

Магістерська кваліфікаційна робота

**НАВЧАЛЬНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ
ЗАСТОСУВАННЯ ПЛАТФОРМИ THINGWORX
ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ МАШИННО-МАШИННОЇ
ВЗАЄМОДІЇ У ПРОМИСЛОВИХ СИСТЕМАХ
УПРАВЛІННЯ**

Керівник роботи: к.т.н., доц. Папінов В.М.

Розробив: студент гр. 1АКІТ-17м Павлишен А.С.

Метою досліджень є створення комп'ютеризованого навчального засобу, який би дозволяв студентам спеціальності 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" ефективно набувати професійних знань та практичного досвіду щодо застосування в комп'ютерно-інтегрованих системах управління виробництвом інформаційної технології платформи ThingWorx "Реалізація машино-машинної взаємодії у промислових системах управління". Загальне рішення навчального засобу повинно бути таким, щоб у разі подальших вдосконалень інформаційної технології, його можна було легко модернізувати та адаптувати до цих вдосконалень.

Об'єктом досліджень є навчальний процес підготовки у вищому технічному навчальному закладі фахівців з інформаційних технологій, автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих систем управління. Такий об'єкт досліджень зазвичай вивчається в рамках наукової дисципліни "Інженерна педагогіка".

Предметом досліджень є підвищення ефективності практичного освоєння студентами даної інформаційної технології за рахунок використання у навчальному процесі сучасного комп'ютеризованого навчального засобу.

Задачі досліджень:

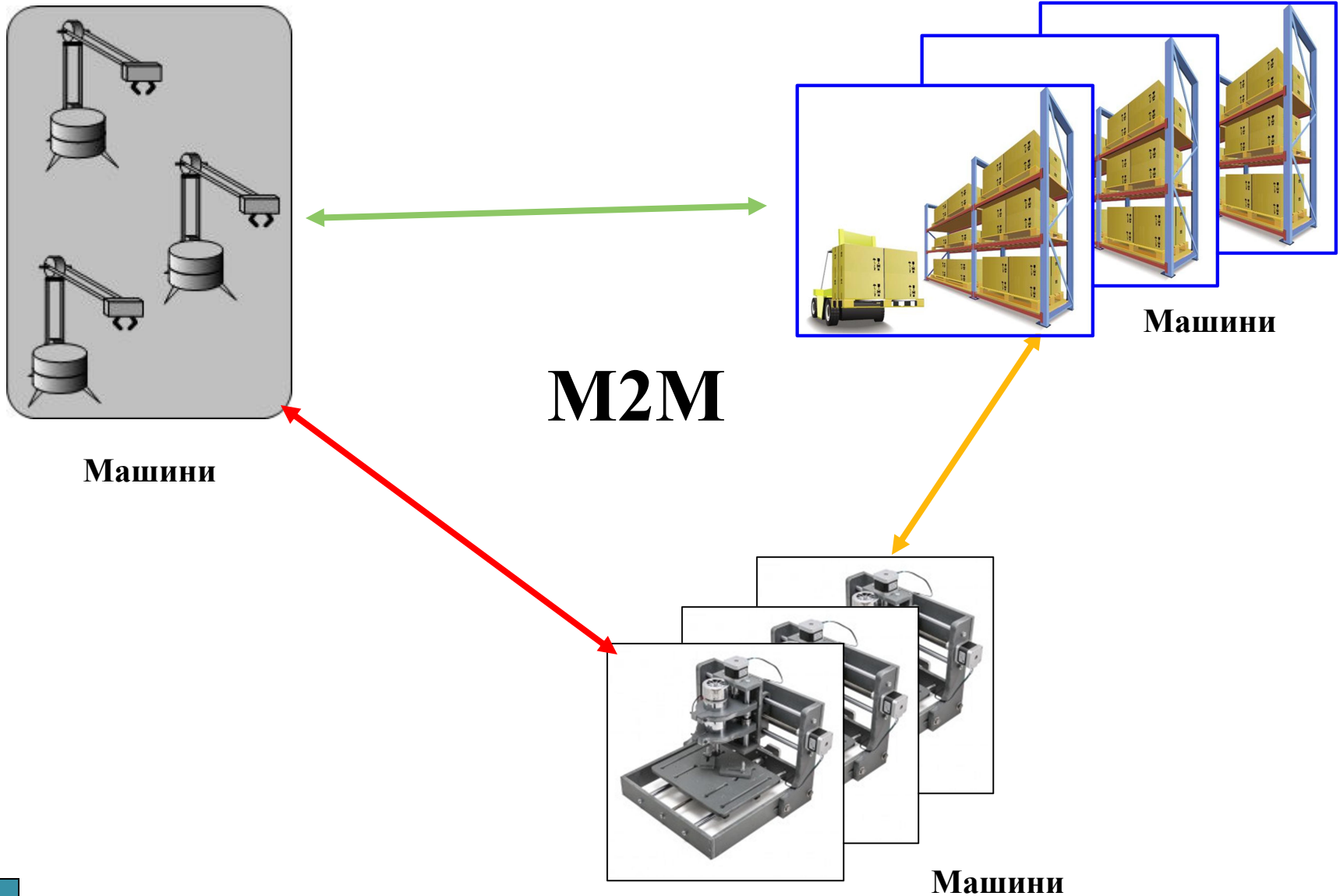
1. Детальне вивчення особливостей застосування інформаційної технології платформи ThingWorx при реалізації машино-машинної взаємодії у промислових системах управління.
2. Дослідження предметної області комп'ютеризованих навчальних засобів аналогічного призначення.
3. Техніко-економічне та науково-технічне обґрунтування загальної конфігурації нового навчального засобу.
4. Проектування технічної частини навчального засобу.
5. Проектування програмної частини навчального засобу.
6. Обґрунтування навчально-методичного забезпечення практичних та лабораторних занять з використанням нового навчального засобу.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження полягає в тім, що на відміну від існуючих комп'ютеризованих навчальних засобів, новий засіб будується на основі лабораторної імітації комп'ютерно-інтегрованої системи управління виробництвом, що дозволило за рахунок використання імітаційних моделей технологічного обладнання підвищити ефективність практичного освоєння студентами інформаційної технології "Реалізація машино-машинної взаємодії у промислових системах управління" платформи ThingWorx.

Практична цінність отриманих результатів дослідження полягає в тім, що їх легко застосувати при створенні аналогічних комп'ютеризованих навчальних засобів для підготовки фахівців споріднених галузей знань та спеціальностей.

Апробація результатів дослідження: основні результати виконання магістерської кваліфікаційної роботи опубліковані в матеріалах щорічної регіональної науково-практичної Інтернет - конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (Вінниця, ВНТУ, 2019 р.).

