

Міністерство освіти і науки України
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Є.П.Михайлов

Конспект лекцій
з дисципліни "Електронні, мікропроцесорні та обчислювальні
пристрої ГВС"

Одеса ОНПУ 2007

Міністерство освіти і науки України
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Є.П.Михайлов

Конспект лекцій
з дисципліни "Електронні, мікропроцесорні та обчислювальні
пристрої ГВС"
для студентів спеціальності 7.090207
"Робототехнічні системи та комплекси"

Затверджено
На засіданні вченої ради ОНПУ

Протокол № від 2007

Одеса ОНПУ 2007

Конспект лекцій з дисципліни "Електронні, мікропроцесорні та обчислювальні пристрої ГВС" для студентів спеціальності 7.090207 "Робототехнічні системи та комплекси" Денної форми навчання / Укл.: *Є. П. Михайлов*. – Одеса: ОНПУ, 2007. - 102 с.

В конспекті розглянуті компоненти електронних систем керування, які використовуються у сучасних гнучких виробничих системах, а саме електронні, мікропроцесорні та обчислювальні пристрої. Розглянуті питання використання цих компонент для рішення задач керування технологічним обладнанням. Особлива увага приділяється пристроям програмного керування на основі мікропроцесорної техніки та програмованих логічних контролерів, які дозволяють створити гнучки системи шляхом програмного змінення алгоритму керування.

Укладач: **Є. П. Михайлов**, канд. техн. наук, доцент

Тема 1 Електронні, мікропроцесорні та обчислювальні пристрої як основа систем керування ПТО

Лекція 1 Електронні, мікропроцесорні та обчислювальні пристрої як основа систем керування ПТО. Основні компоненти електронних пристроїв. Застосування напівпровідникових приладів

1.1 Електронні, програмовані системи автоматизації як основа систем керування ПТО [1, с. 4 - 7]

Гнучки виробничі системи мають у своєму складі електронні системи керування, які збудовані за допомогою обчислювальної та цифрової техніки.

Електронна цифрова техніка почала розвиватися на основі широкого використання елементної бази імпульсної техніки, а основною причиною її широкого використання стала можливість ефективно реалізувати всі переваги імпульсної техніки завдяки успішному розвитку інтегральної технології. В свою чергу, перехід до цифрової техніки став потужним стимулом для швидкого розвитку мікроелектроніки. Це сприяло тому, що сьогодні цифрова мікроелектронна техніка є основою усіх сучасних обчислювальних пристроїв.

Крім таких переваг цифрової техніки, як економічність, конструктивна технологічність, малогабаритність т. ін., є ще й такі переваги, як принципи цифрової обробки сигналів, що дозволяють досить просто і точно реалізувати складні алгоритми, котрі не під силу аналоговій техніці. Перш за все це стосується найважливішого розділу сучасної техніки - створення адаптивних (самонастроювальних) систем. Вони ґрунтуються на реалізації адаптивних алгоритмів, які змінюються при зміні параметрів вхідного сигналу або зовнішнього середовища. Тут цифрові системи за точністю обробки сигналу суттєво перевищують аналогові.

Цифрові системи мають відносну складність порівняно з аналоговими системами. Для схеми цифрової обробки додатково потрібно мати аналого-цифровий, цифро-аналоговий перетворювачі та цифрові фільтри, які є досить складними пристроями. Реалізація таких математичних операцій, як диференціювання, інтегрування та розв'язування диференціальних рівнянь, потребують складних алгоритмів обробки сигналів. Недоліком цифрових систем, зокрема цифрових фільтрів, є на даному етапі порівняно низька швидкодія, яка залежить від необхідності виконання значної кількості арифметичних дій. Проблема підвищення швидкодії цифрових систем пов'язана, з одного

боку, із швидкістю інтегральних мікросхем, а з другого - з ефективністю алгоритму числових методів аналізу.

Особливе місце в сучасних системах та пристроях керування посідають мікропроцесори, їх широке впровадження дозволяє оптимізувати розв'язування цілого ряду дуже важливих задач регулювання, формування та обробки спеціальних сигналів, цифрової фільтрації, використання самонастроювальних та самонавчальних систем тощо. Останні покоління ЕОМ реалізовані на основі мікропроцесорних інтегральних схем, що містять на напівпровідниковій пластині площею не більше 1 см кв. цілі пристрої. Малі габаритні розміри і низькі енергоспоживання та вартість таких машин дозволяють вбудовувати їх в різні пристрої та системи керування різних пристроїв, у тому числі і в системи керування виробничих пристроїв.

1.2 Основні поняття і визначення. Компоненти електронних та мікропроцесорних пристроїв [1, с. 10 - 12]

Основні елементи електронних пристроїв можна розділити на пасивні й активні. До пасивних відносяться резистори, конденсатори, котушки індуктивності. До активних елементів відносять вироби напівпровідникової техніки, що володіють функціями підсилення і перетворення сигналів.

У залежності від вигляду опрацьовуваних сигналів інтегральні мікросхеми діляться на аналогові і дискретні (цифрові).

Пристрої цифрової техніки можна умовно поділити на два класи:

- пристрої формування, генерування та перетворення заданих фізичних сигналів у сигнали із стандартними (логічними) параметрами
- пристрої перетворення логічних сигналів - цифрових кодів.

До першого класу належать формувачі імпульсних параметрів, тактові генератори (мультивібратори, релаксатори) аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі, перетворювачі частота-код і т. ін. Розробка пристроїв цієї групи - електрофізична задача, вихідними даними для якої є параметри вхідних сигналів (амплітуда, тривалість імпульсу, його фронту та зрізу, полярність і напруга джерела живлення тощо).

До другого класу цифрових пристроїв входять схеми від найпростіших логічних елементів до мікро-ЕОМ. Тут перетворення інформації, що подається у цифровій формі, здійснюється виконанням певної послідовності арифметичних та логічних операцій.

Найпростіші логічні елементи виконують лише одну (елементарну) функцію - логічну операцію - відповідно до законів бульової алгебри. Залежно від числа логічних

елементів, що містяться в одній мікросхемі, останні класифікуються за відповідним рівнем інтеграції:

Чим вищий рівень інтеграції мікросхеми, тим ширші її функціональні можливості і вищий ступінь складності її виготовлення.

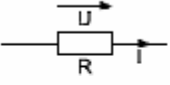
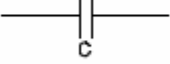
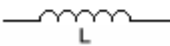
Мікросхеми це універсальний матеріал для розробника апаратури, але реалізація складніших функцій на їх основі вимагав збільшення кількості мікросхем та з'єднань між ними. Сучасні мікросхеми це багатофункціональні пристрої, на яких можна будувати досить складні багатофункціональні пристрої, вузли, мікропроцесорні комплекси і мікроЕОМ.

Сучасні керуючі пристрої будуються з використанням обчислювальних пристроїв на основі мікропроцесорної техніки, які зроблені на модульному принципі. Це дає можливість швидкого проектування та вводу в дію, а також діагностики обладнання під час його роботи.

Найбільш частіше в наш час використовуються так звані програмовані логічні контролери (ПЛК), які встановлюються на різних підйомно-транспортних засобах та робототехнічних системах, наприклад, на конвеєрах, порталних кранах, контейнерних перевантажувачах, автоматизованих транспортно-складських системах, роботах з цикловим та позиційним керуванням, роботах штабелерах, автоматизованих транспортно-складських системах.

1.3 Основні компоненти електронних пристроїв. Напівпровідникові прилади та інтегральні мікросхеми [3, с. 277]

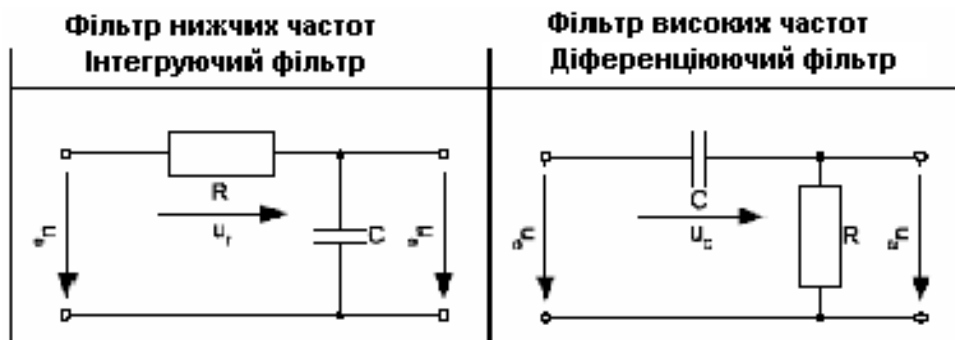
Основні елементи електронних пристроїв можна розділити на пасивні й активні. До пасивних відносяться резистори R, конденсатори C, котушки індуктивності L.

Пасивні елементи	Залежність від часу	Залежність від частоти
	$u(t) = i(t) \cdot R$	$\underline{U} = R \cdot \underline{I}$
	$u_C(t) = \frac{1}{C} \int i(t) dt$	$\underline{U}_C = \underline{Z}_C \cdot \underline{I}$, де $\underline{Z}_C = \frac{1}{j\omega C}$
	$u_L(t) = L \frac{d}{dt} i(t)$	$\underline{U}_L = \underline{Z}_L \cdot \underline{I}$, де $\underline{Z}_L = j\omega L$

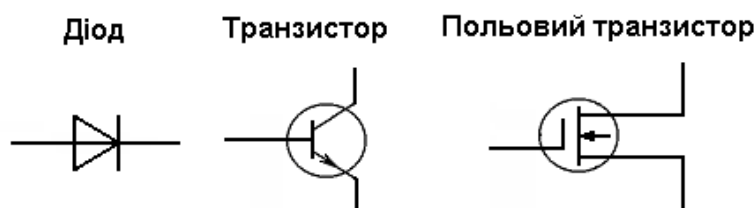
При використанні пасивних елементів треба приймати до уваги, що напруга на конденсаторі та струм, який проходить скрізь індуктивність, не можуть змінюватися

миттєво. Наприклад, у пристроях живлення, де є конденсаторі, та в двигунах, статор яких є індуктивністю, напруга та струм після відключення зберігаються деякий час.

Приклади використання пасивних елементів.



До активних елементів відносять вироби напівпровідникової техніки, що володіють функціями підсилення і перетворення сигналів, діоди, транзистори, польові транзистори тощо.



У свою чергу активні елементи можна розділити на дискретні (різноманітні напівпровідникові прилади, наприклад, транзистори, діоди і т.д.) і інтегральні (інтегральні мікросхеми).

1.4 Напівпровідникові підсилювачі [2, с. 89 - 91]

Напівпровідникові підсилювачі використовуються для підсилення та перетворення рівня сигналу, наприклад, доведення слабких сигналів до рівня, який може прийняти вхід системи керування. Нижче наведені схеми підсилювальних каскадів із спільним емітером (інвертуючий каскад) та із спільним колектором (неінвертуючий каскад).

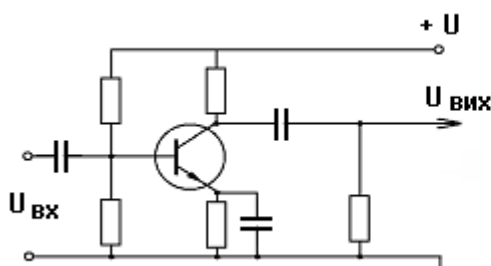


Схема підсилювального каскаду із спільним емітером (інвертуючий каскад)

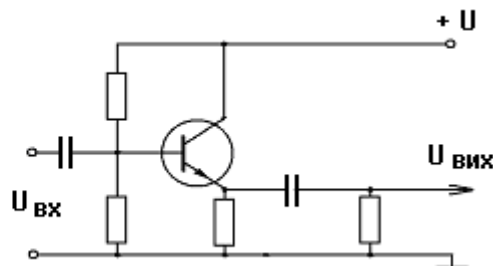


Схема підсилювального каскаду із спільним колектором (неінвертуючий каскад)

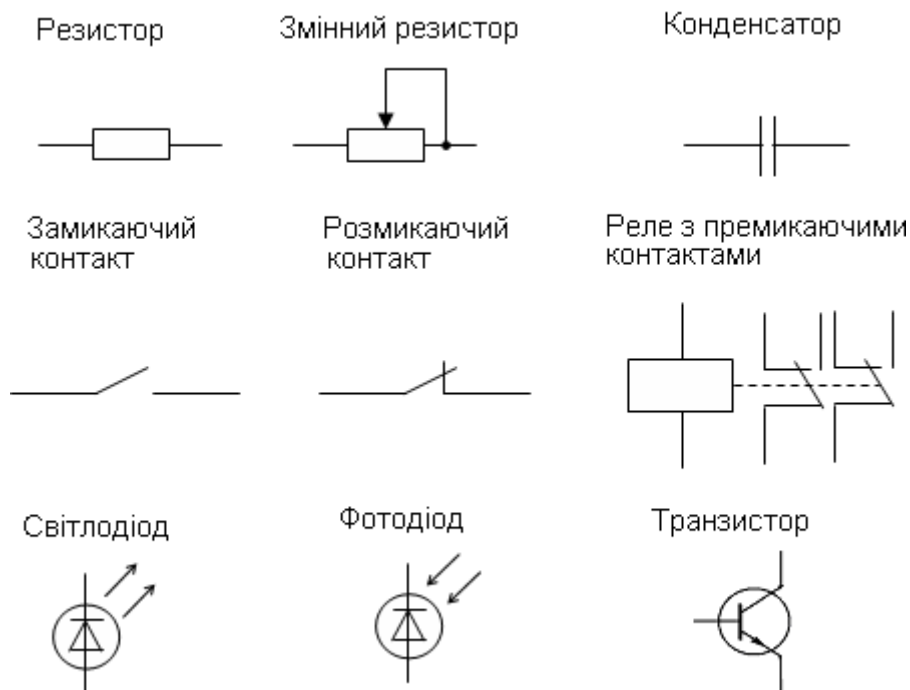
1.5 Аналогові та дискретні мікросхеми [2, с. 88 - 89]

У залежності від вигляду опрацьовуваних сигналів інтегральні мікросхеми діляться на аналогові і дискретні. Аналогові мікросхеми перетворюють аналогові сигнали, тобто сигнали, що можуть приймати різноманітні значення в межах заданого діапазону. Дискретні мікросхеми мають діло з дискретними (цифровими сигналами), що можуть приймати тільки два значення "0" та "1".

До аналогових мікросхем відносять операційні підсилювачі, стабілізатори току і напруги, випрямлячі і функціональні перетворювачі.

До цифрових мікросхем відносять логічні елементи, регістри, лічильники і вузли на їхній основі, запам'ятовуючі пристрої, мікропроцесорні комплекти.

1.6 Умовні позначення електронних елементів принципової схеми ([3, с. 279 - 283])



Лекція 2 Застосування аналогових інтегральних мікросхем. Застосування дискретних інтегральних мікросхем

1.7 Операційні підсилювачі [2, с. 92 – 107; 3, с. 5 - 34]

Елементи систем автоматичного керування найчастіше будуються за типовими підсилювальними схемами на базі операційних підсилювачів. Операційними називаються підсилювачі постійного струму, які мають коефіцієнт підсилення не менше кількох тисяч

у діапазоні частот від нуля до десятків кілогерц.

Незалежно від складності принципової схеми операційного підсилювача, кожний з них містить такі основні каскади: вхідний диференціальний підсилювач, підсилювач напруги, схему зміщення /зсуву/ постійного рівня та вихідний підсилювач потужності.

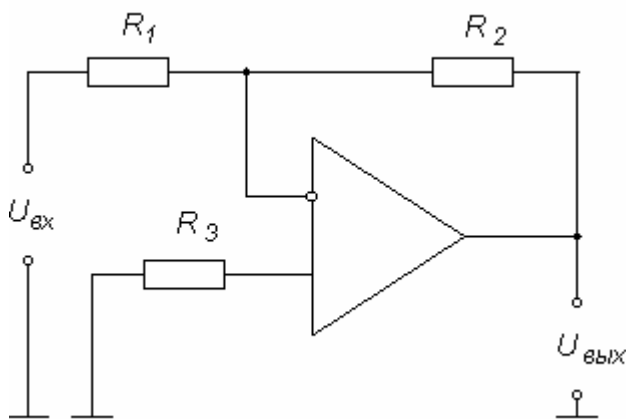
Операційні підсилювачі займають чільне місце серед аналогових інтегральних мікросхем. Вони широко застосовуються в різних лінійних і нелінійних схемах перетворення й генерування сигналів для створення підсумовуючих, інтегруючих, диференціюючих, множних, ділительних, дорівнюючих, обмежуючих, фільтруючих та інших пристроїв.

Інтегральні операційні підсилювачі характеризуються такими параметрами: коефіцієнт підсилення за напругою в розімкненому стані без зворотного зв'язку; вхідний опір.

Аналітичне визначення коефіцієнта передачі реального операційного підсилювача досить складне. Тому звичайно приймається ряд припущень, внаслідок яких реальний ОП замінюється ідеальним.

Для **ідеального операційного підсилювача** приймаються такі припущення: коефіцієнт підсилення $K_p \rightarrow \infty$, вхідний опір $R_{вх} \rightarrow \infty$, вихідний опір $R_{вих} \rightarrow 0$, смуга пропускання $f \rightarrow \infty$; при нульовому вхідному сигналі вихідна напруга дорівнює нулю.

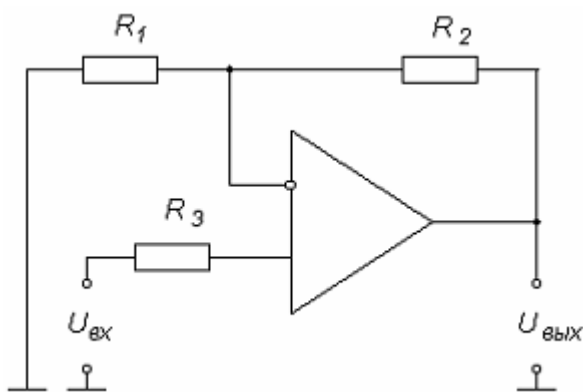
Операційні підсилювачі мають, як правило, диференціальний вхід і одиничний вихід. Якщо збільшення вхідної напруги призводить до зменшення вихідної напруги, то такий вхід називається інвертуючим. В іншому випадку вхід - неінвертуючий. Інвертуючий вхід позначається кружком на вході ОП. Загальною особливістю більшості схем ОП є наявність кола негативного зворотного зв'язку з виходу на інвертуючий вхід.



Коефіцієнт передачі інвертуючого підсилювача прирівнює

$$K_i = - \frac{R_2}{R_1}$$

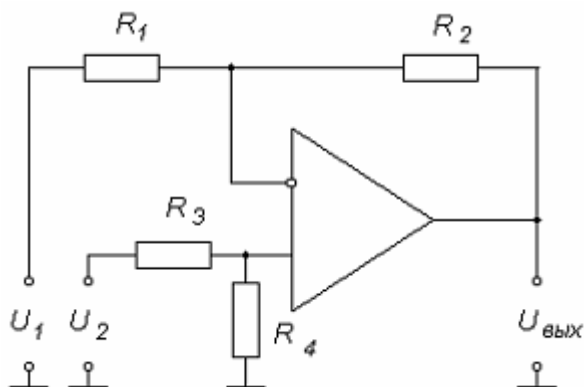
Інвертуючий ОП



Коефіцієнт передачі неінвертуючого підсилювача прирівнює

$$K_{\text{н}} = \frac{R_2}{R_1} + 1$$

Неінвертуючий ОП



Коефіцієнт передачі диференціального підсилювача прирівнює

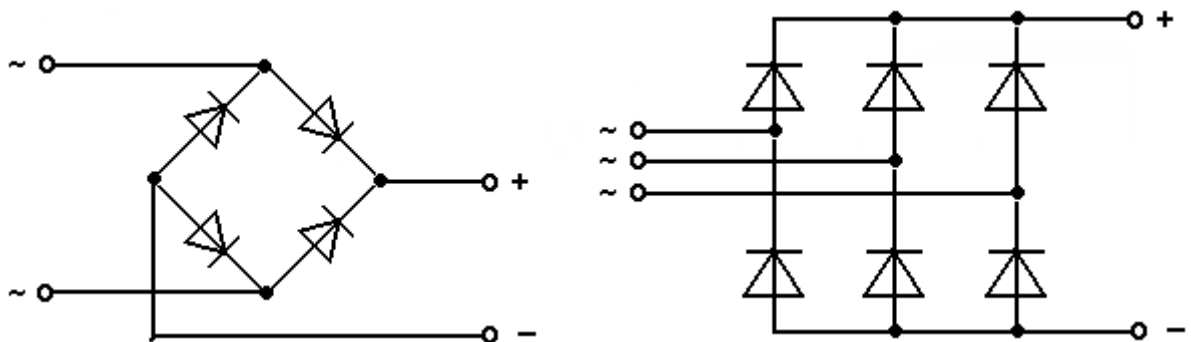
$$K_{\text{д}} = - \frac{R_2}{R_1}$$

якщо $\frac{R_3}{R_4} = \frac{R_1}{R_2}$

Диференціальний ОП

1.8 Випрямлячі та стабілізатори напруги [2, с.110; 3, с.61 – 64]

У джерелах живлення автоматизованих пристроїв використовуються випрямлячі та стабілізатори напруги. Нижче наведені однофазний та трифазний випрямлячі.



У джерелах живлення автоматизованих пристроїв використовуються два типи стабілізаторів напруги - параметричні та компенсаційні. Параметричні стабілізатори базуються на незмінності напруги деяких видів приладів при зміні струму, що протікає

через них (наприклад, стабілітрони). У іншому типі стабілізаторів використовується компенсаційний принцип, заснований на автоматичному регулюванні напруги залежно від струму навантаження.

Якість стабілізаторів напруги оцінюється коефіцієнтом стабілізації.

Компенсаційні стабілізатори напруги мають більш високий коефіцієнт стабілізації, а також менший вихідний опір порівняно з параметричними.

Принцип дії компенсаційних стабілізаторів такий: відхилення напруги на навантаженні передається на регулюючий елемент, який перешкоджає зміні цієї напруги.

Залежно від способу вмикання регулюючого елемента (звичайно транзисторів) розрізняють два типи компенсаційних стабілізаторів - паралельні та послідовні.

Діяння на регулюючі елементи в обох типах стабілізаторів здійснюється схемою, до якої входить операційний підсилювач та джерело еталонної напруги на опорних стабілітронах. Функція операційних підсилювачів полягав в підсиленні різниці між напругою навантаження і, еталонною напругою та подачі підсиленого сигналу на регулюючий елемент. Цим зумовлений більш високий коефіцієнт корисної дії послідовних стабілізаторів та їх широке застосування на практиці.

Перевагою стабілізаторів паралельного типу є їх нечутливість до перевантаження за струмом навантаження аж до режиму короткого замикання. Послідовні стабілізатори потребують пристроїв захисту регулюючого елемента від перевантаження за струмом.

1.9 Основні типи дискретних інтегральних мікросхем [1, с. 10 – 11; 3, с. 136 – 2. 141]

Класифікація цифрових елементів

Цифровим інтегральним мікросхемам /цифровим елементам/, які в основу елементної бази сучасної цифрової техніки, властива різноманітність за багатьма ознаками - технологією виготовлення, логікою роботи, будовою електричної схеми, ступенем інтеграції, областю застосування тощо. Проте, незважаючи на таке різноманіття цифрові мікросхеми мають деякі спільні властивості, характеристики та параметри, за якими їх виділяють в окремі групи чи серії.

Елементи цифрової техніки (або цифрові елементи) - це найменші функціональні частини будь-якого цифрового пристрою або системи, на які можна розкласти або з яких можна скласти пристрій при логічному проектуванні .

За функціональним призначенням цифрові елементи можна розподілити на логічні, запам'ятовувальні та допоміжні.

Логічні елементи - це елементарні комбінаційні пристрої з одним виходом, що

реалізують, як правило, одну логічну Функцію за законами бульової алгебри і характеризуються функціональною повнотою.

Запам'ятовувачі - це елементарні комірки пам'яті однобітної інформації ("0" або "1"), які можна скласти з логічних елементів.

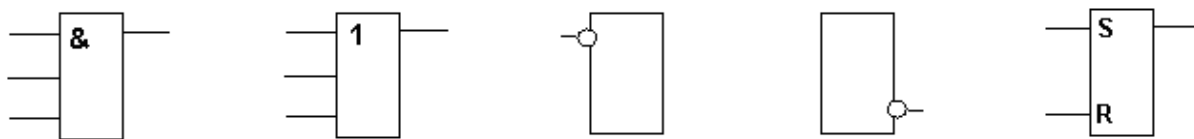
Логічні елементи та запам'ятовувачі утворюють групу цифрових елементів загального призначення - універсальних елементів, на основі яких можна будувати (синтезувати) цифрові пристрої обох класів.

Логічні елементи загального призначення виготовляють в основному як малі інтегральні схеми. Це забезпечує максимальну гнучкість та ефективність при проектуванні на їх основі різних нестандартних і не досить складних функціональних вузлів.

Допоміжні елементи, або елементи спеціального призначення, використовуються в основному для перетворення електричних сигналів в цифрові або навпаки, а також для формування, комутування, індикації, спряження чи узгодження логічних рівнів тощо. Вони практично повністю входять до цифрових пристроїв першої групи, не враховуючи систем ЦАП і АЦП. Отже, до них належать спеціальні елементи спряження - інтерфейсні мікросхеми, що узгоджують рівнів сигналів мікросхем різних технологій, приймачі-передавачі як формувачі двійкових сигналів на лініях зв'язку різних типів, елементи цифрової індикації тощо.

1.10 Логічні елементи та запам'ятовувачі [1, с. 89 – 103]

Логічні елементи. Інверсія змінює сигнал на протилежний.



Логічне І Логічне АБО Інверсія входу Інверсія виходу RS-тригер

Вхідні сигнали			Логічне І	Логічне АБО
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	0	1
1	0	0	0	1
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

Запам'ятовувачі здатні пам'ятати записану інформацію у двійковому вигляді. Для цього використовуються так звані тригери, наприклад, RS-тригери.

Коли сигнал "1" потрапляє на вхід S, вихід RS-тригера встановлюється у стан "1", а коли сигнал "1" потрапляє на вхід R, вихід RS-тригера встановлюється у стан "0".

Таким чином здійснюється запам'ятовування стану, що використовується у запам'ятовуючих пристроях.

1.11 Регістри, лічильники та засновані на них пристрої [1, с. 234 – 258]

Регістром називається функціональний послідовнісний пристрій, що призначений для приймання, запам'ятовування, перетворення і передачі двійкової інформації. Регістри можуть використовуватися також для виконання деяких логічних перетворень і тому широко використовуються в обчислювальних пристроях. У загальному випадку регістр - це блок тригерів і логічних елементів одного типу, що певним чином з'єднані між собою. Введення - запис інформації у регістр і зняття - зчитування інформації з нього залежать від способу і характеру цих з'єднань. Тому можливих способів приймання і передачі слів може бути чотири:

- з послідовними входом /записом/ і виходом /зчитуванням/;
- з послідовним входом /записом/ і паралельним виходом /зчитуванням/;
- з паралельним входом /записом/ і послідовним виходом /зчитуванням/;
- з паралельними входом /записом/ і виходом /зчитуванням/.

Регістр, призначений для послідовного біт за бітом виконання операції запису і зчитування n - розрядного слова називають регістром зсуву. Регістр з послідовним входом і паралельним виходом завантажується (тобто здійснює запис слова) послідовно біт за бітом, а видає записану інформацію одночасно з усіх своїх розрядів за один такт синхросигналу. Приймання інформації у регістрі з паралельним входом (записом) і послідовним виходом здійснюється одночасно по всіх розрядах слова за один такт керування, а зчитування - послідовно. Найбільш швидкодіючими, очевидно, є регістр - з паралельними входом /записом/ і виходом, бо і запис, і зчитування слова у нього відбуваються одночасно і незалежно. Такий регістр називають регістром пам'яті.

Розрядність будь-якого регістра визначається числом тригерів, кожний з яких як двостановий запам'ятовувач одного розряду слова відповідає за введення, збереження і виведення 1 біт інформації. Регістри можуть відрізнятися між собою за кількістю тактів керування, що необхідні для виконання конкретних операцій. Тому за способом тактування розрізняють одно-, дво- або багатотактні регістри. Для керування однотоктним

регістром досить однієї послідовності синхросигналів, багатотактним - кількох. Такі операції, як встановлення регістра у початковий стан, приймання інформації з одного пристрою і передача її в інший пристрій, зсув слова вліво або вправо, реалізуються за допомогою комбінаційної схеми регістра.

Регістри належать до найбільш поширених функціональних вузлів. Крім зберігання інформації, її зсуву та зчитування, які необхідні для виконання різних арифметичних та логічних операцій над двійковими числами (словами), за допомогою регістрів можна також перетворювати інформацію з одного виду в інший, наприклад, послідовного коду у паралельний або навпаки тощо.

Регістри пам'яті

Це накопичувальні регістри - пристрої з паралельним записом та зчитуванням слова їх основне призначення - зберігання двійкової інформації, що подана у паралельному коді. Регістри пам'яті можуть бути синхронізовані рівнем (дозволом $C = 1$ або $C = 0$) або фронтом синхросигналу залежно від типу застосованих тригерів.

Лекція 3 Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі

1.12 Основні типи аналого-цифрових та цифро-аналогових перетворювачів [3, с. 230 – 235]

Основні переваги цифрових методів обробки полягають у принциповій можливості виключення апаратної похибки при обчисленнях, оперативності зміни алгоритму обробки та низькій вартості цифрових вузлів. Вони значною мірою залежать від рівня техніки аналого-цифрового та цифро-аналогового перетворення, тобто від аналого-цифрових (АЦП) та цифро-аналогових перетворювачів (ЦАП). Для адекватного відображення миттєвих значень неперервного сигналу та цифрової інформації відповідно у цифрову та аналогову форму необхідні лінійні від аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворення. Тому АЦП і ЦАП є основними функціональними вузлами цифрової техніки, які визначають точність, швидкодію та конструктивні параметри цифрових систем керування.

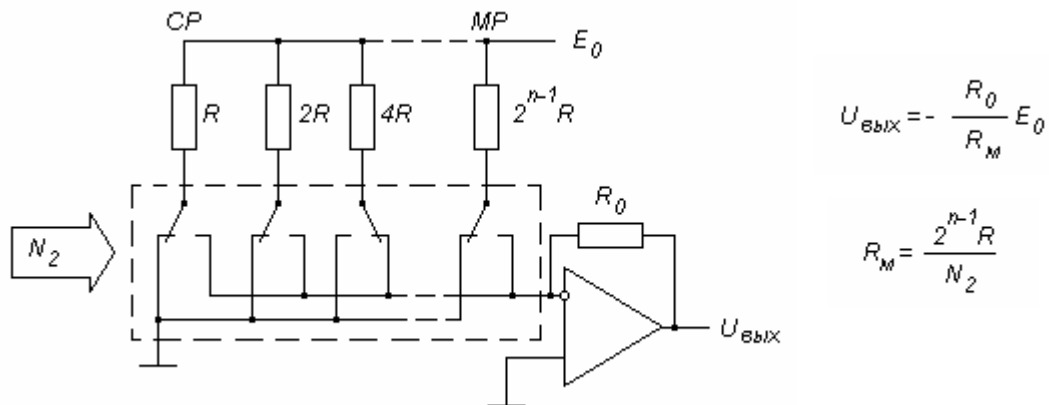
До найважливіших параметрів та характеристик АЦП і ЦАП належать розрядність (число двійкових розрядів), діапазон та рівні вхідних (вихідних) сигналів; точність перетворення; час перетворення /встановлення результату.

Оскільки деякі схеми АЦП можна побудувати на базі ЦАП, доцільно спочатку розглянути найбільш поширені методи та схеми цифро-аналогового перетворення.

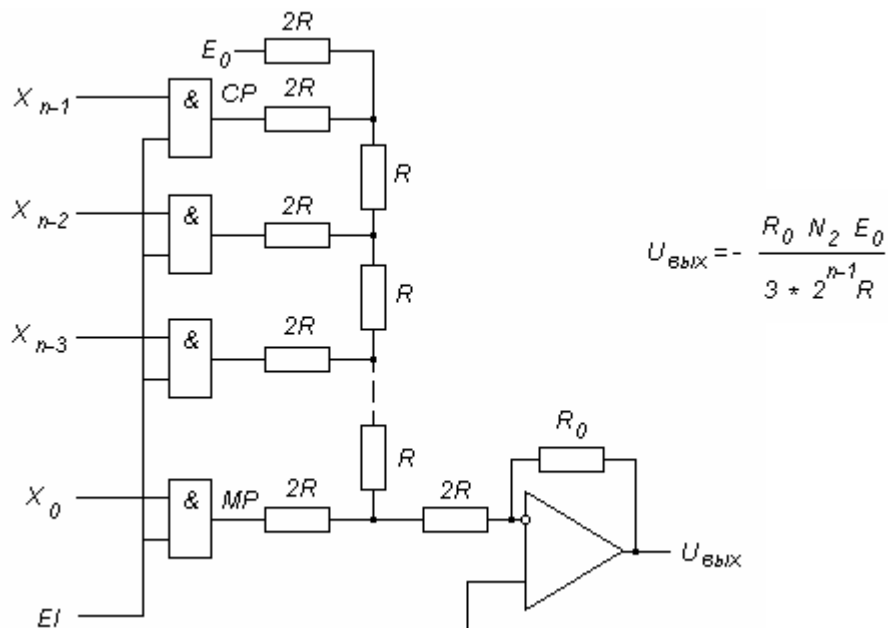
1.13 Принцип роботи цифро-аналогових перетворювачів [3, с. 236 – 238]

Основне призначення ЦАП - автоматичне перетворення (декодування) двійкових кодів на еквівалентні їм значення будь-якої фізичної величини (напруги або струму).

