

Використання Ethernet-технологій у системах інформаційного обміну підводної техніки

Автори: Д.В. Костенко, к.т.н., доцент; В.В. Трибулькевич, С.Л. Трибулькевич, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

В наш час практично неможливо уявити обладнання яке би не використовувало сучасні Інтернет та Ethernet технології для передачі даних. Ethernet мережі знайшли застосування практично у всіх сферах: у промисловості, автомобілебудуванні, керуванні рухомими об'єктами та ін., не виключенням становляться і системи інформаційного обміну підводної техніки. Впровадження сучасних технологій передачі даних значно розширює їхні можливості у якості та зручності систем відображення інформації, а також у можливості дистанційного керування через мережу Інтернет. При проектуванні нової техніки можливість підключення до мережі Інтернет може бути закладена ще на етапі проектування, а при модернізації вже існуючої техніки підключення до мережі Ethernet може бути реалізовано шляхом використання перетворювачів TTL (UART) – Ethernet, при цьому практично неважливо який протокол інформаційного обміну використовується на борту підводного апарату.

Ethernet з'явився більше 30 років тому. У теперішній час під Ethernet ро-зуміють сімейство продуктів для локальних мереж, які відповідають стандарту IEEE 802.3. Промисловому застосуванню стандарту довгий час заважав метод випадкового доступу до мережі, що не гарантував доставку повідомлення в коротке й заздалегідь відомий час. Однак це проблема була вирішена застосуванням комутаторів.

Структурна схема перетворювача Ethernet – RS232/RS485/CAN наведена на рис. 1.

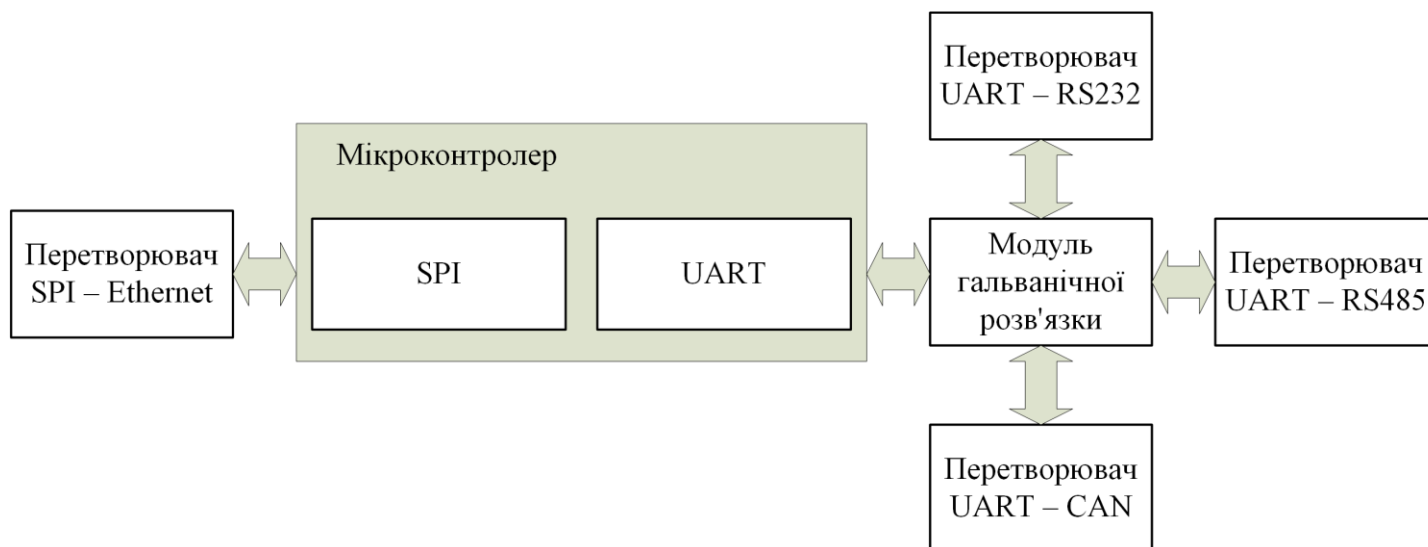


Рисунок 1 – Структурна схема перетворювача Ethernet – RS232/RS485/CAN

Конструкція перетворювача є модульною та дозволяє використовувати вихідні інтерфейси такі як RS232, RS485, CAN для стикування з обладнанням. Технології фізичного та канального реалізує спеціалізована мікросхема ENC28J60 – Ethernet-адаптер (простіше кажучи, «мережева карта») на одному чипі, розроблений компанією Microchip. Мікросхема не вимагає для роботи багато обв'язки із зовнішніх компонентів, до МК підключається за допомогою SPI, повністю відповідає специфікації IEEE 802.3. Функції прикладного, представлення, сеансового, транспортного та мережевого рівнів реалізує програмне забезпечення мікроконтролера. Стеки протоколів TCP/IP для 8-розрядних мікроконтролерів реалізовані для Microchip PIC18. Відмінність цієї реалізації від існуючих полягає в тому, що вона виконана на C. [1]

