

Структурні схеми АСУТП нижнього рівня

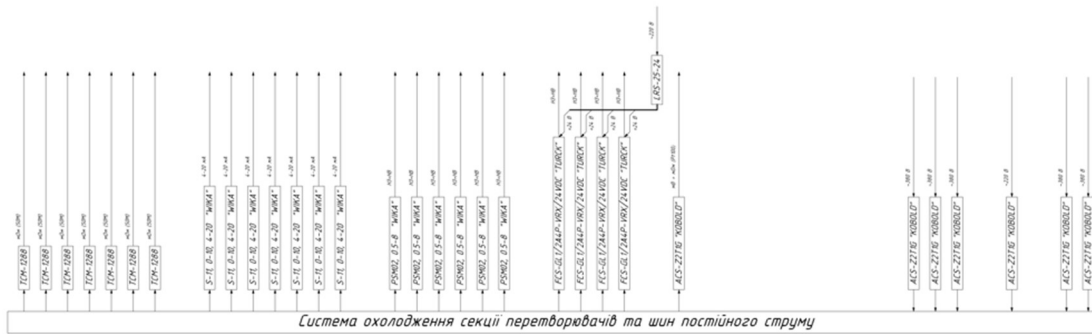


Рисунок – Приклад виконання структурної схеми нижнього рівня АСУТП

7.1 Засоби вимірювання загальнотехнічних параметрів

До загальнотехнічних параметрів відносяться:

- температура;
- тиск (розрядження, перепад тисків);
- рівень;
- витрати;
- електричні (сила струму, напруги, потужність).

Вимірювання температури

Температура – фізична величина, що характеризує середню кінетичну енергію хаотичного руху молекул речовини. Температуру вимірюють за допомогою термометрів. Засоби виміру температури діляться на *контактні* й *безконтактні*.

Контактні термометри підрозділяють на термометри розширення, електричні та спеціальні. Термометри *розширення* діляться на рідинні, біметалічні, дилатометричні і манометричні. Манометричні перетворювачі температури формують на виході уніфікований сигнал (пневмоавтоматики), дозволяючи дистанційно вимірювати температуру без використання додаткової енергії на відстані до 60 м. Вони прості по конструктивному виконанню, надійні в експлуатації, з рівномірною шкалою, вибухобезпечні й нечутливі.

До *електричних термометрів* відносять термометри опору (терморезистори) і термоелектричні (термопари). До спеціальних відносять різні індикатори температури.

Вимірювальні перетворювачі на основі терморезисторних і термоелектричних принципів прості по конструкції та мають високу надійність. Однак їх вихідний сигнал невеликий по величині і без додаткового посилення не може бути переданий на велику відстань до декількох десятків метрів.

Термоперетворювачі опору призначені для виміру малих і середніх величин температур (до 600°C – платиновий і до 200°C – мідний чутливі елементи) і працюють у комплекті з логометрами й мостовими схемами (автоматичними мостами й цифровими приладами).

Термоелектричний термометр – це вимірювальне пристрій, що складається з термоелектричного перетворювача температури, електровимірювального приладу та проводів, що з'єднують їх між собою в єдине ціле.

Для виміру *термо-ЕРС* (електрорушійна сила) термопар у термоелектричних термометрах застосовують вимірювальні прилади, призначені для виміру невеликих значень напруги постійного струму (від 0 до 100 мВ). Найчастіше в якості вимірювальних приладів використовують мілівольтметри, потенціометри і цифрові вимірювальні прилади.

Інтелектуальний датчик температури призначений для перетворення температури від первинного вимірювального перетворювача на основі мідного або платинового перетворювача в цифровий код.

Безконтактні засоби вимірювання (пірометри) засновані на використанні електромагнітних і ультразвукових явищ. Пірометри дозволяють контролювати температуру потоків продукції, не змінюючи температурне поле.

Аналогові перетворювачі температури для сумісності із засобами мікропроцесорної техніки вимагають наявності на виході аналого-цифрового перетворювача. За допомогою моделей введення аналогових сигналів серій АДАМ на виході можна одержати сигнал, пропорційний величині температури, у цифровій формі.

Вимірювання тиску здійснюється за допомогою манометрів і вимірювальних перетворювачів тиску. Розрізняють:

- абсолютний;
- атмосферний;
- надлишковий тиск;
- розрядження або вакуум.

Манометр – це прилад для виміру тиску або різниці тисків з безпосереднім відліком (відображенням) значень. Вимірювальний перетворювач тиску має вихідний сигнал, функціонально пов'язаний з вимірюваним тиском.