Концепція "Індустрія 4.0": M2M у розумному виробництві



Мережеві структури для реалізації M2M на розумному виробництві

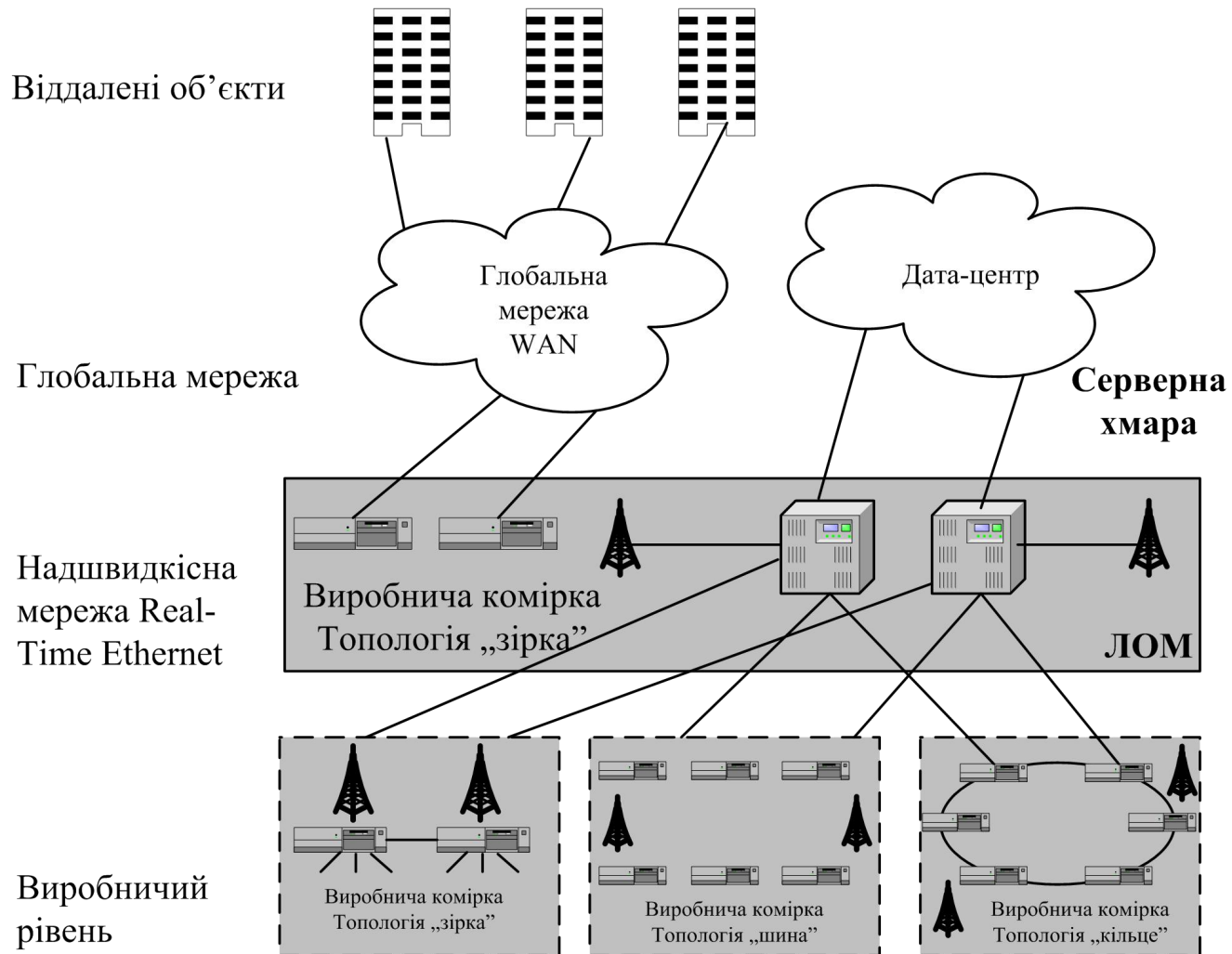


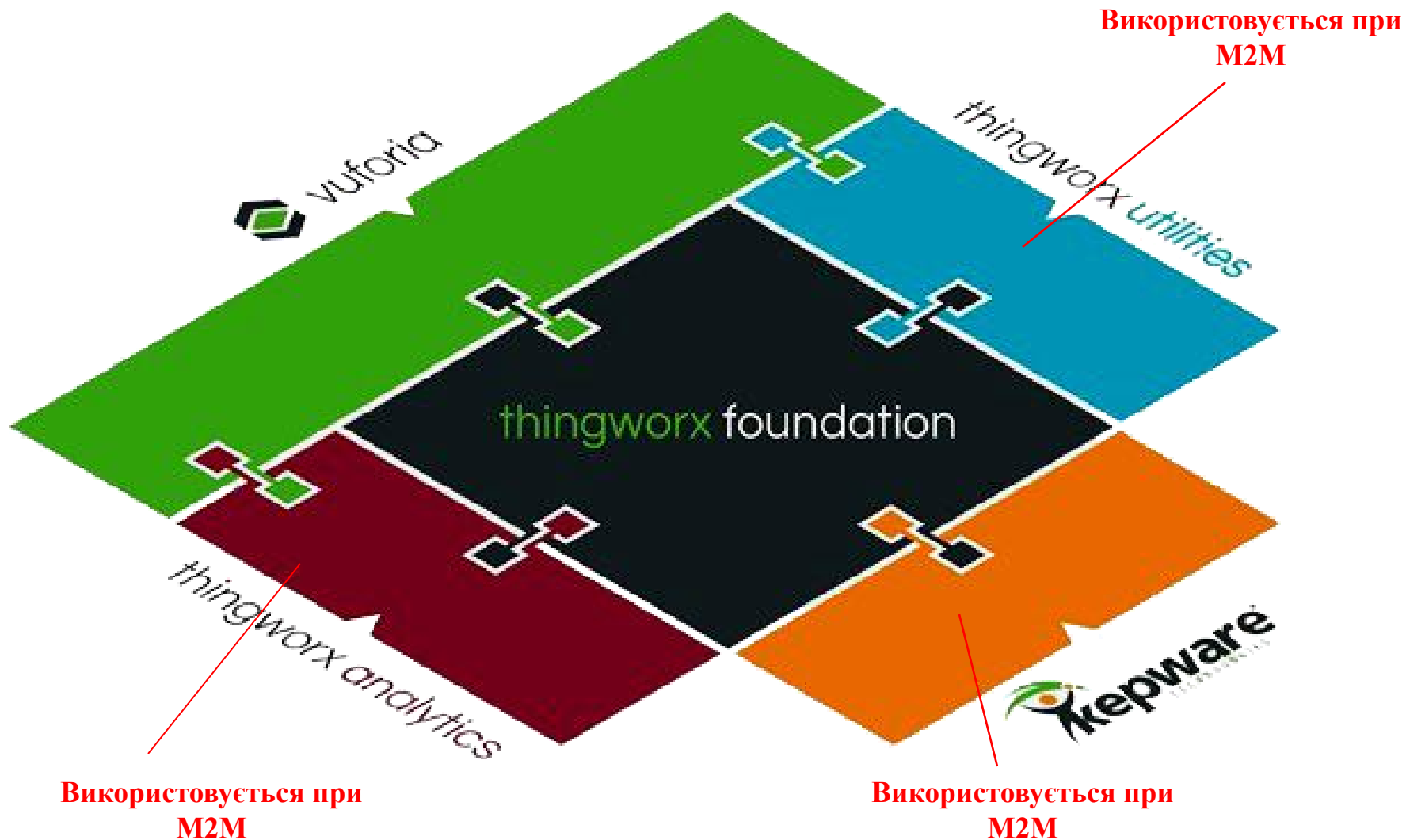
Схема комунікаційної мережі розумного виробництва

Реалізації M2M на основі платформ промислового Інтернету речей

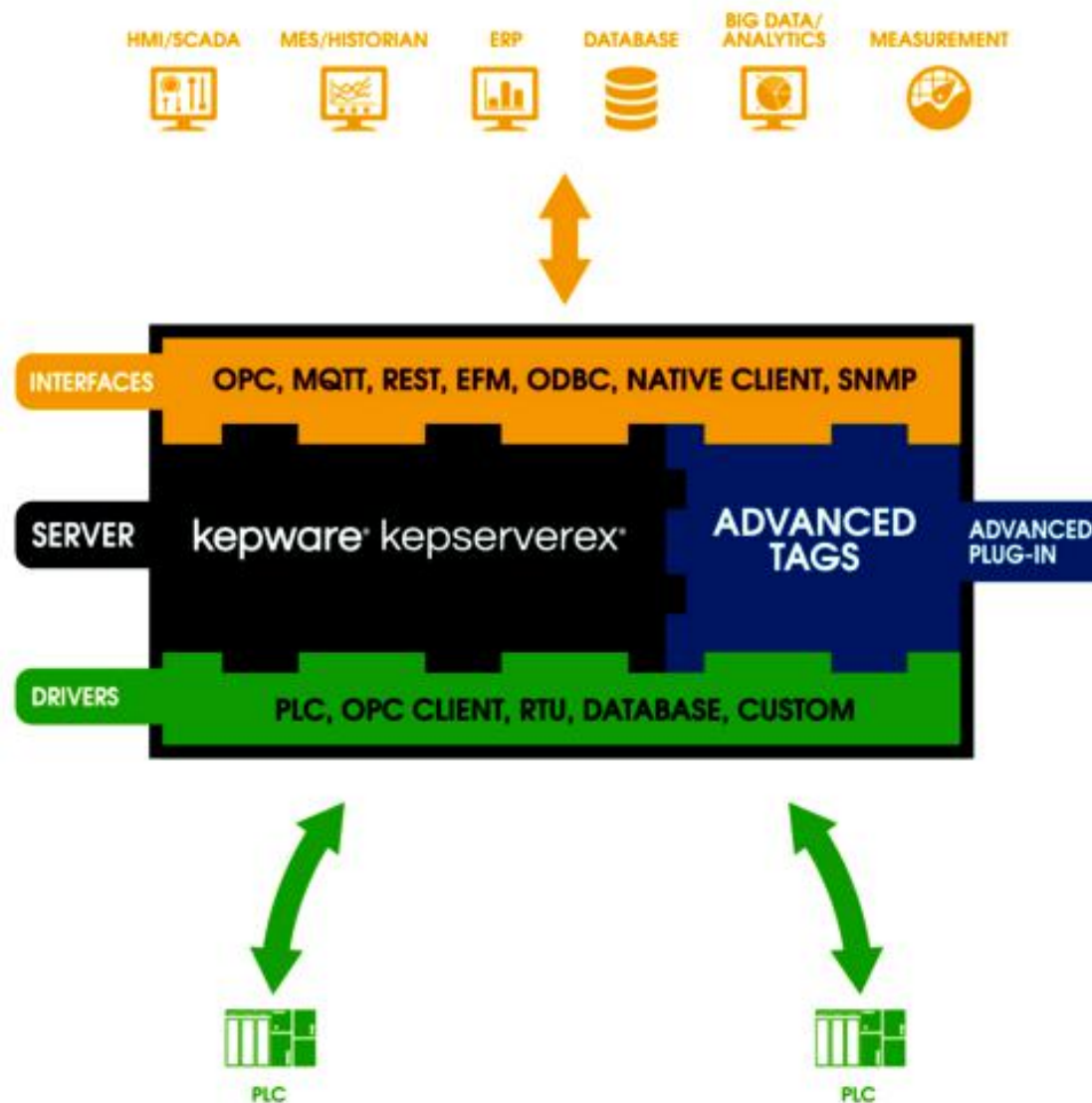


Побудова M2M на основі “хмари пристроїв” платформи IoT компанії Eurotech

ThingWorx Foundation - платформа промислового Інтернету речей

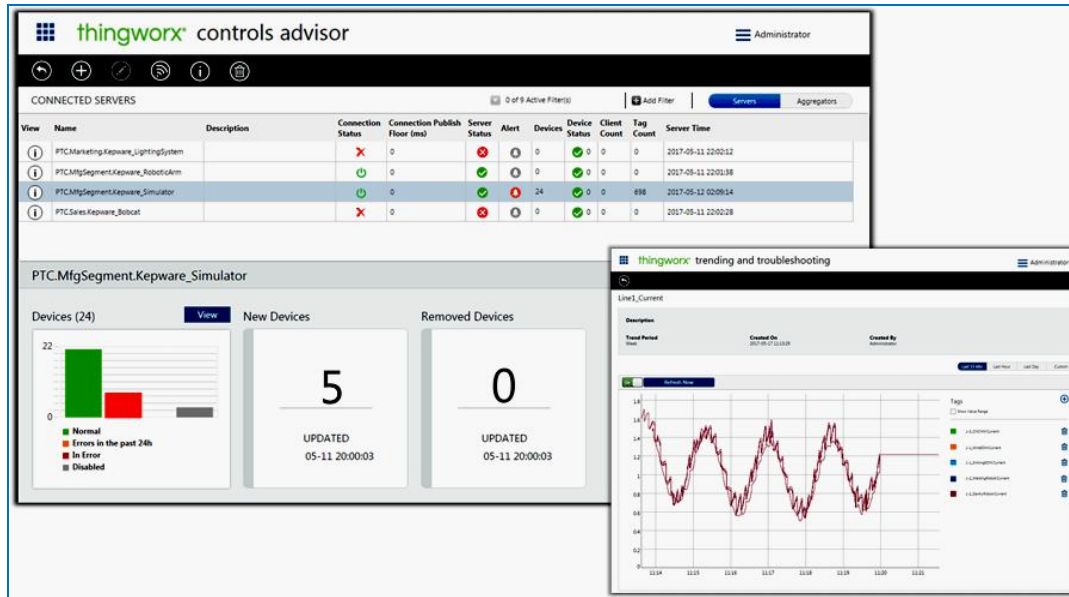


M2M на основі комунікаційної платформи KEPServerEX



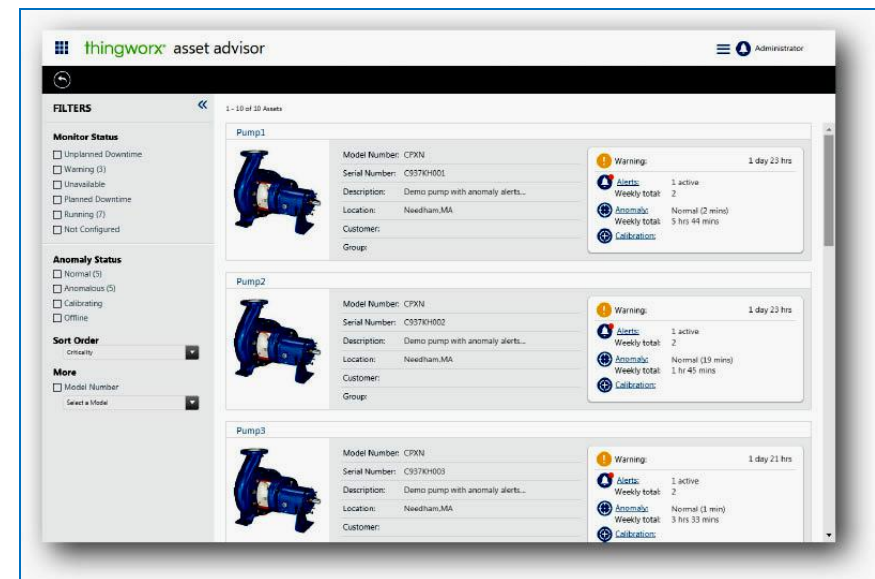
Архітектура комунікаційної платформи KEPServerEX при реалізації M2M

