

CAN та CANOpen. Загальне представлення.

CANopen – мережна система, яка базується на CAN (1995)

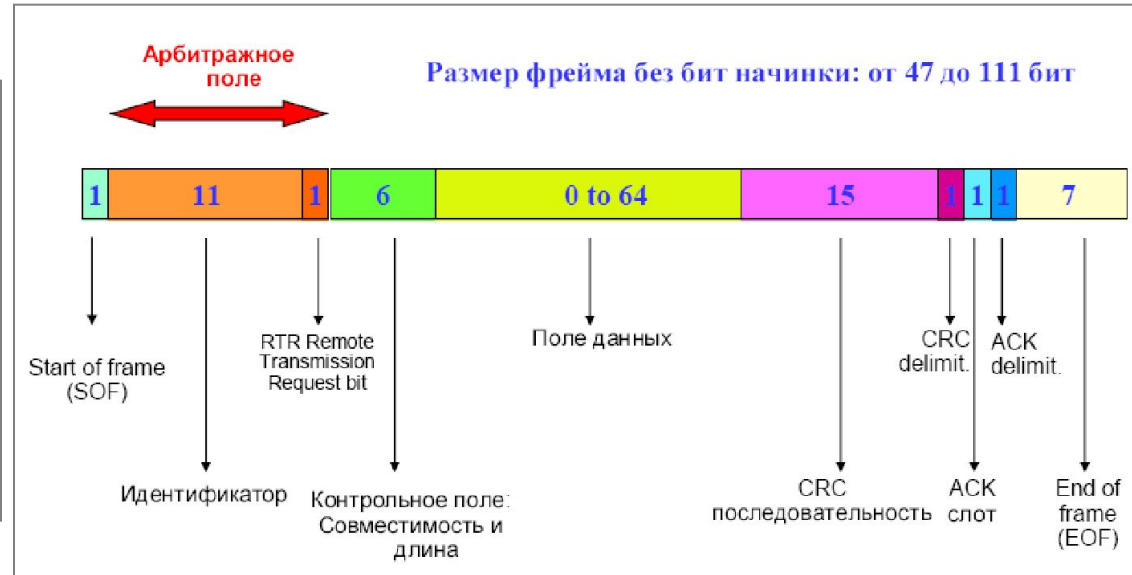
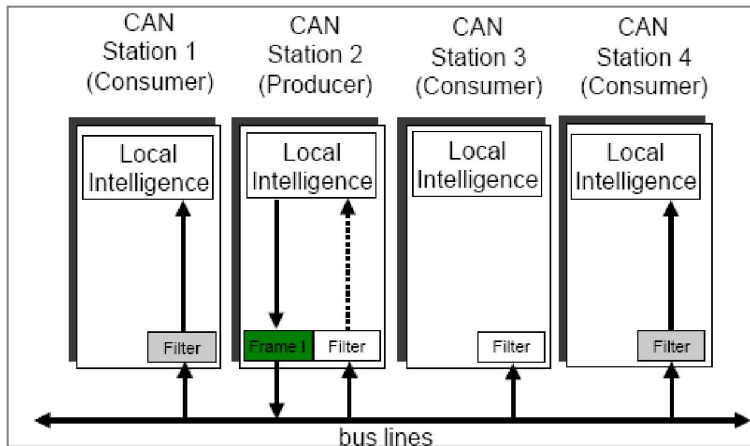
CAN (Controller Area Network) – послідовний комунікаційний протокол, описаний на каналному та частині фізичного рівня (виник в 80-х, потім стандарти BOSH CAN 2.0 A/B а також ISO 11898-1)

CAN протокол

- описує тільки частину фізичного рівня (наявність домінатного та рецесивного бітів, швидкості, синхронізація);
- відмінна обробка помилок, висока надійність
- один кадр - до 8 байт даних
- є базовим для мереж CANopen, DeviceNet, SDS, CAN Kingdom, SeleCAN, SAE J1939