По функціональному призначенню розрізняють манометри:

- напоромери (надлишкові тиски до 40 кПа);
- тягоміри-вакуумметри (не більш 40 кПа);
- тягонапоромери-мановакуумметри ($-20 \dots +20$ кПа);
- вакуумметри глибокого вакууму (менш 200 Па);
- дифманометри – для виміру різниці тисків.

За принципом дії чутливого елемента манометри і вимірювальні перетворювачі тисків прийнято ділити на три групи:

- 1 – поршневі, рідинні, засновані на прямих методах виміру тиску;
- 2 – деформаційні, тензорезисторні й ін., засновані на прямих відносних методах виміру;
- 3 – термопарні й іонізаційні вакуумметри, ультразвукові манометри, засновані на непрямих методах вимірів.

Безпосередньо на технологічному устаткуванні або на щитах (дистанційні виміри) встановлюються деформаційні манометри із трубчастою пружиною. Діапазон вимірів від 10 Па до 2 ГПа. Широко застосовуються різного виду вимірювальні перетворювачі тисків:

- із тензочутливим елементом, відділеним від вимірювального середовища типовою мембраною;
- із сухим керамічним ємнісним чутливим елементом з утопленою мембраною або сухим пьезорезистивним чутливим елементом;
- із вбудованим електронним блоком.

Вимірювання витрат і маси речовини необхідно здійснювати як при облікових і звітних операціях (надходження сировини, відвантаження продукції), так і при контролі, регулюванні та управлінні технологічними процесами. Вимірювати доводиться витрати найрізноманітніших речовин: рідких, си-

пучих, твердих, наприклад, при змішуванні різних компонентів строго за рецептурою пропорцій; води, газу (робота котельні).

Витрата речовини – це маса або об'єм речовини, що проходить через певний перетин каналу системи вимірювання за одиницю часу. Розрізняють об'ємну витрату ($\text{м}^3/\text{з}$; $\text{м}^3/\text{ч}$ і т.б.) і масову ($\text{кг}/\text{з}$; $\text{кг}/\text{год}$; $\text{т}/\text{ч}$ і т.д.).

Витрата речовини вимірюється за допомогою *витратомірів*. Витратоміри можуть бути призначені не тільки для виміру витрат, але й для виміру маси або об'єму речовини, що проходить через систему вимірювання протягом будь-якого проміжку часу, тоді вони називаються *витратомірами з лічильниками* або просто лічильниками. Маса (W) або об'єм речовини (V), який пройшов через лічильник, визначається по різниці двох послідовних в часі показань відлікового пристрою. Широко поширені різні автоматичні ваги й вагові дозатори.

Витратоміри змінного перепаду тиску застосовуються для виміру витрат рідини або газу (повітря, пари), що протікають по трубопроводах.

У *витратомірах обтікання* розхід речовини визначається по положенню поплавця, який змінює площу прохідного отвору так, що перепад тиску по обидві сторони поплавця залишається постійним.

Ротаметри застосовуються для виміру витрат чистих або слабко забруднених рідин і газів, що протікають по трубопроводах без різких коливань напору.

Принцип дії *тахометричних витратомірів* базується на використанні залежностей швидкості руху тіл – чутливих елементів, що поміщаються в потік, від витрат речовин, що протікають через ці витратоміри.

Електромагнітні (індукційні) витратоміри призначені для виміру витрат різних рідких середовищ, у тому числі з дрібнодисперсними неферромагнітними частинками, з електричною провідністю не нижче $5 \cdot 10^2 \text{ См/м}$, які протікають у закритих і повністю заповнених трубопроводах.

Теплові витратоміри застосовуватися при вимірюванні невеликих витрат будь-яких середовищ, але особливо перспективні для виміру витрат дуже в'язких матеріалів.

У багатьох технологічних процесах необхідно вимірювати рівень рідких або сипучих матеріалів, сигналізувати про досягнення ними максимального або мінімального значення. Щоб не допустити переливів або недосипів, або неприпустимо низького рівня застосовують *вимір рівня*.

Прилади для виміру рівня ділять на дві групи:

- рівнеміри, що дають безперервну інформацію про положення рівня в ємкості в будь-який момент часу;
- сигналізатори, які сигналізують про досягнення рівнем фіксованого значення (верхній, нижній, середній і т.п., залежно від того, де встановлені чутливі елементи).

У промисловості використовуються *рівнеміри*, засновані на самих різних фізичних принципах. Розглянемо основні.

Механічні рівнеміри: поплавкові, мембранні, контактнo-механічні й вібраційні.

