

УДК 621.923.42

## ПРОМИСЛОВА КОМП'ЮТЕРНА МЕРЕЖА ETHERCAT

**Байда В. Д.**, здобувач вищої освіти групи РА-171  
 Науковий керівник: **Хоменко М. А.**, к.т.н., доцент  
 Національний університет «Чернігівська політехніка»

EtherCAT це стандарт промислової мережі, що відноситься до сімейства Industrial Ethernet. Він розроблений компанією Beckhoff. Шина EtherCAT має високу пропускну здатність (100 Мбіт/с) і високу швидкість реакції (одиниці мікросекунд для десятків пристроїв, що рознесені на десятки метрів).

Така швидкість роботи шини пов'язана з її принципом функціонування. Так, якщо в звичайній Ethernet мережі доступ до кожного пристрою відбувається за принципом запит-відповідь, то в EtherCAT кожний пристрій оброблює пакет «на льоту» і передає далі.

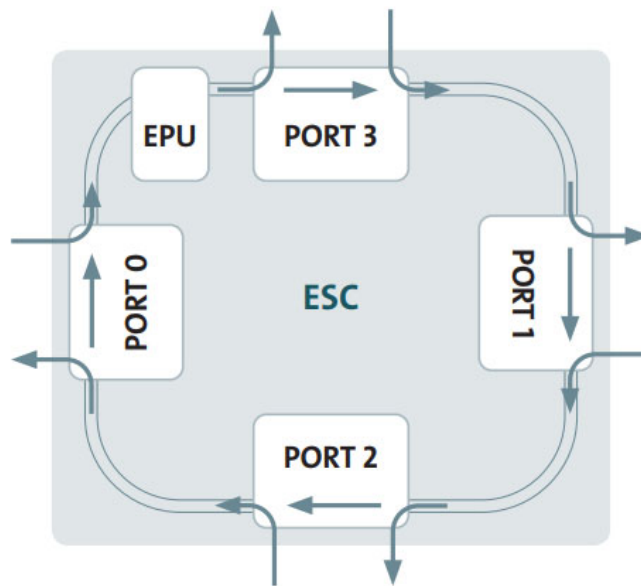


Рисунок 1 - Структура EtherCAT пристрою. [1]

Дані, що потрапляють на вхід пристрою (Порт 0), проходять обробку в EPU (EtherCAT Processing Unit), а далі передаються в наступні порти. В більшості випадків Порт 3 та Порт 2 не використовуються задля зниження собівартості пристрою. Але в деяких випадках використання додаткових портів дозволяє зробити мережу більш гнучкою та зручною.

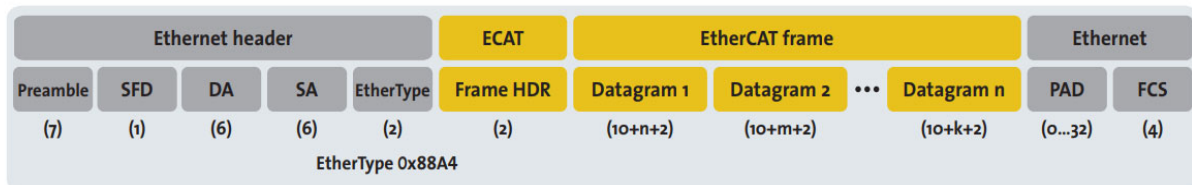


Рисунок 2 - Структура EtherCAT пакету. [1]

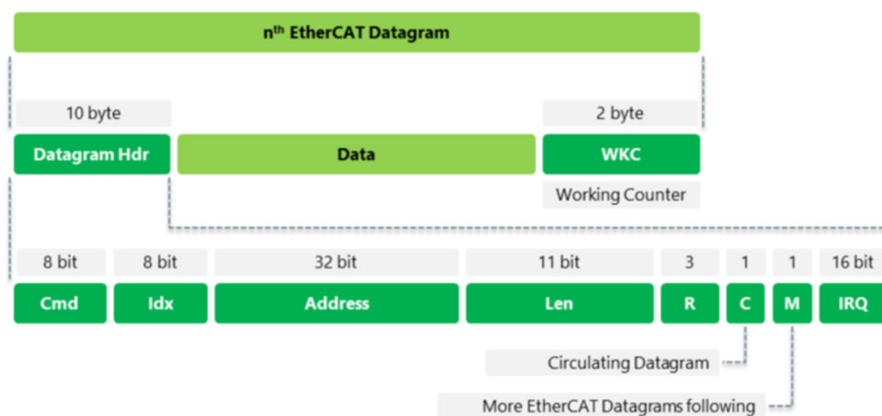


Рисунок 3 - Структура EtherCAT датаграми. [2]

На рис. 2 зображено структуру EtherCAT пакету. Він складається з даних EtherCAT, інкапсульованих в звичайний Ethernet пакет з унікальним EtherType (0x88A4). Сам EtherCAT кадр складається з певної кількості Датаграм. Вміст датаграми зображено на рис. 3. Цікавим є те, що кожна з датаграм має свій двобайтний working counter. Коли пристрій читає датаграму та записує в неї, він збільшує working counter на одиницю. Таким чином майстер шини може знати, скільки разів відбувався доступ до кожної датаграми.

Кожен з пристроїв має наступні модулі, що покращують функціонування мережі:

- SyncManager,
- Fieldbus Memory Management Unit (FMMU)
- Distributed Clocks (DC)

SyncManager'и вирішують проблему одночасного доступу до пам'яті (зі сторони МК та пакета з мережі). Можуть бути налаштовані на запис, або на читання. Мають 2 режими: mailbox та buffered.

MailBox реалізує функцію запит-відповідь поперх EtherCAT. Тобто поки ведений пристрій не записав дані, майстер не може їх читати. Або поки ведений пристрій не прочитав дані, майстер не може посилати нові дані.

Buffered працює за допомогою трьох буферів і реалізує доступ до останніх записаних даних (використовується для обміну швидкозмінними даними).

FMMU – це блок, який додає логічну адресацію. Адже для посилення команд слейвам зручніше використовувати логічну, а не фізичну адресацію.

DC – Синхронізація майстра зі веденими пристроями за допомогою спільного часу всієї мережі. Пристрої рахують затримки один відносно одного, завдяки чому можливо, наприклад, майже одночасно запустити багато двигунів.

### Список використаних джерел

1. EtherCAT Device Protocol [Електронний ресурс]. – режим доступу: [https://www.ethercat.org/download/documents/EtherCAT\\_Device\\_Protocol\\_Poster.pdf](https://www.ethercat.org/download/documents/EtherCAT_Device_Protocol_Poster.pdf), вільний.
2. EtherCAT для починаючих [Електронний ресурс]. – режим доступу: <https://habr.com/ru/post/516624/>, вільний.
3. EtherCAT Overview & OTG Introduction (Brochure) [Електронний ресурс]. – режим доступу: [https://www.ethercat.org/en/downloads/downloads\\_07CC7DD0539B4C0EB526ADD54BC25CD.htm](https://www.ethercat.org/en/downloads/downloads_07CC7DD0539B4C0EB526ADD54BC25CD.htm), вільний.