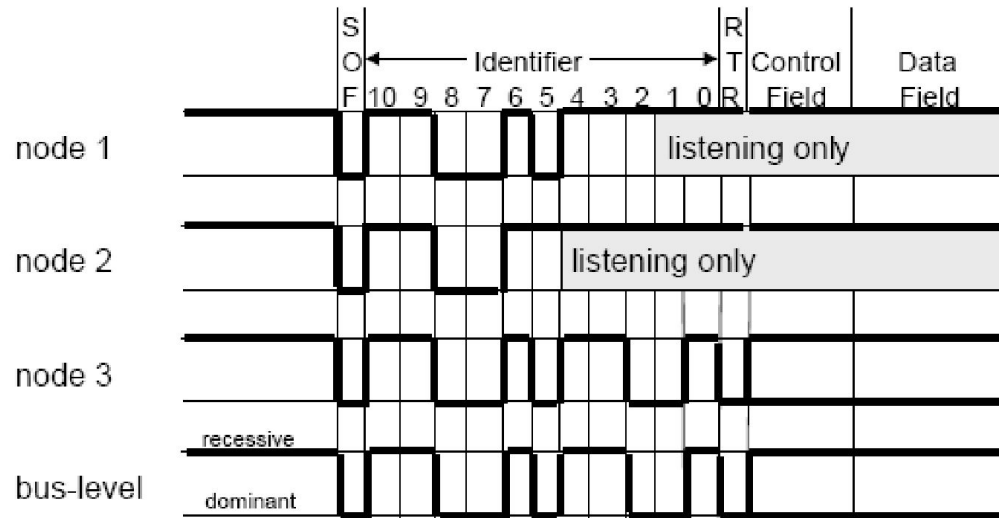
Канальний рівень CAN. Формування кадру (BOSH CAN 2.0A/B, ISO 11898-1)

режим широкомовлення, Виробник-Споживач (Producer/Consumer): довільний вузол відправляє кадр, фільтри налаштовані на потрібні ідентифікатори кадрів



- рівні бітів: домінантний та рецесивний, домінантний перебиває рецесивний;
- використовує формат кадру з 11-бітним ідентифікатором (29-бітний для BOSH CAN 2.0 B);
- поле арбітражу для вирішення колізій та ідентифікації;
- поле даних від 0 до 8 байт;
- ідентифікатор кожного типу повідомлення унікальний;

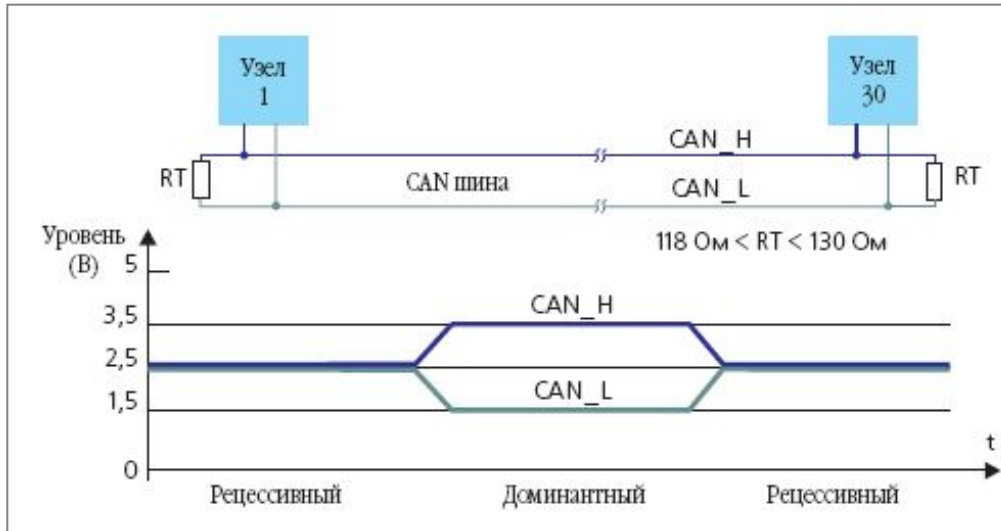
Канальний рівень. Метод доступу (BOSH CAN 2.0A/B, ISO 11898-1)



метод доступу – множинний, безколізійний Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection and Arbitration on Message Priority (**CSMA/CD + AMP** или **CSMA/CA**)