Гідростатичні рівнеміри засновані на вимірі тиску стовпа рідини або сили виштовхування, що діє на тіло, занурене в рідину (буйкові, п'єзометричні (барботажні), гідростатичні рівнеміри-манометри і дифманометри).

Електричні рівнеміри ґрунтуються на електричних властивостях середовища – електропровідність, діелектрична проникність і ін. За допомогою первинного вимірювального перетворювача зміна рівня трансформується в електричний сигнал, вимірюваний електровимірювальним приладом. Найпоширеніші кондуктометричні, ємнісні і електролітичні сигналізатори.

Кондуктометричні рівнеміри:

- акустичні (ультразвукові) рівнеміри, принцип дії яких заснований на відбитті коливань від границі розділу середовищ із різним акустичним опором;

- хвильові рівнеміри використовують високочастотні хвильові методи вимірів (рівень середовища визначають по інтегральних характеристиках електромагнітних систем з розподіленими параметрами);

- резонансні рівнеміри спрацьовують при зміні електричних параметрів з вимірювального перетворювача, змінюючи його резонансну частоту. Електричні параметри залежать від зміни рівня середовища, у якому розміщуються перетворювачі;

- радіоізотопні рівнеміри, принцип дії яких ґрунтується на використанні залежності інтенсивності потоку іонізуючого випромінювання, що падає на приймач (детектор) випромінювання, від положення рівня вимірюваного середовища.

Управляючі обчислювальні комплекси (програмно-технічні) – це мікропроцесорні засоби автоматизації (програмно-технічні контролери², мікроконтролери, локальні регулятори, пристрої зв'язку з об'єктом), дисплейні панелі операторів, промислові мережі, що об'єднують ці компоненти (для управління автоматизованими технологічними процесами, розподіленими в просторі);

Управління безперервними і дискретними технологічними процесами:

- *Н-АСУ* безперервним технологічним процесом, характер протікання – із тривалою підтримкою режимів близьких до встановлених і практично невинною подачею сировини та реагентів, що створює гарні умови для організації безперервного збору інформації про управління технологічним процесом за допомогою датчиків і введення цієї інформації безпосередньо в ЕОМ АСУ ТП. Після обробки інформації в ЕОМ прийняті рішення та відповідні управляючі впливи можуть безпосередньо передаватися з АСУ ТП на управління технологічними процесами;

– П-АСУ безперервно-дискретним технологічним процесом з комбінацією безперервних і переривчастих режимів функціонування технологічних агрегатів або на різних стадіях процесу;

– Д-АСУ дискретним технологічним процесом з незначною тривалістю технологічних операцій. Дискретні процеси характеризуються більшим числом виробів, інформація про які може частково формуватися та вводиться в АСУ ТП автоматично від датчиків, а частково – вручну від різних пристроїв реєстрації та введення інформації. Після обробки інформації і формування рекомендацій останні передаються безпосередньо оперативно-виробничому персоналу, який реалізує їх управляючи технологічним процесом.

Передатну функцію одержують у результаті застосування інтегрального перетворення Лапласа до рівняння динаміки. Розрізняють передатні функції $W(p)$ в операторній формі, а також у формі зображень Лапласа.

Передатною функцією в операторній формі називають відношення оператора впливу до власного оператора, а передатною функцією у формі зображень Лапласа – *відношення зображення* вихідної координати до зображення вхідної величини при нульових початкових умовах. Передатні функції у формі зображень Лапласа і в операторній формі при прийнятих позначеннях збігаються. Подібність між цими передатними функціями чисто зовнішня і має місце для випадку стаціонарних систем.

До типових ланок відносять послідовне, паралельне і паралельно-зв'язане (зі зворотним зв'язком) з'єднання ланок.

Мікропроцесорна система – це сукупність взаємозалежних пристроїв, що складається з одного або декількох пристроїв пам'яті, пристроїв ведення/виводу та ряду інших пристроїв для забезпечення виконання певних функцій.

У будь-якій мікропроцесорній системі є чотири основних архітектурних елемента:

- пристрої управління (ПУ);
- арифметично-логічні пристрої (АЛП);
- пристрої пам'яті (ПП);
- пристрої вводу-виводу (ПВВ) (рис. 15)

Арифметично-логічні пристрої виконують запропоновані пристроями управління арифметичні та логічні операції над даними, які надходять із пристроїв пам'яті або пристроїв вводу-виводу (додавання, віднімання, зсув, пересилання, логічне додавання «АБО», логічне множення «І», додавання по модулю).

Пристрої управління декодують записані в програмі команди і генерують сигнали управління, необхідні для того, щоб арифметично-логічні пристрої і вся система виконували необхідні функції.

