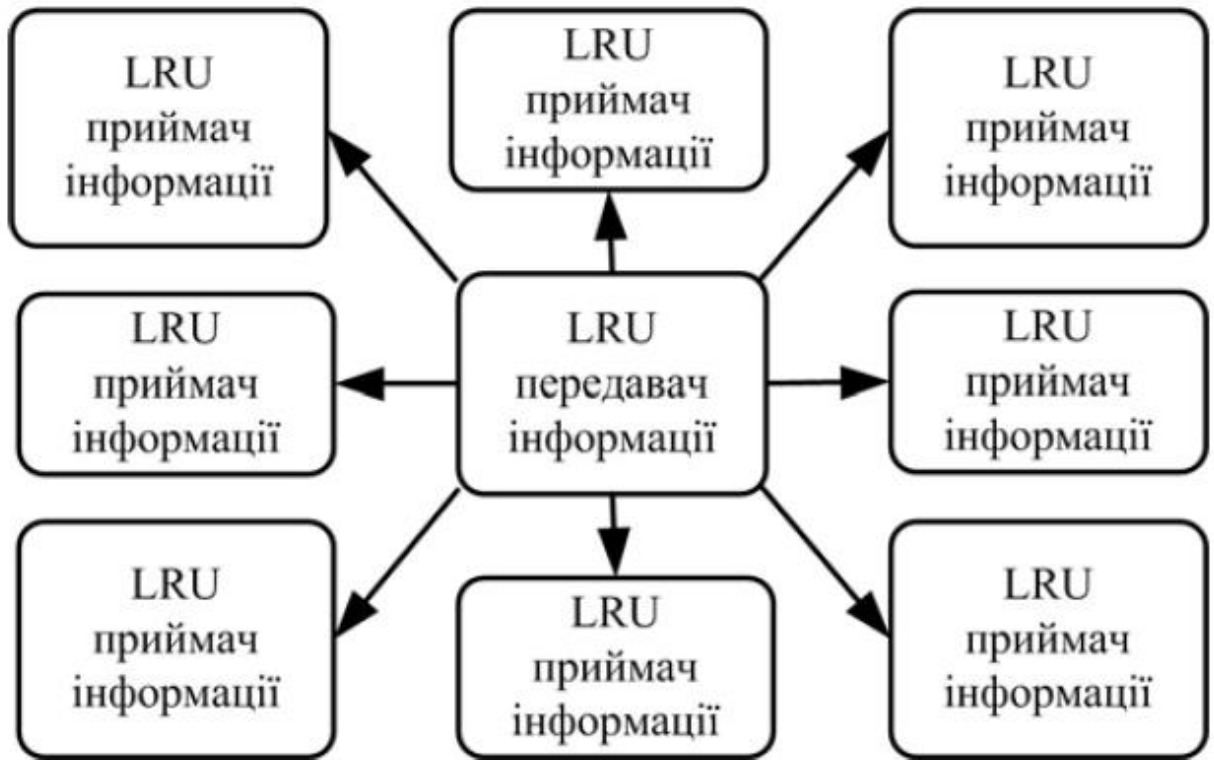


Рис. 3. З'єднання типу «зірка»