M2M на основі «хмарних» додатків платформи ThingWorx

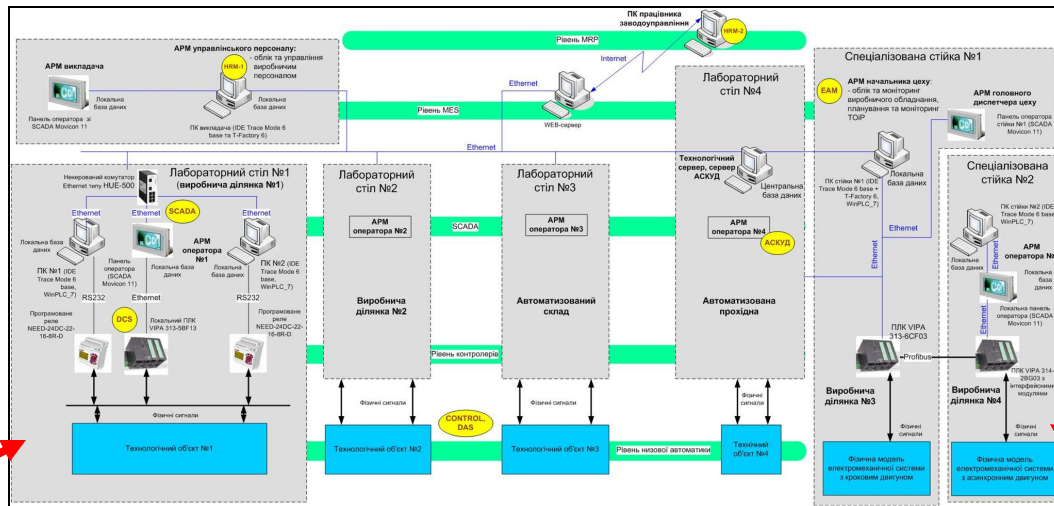


Реалізація M2M на основі ThingWorx Controls Advisor

Реалізація M2M на основі ThingWorx Asset Advisor



Навчальні засоби для практичного освоєння інформаційної технології



Лабораторна комп'ютерно-інтегрована система ФКСА

"Проміжне" рішення – лабораторна імітація КІСУ виробництвом

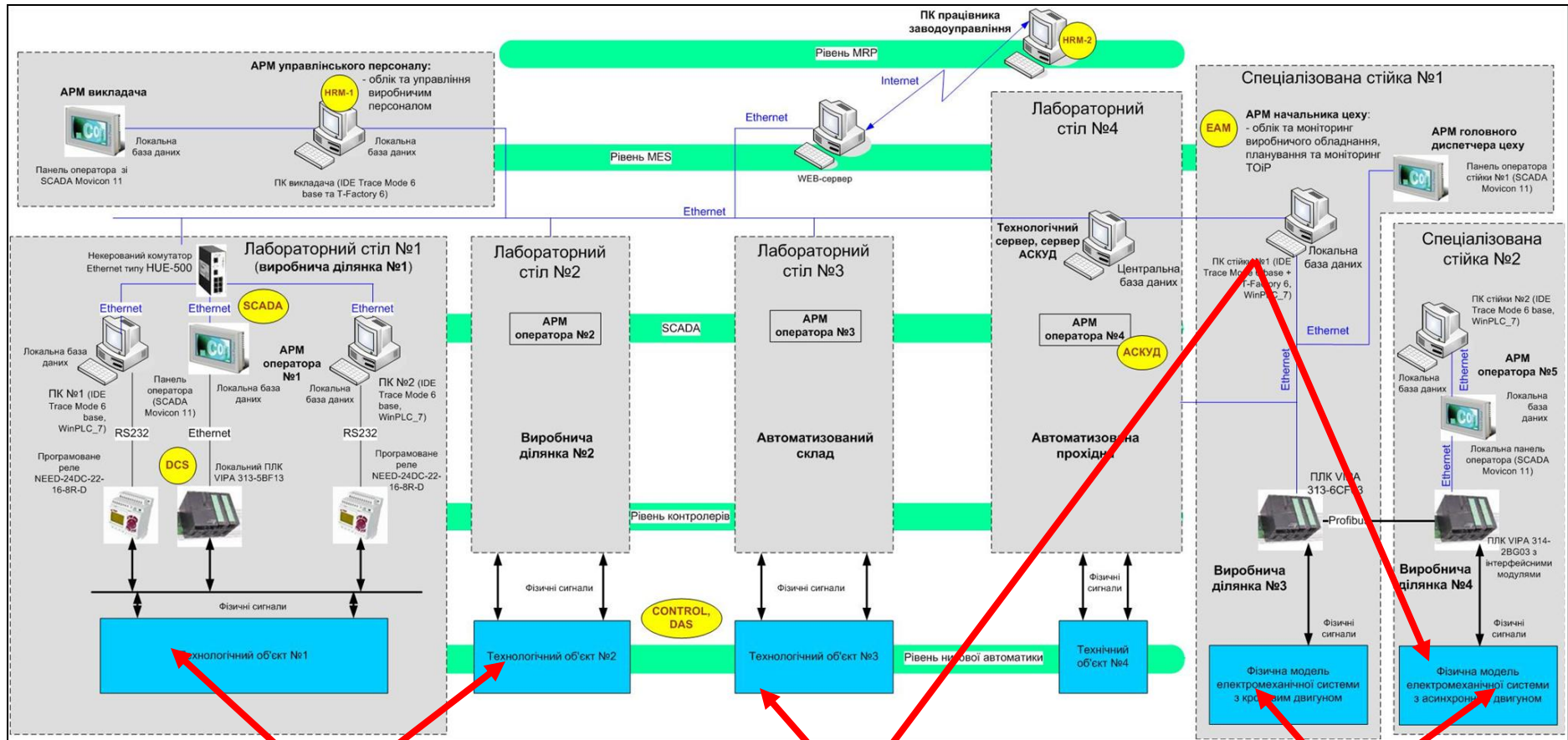


"Ідеальне" рішення – модульні кіберфізичні лабораторії навчальної фабрики ("Learning Factory")



