

Магістерська кваліфікаційна робота

**Комп'ютеризований навчальний засіб для  
практичного вивчення функції Maintenance  
Management промислової системи управління  
класу Manufacturing Execution System**

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

Розробив: студент гр. 1АКІТ-19м Демчик Р.О.

**Мета дослідження:** розробка високоефективного комп'ютеризованого навчального засобу для практичного вивчення студентами функції ММ (Maintenance Management; управління техобслуговуванням і ремонтом), яка виконується інтегрованою промисловою системою управління класу MES (Manufacturing Execution System, промислова виконавча система).

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються такі **задачі:**

1. Детальне вивчення особливостей виконання функції ММ в існуючих інтегрованих системах управління виробництвом (MES).
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.

**Об'єкт дослідження:** навчальний процес підготовки у вищому технічному навчальному закладі фахівців з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих систем управління.

**Предмет дослідження:** підвищення ефективності практичного освоєння студентами інформаційних технологій реалізації функції управління техобслуговуванням і ремонтом (ММ) інтегрованої системи класу MES за рахунок використання у навчальному процесі сучасного комп'ютеризованого навчального засобу..

**Основні наукові методи дослідження:** аналіз, синтез, аналогія.

**Наукова новизна** отриманих результатів дослідження полягає в тому, 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 промислових зразків програмно-технічних засобів автоматизації та імітаційних моделей підвищити ефективність практичного освоєння студентами інформаційних технологій реалізації управління техобслуговуванням і ремонтом (ММ) інтегрованої системи класу MES.

**Практичне значення** отриманих результатів дослідження полягає в тому, що їх легко застосувати при створенні аналогічних комп'ютеризованих навчальних засобів для підготовки фахівців споріднених галузей знань та спеціальностей.

Результати досліджень доповідались на XLIX науково-технічній конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (Вінниця, ВНТУ, 2020)»

# Основні автоматизовані системи підприємства з функцією планування робіт



**BPM** - Business Process Management

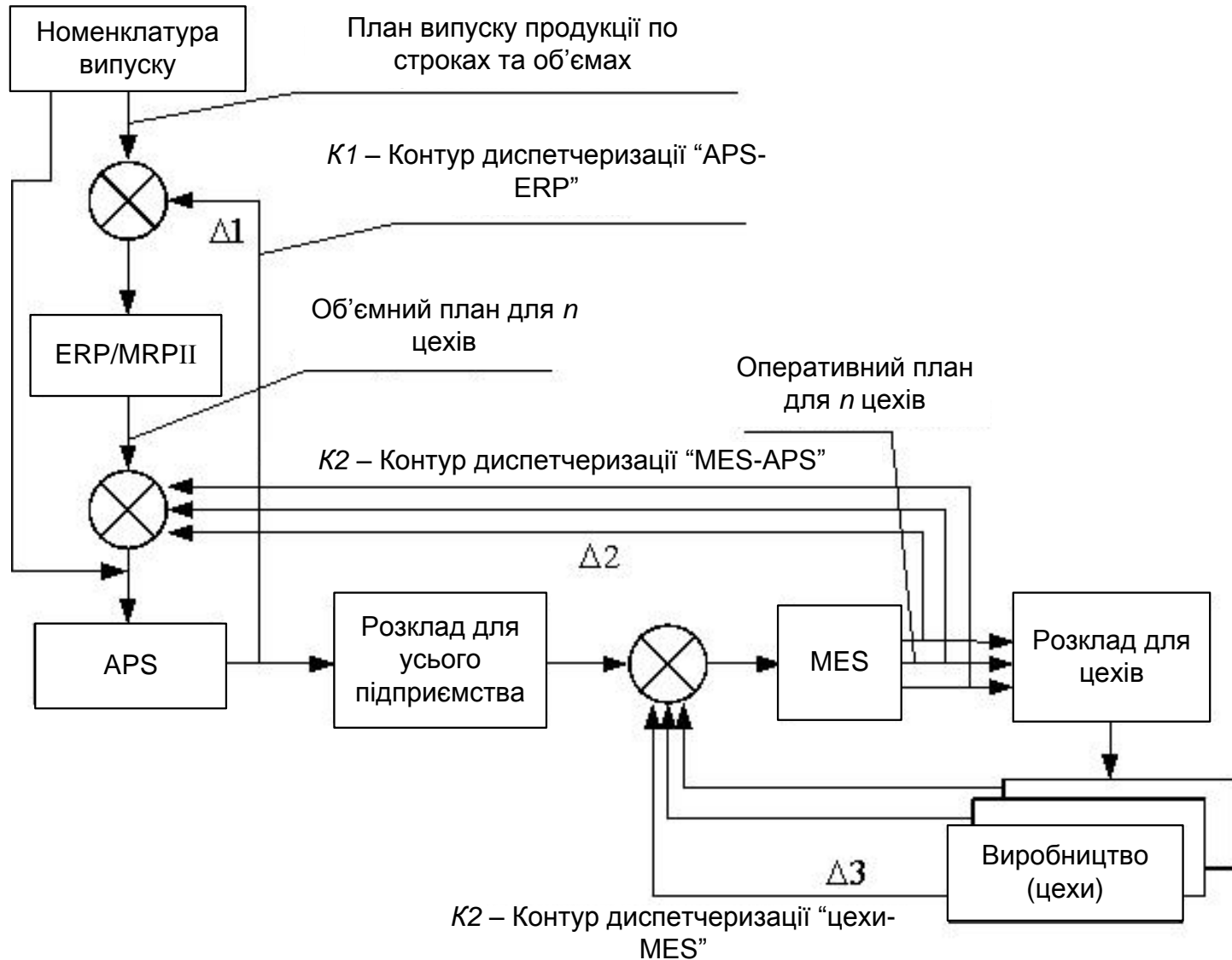
**ERP** - Enterprise Resource Planning

**APS** (Advanced Planning & Scheduling Systems)

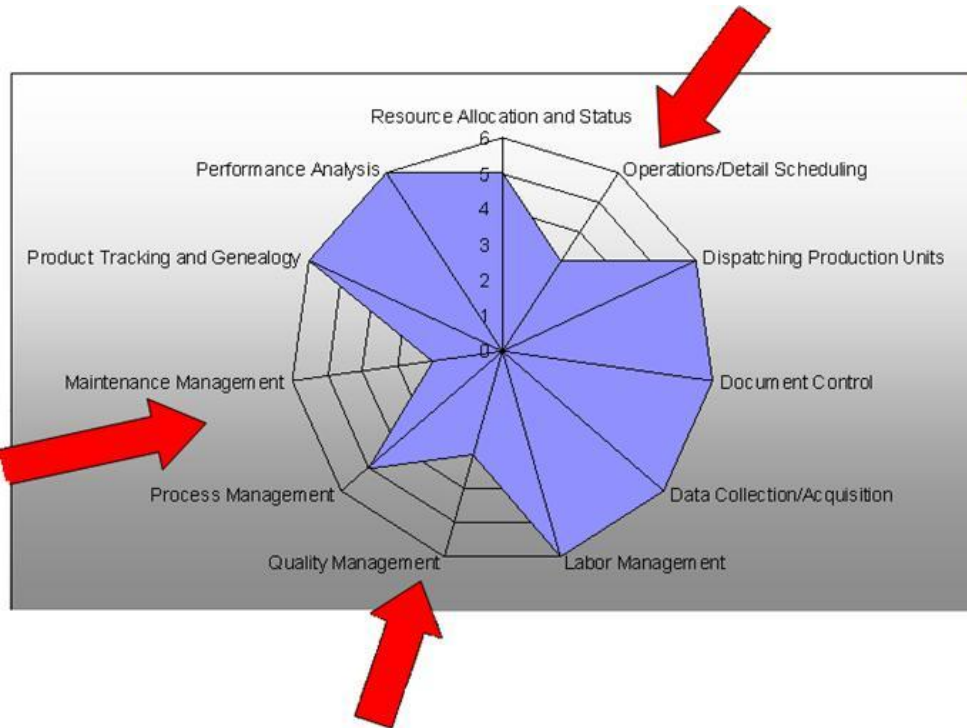
**MES** (Manufacturing Execution Systems)