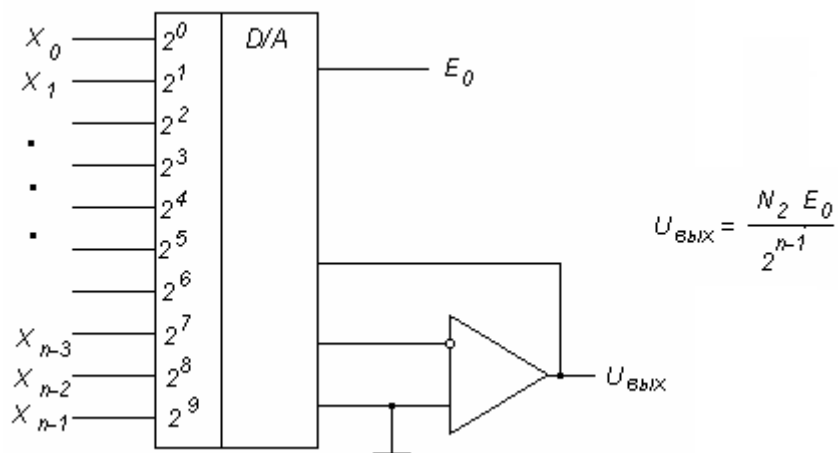
ЦАП на двійково-зважених резисторах. Це найпростіший щодо будови принципової схеми ЦАП, у якого матриця резисторів складена за принципом адекватного відтворення двійкового коду: номінал кожного резистора - аналог двійкового коду.



ЦАП на основі матриці резисторів R – 2R. Відрізняється схемою матриці резисторів, яка також виконує функцію забезпечення вагового множника на двійкових входах ЦАП. Перевага матриці типу R – 2R у простоті її виготовлення, бо для неї досить тільки два номінали резисторів R і 2R.

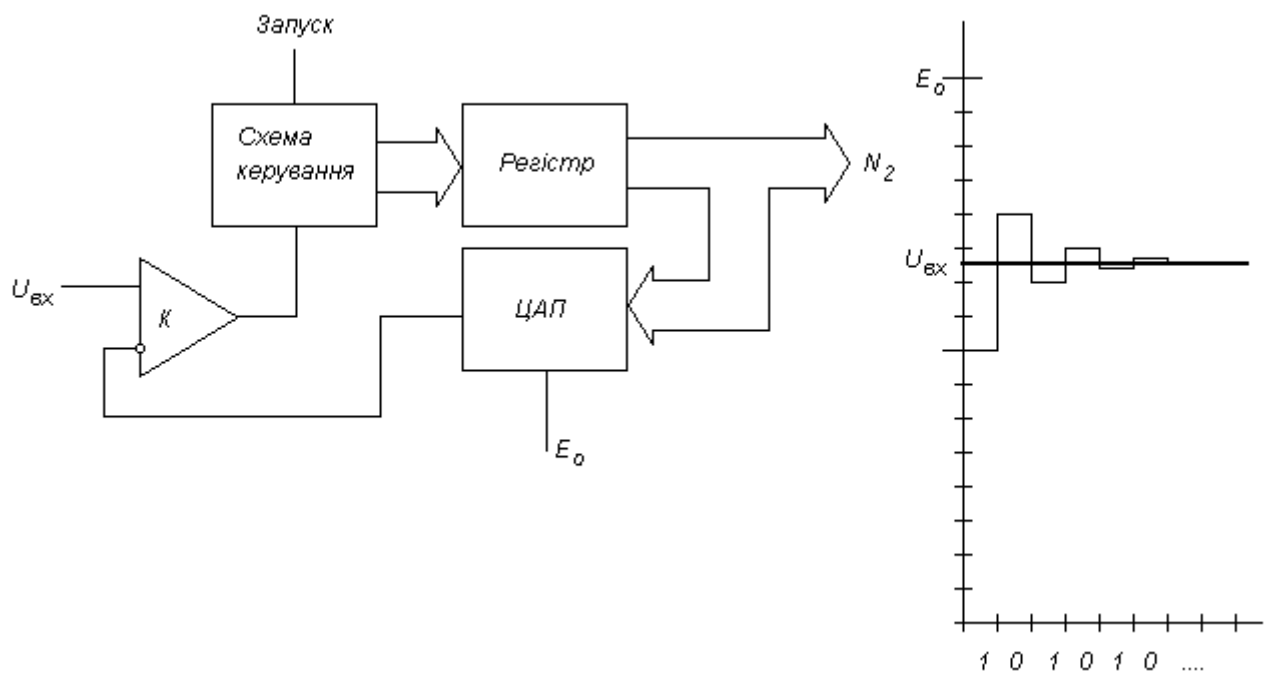


Перемножувальний ЦАП. Застосовується для перемноження аналогового сигналу (напруги опору) та двійкового коду (вхідний цифровий код).

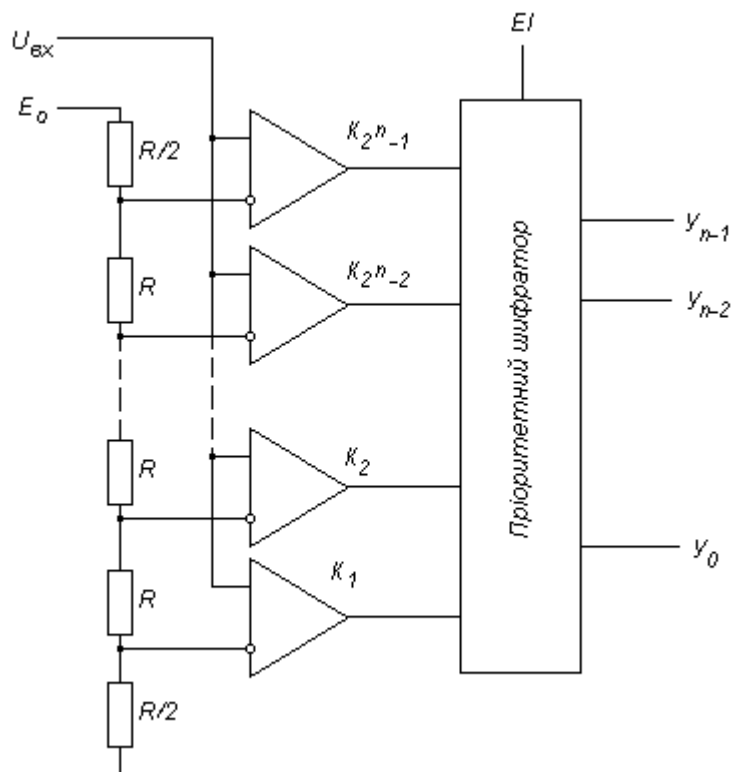


1.14 Основні типи аналого-цифрових перетворювачів [3, с. 239 – 255]

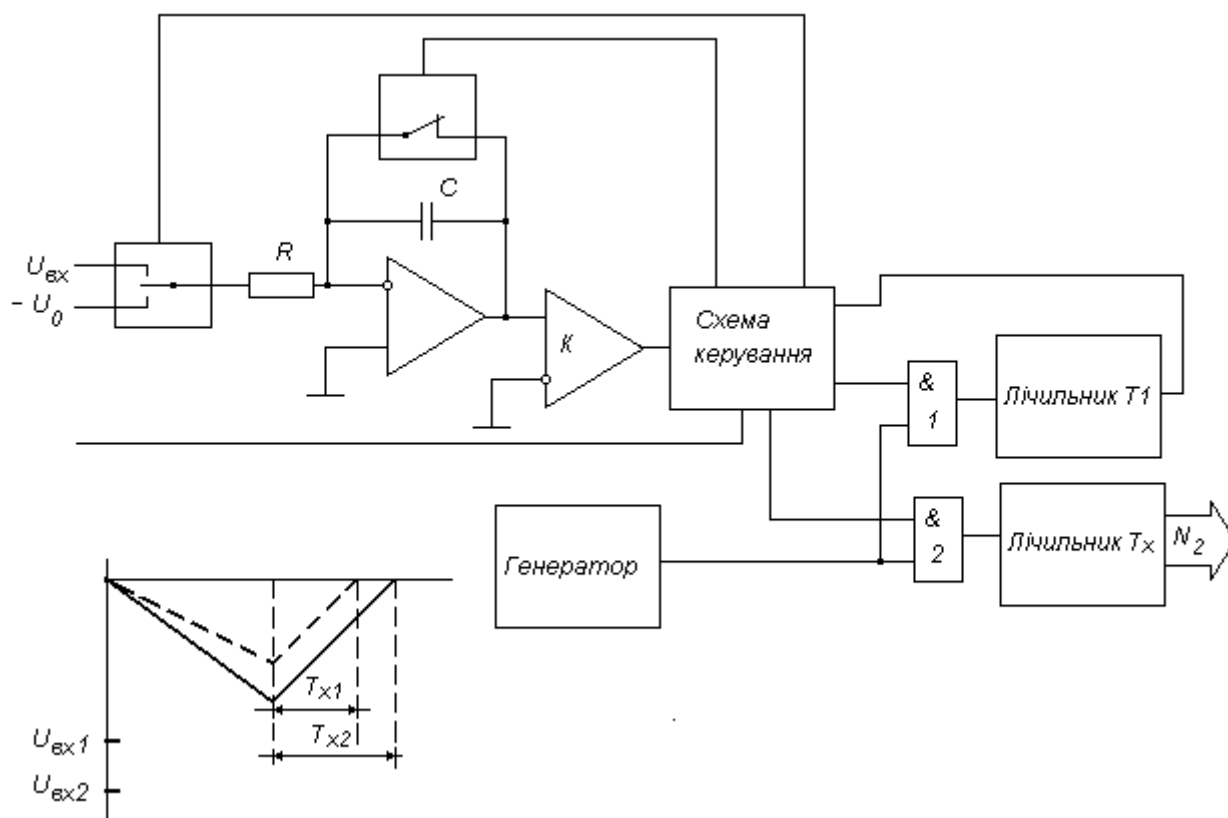
АЦП послідовного наближення (порозрядного зважування). Найбільш поширені перетворювачі аналог-код.



АЦП паралельного кодування. Найбільш швидкодіючі АЦП.



АЦП подвійного інтегрування. Забезпечує високу точність та помилкостійкість завдяки процесам усереднення та згладжування швидкозмінних шумів.



Тема 2 Структура та компоненти мікропроцесорних керуючих пристроїв

Лекція 4 Архітектура мікропроцесорних керуючих пристроїв. Уявлення даних у керуючих обчислювальних пристроях. Центральні процесори керуючих пристроїв

2.1 Класифікація мікропроцесорних пристроїв. Мікропроцесори комплекти й однокристальні мікроконтролери. Вмонтовані мікропроцесори [3, с. 183 – 187]

Мікропроцесорні пристрої є основою сучасних обчислювальних пристроїв та систем керування.

Класифікація мікропроцесорних пристроїв.

Мікропроцесорні пристрої поділяються на мікропроцесори комплекти та однокристальні мікроконтролери.

Мікропроцесори комплекти являють собою набір мікросхем, кожна з котрих є функціональним модулем обчислювального пристрою.

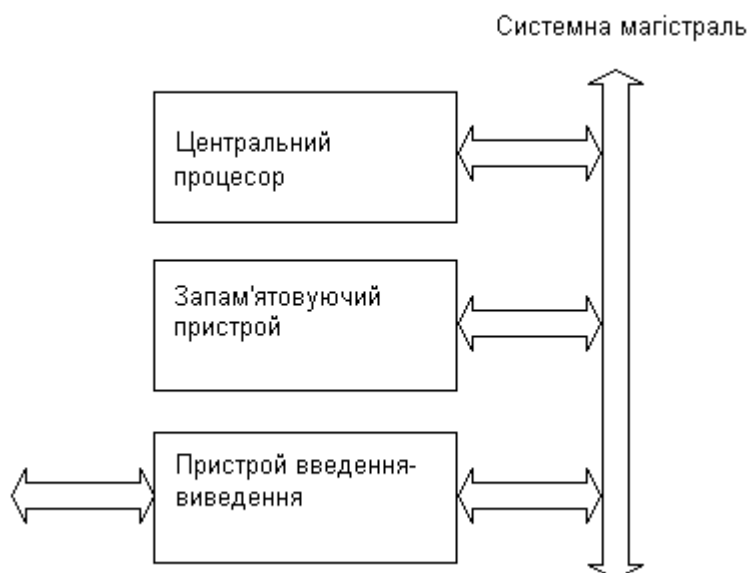
Однокристальні мікроконтролери мають на одному кристалі усі функціональні модулі обчислювального пристрою.

Вмонтовані мікропроцесори являються складовою частиною більш складних пристроїв, наприклад різноманітних пристроїв керування.

2.2 Архітектура керуючих обчислювальних пристроїв. Основні функціональні модулі обчислювального пристрою. Центральний процесор. Запам'ятовуючі пристрої. Пристрої введення-виведення. Системна магістраль. Порядок виконання програми [2, с. 183 – 189]

Спрощена структура обчислювального пристрою складається з таких функціональних модулів.

Центральний процесор, читаючи команди і дані з пам'яті ЕОМ, послідовно виконує задані програмою перетворення інформації й управляє функціонуванням весь складових компонент обчислювального пристрою. У визначені програмою моменти часу центральний процесор опитує через пристрій введення інформації стан датчиків зовнішньої інформації і передає за допомогою пристрою виводу інформації команди керування діями виконавчих елементів об'єкта регулювання.



У **запам'ятовуючому пристрої** або пам'яті мікро-ЕОМ зберігається програма роботи і всі необхідні вихідні дані. Пам'ять ЕОМ звичайно складається з двох частин оперативної і постійної пам'яті.

Оперативний запам'ятовуючий пристрій (ОЗП) - це пристрій, де розміщаються програми під час виконання, а також використовувані ними дані. Оперативна пам'ять характеризується більш високою швидкістю запису і читання і меншим обсягом, чим зовнішня пам'ять на магнітному носії інформації. При вимиканні електроживлення ЕОМ вміст оперативного запам'ятовуючого пристрою не зберігається.

Постійний запам'ятовуючий пристрій (ПЗП) являє собою різновид пам'яті ЕОМ, вміст котрої постійний, тобто зберігається при вимиканні машини. Запис нової інформації в ПЗП неможлива, а читання може провадитися з великою швидкістю. У постійній пам'яті звичайно знаходяться програми і дані, обслуговуючі роботу апаратури мікро-ЕОМ.

Пристрої введення-виведення забезпечують обмін даними. У загальному випадку обмін даними між компонентами мікро-ЕОМ у залежності від того, яке з пристроїв є головним, а яке ні, може здійснюватися в програмному режимі, режимах переривання програми і прямого доступу до пам'яті.

Всі вхідні до складу мікро-ЕОМ пристрої взаємодіють між собою по магістралях адреси, даних і сигналів керування, що утворюють загальний канал, називаний **системною магістраллю**.

Для зчитування необхідної інформації на магістралі адрес встановлюють адресу (номер) опитуваного пристрою, у якому дорівнюється прийнята адреса з його власною адресою.

Слід зазначити, що поділ каналу зв'язку між складовими елементами обчислювального пристрою на магістралі адреси, даних і керування не є обов'язковим. У деяких типах мікро-ЕОМ, магістраль адреси об'єднана з магістраллю даних і поділ інформації про адреси і даних здійснюється за часом. У цьому випадку пристрій, що ініціює обмін, встановлює в загальній магістралі спочатку адресу шуканого абонента і потім передає дані.

Принцип дії мікропроцесорної системи полягає в тому, що мікропроцесор за програмою, записаною у запам'ятовуючому пристрої, обробляє дані, які теж зберігаються у запам'ятовуючому пристрої, або надходять через пристрої вводу-виводу. Програма являє собою певним чином організовану сукупність машинних операцій, які називаються командами або інструкціями, і за допомогою яких обробляється інформація. Програма і дані зберігаються у запам'ятовуючому пристрої. Процесор послідовно зчитує команди, розшифровує їх та генерує сигнали, необхідні для їх виконання.

2.3 Системи числення. Двійкова та шістнадцятирічна системи числення [1, с. 19 – 31]

Числа			
Десяткові	Двійкові	Шістнадцяткові	Двійково-десяткові
0	0000	0	0000
1	0001	1	0001
2	0010	2	0010
3	0011	3	0011
4	0100	4	0100
5	0101	5	0101
6	0110	6	0110
7	0111	7	0111
8	1000	8	1000
9	1001	9	1001
10	1010	A	0001 0000
11	1011	B	0001 0001
12	1100	C	0001 0010
13	1101	D	0001 0011
14	1110	E	0001 0100
15	1111	F	0001 0101
16	10000	10	0001 0110

Формат уявлення двійково-десяткових чисел використовується у цифрових індикаторах та цифрових переключателях.

Приклад двійково-десяткового кода $12 = 0001\ 0010$

2.4 Уявлення чисел у двійковій системі числення. Уявлення негативних чисел з фіксованої комою. Уявлення чисел із плаваючою комою [2, с. 66 – 87]

Позитивні числа представляються у прямому коді. Для представлення негативних чисел використовується доповняльний код.

Позитивні числа: $0000\ 0000 \dots 0111\ 1111$

$0 = 0000\ 0000$

$1 = 0000\ 0001$

$2 = 0000\ 0010$

...

$127 = 0111\ 1111$

Позитивні числа мають 0 у старшому розряді.

Негативні числа у доповняльному коді: $1000\ 000 \dots 1111\ 1111$

Позначкою негативного війкового числа є 1 у старшому розряді.

$-1 = 1111\ 1111$

$-2 = 1111\ 1110$

$-2 = 1111\ 1101$

...

$-128 = 1000\ 0000$

2.5 Логічні та арифметичні дії над різноманітними форматами чисел [1, с. 32 – 38]

Логічні дії над двійковими числами

Перше число	0	1	0	1	1	0	1	1
Друге число	0	0	0	0	1	1	1	1
Логічне І	0	0	0	0	1	0	0	1
Логічне АБО	0	1	0	1	1	1	1	1
Виключне АБО	0	1	0	1	0	1	0	1

2.6 Організація центрального процесора. Особливості системи команд керуючих пристроїв [3, с. 187 – 204]

Центральний процесор, читаючи команди і дані з пам'яті ЕОМ, послідовно виконує задані програмою перетворення інформації й управляє функціонуванням весь складових компонент обчислювального пристрою. У визначені програмою моменти часу центральний процесор опитує через пристрій введення інформації стан датчиків зовнішньої інформації і передає за допомогою пристрою виводу інформації команди керування діями виконавчих елементів об'єкта регулювання.

Система команд мікропроцесорних пристроїв у загальному випадку включає такі групи команд:

- команди пересилки, за допомогою яких провадиться обмін даними усередині мікро-ЕОМ;
- арифметичні команди над двійковими числами, що включають команди складання, вирахування, множення і ділення;
- команди логічних операцій над двійковими числами, виконувані порозрядно (логічне І, логічне АБО, виключне АБО);
- команди переходу, що включають умовні і безумовні команди передачі керування по зазначеній адресі і команди виклику підпрограм;
- спеціальні команди.

2.7 Організація сучасних процесорів. Конвеєрні та суперскалярні процесори [3, с. 193 – 196]

Послідовні процесори

Цикл	1	2	3	4	5	6
Команда 1	Вибірка	Декодув.	Виконання			
Команда 2				Вибірка	Декодув.	Виконання

Для підвищення швидкості процесора використовуються конвеєрні процесори

Цикл	1	2	3	4	5	6
Команда 1	Вибірка	Декодун.	Виконання			
Команда 2		Вибірка	Декодун.	Виконання		
Команда 3			Вибірка	Декодун.	Виконання	
Команда 4				Вибірка	Декодун.	Виконання

Процесори з декількома конвеєрами це суперскалярні процесори.

Лекція 5 Запам'ятовуючі пристрої в системах керування. Організація введення-виведення. Програмне забезпечення керуючих мікропроцесорних та обчислювальних пристроїв

2.8 Призначення, основні типи і позначення устроїв, що запам'ятовують. Постійні й оперативні запам'ятовуючі пристрої [3, с. 209 – 215]

У запам'ятовуючому пристрої (ЗП) або пам'яті мікро-ЕОМ зберігається програма роботи і всі необхідні вихідні дані. Пам'ять ЕОМ звичайно складається з двох частин оперативної і постійної пам'яті.

Постійний запам'ятовуючий пристрій (ПЗП) являє собою різновид пам'яті ЕОМ, вміст котрої постійний, тобто зберігається при вимиканні машини. Запис нової інформації в ПЗП неможлива, а читання може провадитися з великою швидкістю. У постійній пам'яті звичайно знаходяться програми і дану, обслуговуючу роботу апаратури мікро-ЕОМ.

ПЗП бувають з одноразовим та багаторазовим програмуванням.

ПЗП з багаторазовим програмуванням засновані на принципі ультрафіолетового або електричного стирання. Але ці ПЗП потребують додаткових програмуючих пристроїв.

В останній час використовують ПЗП у вигляді так званої FLASH пам'яті, яка може програмуватися на місці встановлення без використання додаткових програмуючих пристроїв.

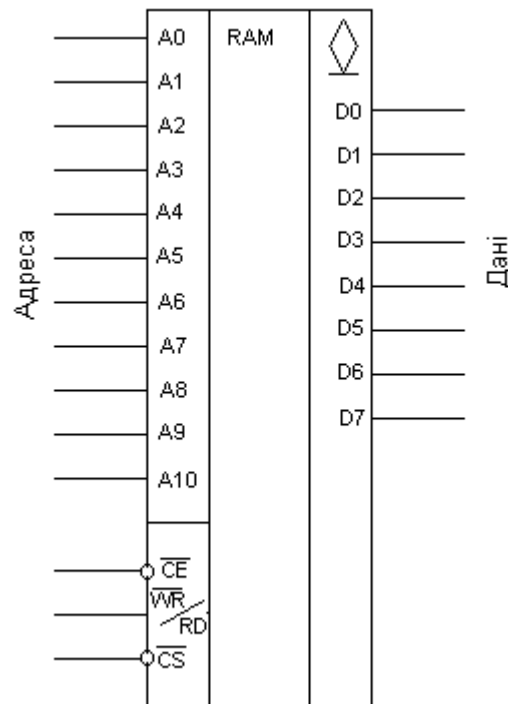
Оперативна пам'ять (ОЗП) - це пристрій, де розміщуються під час виконання програми, а також використовуваними нею дані. Оперативна пам'ять характеризується більш високою швидкістю запису і читання і меншим обсягом, чим зовнішня пам'ять на магнітному носії інформації. При вимиканні електроживлення ЕОМ вміст оперативного

запам'ятовуючого пристрою не зберігається.

Оперативна пам'ять може бути статичною чи динамічною.

Статичні ЗП мають запам'ятовувачі, які являють собою бістабільні елементи тригери, фізичний стан яких під час звертання не руйнується.

Динамічні ЗП мають запам'ятовувачі, які побудовані на конденсаторних запам'ятовувачах, що вимагають періодичної регенерації за допомогою спеціальної схеми.



A0 ... A10 – адреса, D0 ... D7 – дані, CE – дозвіл мікросхеми (сигнал читання - активний 0), WR/RD – сигнал запису (активний 0), CS – вибір мікросхеми

2.9 Організація пам'яті у обчислювальних пристроїв. Розподіл адресного простору.

Способи адресації [2, с. 183 – 187]

У сучасних обчислювальних пристроїв прийнята байтова організація пам'яті незалежно від розрядності процесора. Одна адреса відповідає одному байту. Адреса слова та подвійного слова дорівнює адресі молодшого байта, який входить у склад слова чи подвійного слова. Таким чином адреси слів кратні 2, а адреси подвійних слів кратні 4.

Розподіл адресного простору залежить від типу обчислювального пристрою. Персональні комп'ютери не мають фіксованого розподілу адресного простору.

У керуючих пристроїв адресний простір має області, які виконують певні функції. Наприклад, область для програм, область для даних, область для відображення входів та виходів і так далі.

При звертанні до пам'яті використовують різні способи адресації: пряма, непряма, регістрова адресація тощо.

2.10 Основні методи організації введення-виведення. Програмне введення-виведення, введення-виведення з використанням переривання і прямого доступу до пам'яті [3, с. 216 – 218]

У загальному випадку обмін даними між компонентами мікро-ЕОМ у залежності від того, яке з пристроїв є головним, а яке знаним, може здійснюватися в режимах програмному, переривання програми і прямого доступу до пам'яті.

Програмний режим найбільше універсальний і застосовується частіше усього. Обмін інформацією в цьому режимі здійснюється з ініціативи процесора, що одержав команду на проведення обміну від керуючої програми. Переданою інформацією можуть бути команда, адреси або дані.

Продемонструємо процедуру обміну інформацією в програмному режимі прикладами. Під час своєї звичайної роботи центральний процесор, що є завжди ініціатором обміну інформацією в програмному режимі, витягає чергову команду програми і дані з пам'яті мікро-ЕОМ і, після виконання команди, відправляє результат назад в пристрій, що запам'ятовує, обираючи потім чергову команду і читаючи дані. У такий спосіб виконується обмін інформацією між процесором і пам'яттю мікро-ЕОМ.

Іншим прикладом програмного режиму обміну служить вивід інформації на зовнішнього пристрою, при якому процесор, що є також ініціатором обміну, отримавши команду від керуючої програми, установлює на відповідній магістралі адресу потрібного пристрою й одночасно дані, передані по магістралі даних.

Пристрій виводу інформації, що викликається, переконавшись, що саме його номер отриманий по магістралі адреси, читає інформацію з магістралі даних і передає її виконавчому елементу, при необхідності здійснивши проміжне посилення і перетворення сигналів до виду, що відповідає структурі вхідних сигналів об'єкта керування.

Програмний режим не потребує додаткових пристроїв.

У **режимі роботи з переривання** обмін даними відбувається з ініціативи зовнішнього пристрою. У випадку одержання сигналу переривання процесор припиняє виконання поточної програми і переходить на програму обслуговування пристрою, що

запитує, що зберігається в запам'ятовуючому пристрої мікро-ЕОМ. Після завершення виконання програми обслуговування процесор повертається до того кроку перерваної основної програми, на якому він зупинився, отримавши сигнал переривання.

Для такого режиму потрібен додатковий контролер переривань, який працює разом з процесором.

Режим прямого доступу до пам'яті є самим швидким режимом передачі інформації між пам'яттю і зовнішнім пристроєм. У цьому режимі ініціатором обміну є периферійний пристрій, причому обмін даними здійснюється без програмного керування з боку процесора. Після одержання вимоги прямого доступу процесор перериває виконання поточної програми і передає керування процесом передачі інформації з магістралей мікро - ЕОМ зовнішньому пристрою, що виставив вимогу переривання, що, у свою чергу, самостійно здійснює адресацію і керування розмірами переданого масиву даних по своїй власній програмі. Після завершення обміну з пам'яттю зовнішній пристрій повертає керування магістралями процесору, що продовжує виконувати перервану програму. Звичайно режим прямого доступу використовується тоді, коли необхідно обмінюватися великими масивами інформації за мінімально короткий час, наприклад при передачі даних між накопичувачами на магнітних дисках і запам'ятовуючим пристроєм мікро-ЕОМ.

Для такого режиму потрібен додатковий контролер прямого доступу до пам'яті, який працює незалежно від процесора.

Сучасні процесори мають умонтовані контролери переривань та прямого доступу до пам'яті.

2.11 Контролери введення-виведення. Паралельне і послідовне введення-виведення [3, с. 218 – 220]

Контролери введення виведення забезпечують ввід та вивід даних при проведенні обміну інформації. При цьому може використовуватися паралельне та послідовне введення-виведення.

Паралельне введення-виведення забезпечує одночасний ввід або вивід декількох двійкових розрядів, наприклад, 8, 16 або 32. Послідовне введення виведення забезпечує послідовний ввід або вивід двійкових розрядів.

В системах керування паралельне введення-виведення використовується для вводу та виводу керуючих сигналів. Послідовне введення виведення використовується для обміну інформацією.

2.12 Програмне забезпечення. Прикладне і системне програмне забезпечення [4 с. 110 – 112]

Розрізняється системне і прикладне програмне забезпечення.

Системне програмне забезпечення забезпечує взаємодію обчислювального пристрою і зовнішнього середовища, наприклад, взаємодія з оператором в ЕОМ або взаємодію з керованим процесом у керуючих пристроїв. Системне програмне забезпечення поставляється разом із обчислювальним пристроєм і є його складовою частиною. Розробка системного програмного забезпечення потребує спеціальної підготовки і здійснюється системними програмістами.

Прикладне програмне забезпечення розробляється користувачем у залежності від конкретного застосування обчислювального пристрою за допомогою мов програмування високого рівня. Розробка прикладного програмного забезпечення, як правило, не потребує високого рівня підготовки в області обчислювальної техніки і може здійснюватися спеціалістами в даній прикладній області.

2.13 Операційні системи [4 с. 104 – 105]

Операційні системи забезпечують роботу обчислювальних пристроїв та являються важливою частиною системного програмного забезпечення. Для ЕОМ використовуються наступні операційні системи Windows 2000 та Windows XP. Ці операційні системи доступні для всіх ЕОМ. Сучасні системи керування використовують операційну систему Windows CE.

Операційна система реального часу RMOS.

RMOS це багатозадачна операційна система реального часу, що може бути сконфігурована для будь-яких РС з процесором Pentium або вище, і використовується у системах керування на основі ЕОМ.

2.14 Машинно- і проблемно-орієнтовані мови програмування [4, с. 97 – 100]

Існують мови програмування двох рівнів.

Мови програмування низького рівня, коли програма представляється в машинному коді, або на мові Асемблер, у якому машинні коди команд замінюються умовними позначеннями. Система команд у таких мовах повторює систему команд центрального процесора, тому вони називаються машинно-орієнтованими мовами.

Мови програмування високого рівня, коли система команд орієнтована на рішення різноманітних прикладних задач, наприклад, математична обробка даних, рішення економічних задач, обробка зображень і т.д. Такі мови називаються проблемно-орієнтованими мовами. При програмуванні на мові високого рівня частіше усього використовується два підходи.

У першому випадку за допомогою програми-редактора складається вихідний текст програми у вигляді текстового файла, що представляє собою послідовність виконуваних операцій. Після цього за допомогою програми компілятора провадиться перетворення вихідного тексту в машинні коди, що потім можуть завантажуватися в пам'ять ЕОМ і виконуватися центральним процесором.

В другому випадку команда інтерпретатор перетворить кожний оператор програми в машинний код і відразу його виконує. Таким чином, перетворення вихідної програми в машинний код необхідно робити щораз при її виконанні. Це призводить до збільшення часу виконання програми, але спрощує її налагодження.

2.15 Уявлення програми на мові асемблера. Базовий набір команд. Макрокоманди. Транслятори [4, с. 83 – 84 [4, с. 106 – 110]

Мова програмування, команди якого відповідають командам центрального процесора, називається Асемблер.

Процес програмування включає такі етапи:

- упорядкування вихідного тексту програми на мові Асемблер за допомогою текстового редактора;
- перетворення вихідної програми в завантажувальний файл за допомогою транслятора мови Асемблер;
- опрацювання й об'єднання наявних фрагментів програм за допомогою компоновника;
- налагодження програми за допомогою відладчика (програмного емулятора);
- завантаження програми в ОМК і перевірка її на реальному пристрої.

Вихідний текст програми на мові Асемблер має визначений формат, у котрому кожна команда являє собою рядок з чотирьох конструкцій (чотири поля):

ПОМІТКА :	ОПЕРАЦІЯ	ОПЕРАНДИ	;КОМЕНТАР
WAIT0:	JB	P2. 0, WAIT0	;Чекання замикавання контакту

Мітка являє собою символічне ім'я осередку пам'яті, у якому зберігається відзначена команда або операнд. Мітка складається з буквено-цифрової комбінації, що починається з букви. Довжина мітки не більш 6 символів. Після мітки завжди ставиться двокрапка (:).

Операція являє собою символічне позначення команди ОМК або псевдокоманди мови Асемблер.

У полі операнда визначаються операнди, що приймають участь у даній команді. Операнд може бути заданий безпосередньо або у вигляді його адреси. При цьому припускається використовувати символічне позначення даних і адрес, але при цьому вони повинні бути визначені. У команді може бути не більш двох операндів. Операнди розділяються комою (,).

Коментар використовується для пояснення виконуваних команд. Перед коментарем ставиться крапка з комою (;). Поле коментарю цілком ігнорується Асемблером.

Базовий набір команд повторює систему команд центрального процесора у вигляді умовних позначень та включає такі основні групи команд:

- команди пересилки, за допомогою яких провадиться обмін даними;
- арифметичні команди над двійковими числами, що включають команди складання, вирахування, множення і ділення;
- команди логічних операцій над двійковими числами, виконувані порозрядно (логічне І, логічне АБО, виключне АБО);
- команди переходу, що включають умовні і безумовні команди передачі керування по зазначеній адресі у вигляді мітки і команди виклику підпрограми;
- спеціальні команди.

Повторювані фрагменти програм із різними параметрами (адресами, операндами і т.д.) можна виконати у вигляді макрокоманди. Макрокоманди мають своє ім'я і являють собою послідовність команд, при цьому замість окремих елементів можуть підставлятися їхні умовні позначення. При виклику макрокоманди замість умовних позначень підставляються їхні фактичні значення. У такий спосіб можна реалізувати нові функції у вигляді окремих команд.