Програмні коди та документація з реалізації стека TCP/IP на мікроконтролері Microchip PIC18 доступні на сайті компанії. [2] Як можна бачити з документації та вихідних кодів, проект був розроблений однією людиною за досить короткий час. Також позитивною властивістю цієї реалізації є те, що проект може бути зібраний як MPLAB C18, так і HT-SOFT PIC18 компіляторами. Тобто в даному випадку є певна переносимість та незалежність від засобів розробки, що надаються виробником чіпів. Слід зазначити, що на відміну від більшості складних проектів, що поставляються виробниками мікросхем як «application note», стек протоколів від Microchip не містить помилок і файл (прошивка), що виконується, збирається без проблем. Вихідний текст супроводжується докладним та зрозумілим документом [2], що містить пояснення принципів роботи мережевих протоколів, опис особливостей реалізації та опцій конфігурації для реалізації різних мережевих протоколів та додатків. [1]

Принципова схема перетворювача Ethernet – SPI показана на рис. 2. В основу схеми покладено ENC28J60 – Ethernet-адаптер (простіше кажучи, «мережева карта») на одному чипі, розроблений компанією Microchip. Живлення мікросхеми – 3.3 В. Для роботи від 5 В використовується лінійний стабілізатор на мікросхемі DA1. Вибір напруги живлення модуля виконується за допомогою перемикача на рознімачі XP1. Модуль A1 – спеціальні Ethernet-фільтри (Ethernet magnetics). Являють собою систему з кількох котушок на феритових кільцях. Вони потрібні для розв'язки та захисту від статички. ENC28J60 автоматично визначає полярність підключених світлодіодів. Причому полярність світлодіода, підключеного до виводу LEDB впливає на дуплексний режим роботи мікросхеми. Якщо світлодіод підключено катодом до мікросхеми, ENC28J60 ініціалізується в повнодуплексному режимі. Відповідно, якщо підключений анодом – то в напівдуплексном. Якщо світлодіод не підключений – стан не визначено. Втім, дуплексний режим можна змінити при ініціалізації.

Лінії даних ENC28J60 є 3,3-вольтовими, проте входи мікросхеми сумісні з 5-вольтовими TTL рівнями. При роботі з 5-ти вольтовими контролерами сигнали від мікроконтролера до ENC28J60 подаються напряму, а від ENC28J60 до мікроконтролера через перетворювач рівнів на 8-розрядному прийомо-передавачі шини DD3.