**SCADA** (Supervisory Control and Data Acquisition)

# Загальна схема планування на підприємстві



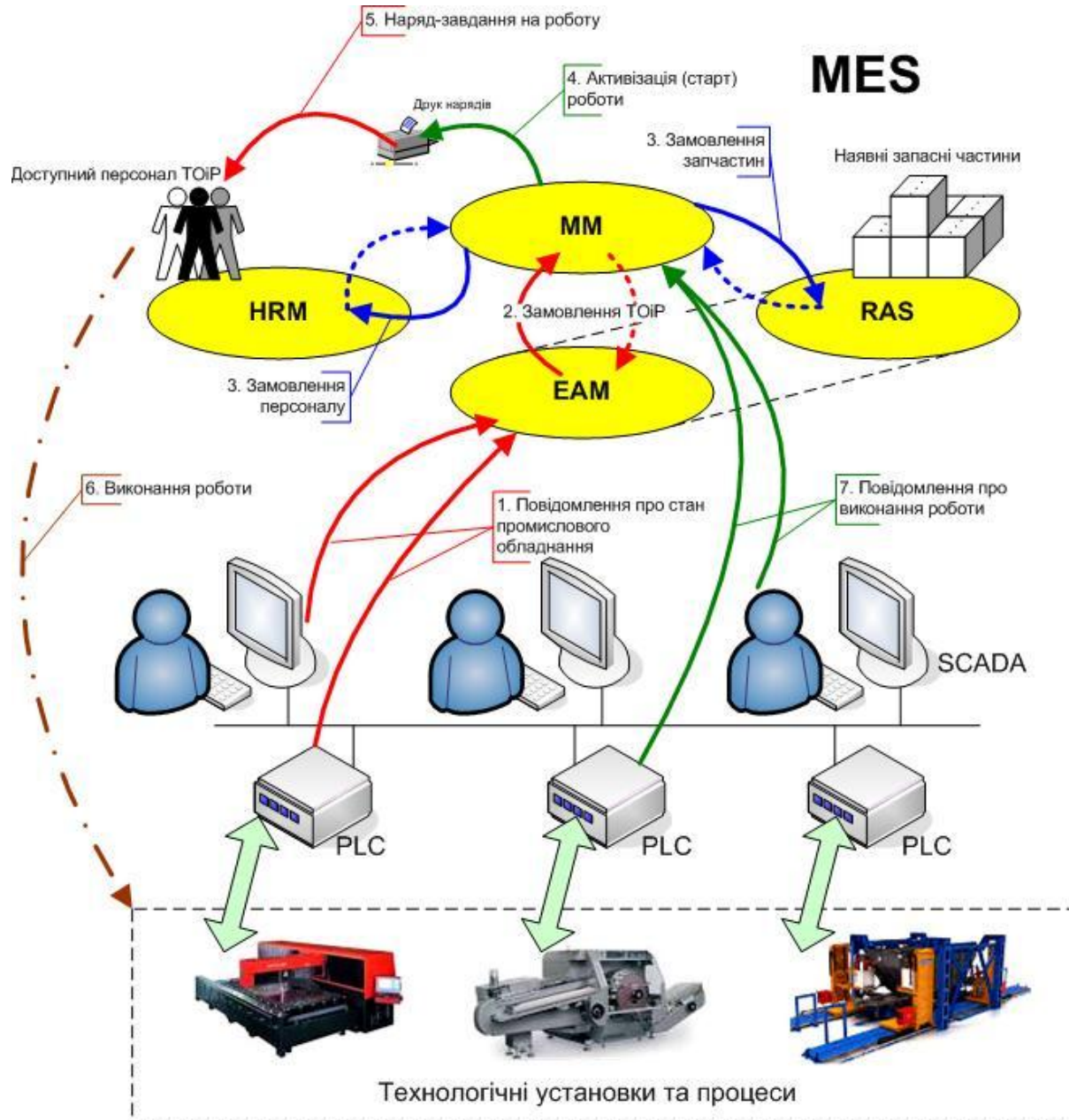
# Планування робіт MES-системами



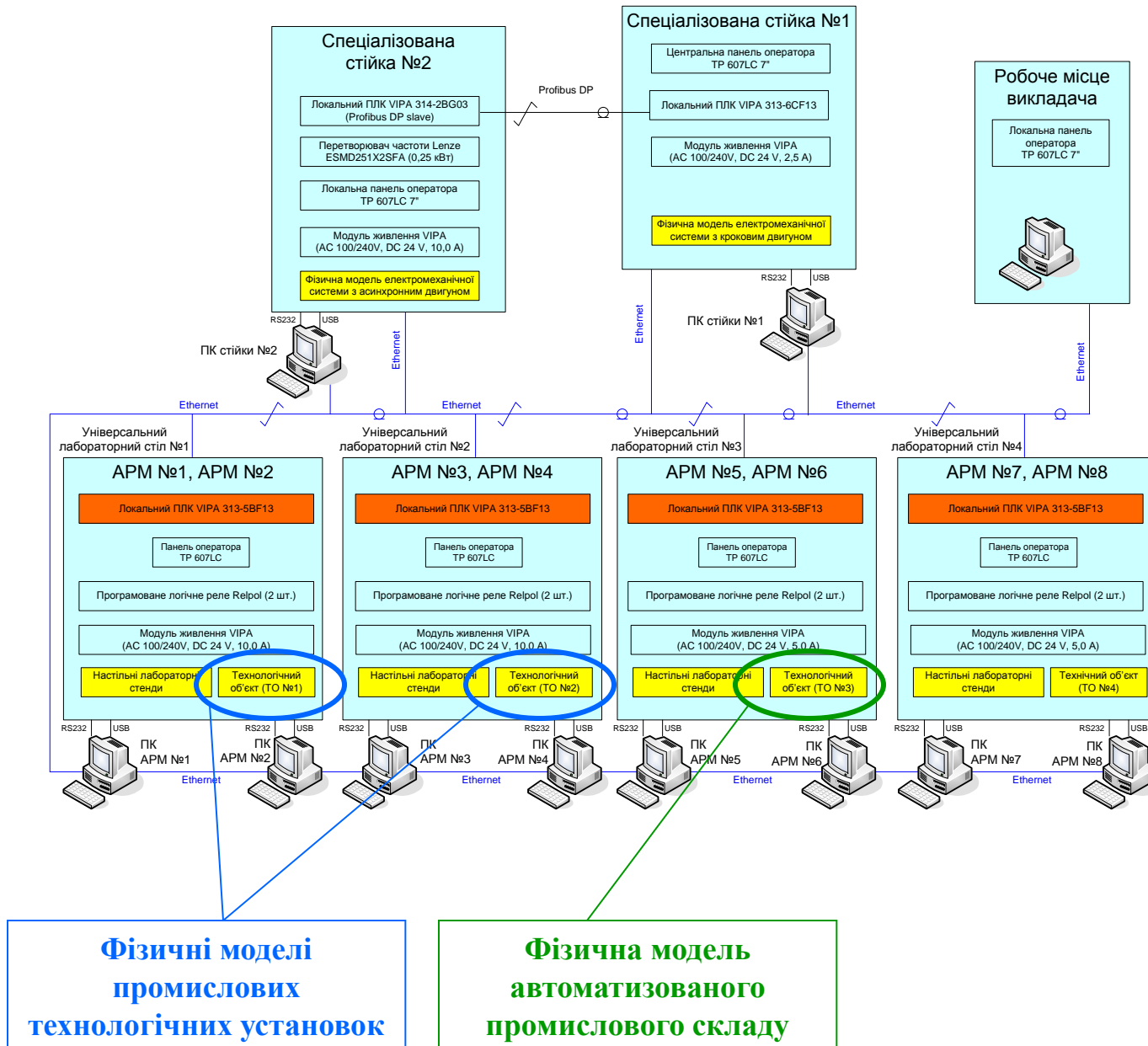
- контроль стану й розподіл ресурсів (RAS);
- оперативне/детальне планування (ODS);
- диспетчеризація виробництва (DPU);
- управління документами (DOC);
- збір і зберігання даних (DCA);
- управління персоналом (LM або HRM);
- управління якістю продукції (QM);
- управління виробничими процесами (PM);
- управління техобслуговуванням і ремонтом (MM);
- відстеження історії продукту (PTG);
- аналіз продуктивності (PA).

Регламентовані функції MES та оцінка ступеню їх використання на сучасному виробництві