2.16. Транслятори, компоновники, програмні й апаратні емулятори. [4 с. 109 -112]

Засоби налагодження мікропроцесорних і обчислювальних пристроїв призначені для налагодження програмного забезпечення в різноманітних режимах.

На першому етапі розробки програми налагодження здійснюється на програмних моделях, називаних емуляторами (сімуляторами).

Налагодження на реальних об'єктах проводяться після попереднього налагодження програми на емуляторі й усунення помилок у програмі.

Розробка програми складається з декількох етапів.

Спочатку на підставі наявного алгоритму керування розробляється вихідний текст програми за допомогою текстового редактора.

Потім за допомогою програми транслятора здійснюється трансляція програми, тобто перетворення її в машинні коди.

На такому етапі окремі фрагменти програми об'єднуються в загальну програму і створюється завантажувальна програма, що може завантажуватися в ЕОМ для виконання.

Для перевірки правильності роботи програми і її фрагментів використовуються програмні моделі – емулятори (сімулятори).

Якщо програма спочатку складається за допомогою текстового редактора, а потім перетворюється в машинні коди, то така трансляція зветься компіляцією.

Якщо програма складається за допомогою програмного редактора, який одразу перетворює її в машинні коди, то така трансляція зветься інтерпретацією.

Компоновники здійснюють об'єднання окремих фрагментів програми в загальну програму, прив'язку програми до конкретної області усередині адресного простору ЕОМ і створюють завантажувальний файл, що являє собою програму в двійкових кодах у повній відповідності із системою команд центрального процесора.

Для налагодження програм використовуються спеціальні програмні й апаратні відладочні засоби, що моделюють роботу центрального процесора.

Програмні відладочні засоби моделюють роботу центрального процесора на ЕОМ. При цьому можуть виникнути помилки, пов'язані зі зрадливим представленням об'єкта керування.

Апаратні відладочні засоби дозволяють перевірити роботу програму на реальних об'єктах, забезпечуючи можливість виконання фрагментів програми, виконання програми в уповільненому і покроковому режимах. У цьому випадку забезпечується більш достовірне налагодження програми, але необхідно додаткове устаткування, що забезпечує зв'язок з ЕОМ і моделювання відповідних режимів роботи на реальному об'єкті.

Тема 3 Пристрої керування на основі мікропроцесорної техніки

Лекція 6 Пристрої керування на основі мікропроцесорної техніки. Однокристальні мікроконтролери (ОМК). Побудова систем керування на основі однокристальних мікроконтролерів. Пристрої з'єднання з об'єктом керування

3.1 Спеціалізовані пристрої керування на основі мікропроцесорних комплектів [4 с. 14 – 15]

Мікропроцесорна техніка широко використовується для реалізації спеціалізованих пристроїв керування. Для цієї цілі використовуються спеціалізовані процесори (для рішення задач у конкретній області) або універсальні мікроконтролери.

Спеціалізовані процесори частіше усього мають умонтоване програмне забезпечення, що не доступно користувачу.

Універсальні мікроконтролери можуть програмуватися користувачем у залежності від конкретної задачі.

3.2 Однокристальні мікроконтролери як основа для вмонтованих пристроїв керування [4 с. 15 – 18]

Однокристальні мікроконтролери являють собою клас мікропроцесорних пристроїв, що містять на однім кристалі усі функціональні вузли обчислювального пристрою і призначених для використання в якості що вбудовуються що програмуються устроїв керування. Одним із найбільше широко застосовуваних представників цього класу є однокристальний мікроконтролер 8051 (ОМК 51), розроблений фірмою INTEL наприкінці 70-х, початку 80-х років, і що випускається з невеличкими змінами і доповненнями в даний час різними фірмами.

ОМК 51 являє собою закінчене обчислювальний пристрій, що включає центральний процесор (арифметично-логічний пристрій), внутрішню пам'ять, набір регістрів спеціальних функцій, устрій керування і порти вводу та виводу, що об'єднуються 8-розрядною шиною.

3.3 Класифікація й основні типи однокристальних мікроконтролерів. Особливості архітектури [4 с. 10 -12]

Однокристальні мікроконтролери можна розділити на спеціалізовані й універсальні.

Спеціалізовані мікроконтролери вирішують конкретні задачі керування, мають умонтоване програмне забезпечення, що недоступно користувачу.

Універсальні мікроконтролери можуть програмуватися користувачем у залежності від поставленої задачі.

Крім цього розрізняють 8 і 16 розрядні однокристальні мікроконтролери.

8 розрядні однокристальні мікроконтролери використовуються для нескладних задач керування.

16 розрядні однокристальні мікроконтролери можуть вирішувати достатньо складні задачі, тому що мають більш широкий набір команд, більш складну структуру і більший обсяг пам'яті.

Особливості архітектури ОМК покажемо на прикладі сімейства ОМК 51.

Арифметично-логічний пристрій виконує функції над двома типами даних: байтами і бітами. Це дозволяє спростити реалізацію таких функцій керування, як опитування двійковими датчиків і видачу керуючих впливів релейного типу.

Дані можуть переміщатися усередині ОМК і з ними можуть виконуватися арифметичні і логічні команди, такі як додавання, вирахування, множення, розподіл, логічні операції І, АБО, що виключає АБО.

Внутрішня пам'ять розділяється на програмну пам'ять і пам'ять даних. Програмна пам'ять у залежності від типу ОМК може мати від 4 до 32 Кбайт, і призначена для збереження програм і констант. Програмна пам'ять виконана у вигляді постійного запам'ятовувального пристрою (з однократним програмуванням або репрограмуемого з ультрафіолетовим і електричним стиранням). При необхідності може підключатися зовнішня програмна пам'ять з обсягом до 64 Кбайт.

Пам'ять даних призначена для тимчасового збереження даних у процесі виконання програми і має 128 або 256 байт. Крім цього до адресного простору пам'яті даних примикають адреси регістрів спеціальних функцій.

До складу регістрів спеціальних функцій входять акумулятор, 4 регістра, що утворюють 2 незалежних 16-розрядних таймера-лічильника, регістри послідовного каналу вводу та виводу, і інші.

Всі порти ОМК призначені для вводу або виводу інформації. При цьому деякі з них можуть виконувати додаткові функції відповідно до режимів роботи. У найпростішому випадку порти здійснюють ввід та вивід даних.

3.4 ОМК сімейства MCS 51. Система команд. Команди операцій із бітами [4, с. 83 – 95]

Одним із найбільше широко застосовуваних представників класу ОМК є однокристальний мікроконтролер 8051 (ОМК 51), розроблений фірмою INTEL наприкінці 70-х, початку 80-х років, і що випускається з невеличкими змінами і доповненнями в даний час різними фірмами.

ОМК 51 являє собою закінчене обчислювальний пристрій, що включає центральний процесор (арифметично-логічний пристрій), внутрішню пам'ять, набір регістрів спеціальних функцій, устрій керування і порти вводу та виводу, що об'єднуються 8-розрядною шиною.

Система команд ОМК включає такі команди:

- команди пересилки, за допомогою яких провадиться обмін даними усередині ОМК;
- арифметичні команди над двійковими числами, що включають команди складання, вирахування, множення і ділення;
- команди логічних операцій над двійковими числами, виконувані поразрядно (логічне И, логічне АБО, виключне АБО);
- команди переходу, що включають умовні і безумовні команди передачі керування по зазначеній адресі і команди виклику підпрограм;
- команди операцій із бітами
- спеціальні команди.

Команди операцій із бітами

Команди установки заданого бита в "1"

SETB bit

і скидання заданого бита в "0"

CLR bit,

де bit -пряма адреса бита, для якого виконується дана команда.

Команди умовного переходу з перевіркою заданого бита на задане значення, як-то:

JB bit,L1 - перехід на мітку L1, якщо значення bit дорівнює "1";

JNB bit,L2 - перехід на мітку L2, якщо значення bit дорівнює "0".

3.5 Приклади використання команд операцій із бітами. Опит датчиків і видача керуючих впливів [4, с. 125 – 140]

Програма опитування двійкових датчиків

Опитування двійкового датчика на замикання і розмикання може здійснитися за допомогою команд умовного переходу з перевіркою заданого біта на задане значення, як-то:

JB bit,L1 - перехід на мітку L1, якщо значення біт дорівнює "1";

JNB bit,L2 - перехід на мітку L2, якщо значення біт дорівнює "0".

При цьому необхідно враховувати схему підключення контакту, тобто який сигнал надходить при замкнутому, а який при розімкнутому контакті.

Наприклад, якщо при розімкнутому контакті на вхід подається "1", а при замкнутому "0"(контакт замикає вхідної сигнал), то програма опитування контакту на замикання (надходження на вхід P2,0 сигналу "0") виглядає в такий спосіб:

**WAIT0: JB P2. 0,WAIT0 ;Чекання замикання контакту,
;залученого до P2.0**

Програма чекання розмикання того ж контакту має вид:

**WAIT1: JNB P2. 0,WAIT1 ;Чекання розмикання контакту,
;залученого до P2.0**

Програма опитування імпульсних сигналів

Програма опитування імпульсних сигналів відрізняється тим, що необхідно виявити не тільки факт появи, але і закінчення імпульсу. Як приклад нижче приведена програма опитування негативного імпульсу ("1"->"0"->"1"), що фіксує момент переходу з "0" у "1" (задній фронт):

WAITC: JB P1. 3,WAITC ;ЧЕКАННЯ ПОЧАТКУ ІМПУЛЬСУ P1.3=0

WAITO: JNB P1. 3,WAITO ;ЧЕКАННЯ КІНЦЯ ІМПУЛЬСУ P1.3=1

Програма видачі керуючих сигналів

Для видачі двійкових керуючих сигналів на порти можуть використовуватися команди установки заданого біта в "1"

SETB bit

і скидання заданого біта в "0"

CLR bit,

де bit -пряма адреса біта, для якого виконується дана команда.

Для портів прийняте таке позначення біте: Pn.i, де n - номер порту, n=0...3; i - номер лінії порту, i=0...7.

У такий спосіб видача сигналу "1" або "0" на задану лінію здійснюється за допомогою однієї команди.

3.6 Обґрунтування і вибір принципової схеми системи керування на основі ОМК [4, с. 14 – 15]

У пристроях керування об'єктами (контролерах) на основі МК апаратні засоби і програмне забезпечення існують у формі неподільного апаратно- програмного комплексу. МК являє собою стандартний масовий логічний блок , конкретне призначення якого визначає користувач за допомогою програмного забезпечення, і з ростом ступеня інтеграції і функціонально - логічних можливостей МК різко знижує вартість виробу, що в остаточному підсумку і забезпечує досягнення високих техніко - економічних показників виробів на МК. При цьому витрати на розробку програмного забезпечення в 2-10 разів перевищують (за час життя виробу) витрати на придбання і виготовлення апаратних засобів.

В даний час найбільше поширення одержав методологічний прийом, при котрому весь цикл розробки контролерів розглядається як послідовність трьох фаз проектування :

- аналізу задачі і вибору (і/або) розробки апаратних засобів контролера;
- розробка прикладного програмного забезпечення ;
- комплексування апаратних засобів і програмного забезпечення в прототипі контролера і його налагодження .

3.7 Етапи реалізації алгоритму керування [4, с. 15 – 18]

Якщо задача на розробку поставлена, то для одержання тексту вихідної програми необхідно виконати ряд таких дій:

- докладний опис задачі;
- аналіз задачі;
- інженерну інтерпретацію задачі , бажано з залученням того або іншого апарата формалізації (граф , мережа Петрі , матриці станів і зв'язування і т.п.);
- розробку загальної блок-схеми алгоритму роботи контролера;
- розробку деталізованих блок-схем алгоритму окремих процедур, виділених на основі модульного принципу упорядкування програм;
- детальну проробку інтерфейсу контролера і внесення виправлень у загальну і деталізовані блок-схеми алгоритму;
- розподіл робочих регістрів і регістрів пам'яті МК;

- формування тексту вихідної програми на мові Асемблера.

У основу розробки блок-схеми алгоритму призначена та ж сама процедура модульного проектування, що традиційно використовується розроблювачами апаратурних засобів. На мові алгоритмів розроблювач описує метод, обраний для рішення поставленої задачі. Можливо декілька варіантів рішення поставленої задачі. Засіб рішення задачі, на основі якого формується БСА, визначає не тільки якість розроблювальної програми, але і якісні показники кінцевого виробу.

Секрет успіху розробки програмного забезпечення МК полягає у використанні методу декомпозиції, при котрому вся задача послідовно розділяється на менші функціональні модулі, кожний із яких можна аналізувати, розробляти й наладжувати окремо від інших.

При розробці блок-схеми алгоритму функціонального модуля необхідно визначити, що повинний робити модуль (може знадобитися уточнення цільового призначення процедури):

Засоби одержання модулем вихідних даних (від датчиків через порти введення, або з таблиць у пам'яті, або через робітники регістри). Для реалізації введення вихідних даних у модуль у його БСА треба уключити відповідні оператори.

Необхідність якийсь попередню обробки уведених вихідних даних

Засіб перетворення вхідних даних у необхідні вихідні. Використовуючи оператори процедур і умовних операторів прийняття рішення, відобразити на мові блок-схеми алгоритму обраний метод змістовної обробки вихідних даних.

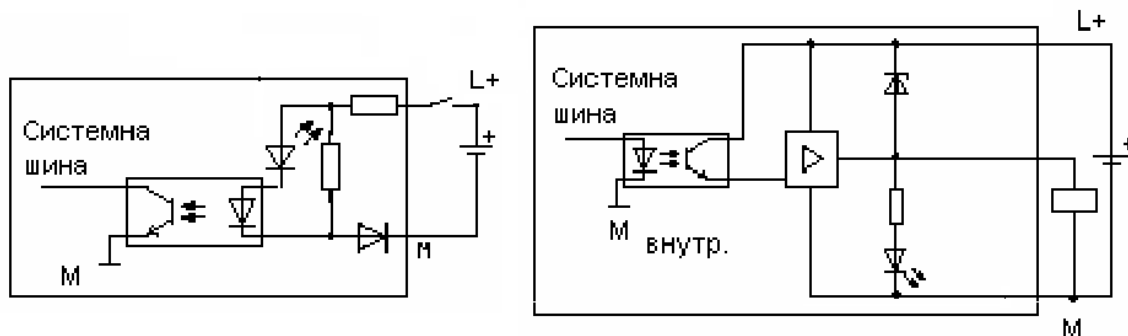
Засоби видачі з модуля оброблених даних (передати в пам'ять, або в програму, що викликала, або в порти виводу інформації).

Необхідність якийсь додаткової обробки виведених даних (зміна формату і т.д.).

3.8 Схема з'єднання з об'єктом керування. Нагрузкова здатність і буферізація сигналів. Гальванічна розв'язка [4, с. 156 – 173]

Схема з'єднання з об'єктом керування забезпечує підключення датчиків та виконуючих пристроїв до входів та виходів пристрою керування. Підключення здійснюється за допомогою стандартних сигналів. Нагрузкова здатність визначає потужність електричних сигналів вихідних схем. Для її збільшення використовується буферізація сигналів за допомогою підсилювачів потужності. Транзисторні підсилювачі не забезпечують розв'язки по струму вхідного та вихідного кола (датчиків та виконавчих пристроїв) з внутрішнім колом пристрою керування або ЕОМ. Це забезпечує так звана

гальванічна розв'язка. Для гальванічної розв'язки найчастіше використовуються релейні схеми (тільки для виходів) та оптоелектронні схеми розв'язки (для входів та виходів).



Принципові схеми оптоелектронної розв'язки входних та вихідних сигналів.

3.9 Вимірювальні перетворювачі [3, с. 223 – 225]

Вимірювальні перетворювачі забезпечують перетворення різних фізичних величин у стандартні електричні величини та підсилення електричних величин. Основними вимогами таких схем є висока стабільність та лінійність характеристик.

Для цього найчастіше використовуються операційні підсилювачі.

Тема 4 Програмовані логічні контролери. Компоненти та програмне забезпечення

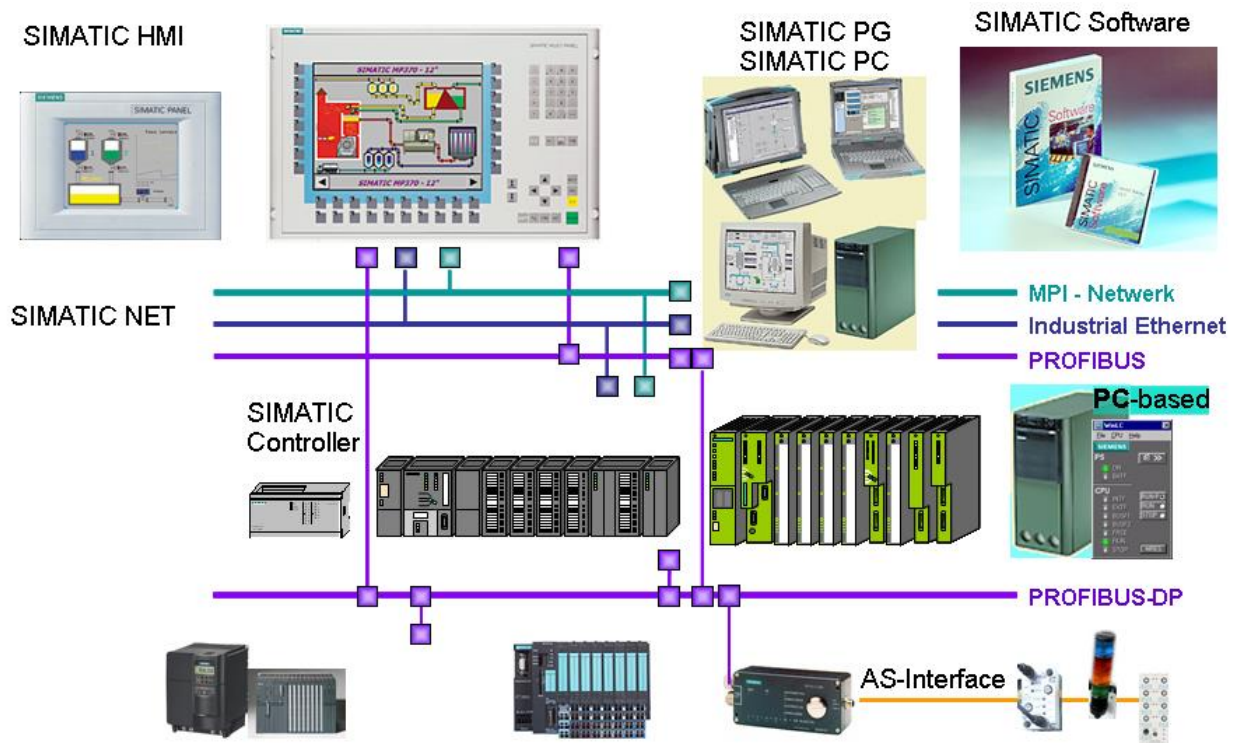
Лекція 7 Програмовані логічні контролери на основі мікропроцесорної техніки

4.1 Класифікація, структура і склад програмованих логічних контролерів [6, с. 1-4 – 1-11]

Галузь застосування систем програмного керування у даний час постійно збільшується в міру підвищення складності технологічних процесів і інших об'єктів керування. При цьому рівень складності вирішуваних завдань може змінюватися в дуже великому діапазоні - від найпростіших систем керування, застосовуваних для автоматизації водопостачання, у харчовій і легкій промисловості (маніпулятори, пакувальні машини, пресове устаткування і т.д.), до складних систем керування гнучкими виробничими дільницями і цехами. Одним з основних вимог до систем програмного керування в цьому випадку є можливість адаптації під конкретні задачі і спроможність

об'єднання локальних систем керування в єдину автоматизовану систему керування виробництвом.

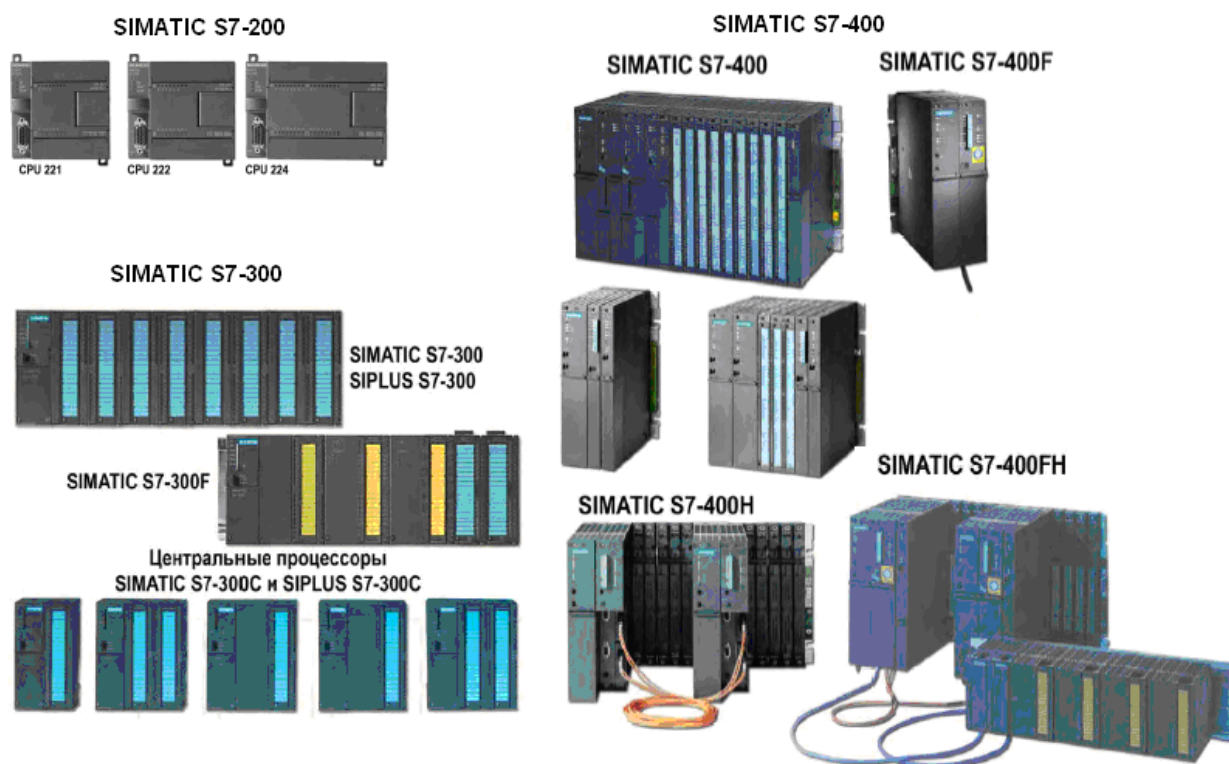
Прикладом таких систем програмного керування є програмовані логічні контролери на основі мікропроцесорної техніки, наприклад, система автоматизації SIMATIC S7, що випускається фірмою SIEMENS.



Ця система включає широкий набір засобів для систем автоматизації, побудованих на модульному принципі, і програмне забезпечення, що об'єднує ці засоби шляхом визначення конфігурації системи автоматизації, установки параметрів і програмування на основі програмуючих пристроїв, сумісних із персональними комп'ютерами.

Структура апаратних та програмних компонент цих систем визначається міжнародним стандартом IEC 1131.

Системи автоматизації SIMATIC S7 мають системи керування різного рівня складності.



Для простих завдань автоматизації використовуються прості системи SIMATIC S7-200.

Для завдань автоматизації середнього рівня використовуються системи SIMATIC S7-300, до яких можна підключити близько 1000 вхідних та вихідних сигналів.

Для завдань високого рівня автоматизації використовуються системи SIMATIC S7-400, які мають спроможні вирішувати дуже складні завдання керування, та включають системи підвищеної надійності SIMATIC S7-400H, та підвищеної безпеки SIMATIC S7-400F.

Системи автоматизації SIMATIC S7-200, SIMATIC S7-300 мають процесори з вмонтованими входами та виходами (компактні контролери).

Системи автоматизації будуються по модульному принципу (компактні контролери в разі потреби можуть розширюватися шляхом підключення додаткових модулів) і складаються з центрального (процесорного) модуля (CPU), блока живлення (PS), і різноманітних модулів. Зв'язок центрального і периферійних модулів здійснюється за допомогою системної шини, що забезпечує передачу адрес, даних і керуючих сигналів.

У разі потреби може використовуватися побудова системи автоматизації з двома, трьома або чотирма рядами. При цьому використовуються спеціальні інтерфейсні модулі підключення.

Системи автоматизації C7-63x крім входів та вихідів мають вмонтовані пристрої виведення даних у символному та графічному вигляді.

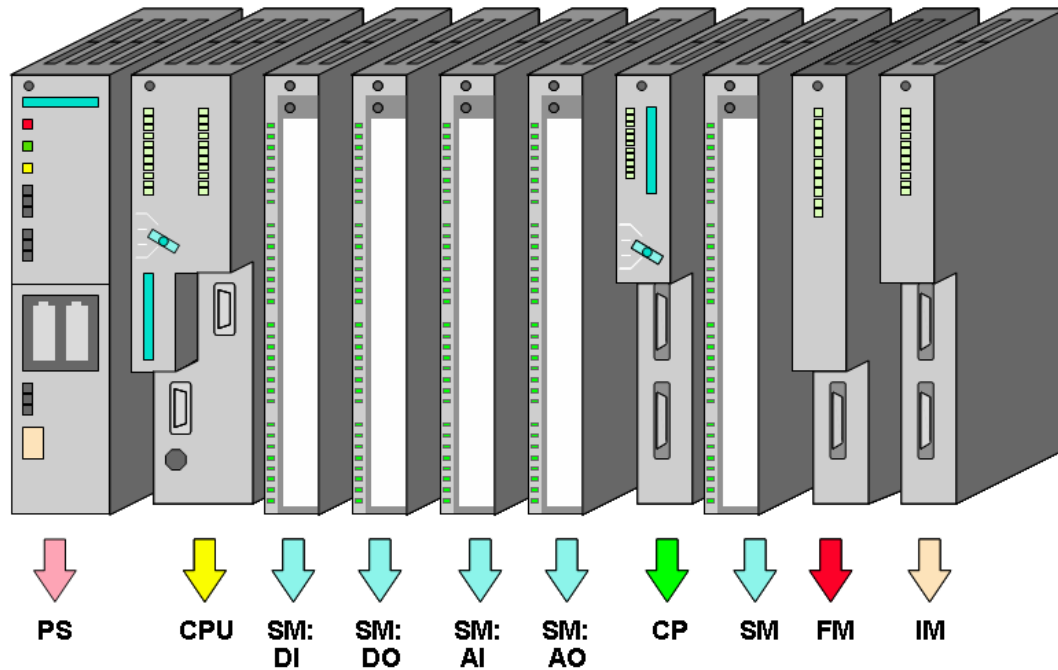


Далі розглядаються основні принципи побудови, структура та склад систем автоматизації на прикладі контролерів SIMATIC S7-400.

Контролер SIMATIC S7-400 включає такі модулі:

- модулі живлення PS,
- центральні процесори CPU,
- сигнальні модулі SM,
- функціональні модулі FM,
- комунікаційні модулі CP,
- інтерфейсні модулі IM.

S7-400



4.2 Модулі живлення та центральних процесорів CPU [6, с. 14 - 23]

Модулі живлення

Модулі живлення перетворюють напругу мережі на напруги, які потрібні для живлення інших модулів системи автоматизації.

Центральні процесори

У складі систем автоматизації SIMATIC S7-400 є різноманітні типи модулів центральних процесорних пристроїв. Для більшості модулів ЦПП є два варіанти виконання - з одним інтерфейсом MPI і з двома інтерфейсами: MPI і Profibus DP.

Пам'ять ЦПП систем автоматизації S7-400 складається з внутрішньої оперативної пам'яті і додаткових модулів пам'яті (RAM, EEPROM), що ділиться на три області:

- програмна пам'ять для розміщення програми користувача;
- робоча пам'ять, у якій розміщуються елементи програми користувача, необхідні для процесу запуску програми;
- системна пам'ять, що містить додаткові елементи пам'яті, використовувані ЦПУ при виконанні програми користувача, зокрема, області відображення входів і виходів, меркерів, таймерів, лічильників. Крім цього там розташовуються стеки блоків, переривань і локальних даних.

4.3 Сигнальні модулі SM. Модулі введення-виведення дискретних та аналогових сигналів [6, с. 14-23]

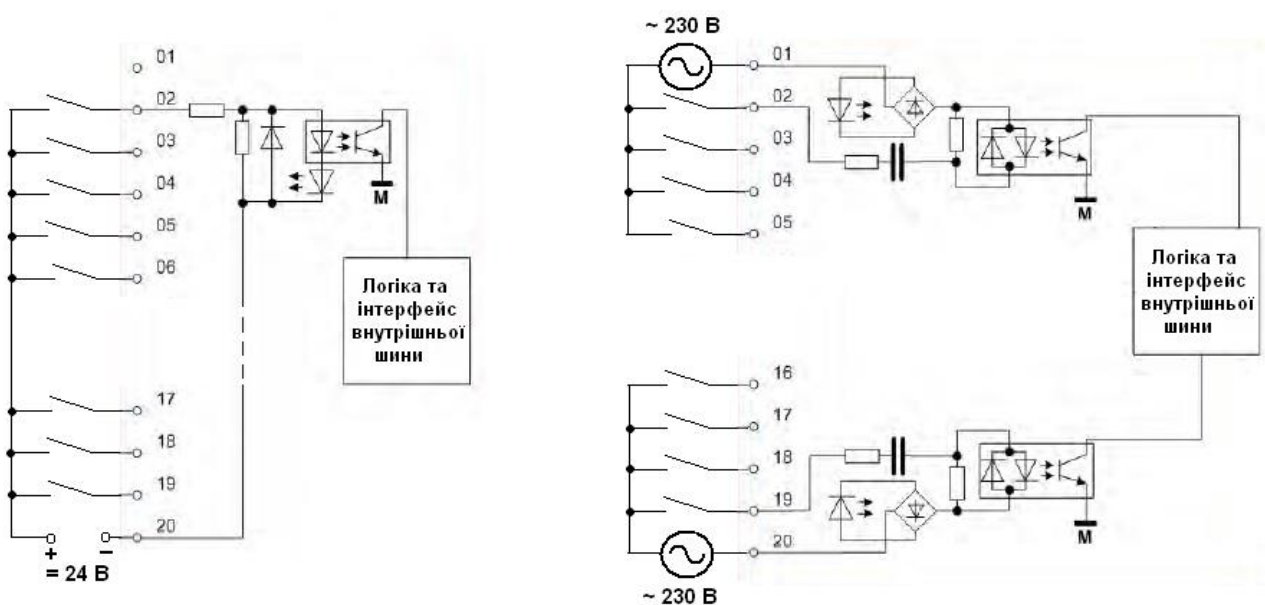
У складі системи автоматизації S7-400 можуть використовуватися різні модулі дискретних входів і виходів, наприклад:

Модулі дискретних входів	DI 32 x DC 24 V
SM 421	DI 16 x UC 24/60 V (переривання і діагностика)
	DI 16 x UC 120/230 V
	DI 32 x UC 120 V
	DI 16 x AC 120 V
Модулі дискретних виходів	DO 16 x AC 20-120 V/2A (із діагностичним перериванням)
SM 422	DO 32 x DC 24 V/0.5A
	DO 16 x DC 24 V/2A
	DO 8 x AC 120/230 V/5A
	DO 16 x AC 120/230 V/2A
	DO 16 x UC30/230 V /реле 5A

Модуль дискретних входів DI 32 x DC 24 V забезпечує гальванічну розв'язку по входах для групи з 32 входів.

Модуль дискретних входів DI 16 x AC 230 V забезпечує гальванічну розв'язку по входах для групи з 16 входів.

Нижче наведені можливі схеми модулів дискретних входів для сигналів 24 В постійного струму та 230 В змінного струму.



Модуль дискретних входів DI 16 x UC 24/60 відрізняється можливістю використання функцій діагностики і переривань. Параметром, що діагностується, є перевірка обриву проводу у входному ланцюзі. При цьому необхідна спеціальна схема підключення датчиків, що забезпечує протікання невеличкого току у входному ланцюзі при розімкненому стані датчика.

Для підвищення перешкодозахищеності по вході передбачена можливість установки затримки опитування входних сигналів - для режиму постійного току 3 мс і 0,5 із, для режиму перемінного току 10/20 мс.

Для режиму переривань можливі такі установки:

переривання по передньому фронті;

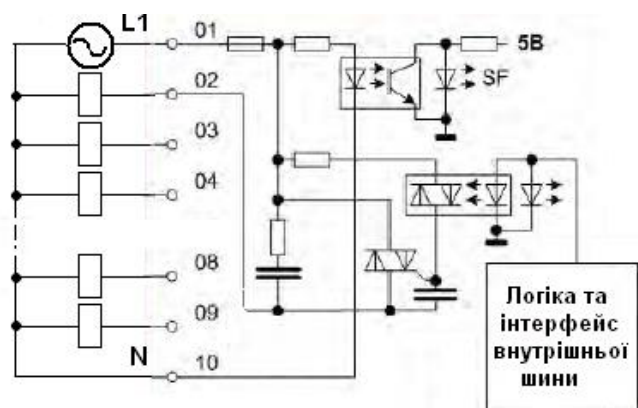
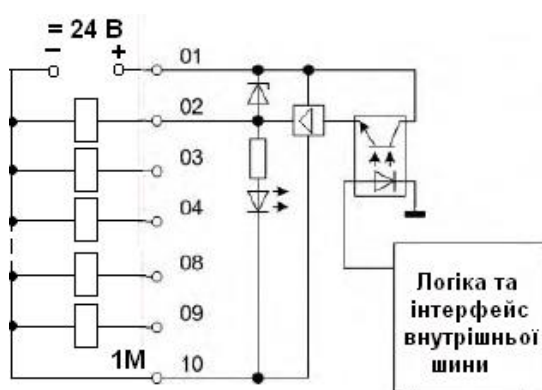
переривання по задньому фронті.