"Традиційне" рішення – комп'ютеризовані лабораторні стенди

Імітація КІСУ виробництвом в лабораторії ФКСА

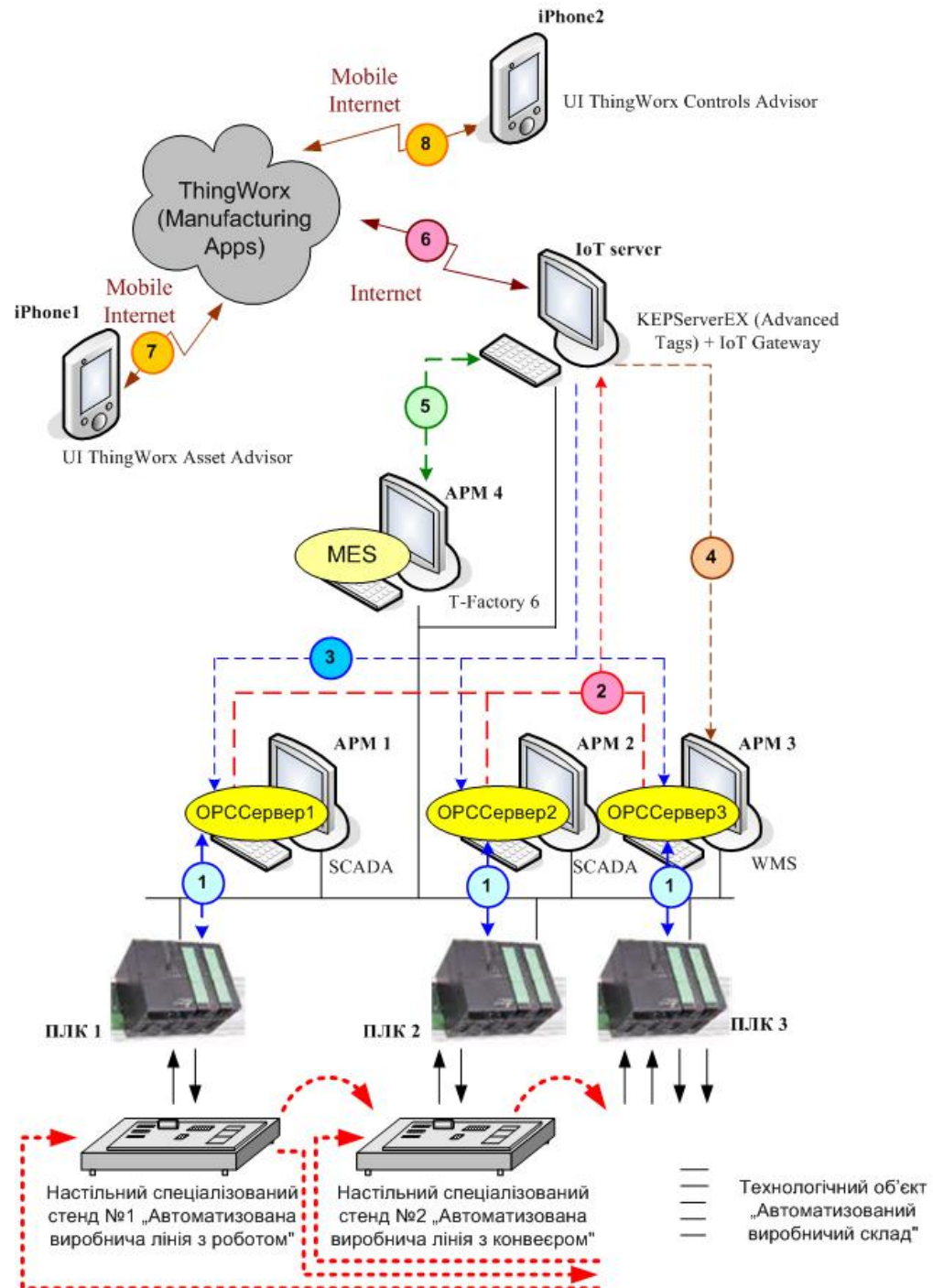


М2М взаємодія

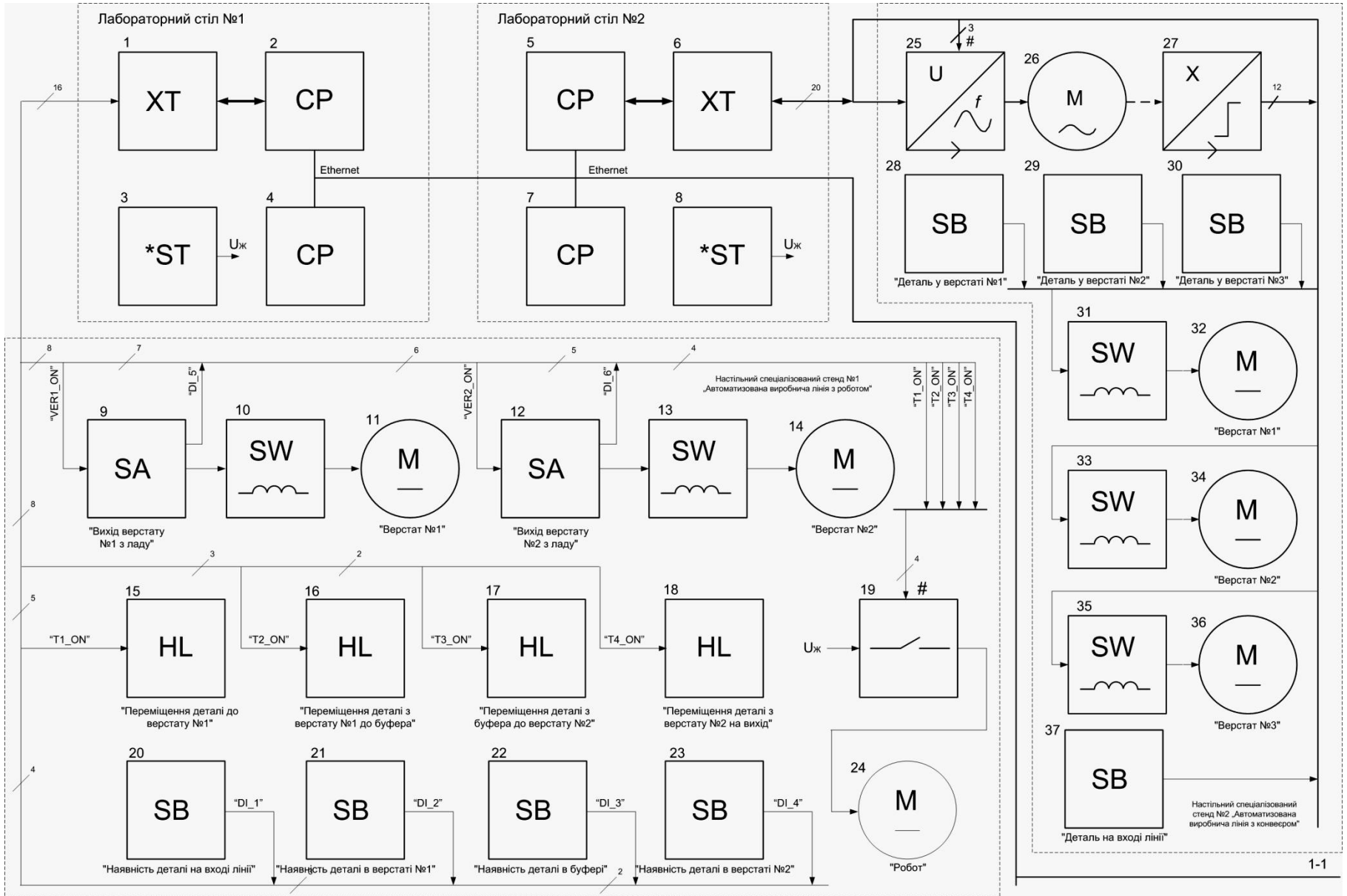
М2М взаємодія

М2М взаємодія

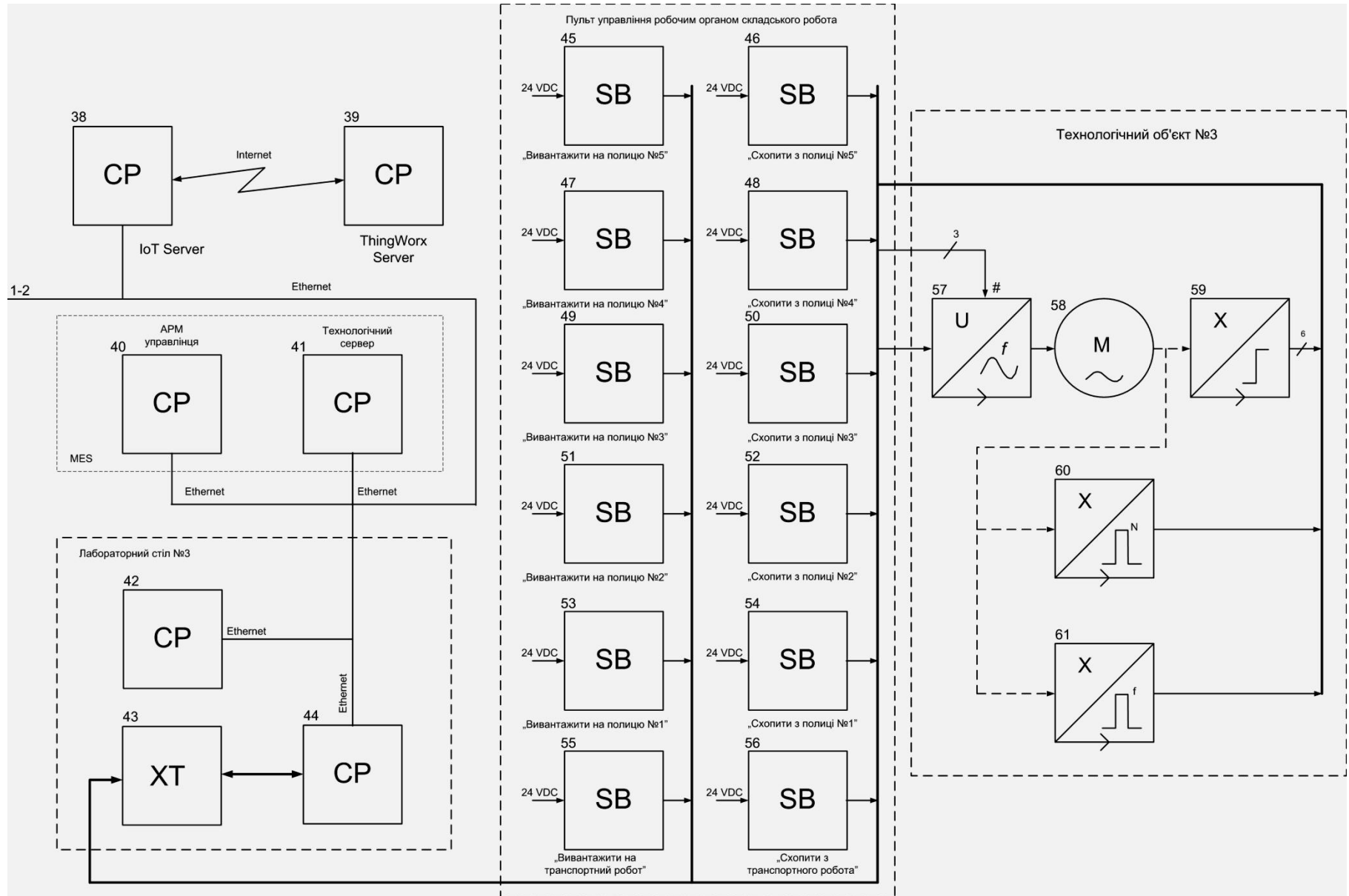
Загальна конфігурація нового комп'ютеризованого навчального засобу