# Функціональна структура MES для оперативного управління позаплановими ремонтами

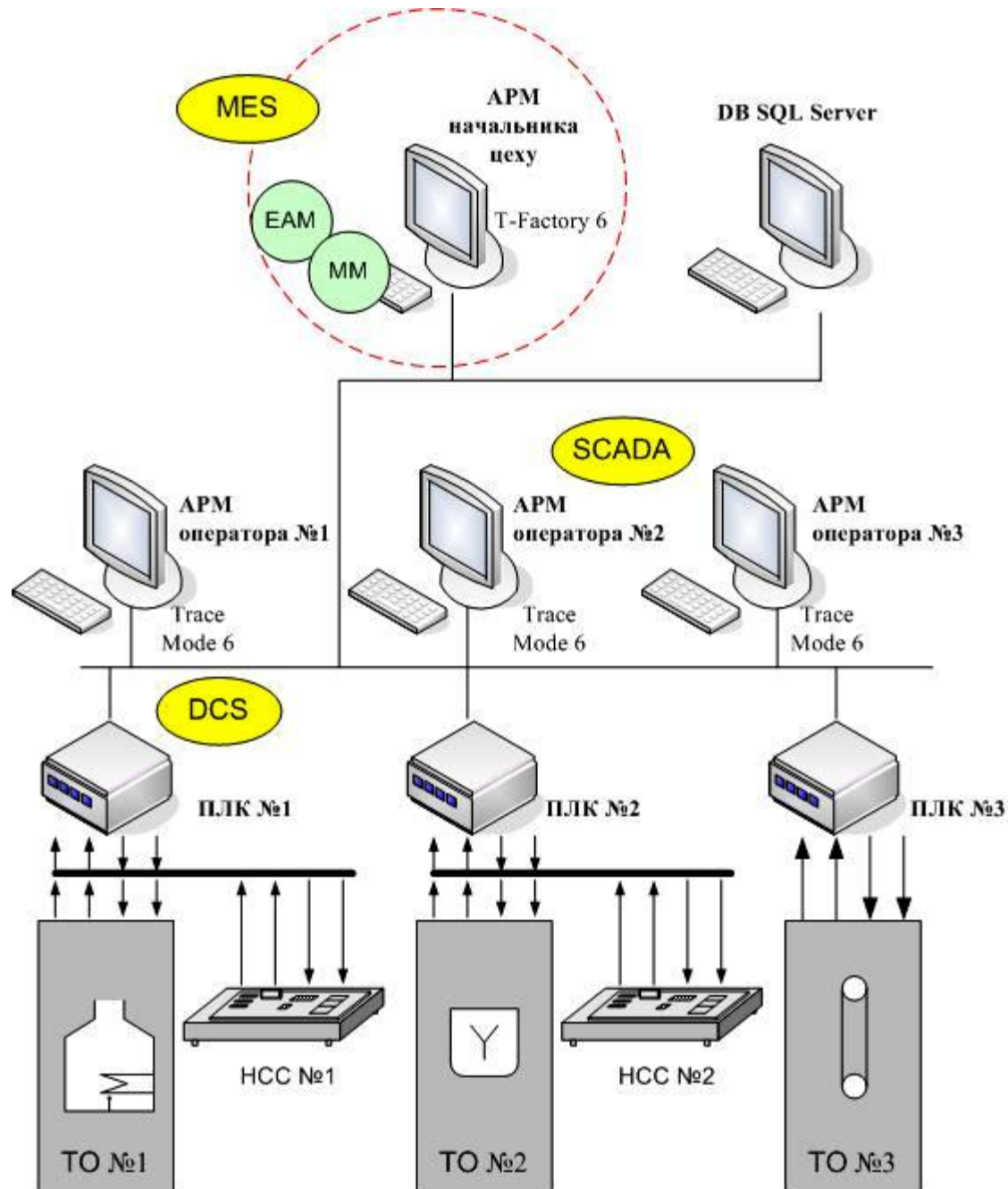


# Універсальна лабораторна комп'ютеризована система ФКСА ВНТУ

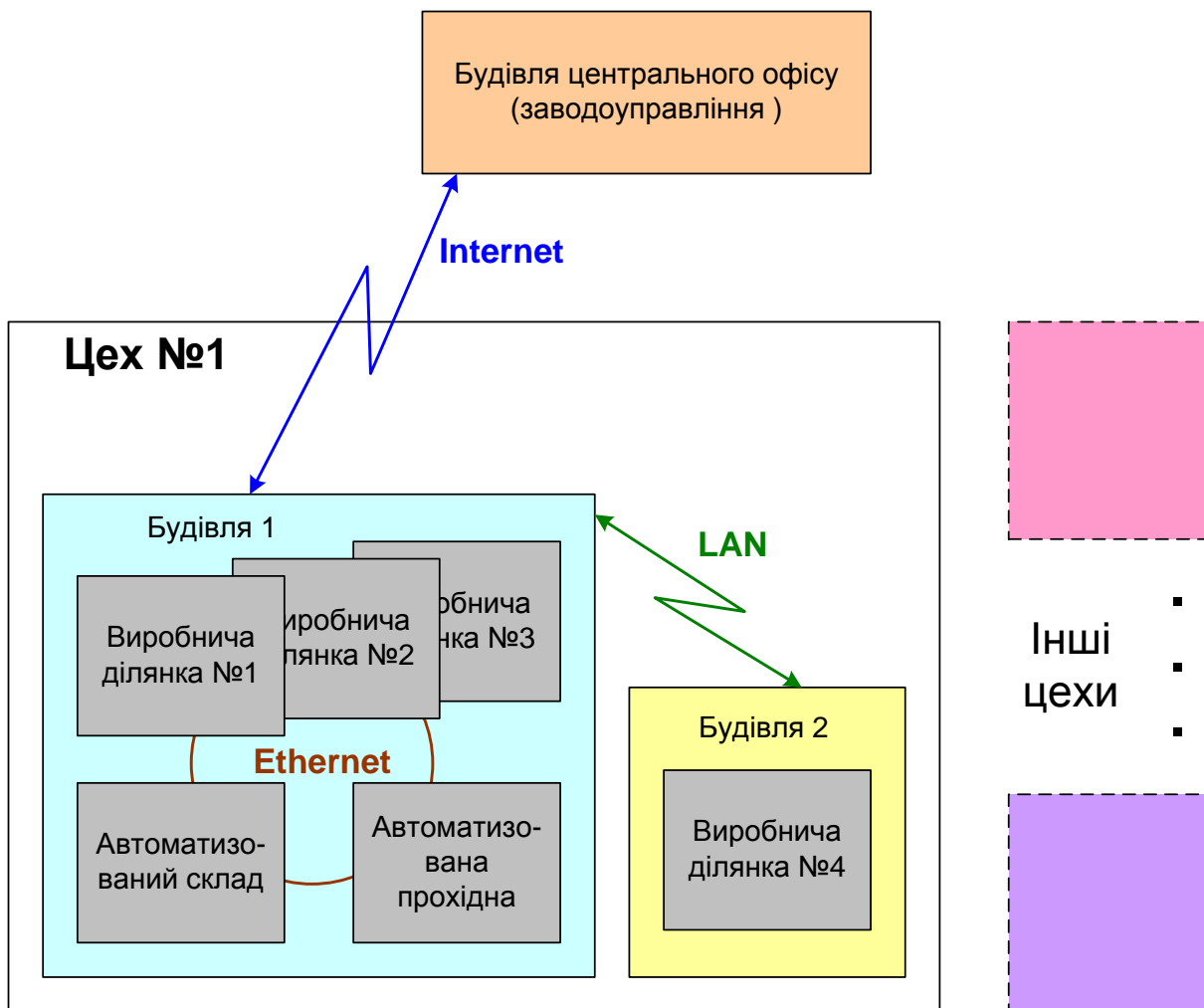




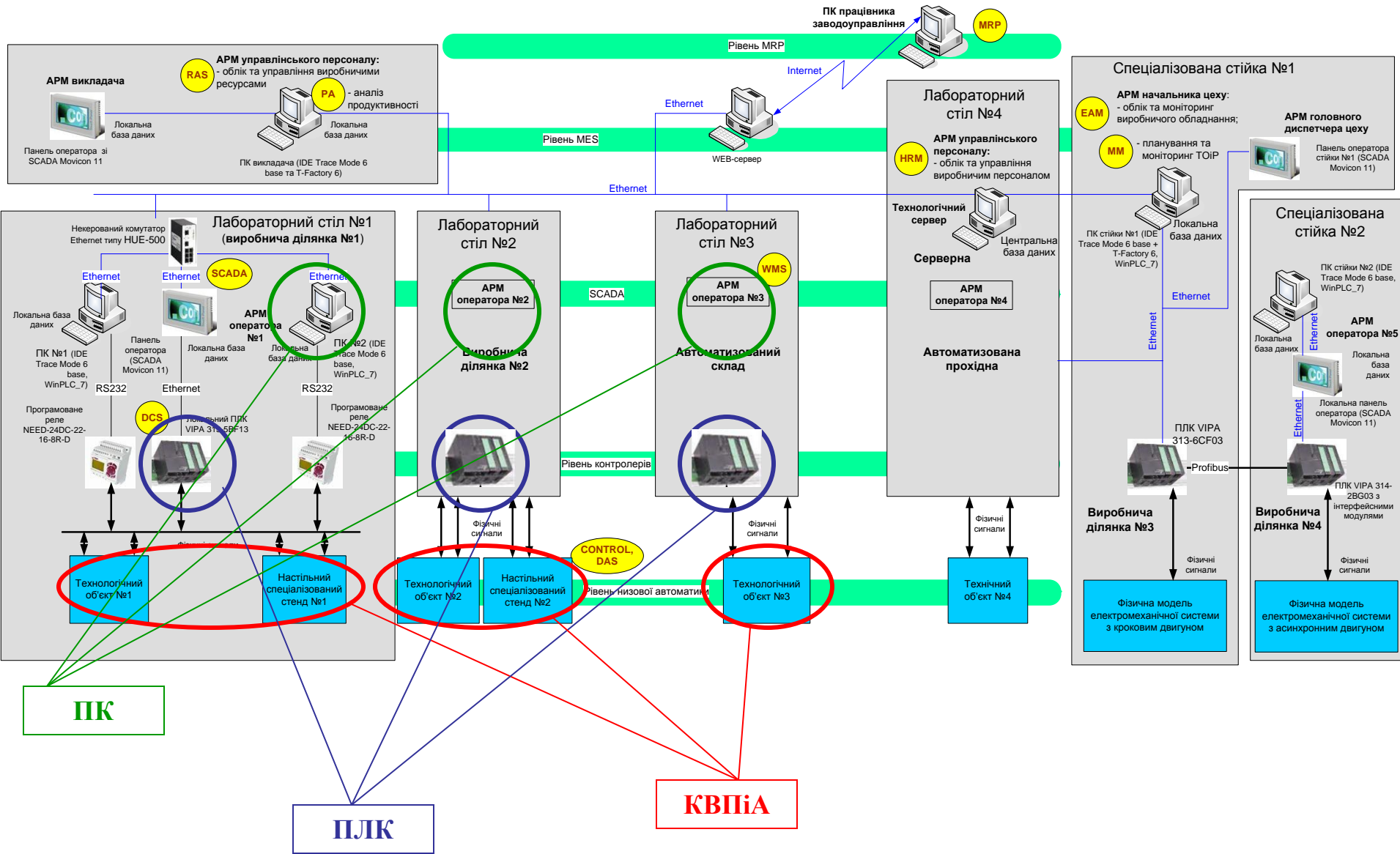
# Загальна конфігурація нового комп'ютеризованого навчального засобу