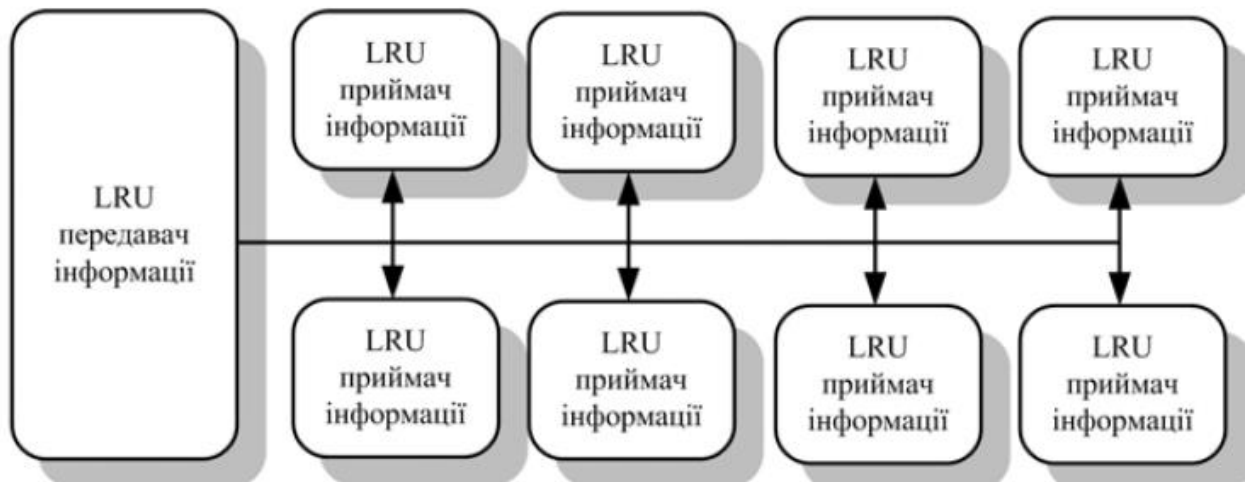


Рис. 4. З'єднання з одним джерелом інформації

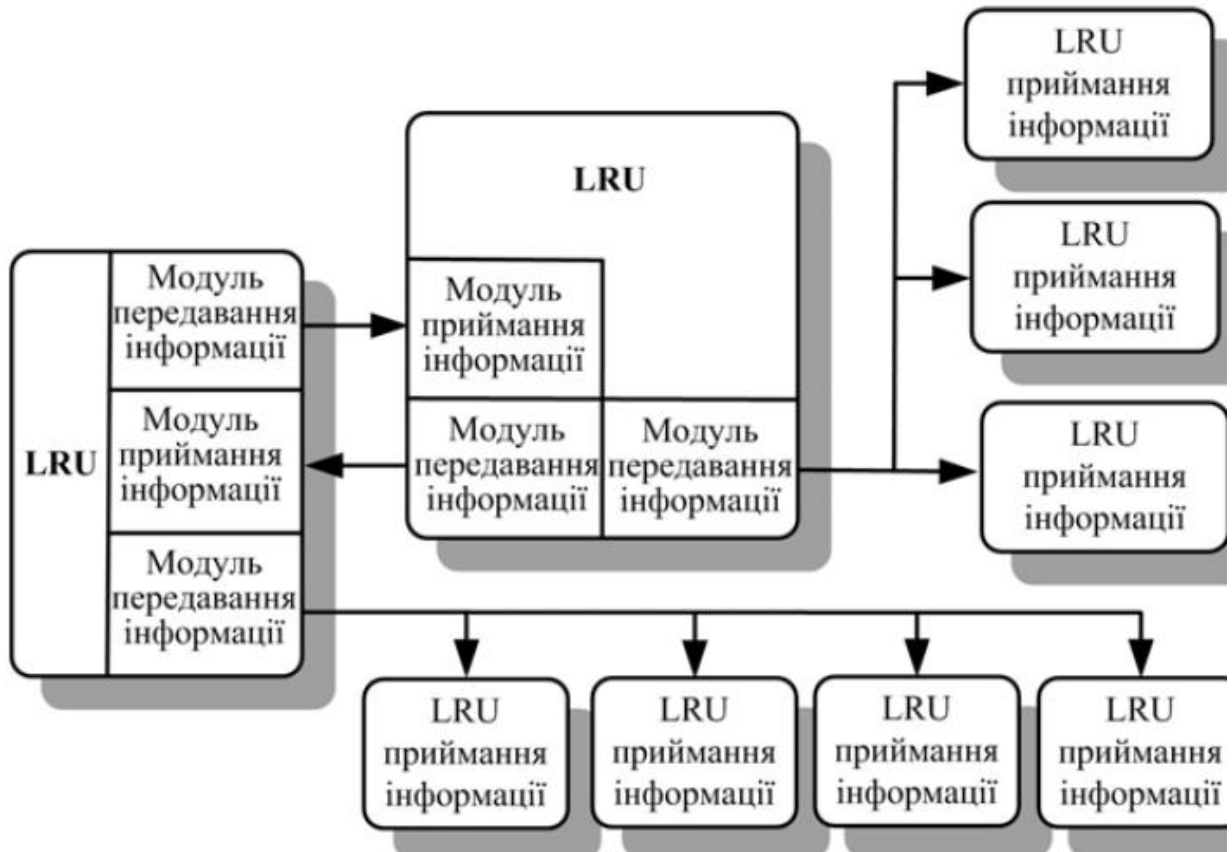


Рис. 5. Мультиплексна організація зв'язку

На фізичному рівні для організації каналу зв'язку використовується з'єднання двома сплєтеними та добре екранованими проводами. Довжина з'єднувальних проводів стандартом непередбачена, проте мережеве обладнання дозволяє забезпечити функціонування з довжиною кабелю до 90 м. Ураховуючи той факт, що переважна більшість проводових з'єднань на ПК не перевищує 55 м. ARINC 429 може бути використаний для організації каналу зв'язку між будь-якими LRU.

Передавання інформації у зворотному напрямку непередбачена.

У разі потреби для цього використовують окрему лінію зв'язку (рис. 6). Відповідно до цього для організації дуплексного зв'язку використовуються дві лінії DDB.

Усі приймачі інформації з'єднуються в одну пару проводів і кожний вибирає з інформації те, що передається і те, чого потребує. Передавання несинхронне, тобто блок-джерело передає інформацію, коли вона готова до передачі. Приймач повинен бути готовий прийняти цю інформацію, чи принаймні розмістити її у внутрішній пам'яті для того, щоб не втратити її. Сигналів повідомлення про приймання інформації немає. Оскільки дані передаються циклічно, тоді неправильно прийняте повідомлення можна отримати іншим разом.

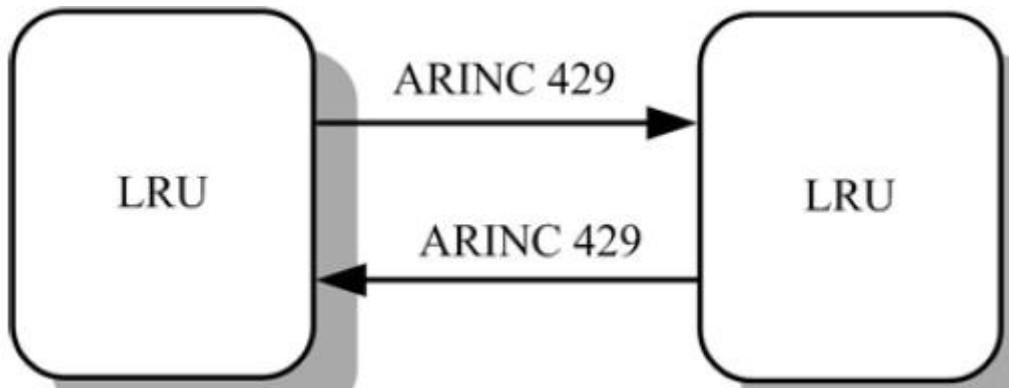


Рис.6. Організація двостороннього обміну інформації

Для передавання цифрової інформації використовується дворівневий стан амплітуди відносно нульового значення. Низький рівень відповідає логічному нулю «0», а високий – логічній одиниці «1» (рис. 7). Нульовий стан відображає паузу між передаваними бітами.

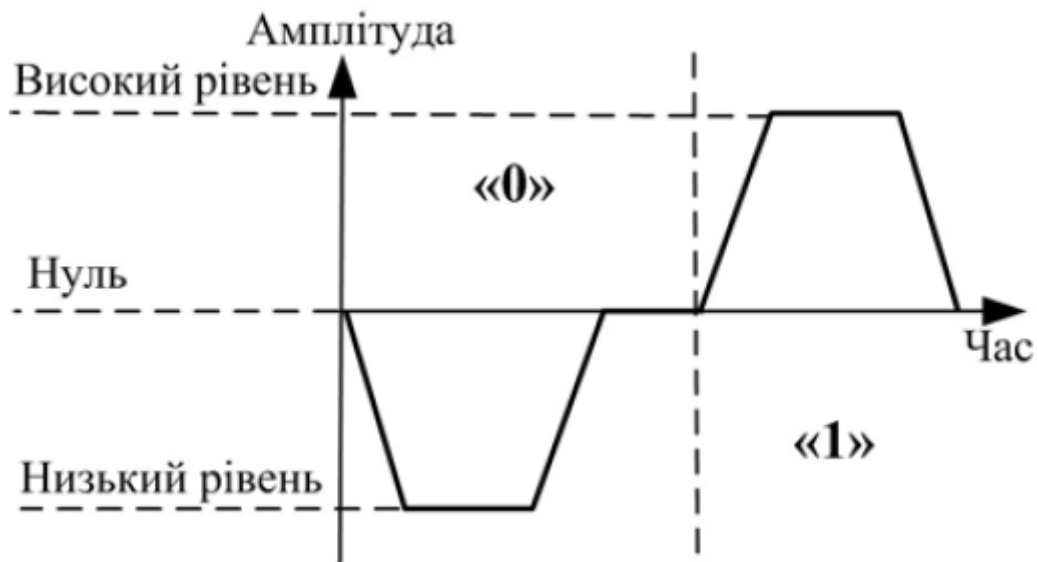


Рис. 2.7. Дворівневий стан амплітуди відносно нульового значення

Сигнал набуває трьох станів: високого, нульового та низького, що забезпечується різною величиною напруги між двома проводами кабелю DDB. Логічній одиниці відповідає передавання імпульсу напругою $+10 \pm 1\text{В}$, що слідує за «нульовим» періодом напругою $0 \pm 0,5\text{В}$. Логічному нулю відповідає передавання імпульсу напругою мінус $10 \pm 1\text{В}$. Рівень напруги, що приймається приймачем, має становити від $+6,5$ до $+13\text{В}$ для реєстрації логічної одиниці, від мінус $6,5$ до мінус 13В для реєстрації логічного нуля та від $+2,5$ до мінус $2,5\text{В}$ для реєстрації «нульового» рівня.