Модуль перевіряє також внутрішні і зовнішні помилки і видає повідомлення на світлодіодні індикатори.

Окремі види діагностики і переривань задаються при конфігурації модуля.

Модулі дискретних виходів мають різний максимальний вихідний струм і тому мають різне число виходів.

Нижче наведені можливі схеми модулів дискретних виходів для сигналів 24 В постійного струму та 230 В змінного струму (L1).



Модулі введення-виведення дискретних та аналогових сигналів.

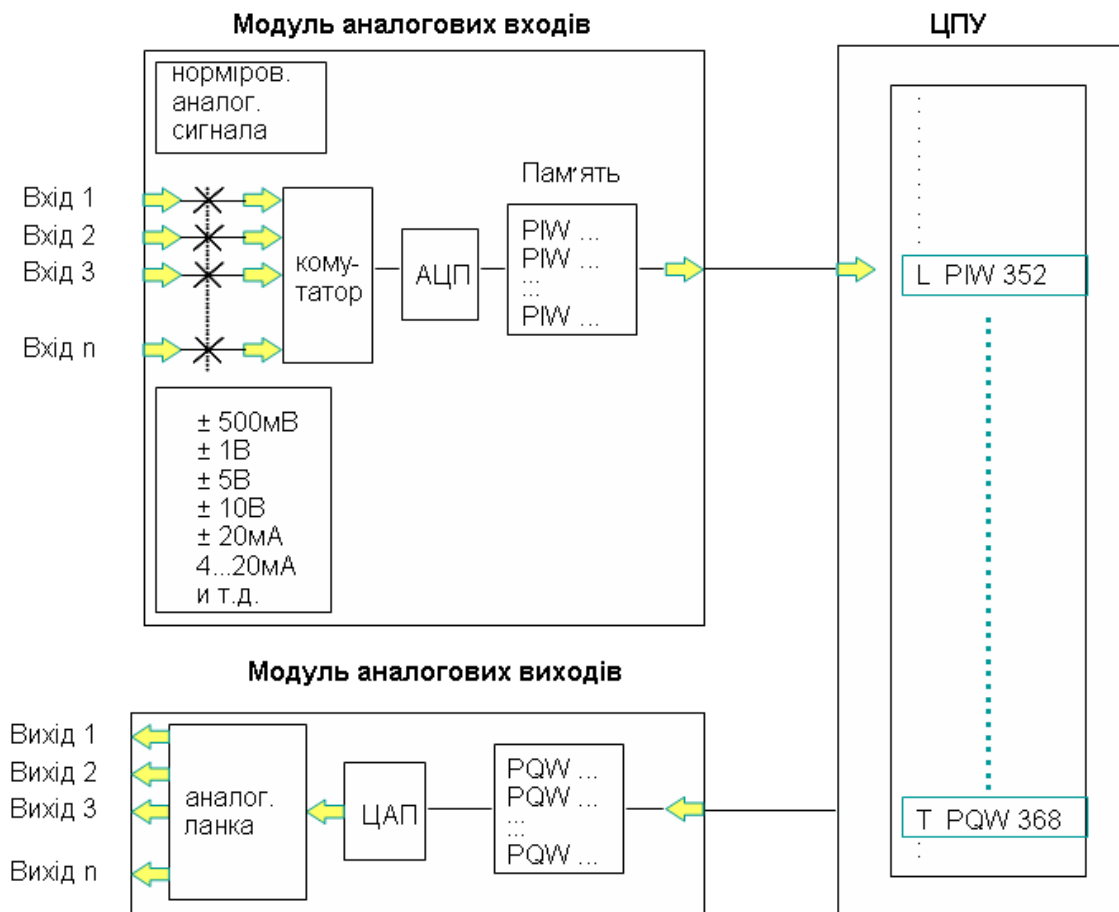
Модулі введення-виведення дискретних та аналогових сигналів мають структуру, наведену нижче.

Модулі входів здатні працювати з різними сигналами. Тому спочатку проводиться нормування сигналів шляхом перетворення сигнала на вході у нормірований сигнал. Потім сигнали по черзі подаються на аналогово-цифровий перетворювач (АЦП), який

перетворює їх у двійковий цифровий сигнал. Отримані значення надсилаються у внутрішню пам'ять модуля кожний за своєю адресою. Ці значення опитує контролер за допомогою команди **L PIW nnn**, де nnn-адреса.

Модулі виходів приймають значення вихідних сигналів у внутрішню пам'ять модуля, а потім по черзі перетворюють їх в аналоговий сигнал за допомогою цифро-аналогового перетворювача (ЦАП). Значення вихідних сигналів завдають за допомогою команди **T PIW nnn**, де nnn-адреса.

Для підвищення швидкодії є модулі у яких кожен вхід має свій АЦП.



4.4 Функціональні модулі в складі промислових контролерів. Модулі рахунку і часу. Модулі позиціонування. Модулі регулювання. Комунікаційні модулі [6, с. 30-39]

Функціональні модулі розвантажують центральний процесор контролера від виконання складних задач, таких як рахування, позиціонування й автоматичне регулювання.

Функціональні модулі у складі системи автоматизації S7-400	
Лічильники	
FM 450-1	модуль лічильників
Позиціювання	
FM 451	модуль позиціювання з прискореним переміщенням робочого органу
FM 452	електронний командоконтроллер
FM 453	модуль позиціювання для керування серводвигунами або кроковими двигунами
Автоматичне регулювання	
FM 455	модуль автоматичного регулювання
Функціональний модуль	
FM 458-1 DP	модуль для рішення складних обчислювальних завдань, завдань позиціонування и автоматичного регулювання. Вмонтований інтерфейс PROFIBUS DP для зв'язку з периферійними системами вводу-вивода та приводів.

Комунікаційні модулі забезпечують зв'язок контролера з іншими контролерами та пристроями, наприклад, персональними комп'ютерами, приводами, пристроями візуалізації тощо.

Комунікаційні модулі у складі системи автоматизації S7-400	
CP 440	комплексне рішення для ефективного швидкого послідовного зв'язку PtP, інтерфейси RS 422/ RS 485
CP 441-1, CP 441-2	комплексне рішення для ефективного швидкого послідовного зв'язку PtP, інтерфейси RS 422/ RS 485, RS 232C, TTY (20 mA)
CP 443-5	комплексне рішення для ефективного швидкого послідовного зв'язку для локальної мережі PROFIBUS-DP
CP 443-1	комплексне рішення для ефективного швидкого послідовного зв'язку для мережі Industrial Ethernet

Лекція 8 Мови програмування логічних програмованих контролерів. Система команд логічних програмованих контролерів

4.5 Стандартизація мов програмування промислових контролерів [7, с. 1-19 – 1-20]

Мови програмування систем автоматизації розроблені на основі вимог стандарту ІЕС 61131-3.

Стандартизація мов програмування промислових контролерів має такі переваги:

Уніфікація промислового програмного забезпечення.

Графічна об'єктно-орієнтована представлення програми, що істотно скорочує час проектування.

Спільне використання даних. Доступ до даних здійснюється з всіх інструментальних засобів і інших програм. Це скорочує час розробки і знижує можливість виникнення помилок при запровадженні даних.

Уніфікована система інструментальних засобів. Для кожної фази виконання проекту можуть бути використані комфортні функції, що дозволяють вибирати конфігурацію апаратури і задавати параметри її настроювання, розробляти програмне забезпечення і документацію, виконувати наладку, запуск і обслуговування системи керування.

Відкритість. Системна платформа промислового програмного забезпечення відкрита для комп'ютерів, використання котрих істотно підвищує продуктивність системи.

Проблемно-орієнтовані інструментальні засоби. Інструментальні засоби можуть бути легко настроєні на використання в різноманітних галузях.

Частини програми можуть використовуватися багаторазово. Готові до використання частини програми можуть бути збережені в бібліотеках і використовуватися в наступних проектах

Структурне програмування. Проект може бути розбитий на складові частини, розробка яких може виконуватися паралельно.

Умонтовані діагностичні функції. Діагностичні функції дозволяють скоротити час простою системи і втрати, пов'язані з простоєм.

Промислове програмне забезпечення має модульну структуру. Інструментальні засоби можуть використовуватися незалежно друг від друга. Необхідність їх застосування визначається тільки характером задач автоматизації.

4.6 Структура програми [7, с. 6-3 – 6-6]

Програми підрозділяються на системні і прикладні.

Системні програми являють собою програми для реалізації внутрішніх робочих функцій пристрою керування. Однією з таких програм є операційна система контролера.

Прикладні програми являють собою програму для опрацювання сигналів і надання впливу на керований процес відповідно до задачі керування, яка складається за допомогою мов програмування..

Процесор контролера виконує команди послідовно друг за другом.

У мові програмування STEP7, згідно з стандартом ІЕС 61131-3, розрізняють блоки, що містять команди для обробки сигналів (організаційні ОВ, функції FC і функціональні блоки FB), а також блоки, у яких зберігаються дані (BD).

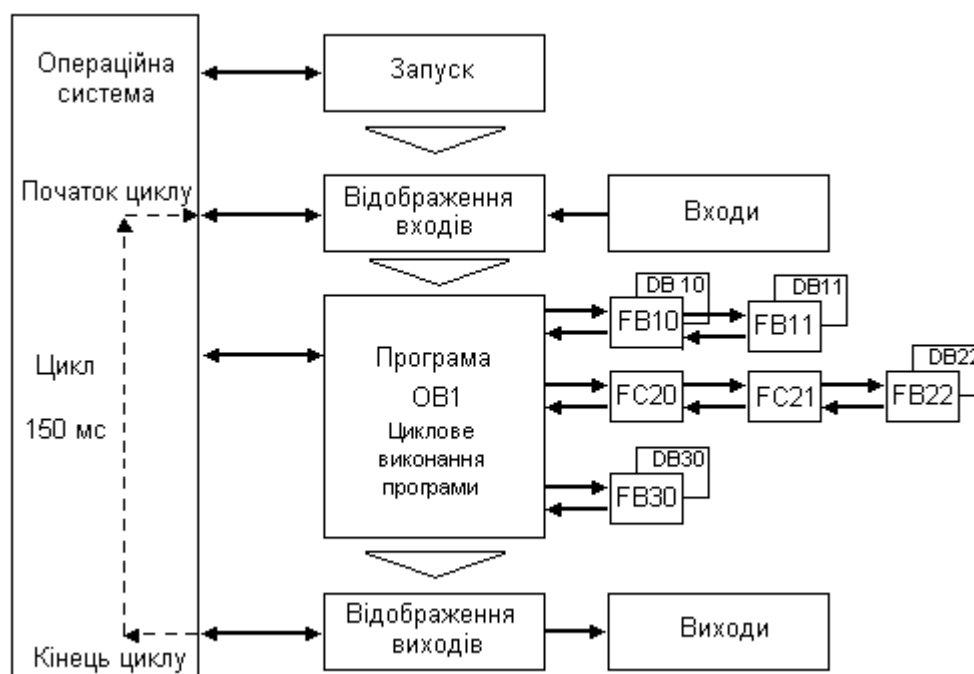
Організаційні блоки (**ОВ**) служать для керування прикладною програмою у формі переліку блоків програми. Є організаційні блоки для циклічної обробки програм, для обробки з керуванням по перериваннях і для обробки з керуванням за часом. Організаційний блок є обов'язковим, наприклад, **OB1** для циклічного виконання програми .

Функціональні блоки (**FB**) і функції (**FC**) реалізують часто повторювані або дуже складні функції. Функціональні блоки і функції можуть бути стандартними (**SFB**, **SFC**) або програмуються самим користувачем. Функціональні блоки і функції можуть мати параметри і параметрируються шляхом завдання різноманітних значень параметрів блока за допомогою операндів.

У блоках даних (**DB**) знаходяться дані, використовувані в програмі користувача.

Для кращої наочності блоки програми користувача (**ОВ**, **FB**, **FC**) можуть розділятися на окремі фрагменти - схеми.

У програмі використовуються такі змінні: входи **I**, наприклад , I 10.1, IB 20, IW 40, ID 100; виходи **Q**, наприклад , Q 0.0, QB 12, QW 24, QD 30; пам'ять **M** (меркери), наприклад, M 200.0, MB 220, MW 300, MD 400. До змінних можна звертатися як до окремих бітів (I 10.1), так і байтів (MB 220), слів (QW 24), та подвійних слів (ID 100).



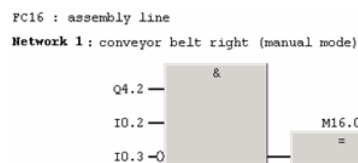
Операційна система забезпечує роботу контролера та визначає порядок виконання програми. При включенні контролера запускається організаційний блок запуску (OB 100), який виконується тільки один раз. Потім починається циклічне виконання програми (OB1). На початку циклу опитуються усі входи, та їхнє значення розміщується у пам'яті в області відображення входів. При виконанні програми звертання до входів та виходів здійснюється через їхні області відображення у пам'яті. Наприкінці циклу значення з області відображення виходів записуються у виходи контролера. Час виконання OB1 обмежен максимальною тривалістю цикла (Встановлено значення 150 мс, але його можна змінювати).

При упорядкуванні програми найчастіше використовується структурне програмування.

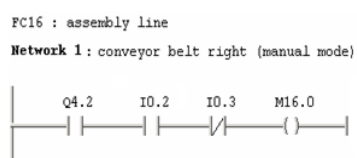
При структурному програмуванні програма ділиться на декілька блоків, що послідовно викликаються з організаційного блока (для циклічної обробки - з **OB1**).

4.7 Уявлення програм у вигляді контактного LAD та функціонального плану FBD та послідовності команд STL [7, с. 6-8 – 6-11]

Function Block Diagram –
функціональний план



Ladder Diagram – контактний план



Statement List – послідовність команд

FC16 : assembly line
Network 1 : conveyor belt right (manual mode)

A	Q	4.2
A	I	0.2
AN	I	0.3
=	M	16.0

4.8 Команди логічних операцій функції пам'яті [6, с. 7/3 - 7/5]

Логічні операції.

Функція	Контактний план	Функціональний план	Послідовність команд
Логічне І			<pre> A IO.0 A IO.1 AN IO.2 = Q4.0 </pre>
Логічне АБО			<pre> O IO.0 O IO.1 ON IO.2 = Q4.0 </pre>
Виключне АБО			<pre> X IO.0 X IO.1 = Q4.0 </pre>

Функції пам'яті

Функція	Контактний план	Функціональний план	Послідовність команд
Функція RS тригера з пріоритетом встановлення в "1"			A IO.0 R M0.0 A IO.1 S M0.0 A M0.0 = Q4.0
Функція SR тригера з пріоритетом скидання у "0"			A IO.0 S M0.0 A IO.1 R M0.0 A M0.0 = Q4.0
Скорочені функції S та R			A IO.0 S Q4.0 A IO.1 R Q4.0

4.9 Функції часу і рахунку [6, с. 8/12 - 8/18]

Функції часу виконуються за допомогою програмних таймерів, які поділяються на функції формування імпульсу певної тривалості; функції формування імпульсу певної тривалості з запам'ятовуванням; функції затримки включання; функції затримки включання з запам'ятовуванням; функції затримки виключення.

Функції рахунку (лічильники) здійснюють підрахунок вхідних сигналів у прямому та зворотному напрямках.

Крім команд для функцій часу та рахунку є також системні функціональні блоки таймерів та лічильників IEC:

імпульс:	SFB 3 "TP"
затримка включення:	SFB 4 "TON"
затримка виключення:	SFB 5 "TOF"
рахунок вперед:	SFB 0 "CTU"
рахунок назад:	SFB 1 "CTD"
рахунок вперед та назад:	SFB 2 "CTUD".

4.10 Операції над числами [6, с. 8/19 - 8/21]

Над числами виконуються слідуєчі операції: порівняння, переміщення, перетворювання з однієї форми зображення в іншу, арифметичні: складання, віднімання, множення, ділення у таких форматах: цілі числа з фіксованою комою 16 бітів (I або INT), 32 біта (D або DINT), з плаваючою комою 32 біта (R або REAL), логічні: логічне І, логічне АБО, виключне АБО), зсув та інші.

Крім цього є такі математичні функції як синус, косінус, тангенс та інші. Ці функції використовують тільки формат даних REAL.

Нижче наведені приклади операцій над числами, які мають формат INT.



Наведені команди належать до базового складу команд, який використовується до прикладного програмування. Крім того є команди поширеного складу команд, які використовуються при складанні нових функцій та системного програмування.

Деякі складні функції, такі як позиціонування и автоматичне регулювання виконані у вигляді стандартних функцій та функціональних блоків, а їх вживання здійснюється за допомогою додаткового програмного забезпечення, що дозволяє виконувати налагодження цих блоків у діалоговому режимі..

Лекція 8 Стандартні функції.

4.11 Стандартне регулювання. PID-регулювання. FUZZY- регулювання [6, с. 32-34; 8, с.6 – 14]

Автоматичне PID-регулювання дозволяє здійснювати регулювання температури, тиски, потоку, самонастроювальні системи автоматичного регулювання температури і т.д.

Автоматичне регулювання має два варіанти виконань:

регулятор безупинної дії з аналоговими виходами для керування аналоговими виконавчими устроями;

кроковий або імпульсний регулятор із дискретними виходами для керування двигунами або виконавчими механізмами.

Широкий спектр датчиків;

Термопари;

Pt 100;

Датчики з уніфікованими вихідними сигналами напруги;

Датчики з уніфікованими вихідними сигналами сили току.

Різноманітні варіанти формування керуючих впливів;

Виходи для керування аналоговими приводами;

Виходи для керування приводами для електродвигунів або електромагнітними приводами.

Функції

Модуль включає у своєму складі декілька незалежних каналів регулювання і має такі характеристики:

Обумовлена структура регулятора: стабілізація заданих параметрів, каскадне регулювання, пропорційне регулювання, 3-компонентне регулювання;

Різноманітні режими роботи:

автоматичний, ручне керування, безпечне керування, що стежить за режимом і захищає режим роботи;

2 алгоритми керування:

самонастроювальні алгоритм регулювання температур, ПД алгоритм;

ПД алгоритм може бути оптимізована за допомогою екранних форм параметрування програмного забезпечення установки конфігурації.

Самонастроювальний терморегулятор найбільше зручний для побудови систем, у яких не спостерігається великих відхилень регульованого параметра від заданих значень. Він може бути використаний у системах автоматичного регулювання парових котлів, літєвих машин і т.д.

FuzzyControl є засобом, що дозволяє встановлювати конфігурацію системи нечіткої логіки.

Системи нечіткої логіки використовуються всякий раз, коли математичне опис процесу дуже трудний або неможливий, коли хід виконання операцій і плин процесу непередбачений, коли один або множина параметрів змінюються за законами нелінійних функцій, коли розробка системи виконується на основі особистого досвіду проектувальника.

- Пакет FuzzyControl++ використовується для:
- Оптимізації процесу на основі експериментальних даних
- Координації кроків і послідовностей керування процесом

- Автоматичного регулювання з одним або множиною нелінійних параметрів
- Розпізнавання образів і діагностики
- Реалізації логічних задач і алгоритмів.

Пакет FuzzyControl++ може бути використаний на всіх рівнях автоматизації: від одиночного контролера до системи керування підприємством.

FuzzyControl++ може працювати з ПД-регуляторами, що дозволяє здійснювати оптимальне регулювання на основі використання переваг обох систем.

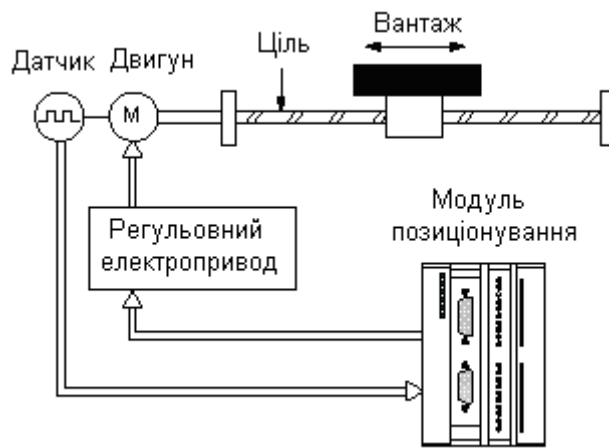
4.12 Функції позиціонування. Функціональні модулі позиціонування [6, с. 36 - 37]

Однією з галузей застосування промислових контролерів є керування різноманітними об'єктами, що переміщуються в просторі, наприклад, робочим органом промислового робота, роботом-штабелером, конвеєром і т.д. При цьому виникає задача позиціонування, що складається в переміщенні об'єкта в задану точку простору з заданою погрішністю. Складність задачі позиціонування залежить від засобу позиціонування (циклове, позиційне або контурне). При цикловому позиціонуванні об'єкт переміщається з одного крайнього положення в інше. При позиційному позиціонуванні задана послідовність позицій, куди переміщається об'єкт. При контурному позиціонуванні задаються траєкторія і швидкість переміщення об'єкта.

Промислові контролери широкого застосування мають, як правило, умонтовані функції позиційного керування, реалізовані за допомогою спеціальних модулів позиціонування.

Промислові контролери SIMATIC S7 включають дві сумісні підгрупи - SIMATIC S7-300 і SIMATIC S7-400. До складу обох підгруп входять модулі позиціонування, що мають різноманітні функціональні можливості, але використовують той самий підхід для рішення задач позиціонування. Як правило, є декілька видів модулів позиціонування, що відрізняються типом приводу, зокрема модулі позиціонування для двухшвидкісних приводів, для приводів перемінного току з частотним керуванням і для приводів крокових двигунів.

Спрощена схема системи позиціонування наведена нижче.



Спрощена схема системи позиціонування.

Система позиціонування включає модуль позиціонування в складі системи автоматизації, датчик положення, що видає при переміщенні послідовність імпульсів, число котрих пропорційно пройденому шляху, або код позиції, регульований електропривод, що управляє двигуном у процесі переміщення об'єкта позиціонування (вантаж) до цілі позиціонування. При досягненні вантажем заданої позиції вихідні сигнали модуля позиціонування переключають або відключають привід.

Модуль позиціонування FM 451

Інтелектуальний модуль FM 451 призначений для рішення широкого кола задач позиціонування з керуванням серводвигунами. Він може бути використаний для рішення простих задач позиціонування з переміщенням від точки до точки, а також комплексних задач позиціонування з регулюванням швидкості переміщення і прецизійним позиціонуванням.

Крім модуля FM 453 до складу системи позиціонування входять: силова секція; центральний процесор S7-400; програматор; панель оператора (при необхідності).

Окремі компоненти системи позиціонування виконують такі задачі:

- FM 451: позиціонування по одній осі з керуванням серводвигуном
- SIMODRIVE 611 A: силова секція для сервомотора

Центральний процесор S7-400: безупинне керування; запуск і припинення системи позиціонування

Програматор: програмування на STEP 7; налаштування модуля FM 451 за допомогою екранних форм STEP 7; тестування і налагодження програми

Панель оператора: людино-машинний інтерфейс; діагностика

Установка: Запуск позиціонування по сигналі від кнопки

Інкрементальний режим: Керування позиціонуванням за даними, заданим у табличній формі.

MDI (Manual Data Input) і MDI “на літу”:

Позиціонування в будь-який заданій точці.

Автоматичне виконання послідовності блоків або одного блока:

Виконання комплексних задач позиціонування.

Спеціальні функції:

- Вимір довжини
- Запуск і припинення позиціонування через швидкісний вхід модуля FM 351
- Установка граничних значень
- Установка поточних значень “на літу”.

Модуль позиціонування FM 453

- Безупинне замкнуте керування позиціонуванням по 4 осям
- Широкий спектр задач позиціонування з інтерполяцією складних траєкторій прямуювання по декількох осях
- Застосування приводів із кроковими і серводвигунами
- Інструментальні засоби параметризовання

Інтелектуальний модуль позиціонування FM 453 забезпечує безупинне керування позиціонуванням по 4 осям і може бути використаний для широкого кола задач: від незалежного індивідуального позиціонування по кожній осі до взаємозалежного позиціонування по декількох осях.

Модуль FM 453 спроможний управляти:

- Кроковими двигунами
- Серводвигунами

Крім модуля FM 453 система керування позиціонуванням включає у свій склад:

- Центральний процесор S7-400: Для безупинного керування, координації запуску і припинення позиціонування по всім осях, вибору точок позиціонування, вибору програм керування прямуюванням, передача параметрів
- Програмактор з інструментальними засобами установки параметрів: Для зручності вибору параметрів настроювання і запуску системи
- Панель оператора (при необхідності): для оперативного керування і моніторингу
- Сигнальні модулі: для створення швидкісних NC входів-виходів

До складу системи позиціонування можуть включатися:

- Аналогові електроприводи SIMODRIVE 611A із двигунами
- Перетворювачі FM STEPDRIVE із кроковими двигунами

Принцип дії:

Підготовчі кроки:

- Завантаження програм
- Установка параметрів настроювання за допомогою умонтованих у STEP 7 інструментальних засобів

Розробка програм керування прямуюванням:

- Розробка програми за допомогою ASCII редактора й інструментальних засобів установки параметрів по DIN 66025
- Координація функцій керування в програмі STEP 7; для спрощення цієї задачі можуть бути використані стандартні функціональні блоки

Керування позиціонуванням:

- FM 453 здійснює незалежне керування позиціонуванням по кожній осі. Запуск позиціонування провадиться з панелі оператора або контролером більш високого рівня.

Оперативне керування і моніторинг:

- Безпосередньо до модуля FM 453 можуть бути залучені панелі оператора SIMATIC OP. Обмін даними здійснюється без допомоги центрального процесора

Функції FM 453 із системними програмами

4 вимірювальних ланцюга для підключення ланцюгів керування позиціонуванням серво- або крокових двигунів або підключення ланцюгів головних зворотних зв'язків.

Відносні осі:

- лінеаризація, кругова інтерполяція, незалежна вісь
- Синхронізація осьового переміщення по прямуюванню або таблиці координат разом із зовнішнім головним устроєм
- Керування прямуюванням із що програмується прискоренням
- трансформувема система координат

Режими:

поштовх, покрокова подача, контрольна точка, MDI (manual data input - ручне запровадження даних), автоматичний, один автоматичний блок

- Сигнали кінцевих вимикачів (командоконтролер)
- Спеціальні програми аварійного останова зі швидкісним рестартом
- Програмно-кероване прямуювання під керуванням спеціальної програми, M команди
- Установка параметрів програми за допомогою змінних користувача

- Програмування відповідно до вимог DIN 66025 із використанням елементів мови високого рівня (цикли, умови)
- Зберігання в карті пам'яті (при необхідності)

Додатково:

- Сплайн-інтерполяція (А-, В-, С сплайн) для керування прямуюванням через точки інтерполяції
- Функції позиціонування з урахуванням компенсації
- Гнучкий набір синхронних дій (розширене опрацювання переривань)
- Безінерційна перевірка
- програмуєме урахування вібраційних впливів
- Керування швидкістю прямуювання у функції від протяжності шляху
- програмуєме прямуювання в зоні нерухомого упора

Модулі позиціонування забезпечують високу точність позиціонування і висока швидкодія, проте мають велику вартість, сумірну з вартістю модуля центрального процесора, що обмежує галузь їхній застосування. При порівняно невеличких швидкостях переміщення більш доцільним є програмне позиціонування.

Тема 5 Проектування систем керування на на основі програмованих логічних контролерів

Лекція 10 Складання проекту системи керування. Проектування апаратних компонент систем керування на основі логічних програмованих контролерів

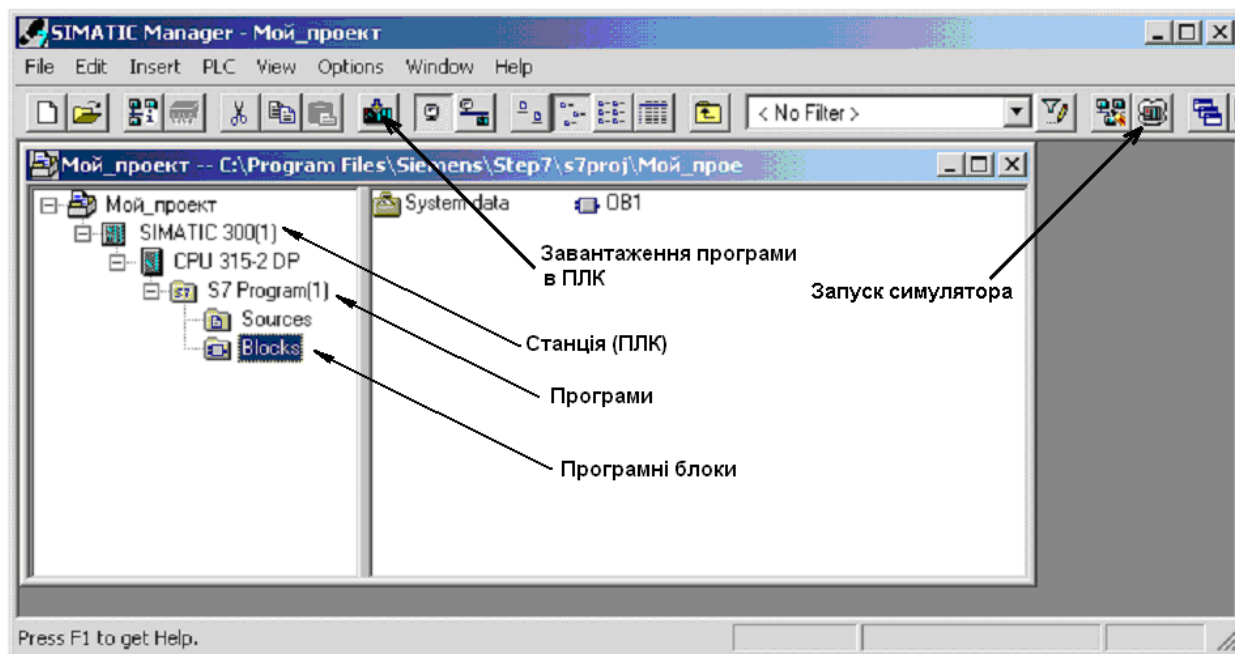
5.1 Складання проекту системи керування [7, с 3-6 – 3-8]

Мова програмування програмованих контролерів, наприклад, STEP7 фірми SIEMENS, включає засоби проектування апаратних компонент системи керування, програмування, та пошуку помилок під час роботи системи. Складання проекту системи керування робиться за допомогою засобів, які є складовою частиною мови програмування. Сучасні системи керування будуються за модульним принципом, тому під час проектування вони використовують каталоги з набором елементів системи, або з набором команд для відповідної мови програмування. Нижче наведена структура проекту.

Структура проекту складається з папки проекту (назва проекту визначається при її складанні). Проект складається з однієї або кількох станцій (якщо вони складають мережу). Для станції треба визначити її конфігурацію (склад), після чого створюється папка програм, де знаходяться програмні блоки та символна таблиця.

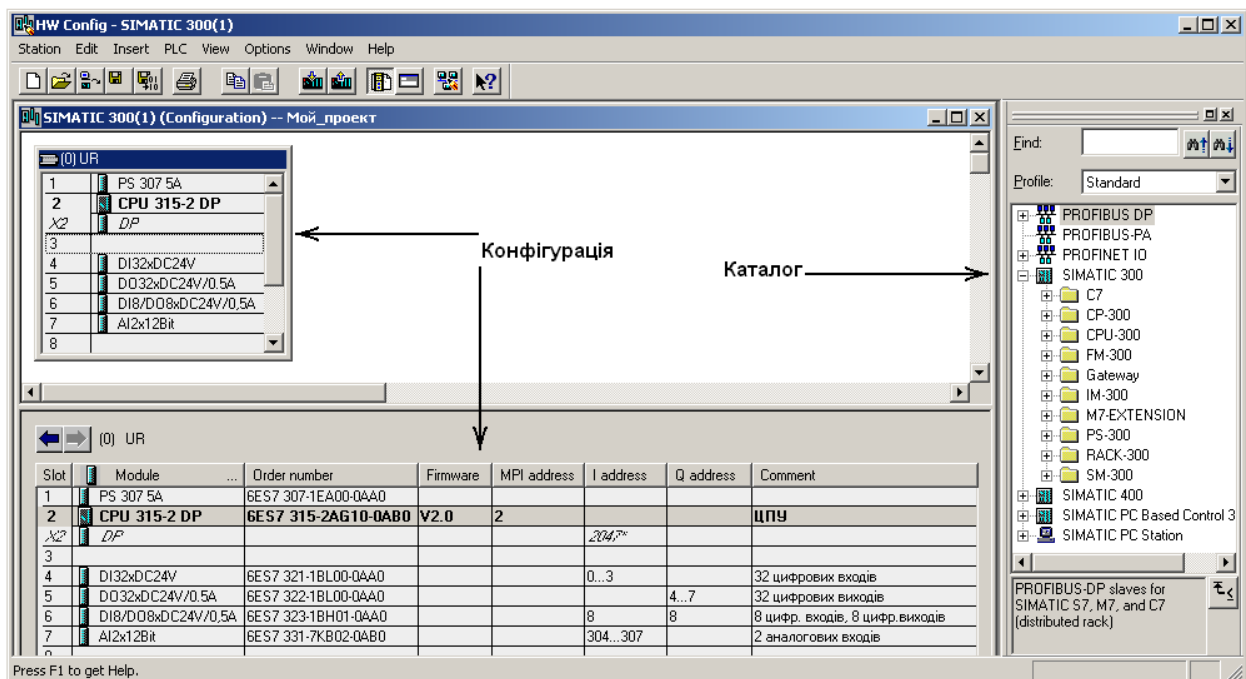
Для створення конфігурації, програм та інших складових частин проекту використовуються різні засоби, які викликаються з керуючої програми "SIMATIC-Manager".