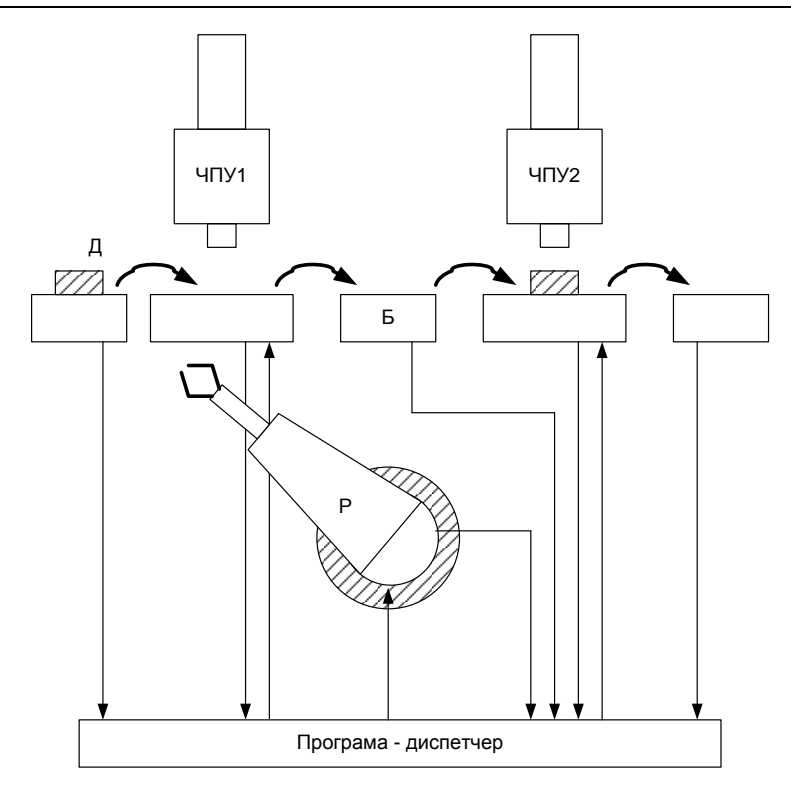
# Територіальна структура вигаданого виробничого підприємства



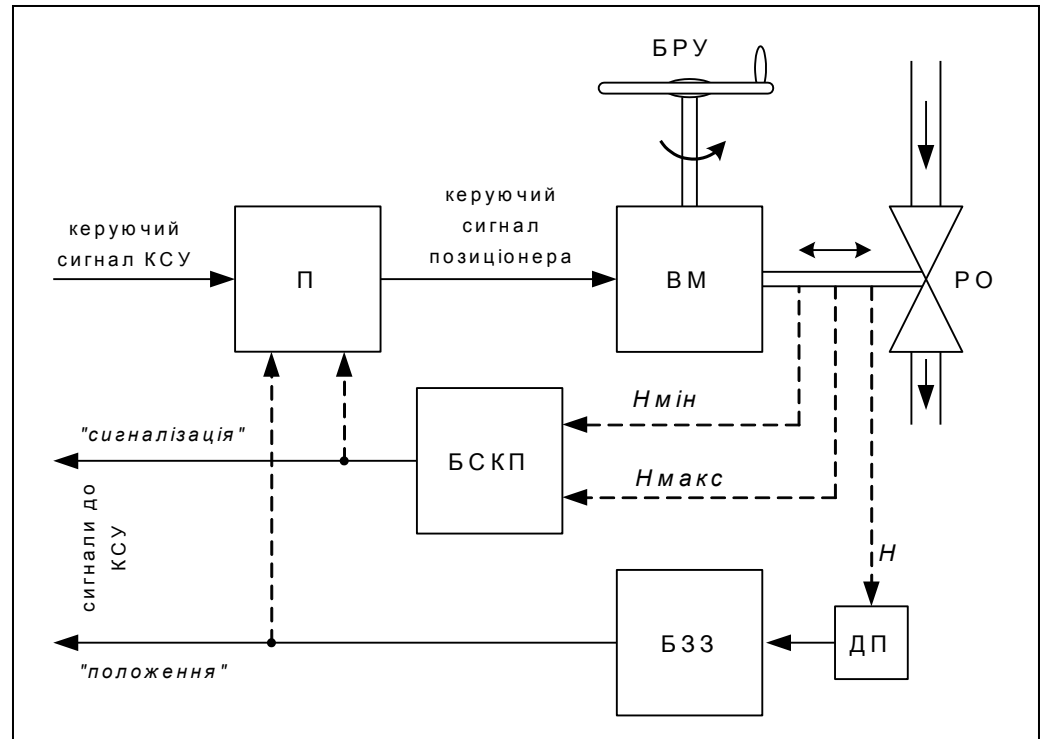
# Структура лабораторної ІАСУ виробництвом



## Настільні спеціалізовані стенди №1 та №2

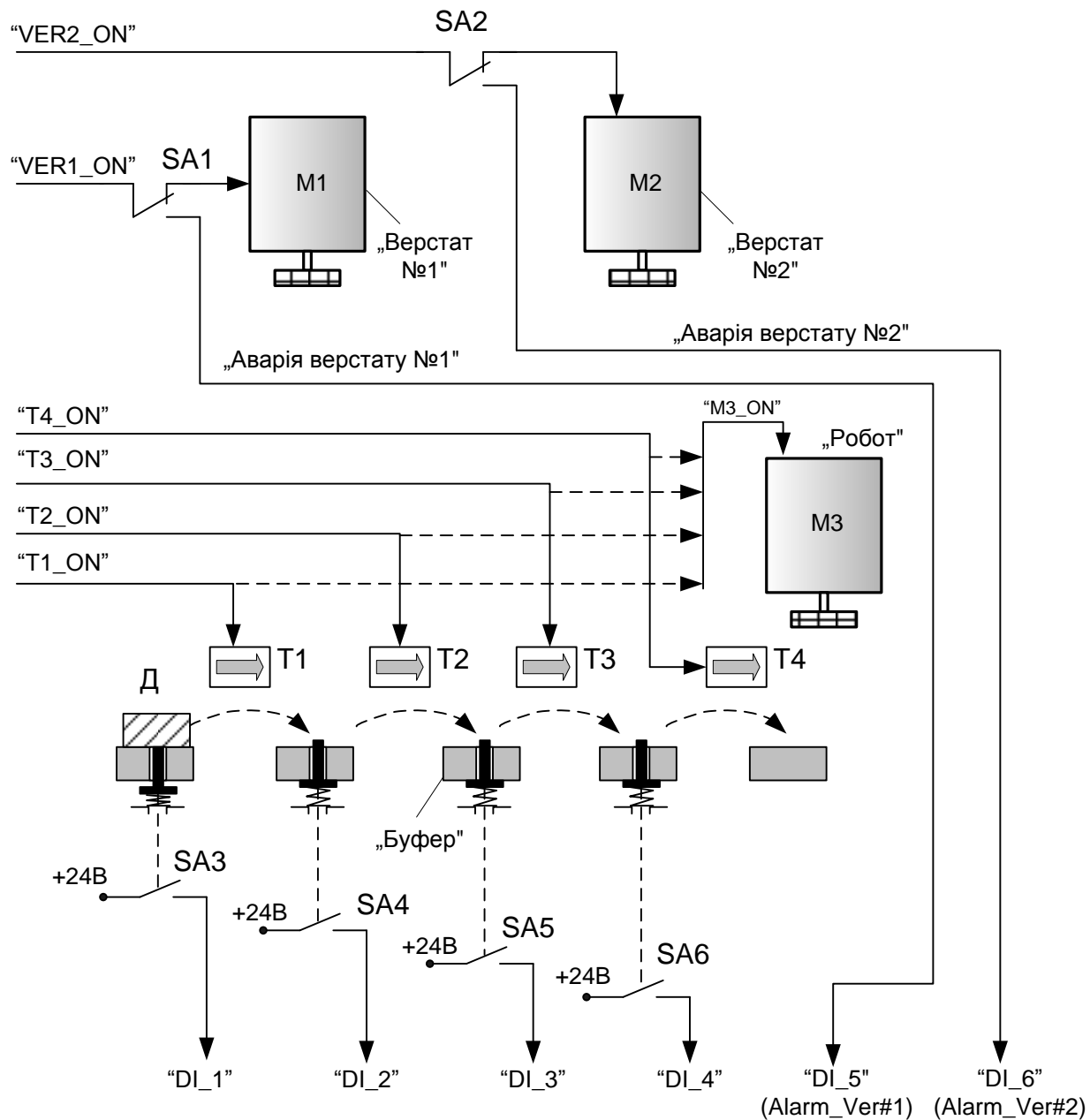


Спрощена технологічна схема виробничої лінії  
(стенд №1)