Тривалість кожного стану за часом є однаковою і відповідає швидкості передавання даних.

Інформація у каналі зв'язку передається за допомогою цифрового слова, що складається з 32 розрядів (рис. 8).

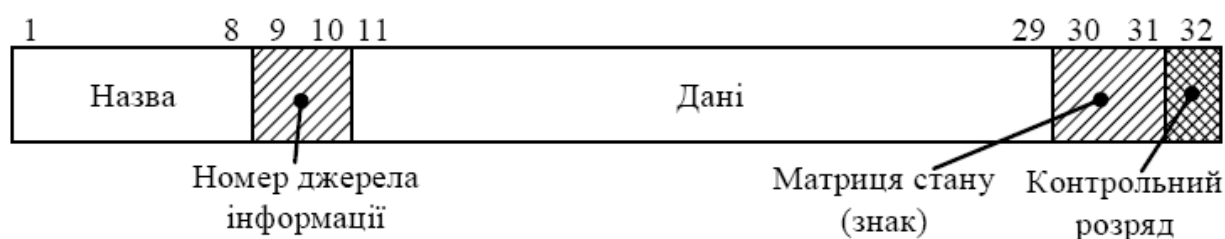


Рис.8. Цифрове слово ARINC 429

Перші 8 розрядів слова – це назва інформації, що в ньому міститься. Відповідно до таких розмірів джерело може видавати до 255 різних видів інформації з різними назвами.

У розрядах 9 та 10 передається номер джерела інформації. Крім того, ці розряди можуть використовуватись для вказування номера приймача, якому адресована ця інформація.

Дані передаються у розрядах 11 – 29. Залежно від типу даних можливі декілька основних типів слів:

- дані у двійковому коді;
- дані у двійково-десятковому коді;
- слова дискретних сигналів;
- дані технічного обслуговування;
- цифросимвольна інформація.

У двійковому коді знак даних передається у 29-му розряді:

0 – плюс, північ, схід, управо, уверх, до;

1 – мінус, південь, захід, уліво, униз, від.

Кутові координати передаються у межах від 0 до 179,999°.

Слова у двійково-десятковому коді містять п'ять цифр, кожна з яких кодується чотирма розрядами. Слова дискретних сигналів передаються відповідними станами по одному в кожному розряді.

Цифросимвольна інформація кодується в алфавіті міжнародного стандарту ISO 5.

Два розряди матриці стану (30 і 31) містять різну інформацію залежно від типу передаваних даних. Так, наприклад, у них можна розміщувати інформацію про стан джерела даних, режим його функціонування або достовірності переданих даних.

Останній 32-й розряд є контрольним, його значення заповнюється передавачем таким чином, щоб загальна кількість одиниць у слові була непарна. Контроль парності приймачем дозволяє визначити цілісність слова і не використовувати його у випадку виявлення збою.

Решта розрядів у цифровому слові, що не використовуються, заповнюються нулями.

ARINC 429 забезпечує передавання інформації зі швидкостями 100 кбіт/с та 12–14,5 кбіт/с. Синхронізація передавання інформації забезпечується чотирма розрядами, що відділяють одне слово від іншого.

3. Стандарт MIL-STD-1553B.

Це один з найперших (уперше був використаний у 1973 р. під час побудови винищувача F-15) стандартів на канали передавання інформації у цифровому вигляді, що й досі використовується під час побудови літаків військового призначення.

Швидкість обміну даними у MIL-STD-1553B становить до 1 Мбіт/с. Цей DDB забезпечує обмін даними між одним контролером DDB і до 31 LRU, використовуючи для цього з'єднання за допомогою пари екранованих мідних проводів (рис. 9), що утворюють єдину шину передавання даних.

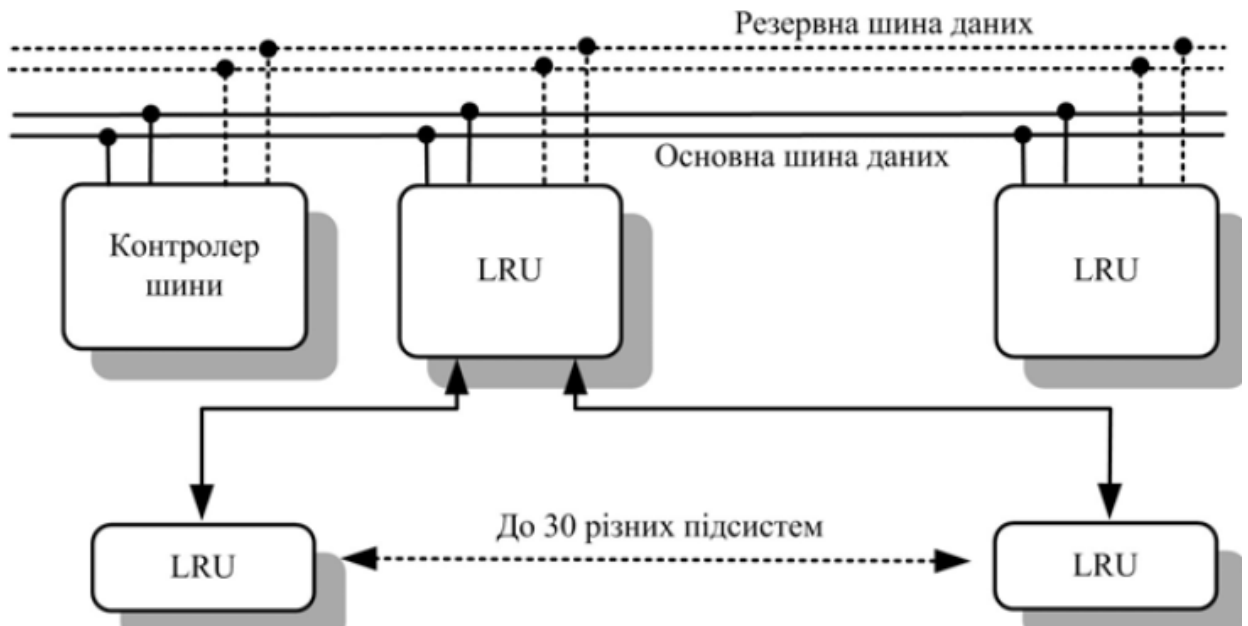


Рис. 9. Структура MIL-STD-1553B

Кожний з LRU приєднується до загальної шини передавання даних паралельно іншим. Для керування передаванням даних через загальну шину даних та зокрема для розподілу часу використання загальної шини для передавання інформації застосовують спеціальний пристрій – контролер.

Контролер DDB виконує функції комутувального пристрою, видаючи дозвіл на початок обміну даними між контролером DDB та будь-яким LRU чи між двома різними LRU з'єднаними каналами інформаційного обміну незалежно від напрямку передавання інформації. Крім того, можливе передавання даних у широкомовному режимі від контролера DDB або одного з LRU до всіх інших LRU, приєднаних до мережі.