Складання проекту здійснюється самостійно або за допомогою майстра проектів 'New Project' Wizard... з меню SIMATIC-Manager



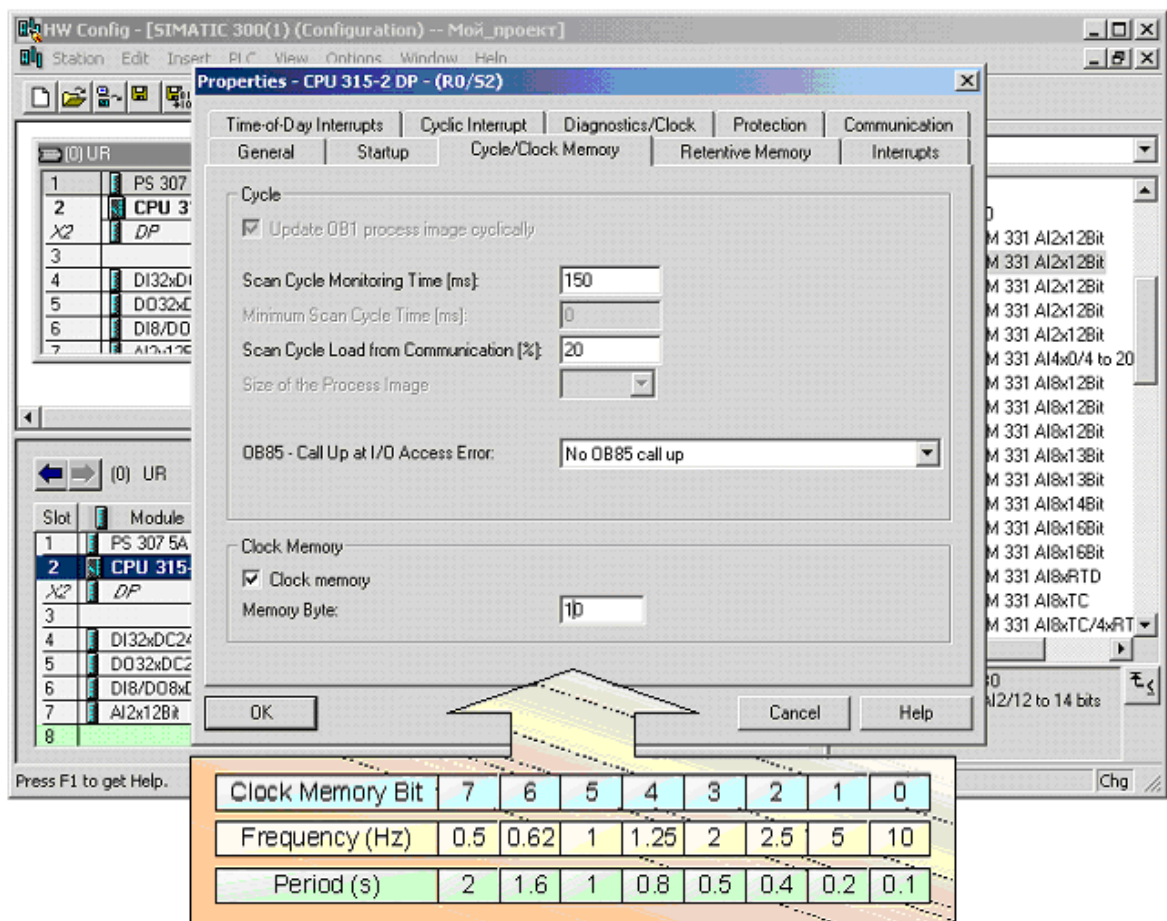
5.2 Визначення структури і складу системи керування [7, с. 4-4 – 4-10]

Визначення структури і складу системи керування робиться за допомогою конфігуратора **HW Config**, який є складовою частиною язика програмування. Він включає каталог з набором елементів системи та засоби визначення параметрів цих елементів. За їх допомогою здійснюються вибір конфігурації і завдання параметрів для налаштування апаратури і мереж. Таким чином усі параметри модулів, таких як центральний процесор, модулі введення та виводу як дискретні, так і аналогові та інші, визначаються програмним шляхом. Нижче наведено приклад конфігурації системи керування.



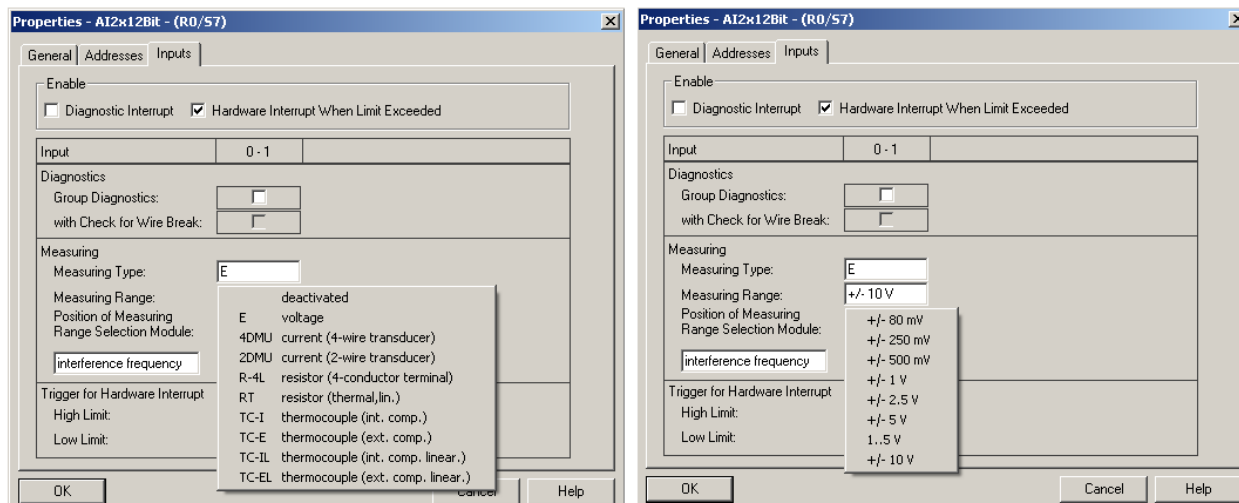
5.3 Настроювання системи керування [7, с. 4-11 – 4-14]

Настроювання системи керування здійснюється за допомогою конфігуратора HW Config.



Для цього треба відкрити вікно настроювання подвійним клацанням на модулі. В цьому вікні встановлюються потрібні параметри, наприклад, нижче показано включення тактового байта меркерів, який виконує функції тактових генераторів з різними частотами (від 10 до 0,5 Гц)

На цьому малюнку наведена встановка параметрів для модуля аналогових входів (вибір сигналу та діапазона вимірювання).



Лекція 11. Проектування програмних компонент систем керування на основі логічних програмованих контролерів.

5.4 Програмування системи керування. Визначення структури програми і форми уявлення окремих її фрагментів [7, с. 1-25 -1-36, 16-3 – 16-7]

Промислове програмне забезпечення - це система тісно пов'язаних інструментальних засобів для програмування систем автоматизації. Воно підтримує усі фази виконання проекту автоматизації:

- Планування, вибір конфігурації і завдання параметрів настроювання апаратури і мереж
- Створення програми користувача
- Документування
- Тестування, запуск і обслуговування
- Керування процесом

Програмне забезпечення підрозділяється на:

Стандартні інструментальні засоби:

Стандартні інструментальні засоби складають основу для програмування систем автоматизації.

Інструментальні засоби проектування:

До інструментальних засобів проектування ставляться:

- Мови програмування високого рівня
- Графічні мови для технологічного програмування
- Допоміжне програмне забезпечення для діагностики, імітації, дистанційного керування, розробки документації і т.д.

Програми підрозділяються на системні і прикладні.

Системні програми являють собою сукупність усіх команд і умов для реалізації внутрішніх робочих функцій пристрою керування.

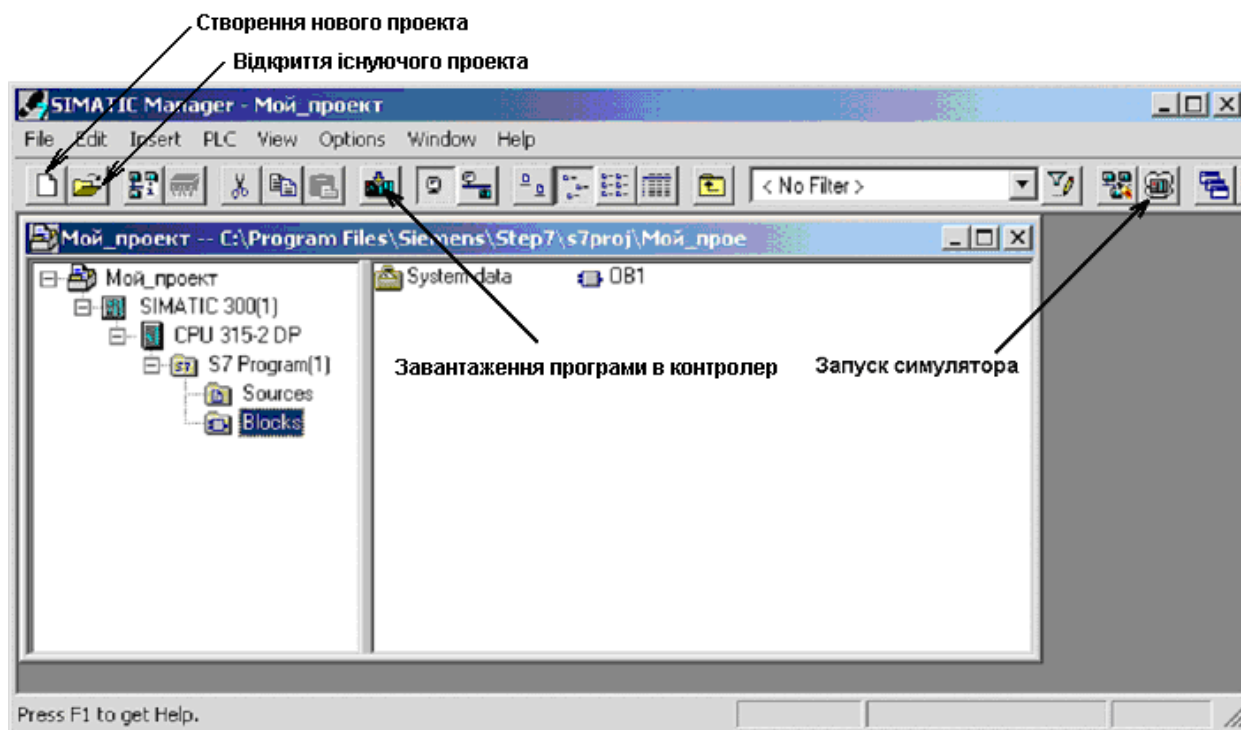
Прикладні програми являють собою сукупність команд і умов для опрацювання сигналів і надання впливу на керований процес відповідно до задачі керування.

Процесор контролера виконує команди послідовно друг за другом згідно за структурою програми, наведеної у розділі. 4.6. Структура програми. Після виконання останньої команди процесор починає виконувати першу команду. Виконання команд періодично повторюється, тому процесор реалізує циклічне виконання програми. Час, необхідний для однократного виконання всіх команд, називається часом циклу. Процесор контролює час циклу і, якщо воно перевищує деякий задану величину, переводить контролер у стан **STOP**. Прикладні програми доступні користувачу і підрозділяються на блоки, що являють собою частину програми, обмежену функцією, структурою або цільовим призначенням. У мові програмування розрізняють блоки, що містять команди для обробки сигналів (організаційні, програмні і функціональні блоки), а також блоки, у яких зберігаються дані (блоки даних).

При упорядкуванні програми може використовуватися лінійне або структурне програмування. При лінійному програмуванні програма користувача складається тільки з одного блока, що містить усі команди. Процесор контролера виконує окремі команди цього блока послідовно.

При структурному програмуванні програма ділиться на декілька блоків, що послідовно викликаються з організаційного блока (для циклічної обробки - з **OB1**).

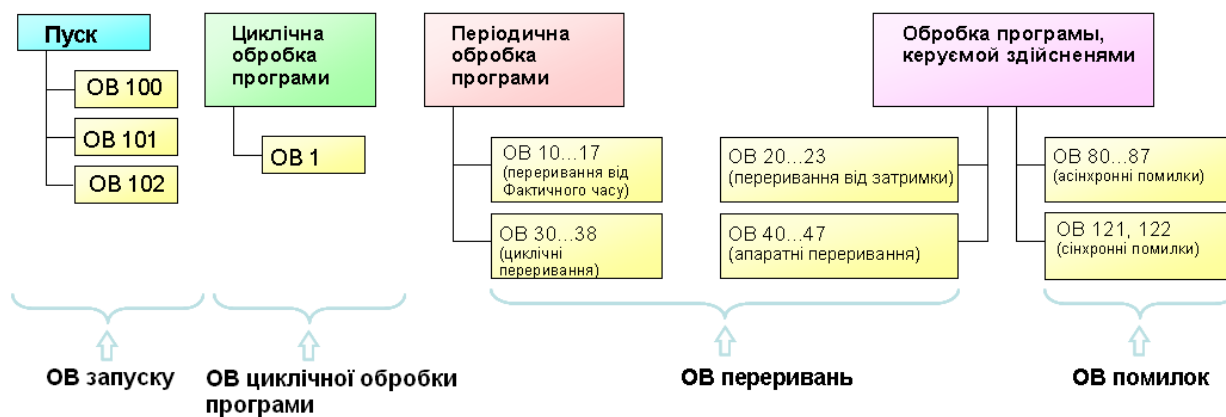
Для забезпечення взаємодії усіх інструментальних програмних засобів використовується керуюча програма (для мови STEP7 це SIMATIC Manager), за допомогою якої можна створити новий проект, викликати існуючий, завантажити створені програми у контролер, запустити стимулятор, за допомогою якого можна перевірити, як працює створена програма.



На початку створення програми треба визначити її структуру програми та форми уявлення окремих її фрагментів.

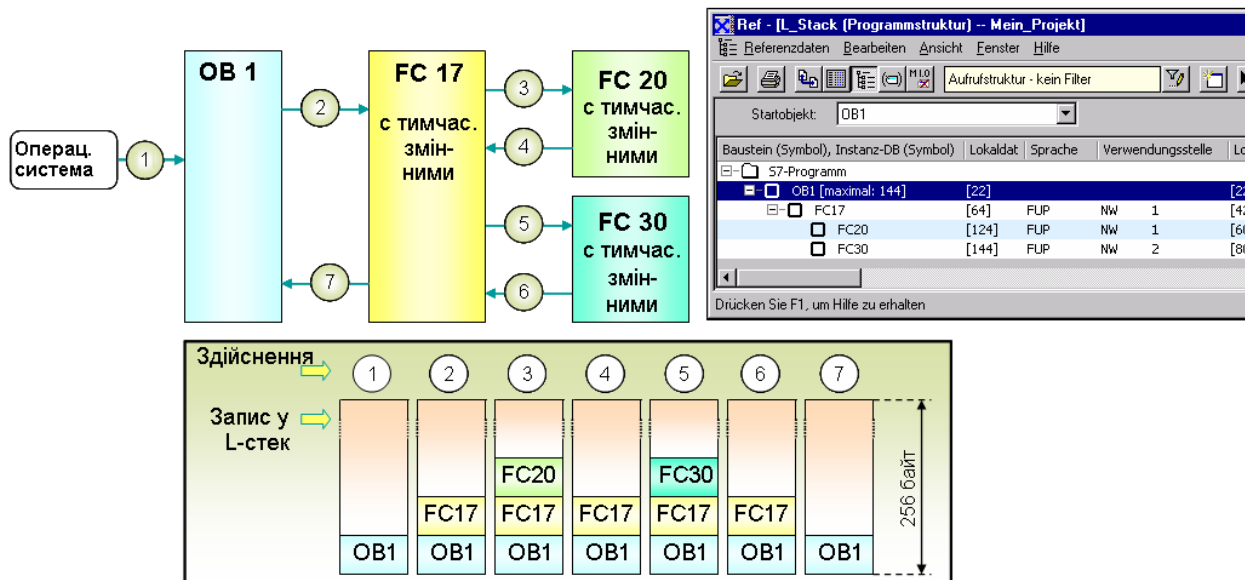
5.5 Використання організаційних блоків [7, с. 13-3 -13-12]

Організаційні блоки створюють інтерфейс між операційною системою та програмою. На рисунку наведена структура організаційних блоків.



5.6 Особливості використання функцій [7, с. 12-4 -12-12]

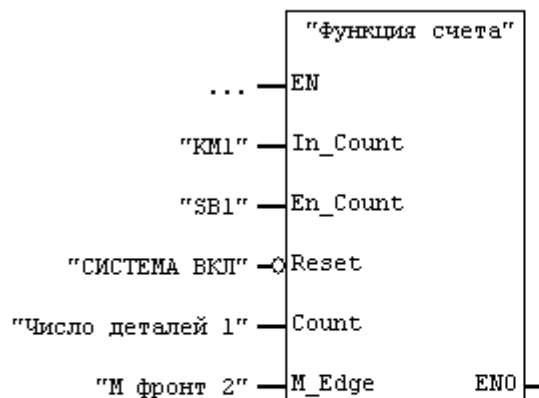
Робота з локальними даними у функціях.



Виклик функції з параметрами

FC30 : Подсчет числа деталей, отправленных с мест 1 и 2

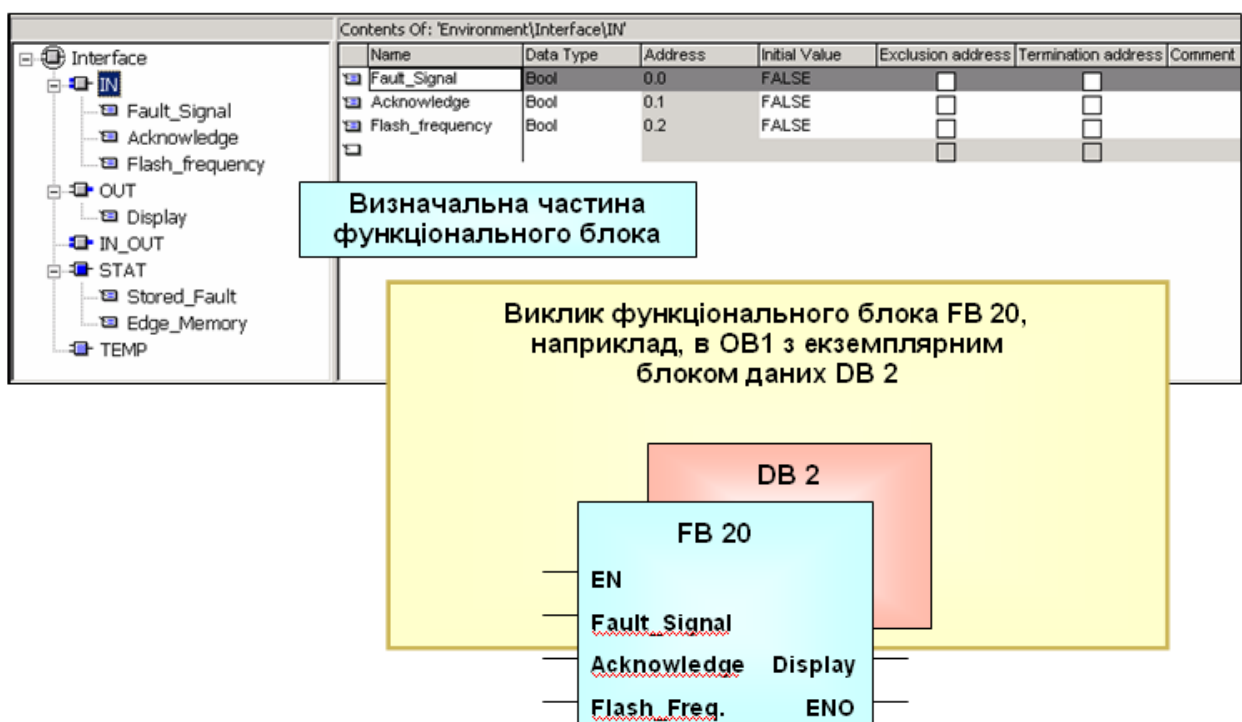
Network 1: Подсчет числа деталей, отправленных с места 1

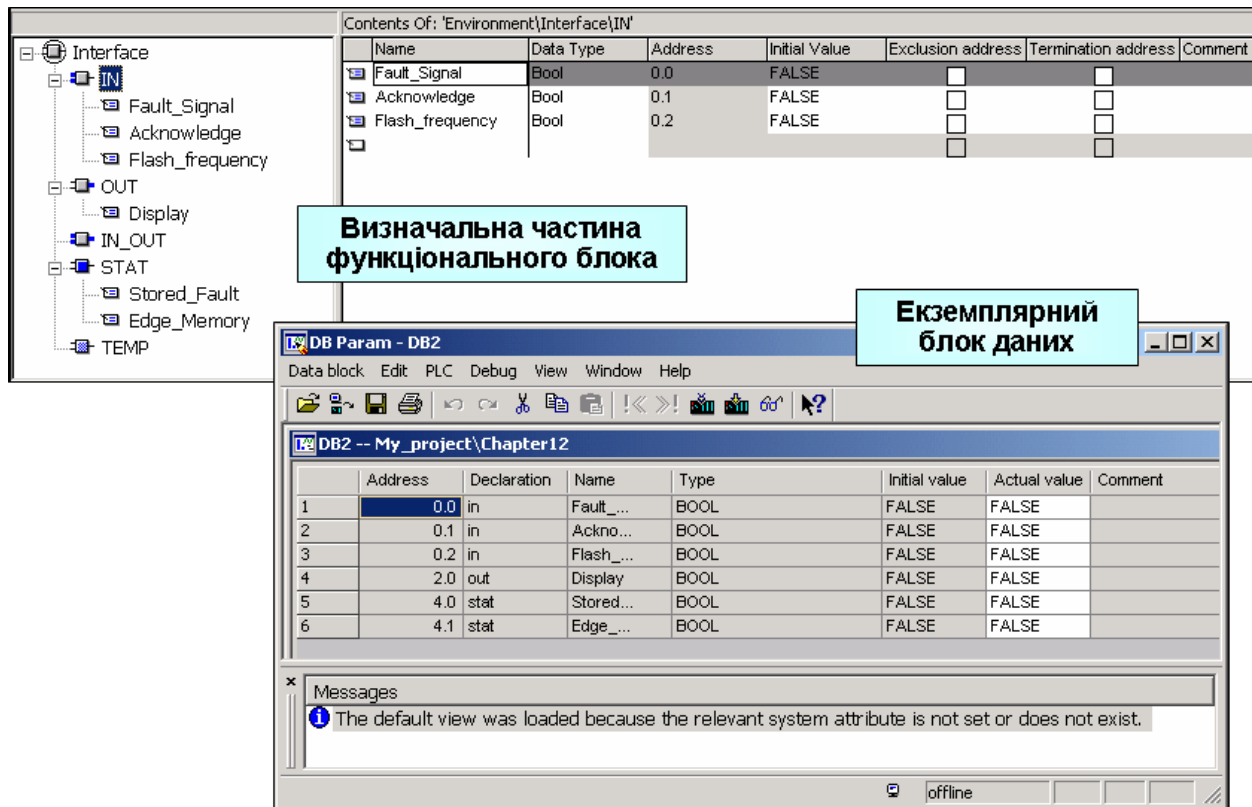


Symbol information:

функция счета	FC20	-- Счетчик с функцией сброса
KM1	Q8.5	-- Направление движения ВПРАВО
SB1	I8.1	-- Кнопка квитирования места 1
СИСТЕМА ВКЛ	Q4.1	-- Индикатор включения системы
Число деталей 1	MW100	-- Число деталей с места 1
M_фронт_2	M16.2	-- Меркер для выделения фронта в счетчике 1

5.7 Особливості використання функціональних блоків [7, с. 12-13 -12-21]

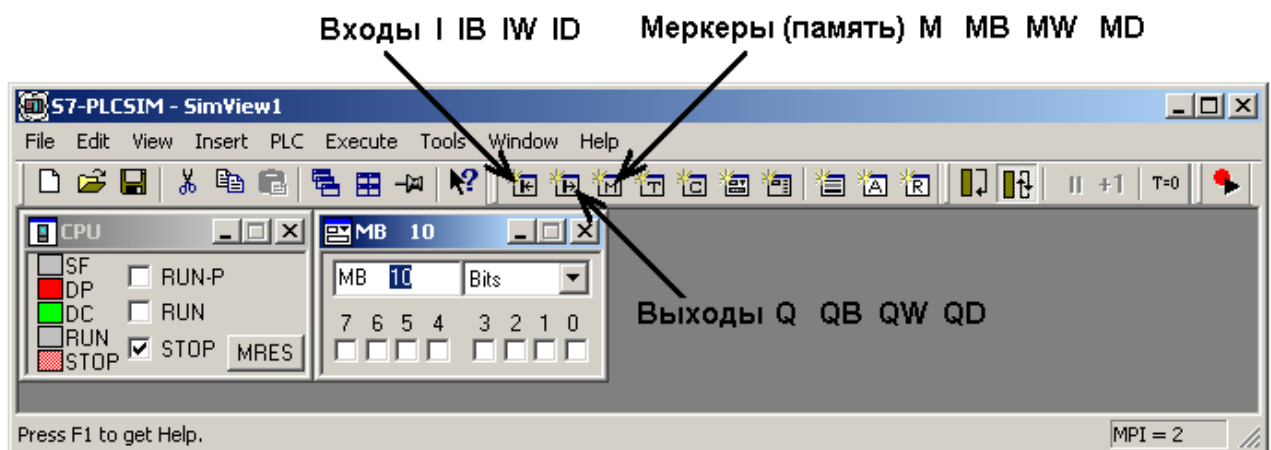




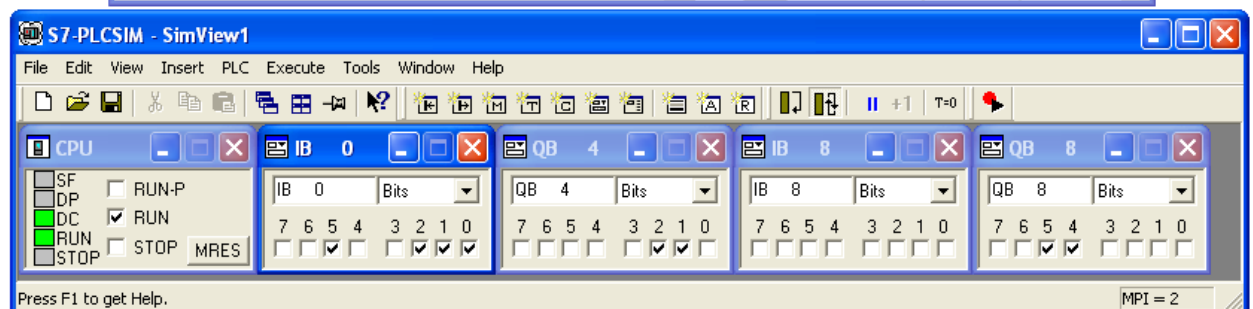
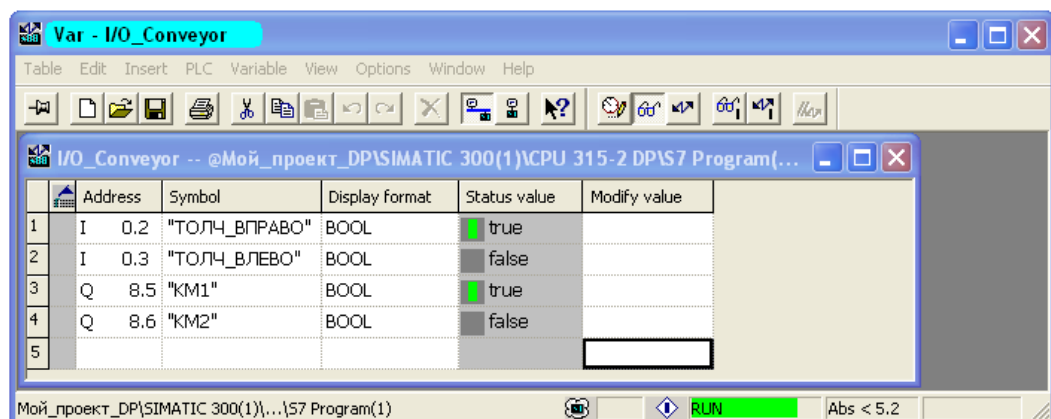
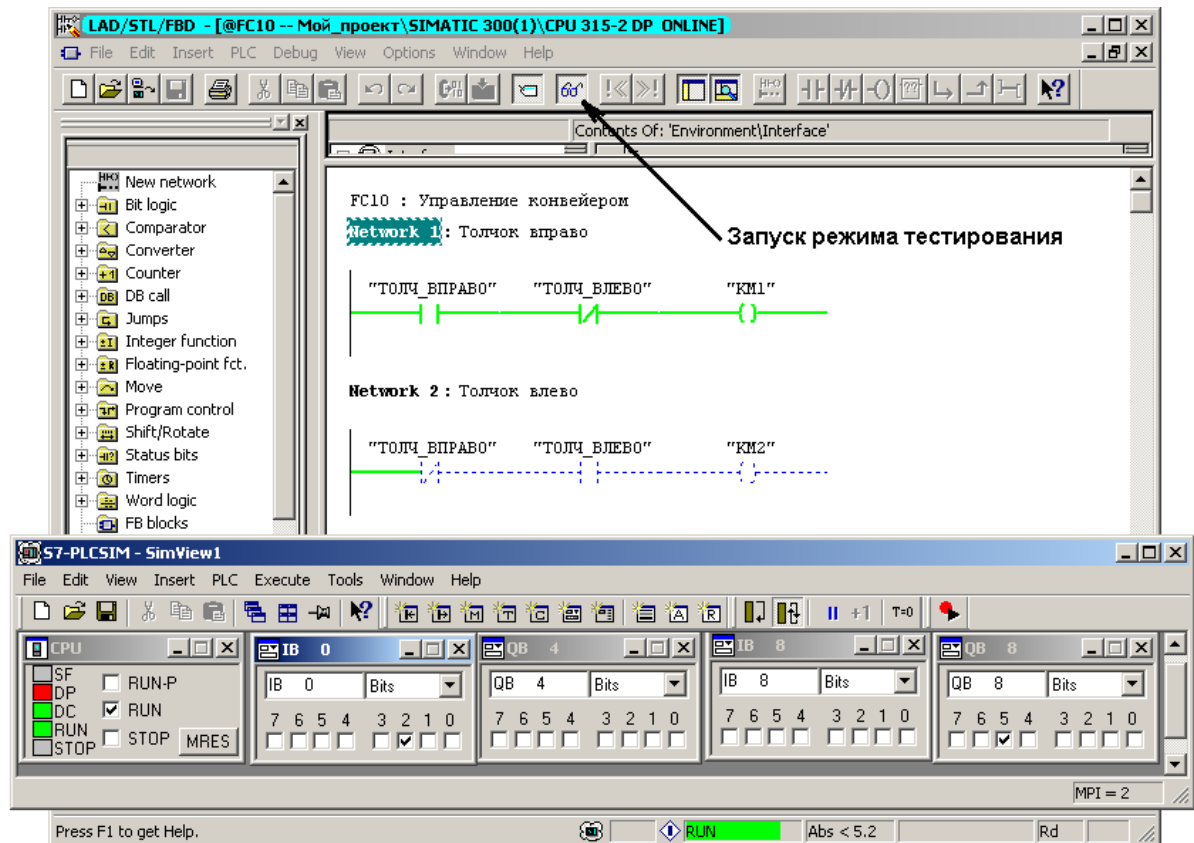
Лекція 12 Зособи налагодження програми та пошуку помилок

5.8 Зособи налагодження програми [7, с. 14-4 -14-6]

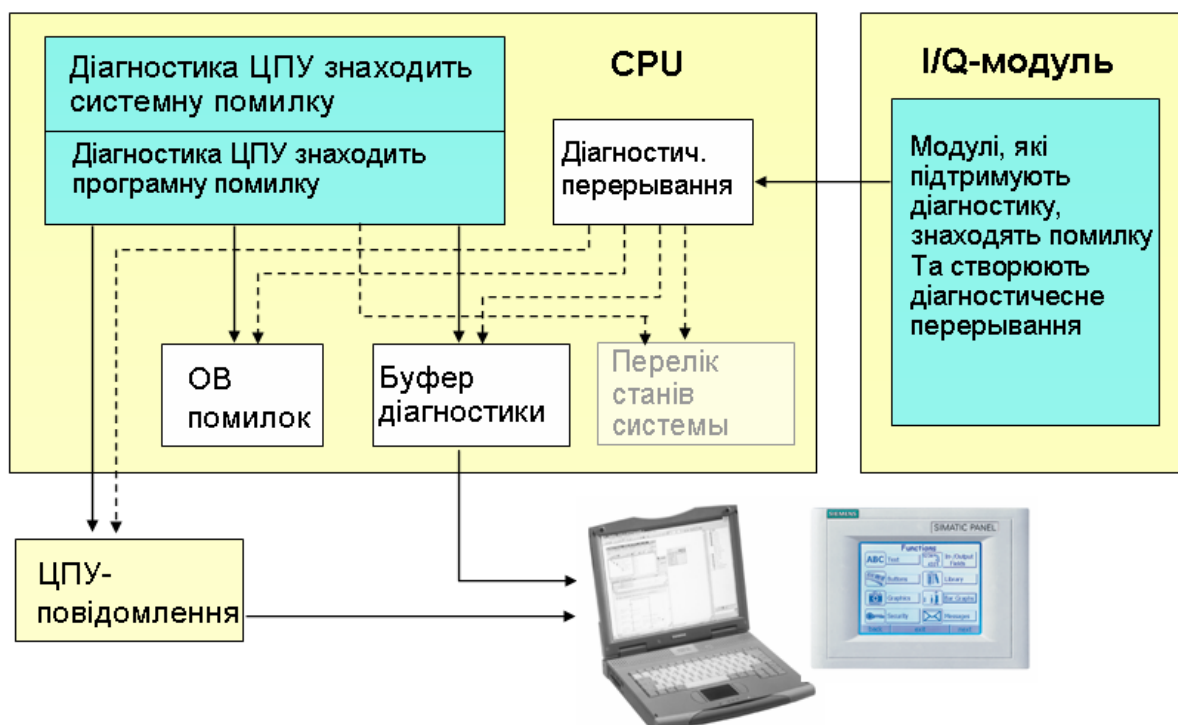
Налаштування системи керування здійснюється за допомогою засобів тестування, які є складовою частиною мови програмування. Ці засоби дають можливість перевірити стан усіх зовнішніх та внутрішніх сигналів у робочому стані системи керування.