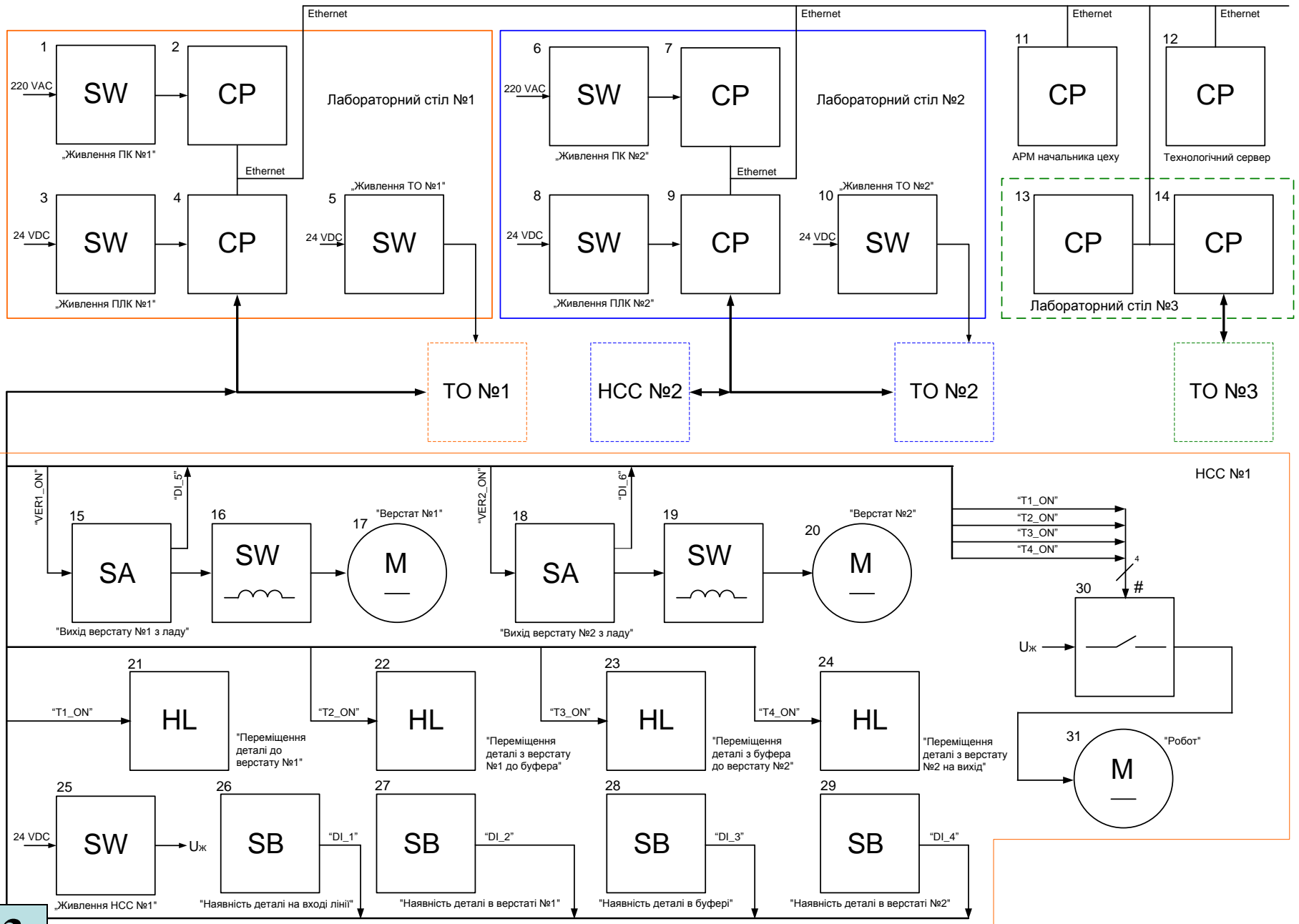


Загальна будова регулюючого вентиля  
(стенд №2)

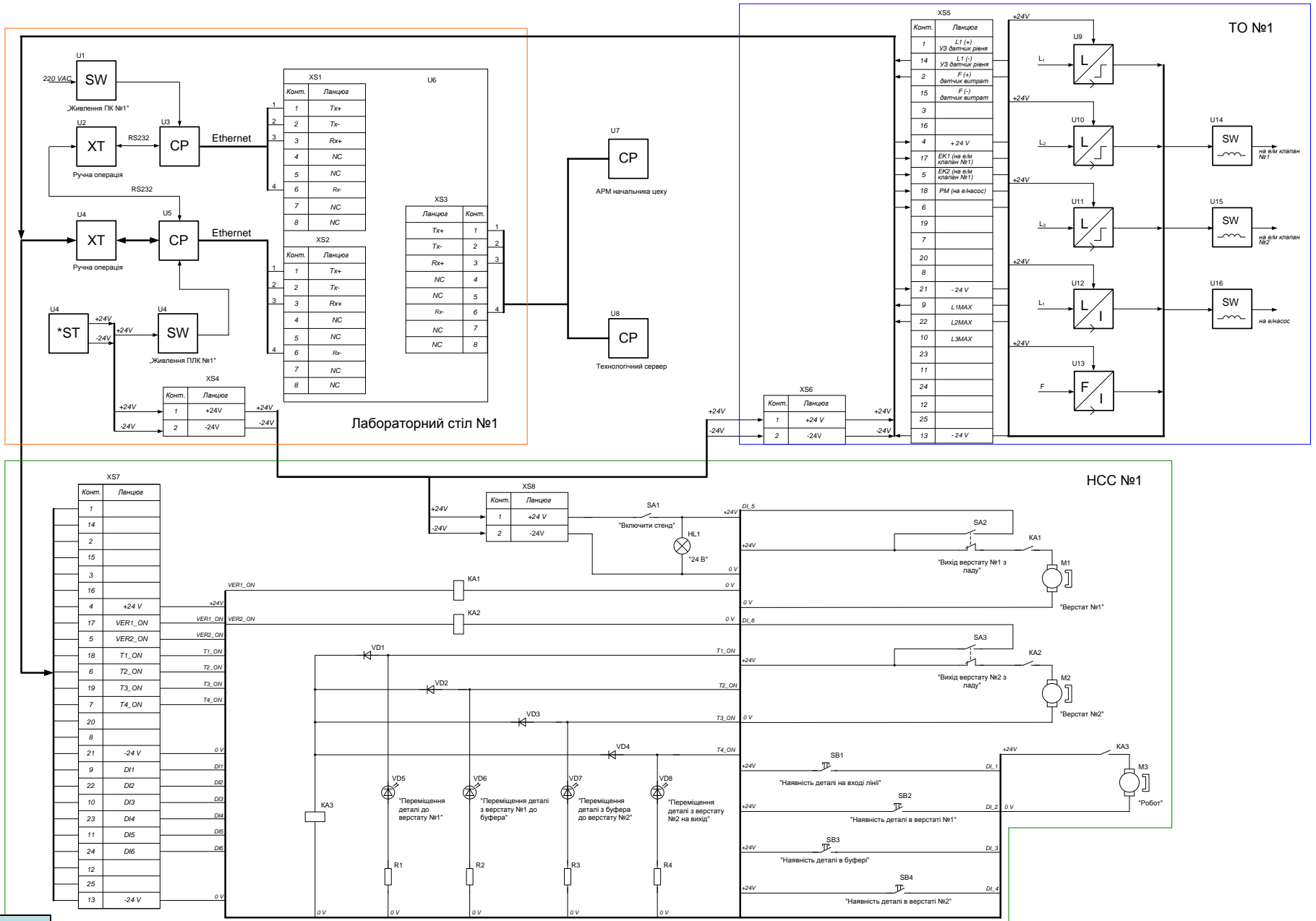
# Електромеханічна імітаційна модель автоматичної виробничої лінії (НСС №1)



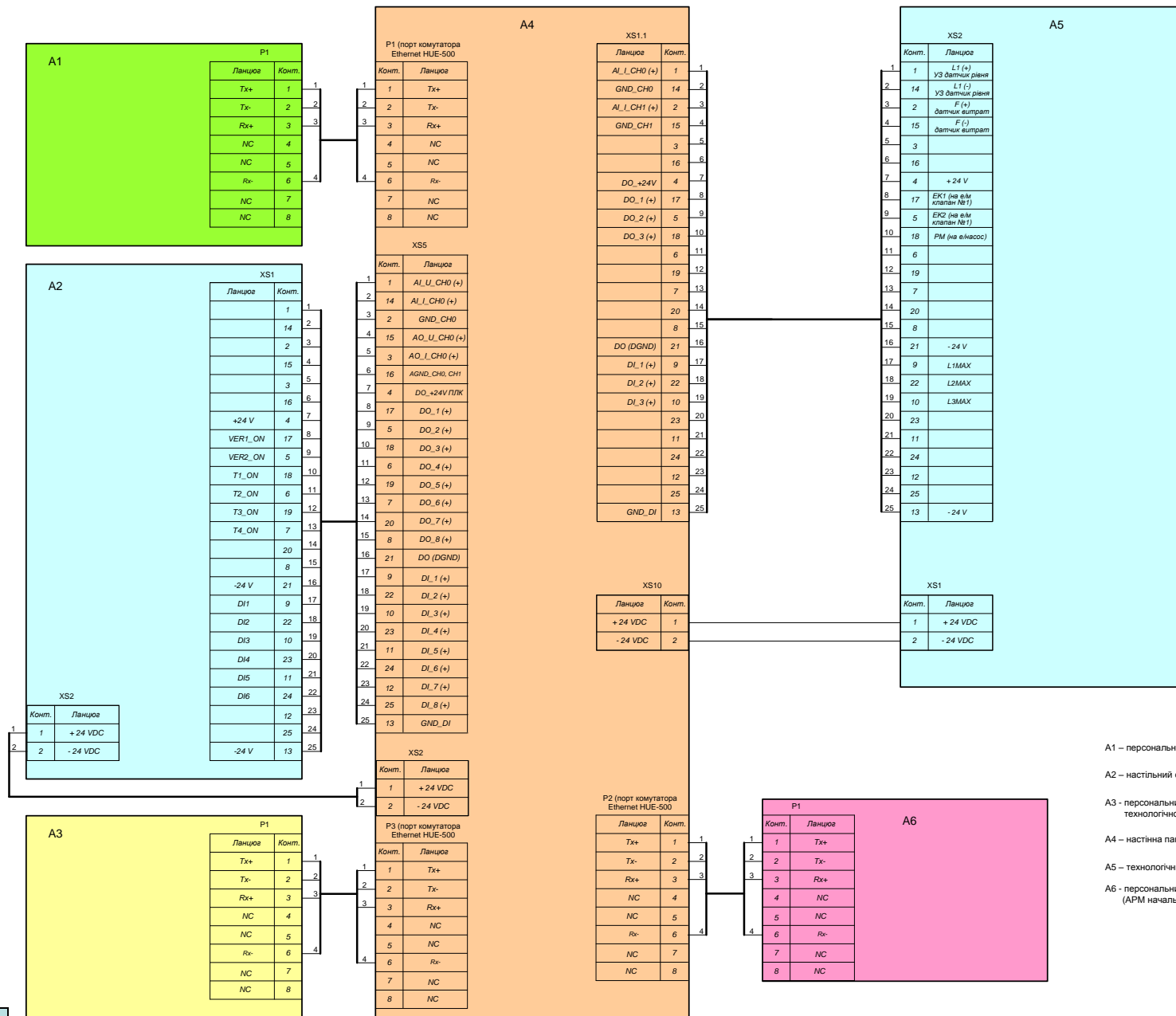
# Схема електрична структурна



# Схема електрична функціональна



# Схема електрична підключення



A1 – персональний комп'ютер лабораторного столу №1;