Надійність каналу передавання даних досягається завдяки використанню резервних шин даних та резервного контролера DDB. Так, будуючи DDB, що відповідають за контроль та керування параметрами двигуна, можна чотири рази резервувати шини передавання даних і контролер. Кожний з LRU можна з'єднувати з іншим аналогічним DDB, тим самим забезпечуючи можливість розширення мережі через збільшення кількості приєднаних LRU (рис. 9).

За такої організації DDB LRU можна використовувати як комутувальний пристрій, що перемикає пакети цифрової інформації відповідно до визначеної адреси.

Для цифрового передавання даних у MIL-STD-1553B використовують кодування дворівневим кодом «манчестер II».

Форми подання одиниці та нуля цим кодом показано на рис. 10.

Таке кодування забезпечує максимальний захист від завад, що спричиняються іншим обладнанням ПК, і як результат підвищує імовірність правильного приймання інформації, а також забезпечує власну синхронізацію під час декодування. Логічній одиниці відповідає від'ємна зміна рівня сигналу з високого до низького, а логічному нулю – навпаки з низького до високого (рис. 10).

Обов'язкова зміна рівня сигналу дозволяє виділити синхронізувальний сигнал для декодування. Амплітуда сигналу U_0 становить 9 – 13 В. Тривалість одного розряду інформаційного сигналу T_0 складає 1 мкс.

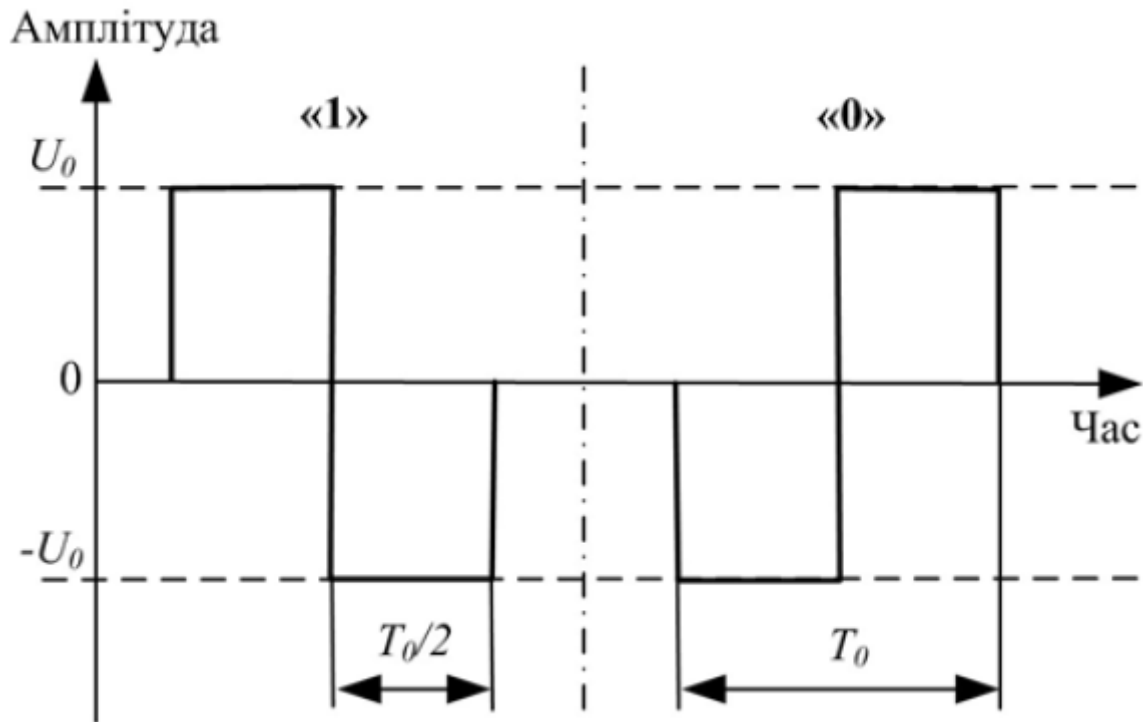


Рис. 10. Кодування кодом «манчестер II»

Код «манчестер» утворюється за допомогою поєднання синхросигналу та сигналу даних (рис. 11), що можливо за допомогою логічної операції оберненого виключного «АБО» (eXclusive iNverse OR – XNOR).

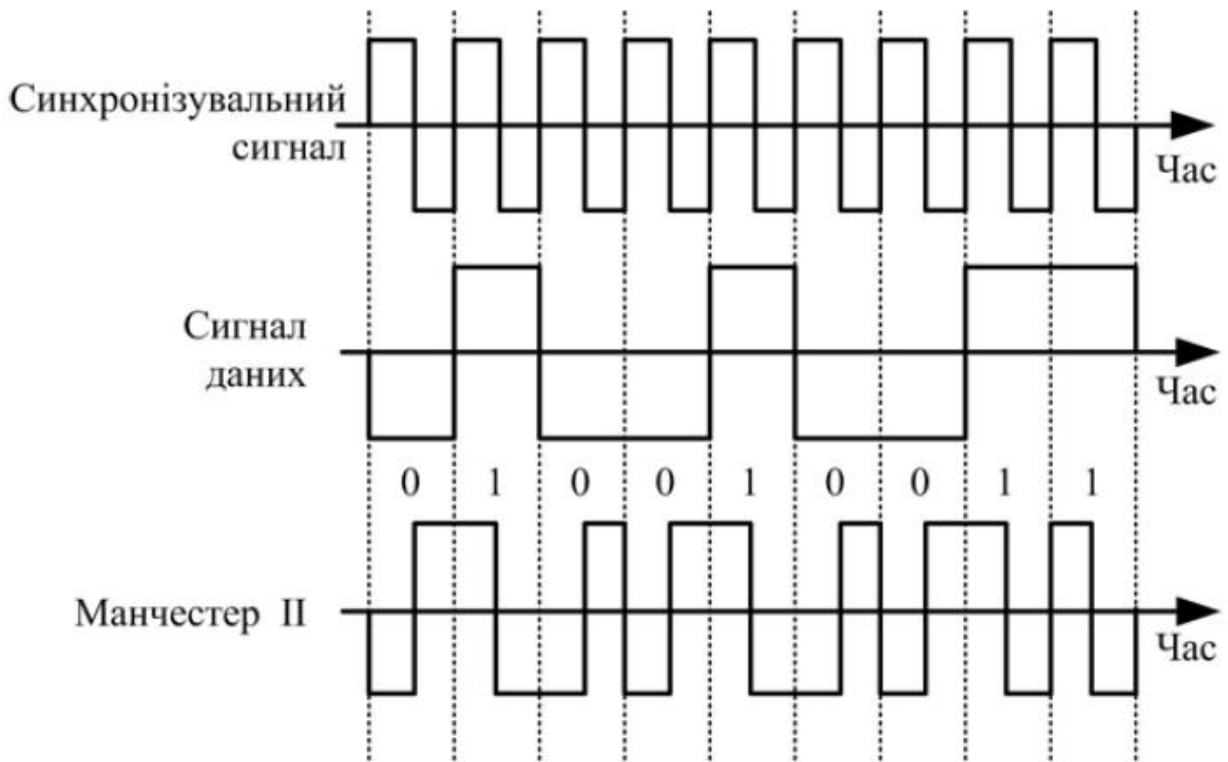


Рис. 11. Кодування інформації кодом «манчестер II»

Отриманий закодований сигнал передається через проводів з'єднання: через один провід – у звичайному вигляді, а через другий – в оберненому (рис. 12). Оскільки два проводи прокладені разом, то відповідно завади діють на передавані сигнали однаково. У результаті дії цих завад у точці приймання обидва сигнали спотворюються однаково. Це дозволяє позбутися набутих сигналом завад за допомогою звичайного віднімання одного сигналу від іншого під час декодування (рис. 13).