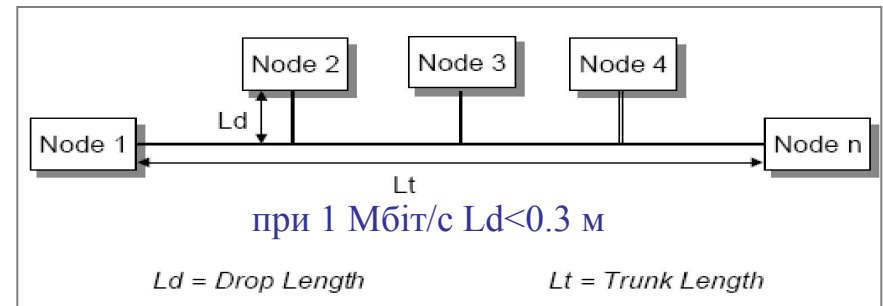
Комунікаційний Об'єкт (повідомлення) з найменшим COB-ID має найвищий пріоритет

Фізичний рівень (ISO 11898-2)



Bit Rate	Bus Length	Nominal Bit-Time
1 Mbit/s	30 m	1 μ s
800 kbit/s	50 m	1,25 μ s
500 kbit/s	100 m	2 μ s
250 kbit/s	250 m	4 μ s
125 kbit/s	500 m	8 μ s
62,5 kbit/s	1000 m	20 μ s
20 kbit/s	2500 m	50 μ s
10 kbit/s	5000 m	100 μ s

- симетрична (диференційна) передача по напрузі CAN_H між CAN_L, вита пара 120 Ом;
- можливість подачі живлення окремою парою проводів CAN_V+ GND;
- топологія – шина, с короткими відгалуженнями;
- довжина лінії до 1000 м;
- бітова швидкість від 10 кбіт/с до 1 Мбіт/с, підтримка пристроєм 20 Кбіт/с – обов'язкова;
- два термінальних резистори 120 Ом (108-132) в кінцях лінії;
- рівні для доміантного та рецесивного біта;
- максимум 64 пристрої на сегмент



CANOpen. Загальне представлення.

- розроблений і підтримується **CiA** (CAN in Automation <http://www.can-cia.de>)
- підтримує передачу даних, критичних по часу (до 8 байт на повідомлення)
- підтримує прямий доступ до параметрів приладів (>8 байт, декілька повідомлень)
- пристрої можуть обмінюватись між собою безпосередньо (Multimaster)
- наявність сервісів мережного менеджера (NMT-Master):
 - конфігурування, діагностика та управління помилками
- різні типи зв'язку:
 - циклічний (через певні кванти часу);
 - ациклічний синхронний та асинхронний зв'язок (визначається подіями)
- механізм пріоритетів – реальний час;
- для розподілених систем як пристрої I/O так і ПЛК, НМІ;

Архітектура пристроїв CANOpen в контексті OSI моделі



BOSH CAN 2.0 A/B (Robert BOSH) – 2 рівня OSI (канальний + частина фізичного)

CANopen (CiA - CAN in Automation) – 3 рівня + Словник Об'єктів + профілі пристроїв

ISO 11898-1 = BOSH CAN 2.0 A

ISO 11898-2 – (трансивери, швидкість, параметри ліній зв'язку)