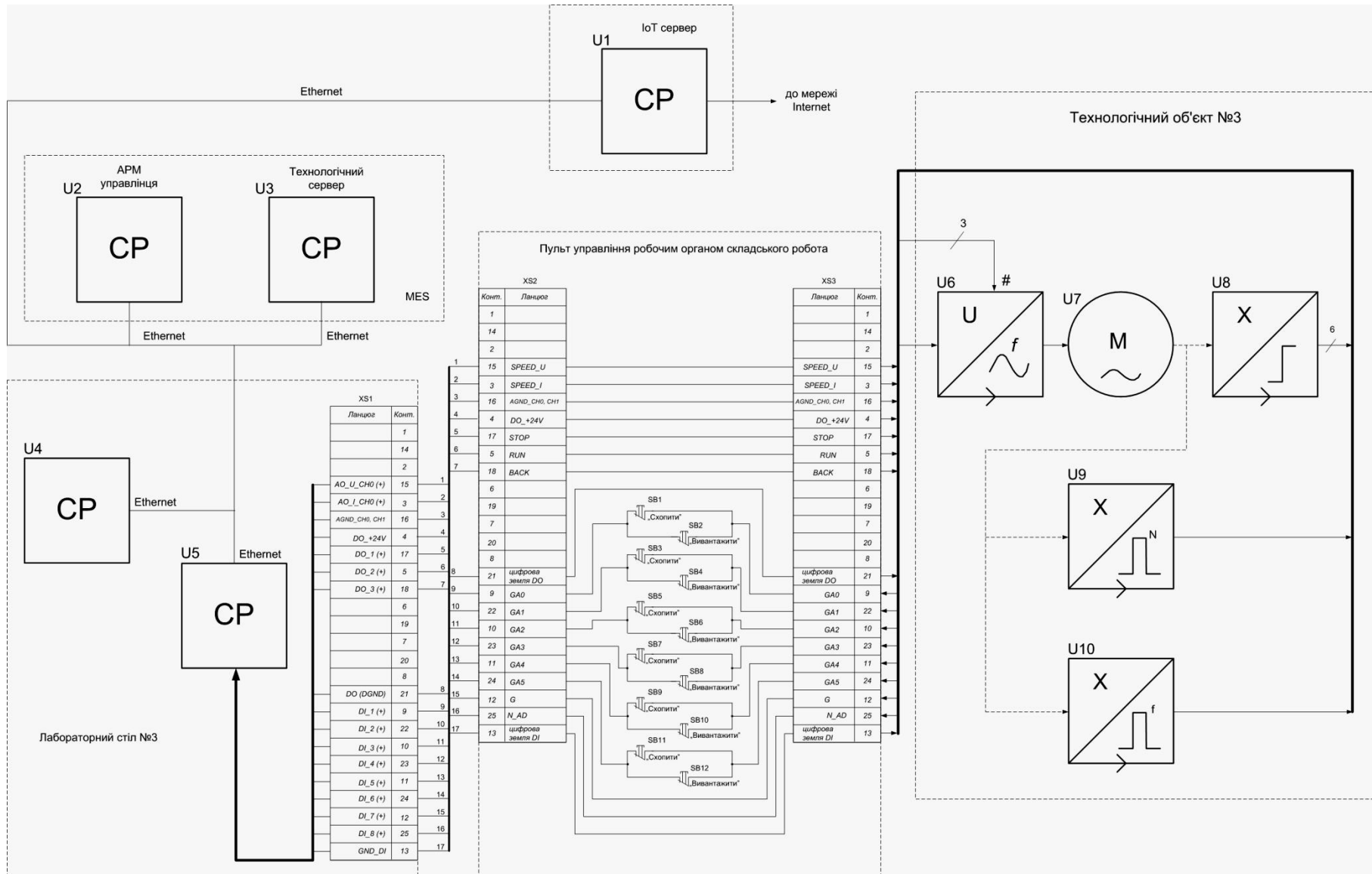
Навчальний засіб. Схема електрична структурна (частина 1)



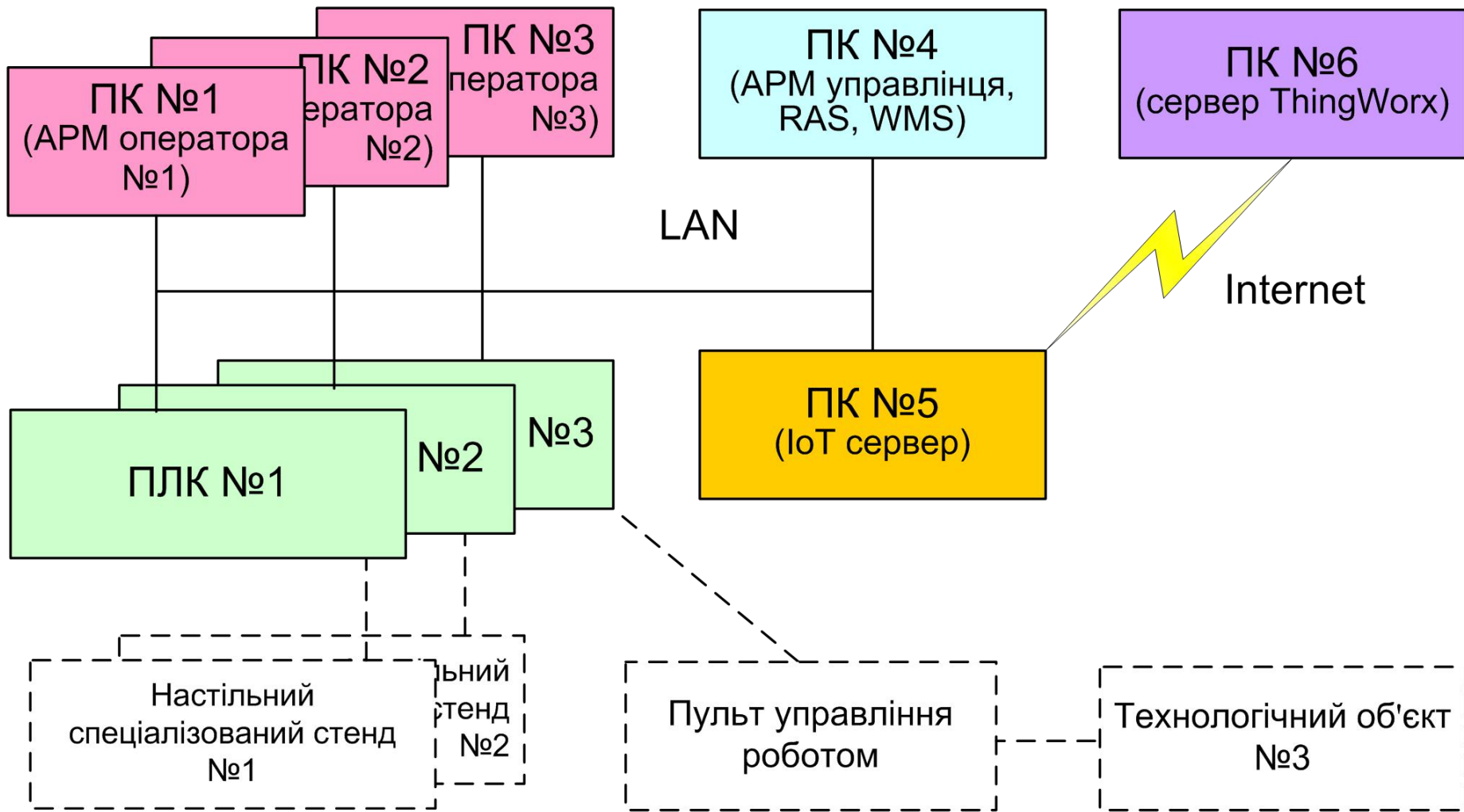
Навчальний засіб. Схема електрична структурна (частина 2)



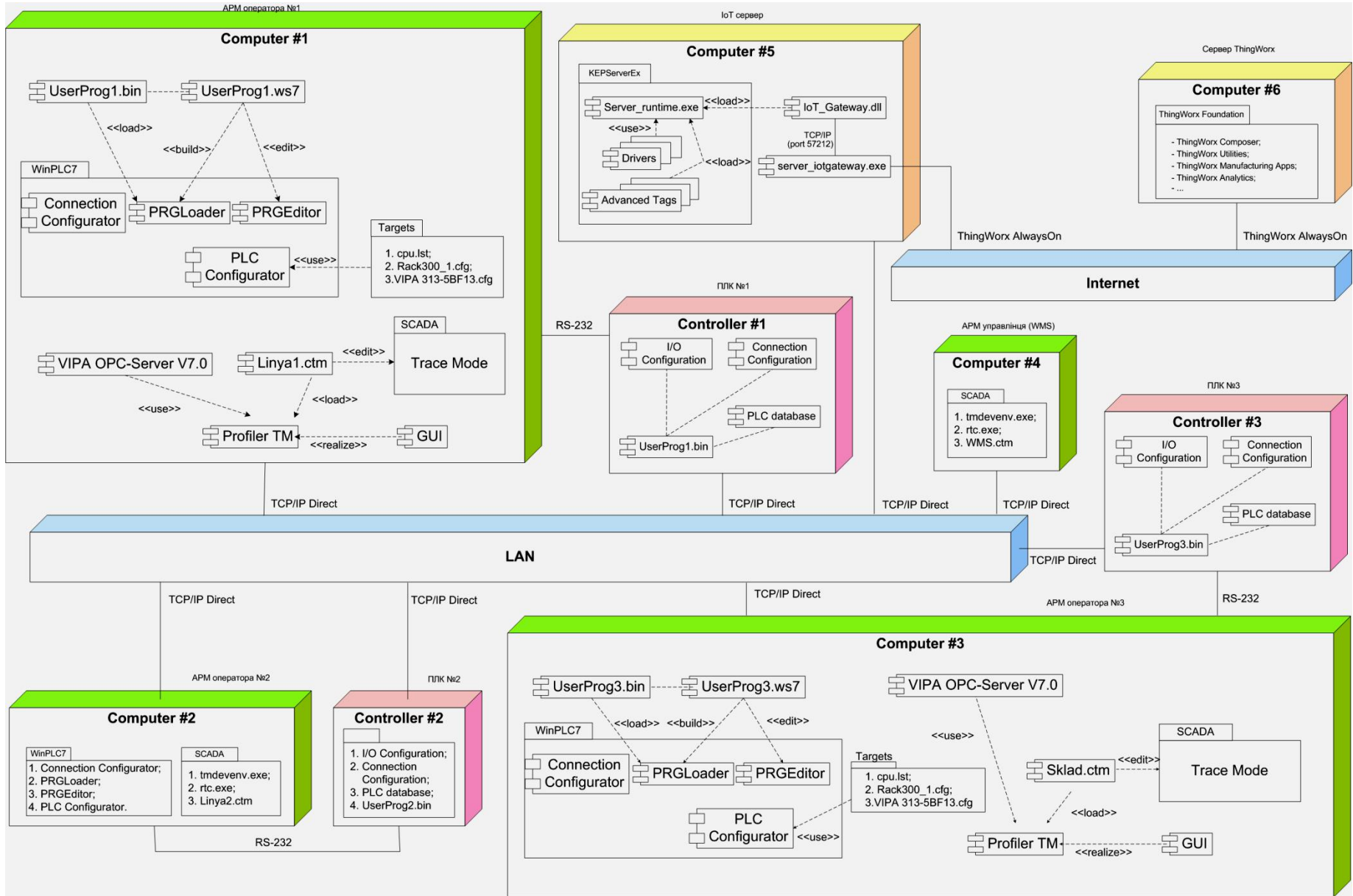
Навчальний засіб. Схема електрична функціональна



Обчислювальні ресурси вибраної конфігурації навчального засобу



Архітектура програмного забезпечення навчального засобу



1. Дослідження автоматизованих систем управління виробничими лініями

MYPROG.WS7 (Solution)