A2 – настільний спеціалізований стенд №1;

A3 - персональний комп'ютер, що виконує функцію технологічного серверу;

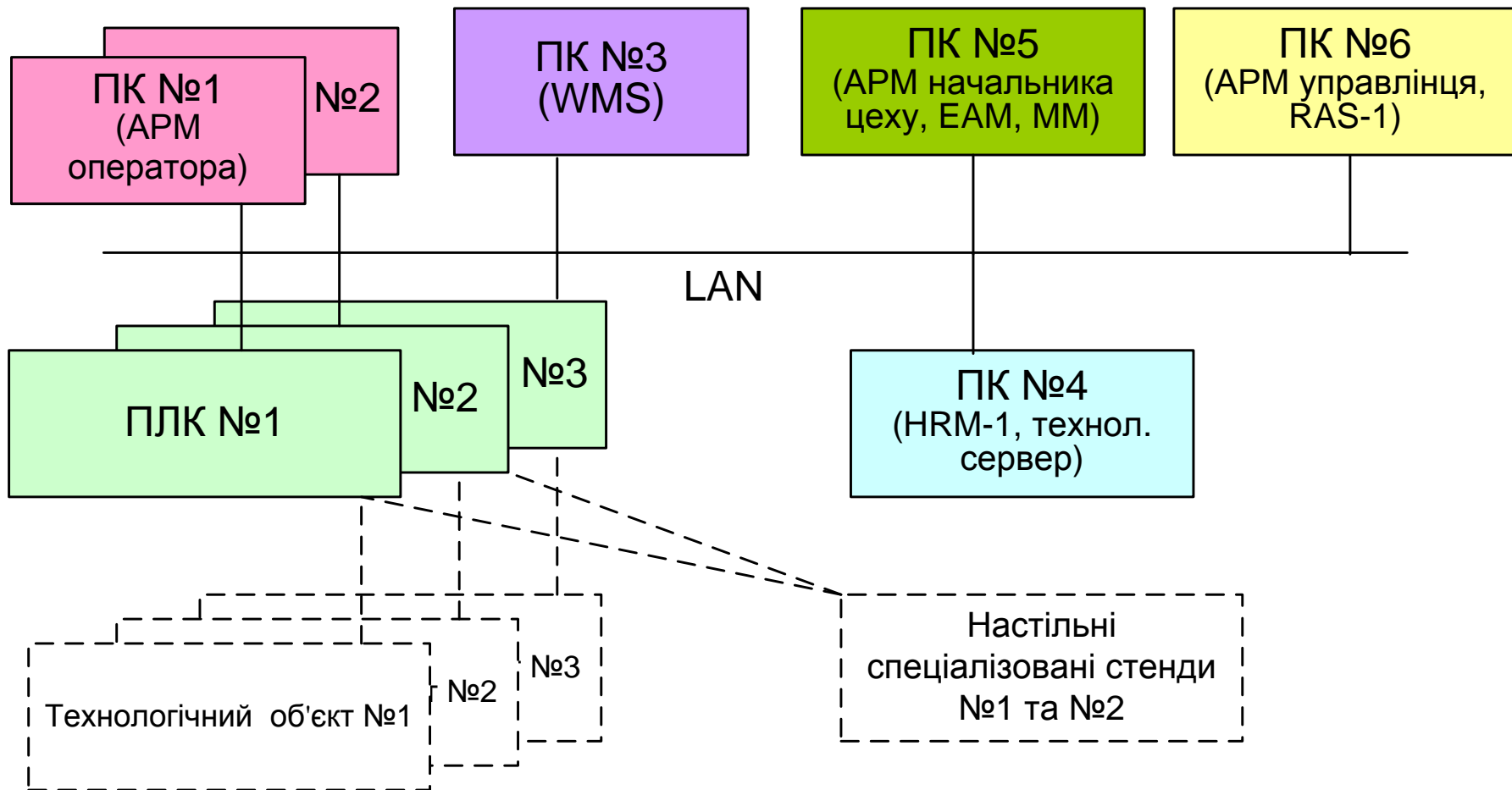
A4 – настінна панель лабораторного столу №1;

A5 – технологічний об'єкт №1;

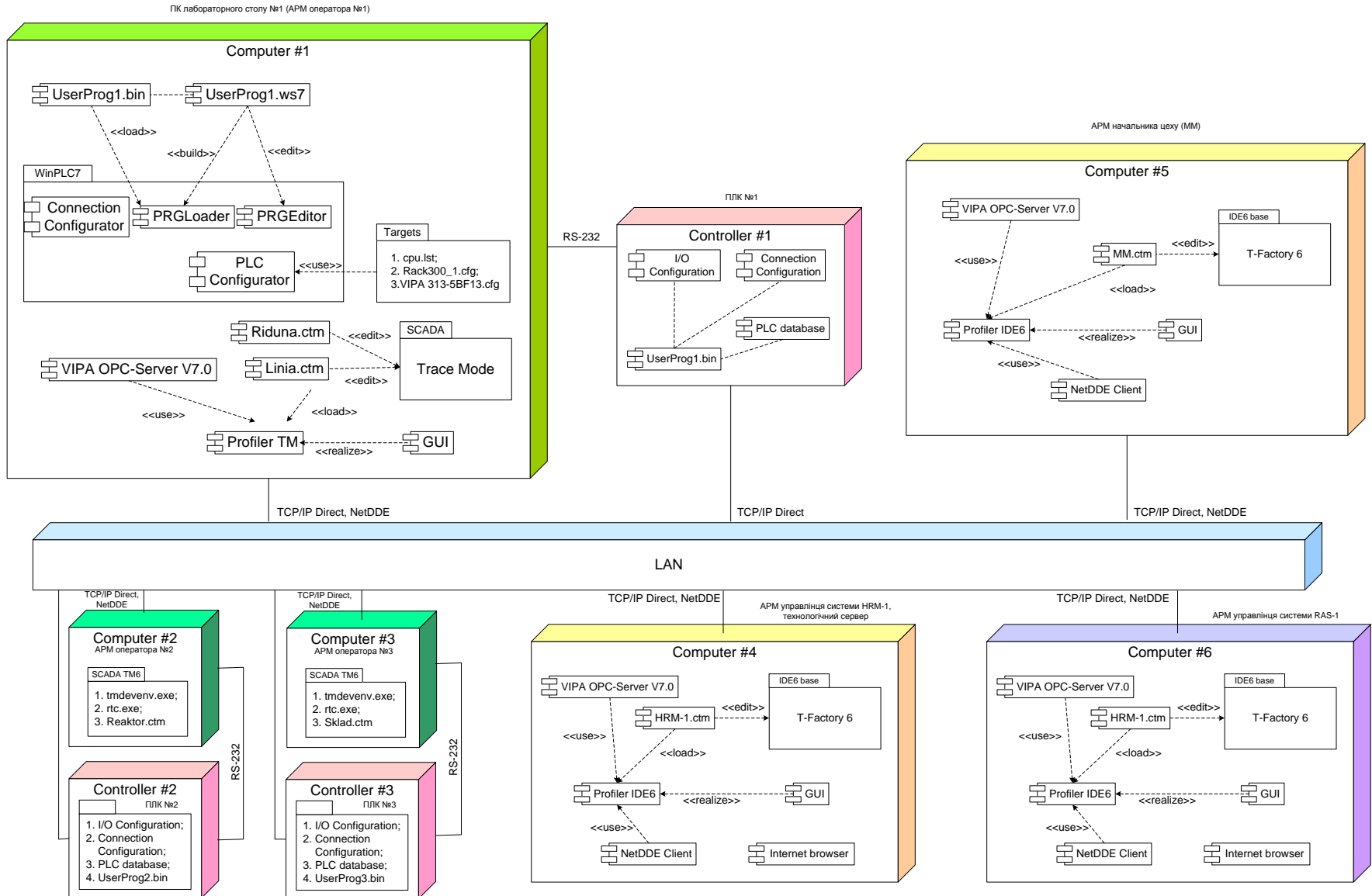
A6 - персональний комп'ютер спеціалізованої стійки №1 (АРМ начальника цеху);