CiA DRP 303 – стандарт на з'єднувачі

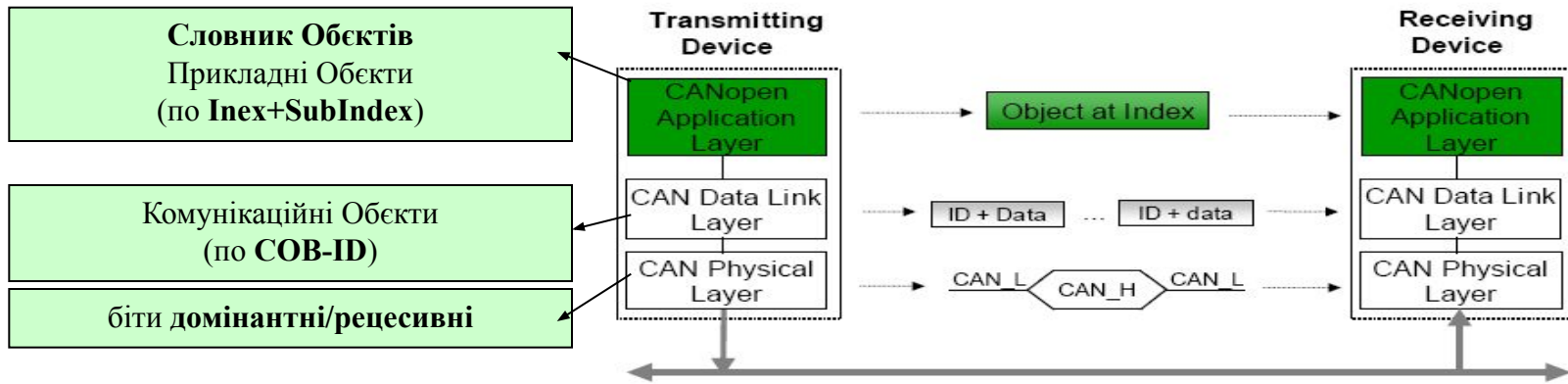
CiA DSP-40X – профілі пристроїв

PKIC-CANopen

-розр.: Пупена -

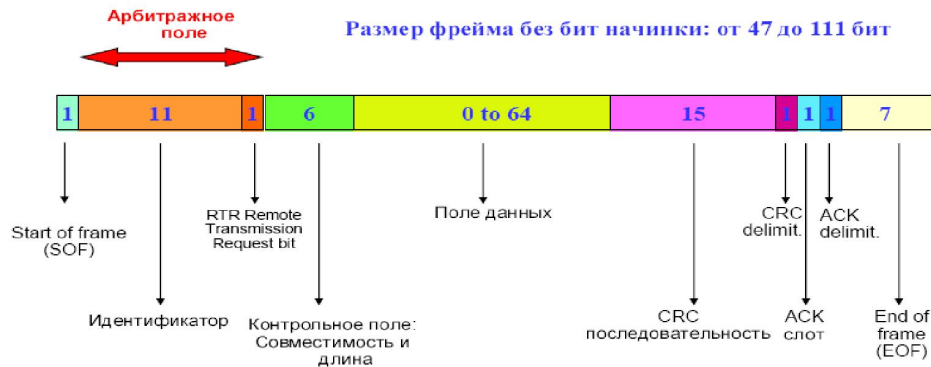
CAN ≠ CANopen !!!

Обмін даними по CANOpen



кожний пристрій має **Словник Об'єктів**

кожний Об'єкт ідентифікується **Index+Subindex**, прикладний рівень забезпечує передачу та прийом об'єктів



будь-який зв'язок проходить шляхом передачі CAN-повідомлень – Комунікаційними Об'єктами

кожне CAN-повідомлення – має унікальний ідентифікатор **COB-ID**

Рекомендовані роз'єми (CiA DRP-303)

сумісний з CiA DS-102

9-pin D-Sub: DIN 41652

Pin	Signal	Description
1	-	Reserved
2	CAN_L	CAN_L bus line dominant low
3	CAN_GND	CAN Ground
4	-	Reserved
5	(CAN_SHLD)	Optional CAN Shield
6	GND	Optional Ground
7	CAN_H	CAN_H bus line dominant high
8	-	Reserved
9	(CAN_V+)	Optional CAN external positive supply

Обозначение контактов

- 1: CAN_H = CAN_H основная шина «плюс»
- 2: CAN_L = CAN_L основная шина «минус»
- 3: CAN_GND = «Земля»/0 V/V-
- 4: Резерв
- 5: Резерв
- 6: (CAN_SHLD) = опционально CAN экран
- 7: CAN_GND = «Земля»/0 V/V-
- 8: (CAN_V+) = опционально CAN внешнее питание «плюс»

Open Style Connector

If Open Style Connectors are used the following pinning is recommended:

Pin	Signal	Description
1	CAN_GND	Ground / 0 V / V-
2	CAN_L	CAN_L bus line (dominant low)
3	(CAN_SHLD)	Optional CAN Shield
4	CAN_H	CAN_H bus line (dominant high)
5	(CAN_V+)	Optional CAN external positive supply (dedicated for supply of transceiver and optocouplers, if galvanic isolation of the bus node applies)

5-pin Mini Style Connector : ANSI/B93.55M-1981

If 5-pin Mini Style Connectors are used the following pinning applies:

Pin	Signal	Description
1	(CAN_SHLD)	Optional CAN Shield
2	(CAN_V+)	Optional CAN external positive supply (dedicated for supply of transceiver and optocouplers, if galvanic isolation of the bus node applies)
3	CAN_GND	Ground / 0V / V-
4	CAN_H	CAN_H bus line (dominant high)
5	CAN_L	CAN_L bus line (dominant low)

Загальне представлення. Фізичний та каналний рівень.

