

Елементи автоматики

1. Порівнювальні елементи
2. Перетворювальні елементи
3. Виконавчі елементи

1. Порівнювальні елементи

У системах автоматики порівнювальні елементи (нуль-органи) виконують функції органу, який автоматично порівнює фактичне на певний момент часу значення вихідного параметра керованого (регульованого) процесу $y(t)$ із заданим потрібним його значенням $x(t)$. На виході порівнювального елемента виробляється сигнал неузгодженості $\Delta = x(t) \pm y(t)$, який діє на систему доти, поки величини x і y не зрівняються. Зазвичай, порівнювальні елементи об'єднуються з вимірювальними пристроями, які безперервно вимірюють фактичне значення вихідних параметрів об'єкта керування (регулювання).

Прикладом вимірювальної схеми, у якій величина вимірюваного параметра автоматично порівнюється із заданим значенням і також автоматично виробляється сигнал неузгодження, може бути схема автоматичного електро-механічного рівноважного моста (рис. 2.15). Струм, який з'являється при розбалансуванні моста в

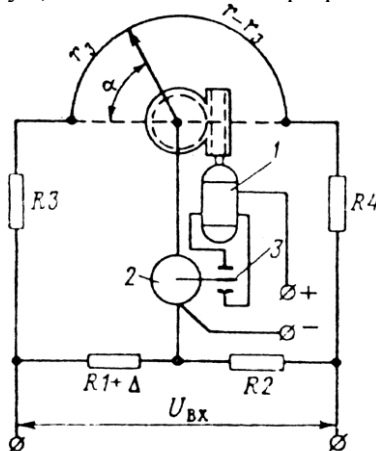


Рис. 2.15. Схема автоматичного рівноважного моста:
1 – реверсивний електродвигун; 2 – нуль-орган; 3 – контакти живлення електродвигуна

його діагоналі, проходить через орган порівняння 2 (нуль-орган). Таким органом може бути, наприклад, поляризоване реле. Нуль-орган, залежно від напрямку струму, через верхні або нижні контакти 3 вмикає ліве або праве обертання реверсивного електродвигуна 1, який переміщує у відповідному напрямку повзун реохорда до відновлення рівноваги.

2. Перетворювальні елементи

З прикладу розглянутого на лекції автоматичного регулятора температури видно, що в автоматичних системах вихідні параметри (сигнали) сприймального елемента (датчика) або іншого елемента попередньої ланки системи не завжди можуть відповідати параметрам, необхідним для приведення в дію елементів наступної ланки. Для перетворення сигналів в автоматичних системах використовуються різні перетворювальні елементи і пристрої – параметричні і генераторні датчики, підсилювачі, вимірювальні схеми, розрахунково-вирішувальні пристрої та ін.

Підсилювачі – це перетворювальні елементи, призначені для збільшення (підсилення) слабких вихідних сигналів елемента попередньої ланки до рівня, необхідного для його подальшої обробки і підсилення малопотужного керуючого сигналу до потужності, необхідної для приведення в дію виконавчого органу системи. Підсилення потужності сигналу відбувається за рахунок енергії допоміжного джерела живлення.

Залежно від виду використовуваної енергії підсилювачі ділять на електричні, гідравлічні, пневматичні та комбіновані.

До групи електричних підсилювачів входять електронні, лампові, тиратронні, напівпровідникові, магнітні та електромашинні.

Основними характеристиками підсилювачів є:

- коефіцієнт підсилення;
- потужність, що споживається від допоміжного джерела енергії;
- вихідна потужність;
- коефіцієнт корисної дії (ККД);
- швидкодія;

– значення сталої часу (інерційність).