- MYPROG
 - Blocks

Station-Offline---PLC

Slot	Module	Order No.	MPI address	I address	Q address
1	PS 307 10A	6ES7 307-1KA00-0AA0			
2				124 - 126	124 - 125
				752 - 761	752 - 755
				768 - 783	768 - 783
				2000	

Properties Ethernet-Interface

Parameters

Set MAC address/use ISO-protocol

MAC-Address:

IP-protocol is being used Use router

IP-Address: 140 80 0 1

Subnet mask: 255 255 0 0

IP-Address Router: 140 80 0 1

Subnet:

SymbolTable.SEQ

Symbol	Address	Type	Symb.-Comment
DI1	I 0.0	BOOL	Розряд 0 коду стану
DI2	I 0.1	BOOL	Розряд 1 коду стану
DI3	I 0.2	BOOL	Розряд 2 коду стану
	I 0.3	BOOL	Розряд 3 коду стану
	I 0.4	BOOL	Розряд 4 коду стану
	I 0.5	BOOL	Розряд 5 коду стану

SymbolTable.SEQ

Symbol	Address	Type	Symb.-Comment
VER1_ON	Q 0.0	BOOL	Вмикання верстату №1
VER2_ON	Q 0.1	BOOL	Вмикання верстату №2
T1_ON			
T2_ON			
T3_ON			
T4_ON			

DB1

Model_Inputs

EN

VER1 "VER1"

VER2 "VER2"

Detal_poz1 "Detal_poz 1"

Detal_poz2 "Detal_poz 2"

Detal_poz3 "Detal_poz 3"

Detal_poz4 "Detal_poz 4"

ENO

M4.0

M4.0

&

«безумовний виклик №1»

Model_Inputs (FB1) «use» DB1

«умовний виклик №2»

Main (FB2) «use» DB2

«умовний виклик №3»

Model_Outputs (FB3) «use» DB3

ПЗ контролера

18

1. Дослідження автоматизованих систем управління виробничими лініями

ПЗ OPC сервера

The screenshot displays the OPC server configuration interface. A table lists tags and their properties:

Tag	Destination	Access right	Simulation	Comment
Start	MBO	RW		Байт наказу з ПК
D11	IX0.0	RO		Перший біт стану виробничої лінії
D12	IX0.1	RO		Другий біт стану виробничої лінії
D13	IX0.2	RO		Третій біт стану виробничої лінії
D14	IX0.3	RO		Четвертий біт стану виробничої лінії
D15	IX0.4	RO		П'ятий біт стану виробничої лінії
D16	IX0.5	RO		Шостий біт стану виробничої лінії

Other visible windows include 'Create network' (Name: Lab_net, Type: MPI over COMPort), 'Property' (Filename for Tags: PLC.csv, PLC type: S7, Local port no. read: 0), and 'Браузер OPC' (Selecting server: VIPA.OPCServer, variables: D11-D16, Start).

ПЗ SCADA програми

The screenshot shows a technical animation of a production line. It features two CNC machines (ЧПУ1 and ЧПУ2) and a central robot. The robot is shown in a state of assembly or disassembly. The animation is controlled by color indicators for the status of the equipment:

- 1. білий – очікує;
- 2. зелений – працює;
- 3. червоний – аварія

Technical annotations include: 'Технічна анімація графічного елемента "Деталь" (управління прозорістю)', 'Технічна анімація графічного об'єкту "Вхідний транспортер" (рух) та графічного елемента "Деталь" (рух та управління прозорістю)', 'Технічна анімація графічного об'єкту "Робот" (схоплення деталі та повороти)', and 'Технічна анімація графічного об'єкту "Вихідний транспортер" (рух) та графічного елемента "Деталь" (рух та управління прозорістю)'. A 'Отмена' button is visible at the bottom right.

2. Дослідження автоматизованої системи управління промисловим складом

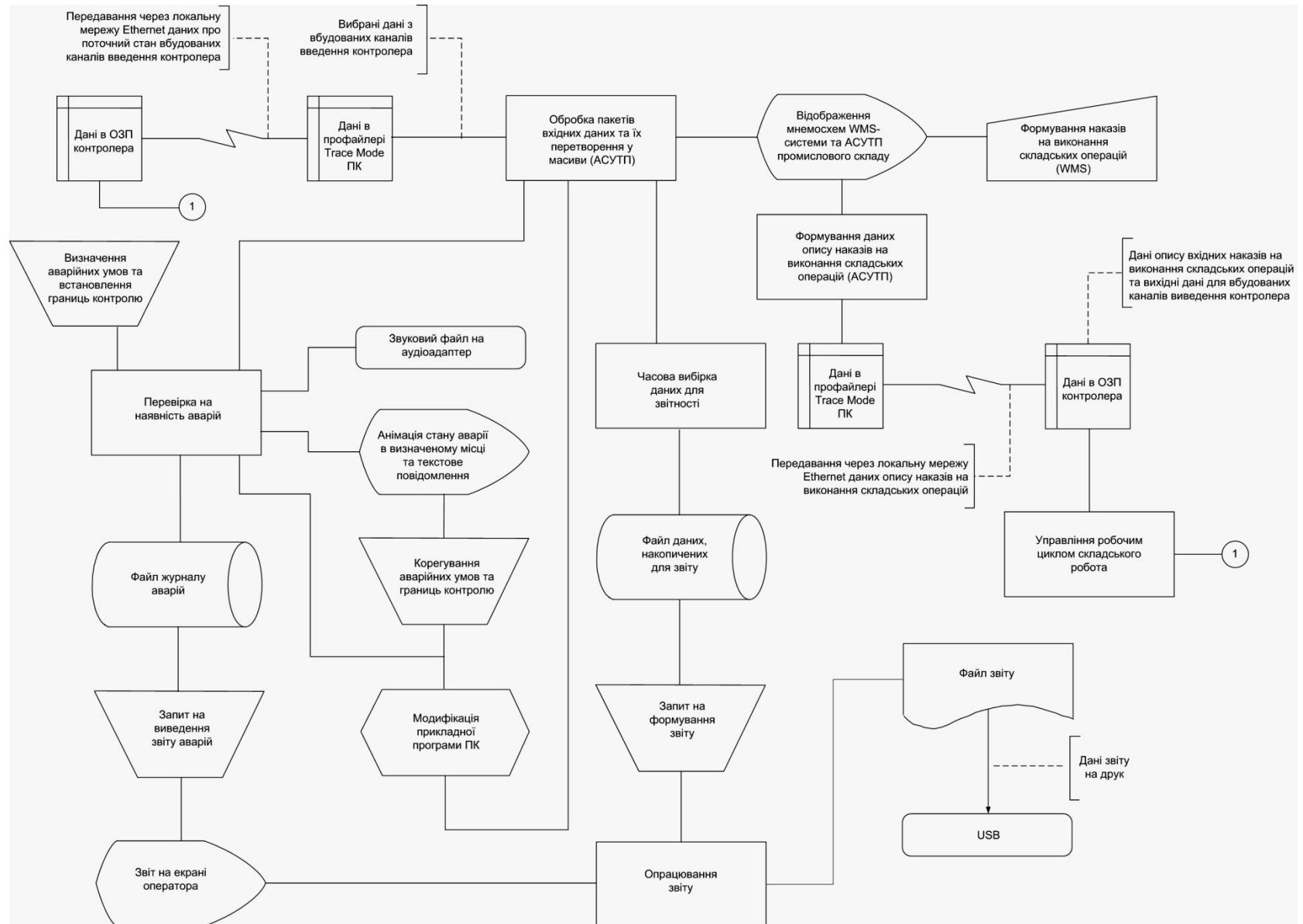


Схема даних програмного забезпечення АСУ промисловим складом

2. Дослідження автоматизованої системи управління промисловим складом

The image displays the Siemens SIMATIC Manager interface for a PLC system. It includes several windows and diagrams:

- Station-Offline---PLC:** Shows the hardware rack configuration.

Slot	Module	Order No.
1	PS 307 10A	6ES7 307-1KA00-0...
2	CPU C313-5BF03 V2.6	6ES7 313-5BF03-0...
-2.2	DI/DO	
-2.3	AI/AO	
-2.4	Count	
- SymbolTable.SEQ - Inputs:** Lists input variables.

Symbol	Address	Type	Symb.-Comment
Inputs			
GA0	I 0.0	BOOL	Вх. дискретний сигнал 1
GA1	I 0.1	BOOL	Вх. дискретний сигнал 2
GA2	I 0.2	BOOL	Вх. дискретний сигнал 3
GA3	I 0.3	BOOL	Вх. дискретний сигнал 4
			Вх. дискретний сигнал 5
			Вх. дискретний сигнал 6
			Вх. дискретний сигнал 7
			Вх. дискретний сигнал 8
- SymbolTable.SEQ - Outputs:** Lists output variables.

Symbol	Address	Type	Symb.-Comment
Outputs			
SPEED_U/I	QW 3	WORD	Вихідна напруга чи струм
STOP	Q 0.0	BOOL	Вих. дискретний сигнал 1
RUN	Q 0.1	BOOL	Вих. дискретний сигнал 2
- SymbolTable.SEQ - Blocks:** Lists function blocks.

Symbol	Address	Type	Symb.-Comment
Blocks			
Orders	FB 1	FB1	
Control_MR_in	FB 2	FB2	
Control_MR_out	FB 3	FB3	
PLC_to_PC	FB 4	FB4	
- Diagram:** Shows the connection of function blocks. Control_MR_in (FB2) is used by DB2, and Control_MR_out (FB3) is used by DB3.
- Declaration Table:**

Declaration	Name	Type	Initial value	Comment
in ->	Order	BYTE	B#16#00	Наказ з ПК оператора
out <-	MR_in	BOOL	FALSE	Прийомка МР
out <-	MR_out	BOOL	FALSE	Відпуск МР
out <-	MR_n	BYTE	B#16#00	Кількість ресурсу
out <-	MR_level	BYTE	B#16#00	Номер полиці для зберігання МР
in_out <->	MR_n			
var	S			
- Ladder Logic:** Shows a network with a function block call for 'Orders'. Inputs include 'MR_in', 'MR_out', 'MR_n', and 'MR_level'. The output is 'Order'.