ВИСНОВКИ

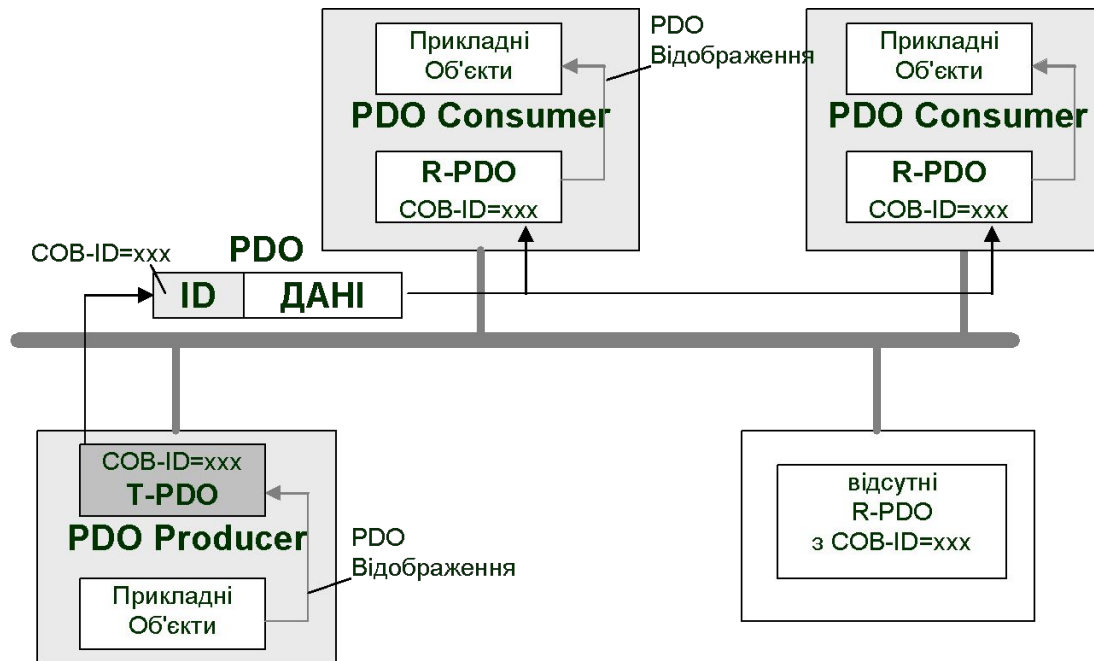
1. CANOpen – CAN + комунікаційний профіль + профілі пристроїв
2. Топологія - шина. Зв'язок - вита пара до 1 км, 2 термінатори 120 Ом, швидкість до 1 Мбіт/с, можливість підводу живлення до датчиків (опціонально)
3. Два рівня бітів – "домінантний" (лог."0"), рецесивний (лог."1")
4. Кадр - CAN з 11 бітним ідентифікатором в полі арбітражу
5. Використовується множинний безколізійний метод доступу на основі пріоритетності кадрів
6. Кожен пристрій на шині вміщує Словник Об'єктів
7. Об'єкти в Словнику мають унікальний Index+SubIndex
8. Зв'язок – обмін об'єктами двох або декількох пристроїв
9. Будь-який зв'язок реалізується через CAN-повідомлення, яке має COB-ID

Комунікаційні Об'єкти. Загальне Представлення

◆ Process Data Objects (PDO)	об'єкти даних процесу
◆ Service Data Object (SDO)	об'єкти сервісних даних
◆ Special Function Objects: - Synchronization Object (SYNC) - Time Stamp Object - Emergency Object (EMCY)	спеціальні функціональні об'єкти об'єкт синхронізації об'єкт штампа часу об'єкт аварії
◆ Network Management Objects: - NMT Message - Boot-Up Object - Error Control Object	адміністративні повідомлення мережі об'єкти управління мережею об'єкти ініціалізації мережних вузлів об'єкти контролю помилок

об'єкти PDO (R_PDO и T_PDO) - для процесних даних реального часу
SDO (Client-SDO и Server-SDO) - для доступу до даних словнику об'єктів
(параметричні дані + данні процесу великого обсягу) по Index+Subindex

