

ПРОГРАМА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
з дисципліни:
«Електричні машини і автоматизований привод»

Розділ I Електричні машини постійного струму

1. Комутація в машинах постійного струму (2години)
2. Розрахунок параметрів двигуна постійного струму (4години)

Розділ II Трансформатори

3. Трифазний трансформатор. (4години)

Розділ III Асинхронні машини

4. Робочі характеристики АД. Втрати і ККД асинхронних машин (2години)
5. Включення трифазних АД в однофазну мережу (2години)

Розділ IV Синхронні машини

6. Збудження синхронних машин. Втрати і ККД синхронних машин (2години)
7. Пускові властивості синхронного двигуна (2години)

Розділ V Апаратура управління електроприводами

8. Апаратура захисту та сигналізації (2години)

Розділ VI Електропривод постійного струму

9. Типові схеми управління гальмуванням двигунів. Управління у функції часу та е.р.с. (3години)
10. Схема тиристорного управління двигуна постійного струму (2години)

Розділ VII Електропривод змінного струму

11. Схема управління пуском у функції струму та динамічне гальмування у функції швидкості (2години)
12. Типові вузли і схеми управління ЕП з синхронними двигунами (2години)

Розділ VIII Замкнуті системи управління електричними приводами

13. Поняття про прямі і зворотні зв'язки. Класифікація зв'язків (2години)
14. Схема з частотним управлінням (2години)

Розділ IX Електропривод з кроковим двигуном

15. Блок-схема цифрового позиційного замкнутого крокового приводу (2години)

Розділ X Цифрові та програмні системи управління ЕП

16. Електропривод з програмним управлінням (2години)

Всього на самостійне вивчення 37 годин

Методичне забезпечення самостійної роботи

Розділ I ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Тема: Комутація в машинах постійного струму

Література:

Л-1 § 6.9, Л-4 § 10.3.2

Л-5 § 10.6

Методичні вказівки

Приступаючи до вивчення даної теми, здобувач освіти повинен звернути увагу на явища комутації, які відбуваються в машинах постійного струму.

При обертанні якоря щітки машини при переході з однієї колекторної частини на іншу замикають на короткий проміжок часу секції, з'єднані з цими колекторними пластинами. При цьому відбувається процес перемикання цих секцій з однієї паралельної вітки обмотки якоря в іншу.

Процес перемикання секцій з однієї паралельної вітки в іншу і всі явища, що виникають в короткозамкнених секціях при цьому, називаються комутацією.

Робота двигуна постійного струму супроводжується іскрінням між колектором та щітками. Якщо іскріння доволі інтенсивне, то це визиває підгоряння пластин колектора і щіток: експлуатація двигуна при інтенсивному іскрінні створює пожежонебезпечність.

Причини, які визивають іскріння поділяють на механічні і електромагнітні.

До *механічних* причин відносять: недостатнє притискання щіток до колектору, забруджена поверхня колектора, надмірний знос колектора, що визиває виступ міканітових прокладок над мідними пластинами, нещільне закріплення щіткотримачів. При таких неполадках порушується контакт між колектором і щітками, що й визиває іскріння.

Електромагнітні причини визивають іскріння на колекторі внаслідок фізичних явищ, які відбуваються в обмотках якоря двигуна при зміні напрямку струму в секціях обмотки якоря.

При обертанні якоря колекторні пластини по чергово вступають в контакт зі щітками. Перехід щітки з однієї пластини колектора на другу супроводжується зміною напрямку струму в деяких секціях обмотки якоря від $+I_a$ до $-I_a$. Ці секції називаються комутуючими. Так як зміна напрямку струму в комутуючих секціях протікає дуже швидко, то в секціях наводяться ЕРС, дія яких призводить до іскріння на колекторі.

При зміні струму в короткозамкненій секції відбувається зміна магнітного потоку навколо проводів секції, внаслідок цього у витках цієї секції індукується ЕРС самоіндукції, а при зміні струму і магнітного потоку в сусідніх витках у ній

індукується ЕРС взаємної індукції, якщо ширина щітки більша від ширини колекторної пластини.

Результуючу ЕРС самоіндукції і взаємоіндукції називають реактивною ЕРС і позначають через e_p .

Оскільки струм і змінюється за рівнянням прямої лінії, то таку комутацію називають прямолінійною. Густина струму під щітками в прямолінійній комутації скрізь однакова, іскріння під щітками не спостерігається.

Якщо сума ЕРС у короткозамкненій секції не дорівнює нулю, то комутація буде криволінійною.

Найкращою комутацією вважається прямолінійна, при якій струм $I_{доd}$ дорівнює нулю.

Оскільки величина додаткового струму $I_{доd}$ залежить від величини ЕРС у комутуючій секції і від опору перехідного контакту між щіткою і колекторними пластинами, то поліпшувати комутацію можна збільшувати опір щіток або зменшувати ЕРС у комутуючій секції до нуля. Для поліпшення комутації намагаються зменшити суму ЕРС до нуля.

В двигунах постійного струму потужністю до 600 Вт процес комутації не супроводжується значним іскрінням, тому спеціальних мір для покращення комутації в таких двигунах не використовують. В двигунах більшої потужності (до 1 кВт) для покращення комутації щітки зсувають з геометричною нейтраллю по напрямку, назустріч обертанню якоря на кут, при якому іскріння мінімальне. Такий спосіб не використовується для реверсивних двигунів, які працюють зі зміною напрямку обертання. В двигунах потужністю 1 кВт і більше для покращення комутації застосовують додаткові полюси, які розташовані між головними полюсами. Обмотку додаткових полюсів включають послідовно з обмоткою якоря, що забезпечує задовільну комутацію в широкому діапазоні навантаження двигуна.