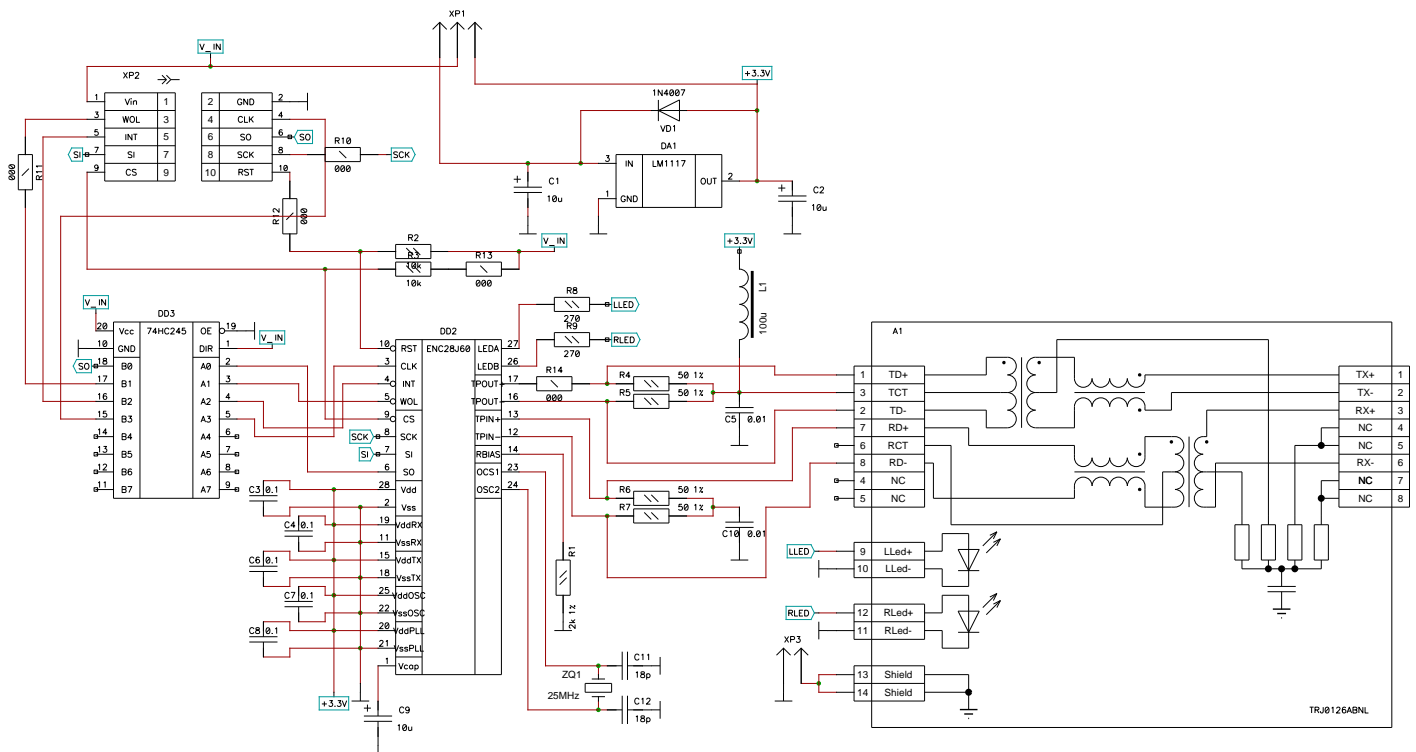


Рисунок 2 – Модуль SPI – Ethernet

Принципова схема мікроконтролерного модуля наведена на рис. 3. У якості мікроконтролера DD1 використовується контролер Microchip розширеної серії МК PIC18F25K22. Основним критерієм вибору є присутність двох модулів приймачів-передавачів USART.

Роз'єм XP1 використовується підключення модулів прийму-передачі даних по інтерфейсах, що використовуються для зв'язку з обладнанням.

Рознімання XP7 призначене для підключення модуля SPI – Ethernet. До мікроконтролера підключені лінії обміну даними SO, SI, SCK; лінії сигналів керування модулем CS, RST; а також виходи переривань WOL та INT.