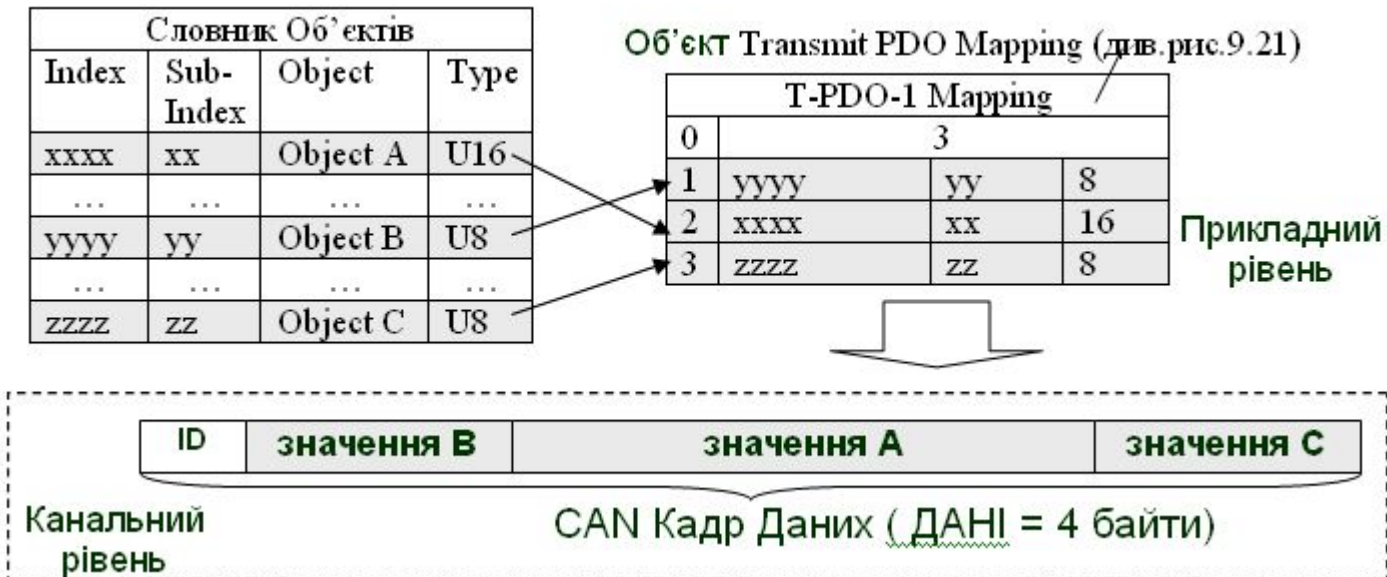
Функціонування PDO



- Кожний PDO вміщує данні процесу (до 8 байт), наповнення якими визначається відображенням PDO (див. PDO Mapping)
- Модель обміну Producer/Consumer (Виробник/Споживач), не вимагає телеграми підтвердження доставки
- Данні з T_PDO (Transmit-PDO) передаються всім вузлам та записуються в зв'язані R_PDO (Receive-PDO)
- Зв'язок (Link) PDO конфігурується (див. NMT), зв'язані T_PDO (Transmit-PDO) та R_PDO (Receive-PDO) мають той же COB-ID
- Кількість PDO в Словнику Об'єктів залежить від пристрою, початковий Index R_PDO - 1600h, T_PDO – 1A00h
- В одній мережі до 512 T_PDO и до 512 R_PDO

PDO-Mapping

Відображення даних процесу на PDO



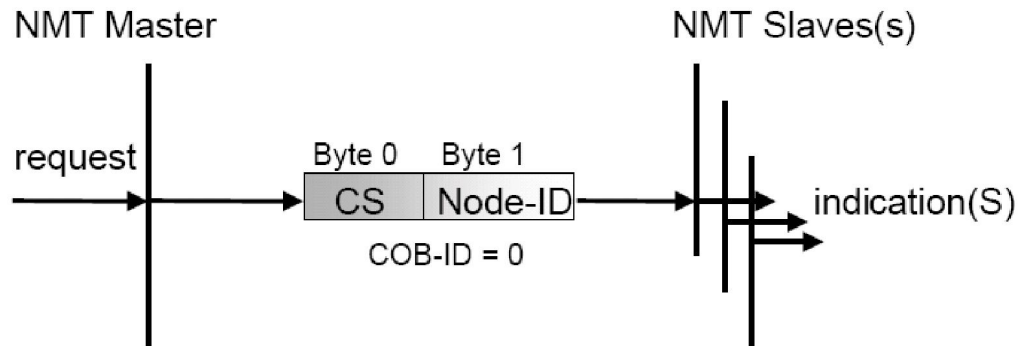
Дані із Словнику Об'єктів відображаються на PDO:

- дані із Словнику Об'єктів записуються в T_PDO;
- дані із R_PDO записуються в Словник Об'єктів

По замовченню відображення проводиться згідно профілю пристрою (див. Профілі)

Опціонально пристрій може підтримувати змінне відображення (Variable Mapping)

Network Management (NMT). Базові поняття адміністрування мережі.