Запитання для самоперевірки

1. Причини, що визивають іскріння?
2. Які секції називають комутуючими?
3. Як можна поліпшити комутацію зсувом щіток з фізичної нейтралі?
4. Для чого призначені додаткові полюси?
5. Як вмикають додаткові полюси?

Після вивченні даної теми здобувач освіти повинен:

1. Скласти конспект;
2. Дати відповіді на запитання.

Знати:

1. Визначення поняття «комутація»;
2. Причини, які визивають іскріння в двигунах постійного струму;
3. Призначення додаткових полюсів;
4. В двигунах якої потужності можна покращити процес комутації?

Тема: **Розрахунок параметрів двигуна постійного струму**

Методичні вказівки

Згідно варіанту (за списком здобувач освіти в навчальному журналі) виконати індивідуальне завдання з розрахунку параметрів двигуна постійного струму з паралельним збудженням.

Виконуючи завдання здобувач освіти повинен:

1. Накреслити схему двигуна постійного струму з паралельним збудженням, показати напрямки струмів (збудження, навантаження, якоря)

2. Виконати розрахунки, використовуючи такі формули:

2.1. Визначити:

- потужність, яку споживає двигун з мережі - $P_1 = \frac{P_n}{\eta}$, Вт;

- струм, який споживає двигун з мережі - $I = \frac{P_1}{U_n}$, А;

- струм обмотки збудження - $I_z = \frac{U_n}{R_z}$, А;

- струму обмотки якоря $I_a = I_n - I_z$, А; (отримано з рівняння 1-го закону Кірхгофа, $I_n = I_a + I_z$);

- сумарні втрати двигуна - $\Sigma = P_1 - P_n$, Вт;

- втрати в обмотці збудження - $P_z = U_n \times I_z$, Вт;

- втрати в обмотці якоря - $P_a = I_a^2 R_a$, Вт;

- втрати холостого ходу - $P_o = \Sigma P - P_a - P_z$, Вт;

- струм обмотки якоря при холостому ході - $I_{ao} = \frac{P_o}{U_n}$, А;

- ЕРС, що наводиться в обмотці якоря - $E = U_n - I_a \times R_a$, В;

- опір пускового реостату -

$$R_{пп} = \frac{U_n}{I_{адод}} - R_a, \text{ Ом};$$

де: $I_{адод} = 3 \times I_a$;

- номінальну кутову частоту обертання - $\omega_n = \frac{2\pi \times n_n}{60} = \frac{n_n}{9.55}$, рад/с;

- номінальний обертальний момент - $M_n = \frac{P_n}{\omega_n}$, Нм;

3. По номінальним даним двигуна та розрахунковим побудувати природну та штучну механічні характеристики.

Ці характеристики представляють собою прямі лінії, тому їх будують за двома точками.

Координати точок для побудови природної механічної характеристики:

- точка «а» - режим холостого ходу: $M=0$, $n=n_0$;
- точка «б» - номінальний режим: $M=M_n$, $n=n_n$;

Частота обертання ідеального холостого ходу двигуна n_0 , об/хв. визначається за формулою:

$$n_0 = n_n \times \frac{U_n}{U_n - I_n R_a}$$

Частота обертання двигуна n'_n , об/хв. на штучній характеристиці при номінальному моменті $M=M_n$ може бути визначена при будь-якому додатковому опорі в колі якоря з наступного виразу:

$$n'_n = n_n \frac{U_n - I_n(R_a + R_d)}{U_n - I_n R_a}, \quad \text{де: } R_d = 4 R_a$$

Штучну механічну характеристику будують за двома точками:

- точка «а» - $M=0$, $n=n_0$;
- точка «с» - $M=M_n$, $n=n'_n$.

Розділ II ТРАНСФОРМАТОРИ

Тема: **Трифазний трансформатор. (4 години)**

Л і т е р а т у р а:

Л-1 § 2.21 Л-3 § 9.13
Л-4 § 8.5 Л-5 § 7.5

Методичні вказівки

Трифазний трансформатор, утворений з трьох однофазних, називається **груповим**, які з'єднані в **трансформаторну групу**.

Групові трансформатори дорожчі, займають більше місця, мають нижчий к. к. д., але їх застосовують при великих потужностях, оскільки трансформатор, складений з трьох однофазних, зручніший для перевезень, резерв коштує дешевше (для резерву досить мати одну фазу трансформатора).

У груповому трансформаторі струми холостого ходу і магнітні потоки в усіх фазах однакові, а в три стержньовому намагнічувальні струми крайніх фаз більші, ніж у середній фазі, оскільки опір ділянки магнітного кола для магнітних потоків, створюваних обмотками крайніх фаз, більший, ніж для середньої. Ця несиметрія незначна і істотного значення не має, бо вже при невеликому навантаженні вона згладжується.

Але частіше використовують трифазні трансформатори, які складаються з трьох стержневого магнітопроводу, на кожному стержні якого розташовують первинну та вторинну обмотки однієї фази.

У вітчизняних трансформаторах обмотки з'єднують у зірку, трикутник і зигзаг, при якому кожен фазу вторинної обмотки ділять пополам і розміщують на двох різних стержнях. При з'єднанні обмоток у зигзаг згладжується несиметрія намагнічувальних струмів, але проводу витрачається більше.

При вивченні даної теми, потрібно знати, що трифазні трансформатори нічим не відрізняються від однофазних, хоча вони можуть виконуватися на одному тристержневому осерді. Також вивчаючи тему, зверніть увагу на переваги та недоліки трифазних трансформаторів в три стержневому та груповому виконанні.

Поняття про групові з'єднання обмоток трансформаторів має велике практичне значення. Група з'єднань визначає кутове зміщення низької напруги по відношенню до високої напруги. Група трансформатора залежить від факторів:

- напрямлення намотки обмотки;
- маркування зажимів обмоток;
- способів з'єднання обмоток.

