

І. О. ВОРОНЦОВ, магістрант, О. К. ДАНИЛЕЙКО, Г. В. КОЛОМІЦ, старші викладачі,
Ж. Г. РОЖНЕНКО, канд. техн. наук., доц.
Криворізький національний університет

ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖЕВОГО ПРОТОКОЛУ *MODBUS* В МЕРЕЖАХ З МІКРОКОНТРОЛЕРАМИ *STM32* ТА *ESP32*

Наразі, неможливо уявити мікропроцесорну систему без використання в ній локальної мережі. Одним з найбільш поширених протоколів локальних мереж промислової автоматики є протокол *Modbus*.

В сучасних мікропроцесорних системах (особливо в вбудованих) широко використовуються мікропроцесори *STM32*, лінійка яких дуже велика та має великий діапазон пам'яті, швидкодії, периферійних пристроїв тощо. Але на наш погляд, недоліком цих контролерів є відсутність як інтерфейсу *Ethernet* та *RS485* так і вбудованого мережевого протоколу *Modbus*.

З метою підвищення практичної підготовки майбутніх фахівців з електроенергетики та електромеханіки на кафедрі електромеханіки Криворізького національного університету був розроблений стенд присвячений використанню мережевого протоколу *Modbus TCP*. Стенд складається з досить поширеної та відомої макетної плати «*BlackPill*» на основі мікроконтролера *STM32F411CEU*, з наступними характеристиками: частота – до 100 МГц; ПЗП – 512 кБ; ОЗП – 128 кБ; таймери – 11 таймерів + *RTC*; АЦП: 12-bit 2.4 MSPS.

Оскільки плата «*BlackPill*» не має інтерфейсу *Ethernet*, використовується зовнішній *Ethernet* модуль *ENC28J60*. Модуль не має вбудованого стеку протоколу *TCP/IP* і тому він реалізований програмно. Також програмно реалізовано і протокол *Modbus TCP*. Для виводу на термінальну програму, яка працює на комп'ютері (ПК) використовується послідовний інтерфейс *USART*. В зв'язку з відсутністю *COM* порту на ПК використано зовнішній перетворювач *USB/UART*.

Мережевий зв'язок організовано між «*BlackPill*» та програмованим логічним контролером Овен ПЛК-100. «*BlackPill*», ПЛК-100 та ПК під'єднані до маршрутизатора (роутера), який в даному випадку працює як комутатор.

Для перевірки роботи реалізовані програми зв'язку між ПЛК-100 (*Master*) та «*BlackPill*» (*Slave*). Програма для ПЛК створена у середовищі *CoDeSys*. Програма для «*BlackPill*» створена з використанням бібліотеки *HAL*, конфігуратору *STM32CubeMX* та середовища програмування *Keil uVision (MDK-ARM)*.

Наразі, все більше поширення має мікропроцесор *ESP32* (*ESP8266*, *ESP8266 NodeMcu*), який має вбудований модуль *Wi-Fi* та підтримує стеку протоколу *TCP/IP*, що дозволяє реалізувати протокол *Modbus TCP* без додаткових програмних модулів. Стенд містить плату, *ESP8266 NodeMcu*, яка по мережі *Wi-Fi* підключена до роутера.

Для перевірки роботи розроблені програми зв'язку між ПЛК-100 (*Master*) та *ESP8266 NodeMcu* (*Slave*). Програма для ПЛК створена у середовищі *CoDeSys* і не відрізняється від попередньої розробленої для зв'язку ПЛК-100 та «*BlackPill*».

Програма для *ESP8266 NodeMcu* розроблена в середовищі *Arduino IDE*, в яке необхідно додати відповідну плату та бібліотеки.

Список літератури

1. Pete's Pages ARM Assembly Language Programming — Chapter 2. Inside the ARM M3. [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу: <http://www.peter-cockerell.net/aalp/html/ch-2.html>.
2. The Insider's Guide To The STM32 ARMBased Microcontroller Hitex (UK) Ltd. [Електронний ресурс]. – 2008. – Режим доступу: <http://www.emcu.it/InsideCORTEX-1221142709.pdf>
3. STM32L4 Ecosystem CubeMX Tool. [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу: https://www.st.com/content/ccc/resource/technical/product_training/17/8e/5a/35/36/4e/4e/27/STM32L4_Ecosystem_CubeMX_Tool.pdf/files/STM32L4_Ecosystem_CubeMX_Tool.pdf/jcr:content/translations/en.STM32L4_Ecosystem_CubeMX_Tool.pdf