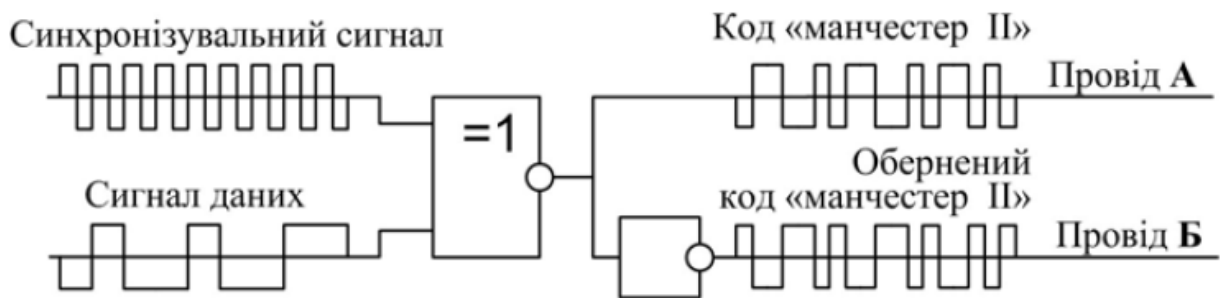


Рис. 12. Кодування за допомогою логічної операції XNOR

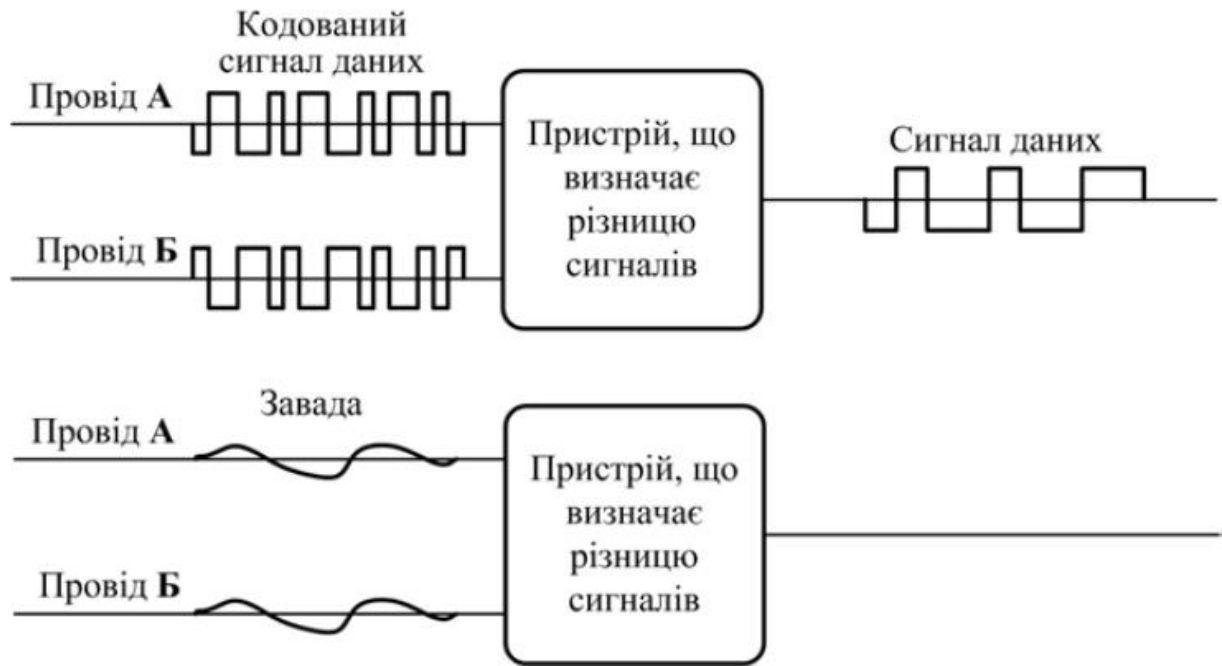


Рис. 13. Видалення завад у закодованому кодом «манчестер II» повідомленні

У MIL-STD-1553В інформація передається за допомогою 20-розрядних слів. Кожне цифрове слово складається із сигналу синхронізації, 16 інформаційних розрядів та розряду для контролю приймання інформації (перевіряється парність).

У MIL-STD-1553В використовуються три різні формати цифрових слів (рис. 14):

- командне цифрове слово;
- інформаційне цифрове слово;
- цифрове слово стану.

Сигнал синхронізації налаштовує приймач на приймання цифрового слова. Сигнал синхронізації займає три перші розряди у кожному форматі слова. Крім того, для різних форматів слів використовуються різні сигнали синхронізації (рис. 14).