При вивченні особливостей холостого ходу трифазних трансформаторів потрібно з'ясувати ті обставини, що при з'єднанні обох обмоток у зірку, третя гармонійна складова намагнічуючого струму рівна нулю, так як в усіх фазах співпадає по часу.

При з'єднанні однієї обмотки в трикутник третя гармонійна має замкнуте коло і забезпечує синусоїдальну форму кривої магнітного потоку і ЕРС. З цієї точки зору бажано з'єднання однієї з обмоток трансформатора трикутником.

При розгляді несиметричного навантаження потрібно звернути увагу на шлях потоків нульової послідовності в три стержневих і групових трансформаторах і розібратися в тому, як при з'єднанні однієї з обмоток трикутником первинні і вторинні магнітні сили нульової послідовності взаємно урівноважуються, що й забезпечує в цьому рівність діючих значень всіх трьох лінійних ЕРС.

При вивченні втрат, що виникають у трансформаторах потрібно знати, що в процесі роботи трансформатора при навантаженні частина активної потужності, що поступає в первинну обмотку з мережі, розсіюється в трансформаторі на покриття втрат.

В трансформаторі є два типи втрат: магнітні і електричні.

Магнітні втрати P_m виникають в сталевому магнітопроводі і складаються з втрат на гістерезис і вихрові струми:

$$P_m = P_{\Sigma} + P_{в.с.}$$

Електричні втрати – втрати в обмотках трансформатора, що визвано нагрівом обмоток струмами, які проходять по ним.

$$P_e = P_{e1} + P_{e2}$$

Коефіцієнт корисної дії (ККД) представляє собою відношення активних потужностей на його виході P_2 та на його вході P_1

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{(P_1 + P_m + P_e)}$$

Номінальне значення ККД тим вище, чим більша номінальна потужність трансформатора. У більш потужних трансформаторах ККД може досягати 0,98 – 0,99.

Запитання для самоперевірки

1. Назвіть переваги та недоліки групових та тристержневих трансформаторів.
2. Які групи з'єднань можливі при однакових схемах з'єднання первинної та вторинної обмоток і які – при різних?
3. Які переваги дає з'єднання однієї з обмоток трикутником?
4. Пояснити, які бувають втрати в трансформаторах і від чого вони залежать?
5. Як визначити коефіцієнт корисної дії?

Після вивченні даної теми здобувач освіти повинен:

1. Скласти конспект;
2. Дати відповіді на запитання.

Знати:

1. Переваги та недоліки групових та три стержневих трансформаторів.
2. Яки виникають втрати в трансформаторах?
3. Визначення коефіцієнта корисної дії.
4. Від чого залежить коефіцієнт корисної дії?

Розділ III АСИНХРОННІ МАШИНИ (АД)

Тема: Робочі характеристики АД. Втрати і ККД асинхронних машин

Л і т е р а т у р а:

Л-1 § 4.6, 4.16, Л-3 § 14.10.3,
Л-4 § 9.4, Л-5 § 8.4

Методичні вказівки

Робочі характеристики асинхронного двигуна - це залежність швидкості обертання ротора n_2 , коефіцієнта корисної дії η , корисного моменту на валу M_2 , коефіцієнта потужності $\cos \varphi$ та величини струму статора I_1 від корисної потужності P_2 . при $U_1 = \text{const}$ і $f_1 = \text{const}$.

Робочі характеристики асинхронного двигуна, як би складаються з ряду одиночних характеристик, а саме: швидкісної $n_2 = f(P_2)$, корисного моменту $M_2 = f(P_2)$, потужності $\cos \varphi = f(P_2)$, струму $I_1 = f(P_2)$, коефіцієнта корисної дії $\eta = f(P_2)$. При вивченні робочих характеристик потрібно звернути увагу на кривизну характеристик та їх кут відхилення.

Втрати в асинхронних машинах бувають: *основні та додаткові*.

До основних відносяться – магнітні (втрати на гістерезис і вихрові струми), електричні (втрати від нагріву обмоток статора та ротора) та механічні (втрати на тертя підшипників, вентиляції). Додаткові важко враховувати, тому їх приймають рівно 0,05% від підведеної потужності (P_1).

Коефіцієнт корисної дії АД - $\eta = P_2 / P_1$

При збільшенні навантаження ККД збільшується, а коли ($P_2 > P_{ном}$) він різко зменшується, що пояснюється інтенсивним зростанням електричних втрат.

Запитання для самоперевірки

1. Що представляють собою робочі характеристики асинхронного двигуна?;
2. Від чого залежить швидкісна характеристика?;
3. Які втрати виникають в двигуні при швидкісній характеристиці?;
4. Чому графік $I_1 = f(P_2)$ виходить не з початку координат?;
5. Які бувають втрати в АМ?;
6. Пояснити формулу коефіцієнта корисної дії.

Після вивченні даної теми здобувач освіти повинен:

1. Намалювати характеристику;
2. Скласти план відповідей на запитання.

Знати:

1. Робочі характеристики асинхронного двигуна;
2. Які виникають втрати в АМ;
3. Формулу обчислення коефіцієнта корисної дії;
4. Яка одиниця вимірювання втрат в асинхронних машинах?;
5. Чому дорівнюють додаткові втрати асинхронних машин?;
6. Від чого залежить ККД АМ;ї
7. Що відноситься до магнітних втрат в асинхронних машинах?;
8. Які втрати відносяться до механічних?

Тема: **Включення трифазних асинхронних двигунів в однофазну мережу**

Література:

Л-1 § 4.19

Л-4 § 9.8,

Методичні вказівки

По своїй конструкції однофазний асинхронний двигун аналогічний трифазному і складається зі статора, в пазах якого укладена однофазна обмотка і короткозамкненого ротора. При необхідності однофазний двигун може бути використаний як трифазний.