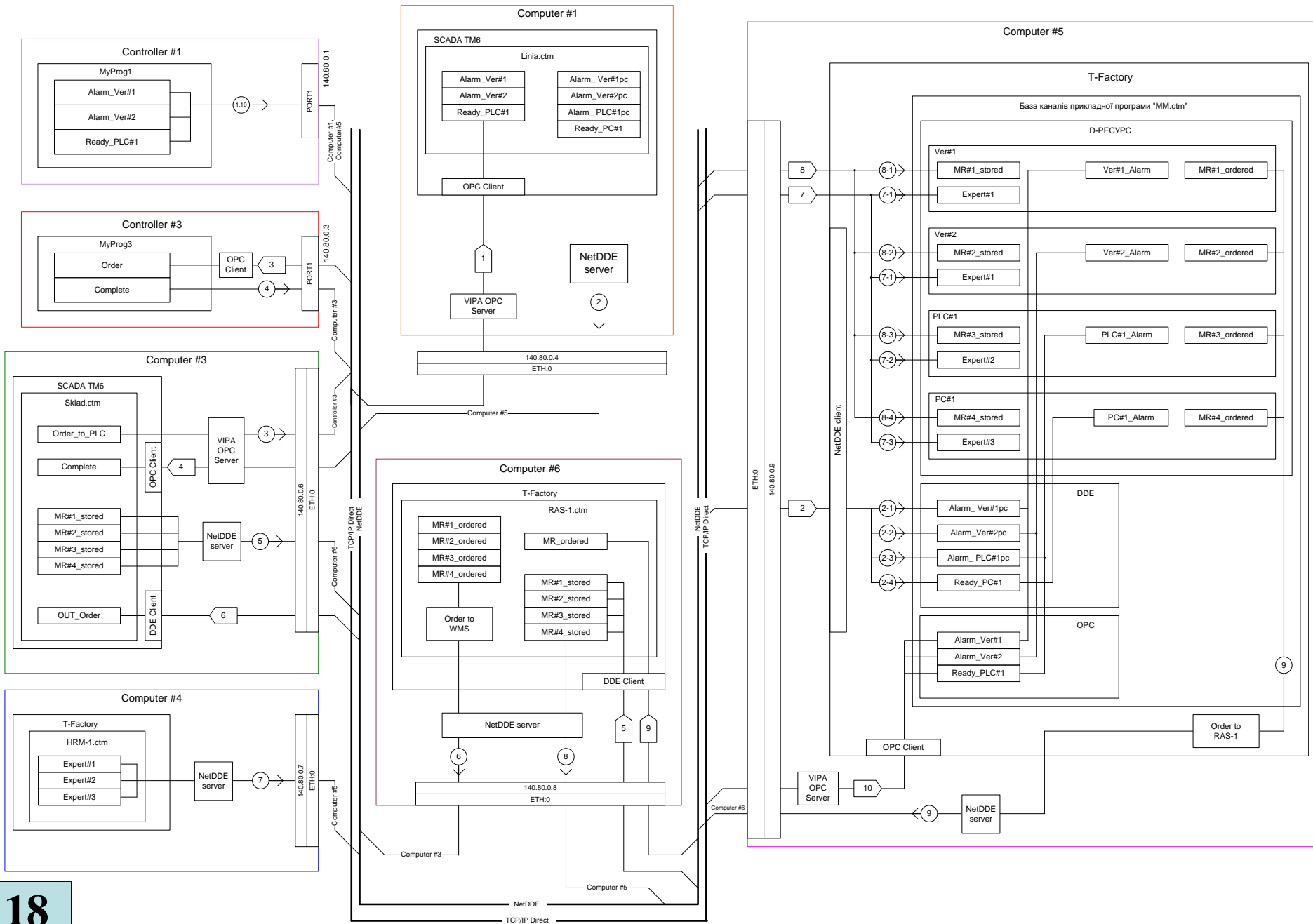
# Обчислювальні ресурси вибраної конфігурації навчального засобу



# Архітектура програмного забезпечення навчального засобу



# Схема мережних інформаційних потоків навчального засобу



# Проектування програмного забезпечення ПЛК "VIRA" АСУТП виробничої лінії

Station-Offline---PLC

UR0 UR1 UR2 UR3 Goto WinPLC7

Slot	Module	Order No.	MPI address	I address	Q address
1	PS 307 10A	6ES7 307-1KA00-0AA0			
2	CPU 313SC SPEED7	6ES7 313-5BF13-0AB0	2		
-2.2	DI/DO			124 - 126	124 - 125
-2.3	AI/AO			752 - 761	752 - 755
-2.4	CP			768 - 783	768 - 783
3				2000	

Edit project:

- Solution
  - MYPROG.WS7 (Solution)
    - MYPROG
      - Blocks
      - Symbolic
      - EIA
      - Vars
      - Documentation
      - Hardware stations
        - Create new
        - PLC\_1
      - PLC Online

MYPROG.PRG

in	->	DI2
in	->	DI3
in	->	DI4
in	->	DI5
in	->	DI6
out	<-	VER1
out	<-	VER2
out	<-	Detal_poz1
out	<-	Detal_poz2

Properties Ethernet-Interface

Parameters

Set MAC address/use ISO-protocol

MAC-Address:

IP-protocol is being used

Use router

IP-Address:

Subnet mask:

Subnet:

not networked

PG\_OP\_Ethernet

Model\_Inputs

EN	VER1	"VER1"
	VER2	"VER2"
"DI1"	DI1	Detal_poz1
"DI2"	DI2	Detal_poz1
"DI3"	DI3	Detal_poz2
"DI4"	DI4	Detal_poz2
"DI5"	DI5	Detal_poz3
"DI6"	DI6	Detal_poz3
		Detal_poz4
		Detal_poz4
ENO		

BOOL	FALSE	
BOOL	FALSE	
BOOL	FALSE	Розряд 4 коду стану
BOOL	FALSE	Розряд 5 коду стану
BOOL	FALSE	Стан верстату №1
BOOL	FALSE	Стан верстату №2
BOOL	FALSE	Наяність деталі на вході
BOOL	FALSE	Наяність деталі у верстаті №1
BOOL	FALSE	Наяність деталі у буфері
BOOL	FALSE	Наяність деталі у верстаті №2

SymbolTable.SEQ

TableOfVariables.var

Address Locations

Protocol

ToDo-List

Messages

PLC Online

...	Symbol	Address	Type	Symb.-Comment
1	Model_Inputs			
2	DI1	I 0.0	BOOL	Розряд 0 коду стану
3	DI2			
4	DI3			
5	DI4			
6	Alarm_Ver#1			
7	Alarm_Ver#2			

SymbolTable.SEQ

TableOfVariables.var

Address Locations

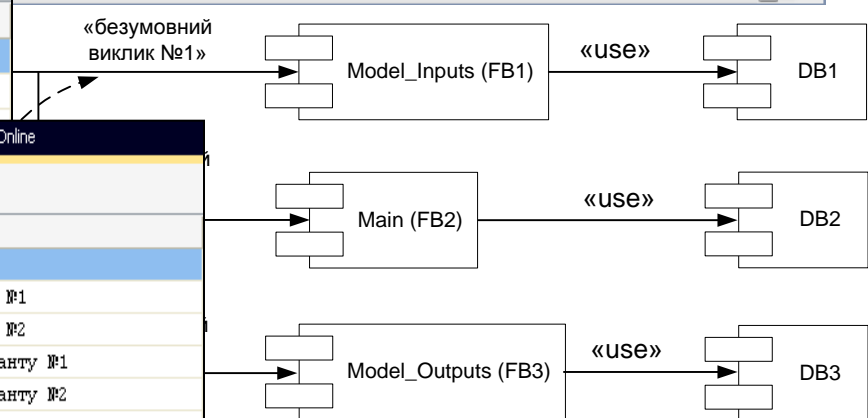
Protocol

ToDo-List

Messages

PLC Online

...	Symbol	Address	Type	Symb.-Comment
8	Model_Outputs			
9	VER1_ON	Q 0.0	BOOL	Вмикання верстату №1
10	VER2_ON	Q 0.1	BOOL	Вмикання верстату №2
11	T1_ON	Q 0.2	BOOL	Вмикання транспаранту №1
12	T2_ON	Q 0.3	BOOL	Вмикання транспаранту №2
13	T3_ON	Q 0.4	BOOL	Вмикання транспаранту №3
14	T4_ON	Q 0.5	BOOL	Вмикання транспаранту №4



# Проектування OPC-сервера для контролера "VIPA"

Create network

Name

Type

- MPI over COMPort
- Read/Write over TCP/IP
- ISO over ICP/IP

OPC-Editor

File Edit Extras ?

Property Value

Network type	Read/Write over TCP/IP
Filename	Lab_net.ini

OPC-Editor

File Edit Extras ?

Property Value

Filename for Tags	PLC_1.csv
PLC type	S7

Tag	Destination	Access right	Simulation	Comment
Alarm_TO#1	MX1.0	RO		Аварія ТО №1
Ready_PLC#1	MB1	RO		Готовність ПЛК №1