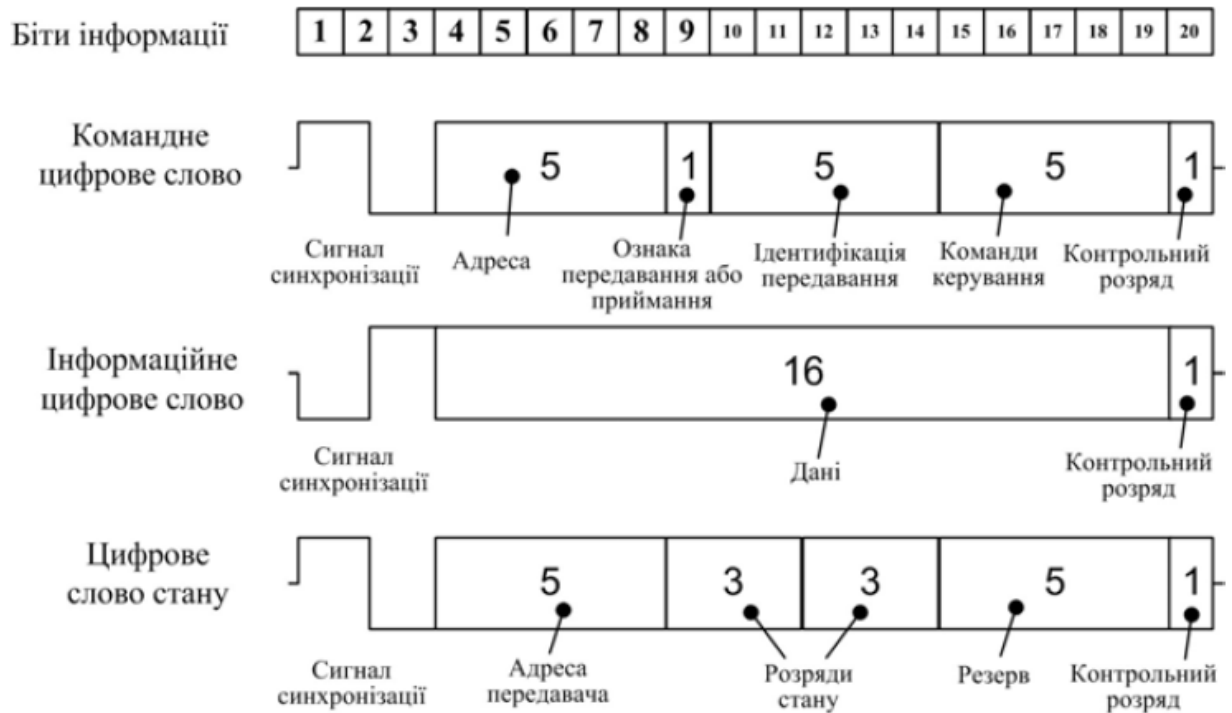


Рис. 14. Формати цифрового слова MIL-STD-1553B

Командне цифрове слово видається тільки контролером і містить усю необхідну інформацію для організації зв'язку між різними LRU. Розряди 4 – 8 містять адрес LRU, якому направлено цифрове слово. Адреса «11111» зарезервована і використовується для ідентифікації широкомовного режиму. У розряді 9 передається ознака приймання або передавання. Він указує LRU, якому адресовано цифрове слово, що від нього вимагається: передавання інформації – «1» або приймання – «0».

Розряди 10 – 14 використовуються для ідентифікації інформації, що передається у наступних 5 розрядах. Якщо передаються «00000» або «11111», це означає, що у наступних розрядах передаються команди керування. В інших випадках ці розряди вказують, що далі буде передаватися підадреса для підсистеми, що обслуговується LRU.

Розряди 15 – 19 містять команди керування, які потрібні LRU для виконання деяких функцій або кількості цифрових слів, які необхідно прийняти або передати LRU.

Інформаційне цифрове слово може передаватися контролером або LRU. Воно починається з розрядів 1–3 синхронізації, що має вигляд оберненого коду «манчестер». У розрядах 4 – 19 містяться передавані дані. Інформаційні дані, що складаються з більшої кількості бітів (понад 16), передаються послідовно за допомогою декількох або більше слів.

Цифрове слово стану передається лише LRU і використовується для відображення стану LRU та результату приймання або передавання інформації LRU. Розряди 4–8 містять адресу LRU, що передає це слово.

Розряди 9–11 та 15–19 – це розряди стану LRU, а розряди 12–14 зарезервовані і не використовуються (завжди нуль).

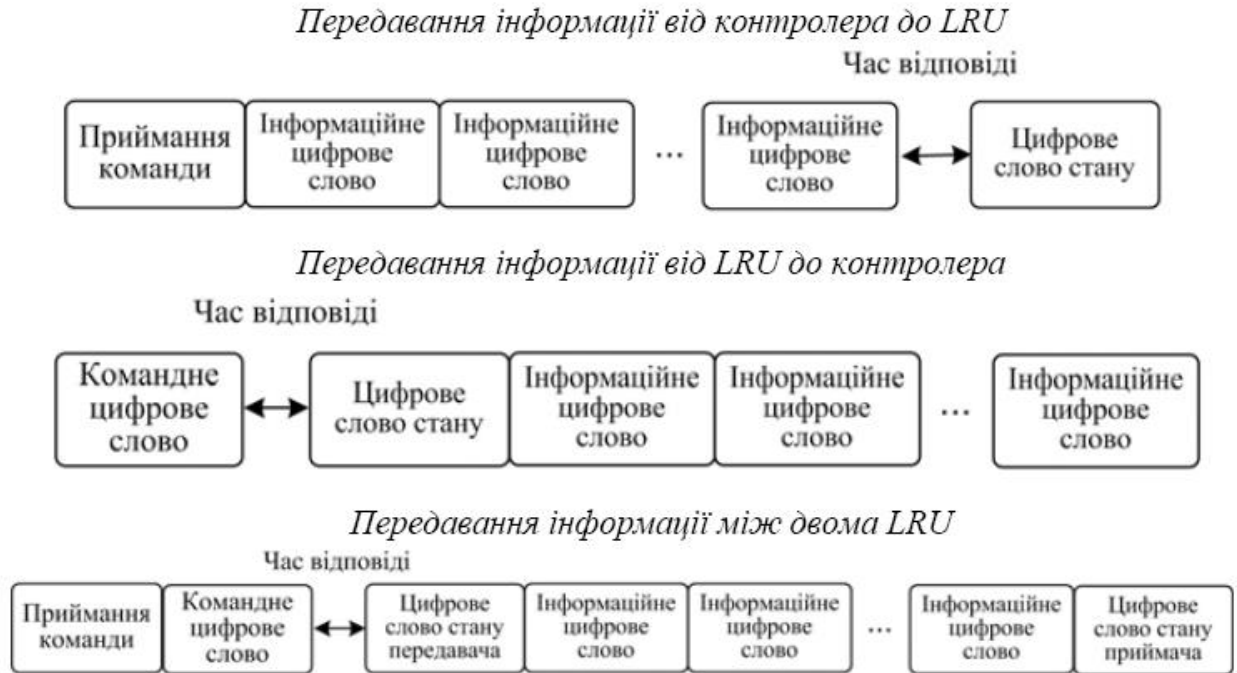


Рис. 15. Принцип передавання даних MIL-STD-1553B

Під час організації передавання даних між контролером і будь-яким LRU та у зворотному напрямку інформація розбивається на частини по 16 біт і передається 1 – 32 інформаційними цифровими словами залежно від розміру даних.

Дані від одного LRU до іншого передаються напряму, проте під наглядом контролера.

Дані у широкомовному режимі від контролера або від одного з LRU до всіх інших LRU передаються аналогічно, проте без використання цифрового слова стану (рис. 16).



Рис. 16. Передавання даних у широкомовному режимі

Під час передавання даних від одного LRU до всіх інших видається тільки цифрове слово передавача. Цифрові слова приймачів у цьому випадку не видаються.

4. Стандарт ARINC 629.

ARINC 629 являє собою стандарт на організацію DDB, орієнтованого на забезпечення зв'язку типу «одне джерело – багато приймачів» та «багато передавачів – багато приймачів». Він розроблений для застосування під час побудови літаків цивільної авіації. Уперше був використаний у 1989 р. під час побудови Boeing 777.

ARINC 629 – це швидкісний DDB на відміну від ARINC 429, який забезпечував швидкість передавання інформації 100 кбіт/с.

Швидкість передавання даних ARINC 629 становить 2 Мбіт/с, що у 20 разів швидше від ARINC 429 та у два рази швидше ніж MIL-STD-1553B.

