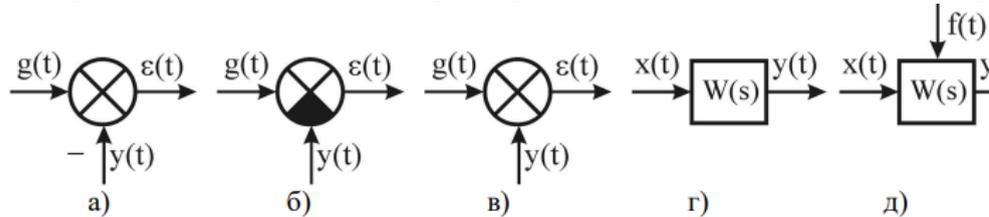


## Загальні властивості елементів автоматичних схем

Елемент автоматики - це частина пристрою автоматичної системи, яка виконує самостійні функції в якісних або кількісних перетвореннях фізичних величин.

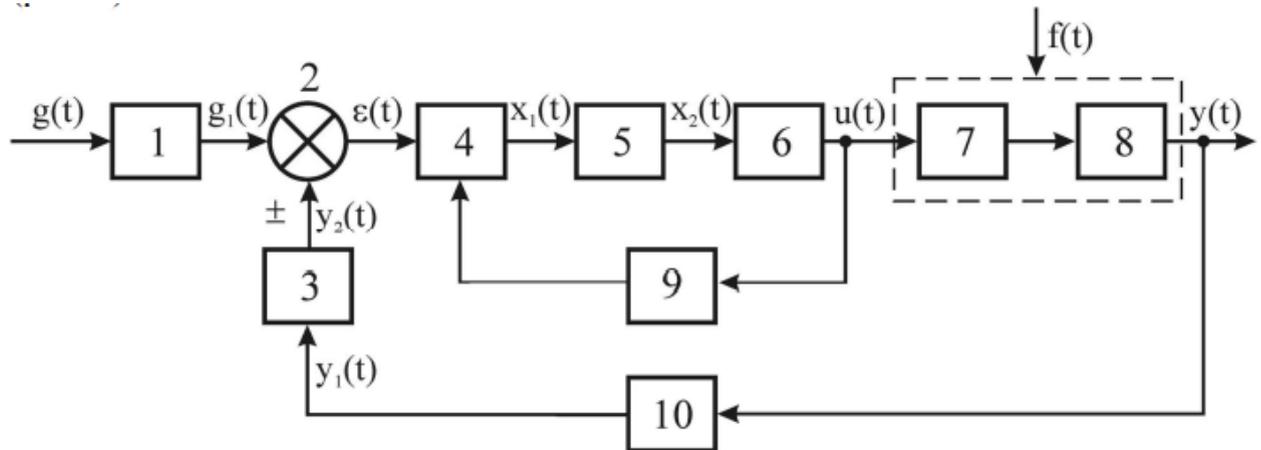
Точка автоматичної системи або пристрою, до якої прикладена якась дія, має назву входу  $x(t)$  (рис. 2 г, д), а точка, в якій спостерігаємо ефект, викликаний даною дією має назву - виходу  $y(t)$ ,  $f(t)$  має назву зовнішньої дії, тобто дії зовнішнього середовища, а під внутрішньою дією розуміється дія однієї частини автоматичної системи на іншу в системі автоматичного керування. За збурюючі дії приймають такі дії, які не передбачені алгоритмом керування. На практиці збурююча дія погіршує роботу системи автоматичного керування.



а), б) порівнюючий елемент з від'ємним зв'язком; в) порівнюючий елемент з додатним зв'язком; г) елемент автоматики без збурюючої дії; д) елемент автоматики із зовнішньою збурюючою дією  $f(t)$

Рисунок 2 – Основні елементи автоматики

Прості і складні засоби автоматики складаються із окремих пов'язаних між собою елементів, які можна представити у вигляді структурної схеми (рис. 3).



1 - задаючий елемент; 2 - порівнюючий елемент; 3 - вимірювальний (чутливий) елемент; 4 - перетворюючий елемент; 5 - підсилювальний елемент; 6 - виконавчий елемент; 7 - робочий орган; 8 - об'єкт керування; 9 - місцевий зворотний зв'язок; 10 - головний зворотний зв'язок

Рисунок 3 - Система автоматичного керування в розгорнутому виді

Представимо найбільш загальний випадок побудови систем автоматичного керування, що має максимум елементів.