ПЗ контролера

2. Дослідження автоматизованої системи управління промисловим складом

Tag	Destination	Access right	Simulation	Comment
Order	MB0	RW		Байт наказу з ПК
MR_out	MX0.1	RO		Потрібна операція відпуску МР
MR_in	MX0.0	RO		Потрібна операція прийомки МР
MR_n	MB1	RO		Кількість МР для операції
MR_level	MB2	RO		Номер полиці зберігання МР
GA0	IX0.0	RO		Стан датчика вихідного положення
GA1	IX0.1	RO		Стан датчика з полиці №1
GA2	IX0.2	RO		
GA3	IX0.3	RO		
GA4	IX0.4	RO		
GA5	IX0.5	RO		
STOP	QX0.0	RO		
RUN	QX0.1			
BACK	QX0.2			
MR_n_robot	MB3			
Complete	MX0.4			

ПЗ OPC сервера

Основне

Имя: Order

Кодировка: TWD

Комментарий: Наказ на складську операцію

Параметры

Сервер: VIPA.OPCServer

CLSID: {82E11FC8-EF8B-47A0-8242-FB09F78CFS}

Идентификатор: PLC_3/Order

Режим: SYNC/D

Направление:

Формат:

Навигатор проекта

- Ресурсы
- Шаблоны_программ
- Шаблоны_экранов
- Шаблоны_документов
- Шаблоны_связей_с_СУБД
- База_каналов
- Система
 - RTM_1
 - Каналы
 - Источники/Приемники
 - OPC_1
 - OPC_Сервер_1
 - Технология
 - Топология
 - КИПиА
 - Библиотеки_компонентов
 - Системная
 - Пользовательская

Order

MR_out

MR_in

MR_level

GA0

GA1

GA2

GA3

GA4

GA5

STOP

RUN

BACK

MR_n

Complete

MR_n

Браузер OPC

Выбрать сервер OPC

Имя

- Локальный компьютер
 - VIPA.OPCServer
 - CoDeSys.OPC.02
 - OWEN.MOVBUS
 - OWEN.RS485
- Сетевое окружение

Выбрать переменные OPC

Имя

Описание

- PLC_3
 - BACK
 - Complete
 - GA0
 - GA1
 - GA2
 - GA3
 - GA4
 - GA5
 - MR_in

Графический объект с керованием прозрачностью

Динамичный текст

Виртуальная кнопка

Динамичный текст

Наказ: відпустити зі складу

0 од.

відпустити

0 од.

відпустити

0 од.

відпустити

0 од.

відпустити

0 од.

0 од.

РМК_TON#3 3

РМК_TON#2 1

РМК_TON#1 2

РМК_ПЛК 0

РМК_ПЛК 4

Складська операція не виконана

прийняти

0 од.

прийняти

0 од.

прийняти

0 од.

прийняти

0 од.

прийняти

0 од.

4 од.

Наказ: прийняти на склад

РМК_ПЛК

Отмена

Динамичный текст с керованием фоном

Виртуальная кнопка с керованием фоном

Инкрементный регулятор

ПЗ SCADA програми

3. Дослідження машино-машинних взаємодій у промисловій системі

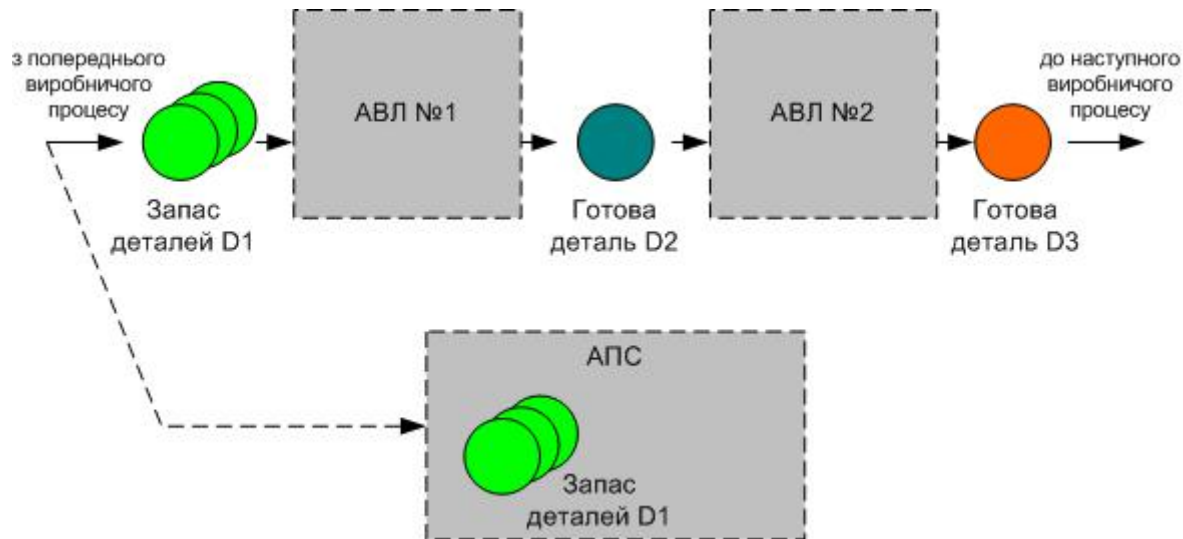
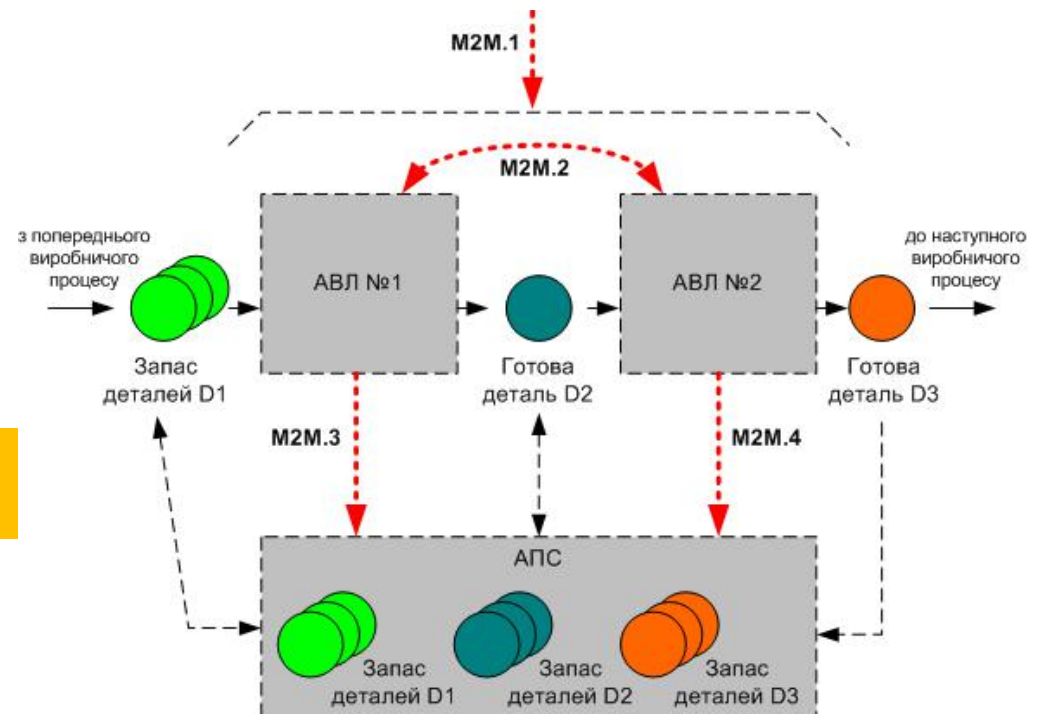
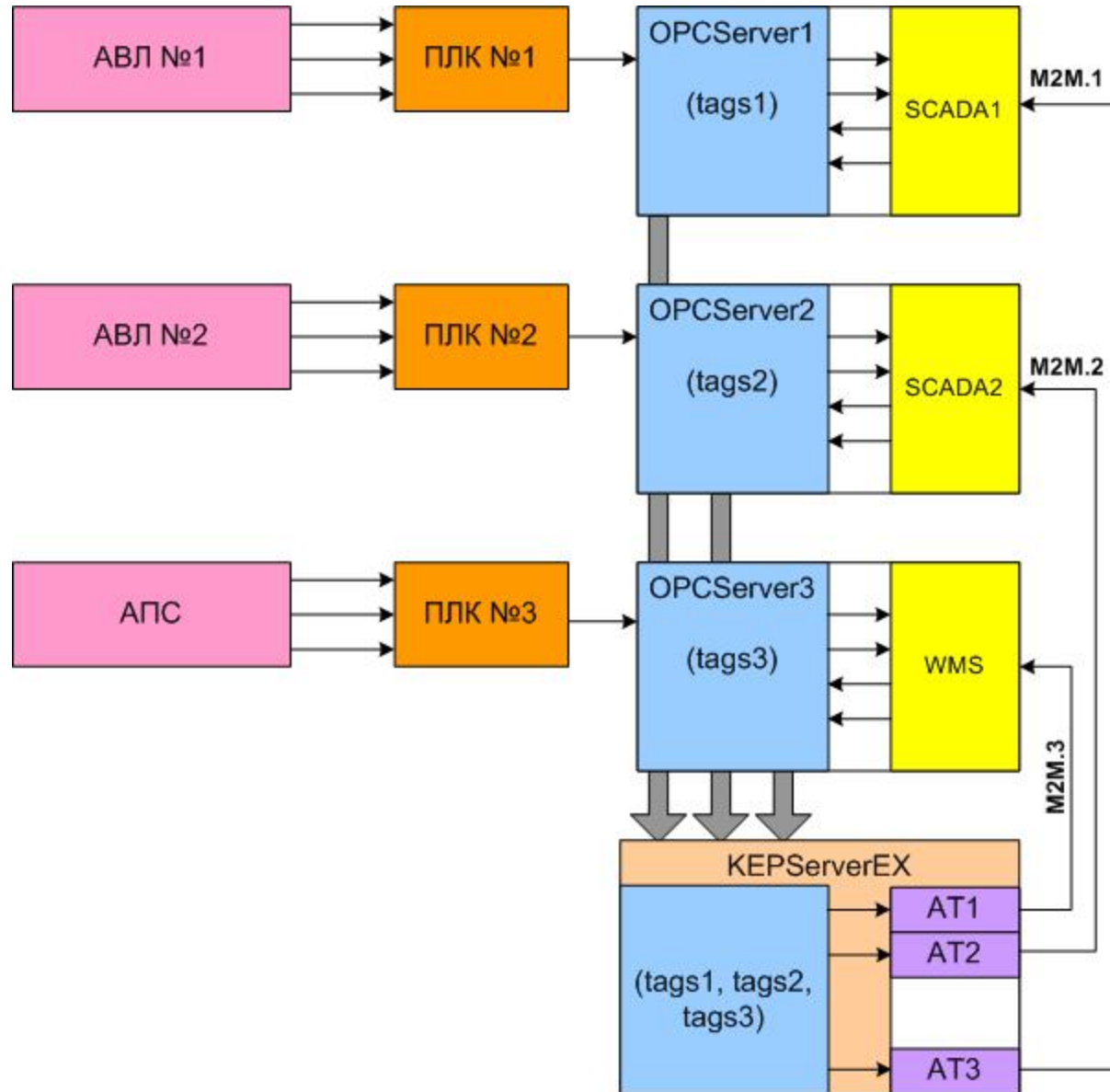