Принцип організації зв'язку ARINC 629 аналогічний до MIL-STD-1553B. Окремі модулі приєднуються до загальної шини передавання даних. Загалом ARINC 629 підтримує підключення до 128 окремих LRU до однієї шини даних. Крім того, для забезпечення надійності шини передавання даних резервуються двократно чи навіть трикратно для особливо важливих систем ПК (рис. 17).

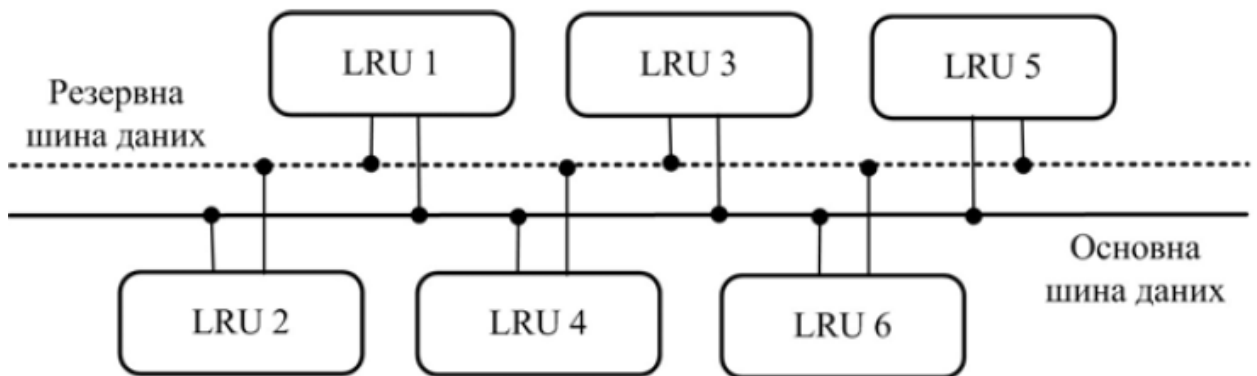


Рис. 17. Структура ARINC 629

До однієї шини даних можна підключати до 128 LRU, проте кожен з LRU може мати власну підмережу, що охоплює, наприклад, певну підсистему ПК (рис. 18).

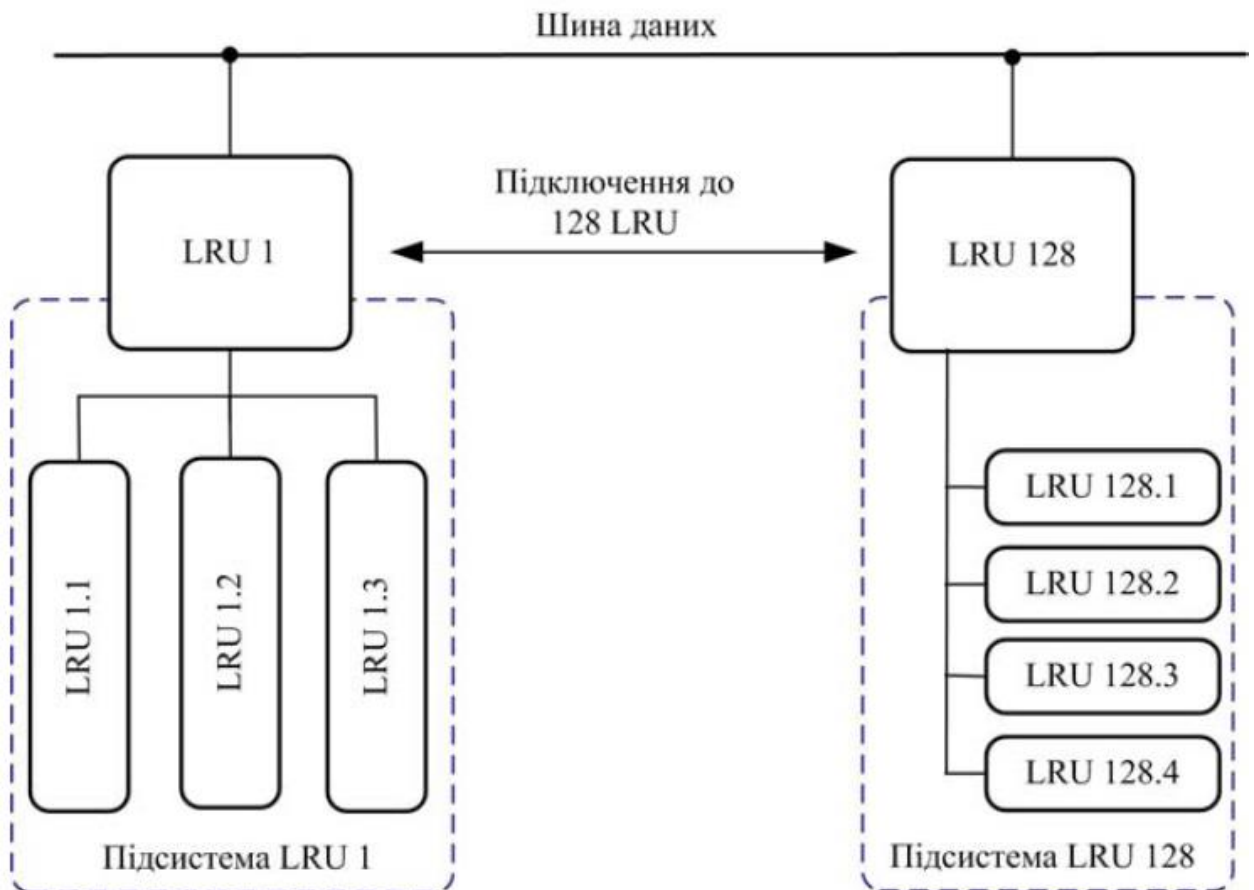


Рис. 18. Побудова зв'язків у ARINC 629

На відміну від MIL-STD-1553B ARINC 629 не має контролера шини як окремого блока. Функцію контролю виконує спеціальний блок зв'язку (виконаний у вигляді мікросхеми), що інтегрується в кожний LRU. Доступ до шини передавання даних забезпечується відповідно до часової концепції. При цьому кожному LRU у мережі виділяється певний проміжок часу, протягом якого йому надається можливість передавати інформацію у шину даних. Відповідно до вказаної адреси наявну інформацію у шині даних приймає лише той LRU, якому вона адресована.

Цифрове повідомлення ARINC 629 (рис. 19) складається із цифрових рядків, загальна кількість яких може змінюватись до 31.

Кожний цифровий рядок складається з назви та певної кількості цифрових слів (до 256 цифрових слів у одному цифровому рядку).