Трифазні асинхронні двигуни малої потужності можуть працювати від однофазної мережі. При цьому двигуни можуть бути використанні як однофазні з пусковим реостатом, або з пусковим конденсатором, або ж як конденсатори з постійно включеним робочим конденсатором і включеним на час пуску пусковим конденсатором.

Потрібно попередньо визначити ємність $mk\phi$, робочого конденсатора при частоті мережі 50Гц.

Кінцеве значення робочого конденсатора уточнюється експериментально, при цьому струми в обмотках фаз двигуна при його роботі з навантаженням не повинні перевищувати номінальне значення.

При роботі трифазного асинхронного двигуна від однофазної мережі без робочого конденсатора, тобто як однофазного, його номінальна потужність використовується на 40-50%, а при роботі з робочим конденсатором – на 75-80%

Ємність C_n пускового конденсатора у 2,5—3 рази більша від ємності C_p робочого конденсатора.

Запитання для самоперевірки

1. Чим відрізняється конденсаторний і однофазний двигун?;
2. Як збільшити пусковий момент конденсаторного двигуна?;
3. Як вибирається конденсатор для підключення двигуна до мережі?

Після вивченні даної теми здобувач освіти повинен:

1. Скласти конспект;
2. Дати відповідь на запитання.

Знати:

1. Як підключається трифазний асинхронний двигун до однофазної мережі?;
2. Переваги роботи асинхронного двигуна з використанням робочого конденсатора.

Розділ IV СИНХРОННІ МАШИНИ

Тема: **Збудження синхронних машин. Втрати і ККД синхронних машин**

Л і т е р а т у р а:

Л-1 § 5.4.4, 5.15 Л-3 § 15.2,
Л-5 § 9.2

Методичні вказівки

Як відомо, електричні машини володіють властивістю зворотності. Тому і синхронні машини можуть працювати, як в режимі генератора, так в режимі двигуна. Але в режимі генератора вони використовуються частіше, ніж в режимі двигуна. Незалежно від режиму роботи люба синхронна машина потребує процесу збудження.

Основним процесом збудження СМ є *електромагнітне збудження*, суть якого полягає в тому, що на полюсах ротора розташовують обмотку збудження. При проходженні по цій обмотці постійного струму виникає МРС збудження, яка наводить в магнітній системі машини магнітне поле.

До останнього часу для живлення обмотки збудження використовували спеціальні генератори постійного струму незалежного збудження, які називалися збудниками. Обмотка збудження отримувала живлення постійного струму від другого генератора, що називався підзбудником.

В синхронних генераторах великої потужності (турбогенератора) інколи в якості збудника використовують генератори змінного струму індукторного типу.

В синхронних генераторах (гідрогенераторах) розповсюджений принцип *самозбудження*. В сучасних СД для збудження використовують тиристорні збуджувальні пристрої, які включаються в мережу змінного струму і здійснюють автоматичне управління струмом збудження. Цей спосіб збудження є надійним, так як ККД тиристорних збуджувальних пристроїв вище чим у генераторів постійного струму.

В СМ малої потужності використовують збудження *постійними магнітами*. Коли на роторі розташовують постійні магніти. Такий спосіб збудження дає можливість позбавити машину від обмотки збудження. В результаті конструкція машини спрощується, стає більш економічною і надійною. Але із-за дефіциту матеріалу для виготовлення постійних магнітів, цей спосіб збудження можливий для машин з потужністю не більше декількох кіловат.

У синхронній машині перетворення електричної енергії в механічну в двигуні або механічної в електричну в генераторі супроводжується втратами.

Втрати в синхронних машинах бувають **постійні**, що не залежить від навантаження, і **змінні**, що залежать від навантаження.

До постійних втрат належать такі:

а) *механічні втрати* — на тертя в підшипниках, тертя ротора об повітря, тертя щіток об контактні кільця і вентиляційні втрати;

б) *магнітні втрати* в сталі статора, що складаються і втрат на гістерезис і вихрові струми;

в) *втрати на збудження*, що дорівнюють потужності збудження $P_3 = I_3 U_3$ і втратам у самому збуднику.

Постійні втрати визначаються потужністю холостого ходу P_0

$$P_0 = P_{\text{мех}} + P_{\text{ст}} + P_3$$

До змінних втрат належать електричні втрати на нагрівання обмотки статора. Вони визначаються з формули

$$P_m = P_{el} = mI_1^2 r_{я75} \text{ (вт)},$$

Крім того, в синхронній машині є додаткові втрати, які складаються з втрат на вихрові струми в проводах обмотки статора, втрат у сталі ротора, спричинених пульсацією магнітного потоку внаслідок зубчастості осердя статора тощо.

Коефіцієнт корисної дії синхронної машини визначають за формулою:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

К. к. д. синхронних машин звичайно дорівнює 85—99%. Високого значення к. к. д. досягає у машин дуже великої потужності.

При зниженні коефіцієнта потужності к. к. д. зменшується.

Запитання для самоперевірки

1. Які способи збудження синхронних машин?;
2. Для чого використовують збудження машин?;
3. Як розумієте принцип збудження постійними магнітами?;
4. Які втрати виникають в синхронних машинах?;
5. Які втрати відносяться до постійних?

Після вивченні даної теми здобувач освіти повинен:

1. Скласти конспект;
2. Скласти план відповідей на запитання.

Знати:

1. Принцип збудження від постійних магнітів;
2. Принцип самозбудження синхронних машин;
3. Тиристорне збудження;
4. Втрати синхронних машин;
5. Коефіцієнт корисної дії;
6. Які втрати відносяться до змінних втрат?;
7. Від чого залежать механічні втрати.