Арифметично-логічні пристрої і пристрої управління, як правило, виготовлено у вигляді однієї великої інтегральної мікросхеми (БІС), яка називається центральним процесором (ЦП).

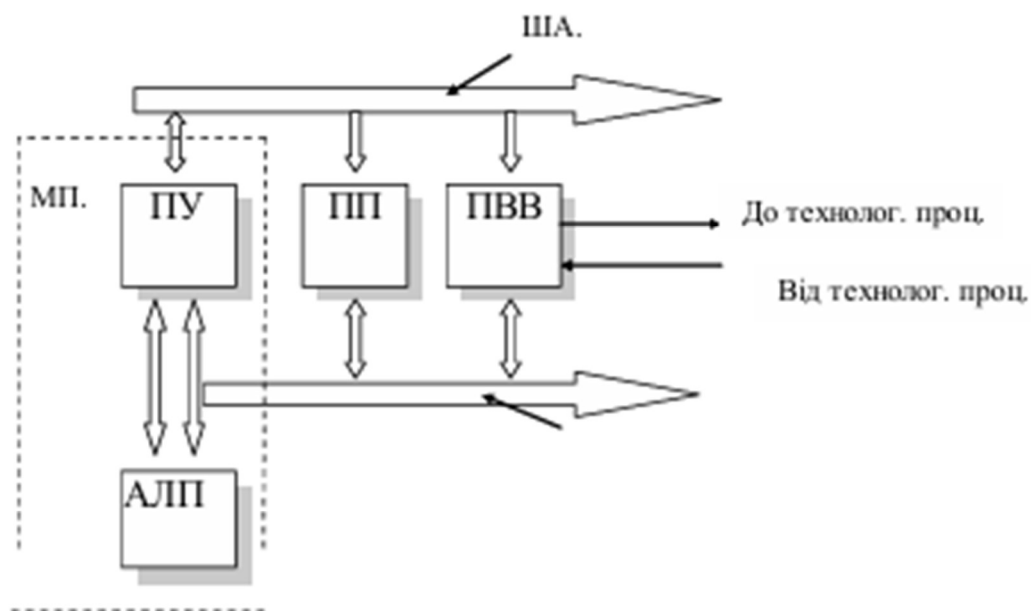


Рисунок 15 – Архітектурні елементи мікропроцесорної системи

Пристрої введення/виводу забезпечують зв'язок центрального процесора із зовнішніми (периферійними) пристроями.

Пристрій пам'яті або запам'ятовуючий пристрій – місце зберігання програм і даних, закодованих у двійковій формі. Пристрій пам'яті, що входить до складу мікропроцесору, є електронним пристроєм, що складається із елементів (гніздо) пам'яті. Кожному гнізду присвоюється номер, який називається адресою. Пристроями вводу-виводу реалізують зв'язок із зовнішніми (периферійними) пристроями.

Елементи *дискретної автоматики* використовуються для створення логічних і обчислювальних пристроїв, які широко застосовуються в системах автоматизації технологічних процесів.

Напівпровідникові прилади, що використовуються в пристроях автоматики можна розділити на основні групи:

- резистори;
- діоди;
- транзистори;
- тиристори.

До *напівпровідникових діодів* відносяться стабілітрони, фотодіоди, світлодіоди. Зворотний опір стабілітронів зменшується при зростанні прикладеної напруги, що дозволяє використовувати їх для стабілізації постійної напруги. При освітленні фотодіодів на їхніх виводах виникає різниця потенціалів, що забезпечує можливість їх використання в різних системах автоматичного контролю і регулювання. Світлодіоди виділяють променисту енергію при пропусканні електричного струму, а це дозволяє використовувати їх у цифрових і знакових індикаторах систем автоматизації.

Транзистор – триелектродний напівпровідниковий прилад, призначений для посилення, генерування та перетворення електричних коливань різних частот.

Тиристор – це чотириелектродний напівпровідниковий прилад, який застосовується для перетворення змінного струму в постійний, регулювання потужності змінного струму, перемикання електричних ланцюгів різної потужності.

Напівпровідникові логічні елементи – технічні прилади, які здійснюють логічну операцію над входними інформаційними сигналами. Розрізняють логічні елементи напівпровідникові (діодні, транзисторні і т.д.), магнітонапівпровідникові (ферит-діодні, ферит-транзисторні), електромеханічні тощо. У логічних схемах напівпровідникові елементи працюють у режимі перемикачів, при якому опір електричного ланцюга змінюється в багато разів.