Адміністрування мережі призначено для управління та діагностування роботи CANOpen

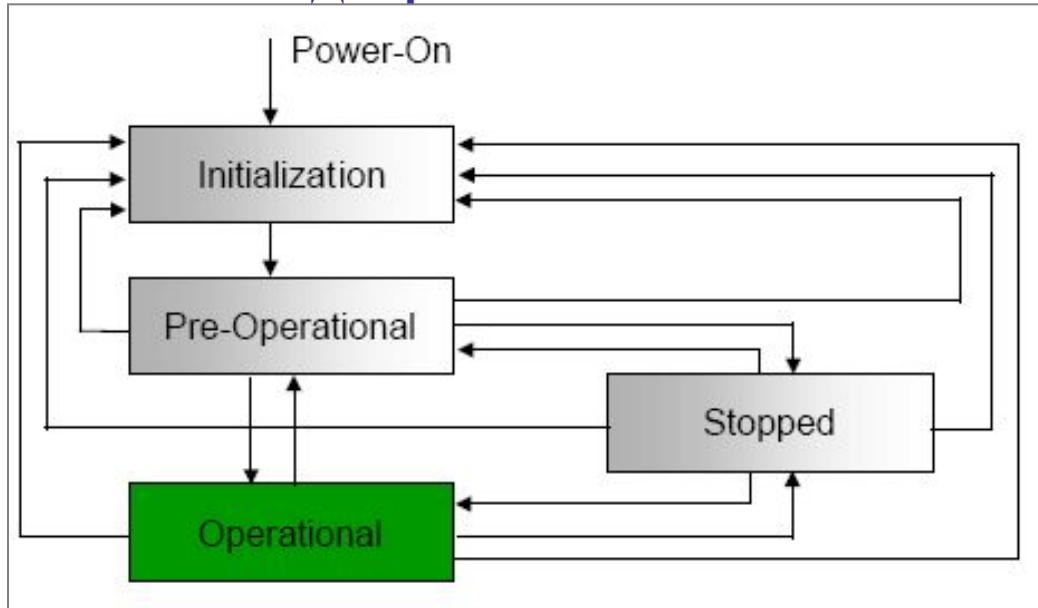
Один вузол з функціями адміністрування - NMT-Master, інші вузли - NMT-Slave (до 128)

Кожний NMT-Slave має свій унікальний NODE-ID (от 1 до 127)

Адміністрування мережі включає групу сервісів:

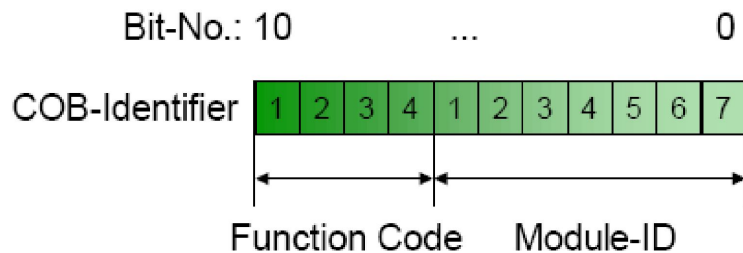
- Module Control Services – ініціалізація вузлів NMT-Slave
- Error Control Services – спостереження за станом мережі та вузлів в ній
- Configuration Control Services – завантаження/вивантаження конфігураційних даних вузлів

NMT Slave State Diagram. Діаграма станів NMT Slave.