Коефіцієнт підсилення, наприклад для електричних підсилювачів, показує, у скільки разів потужність, струм чи напруга на виході підсилювача більші від їх величини на вході. У зв'язку з цим розрізняють коефіцієнт підсилення за потужністю k_P , за струмом k_I та за напругою k_U :

$$k_P = P_{\text{вих}}/P_{\text{вх}}; k_I = I_{\text{вих}}/I_{\text{вх}}; k_U = U_{\text{вих}}/U_{\text{вх}}.$$

Величина коефіцієнта підсилення за потужністю для різного типу підсилювачів, які використовуються в системах керування, лежить у межах від 10 до 10^7 , а вихідна потужність від часток вату до сотень кіловат. При потужності до 100 Вт зазвичай використовують електронні підсилювачі, а при великій потрібній вихідній потужності – гідравлічні, пневматичні, магнітні та електромашинні підсилювачі.

Важливою характеристикою підсилювачів є інертність. Практично безінерційними можна вважати електронні підсилювачі, значення сталої часу яких становить $10^{-6} \dots 10^{-10}$ с.

Через те, що в автоматичних системах сигнал датчика на шляху до виконавчого елемента може потребувати неодноразового перетворення і підсилення в сотні тисяч разів, підсилення може проходити в декілька етапів. У цих випадках підсилювачі часто будують багатокаскадними з декількох послідовно з'єднаних підсилювачів.

За характером роботи підсилювачі поділяються на підсилювачі плавної дії (пропорціональні) і підсилювачі східчастої дії (релейного типу).

Підсилювачі плавної дії характеризуються тим, що при плавній, поступовій зміні величини підведеного до них сигналу плавно і поступово змінюється величина вихідного підсиленого сигналу.

Підсилювачі східчастої дії не мають будь-якої визначеної функціональної залежності між величиною вхідного і вихідного сигналів. Вони спрацьовують тільки в момент досягнення вхідним сигналом певної величини. При цьому величина вихідного сигналу змінюється стрибкоподібно.

Практично будь-який підсилювач може працювати в релейному режимі. Найбільш поширеним типом підсилювачів східчастої дії є електромагнітні контактні реле. У загальному випадку елект-

ромагнітне контактне реле являє собою проміжний елемент, який приводить в дію один або декілька керованих електричних кіл при дії на їх обмотку електричних сигналів від керуючого кола. Типова схема вмикання реле в коло системи керування автоматичного при-строю і його характеристика показані на рис. 2.16.

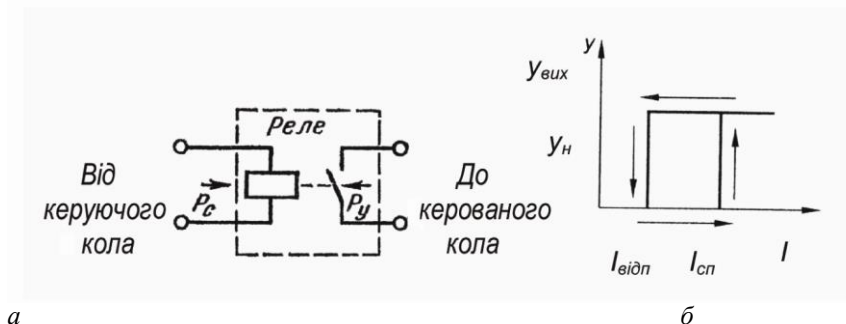


Рис. 2.16. Схема вмикання (а) і характеристика (б)

електромагнітного контактного реле

При збільшенні величини струму в котушці реле (струм керуючого кола) від 0 до $I_{сп}$ (струм, при якому реле спрацьовує) реле спрацьовує і замикає контакти в керованому колі. У момент замикавання контактів величина вихідного сигналу $u_{вих}$ стрибкоподібно зростає від 0 до u_H . Подальше збільшення величини струму в колі керування не викликає збільшення вихідного сигналу. При зменшенні струму кола керування від $I_{сп}$ до $I_{відп}$ (струм, при якому реле відпускає) реле розмикає контакти і величина вихідного сигналу знову стрибкоподібно зменшується від u_H до 0. Оскільки струм спрацювання, як правило, більший за струм відпускання, характеристика має вигляд петлі гістерезису.

Потужність у колі керування може бути значно меншою від потужності в керованому колі (коло навантаження), тому можна говорити про електромагнітне реле як про підсилювач потужності.