Задаючий елемент (1) формує задаючу дію  $g(t)$ , яка визначає необхідне значення керованої величини, і перетворює її в однозначно відповідну величину  $g_1(t)$ , зручну для порівняння з величиною  $y_2(t)$ .

Як задаючі елементи можуть використовуватися різні кулачкові механізми, функціональні потенціометри, перфокарти, магнітні плівки, профільні діаграми та інше. Іноді задаючий елемент конструктивно об'єднується в одне ціле з вимірювальним і порівнюючим елементом.

*Порівнюючий елемент* (2) у найбільш поширеному виді вимірює різницю сигналів (помилку)  $e(t) = g_1(t) \pm y_2(t)$ . В порівнюючих елементах може відбуватися і підсумовування сигналів. Операції алгебраїчного підсумовування на схемах автоматики позначаються умовними знаками (рис. 3) "+" або "-". В якості порівнюючих елементів можуть використовуватися потенціометри, механічні диференціали і сельсині пари в трансформаторному режимі для порівняння кутових переміщень, пристрої на резисторах для порівняння і підсумовування електричних напруг, струмів та інші.

*Вимірjuвальний (чутливий) елемент* (3), вимірює дійсне значення керованої величини  $y_1(t)$  і перетворює її в однозначно відповідну величину  $y_2(t)$ , зручну для порівняння із задаючою величиною  $g_1(t)$ . Якщо чутливий елемент створює електричний або пневматичний сигнал, то він має назву первинного перетворювача.

*Перетворюючий елемент* (4) призначений для перетворення сигналів в зручний вид й іноді об'єднується в одне ціле з датчиком або іншим елементом для подальшого використання.

*Підсилювальний елемент* (5) посилює сигнал розузгодження  $x_1(t)$  до величини, достатньої для приведення в дію виконавчого елемента  $x_2(t)$ . В підсилювальному елементі відбувається збільшення сигналу за рахунок отримання енергії ззовні. В системах автоматичного керування найчастіше використовуються електричні (електронні, релейні, електромагнітні, магнітні, напівпровідникові та ін.), гідравлічні та пневматичні підсилювачі. Останні мають високий коефіцієнт підсилення по потужності і виконують одночасно роль виконавчих елементів (серводвигунів, сервомеханізмів).

*Виконавчий елемент* (6) виробляє і подає на регулюючий орган об'єкту керування керуючу дію  $u(t)$ . По виду використовуваної енергії виконавчі елементи поділяють на електричні (електродвигуни постійного і змінного струму, однооборотні і багатооборотні електричні виконавчі механізми та інші), гідравлічні і пневматичні (серводвигуни, що характеризуються великим підсиленням, швидкодією і високою точністю).

*Об'єкти керування* (8) - це різноманітні технічні пристрої, енергетичні і силові установки, транспортні засоби, окремі механізми пристроїв та інше.

*Коригуючі елементи* (9) або місцевий зворотний зв'язок - це спеціальні пристрої, що вводяться в систему для покращення якості керування.

*Головний зворотний зв'язок* (10) - це зв'язок між виходом системи і входом, що створює замкнутий контур керування. 9

На об'єкт керування крім керуючої входної дії  $u(t)$  впливають і різні зовнішні збурюючі дії  $f(t)$ , або збурення (рис. 3), що викликають зміну керованої або регульованої величини  $y(t)$  (вихідна величина).

Збурюючі і задаючі дії поділяються на зовнішні і внутрішні. Зовнішні - це дії на автоматичну систему зовнішнього середовища або пристрою, що не є частиною цієї системи. Внутрішні - це впливи однієї частини системи на іншу.

Для боротьби зі збуреннями об'єкт забезпечується регулюючим органом (7), впливаючи на який вручну або автоматично, можна змінювати керовану величину, компенсуючи небажані зміни, викликані впливом збурень.

*Автоматичний керуючий пристрій* - пристрій, що здійснює дію на керований об'єкт відповідно до алгоритму керування.

*Автоматична система* - сукупність об'єкту керування і керуючого пристрою (рис. 1), які взаємодіють між собою для досягнення заданої мети керування.