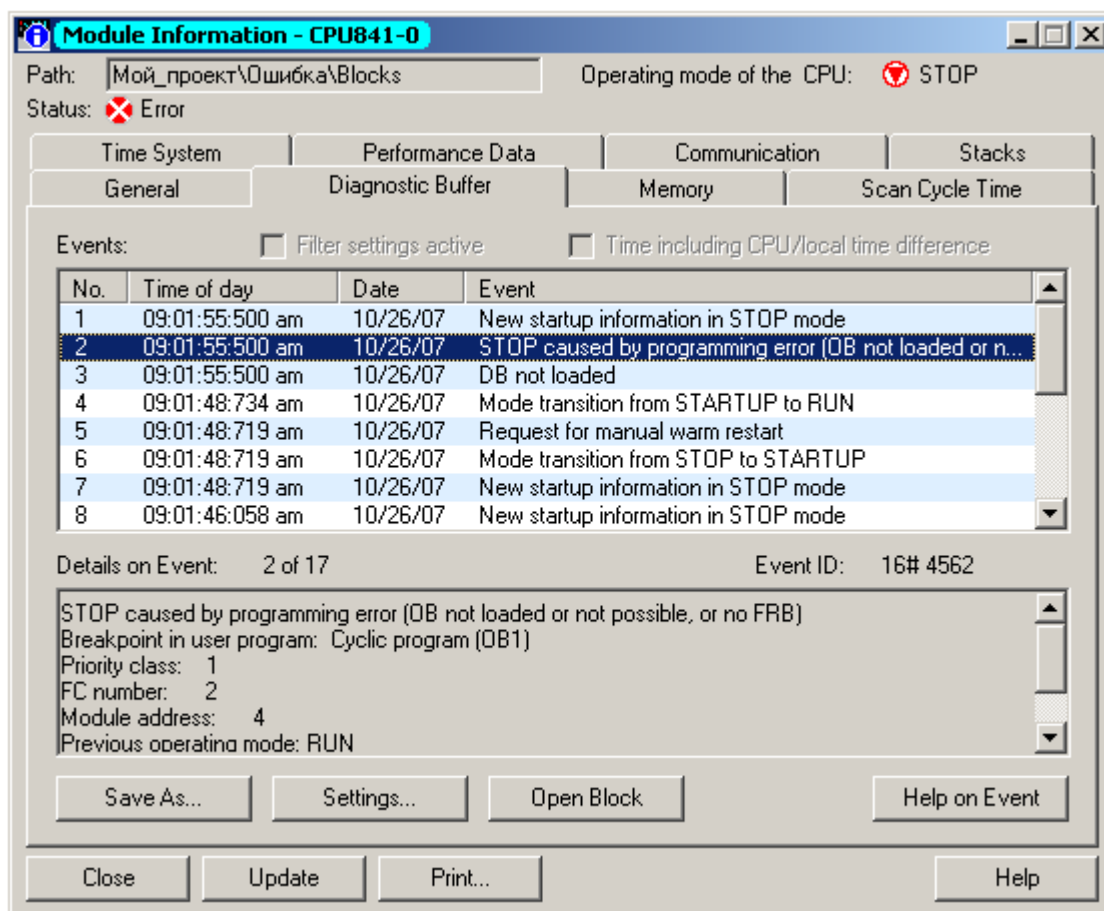
Тестування системи виконується в самій програмі, або у вигляді таблиці стану потрібних елементів системи.



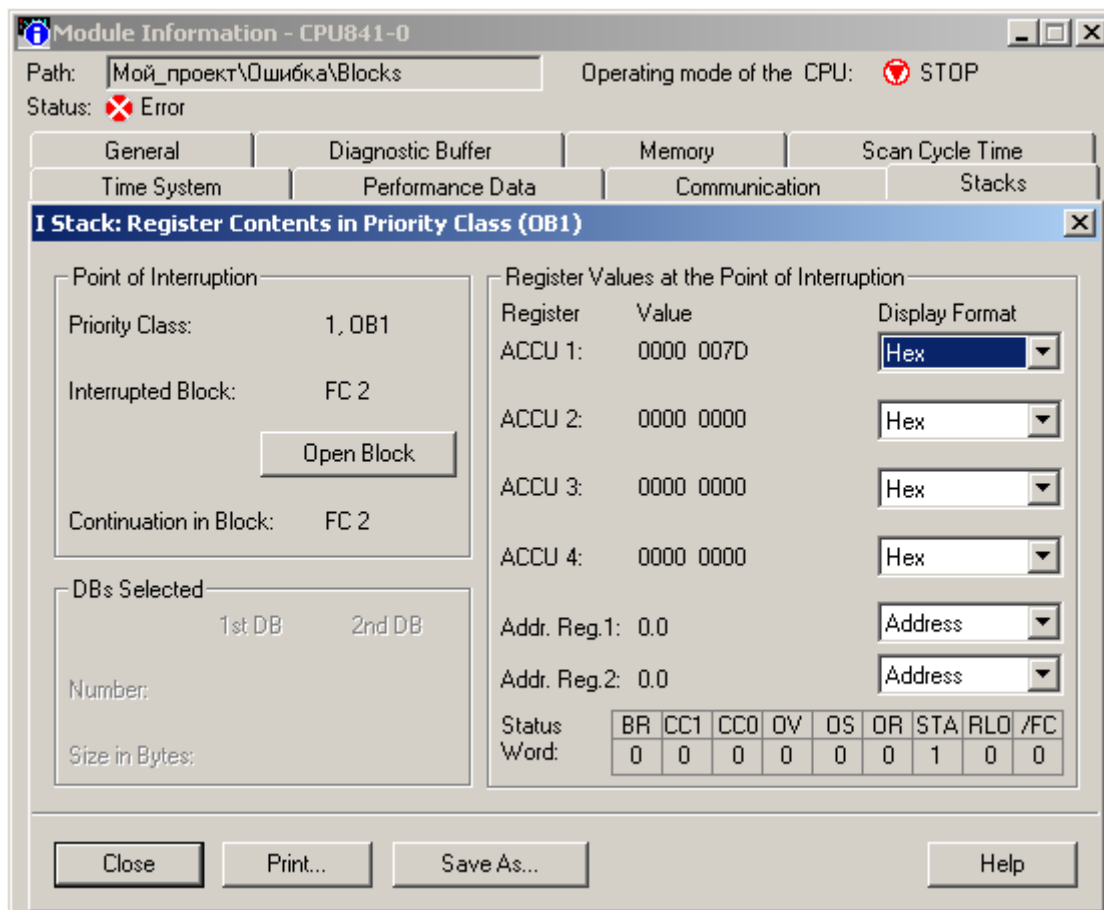
5.9 Зособи пошуку помилок [7, с. 14-8 -14-16]



Причину зупинки ЦПУ можна знайти у цьому вікні (буфер діагностики)



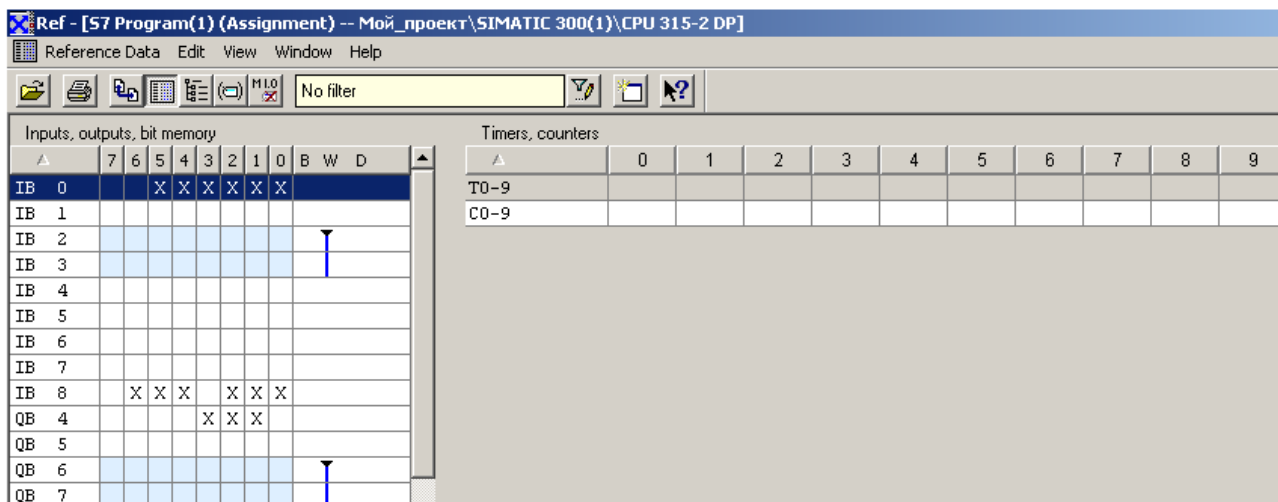
У цьому вікні показані регістри ЦПУ.



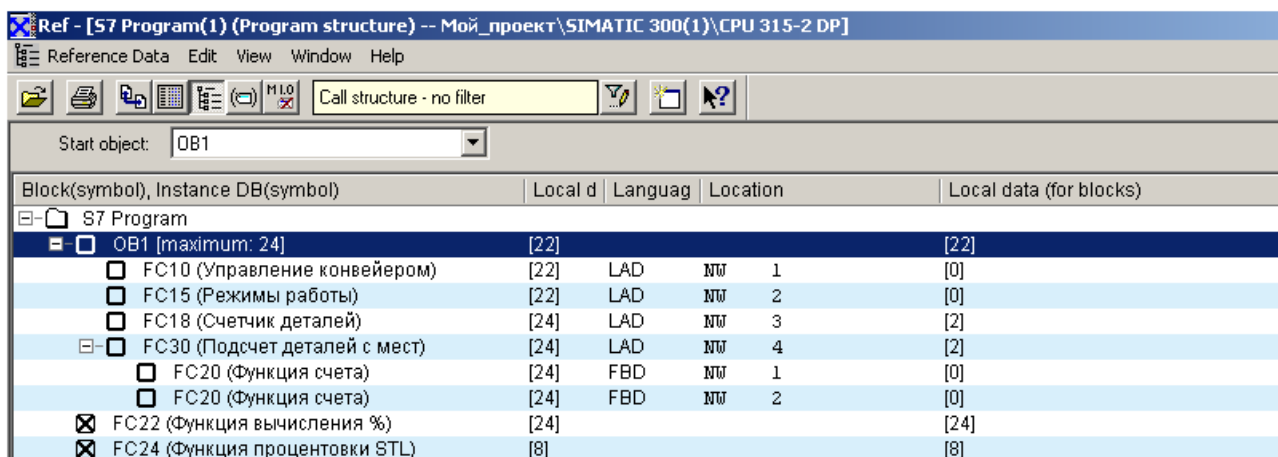
Таблиця перехрестних вказівок

Ref - [S7 Program(1) (Cross-references) -- Мой_проект\SIMATIC 300(1)\CPU 315-2 DP]							
Reference Data Edit View Window Help							
Filtered							
Address (symbol)	Block (symbol)	Type	Language	Location		Location	
I 0.0 (ВКЛ)	FC15 (Режимы работы)	R	LAD	NW	1	/A	
I 0.1 (ВЫКЛ)	FC15 (Режимы работы)	R	LAD	NW	1	/AN	
I 0.2 (ТОЛЧ_ВПРАВО)	FC10 (Управление конве...	R	FBD	NW	1	/A	NW 2 /AN
I 0.3 (ТОЛЧ_ВЛЕВО)	FC10 (Управление конве...	R	FBD	NW	1	/AN	NW 2 /A
I 0.4 (РУЧНОЙ_АВТОМ...	FC15 (Режимы работы)	R	LAD	NW	2	/AN	NW 2 /O
I 0.5 (ПОДТВ_РЕЖИМА)	FC15 (Режимы работы)	R	LAD	NW	2	/A	NW 3 /A
I 8.0 (BL1)	FC10 (Управление конве...	R	FBD	NW	3	/ON	
I 8.1 (SB1)	FC10 (Управление конве...	R	FBD	NW	3	/A	
I 8.2 (SB2)	FC10 (Управление конве...	R	FBD	NW	3	/A	
I 8.4 (SB4)	FC18 (Счетчик деталей)	R	FBD	NW	1	/A	
I 8.5 (SQ1)	FC10 (Управление конве...	R	FBD	NW	3	/A	NW 3 /AN
I 8.6 (SQ2)	FC10 (Управление конве...	R	FBD	NW	3	/A	NW 3 /AN
IW 2 (Задатчик)	FC18 (Счетчик деталей)	R	FBD	NW	3	/L	
M 16.0 (M_вправо_руч...	FC10 (Управление конве...	R	FBD	NW	4	/O	
M 16.1 (M_вправо_авт...	FC10 (Управление конве...	R	FBD	NW	4	/O	
M 16.2 (M_фронт_2)	FC30 (Подсчет деталей с...	RW	FBD	NW	1	/CALL	

Задійстовані елементи програми (входи, вихіди, пам'ять, таймери, лічильники)



Структура програми.



Лекція 13 Обчислювальні мережі у системах керування. Локальні та глобальні обчислювальні мережі

5.10 Види мереж. Поняття інтерфейсу. Еталонна модель відкритих систем [9, с. 51 – 56]

Промислові мережі - інтегровані, відкриті промислові комунікації .

Промисловий Ethernet (IEEE 802. 3) міжнародний стандарт для мереж що мають як розподілену топологію, так і топологію типу осередок.

PROFIBUS (EN 50170) міжнародний стандарт як для мереж типу польова шина, так і топології типу осередок

AS-Інтерфейс для комунікації з датчиками і виконавчими пристроями (актуаторами)

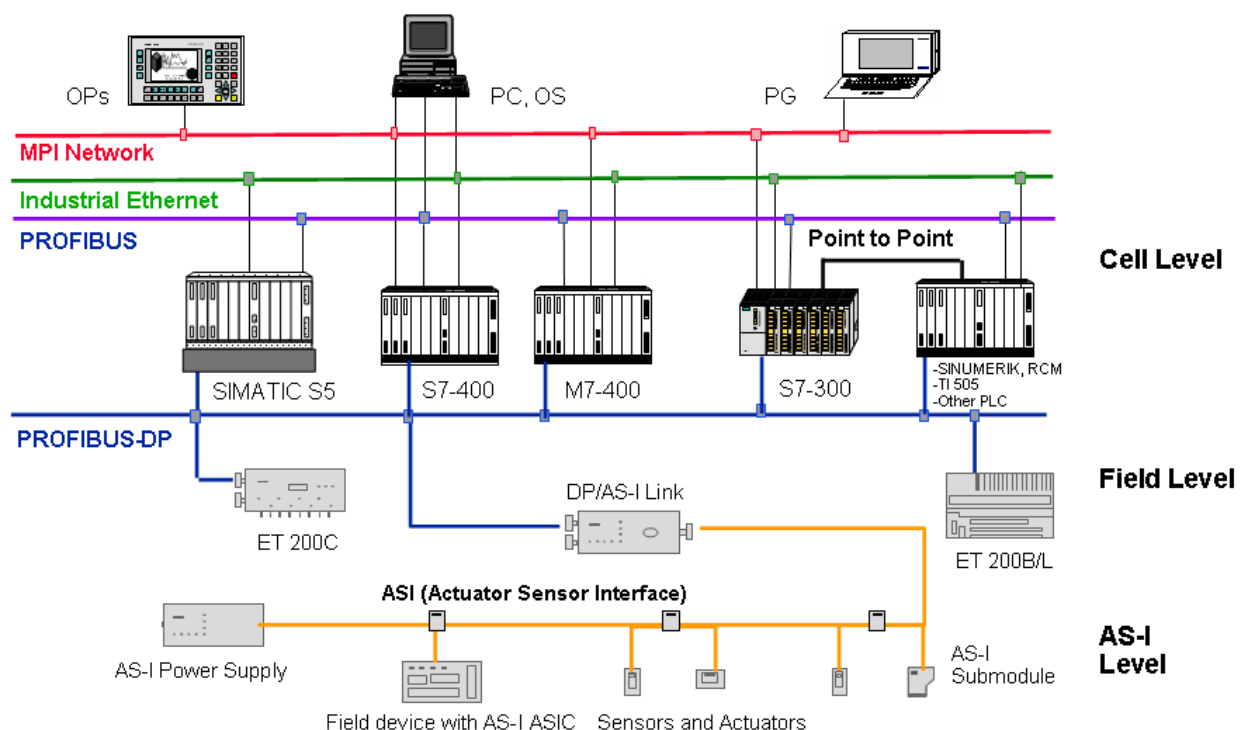
SIMATIC NET це найбільше важливий блок при побудові систем автоматизації, що поставляє компоненти і мережі для всеосяжних промислових комунікацій.

Вони мають стандартні системні інтерфейси, що також відмінно сполучається один з одним. Це значно зменшує накладні витрати на програмування, введення в дію й утримання цих систем. А також планування і реалізацію Ваших проектів і як слідство значне зменшення їхньої вартості.

Реалізовані мережні рішення у усіх важливих областях промислової автоматизації з тисячами мережних вузлів підтверджують успіх SIMATIC NET.

5.11. Локальні мережі для систем керування. [9, с. 27 – 35]

Локальні мережі систем керування SIMATIC.



PROFIBUS

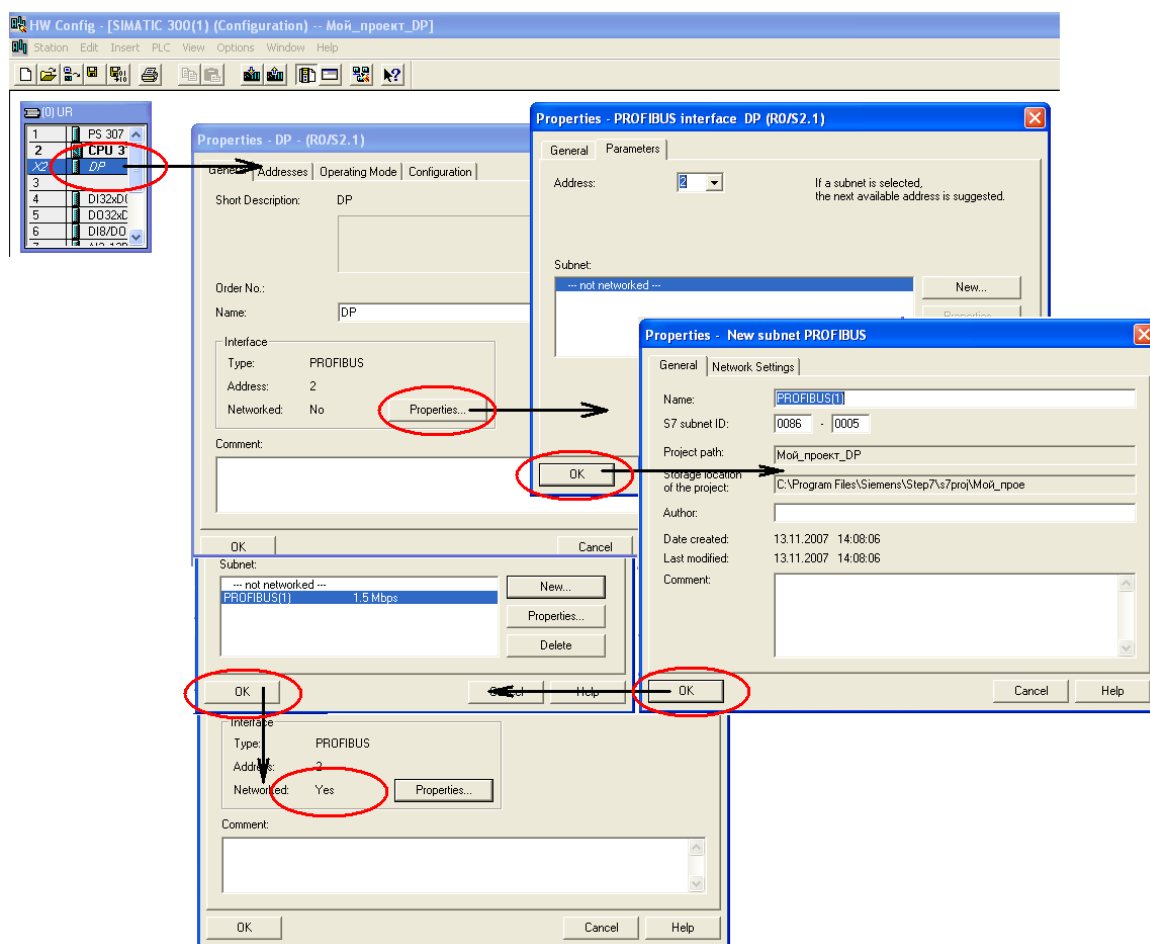
PROFIBUS це шинна система для організації невеличкої мережі між декількома станціями (звичайно не більше десятих) (європейський стандарт EN 50 170). Для задоволення вимог стандарту EN 50 170, PROFIBUS забезпечує відкритість для підключення компонентів розроблених іншими виробниками. PROFIBUS використовує метод доступу до мережі відомий як "Передача маркера керування з підпорядкуванням

мастер-слэйв“ Цей метод дозволяє розмежувати між собою активні і пасивні вузли мережі.

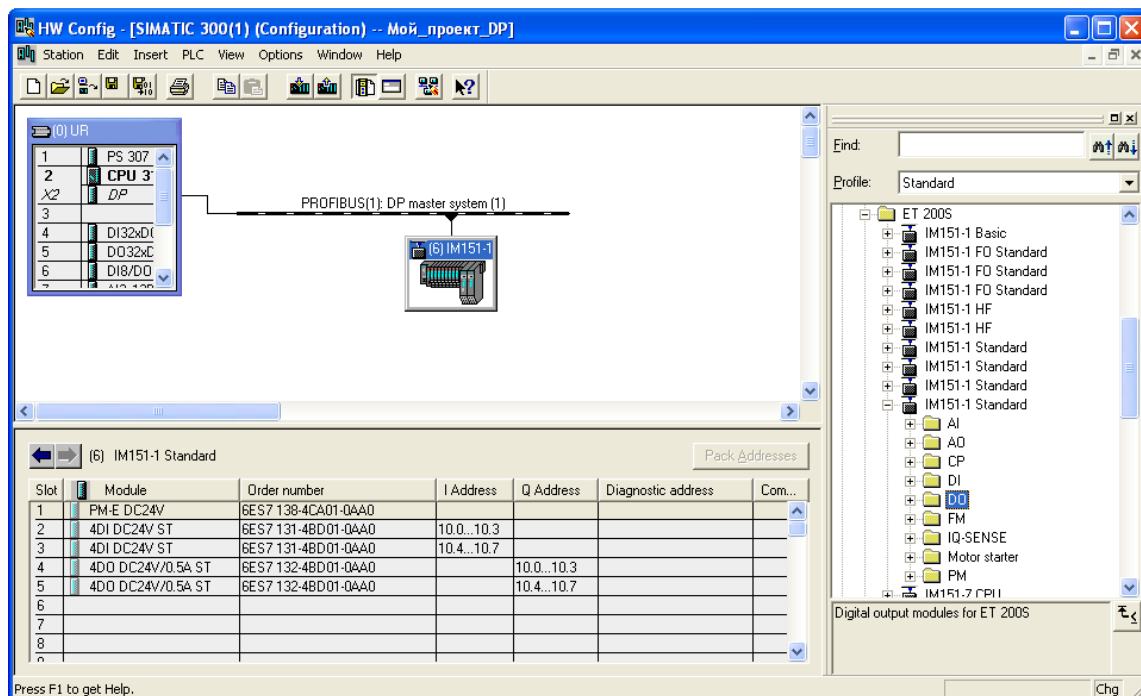
Всі протоколи PROFIBUS можуть спільно функціонувати на одному кабелі (RS 485 або оптичному).

5.12. Децентралізована периферія. [6, с. 40 - 57]

Для підключення локальної мережі PROFIBUS треба використовувати процесори, які мають в позначенні -2DP (наприклад, CPU315-2DP). У таблиці конфігуратора **HW Config** відкрити вікно налагодження для позиції X2 (DP), і зробити таку послідовність дій (див. рисунок).

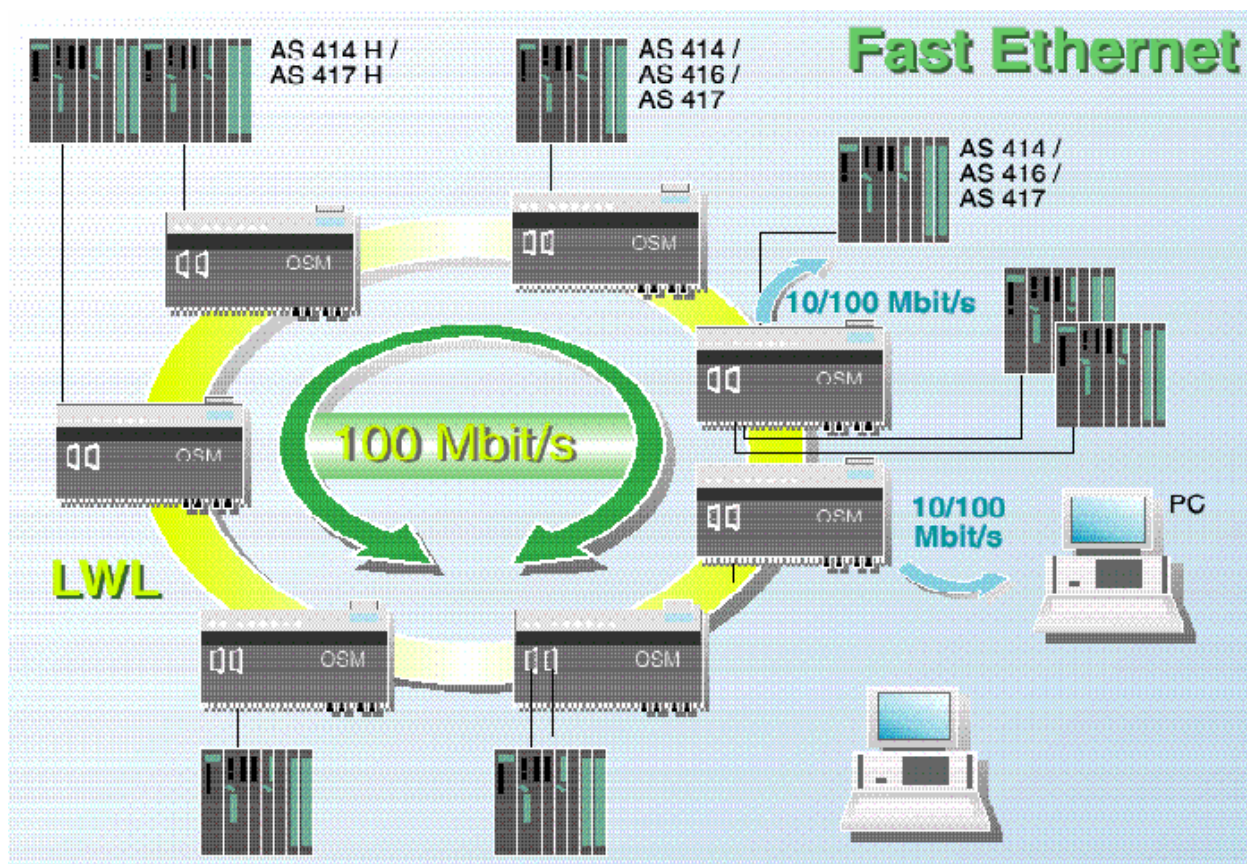


Після цього будемо мати мережу для підключення додаткових пристроїв, наприклад, децентралізованої периферії ET200S.



5.13. Регіональні і глобальні мережі. [9, с. 41 – 43]

Ethernet



Мережі Ethernet розроблені відповідно до міжнародного стандарту IEEE 802. 3 (Ethernet) для застосування в промислових додатках. Розширені відкриті мережні рішення також можуть бути реалізовані. Високі можливості комунікацій. Різноманітні види (типи, медіа) серед передачі даних (коаксіальний кабель, індустриальна вита пара, оптичний кабель). Промисловий Ethernet це промисловий стандарт перевірений і прийнятий у усьому світі. Промисловий Ethernet працює використовуючи метод доступу до середі CSMA/CD (виявлення несучої з множинним доступом із виявленням колізій) відповідно до стандарту IEEE 802. 3.

Лекція 14. Проектування системи керування рухом на основі контролера SIMATIC S7-300, частотних перетворювачів SINAMICS G120 та абсолютних датчиків положення

5.14. Проектування системи керування рухом на основі контролера SIMATIC S7-300, частотних перетворювачів SINAMICS G120 та абсолютних датчиків положення. [12, с. 3 – 5]

Важливою перевагою сучасних частотних перетворювачів є можливість керування за допомогою локальної мережі. Так керування частотними перетворювачами SINAMICS G120 можна здійснити, використовуючи локальну мережу PROFIBUS. Для визначення положення є можливість використовувати абсолютні датчики положення, які видають код кута обертання і не потребують визначення початкового значення. Вони також спроможні підключатися за допомогою локальної мережі PROFIBUS. Система керування переміщенням має у цьому випадку вигляд, наведений на рисунку.



Система керування переміщенням

Загальна конфігурація пристрою керування на основі контролера SIMATIC S7-300, CPU 314C-DP (конфігуратор мови STEP 7), який може керувати пристроями через локальну мережу PROFIBUS, має такий вигляд. Система керування (у даному випадку для керування переміщення по двом осям) включає контролер з модулем керування захватом, датчики верикального та горизонтального переміщення, частотні перетворювачи та двигуни верикального та горизонтального переміщення, які підключені до контролера за допомогою локальної мережі PROFIBUS. Також показана конфігурація контролера.

Slot	Module	Order number	Firmware	MPI address	I address	Q address	Comment
1							
2	CPU314C-2DP(1)	6ES7 314-6CF00-0AB0	V1.0	2			
X2	DP				1023"		
2.2	DI24/DO16				124...136	124...136	
2.3	AI5/AO2				752...761	752...755	
2.4	Count				768...783	768...783	
2.5	Position				784...799	784...799	

Загальна конфігурація пристрою керування.

Для визначення положення використовуються абсолютні датчики положення, які видають код кута обертання і не потребують визначення початкового значення (абсолютний датчик з PROFIBUS DP 6FX2001-5FP12). Контролер розглядає ці датчики як входи з визначеною адресою (у нашому випадку PIW 256 та PIW 258), які мають значення від 0 до 8192 (13 бітів) для кута від 0 до 360 градусів.

[10] SIMODRIVE sensor					
Slot	DP ID	Order Number / Designation	I Address	Q Address	Comment
1	208	Class 1 Singleturn	256...257		
2					

[11] SIMODRIVE sensor					
Slot	DP ID	Order Number / Designation	I Address	Q Address	Comment
1	208	Class 1 Singleturn	258...259		
2					

Конфігурація датчиків положення.

При використанні стандартної телеграми 1 PZD 2/2 контролер розглядає частотні перетворювачі як аналогові виходи. Керуюче слово за першою адресою (у нашому випадку PQW 256, PQW 260), завдання для вихідної частоти частотного перетворювача за другою адресою (у нашому випадку PQW 258, PQW 262).

[12] SINAMICS G120					
Slot	DP ID	Order Number / Designation	I Address	Q Address	Comment
1	225	Standard telegram 1, PZD-2/2		256...259	
2	208	--> Standard telegram 1, PZD-2	262...265		
3					
4					

[14] SINAMICS G120					
Slot	DP ID	Order Number / Designation	I Address	Q Address	Comment
1	225	Standard telegram 1, PZD-2/2		260...263	
2	208	--> Standard telegram 1, PZD-2	266...269		
3					
4					

Конфігурація частотних перетворювачів

Керуюче слово дозволяє включати та виключати перетворювач (біт 0 = 1 ON / = 0 OFF1), змінити напрям обертання (біт 11 = 1 реверс), керувати від контролера (біт 10 = 1 керування від контролера). У табл. 1 наведені коди керуючого слова для різних команд: включення (прямий напрям руху), включення + реверс (обратний напрям руху), виключення.