Тема: **Пускові властивості синхронного двигуна**

Л і т е р а т у р а:

Л-1 § 5.19.4, Л-3 § 15.7
Л-5 § 9.5.4

Методичні вказівки

На відмінну від асинхронних двигунів пуск синхронного двигуна прямим вмиканням у мережу неможливий, бо ротор, що затримується інерцією його обертових частин, не може зразу захопитись обертовим магнітним полем статора, синхронна швидкість якого встановлюється негайно після вмикання статора в мережу.

Отже, для пуску синхронного двигуна необхідно застосовувати спеціальні способи, суть яких полягає в тому, що ротор синхронного двигуна необхідно розкрутити до швидкості, що близька до синхронної, при якій між статором і ротором виникає магнітний зв'язок, і ротор, увійшовши в синхронізм, обертатиметься із синхронною швидкістю.

Практичне використання пуску синхронного двигуна здійснюється за двома способами:

- пуск за допомогою допоміжного двигуна;
- асинхронний пуск.

Синхронний двигун можна пустити в хід від допоміжного двигуна. Для цього ротор синхронного двигуна розкручують до синхронної швидкості допоміжним, двигуном, потужність якого дорівнює 5—15% потужності синхронного двигуна, потім синхронний двигун синхронізується аналогічно синхронному генератору і вмикається в мережу.

Після вмикання в мережу допоміжний, двигун від'єднують від синхронного двигуна.

При цьому способі пуску синхронний двигун можна пустити в хід лише без навантаження, тому що потужність допоміжного двигуна мала. В даний час цей спосіб пуску майже не застосовують.

Тепер застосовують асинхронний пуск синхронного двигуна. Для цього в наконечниках полюсів ротора виконується пускова обмотка у вигляді білячого колеса і синхронний двигун пускають у хід, як асинхронний. Після вмикання статора в мережу в його обмотці утворюється обертове магнітне поле, яке, перетинаючи короткозамкнені стержні пускової обмотки, індукуює в них е. р. с, внаслідок чого по пусковій обмотці проходить струм. Магнітне поле, створюване струмом пускової обмотки, взаємодіє з магнітним полем полюсів, в результаті чого утворюється обертаючий момент на роторі, і він розкручується до швидкості, яка близька до синхронної. Потім в обмотку збудження ротора вмикають постійний струм, і двигун втягується у синхронізм.

При асинхронному пуску спостерігаються великі пускові струми, які в 5—7 раз перевищують номінальний струм двигуна. Для зменшення пускових струмів застосовують автотрансформатор для зниження підводжуваної до двигуна напруги.

В даний час впроваджують спрощений спосіб пуску синхронних електродвигунів — з глухоприєднаним збудником. Цей спосіб пуску застосовують при навантаженні на валу двигуна не більше 50% його номінальної потужності.

Пуск здійснюють за двома схемами: а) з приєднанням збудника до обмотки збудження ротора через додатковий опір R_d з наступним його

закорочуванням і подачею повного збудження; б) з безпосереднім приєднанням якоря збудника до обмотки збудження.

При пуску за схемою з глухоприєднаним якорем збудника обмотка збудження ротора замкнена на незначний за величиною опір обмотки якоря. В цьому випадку при зростанні моменту опору на валу двигуна затягується час розгону двигуна і втягування його в синхронізм.

При значному збільшенні моменту опору синхронний двигун може не втягтися в синхронізм.

Порядок зупинки синхронного двигуна такий:

- 1) зменшують загальний струм статора, встановлюючи нормальне збудження;
- 2) вимикають статор з мережі;
- 3) після вимикання статора вимикають збудження, замикаючи ротор на розрядний опір (це підготовка двигуна до наступного пуску).

Запитання для самоперевірки

1. Яким способом можна запускати синхронні двигуни?;
2. Пояснити принцип застосування асинхронного пуску синхронних двигунів;
3. Що використовують для зниження пускових струмів?;
4. Коли застосовують пуск СД з глухоприєднаним збудником?;
5. Порядок зупинки синхронного двигуна.

Після вивченні даної теми здобувач освіти повинен:

1. Скласти конспект;
2. Скласти план відповідей на питання

Знати:

1. Способи пуску синхронних двигунів в хід;
2. Як здійснюється асинхронний пуск синхронного двигуна?;
3. Порядок зупинки синхронного двигуна.
4. У скільки разів збільшується пусковий струм при асинхронному пуску?;
5. Чому синхронний двигун потребує спеціальних способів пуску?;
6. Чому при асинхронному пуску синхронного двигуна обмотку збудження не можна залишати розімкненою?

Розділ V АПАРАТУРА УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ

Тема: Апаратура захисту та сигналізації

Л і т е р а т у р а:

Л-2 § 8.5,
Л-3 § 11.6-11.9

Методичні вказівки

Для забезпечення надійної роботи електричного приводу в технологічному обладнанні в схемах управління передбачається спеціальна апаратура для захисту. Для цієї мети слугують і різноманітні блокуючі зв'язки, які забезпечують заданий порядок операцій по управлінню одним або декількома електроприводами в технологічному обладнанні, а також упереджує при помилкових діях оператора. Крім того необхідно здійснювати контроль за станом і режимом роботи окремих вузлів ЕП, що забезпечується завдяки засобів сигналізації, вимірюючих та реєструючих приладів.

При роботі електропривода може статися замикання електричних кіл між собою або на землю (корпус), а також збільшення струму в силових колах двигуна зверх допустимого рівня.

Для захисту електроприводу і живлячої мережі від недопустимих великих струмів передбачається максимально струмовий захист, який можна здійснити різними способами (за допомогою автоматичних вимикачів, плавких запобіжників, реле максимального струму).

Тепловий захист двигунів можна здійснювати за допомогою теплових, максимально-струмових реле і автоматичних вимикачів.

При розгляді даної теми здобувач освіти повинні звернути увагу на включення захисних засобів в схеми управління електроприводів. Повинні знати, як включаються плавкі запобіжники в силове коло та коло управління.