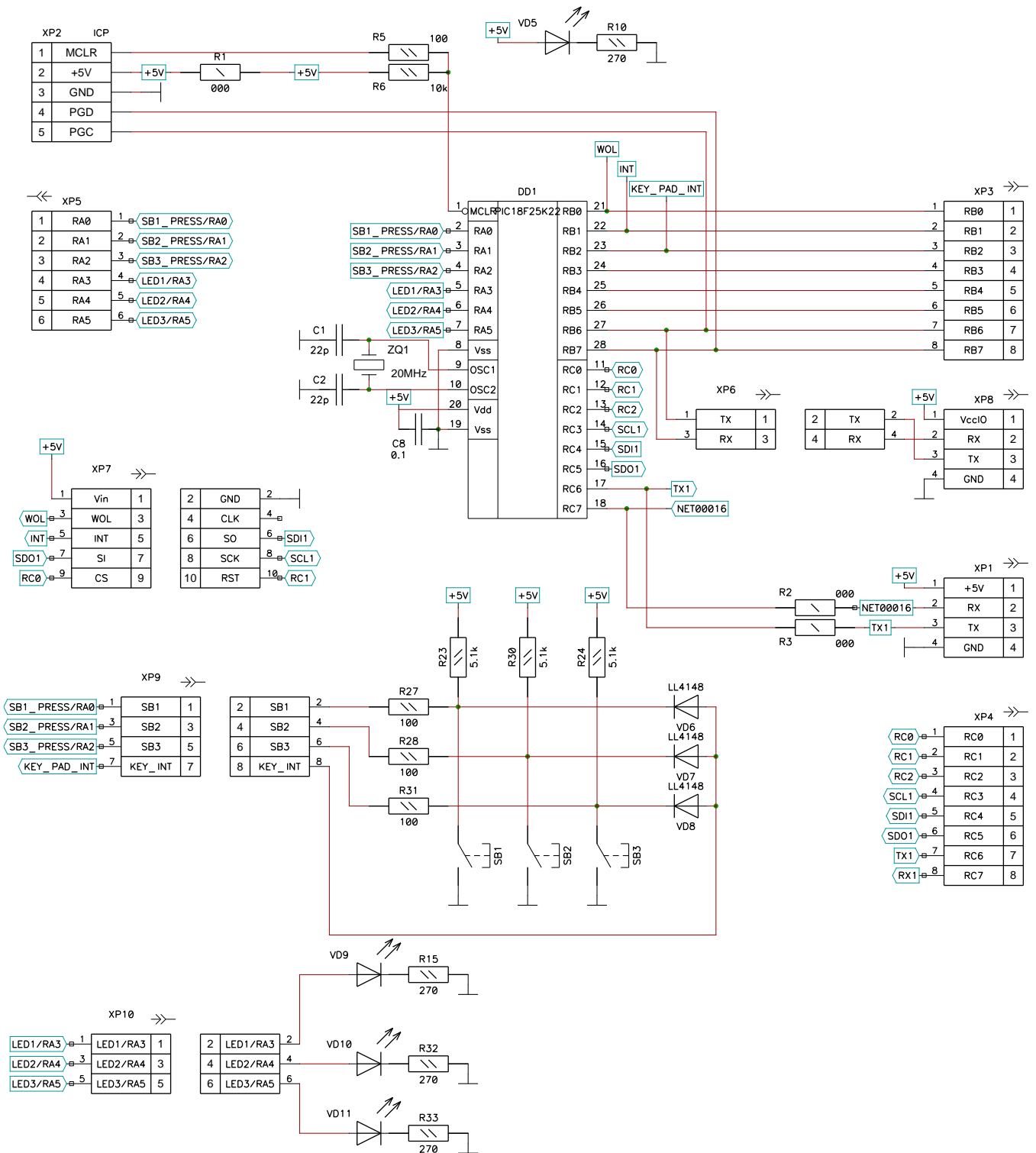


Рисунок 3 – Принципова схема мікроконтролерного модуля

Для перемикання режимів роботи використовується клавіатура. При натисканні кнопки генерується переривання INT2 мікроконтролера. Для індикації режимів використовуються світлодіоди VD9 – VD11. Світлодіод VD5 сигналізує подачу живлення в схемі. Якщо клавіатура

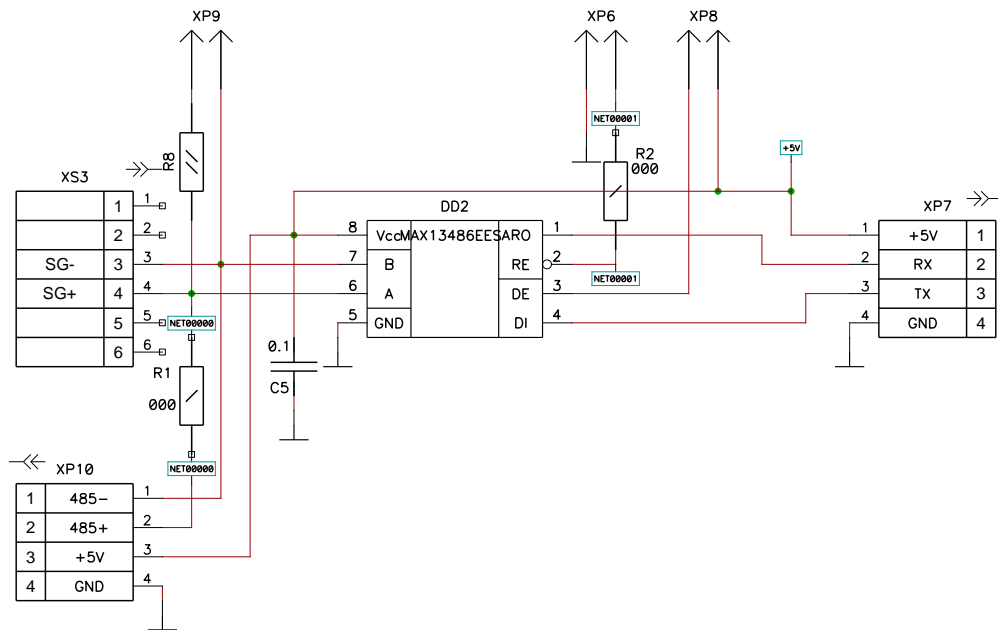


Рисунок 5 – Модуль UART – RS485

Принципова схема модуля UART – CAN наведена на рис. 6.