Вимірювальні схеми здійснюють підсилення і перетворення сигналів сприймального елемента шляхом включення його як ланки в спеціальну схему.

Найбільш поширеними є три види вимірювальних схем: мостові, компенсаційні та диференційні.

Розрахунково-вирішувальні пристрої (або обчислювальні системи) у системах автоматичного керування виконують функції перетворювачів, які шляхом автоматично виконуваних дій перетворюють вхідні координати в кінцеві рішення.

За характером виконуваних дій розрахунково-вирішувальні пристрої поділяються на цифрові (дискретної дії), моделюючі або аналогові (безперервної дії). Залежно від виду фізичних явищ, за допомогою яких моделюються обчислювальні операції, розрахунково-вирішувальні пристрої можуть бути механічними, електромеханічними, електронними, гідравлічними і т.ін.

3. Виконавчі елементи

Виконавчі елементи, як правило, є кінцевою ланкою автоматичної системи і призначені для безпосередньої дії або дії через узгоджувальний орган на робочі органи об'єкта керування (регулювання). Наприклад, електродвигун (виконавчий елемент) через редуктор коробки передач (узгоджувальний орган) приводить у дію супорт верстата з закріпленням на ньому інструментом (робочий орган). Часто виконавчі елементи одночасно виконують функції перетворювачів, оскільки вони перетворюють одержану ними від попередніх ланок енергію у вид, зручний для дії на об'єкт керування (регулювання).

Як і інші елементи автоматичних систем, виконавчі елементи, залежно від виду енергії, яка ними використовується, поділяються на електричні, гідравлічні, пневматичні та комбіновані.

Електричні виконавчі елементи. До електричних виконавчих елементів належать електромагнітні реле, електромагнітні муфти, електромагнітні контактори і клапани, електродвигуни постійного та змінного струму, крокові (імпульсні) електродвигуни та інші електричні пристрої, які перетворюють енергію електричного струму в енергію механічного руху.

Основним елементом електромагнітних виконавчих пристроїв є електромагніт, який приводить у дію (переміщує) робочий орган (засувку, клапан, вентиль, диски електромагнітних муфт і т.ін.). За характером руху якоря електромагніти можуть бути з лінійним (поступальним) рухом якоря і з поворотним якорем. Із силових електричних

виконавчих елементів електромагніти є найбільш простими, швидкодійними і надійними. Основним їх недоліком є порівняно невеликі зусилля і потужність, які розвиваються ними, і дискретний, дворівневий характер роботи (можливими є тільки два положення якоря).

Широкого використання в ролі виконавчих елементів набули різного роду електричні двигуни.

Електродвигуни постійного струму відрізняються великим крутним моментом при порівняно невеликих габаритах, значним діапазоном варіації частоти обертання, великим крутним моментом при пуску, що забезпечує високу швидкодію приводу, мають високий ККД (до 90%). Недоліками цих двигунів є механічне і електроерозійне зношування щіток і колектора, як наслідок, невисока надійність та довговічність, велика маса та інертність якоря, що знижує швидкодію, випромінювання електромагнітних перешкод унаслідок іскрового розряду між колектором і щітками, що ускладнює роботу електронної апаратури.

Електродвигуни змінного струму порівняно з двигунами постійного струму більш надійні та довговічні, менш інерційні, не створюють перешкод для роботи електронної апаратури. Але при інших рівних умовах вони поступаються двигунам постійного струму за масою і габаритними розмірами, ККД, величиною пускового моменту і швидкодією. У системах автоматичного керування найбільш застосовні асинхронні електродвигуни змінного струму. Синхронні електродвигуни використовуються в тих випадках, коли потрібно підтримувати постійну частоту обертання.

Особливий вид являють собою електричні крокові (імпульсні) двигуни. За допомогою цих двигунів послідовний ряд електричних керуючих імпульсів перетворюється у фіксований кут повороту або фіксоване лінійне переміщення робочого органу.