Керуюче слово частотного перетворювача

Включити	Включити + реверс	Виключити	Біт	Значення
Hex 047F	Hex 0C7F	Hex 047E		
	1	1	0 0	ON/OFF1 1= вкл., 0 = викл.
F	1	F	1 1	OFF2
	1	1	1 2	OFF3
	1	1	1 3	дозвіл імпульсів
	1	1	1 4	дозвіл генератора розгону
7	1	7	1 5	запуск генератора розгону
	1	1	1 6	дозвіл завдання
	0	0	0 7	підтвердження помилки
	0	0	0 8	поштовх управо
4	0	C	0 9	поштовх уліво
	1	1	1 10	керування від ПЛК
	0	1	0 11	реверс
	0	0	0 12	...
0	0	0	0 13	моторпотенціометр більше
	0	0	0 14	моторпотенціометр менше
	0	0	0 15	біт 0 слова керування

Завдання для вихідної частоти N_f в залежності від частоти F визначається як:

$$N_f = 327,68 * F$$

Нижче наведені завдання для різних вихідних частот у форматах HEX, та десятичному.

Приклади значення завдань для різних вихідних частот

Значення завдання для вихідної частоти, HEX	Значення завдання N_f для вихідної частоти, десятичне	Фактичне значення вихідної частоти, Гц
4000	16384	50
3000	12288	37,5
2000	8192	25
1500	5376	16,41
1000	4096	12,5
500	1280	3,91

Для керування частотним перетворювачем за допомогою локальної мережі PROFIBUS DP треба встановити такі параметри:

P0700 = 6 джерело сигналів (керуюче слово) PROFIBUS DP

P1000 = 6 завдання для частоти PROFIBUS DP

P1120 = 5,0 с час розгону двигуна

P1121 = 0,5 с час гальмування двигуна.

Використання перетворювача з рекуперацією дає можливість задавати малий час гальмування і таким чином підвищити точність позиціонування (перевантаження не буде, тому що генераторна енергія повертається у мережу споживання).

Склад системи керування та адреси пристроїв, які використовуються у прикладі програми, можна уявити у вигляді таблиці.

Частина системи керування переміщенням по горизонталі та вертикалі включає центральний процесорний пристрій CPU 314C-2DP, який має додатковий інтерфейс PROFIBUS DP, абсолютні датчики положення при переміщенні по горизонталі та вертикалі (2 штуки), частотні перетворювачі SINAMICS G120 для керування двигунами переміщення по горизонталі та вертикалі (2 штуки), які складаються з Control Unit CU 240 S DP, який має можливість підключатися до мережі PROFIBUS DP, та Power Modul PM250, який має можливість рекуперації. Для керування іншими пристроями використовуються умонтовані входи та виходи самого центрального процесора або модулі додаткових входів та виходів

Склад системи керування та адреси пристроїв.

Поз.	Найменування	Адреси входів I	Адреси виходів Q	Примітка
1	Блок живлення			
2	Центральний процесорний пристрій CPU 314C-2DP	124.0..... 126.7	124.0... 125.7	Умонтовані входи 24/ виходи 16
3	Модулі додаткових входів - виходів	0.0.... 123.7	0.0.... 123.7	
4	Абсолютний датчик вертикального положення	PIW 256		Код положення від 0 до 8192
5	Абсолютний датчик горизонтального положення	PIW 258		Код положення від 0 до 8192
6	Частотний перетворювач двигуна вертикального переміщення		PQW 256 PQW 258	Керуюче слово Завдання для швидкості
7	Частотний перетворювач двигуна горизонтального переміщення		PQW 260 PQW 262	Керуюче слово Завдання для швидкості

Програма керування переміщенням складена за допомогою мови програмування STEP 7. використовує функцію переміщення по позиційній осі FC20, що дозволяє многократно використовувати її для керування потрібної кількості переміщень.

Вхідні параметри: завдання положення, фактичне значення положення, завдання для частоти, мертва зона (зона нечутливості для зниження коливань при гальмуванні).

Вихідні параметри: керуюче слово та завдання для частоти.

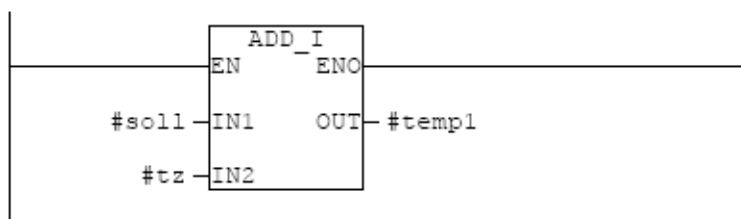
Нижче наведена програма керування переміщенням, яка виконана у вигляді функції з параметрами.

.Функція керування рухом для позиційної осі за заданими параметрами.

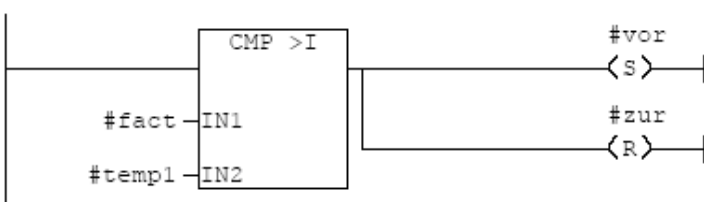
Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
fact	Int	0.0	фактичне положення
soll	Int	2.0	задане положення
tz	Int	4.0	мертва зона
Freq	Int	6.0	завдання для частоти
OUT		0.0	
motor	Word	8.0	керуюче слово перетворювача
fr_motor	Word	10.0	завдання для частоти двигуна

Block: FC20 Керування переміщення у залежності від напрямку

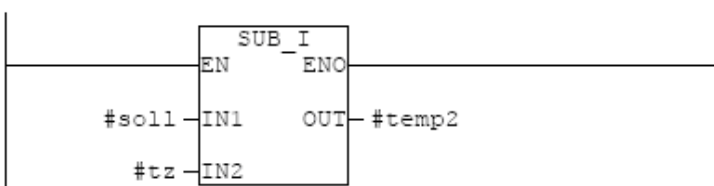
Network: 1 Урахування мертвої зони при переміщенні вперед



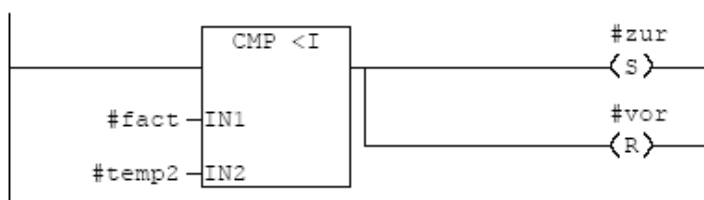
Network: 2 Переміщення вперед



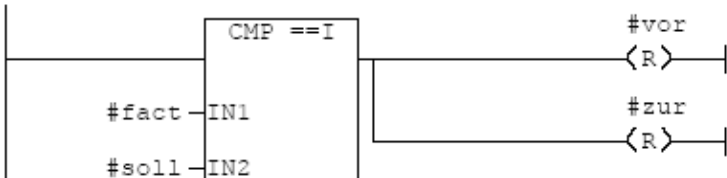
Network: 3 Урахування мертвої зони при переміщенні назад



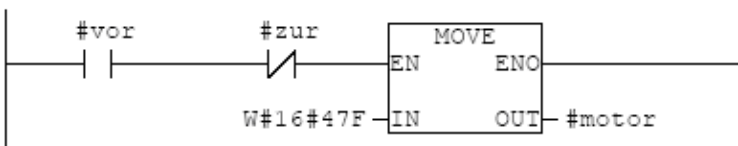
Network: 4 Переміщення назад



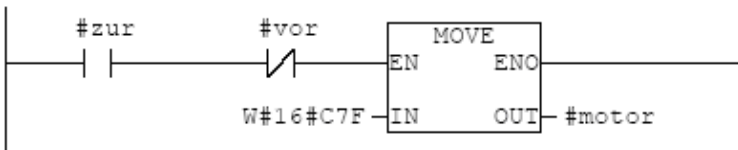
Network: 5 Стоп



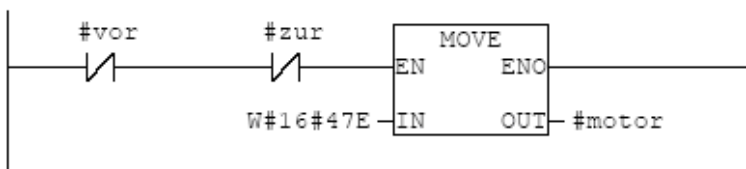
Network: 6 Керующе слово вперед



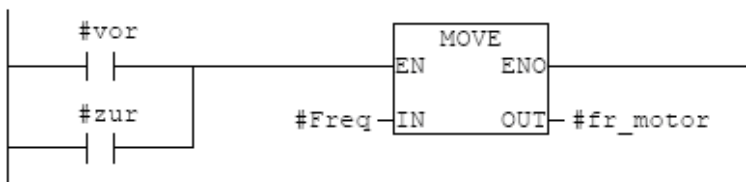
Network: 7 Керующе слово назад



Network: 8 Керующе слово стоп



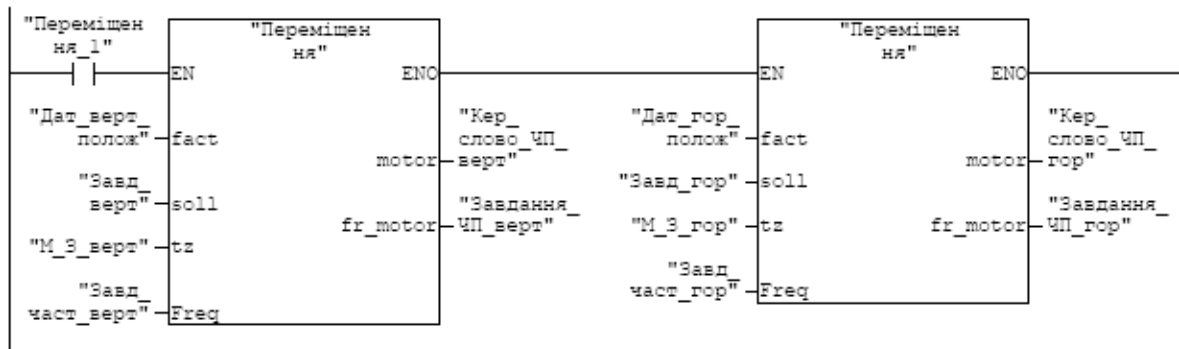
Network: 9 Завдання для частоти двигуна



Функція переміщення по двом осям (вертикальне та горизонтальне)

Block: FC10

Network: 1



Symbol information

M200.0	Переміщення_1	Дозвіл першого переміщення
FC20	Переміщення	функція переміщення позиційної осі робота
PIW256	Дат_верт_полож	Датчик положення по вертикалі
MW102	Завд_верт	Завдання переміщення по вертикалі
MW100	M_3_верт	Мертва зона переміщення по вертикалі
MW108	Завд_част_верт	Завдання частоти для переміщення по вертикалі
PQW256	Кер_слово_ЧП_верт	Керуюче слово частотного перетворювача переміщення по вертикалі
PQW258	Завдання_ЧП_верт	Вихід завдання частоти для переміщення по вертикалі
PIW258	Дат_гор_полож	Датчик положення по горизонталі
MW106	Завд_гор	Завдання переміщення по горизонталі
MW104	M_3_гор	Мертва зона переміщення по горизонталі
MW110	Завд_част_гор	Завдання частоти для переміщення по горизонталі
PQW260	Кер_слово_ЧП_гор	Керуюче слово частотного перетворювача переміщення по горизонталі
PQW262	Завдання_ЧП_гор	Вихід завдання частоти для переміщення по горизонталі

Тема 6. Системи відображення технологічних процесів і керування.

Лекція 15. Системи відображення технологічних процесів і керування.

6.1. Операторські панелі в складі систем керування. [6, с. 74 – 86]

Строкові операторні панелі

Операторні панелі були спроектовані для машинних операцій і спостережень у широкій області додатків включаючи, наприклад, машинне складання, упакування і провітрювання повітря.

Вони легкі у використанні і конфігуруванні.

Операторні панелі придатні для прямого використання в машинах або офісі.

Вони містять у собі такі необхідні особливості:

- IP 65 рівень захисту (коли встановлені)
- Невелика глибина монтування

- Мембранні кнопки захищені від олії, жиру або звичайних миючих засобів
 - Дисплеї, що читаються легко
- Керування та спостереження за допомогою SIMATIC HMI



Графічні операторні панелі

Графічні операторні панелі були спроектовані для зручності в роботі з машинами і спостереженні за ними. Вони забезпечують реалістичне графічне уявлення машин або установок для котрих треба робити спостереження. Галузь застосування включає крім всього іншого, машинну й апаратну сфери, а також пакувальну технологію й електричну галузь техніки.

ОП виводять операторні і повідомлення про помилки, а також оброблювані величини. Перемінні можуть виводитися на екран або як вихідні величини, схеми, криві або як у вигляді дисплея стану, наприклад, у вигляді картинок. Входи можуть бути зроблені в полях введення або через символні величини.

Відображення процесу може містити в собі статичні картинки у виді символів або графічному вигляді. Статичні графічні елементи створюються за допомогою будь-якого графічного редактора MS-WINDOWS і виводяться на екран панелі.

Програмні або функціональні клавіші використовуються для операторного контролю за процесами. Кожна функція може бути захищена від нелегального доступу паролем.

Зовнішній вигляд

Панелі мають такі характеристики:

- Не глибоке монтування
- Ступінь захисту IP 65 (попереду)
- Алюмінієвий корпус із мембранною фронтальною панеллю
- Мембранна клавіатура захищена від олії, жиру і порошків, що чистять
- Оснащені CCFL LC екраном

Процес може управлятися програмними, функціональними і системними клавішами.



6.2. Операторські станції на основі персональних комп'ютерів. [6, с. 58 – 73]

ОС характеризуються такими особливостями:

- Відображення оброблюваних величин
- Безпечне керування процесами з використанням контролю граничних розмірів із ОП для входів/виходів
- Динамічні поля (символьна графіка, піксельна графіка), напр. поля введення/виведення, що рухаються фігури, схеми, графіки
- Діаграми процесу зі статичними графічними елементами (символьна графіка, піксельна графіка)
- Спостереження й оцінка стану машини (інформація береться з динамічних полів, діаграм, і т.д. у залежності від перемінних, або вибору уявлення, нап. зміна кольору, миготіння)
- Керування повідомленнями про операції і помилки з записом історії
- Установка властивостей повідомлень і розпізнавання порядку повідомлень
- Керування рецептами
- Парольний захист

- Різноманітні можливості з'єднання для контролерів із використанням умонтованих інтерфейсів
- Керування процесом із використанням програмних клавіш, функціональних клавіш і системних клавіш

Лекція 16 Інструментальні програмні засоби для відображення технологічного процесу

6.3 Інструментальні програмні засоби для відображення технологічного процесу [6, с. 88 – 95]

Програмне забезпечення оперативного керування і моніторингу.

Склад програмного забезпечення:

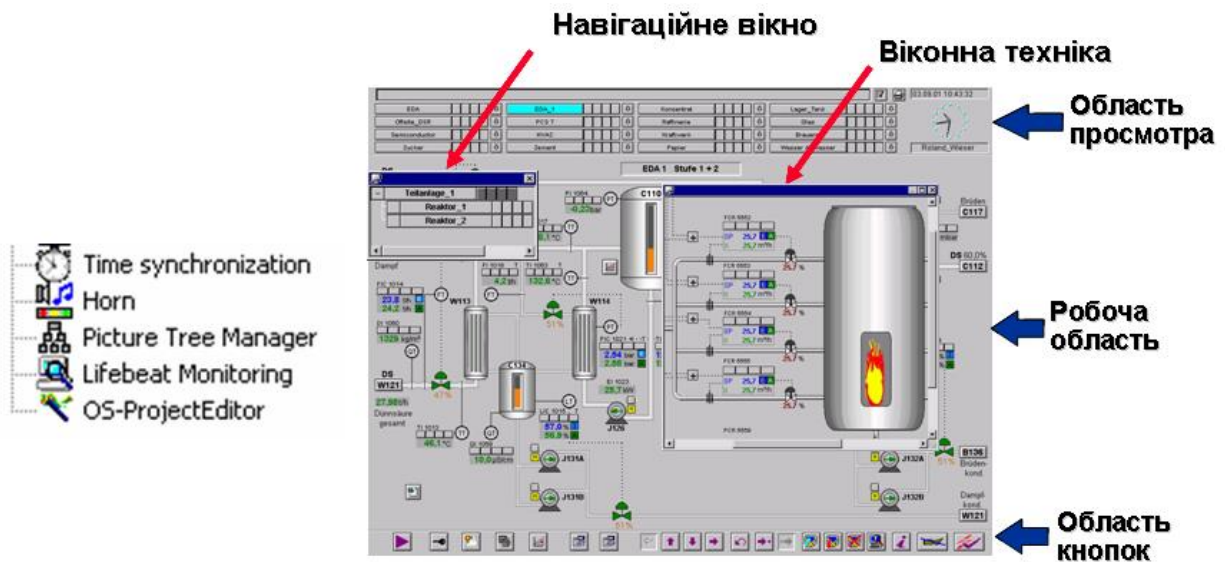
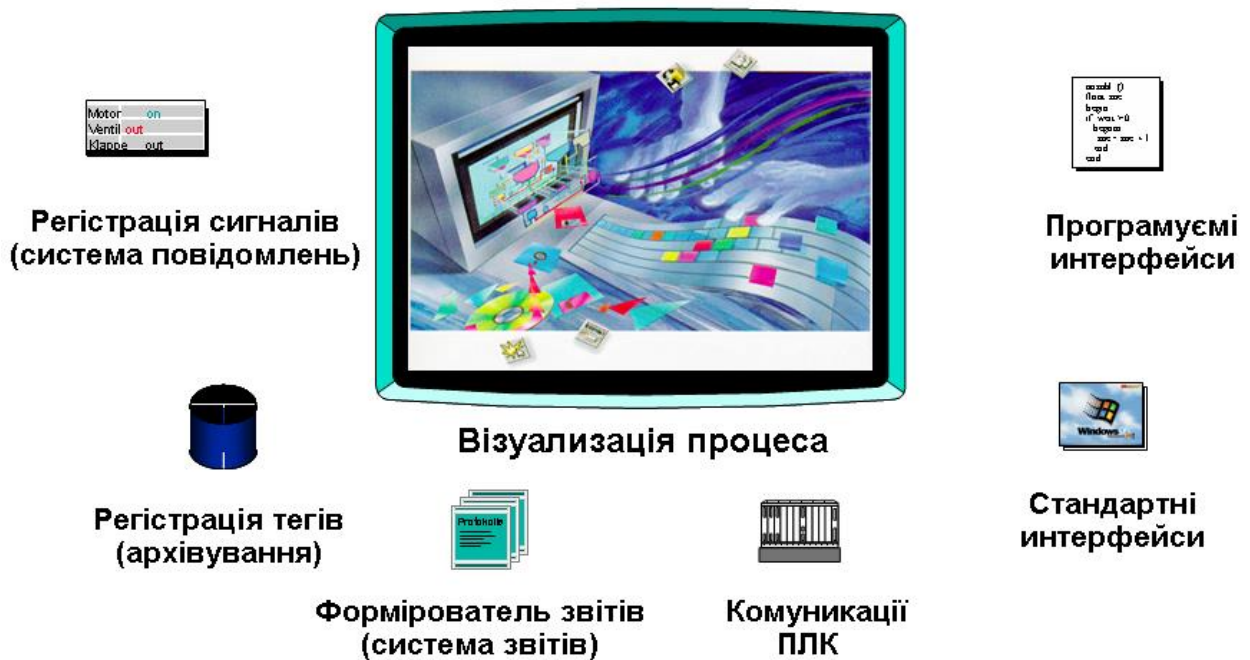
- програмне забезпечення для конфігурування панелей оператора
- програмне забезпечення для конфігурування панелей оператора і найпростіших систем візуалізації
- SKADA, наприклад, ProTool/Pro та WinCC, потужна система візуалізації на базі Windows 2000/XP

6.4 Програмне забезпечення для візуалізації ProTool/Pro [6, с. 88 – 89]



6.5 Програмне забезпечення для візуалізації WinCC [6, с. 90 – 93]

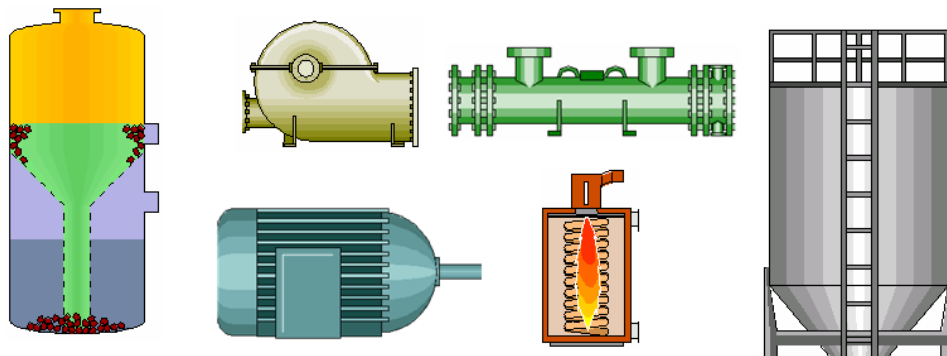
WinCC Основні функції

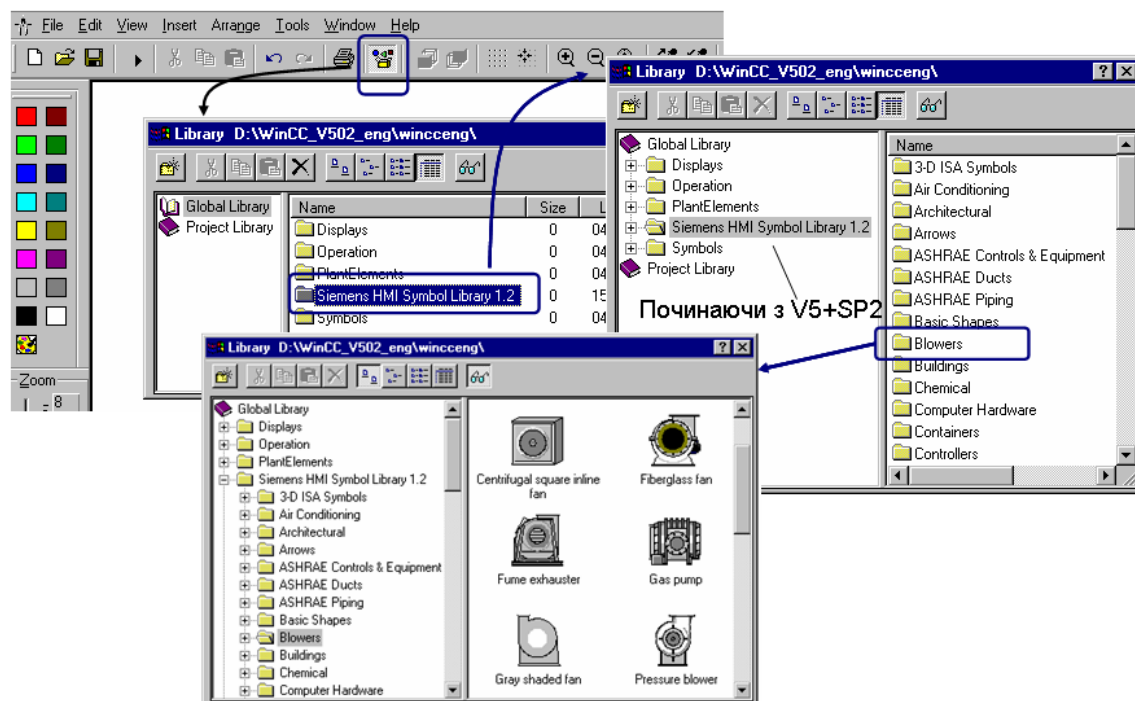


Приклад розділення екрана

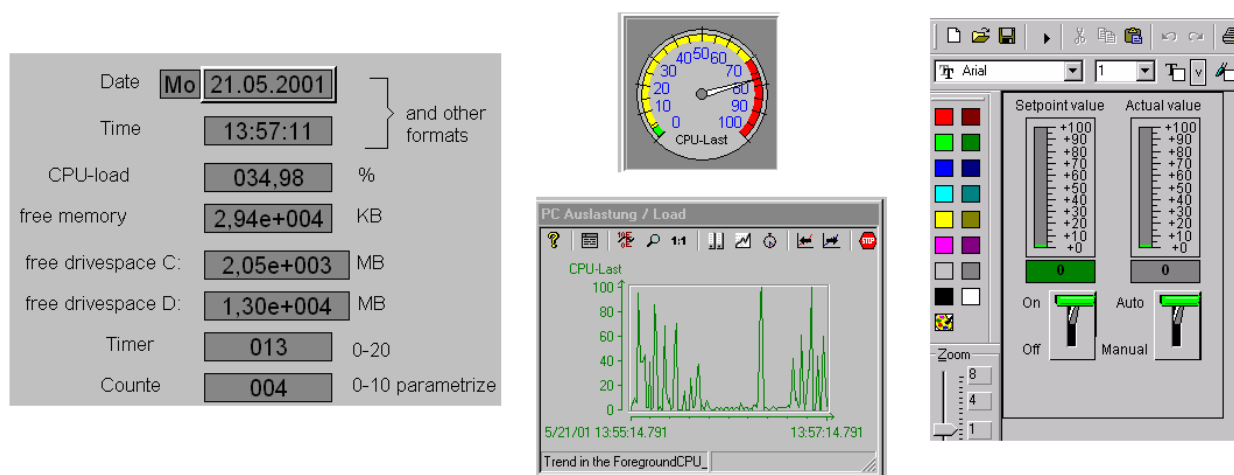


Бібліотеки символів

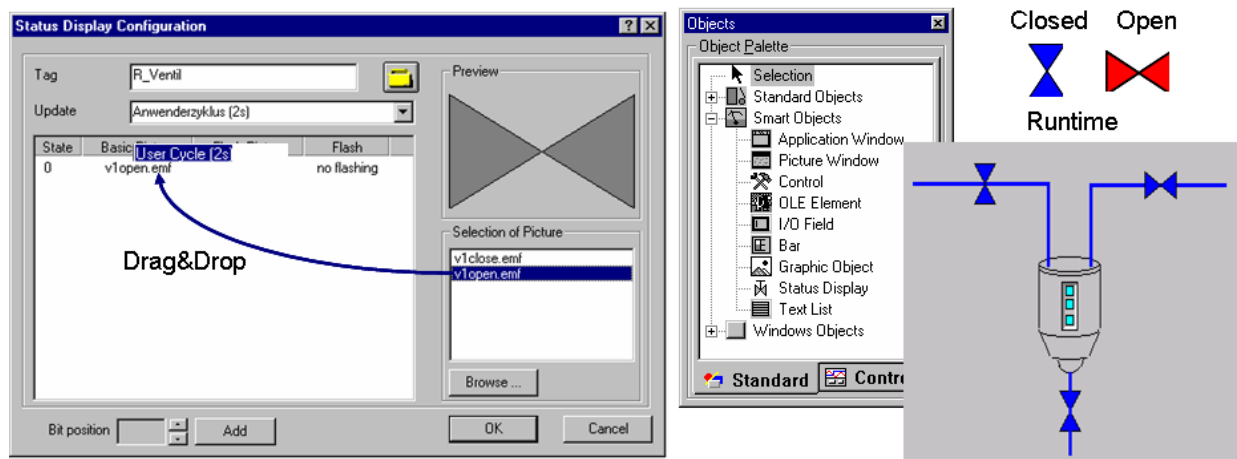




Форми представлення даних



Індикація станів



Система звітів

Сбір даних
 +WinCC Data Manager
 +OPC Server
 +WinCC Server-Server Communication(max.11)

Перелік звітів

Краточасні архіви

ArchiveManager

Runtime-Data Alarm Logging Segment:
 COMPUTER_PROJECT_ALG_<Time_from>_<Time_to>.LDF
 COMPUTER_PROJECT_ALG_<Time_from>_<Time_to>.MDF
 COMPUTER_PROJECT_ALG_YYYYMMDDHHMM.LDF
 Example: DOZENT_Generatorhaus_ALG_200304300901.mdf

...	Date	Time	Number	Status	Loop ...	Class	Type	Pc...
10	28/07/03	14:21:18	103	G		Blast ...	Failure	Ge
11	28/07/03	14:21:19	102	G	X	Blast ...	Alarm	Ge
12	28/07/03	14:21:19	101	G	X	Blast ...	Failure	Ge
13	28/07/03	14:21:23	101	A	X	Blast ...	Failure	Ge
14	28/07/03	14:21:23	102	A	X	Blast ...	Alarm	Ge
15	28/07/03					Blast ...	Failure	Ge
16	28/07/03	14:21:23	104	A		Blast ...	Alarm	Ge

7/28/2003 14:33 PM List: 1 Window: 16 Ack: 1

Тема 7 Системи керування на основі промислових обчислювальних пристроїв

Лекція 17 Системи керування на основі персональних та промислових комп'ютерів.

Промислові обчислювальні мережі

7.1 Архітектура, структура та склад [5, с. 9 – 12]

Характеристики та склад ПК

- Материнська плата, розроблена і зроблена фірмою для промислових завдань
- Сучасна архітектура ПК, використання процесорів INTEL
- Промислове виконання, що відповідає PC стандартам
- Модуль моніторингу SafeCard у модульних і в дисплейних системах.

Завдяки своїй зносостійкій конструкції вони придатні для використання в нестандартних промислових додатках.

- Безупинний режим роботи
- Герметичне виконання, щоб уникнути влучення дрібних часток
- Протестовані на операційних системах 2000/XP, Win NT, MS-DOS, SCO UNIX, RMOS

7.2 Апаратні і програмні компоненти [5, с. 14 – 20]

Клавіатури і монітори

Клавіатури з різноманітними характеристиками для індивідуальних вимог

- Міжнародний формат клавіатури
- Ступінь захисту IP 20, IP 54, IP 65
- Окрема числова клавіатура з клавішами курсору
- Водостійкість, пилонепроникність і захист від випромінювання (EMS)

Монітори як офісного, так і промислового виконання.

Характеристики моніторів офісного типу, у залежності від моделі:

- Екран: 38 см. (15"), 43 см. (17"), 54 см. (21")
- Низьке випромінювання, відповідно до MPR II
- Екранне меню
- Багаточастотний монітор або плоский екран
- Елементи керування на передній панелі

Характеристики моніторів промислового виконання, у залежності від моделі

- Екран: 38 см (15"), 43 см (17"), 51 см (20"), 54 см (21")
- Ступінь захисту IP 54 or IP 65
- Низьке випромінювання, відповідно до MPR II
- Стандартне промислове виконання в 19-ти дюймовому форматі
- Алюмінієвий корпус для захисту електроніки

Зв'язок

Для ПК:

- Послідовний зв'язок із стандартним інтерфейсом ПК
- Послідовний зв'язок із комунікаційними модулями
- Зв'язок через PROFIBUS або Industrial Ethernet

Програмне забезпечення

ПК поставляються з операційними системами Windows 2000/XP, уже встановленими на жорсткий диск. Інсталяційні дискети і посібник користувача англійською мовою також включені в пакет постачання.

Багатозадачна операційна система реального часу RMOS для Windows дає вашому ПК можливість роботи в режимі реального часу.

7.3 Операційна система. Основні особливості операційних систем промислових комп'ютерів [5, с. 21 -29]

Операційні системи для промислових персональних комп'ютерів та операторських станцій

- Windows 2000/XP
- Windows CE
- RMOS операційна система реального часу

RMOS це багатозадачна операційна система реального часу, що може бути сконфігурована для будь-яких PC/AT із процесорами Intel Pentium або вище.

Детерміновані характеристики гарантують час реакції протягом мікросекунд. MS Windows запускаються як задача в RMOS, навіть у розширеному режимі що дозволяє необмежене використання всіх додатків Windows.

Додаток може бути розділене на декілька задач нижчого рівня. Критичні вчасно задачі, що потребують детермінованих реакцій, опрацьовуються операційною системою RMOS у реального часу.

Візуалізація й оцінка даних процесу здійснюється стандартними програмами під MS Windows.

Після теплового старту MS-DOS або MS Windows, RMOS продовжує функціонувати, щоб критичні вчасно задачі були надійно оброблені.

Задача RMOS і додатки Windows обмінюються даними по DDE (динамічний обмін даними).

Добре відоме засоби розробки Organont із компіляторами й відладчиками високого рівня для мови C використовуються для розробки і тестування додатків RMOS.

Може використовуватися, як альтернатива, компілятор C від Borland для створення додатків.

7.4 Особливості персональних комп'ютерів у промисловому виконанні [5, с. 207 – 209]

Промислові ПК можуть працювати цілодобово в агресивних середовищах, під дією вологості, пилуки і вібрації. Ці високопродуктивні, зносостійкі ПК подані в трьох варіантах:

- Системний блок для використання у виробництві, побудові автоматизації керування
- 19-ти дюймові модульні системи для установки в керуючих відсіках і консолях
- Дисплейні системи для візуалізації процесу

Системні блоки являють собою промислові ПК для установки в обмежених просторах, у невеличких керуючих відсіках, консолях або безпосередньо на об'єктах автоматизації.