1. Після включення живлення пристрою:
 1. Initialization,
 2. Pre-Operational режим: PDO - недоступні, SDO - доступні, NMT-Master може проводити конфігурування
2. NMT-Master може перевести одне або всі пристрої в:
 1. режим Operational, PDO и SDO доступні
 2. Stop – PDO и SDO недоступні, поведінка визначається профілем
 3. Initialization або Pre-Operational

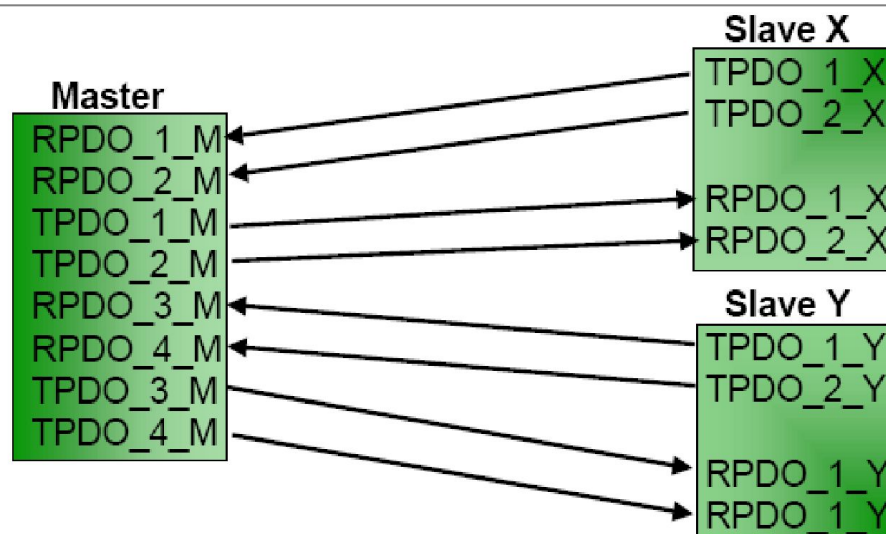
Напередвизначені схеми NMT.



object	function code (binary)	resulting COB-ID	Communication Parameters at Index
NMT	0000	0	-
SYNC	0001	128 (80h)	1005h, 1006h, 1007h
TIME STAMP	0010	256 (100h)	1012h, 1013h

EMERGENCY	0001	129 (81h) – 255 (FFh)	1014h, 1015h
PDO1 (tx)	0011	385 (181h) – 511 (1FFh)	1800h
PDO1 (rx)	0100	513 (201h) – 639 (639h)	1400h
PDO 2 (tx)	0101	641 (281h) – 767 (2FFh)	1801h
PDO2 (rx)	0110	769 (301h) – 895 (37Fh)	1401h
PDO3 (tx)	0111	897 (381h) – 1023 (3FFh)	1802h
PDO3 (rx)	1000	1025 (401h) – 1151 (47Fh)	1402h
PDO4 (tx)	1001	1153 (481h) – 1279 (4FFh)	1803h
PDO4 (rx)	1010	1281 (501h) – 1407 (57Fh)	1403h
SDO (tx)	1011	1409 (581h) – 1535 (5FFh)	1200h
SDO (rx)	1100	1537 (601h) – 1663 (67Fh)	1200h
NMT Error Control	1110	1793 (701h) – 1919 (77Fh)	1016h, 1017h

Схема розподілення COB-ID в мережі по замовченню, призначається пристрою після ініціалізації в стані Pre-Operational



Напередвизначені PDO-зв'язки

Профілі пристроїв CANOpen. Базові поняття.

Device Profile Specification

- CiA DSP-401: I/O Modules
- CiA DSP-402: Drives and Motion Control
- CiA DSP-403: Human Machine Interface
- CiA WD-404: Measuring Devices and Closed-Loop Controllers
- CiA DSP-406: Encoders
- CiA WD-408: Proportional Hydraulic Valves
- CiA WD-409: Door Control (Railways)
- CiA WDP-4XX: Brake Control (Railways)
- CiA WDP-4XX: Train Bus Gateways

Under development are device profiles for diesel engines, maritime-specific modules and medical-specific systems.

Interface Profile Specification

- CiA DSP-405: IEC 1131 Programmable Devices

Application Framework Specification

- CiA WD-407: Public Transportation



Device Profile визначає наявні Прикладні Об'єкти, додаткові коди помилок та PDO-Mapping по замовченню (6000h-9FFFh)

Interface Profile визначає інтерфейс доступу до об'єктів прикладної програми, типів даних та PDO-Mapping. Розроблений для контролерів IEC-61131

Application Profile – описує специфічні характеристики до всіх пристроїв певної сфери діяльності