*Алгоритм керування* - це сукупність приписів, що визначають характер керованих дій на об'єкт з метою здійснення ним заданого алгоритму функціонування з урахуванням динамічних властивостей системи.

*Алгоритм функціонування* - це сукупність правил, приписів або математичних залежностей, що визначають правильне виконання технологічного процесу в будь-якому пристрої. Він складається на підставі технологічних, економічних і інших вимог без урахування динамічних спотворень.

*Амплітудна частотна характеристика (АЧХ)* - графік, що характеризує посилення або послаблення вхідних гармонійних сигналів різної фіксованої частоти в сталому режимі.

*Астатична автоматична система* - система, в якій при постійній задаючій або збурюючій дії встановлюється нульова помилка, незалежна від величини цієї дії.

*Безперервні автоматичні системи* - системи, в яких в усіх елементах керуючого пристрою вхідні і вихідні сигнали є безперервними функціями часу.

*Безперервні лінійні автоматичні системи* - безперервні автоматичні системи, процеси в яких описуються лінійними законами (лінійними диференціальними рівняннями).

*Безперервні стаціонарні автоматичні системи* - безперервні системи з постійними в часі конструктивними параметрами. Дія - будь-який чинник, що призводить до зміни стану об'єкта керування або будь-якого елемента пристрою (сила, момент, напруга і таке інше), що управляє.

Дискримінатор автоматичної системи – пристрій, призначений для виявлення розузгодження сигналів в системі (вимірник розузгодження).

Дискримінаційна характеристика автоматичної системи – залежність математичного очікування вихідної напруги дискримінатору від помилки стеження при постійних значеннях амплітуди вхідного сигналу і спектральної щільності вхідного шуму.

Запас стійкості автоматичної системи по амплітуді – величина АЧХ (ЛЧХ) у відносних одиницях (дБ), яка показує на скільки треба змінити коефіцієнт передачі системи при незмінних фазових співвідношеннях, щоб привести її до межі стійкості.

Запас стійкості автоматичної системи по фазі – величина кута різниці фаз в градусах, яка показує на скільки повинно зрости негативне зрушення по фазі (запізнювання по фазі) в системі на частоті зрізу при незмінному значенні коефіцієнта передачі, щоб система виявилася на межі області стійкості (вихідний і вхідний сигнали знаходилися б у протифазі).

Керованим об'єктом називають пристрій, який безпосередньо здійснює технологічний процес, що потребує чинення спеціально організованих дій ззовні для виконання його алгоритму.

Критерії стійкості автоматичної системи – математично сформульовані правила, що дозволяють досліджувати стійкість системи без обчислення коренів характеристичного рівняння.

Логарифмічна амплітудна характеристика (ЛАХ) – представлення АЧХ в логарифмічному масштабі.

Мінімальна - фазова автоматична система - система, усі нулі й полюси якої мають негативні або рівні нулю речові частини.

Модель автоматичної системи – математичне (графічне) представлення процесів, що протікають в системі.

Нуль автоматичної системи – корінь характеристичного рівняння, представленого прирівняним до нуля чисельником передаточної функції розімкненої системи.

Передаточна функція автоматичної системи – відношення зображень по Лапласу вихідної величини автоматичної системи до вхідної за нульовими початковими умовами.

Передаточна частотна функція автоматичної системи (амплітудо – фазо-частотна характеристика (АФЧХ), комплексний коефіцієнт передачі) – функція, що визначає реакцію системи на гармонійні дії при нульових початкових умовах.

Перерегулювання – відношення максимального відхилення керованої величини від сталого значення, до цього сталого значення, вираженого у відсотках.

Перехідна імпульсна або вагова функція автоматичної системи – функція  $w(t)$ , що визначає реакцію системи на одиничну імпульсну дію  $d(t)$  за нульовими початковими умовами.

Перехідна функція (характеристика) автоматичної системи - функція  $h(t)$  (її графічне представлення), що визначає реакцію системи на одиничну стрибкоподібну дію  $l(t)$  за нульовими початковими умовами.

Полюс автоматичної системи – корінь характеристичного рівняння, представленого прирівняним до нуля знаменником передаточної функції розімкненої системи.