Сигналізація в схемах управління ЕП здійснюється для контролю технологічного процесу або послідовності виконання операцій, стану захисту і наявності напруги живлення для будь-якого електричного сигналу. Сигналізація може бути світловою (сигнальні лампи, табло), звуковою (дзвінок, сирена) і візуальною (вказівні реле, вимірювальні прилади).

Запитання для самоперевірки

1. Для забезпечення роботи електроприводу, який використовується захист ?;
2. Який захист використовується для захисту живлячої електричної мережі і електроприводу?;
3. Чим здійснюється тепловий захист ЕП?;
4. З якою метою використовується сигналізація в схемах управління ЕП?

Після вивченні даної теми здобувач освіти повинен:

1. Скласти конспект;
2. Скласти план відповідей на запитання

Знати:

1. Принцип роботи автоматичного вимикача;
2. Як включається в схеми теплове реле захисту?;
3. Який використовується захист від струмів короткого замкнення?;

4. Яким чином підключаються запобіжники в силове коло та коло управління?;
5. Який захист здійснюють автоматичні вимикачі?;
6. Види сигналізації.

Розділ VI ЕЛЕКТРОПРИВОД ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

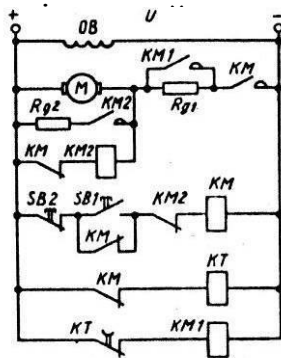
Тема: Типові схеми управління гальмуванням двигунів. Управління у функції часу та ЕРС (3 години)

Література:

Л-2 § 9.5

Методичні вказівки

Дана схема за принципом пуску двигуна схожа на схему «пуск двигуна у функції часу», яка вивчається на лекційному занятті. Потрібно відмітити, що при включеному двигуні і роботі його від джерела живлення розмикаючий контакт лінійного контактора *КМ* в колі контактора гальмування *КМ2* уможливорює перевід двигуна в режим гальмування.



Гальмування здійснюється натисканням кнопки *SB2*. Контактор *КМ*, втративши живлення, відключає двигун від джерела живлення і замикає своїм контактом коло живлення контактора *КМ2*. Останній спрацює і замкне якір *М* двигуна на резистор гальмування *Rg2*. Процес динамічного гальмування відбувається до тих пір, доки при невеликій швидкості двигуна, його ЕРС не стане менше від напруги відпускання контактора *КМ2*, який відключиться і схема повернеться в початковий стан.

Запитання для самоперевірки

1. Як підключена обмотка збудження в даній схемі?;
2. Перелічіть замикаючі контакти контактора *КМ*;
3. Чи передбачені захисні елементи в схемі?;
4. Як підключена обмотка збудження до якірної обмотки?;

Після вивченні даної теми здобувач освіти повинен:

1. Скласти план спрацювання елементів в схемі;

2. Намалювати схему.

Знати:

1. Послідовність спрацювання елементів в схемі;
2. Коли перейде двигун в режим гальмування?;
3. Що відноситься до апаратів ручного управління?;
4. Яку роль відіграє в схемі реле часу KT ?;
5. Що відноситься до апаратів дистанційного управління?;
6. Принцип динамічного гальмування;
7. До якого моменту буде відбуватися гальмування в даній схемі?
8. Які типи електричного гальмування двигунів ви знаєте?

Тема: **Схема тиристорного управління двигуном постійного струму**

Література:

Л-2 § 9.5

Методичні вказівки

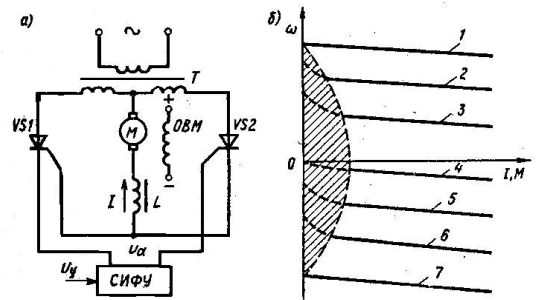
Основним типом перетворювачів які використовуються в регулюємому електричному приводі є напівпровідникові статичні перетворювачі, в першу чергу – тиристорні.

Розглянемо схему (а) системи ТП-Д (тиристорний перетворювач – двигун) та характеристику (б), в якій використаний однофазний двонапівперіодний неререверсивний тиристорний випрямляч.

Перетворювач включає в себе погоджувальний трансформатор, два тиристори $VS1$ і $VS2$, згладжувальний реактор L і систему імпульсно-фазового управління тиристорами СІФУ. Перетворювач забезпечує регулювання напруги на двигуні за рахунок зміни середнього значення ЕРС перетворювача. Це здійснюється за допомогою системи СІФУ, змінюючи кут управління тиристорами.

Коли $\alpha = 0$, тобто коли тиристори $VS1$ і $VS2$ отримують імпульси управління від СІФУ в указаний момент перетворювач здійснює двонапівперіодне виправлення і до якоря двигуна прикладається повна напруга. Якщо подавати імпульси на тиристори з затримкою $\alpha \neq 0$, то ЕРС перетворювача знизиться і в цьому випадку буде відповідати менше середнє значення напруги, що подається на двигун.

Внаслідок пульсуючого характеру ЕДС перетворювача струм в колі якоря також буде пульсуючий, що надає шкідливий вплив роботі двигуна, приводячи до погіршення умов роботи його колектора, додатковим втратам енергії та нагріву. Для зменшення пульсації струму в колі якоря включається



загладжуваний реактор L , індуктивність якого вибирається в залежності від допустимого рівня пульсації струму.