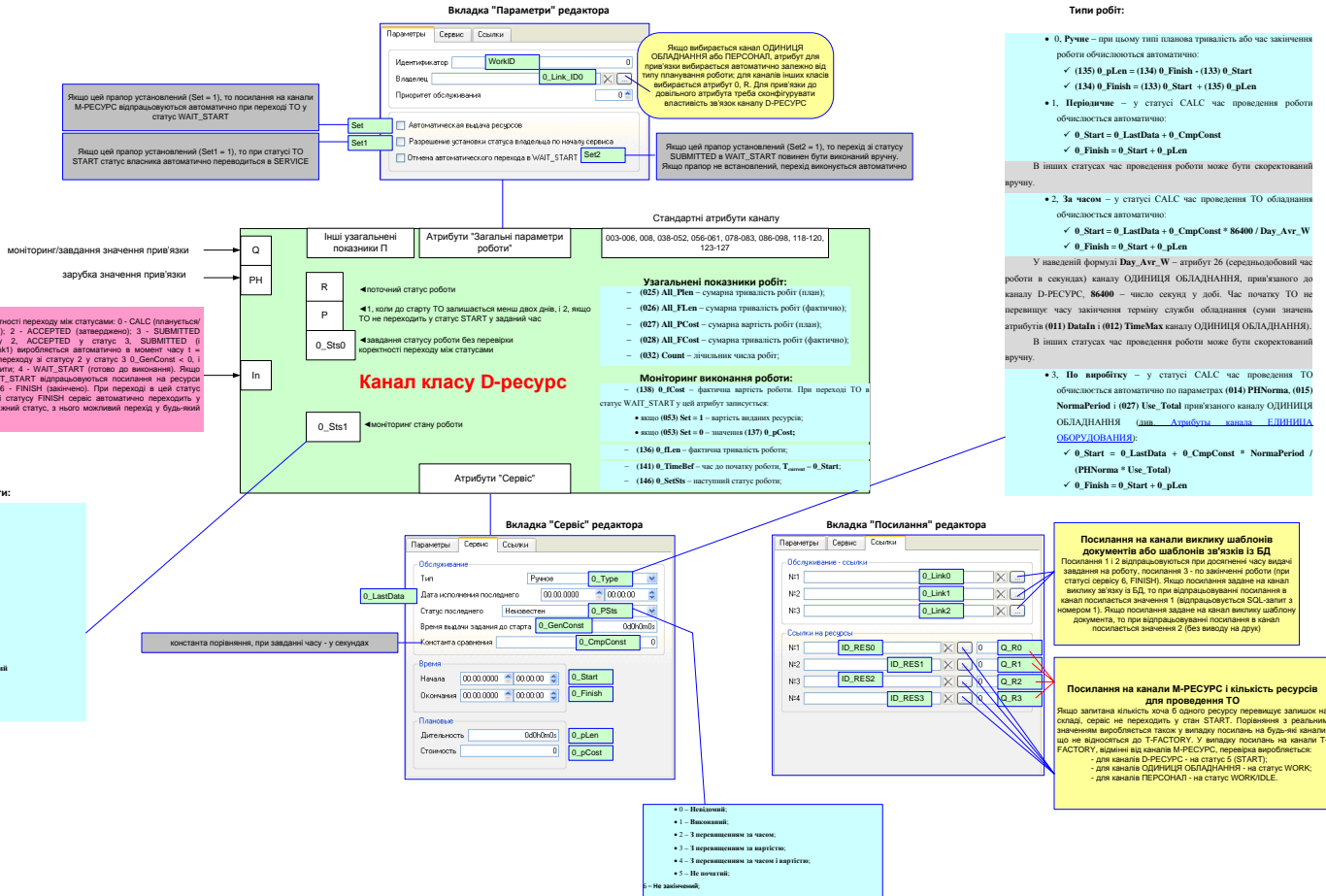
Ping enabled

# Проектування програмного забезпечення АРМ начальника цеху (функція ММ)

The image displays a complex software interface for configuring an ARM (Human-Machine Interface) for a PLC (Programmable Logic Controller). The interface is divided into several windows and panels:

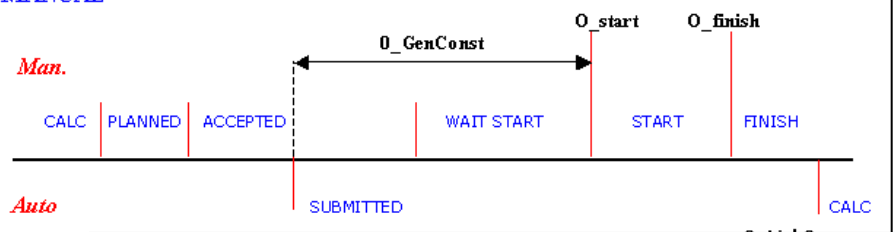
- Навигатор проекта (Project Navigator):** Located at the top left, it shows a tree view of the project structure. The current project is "Ready\_PLC#1".
- Панель параметров (Parameter Panel):** A central panel with tabs for "Параметры" (Parameters), "Сервис" (Service), and "Ссылки" (Links). It contains fields for:
  - Идентификатор (Identifier): 0
  - Владелец (Owner): [Empty field]
  - Приоритет обслуживания (Service Priority): 0
  - Автоматическая выдача ресурсов (Automatic resource allocation):
  - Разрешение установки статуса владельца по началу сервиса (Allow setting owner status at service start):
- Панель обслуживания (Service Panel):** A panel with tabs for "Параметры", "Сервис", and "Ссылки". It contains:
  - Обслуживание (Service):
    - Тип (Type): Ручное (Manual)
    - Дата исполнения последнего (Last execution date): 00.00.0000
    - Статус последнего (Last status): Неизвестен (Unknown)
    - Время выдачи задания до старта (Task release time to start): 0d0h0m0s
    - Константа сравнения (Comparison constant): 0
  - Время (Time):
    - Начала (Start): 00.00.0000
    - Окончания (End): 00.00.0000
  - Плановые (Planned):
    - Длительность (Duration): 0d0h0m0s
    - Стоимость (Cost): 0
- Панель ссылок (Links Panel):** A panel with tabs for "Параметры", "Сервис", and "Ссылки". It contains:
  - Обслуживание - ссылки (Service links):
    - №1, №2, №3: [Empty fields]
  - Ссылки на ресурсы (Links to resources):
    - №1, №2, №3, №4: [Empty fields]
- Основное окно (Main Window):** The background window shows the main configuration area with fields for:
  - Имя (Name): Ready\_PLC#1
  - Сетевая точка (Network point): TW0
  - Комментарий (Comment): Готовность ПЛК №1
  - Имя сервера (Server name): VIPA.OPCServer
  - Идентификатор (Identifier): PLC\_1/Ready\_PLC#1
  - Тип (Type): SYNC/CACHE
  - Направление (Direction): Input

# Структура каналу "D-РЕСУРС"

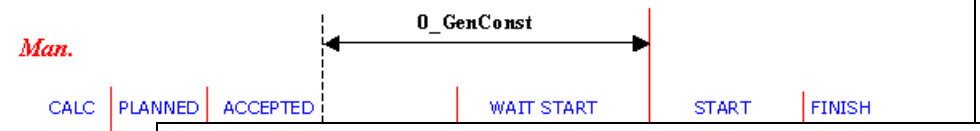


# Часові діаграми каналу D-РЕСУРС при різних типах планування

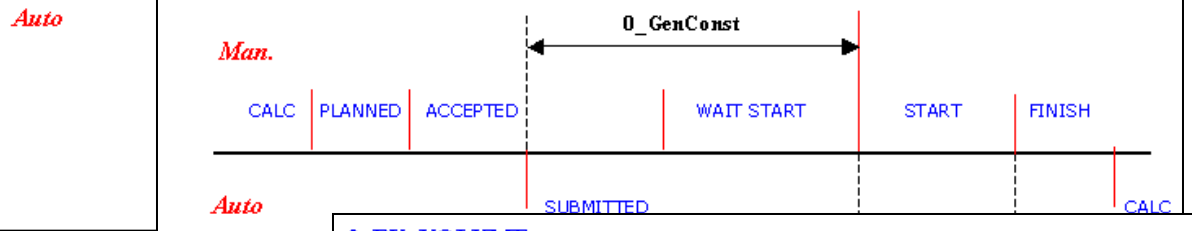
0, MANUAL



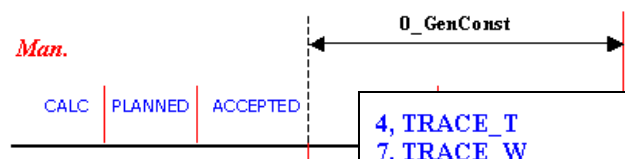
1, PERIODICAL



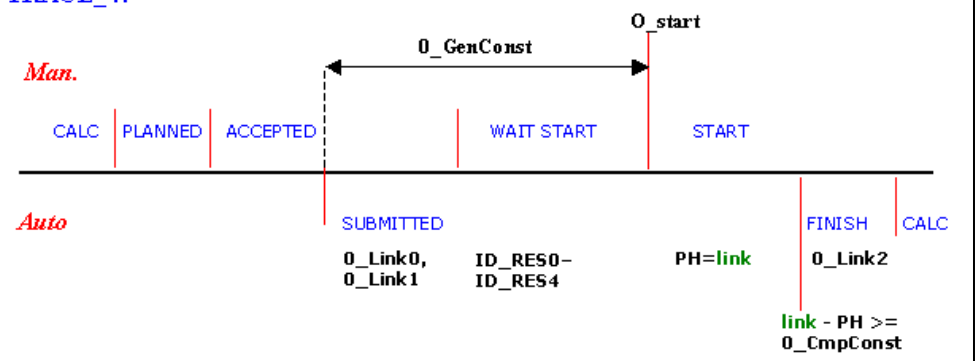
2, BY\_TIME



3, BY\_VOLUME



4, TRACE\_T  
7, TRACE\_W





## Висновки

В результаті виконання техніко-економічного та науково-технічного обґрунтування роботи, проведеного на основі огляду літературних та Internet джерел по цифровим та комп'ютерним навчальним лабораторіям, була доведена доцільність створення нового комп'ютеризованого навчального засобу, що призначений для забезпечення лабораторного курсу навчальної дисципліни "Інтегровані системи управління", яка викладається для студентів 4 курсу спеціальності 151 - "Автоматизація та комп'ютерно-інтегрованих технологій"..

Згідно до вимог технічного завдання на науково-дослідну роботу, були спроектовані електричні схеми нового комп'ютеризованого навчального засобу на основі обладнання комп'ютеризованої лабораторії промислової мікропроцесорної техніки факультету комп'ютерних систем та автоматики ВНТУ. Також спроектовано програмне забезпечення комп'ютеризованого навчального засобу з використанням інструментальної системи "WinPLC7" фірми "VIPA GmbH" та "T-Factory" фірми "AdAstra".

В економічному розділі магістерської кваліфікаційної роботи доведена висока економічна ефективність можливого впровадження нового комп'ютеризованого навчального засобу у вузах України.