У якості перетворювача рівнів використовується мікросхема MCP2551. Живлення та дані передаються через рознімання XP7. Для погодження лінії використовується резистор R8: якщо пристрій є кінцевим, то необхідно встановити перемичку на рознімання XP9.

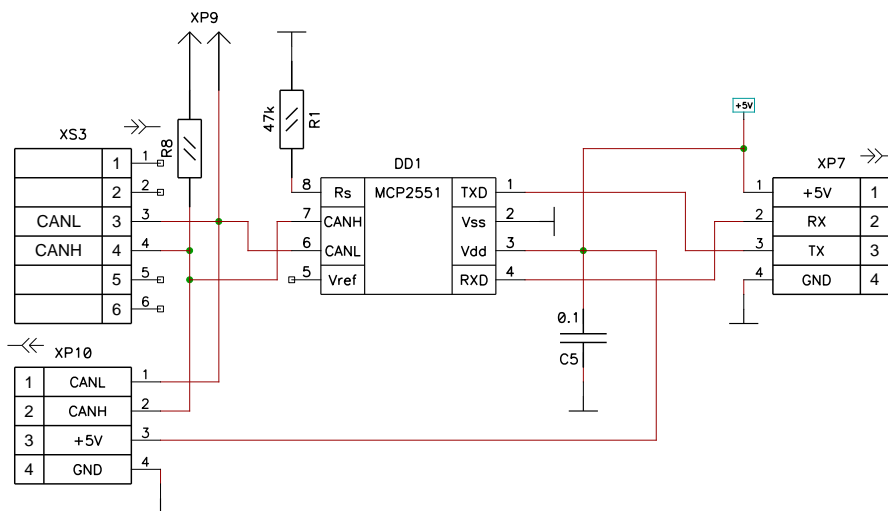


Рисунок 6 – Модуль UART – CAN

Принципова схема модуля гальванічної розв'язки наведена на рис. 7.

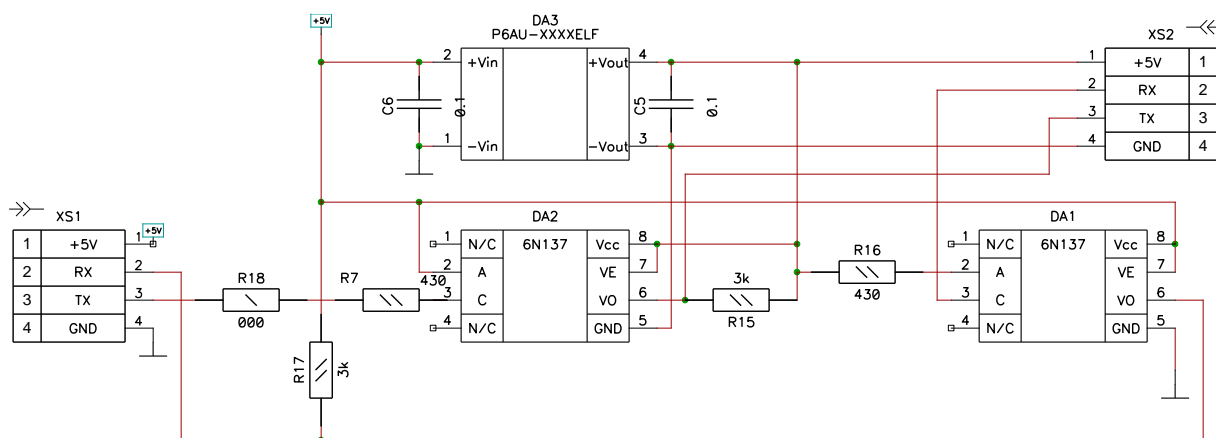


Рисунок 7 – Модуль гальванічної розв'язки

На мікросхемі DA3 реалізована гальванічна розв'язка по лініях живлення. Розв'язка по лініям даних реалізована на оптопарах DA1 та DA2. Так як оптопари 6N137 мають вихід з відкритим колектором використовуються резистори R15, R17, що підтягують вихід оптопари до +5 В.

Програмна частина реалізована на основі стека TCP/IP на мікроконтролері Microchip PIC18. Програмне забезпечення реалізує функції TCP Server, до якого підключається TCP клієнт, який реалізовано програмно на ПК. У сукупності програмно-апаратне забезпечення являє собою так званий Ethernet to Serial bridge.