Мікросхеми. Інтегральна мікросхема складається із транзисторів, діодів, резисторів, конденсаторів, з'єднувальних проводів, об'єднаних у єдиний (монолітний) компоновці. У напівпровідникових мікросхемах усі елементи формуються на єдиному кристалі кремнію.

Основними перевагами мікросхем є висока надійність і економічність, малі розміри і маса. Використання мікросхем дозволяє в 40-50 раз зменшити обсяг монтажу в порівнянні із застосуванням окремих транзисторів, діодів, резисторів. Недоліком інтегральних мікросхем є мала вихідна потужність.

По кількості елементів мікросхеми підрозділяють на схеми:

- малої інтеграції (до 30 елементів);
- середньої інтеграції (до 150 елементів);
- великої інтеграції (більше 150 елементів);
- надвеликої інтеграції (більш 1000 елементів).

За формою сигналу мікросхеми підрозділяють на аналогові й дискретні.

Релейно-контактні пристрої об'єднують групу пристроїв автоматики, до якої входять реле, контактори й магнітні пускачі.

Реле – це пристрій, стан якого (наприклад, положення контактів) змінюється дискретно при плавній зміні входньої управляючої величини. Реле бувають контактними й безконтактними (напівпровідникові, магнітні).

До контактних відносяться електромеханічні реле, у яких вхідна електрична величина (струм, напруга) перетворюється в механічне переміщення рухомої частини реле, що забезпечує замикання або розмикання контактів, включених в електричне коло, що управляється. Контакти реле можуть бути трьох видів: нормально розімкнуті, нормально замкнені і перемикаючі. Нормальний стан визначається при знеструмленій обмотці реле.

По числу стійких станів (положень контактів) реле підрозділяють на двопозиційні та багатопозиційні. Багатопозиційні реле характеризуються наявністю трьох і більш стійких станів.

За принципом дії електромеханічні реле підрозділяють на електромагнітні, магнітоелектричні, електродинамічні, індукційні й теплові.

Для включення і відключення потужних електродвигунів та інших приймачів електроенергії застосовують контактори й магнітні пускачі.

Контактор – електромеханічний апарат для дистанційної комутації силових електричних кіл низької напруги. Розрізняють контактори постійного й змінного струму.

Магнітний пускач – електромеханічний апарат змінного струму, призначений для дистанційного пуску, зупинення і захисту електричних установок. Магнітні пускачі можуть бути реверсивними, забезпечуючи можливість зміни напрямку обертання двигуна, і неревверсивними.

У комбінаційних пристроях електроавтоматики стан висновків залежить і миттєво змінюється при зміні вхідних сигналів. До комбінаційних приладів відносяться шифратори, дешифратори, перетворювачі кодів, суматори, комутатори й інші прилади, які широко застосовуються в промисловій електроавтоматиці.

Шифратор – це комбінаційна схема, яка, одержуючи сигнали по Т-вхідним лініям, генерує двійковий код на П-вихідних лініях.

Перетворювач кодів ставить в однозначну відповідність кожному вхідному набору (слову) вихідний набір.

Комутатор – пристрій, призначений для селективної передачі інформації (мультиплексори і демультиплексори).

Суматор – це схема, що здійснює одержання арифметичної суми двох двійкових чисел.

Лічильник – це пристрій, призначений для реалізації операції рахування сигналів (імпульсів), які надходять на їхній вхід.

Виконавчі пристрої здійснюють вплив на струм речовини або енергії, що надходить на об'єкт управління згідно з командній інформації регулюючого пристрою.

Виконавчі пристрої складаються з:

- регулюючого органа;
- виконавчого механізму;
- допоміжних елементів для управління;
- зворотного зв'язку;
- підсилення;
- сигналізації положення регулюючого органу.

Регулюючі органи безпосередньо впливають на процес зміни кількості подаваного речовини або енергії, яка подається в об'єкт управління.

Виконавчі механізми, будучи складовою частиною автоматизованої системи регулювання, призначені для переміщення регулюючого органа відповідно до команди, яку одержують від регулятора.

Електричні виконавчі механізми. В автоматичній в основному використовуються електромагнітні виконавчі механізми, основним вузлом яких є електромагніт постійного або змінного струму різних форм і конструкцій, що забезпечують його спрацювання при протіканні струму по обмотці управління.

Пневматичні виконавчі механізми призначені для роботи із пневматичними регуляторами й випускаються у двох модифікаціях: мембранні й поршневі.

Гідравлічні виконавчі механізми використовують енергію робочої рідини під тиском. Ці механізми застосовують в автоматизованих системах управління, якщо необхідні значні зусилля для переміщення регулюючого органа.