Схема виробничого процесу

Організація M2M взаємодій у випадку нештатних ситуацій

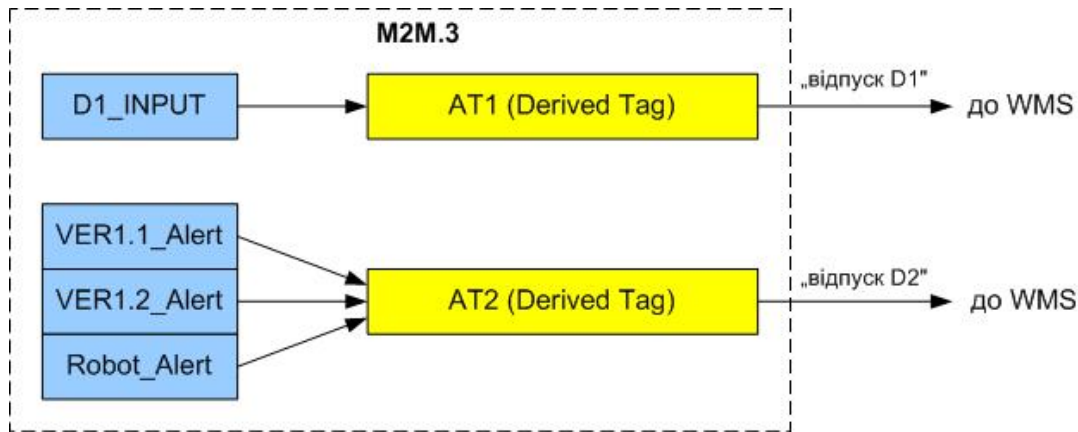


3. Дослідження машино-машинних взаємодій у промисловій системі

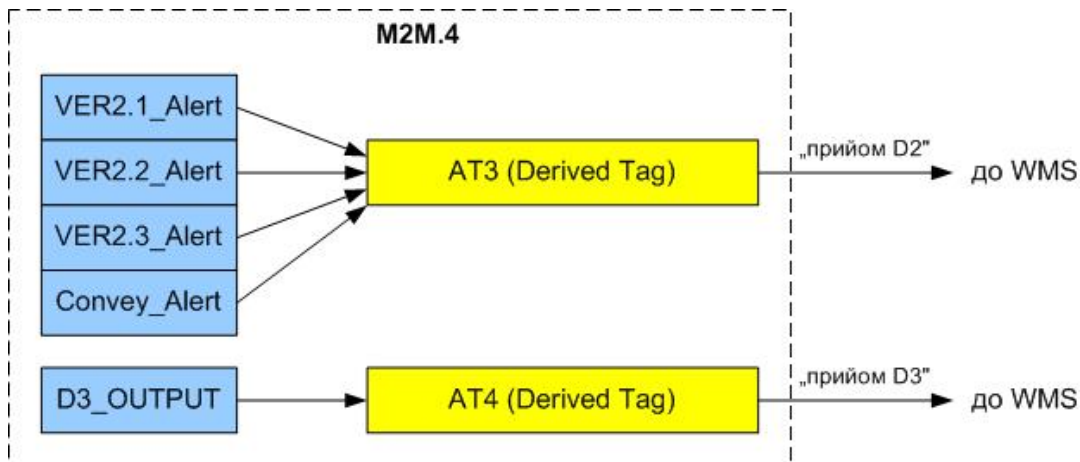


Реалізація M2M взаємодій за допомогою "Advanced Tags"

3. Дослідження машино-машинних взаємодій у промисловій системі

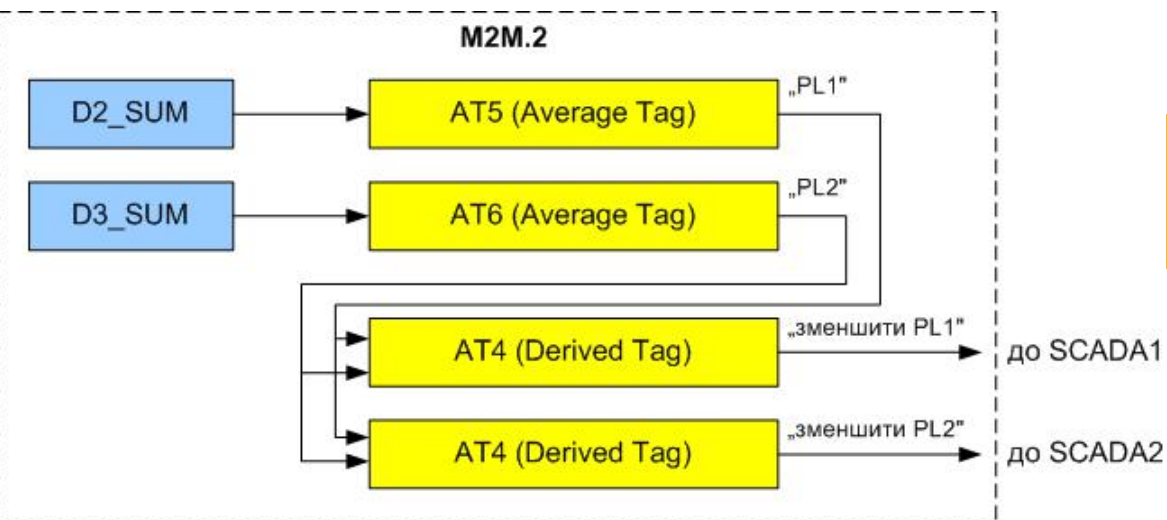


Архітектура взаємодії M2M.3 між виробничою системою АВЛ №1 та системою промислового складу АПС

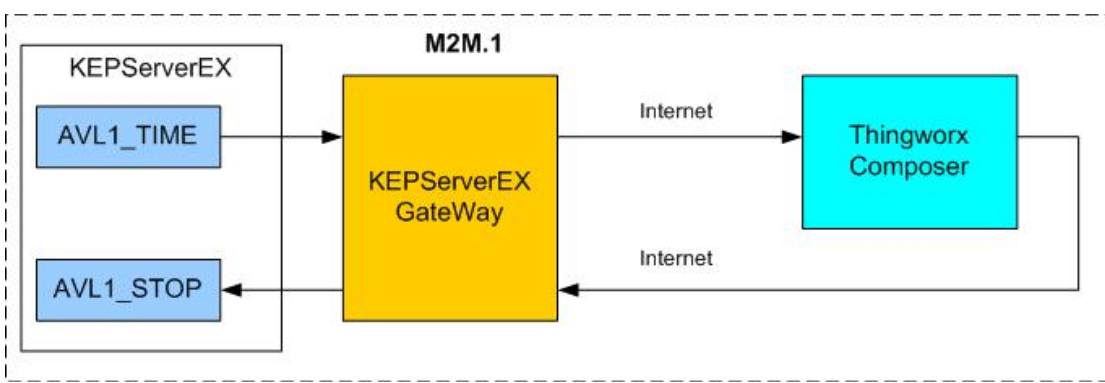


Архітектура взаємодії M2M.4 між виробничою системою АВЛ №2 та системою промислового складу АПС

3. Дослідження машино-машинних взаємодій у промисловій системі



Архітектура взаємодії M2M.2 між виробничими системами АВЛ №1 та АВЛ №2



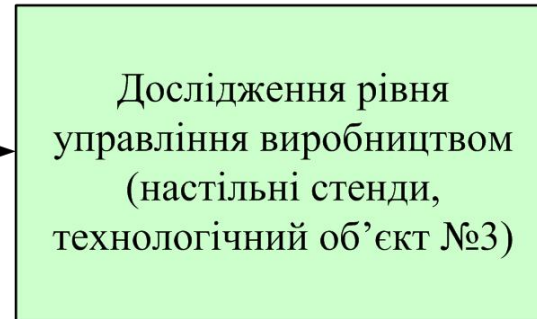
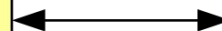
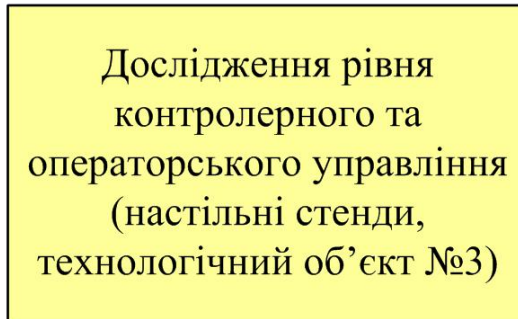
Архітектура взаємодії M2M.1 між усім виробничим процесом (АВЛ №1, АВЛ №2, АПС) та аналітичною системою верхнього рівня, що реалізована на основі сервісів платформи ThingWorx

Обґрунтування навчально-методичного забезпечення навчального засобу

весняний семестр, 4 курс

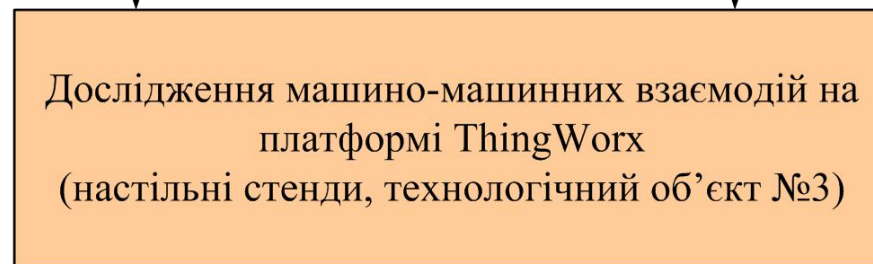
фронтально

"Проектування систем автоматизації"



"Інтегровані системи управління"

осінній семестр, 1 курс магістратури



"Стандарти та проектування комп'ютерно-інтегрованих систем управління"