Порядок астатизму автоматичної системи – параметр автоматичної системи, що характеризує її властивості як астатичної системи, і визначений структурною схемою автоматичної системи. При ступінчастому вхідному сигналі порядок астатизму замкненої автоматичної системи дорівнює числу інтегруючих ланок у відповідному колі зворотного зв'язку.

Принцип розімкненого керування – така організація керування, коли відсутній зв'язок між виходом об'єкту керування і керуючим пристроєм.

Принцип замкнутого керування – така організація керування, коли керуючий пристрій пов'язаний з виходом об'єкту керування (негативний або позитивний зворотний зв'язок).

Програмне керування – це алгоритм функціонування, при якому вихідна величина об'єкту змінюється за заздалегідь заданою програмою. Розрізняють системи з часовим і просторовим програмним керуванням ("штучний світанок", системи з програмним керуванням).

Речова частотна характеристика (РЧХ) – проекція амплітудно-фазової характеристики системи на речову вісь в прямокутній системі координат на комплексній площині.

Синтез автоматичної системи – визначення структури і параметрів системи за заданими вимогами до якості процесу керування.

Система автоматичного керування (САК) – це система, що виконує деяку мету за допомогою переробки і перетворення доступної інформації про внутрішні і зовнішні умови своєї роботи у вектор  $\vec{z}$  і забезпечує необхідний функціональний зв'язок між вектором  $\vec{z}$  і вектором стану  $\vec{x}$ .

Система автоматичного регулювання (САР) – це система, що служить для забезпечення необхідного функціонального зв'язку між векторами  $\vec{z}$  і  $\vec{x}$  за допомогою їх порівняння. Згідно з цим, САР розглядається як складова частина більш широкого поняття САК.

Спектральна характеристика автоматичної системи (флуктуаційна) – залежність спектральної щільності вихідного сигналу від помилки стеження (при фіксованих значеннях амплітуди вхідного сигналу і спектральної щільності вхідного шуму).

Статична автоматична система – система, в якій при постійній задаючій або збурюючій дії встановлюється помилка, незалежна від величини цієї дії.

Стійкість автоматичної системи – властивість системи забезпечити скільки завгодно мале відхилення збуреного руху при досить малих початкових збуреннях за кінцевий відрізок часу.

Структурно-динамічна схема автоматичної системи (СДС) - умовне графічне зображення системи, що показує з яких динамічних ланок вона складається, і як ці ланки з'єднані між собою.

Типові дії автоматичної системи – дії, що відбивають найбільш суттєві сторони реальних вхідних сигналів і математично описувані порівняно простими функціями часу.

Типові динамічні ланки – елементарні ланки, що описуються звичайними лінійними алгебраїчними рівняннями або диференціальними рівняннями зв'язку не вище другого порядку з позитивними постійними коефіцієнтами.

Тотожне структурне перетворення - перестановка елементів структурно-динамічної схеми автоматичної системи, що забезпечує отримання одноконтурної схеми, яка еквівалентна початковій багатоконтурній (усі вхідні і вихідні величини початкової і перетвореної ділянок схеми залишаються незмінними).

Уявна частотна характеристика (УЧХ) - проекція амплітудно-фазової характеристики системи на уявну вісь в прямокутній системі координат на комплексній площині.

Фазова частотна характеристика (ФЧХ) - графік, що характеризує зрушення по фазі гармонійних вихідних сигналів відносно вхідних різної фіксованої частоти в сталому режимі.

Характеристичне рівняння системи - рівняння, що отримується прирівнюванням до нуля чисельника або знаменника передаточної функції системи (характеристичного багаточлена диференціального рівняння). Відповідно, виходить характеристичне рівняння розімкненої або замкнутої системи.

Частота зрізу - частота коливань вхідного гармонійного сигналу, при якій АЧХ системи дорівнює одиниці (точка переходу ЛЧХ через вісь частот).

Частота сполучення - частота, на якій відбувається сполучення низькочастотної і високочастотної асимптотичних складових ЛАХ.

Час регулювання - час, за який перехідний процес практично закінчується.

Число коливань за час регулювання - кількість коливань керованої величини за час перехідного процесу біля її значення, що встановилося.

Якість автоматичної системи - характеристика поведінки системи в сталому стані і перехідному процесі при певному виді зовнішніх дій.