19-ти дюймові модульні системи є рішенням для застосування в промисловому виробництві. Звичайно вони використовуються для одержання, опрацювання й архівації даних процесу, відображення матеріальних потоків і виробничих процесів, а також для керування процесом.

Дисплейні системи є потужними промисловими ПК у компактному виконанні. Передня панель має ступінь захисту IP65, що робить їх придатними для використання в жорстких умовах і забруднених середовищах. Крім звичайних застосувань у промисловості, вони також використовуються в системах життєзабезпечення будинків і суспільного сектора.

Промислове програмне забезпечення

Промислове програмне забезпечення SIMATIC - це система тісно пов'язаних сервісних програм для систем автоматизації. Воно надає зручний набір функцій для усіх фаз розробки проекту автоматизації:

- Планування, конфігурування апаратури, установка параметрів настроювання апаратури і системи зв'язку
- Розробка програми користувача
- Документування
- Тестування і налагодження
- Обслуговування
- Керування процесом
- Архівація

Об'єднання всіх програмних пакетів єдиним інтерфейсом забезпечує можливість однакового виконання всіх етапів робіт.

7.5 Пристрої керування на основі персональних комп'ютерів [5, с. 205 – 206]

Пристрої керування на основі персональних комп'ютерів застосовують різні засоби для виконання функцій керування.

Інструментальні засоби

Промислове програмне забезпечення має модульну організацію. Кожний інструментальний засіб може використовуватися індивідуально.

Все програмне забезпечення підрозділяється на чотирьох класу:

- Стандартні інструментальні засоби. Ці засоби є базисом для програмування апаратури
- Інструментальні засоби проектування: мови програмування високого рівня і технологічески орієнтоване програмне забезпечення
- Програмне забезпечення Runtime: готове до використання програмне забезпечення
- Людино-машинний інтерфейс (НМІ): програмне забезпечення підтримки оперативного керування і моніторингу процесу

Стандартні інструментальні засоби

Базисні інструментальні засоби для програмування систем автоматизації. Вони обов'язково необхідних для програмування.

Інструментальні засоби проектування

Інструментальні засоби проектування - це проблемно орієнтоване програмне забезпечення, використовуване додатково до стандартних інструментальних засобів. Вони дозволяють проектувальнику зосередитися на рішенні поставленої задачі і вирішувати її в найбільше зручній для Вас формі.

Інструментальні засоби проектування знижують витрати на проектування і підвищують зручність виконання проектних робіт. Вони включають у свій склад:

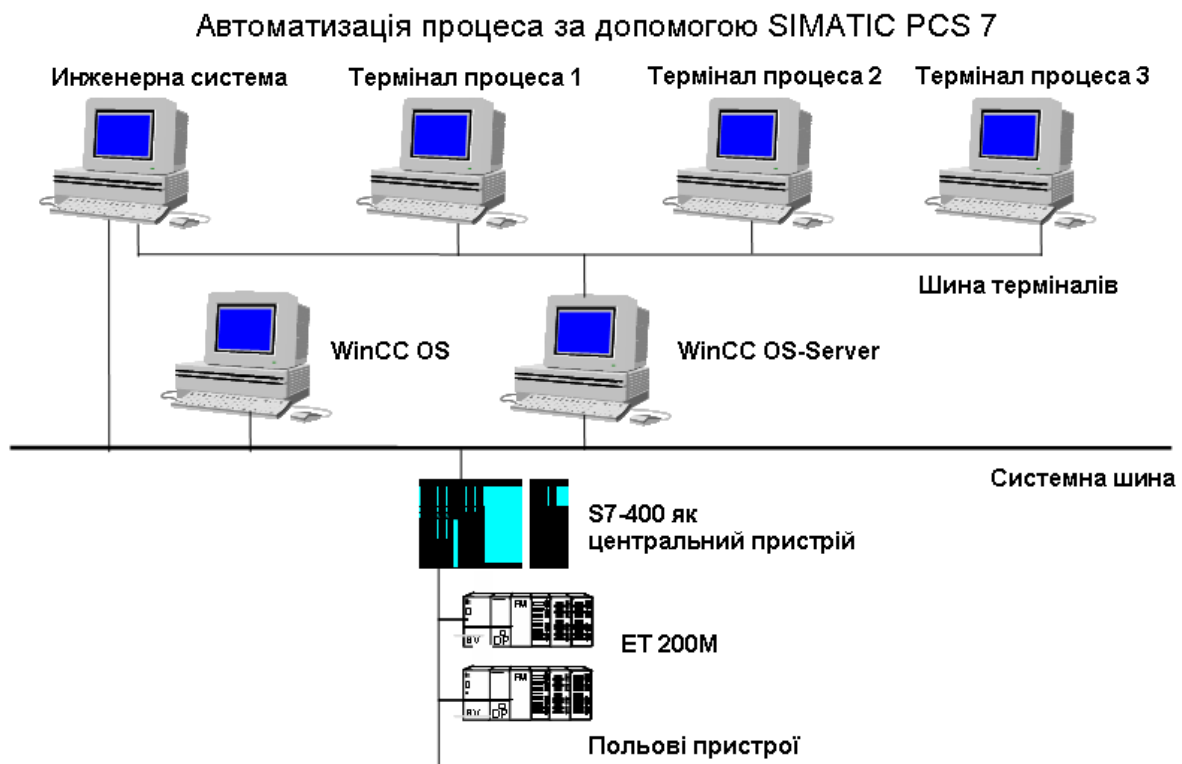
- Мови програмування високого рівня
- Графічні мови для технологічних потреб
- Програмне забезпечення для діагностування, імітації, дистанційного технічного обслуговування, розробки заводської документації і т.д.

Програмне забезпечення Runtime

Програмне забезпечення Runtime - це готове до використання програмне забезпечення, що може викликатися з програми користувача. Воно безпосередньо вбудовується в задачі автоматизації.

Існує два види програмного забезпечення Runtime: апаратно залежне: програмне забезпечення для підтримки конкретних видів апаратури, наприклад, функціональні блоки для функціональних модулів, та апаратно незалежне: програмне забезпечення з загальними вимогами до апаратури,

Однією з систем комп'ютерного керування є система SIMATIC PCS 7



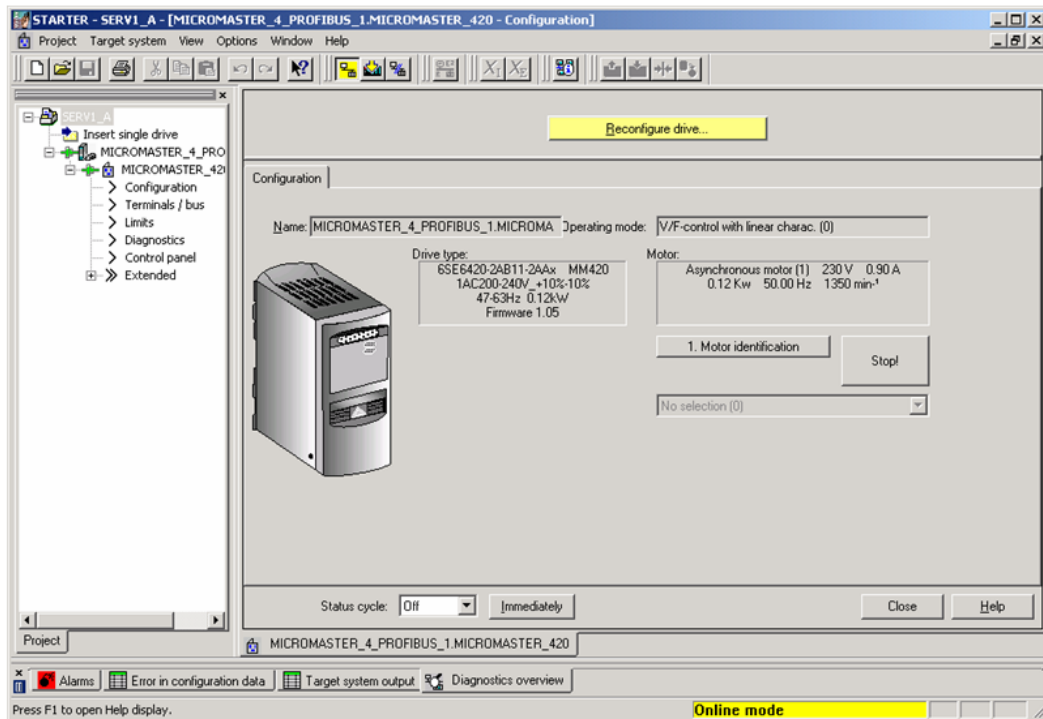
Лекція 18 Засоби комп'ютерного керування виконавчих пристроїв

7.7 Засоби комп'ютерного керування виконавчих пристроїв [7, с. 10-2 – 10-9]

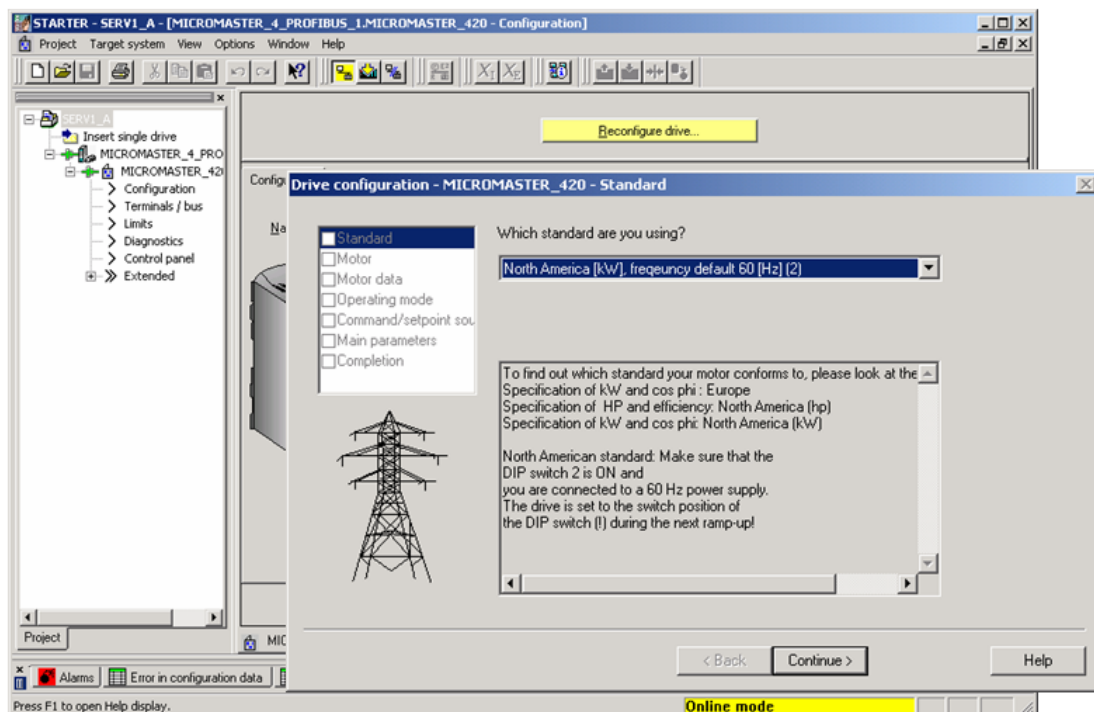
Для налагодження та керування виконавчими пристроями існують програмні інструменти комп'ютерного налагодження та керування, наприклад програма STARTER для електроприводів фірми SIEMENS.

7.8 Інструмент вводу в дію STARTER [7, с. 10-10 – 10-11]

Інструмент вводу в дію Starter

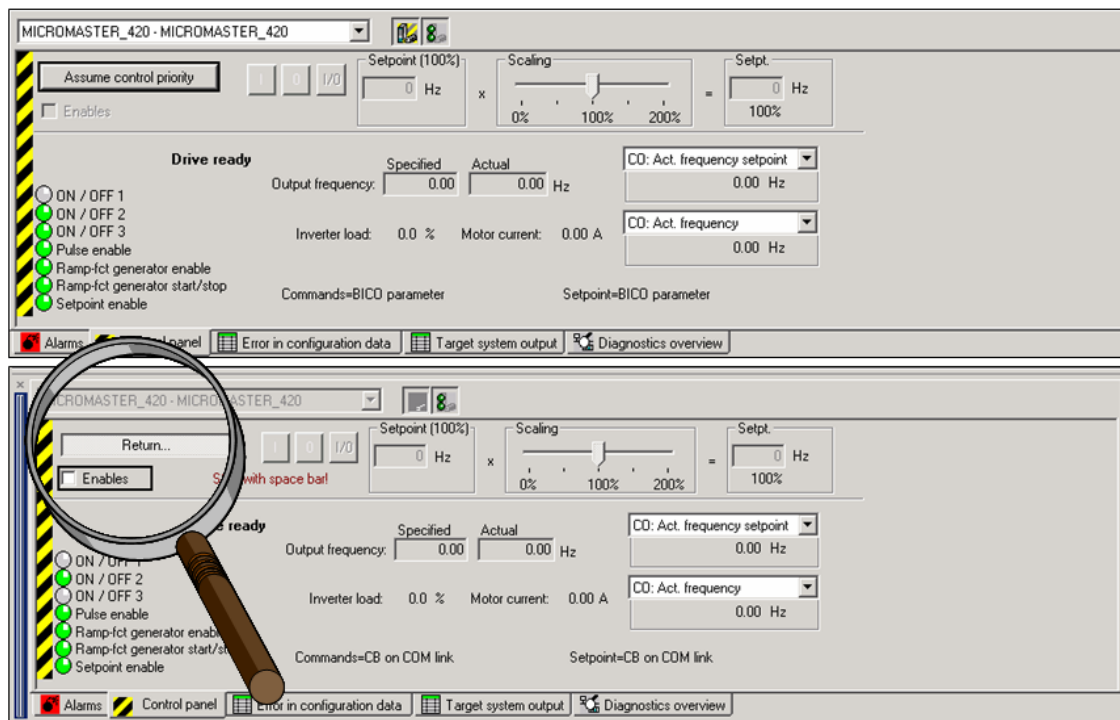


Конфігурація приводу offline за допомогою Асистента

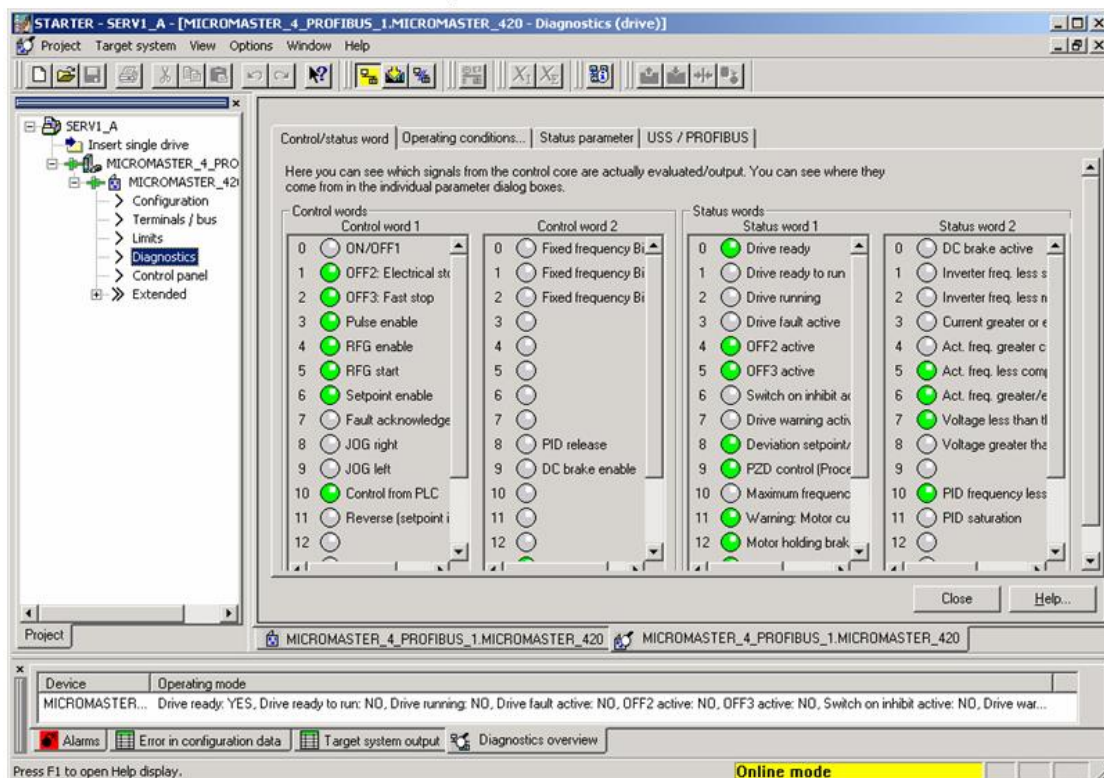


7.9 Функції керування в програмі STARTER [7, с. 10-10 – 10-11]

Використання керуючої панелі

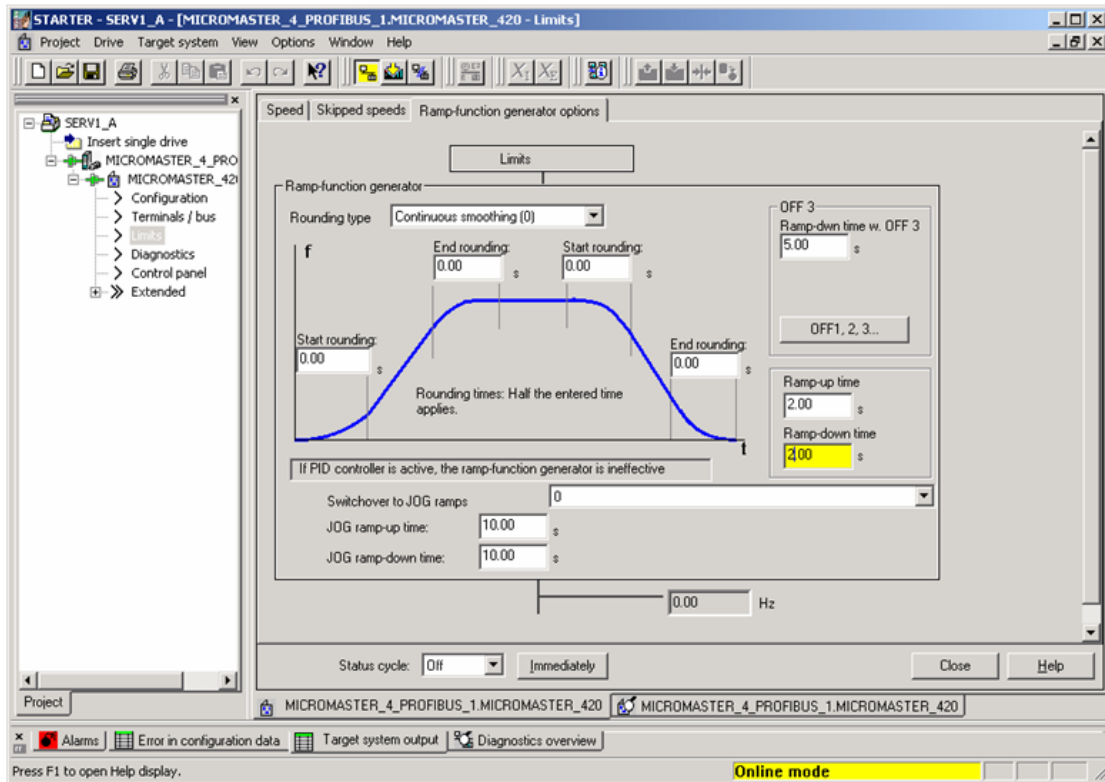


Функції діагностики



7.10 Функції зміни параметрів в програмі STARTER [7, с. 10-10 – 10-11]

Змінення часу розгона та замедлення



Рекомендована література

Основна

1. Цифрова техніка: Учеб. пособие /Б.Е.Рыцар. - Киев: УМК ВО, 1991 - 372 с. - На укр.яз. (4 прим.)
2. Элементы автоматизированного электропривода / Р.Г.Попович, В.А.Гаврилюк, О.В.Ковальчук, В.И.Теряев. - К.: УМК ВО, 1990. - 260 с. - На укр. яз. (4 прим.)
3. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. Ленинград, Энергоатомиздат, 1988. (5 прим.)
4. Сташин В. В. і ін.. Проектирование цифровых устройств на однокристалльных микроконтроллерах / В.В. Сташин, А.В.Урусов, О.Ф.Мологонцева. : Энергоатомиздат, 1990. - 224 с. (2 прим.)
5. Фигурнов В.Э. IBM PC для пользователя. - М.: ИНФРА-М, 2000. - 480 с.:илл. (6 прим)
6. SIMATIC Totally Integrated Automation. Информация о продуктах. Приборы, системы, консультации, обучение. ДП “Сименс Украина”, Департамент “Средства автоматизации и приводы” 2006 (CD SIMATIC документация, Каталоги по автоматизации, 01/2007) .
7. SIMATIC S7 Комплексная автоматизация -программирование для начинающих. Курс ST-PRO1. Версия 5.5, © SIEMENS AG, A&D 2004.

Додаткова

8. Системы управления с фаззи-логикой / В.И.Калашников, В.И.Справедливый, Ф.Палис. ДДТУ, Магдебургский университет. Донецк, Магдебург. 1997. - 38 с.
9. Интерфейсы средств вычислительной техники: Справочник. / Мячев А.А. М.: Радио и связь, 1993. - 352 с.

Методичні вказівки

10. Методические указания к выполнению курсового проекта по курсу «Микропроцессорные и вычислительные устройства ГПС»/Составители: Михайлов Е.П., Денисенко Т.А., Кузниченко Д.А., Кузниченко С.Д. Изд. ОГПУ, 1997. 30 с.
11. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Локальные системы автоматики» для студентов специальности 7.091402 и по курсу

«Микропроцессорные и вычислительные устройства ГПС» для студентов специальности 7.090207./Составители: Михайлов Е.П., Тихончук С.Т., Денисенко Т.А. ОНПУ, 1997. 33 с.

12. Методичні вказівки до лабораторних робіт по дисциплінам "Електронні, мікропроцесорні та обчислювальні пристрої ГВС" та "Електронні, мікропроцесорні та обчислювальні пристрої ПТМ" за темою "Логічні програмовані контролери" Проектування систем автоматизації SIMATIC S7-300 для студентів машинобудівного інституту спеціальності 7.090207 та 7.090214 Склад доцент Михайлов Є. П., 2007 р. 36 с. Одеса ОНПУ

Зміст

Тема 1 Електронні, мікропроцесорні та обчислювальні пристрої як основа систем керування ПТО	4
Лекція 1 Електронні, мікропроцесорні та обчислювальні пристрої як основа систем керування ПТО. Основні компоненти електронних пристроїв. Застосування напівпровідникових приладів	4
1.1 Електронні, програмовані системи автоматизації як основа систем керування ПТО [1, с. 4 - 7]	4
1.2 Основні поняття і визначення. Компоненти електронних та мікропроцесорних пристроїв [1, с. 10 - 12]	5
1.3 Основні компоненти електронних пристроїв. Напівпровідникові прилади та інтегральні мікросхеми [3, с. 277]	6
1.4 Напівпровідникові підсилювачі [2, с. 89 - 91]	7
1.5 Аналогові та дискретні мікросхеми [2, с. 88 - 89]	8
1.6 Умовні позначення електронних елементів принципової схеми ([3, с. 279 - 283]	8
Лекція 2 Застосування аналогових інтегральних мікросхем. Застосування дискретних інтегральних мікросхем	8
1.7 Операційні підсилювачі [2, с. 92 – 107; 3, с. 5 - 34]	8
1.8 Випрямлячі та стабілізатори напруги [2, с.110; 3, с.61 – 64]	10
1.9 Основні типи дискретних інтегральних мікросхем [1, с. 10 – 11; 3, с. 136 – 2. 141]	11
1.10 Логічні елементи та запам'ятовувачі [1, с. 89 – 103]	12
1.11 Регістри, лічильники та засновані на них пристрої [1, с. 234 – 258]	13
Лекція 3 Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі	14
1.12 Основні типи аналого-цифрових та цифро-аналогових перетворювачів [3, с. 230 – 235]	14
1.13 Принцип роботи цифро-аналогових перетворювачів [3, с. 236 – 238]	15
1.14 Основні типи аналого-цифрових перетворювачів [3, с. 239 – 255]	16
Тема 2 Структура та компоненти мікропроцесорних керуючих пристроїв	18
Лекція 4 Архітектура мікропроцесорних керуючих пристроїв. Уявлення даних у керуючих обчислювальних пристроях. Центральні процесори керуючих пристроїв	18
2.1 Класифікація мікропроцесорних пристроїв. Мікропроцесори комплекти й однокристальні мікроконтролери. Вмонтовані мікропроцесори [3, с. 183 – 187]	18
2.2 Архітектура керуючих обчислювальних пристроїв. Основні функціональні модулі обчислювального пристрою. Центральний процесор. Запам'ятовуючі пристрої. Пристрої	

введення-виведення. Системна магістраль. Порядок виконання програми [2, с. 183 – 189]	18
2.3 Системи числення. Двійкова та шістнадцятирічна системи числення [1, с. 19 – 31].....	20
2.4 Уявлення чисел у двійковій системі числення. Уявлення негативних чисел з фіксованої комою. Уявлення чисел із плаваючою комою [2, с. 66 – 87]	21
2.5 Логічні та арифметичні дії над різноманітними форматами чисел [1, с. 32 – 38]	21
2.6 Організація центрального процесора. Особливості системи команд керуючих пристроїв [3, с. 187 – 204].....	22
2.7 Організація сучасних процесорів. Конвексні та суперскалярні процесори [3, с. 193 – 196].....	22
Лекція 5 Запам'ятовуючі пристрої в системах керування. Організація введення-виведення. Програмне забезпечення керуючих мікропроцесорних та обчислювальних пристроїв	23
2.8 Призначення, основні типи і позначення устроїв, що запам'ятовують. Постійні й оперативні запам'ятовуючі пристрої [3, с. 209 – 215].....	23
2.9 Організація пам'яті у обчислювальних пристроїв. Розподіл адресного простору. Способи адресації [2, с. 183 – 187]	24
2.10 Основні методи організації введення-виведення. Програмне введення-виведення, введення-виведення з використанням переривання і прямого доступу до пам'яті [3, с. 216 – 218].....	25
2.11 Контролери введення-виведення. Паралельне і послідовне введення-виведення [3, с. 218 – 220].....	26
2.12 Програмне забезпечення. Прикладне і системне програмне забезпечення [4 с. 110 – 112].....	27
2.13 Операційні системи [4 с. 104 – 105]	27
2.14 Машинно- і проблемно-орієнтовані мови програмування [4, с. 97 – 100]	27
2.15 Уявлення програми на мові асемблера. Базовий набір команд. Макрокоманди. Транслятори [4, с. 83 – 84 [4, с. 106 – 110].....	28
2.16. Транслятори, компоновники, програмні й апаратні емулятори. [4 с. 109 -112]	30
Тема 3 Пристрої керування на основі мікропроцесорної техніки	31
Лекція 6 Пристрої керування на основі мікропроцесорної техніки. Однокристальні мікроконтролери (ОМК). Побудова систем керування на основі однокристальних мікроконтролерів. Пристрої з'єднання з об'єктом керування	31
3.1 Спеціалізовані пристрої керування на основі мікропроцесорних комплектів [4 с. 14 – 15].....	31

3.2 Однокристальні мікроконтролери як основа для вмонтованих пристроїв керування [4 с. 15 – 18].....	31
3.3 Класифікація й основні типи однокристальних мікроконтролерів. Особливості архітектури [4 с. 10 -12]	32
3.4 ОМК сімейства MCS 51. Система команд. Команди операцій із бітами [4, с. 83 – 95].	33
3.5 Приклади використання команд операцій із бітами. Опит датчиків і видача керуючих впливів [4, с. 125 – 140]	34
3.6 Обґрунтування і вибір принципової схеми системи керування на основі ОМК [4, с. 14 – 15].....	35
3.7 Етапи реалізації алгоритму керування [4, с. 15 – 18].....	35
3.8 Схема з'єднання з об'єктом керування. Нагрузкова здатність і буферизація сигналів. Гальванічна розв'язка [4, с. 156 – 173]	36
3.9 Вимірювальні перетворювачі [3, с. 223 – 225]	37
Тема 4 Програмовані логічні контролери. Компоненти та програмне забезпечення.....	37
Лекція 7 Програмовані логічні контролери на основі мікропроцесорної техніки.....	37
4.1 Класифікація, структура і склад програмованих логічних контролерів [6, с. 1-4 – 1-11]	37
4.2 Модулі живлення та центральних процесорів CPU [6, с. 14 - 23]	41
4.3 Сигнальні модулі SM. Модулі введення-виведення дискретних та аналогових сигналів [6, с. 14-23]	42
4.4 Функціональні модулі в складі промислових контролерів. Модулі рахунку і часу. Модулі позиціонування. Модулі регулювання. Комунікаційні модулі [6, с. 30-39]	44
Лекція 8 Мови програмування логічних програмованих контролерів. Система команд логічних програмованих контролерів	46
4.5 Стандартизація мов програмування промислових контролерів [7, с. 1-19 – 1-20].....	46
4.6 Структура програми [7, с. 6-3 – 6-6].....	47
4.7 Уявлення програм у вигляді контактного LAD та функціонального плану FBD та послідовності команд STL [7, с. 6-8 – 6-11].....	49
4.8 Команди логічних операцій функції пам'яті [6, с. 7/3 - 7/5].....	49
4.9 Функції часу і рахунку [6, с. 8/12 - 8/18].....	50
4.10 Операції над числами [6, с. 8/19 - 8/21].....	51
Лекція 8 Стандартні функції.	51
4.11 Стандартне регулювання. PID-регулювання. FUZZY- регулювання [6, с. 32-34; 8, с.6 – 14].....	51
4.12 Функції позиціонування. Функціональні модулі позиціонування [6, с. 36 - 37].....	53

Тема 5 Проектування систем керування на на основі програмованих логічних контролерів	57
Лекція 10 Складання проекту системи керування. Проектування апаратних компонент систем керування на основі логічних програмованих контролерів	57
5.1 Складання проекту системи керування [7, с 3-6 – 3-8].....	57
5.2 Визначення структури і складу системи керування [7, с. 4-4 – 4-10]	58
5.3 Налаштування системи керування [7, с. 4-11 – 4-14]	59
Лекція 11. Проектування програмних компонент систем керування на основі логічних програмованих контролерів.	60
5.5 Використання організаційних блоків [7, с. 13-3 -13-12].....	62
5.6 Особливості використання функцій [7, с. 12-4 -12-12].....	63
5.7 Особливості використання функціональних блоків [7, с. 12-13 -12-21].....	64
Лекція 12 Зособи налагодження програми та пошуку помилок.....	65
5.8 Зособи налагодження програми [7, с. 14-4 -14-6]	65
5.9 Зособи пошуку помилок [7, с. 14-8 -14-16].....	67
Лекція 13 Обчислювальні мережі у системах керування. Локальні та глобальні обчислювальні мережі	69
5.10 Види мереж. Поняття інтерфейсу. Еталонна модель відкритих систем [9, с. 51 – 56] ..	69
5.11. Локальні мережі для систем керування. [9, с. 27 – 35].....	70
5.12. Децентралізована периферія. [6, с. 40 - 57]	71
5.13. Регіональні і глобальні мережі. [9, с. 41 – 43]	72
Лекція 14. Проектування системи керування рухом на основі контролера SIMATIC S7-300, частотних перетворювачів SINAMICS G120 та абсолютних датчиків положення	73
5.14. Проектування системи керування рухом на основі контролера SIMATIC S7-300, частотних перетворювачів SINAMICS G120 та абсолютних датчиків положення. [12, с. 3 – 5].....	73
Тема 6. Системи відображення технологічних процесів і керування.	80
Лекція 15. Системи відображення технологічних процесів і керування.	80
6.1. Операторські панелі в складі систем керування. [6, с. 74 – 86].....	80
6.2. Операторські станції на основі персональних комп'ютерів. [6, с. 58 – 73]	82
Лекція 16 Інструментальні програмні засоби для відображення технологічного процесу .	83
6.3 Інструментальні програмні засоби для відображення технологічного процесу [6, с. 88 – 95].....	83
6.4 Програмне забезпечення для візуалізації ProTool/Pro [6, с. 88 – 89].....	83
6.5 Програмне забезпечення для візуалізації WinCC [6, с. 90 – 93]	84

Тема 7 Системи керування на основі промислових обчислювальних пристроїв	87
Лекція 17 Системи керування на основі персональних та промислових комп'ютерів.	
Промислові обчислювальні мережі	87
7.1 Архітектура, структура та склад [5, с. 9 – 12]	87
7.2 Апаратні і програмні компоненти [5, с. 14 – 20]	88
7.3 Операційна система. Основні особливості операційних систем промислових комп'ютерів [5, с. 21 -29]	89
7.4 Особливості персональних комп'ютерів у промисловому виконанні [5, с. 207 – 209] ..	89
7.5 Пристрої керування на основі персональних комп'ютерів [5, с. 205 – 206]	91
Лекція 18 Засоби комп'ютерного керування виконавчих пристроїв	92
7.7 Засоби комп'ютерного керування виконавчих пристроїв [7, с. 10-2 – 10-9]	92
7.8 Інструмент вводу в дію STARTER [7, с. 10-10 – 10-11]	93
7.9 Функції керування в програмі STARTER [7, с. 10-10 – 10-11]	94
7.10 Функції зміни параметрів в програмі STARTER [7, с. 10-10 – 10-11]	95
Рекомендована література	96