Штрих пунктирна лінія на характеристиці показує не лінійність. В цій області має місце режим переривання струму, що зменшує жорсткість характеристики.

Запитання для самоперевірки

1. Принцип роботи схеми системи ТП-Д;
2. Що входить до тиристорного перетворювача?;
3. Яка роль СІФУ в даній схемі?
4. В яких випадках тиристори можуть отримувати імпульси від СІФУ, а в яких ні?

Після вивченні даної теми здобувач освіти повинен:

1. Скласти конспект;
2. Намалювати схему.

Знати:

1. Коли до якоря буде подаватися повна напруга?;
2. Яку роль відіграє згладжувальний реактор?;
3. Що включає в себе тиристорний перетворювач?;
4. Який шкідливий вплив на двигун від пульсуючого струму?

Розділ VII ЕЛЕКТРОПРИВОД ЗМІННОГО СТРУМУ

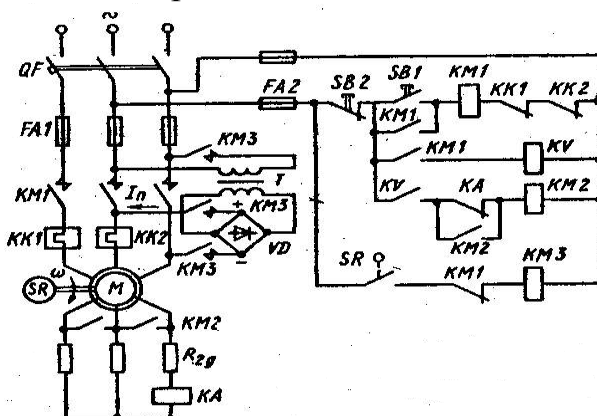
Тема: Схема управління пуском АД у функції струму та динамічне гальмування у функції швидкості

Література:

Л-2 § 9.4

Методичні вказівки

Дана схема включає в себе контактори $KM1$, $KM2$ і $KM3$, реле струму KA , реле контролю швидкості SR , реле напруги KV , знижуючий трансформатор для динамічного гальмування T , випрямляч VD . Максимально-струмовий захист здійснюється запобіжниками $FA1$ і $FA2$, захист від перевантаження АД – тепловими реле $KK1$ і $KK2$.



Після подачі напруги і отримання живлення контактором $KM1$ відбувається кидок струму в колі ротора, що визве спрацювання реле струму KA і розмикання контактора прискорення $KM2$. Тим самим розбіг двигуна

розпочинається з пусковим резистором $R_{\partial 2}$ в колі ротора.

Включення контактора $KM1$ призводить до шунтування пускової кнопки $SB1$, розмиканню кола контактора гальмування $KM3$ і включенню проміжного реле напруги KV , що також не призведе до включення контактора $KM2$, так як до цього в цьому колі розімкнувся контакт реле KV .

По мірі збільшення швидкість АД зменшується ЕРС і струм в роторній обмотці. При струмі рівному струму відпускання реле KA , воно відключається і своїм розмикаючим контактом дасть живлення контактору $KM2$, який включиться і своїм контактом зашунтує резистор $R_{\partial 2}$ і АД вийде на свою природну характеристику.

Потрібно відмітити, що обертання двигуна визве замикання контакту реле швидкості SR в колі контактора $KM3$, але він не спрацює, так як до цього розімкнувся контакт контактора $KM1$.

Для переводу АД до гальмівного режиму потрібно щоб контактор $KM1$ втратив живлення і відключив двигун від мережі змінного струму, тоді його розмикаючий контакт замкнеться і включить контактор $KM3$, контакти якого замкнуть коло живлення обмотки статора від випрямляча VD , який підключений до трансформатора T і тим самим здійснить перевід АД в режим динамічного гальмування. Одночасно з цим втрачають живлення апарати KV і $KM2$, що призведе до включення в коло ротора резистора $R_{\partial 2}$. Двигун почне гальмувати.

При швидкості двигуна близькій до нуля, ре контролю швидкості SR розімкне свій контакт в колі котушки контактора $KM3$. Він відключиться і перестане гальмувати. Схема повернеться в початковий стан.

Принцип роботи схеми не зміниться, якщо котушку реле струму KA включити у фазу статора, а не ротора.

Запитання для самоперевірки

1. Принцип роботи схеми;
2. Послідовність спрацювання елементів схеми;
3. Принцип пуску схеми;
4. Робота схеми при динамічному гальмуванні.

Після вивченні даної теми здобувач освіти повинен:

1. Скласти конспект;
2. Намалювати схему.

Знати:

1. Перелік елементів, що входять до даної схеми;
2. Принцип роботи пускової схеми;
3. Принцип динамічного гальмування;
4. Послідовність спрацювання елементів схеми;
5. Чи зміниться принцип роботи схеми, якщо котушку реле струму KA включити в фазу статора?

Тема: **Типові вузли і схеми управління електроприводами**

Л і т е р а т у р а:

Л-2 § 9.4,

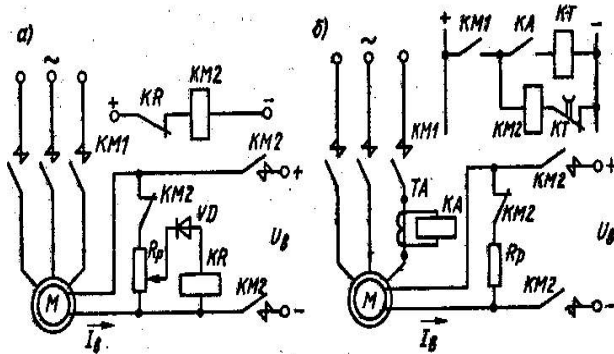
Методичні вказівки

Релейно-контакторні схеми управління синхронними двигунами крім звичайних операцій по включенню і відключенню двигуна та обмеженню пускових струмів повинен забезпечувати його синхронізацію з мережею.