При розробці нових екземплярів підводної техніки інформаційну частину програмного забезпечення на стороні ПК може бути реалізовано шляхом впровадження функцій TCP клієнта. Якщо модернізується вже існуючі підводні апарати, то програмне забезпечення для ПК може бути вже написаним та використовувати фізичні послідовні порти ПК для вводу-виводу. У даному випадку інформаційний обмін може бути реалізовано шляхом використання спеціалізованих драйверів віртуальних послідовних портів. Шляхом тестування подібного програмного забезпечення визначено, що найбільш функціональним є Null-modem emulator [3] це драйвер віртуального послідовного порту Windows, який працює в режимі ядра (kernel-mode driver), з відкритим вихідним кодом, доступний під захистом ліцензії GPL. Null-modem emulator дозволяє створювати необмежену кількість пар віртуальних COM-портів. Кожна пара COM-портів складається з двох COM-портів, віртуально з'єднаних один з одним каналом даних. Вихід одного COM-порту пари з'єднується з входом іншого COM-порту пари, і навпаки. Отже, можна використовувати будь-яку пару для з'єднання будь-якої однієї програми, розрахованої

на роботу з COM-портом, з іншим додатком, що також працює з COM-портом, і вони будуть передавати дані один одному. Єдиним знайденим недоліком даного програмного забезпечення є відсутність цифрового підпису драйверів, що ускладнює встановлення у сучасних операційних системах.

Для тестування стабільності роботи було зібрано стенд з обладнання, що використовує послідовний інтерфейс для інформаційного обміну. На стороні ПК за зв'язок відповідають 3 пари послідовних портів, об'єднаних одним концентратором (рис.8):

- Пара COM3-TCP відповідає за зв'язок з обладнанням. 172.24.10.12 – IP адреса перетворювача Ethernet – RS232;
- Пара COM5-Software призначена для опитування та видачі параметрів за допомогою існуючого програмного забезпечення;
- Пара COM7-Terminal Software призначене для діагностики за будь-якого термінального ПЗ, наприклад, Putty.

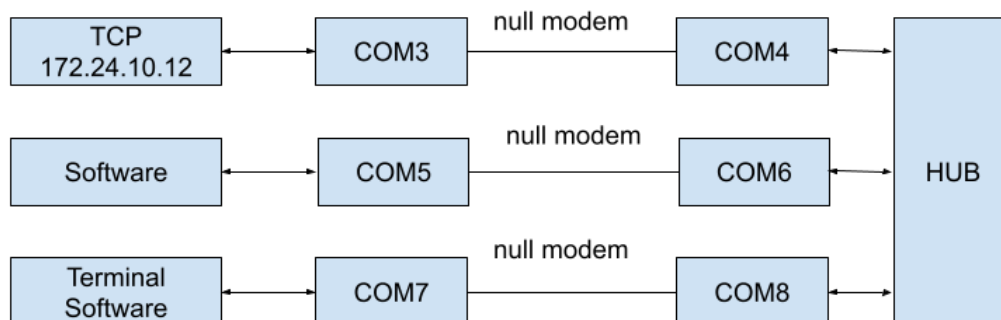


Рисунок 8 – Схема послідовних портів

Комерційна експлуатація даного обладнання у режимі 24/7 на протязі декількох тижнів показала роботоспроможність даної схеми, стабільність виводу параметрів у стандартне програмне забезпечення для ПК, широкі можливості по маршрутизації потоків даних між віртуальними послідовними портами та можливість перехвату потоку даних, його аналізу та передачі у інше програмне забезпечення, відмінне від стандартного.

Висновки: Розроблено простий та функціональний перетворювач інтерфейсів Ethernet – RS232/RS485/CAN, що може бути використаний як для розробки нових систем керування підводними апаратами, так і для модернізації вже існуючих систем. Широкі можливості маршрутизації потоків даних віртуальних послідовних портів надають гнучкі інструменти розробки та налагодження програмного забезпечення. Універсальність платформи дозволяє її використання у системах віддаленого керування промисловим обладнанням, у діагностиці автомобільних бортових систем, у системах передачі даних від торгівельного обладнання та ін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Емец, С. (2003) Реализация стека TCP/IP на микроконтроллере Microchip PIC18. Компоненты и технологии, 3.
- [2] Nilesh Rajbharti. (2002) The Microchip TCP/IP Stack. Application Note 833. Відновлено з <https://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/00833b.pdf>
- [3] Null-modem emulator (com0com). Відновлено з <http://com0com.sourceforge.net/>