Принцип роботи крокового двигуна (КД) можна розглянути на прикладі трисекційного КД (рис. 2.17). Як і будь-який електричний двигун, КД складається з ротора і статора. На внутрішній поверхні статора розташовані три ряди (секції) полюсів (електромагніти статора). Ротор має таку ж кількість рядів полюсів. Полюси секцій статора суміщені, а кожен ряд полюсів ротора зміщений відносно другого на кут, відповідний $1/3$ кроку полюсів так, що коли полюси статора і ротора першої секції збігаються, то полюси ротора другої секції будуть зміщені відносно полюсів статора на $1/3$,

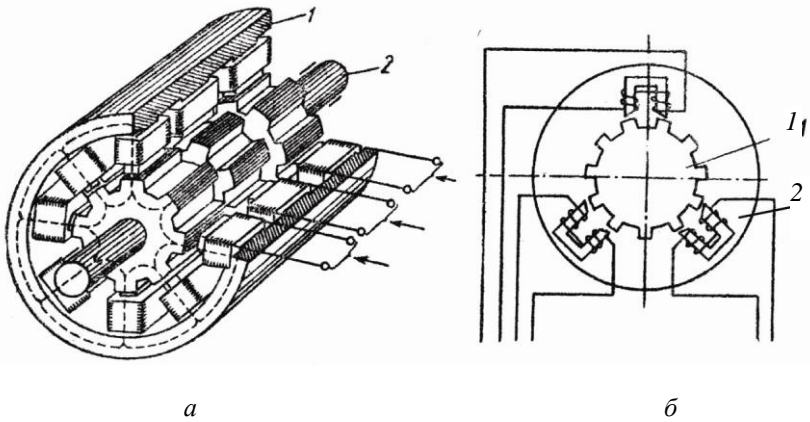


Рис. 2.17. Електричний кроковий двигун:
a – загальний вигляд у розрізі;
1 – статор; *2* – ротор; *б* – схема :

1 – ротор; *2* – обмотки полюса статора

а полюси ротора третьої секції на $2/3$ кроку. При подачі імпульсу струму на обмотку статора однієї з секцій полюси ротора цієї секції будуть намагатися зайняти положення найбільшої провідності магнітного потоку в магнітному колі статор-ротор, що викликає поворот вала КД. Кут повороту в градусах визначається кількістю полюсів N :

$$\Delta\varphi = 360 / 3N.$$

При подачі імпульсу на наступну обмотку вал КД повернеться ще на кут $\Delta\varphi$ і т.д. Частота подачі електричних імпульсів і відповідних їм крокових переміщень визначає швидкість руху, а кількість імпульсів і крокових переміщень – величину шляху переміщення робочого органу.

Гідравлічні та пневматичні виконавчі елементи. Виконавчі елементи цієї групи в ролі джерела енергії для перетворення в енергію механічного руху використовують енергію рідини під тиском або енергію стисненого повітря. За цим принципом працюють відповідно гідравлічні та пневматичні двигуни.

Гідравлічні двигуни за видом руху поділяються на двигуни

зі зворотно-поступальним рухом (поршневі та мембранні) і двигуни обертового руху або гідромотори, до яких належать лопатеві, ротаційні та аксіально-поршневі гідродвигуни. Завдяки створенню високого тиску рідини гідродвигуни дозволяють розвивати на виході великі зусилля і потужність. Вони забезпечують плавне безступеневе регулювання швидкості руху і дозволяють безпосередньо передавати рух робочому органу технологічного обладнання.

Із пневматичних виконавчих механізмів найбільш поширеними є пневматичні поршневі двигуни. За принципом дії вони подібні до гідравлічних поршневих двигунів.

Пневматичні виконавчі механізми внаслідок малих в'язкості і питомої ваги газу порівняно з мастилом менш інерційні, але через відносно невеликий тиск газу не розвивають великих зусиль. Крім того, через велику здатність газу до стиснення пневмомеханізми не здатні точно відтворювати заданий закон руху, особливо при великих робочих зусиллях і значних прискореннях.