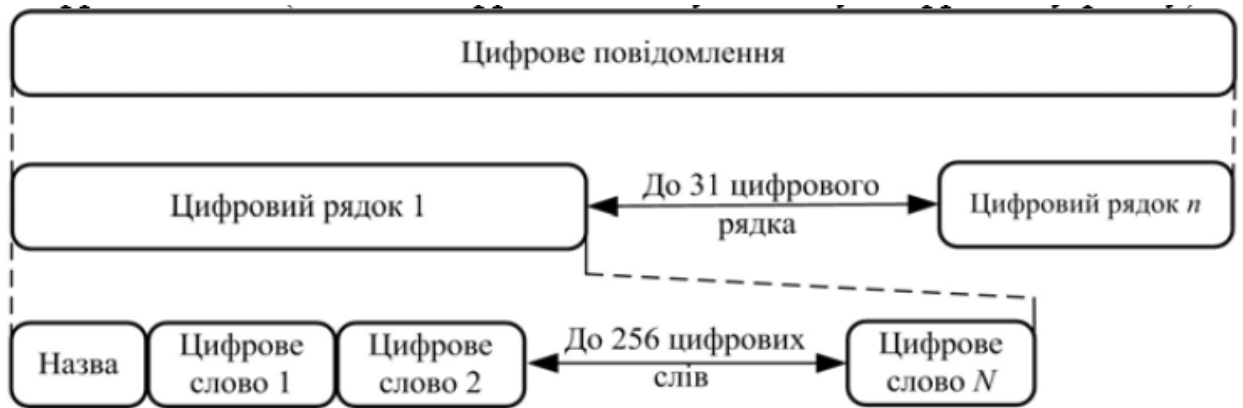


Рис. 19. Будова повідомлення за ARINC 629

Будова цифрового слова може бути різною залежно від передаваної інформації.

Дані за ARINC 629 можуть передаватися або за основним, або за комбінованим протоколом. Простий приклад передавання інформації за ARINC 629 у мережі з трьох LRU (LRU1, LRU2, LRU3) за основним протоколом показано на рис. 20.

Кожний з LRU має однаковий інтервал передавання інформації, визначений конфігурацією системи (0,5–64 мс), який починається завжди, коли LRU передає повідомлення (П). Повідомлення містить унікальну назву модуля (НМ), різну для кожного LRU.

Назва модуля передається щоразу перед початком нового інтервалу передавання або після синхронізації. Сигнал синхронізації (С) однаковий для всіх LRU і видається по завершенні передавання повідомлення останнім LRU.

У межах кожного циклу передавання інформації черговість видачі інформації у шину даних устанавлюється заздалегідь.

Загальну черговість усіх LRU записано у внутрішній пам'яті кожного з блоків керування LRU. Після передавання повідомлення (П) першим LRU, наступний за чергою LRU видає свою НМ, за якою передається його повідомлення П і так далі.

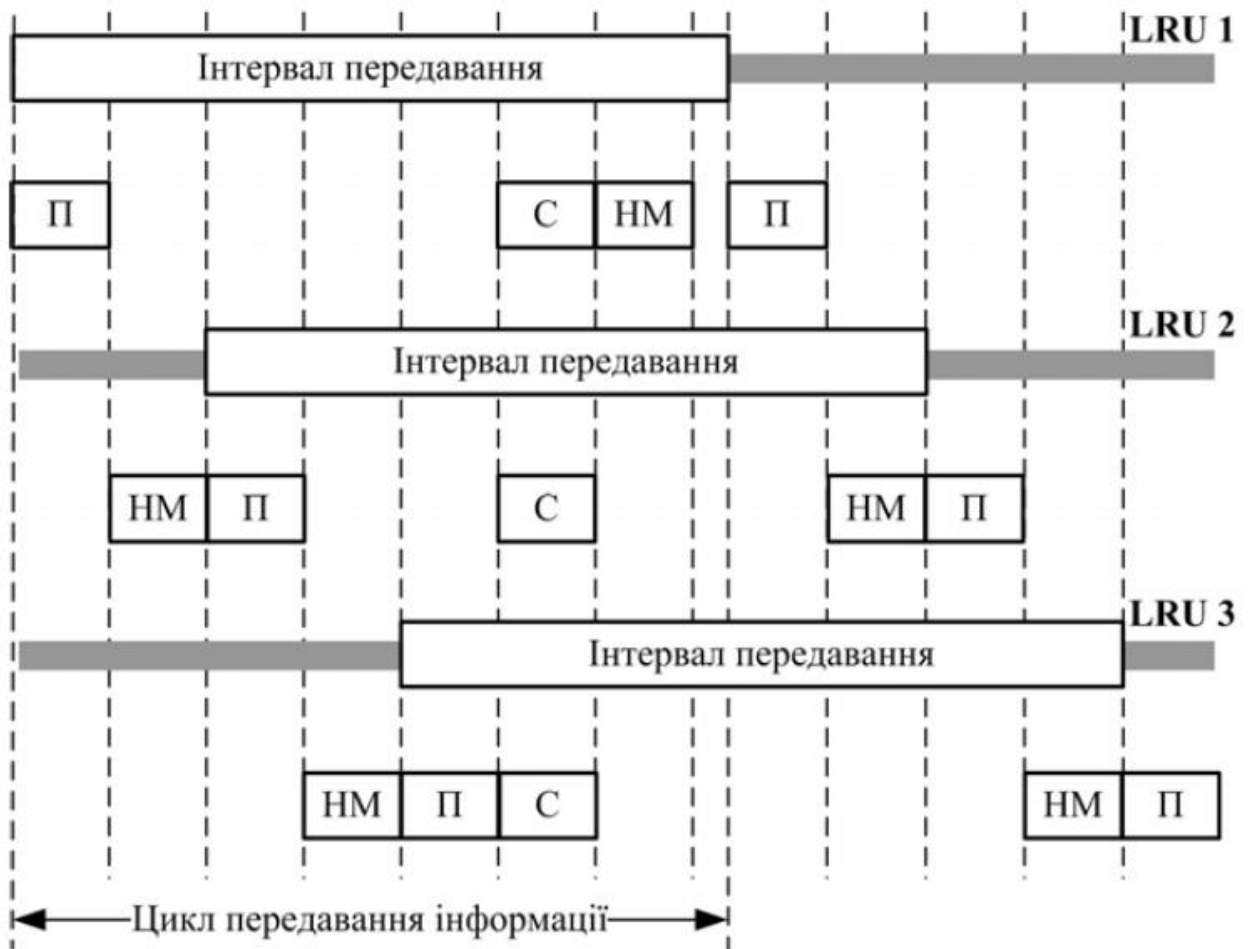


Рис. 20. Передавання повідомлень за ARINC 629

Підвищена швидкість передавання даних та більш технологічна гнучкість ARINC 629 надають йому більше переваг порівняно з ARINC 429 у побудові бортових DDB для ПК цивільної авіації.

Запитання для перевірки

1. Які вимоги ставляться до каналів інформаційного обміну ПК?
2. Назвіть основні типи цифрового передавання інформації між блоками авіоніки.
3. Яка будова цифрового слова за ARINC 429?
4. Яку функцію виконує контролер шини у MIL-STD-1553B ?
5. Яку кількість LRU можна з'єднати між собою за допомогою MIL-STD-1553B ?
6. Яке кодування використовується для передавання даних у MIL-STD-1553B ?
7. Які формати цифрових слів використовує MIL-STD-1553B ?
8. Яка структура цифрового повідомлення за ARINC 629?
9. Поясніть функцію контролера шини за ARINC 629.