Розглянемо типову схему з СД, яка забезпечує управління збудженням при синхронізації СД з мережею.

Типова схема управління збудження СД у функції швидкості (мал.а)
Підключення обмотки збудження до джерела U здійснюється контактором $KM2$, управляється реле швидкості KR . Котушка цього реле зв'язана з частиною розрядного резистора R_p , через діод VD .

При включенні контактора $KM1$ (його коло управління на схемі не показано) обмотка статора СД підключається до мережі змінного струму і утворює обертаюче магнітне поле, яке визве появу моменту двигуна, під дією якого він



почне розбіг, і крім того, ЕРС в обмотці збудження СД. Під дією ЕРС по котушці KR почне протікати випрямлений струм, вона включиться і розірве коло живлення контактора $KM2$. Тим самим розбіг двигуна буде відбуватися без струму збудження з закороченою на розрядний резистор R_p обмоткою збудження.

По мірі зростання швидкості ротора його ЕРС, і тим самим струм в котушці реле KR знижуються. При під синхронній швидкості струм в котушці реле KR стане менше струму відпускання, вона відключиться і визве тим самим включення контактора $KM2$. Контактор $KM2$ підключить обмотку збудження до джерела U_B і відбудеться синхронізація СД з мережею.

Розглянемо схему (мал.б) управління збудженням СД у функції струму.
Дана схема відрізняється від попередньої тим, що має реле струму KA , обмотка якого живиться від трансформатора струму TA , а також реле часу KT . При підключенні СД до мережі в колі обмотки статора виникне кидок струму, що призведе до спрацювання реле KA , контакт якого замкне коло живлення реле часу KT , та призведе до відключення контактора збудження $KM2$. Розбіг двигуна відбувається як і попередній схемі. В кінці пуску при підсинхронній швидкості СД і зменшені струму в статорі відключається реле струму KA і котушка реле часу KT втрачає живлення. Через задану витримку часу включиться контактор $KM2$ і через його контакти обмотка збудження підключається до джерела U_B , після чого СД втягується в синхронізм.

Запитання для самоперевірки

1. Принцип роботи схеми;
2. Послідовність спрацювання елементів схеми;
3. Коли буде відбуватися розбіг двигуна без струму збудження?;
4. Коли буде знижуватися струм в роторній обмотці?

Після вивченні даної теми здобувач освіти повинен:

1. Скласти конспект;
2. Намалювати схеми;
3. Тезісно відповісти на запитання.

Знати:

1. Перелік елементів, що входять до даних схем;
2. Принцип роботи пуску схеми;
3. Послідовність спрацювання елементів схем;
4. Коли буде відбуватися розбіг двигуна без струму збудження?;
5. Процес синхронізації СД з мережею;
6. Якщо швидкість ротора збільшується, що відбувається зі струмом?

Розділ VIII ЗАМКНУТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМИ ПРИВОДАМИ

Тема: Поняття про прямі і зворотні зв'язки. Класифікація зв'язків

Л і т е р а т у р а:

Л-2 § 9.6

Методичні вказівки

Замкнуті схеми управління ЕП використовуються в тих випадках, коли потрібно забезпечити рух виконавчих органів робочої машини з високими показниками – великим діапазоном регулювання швидкості і точністю її підтримки, заданими якостями перехідних процесів і точністю зупинки, а також високою економічністю або оптимальним (найкращим) функціонуванням технологічного обладнання і самого ЕП. Основною ознакою замкнутих структур є таке автоматичне (без участі людини) управління ЕП, при якому ЕП найкращим чином виконує свої функції при можливих управляючих і зовнішніх втручаннях, що діють на робочу машину або ЕП.

Замкнуті структури ЕП будуються за принципом компенсації втручання і відхилення, що називається принципом ***зворотного зв'язку***.

Основною ознакою замкнутої структури ЕП є наявність кола, по якому на вхід ЕП разом з задаючим сигналом швидкості подається сигнал пропорційний моменту навантаження. В результаті цього управління ЕП здійснюється

сумарним сигналом, який автоматично змінюється в потрібну сторону при коливаннях моменту навантаження, забезпечуючи за допомогою системи управління підтримки швидкості ЕП на заданому рівні. (використовується рідко із-за відсутності простих і надійних датчиків моменту навантаження).

Більшість замкнутих структур ЕП будується за принципом відхилення (зворотного зв'язку). Він характеризується наявністю кола зворотного зв'язку, що з'єднує вихід ЕП з його входом, звідки і пішла назва замкнутих схем.

При вивченні даної теми зверніть увагу на види зворотного зв'язку (позитивні та від'ємні).

Жорсткий зворотній зв'язок характеризується тим, що він діє, як в установленому так і в перехідних режимах роботи ЕП. Сигнал гнучкого зворотного зв'язку виробляється тільки в перехідних режимах ЕП і служить для забезпечення потрібної якості, наприклад стійкого руху, допустимого перерегулювання.

Лінійний зворотній зв'язок характеризується пропорційною залежністю між регулюємою координатою і сигналом зворотного зв'язку, в той час як і при реалізації *нелінійного зв'язку* ця залежність нелінійна.

Запитання для самоперевірки

1. Де використовуються замкнуті системи управління ЕП?;
2. За яким принципом будуються замкнуті системи управління?;
3. Принцип зворотного зв'язку.

Після вивчення даної теми здобувач освіти повинен:

1. Скласти конспект;
2. Дати відповідь на запитання.

Знати:

1. В яких схемах управління ЕП використовуються замкнуті схеми?;
2. Принцип побудови замкнутих структур управління ЕП.?
3. Що таке зворотній зв'язок. Позитивні та від'ємні зворотні зв'язки;
4. Чим характерний жорсткий зворотній зв'язок?;
5. Суть лінійного зворотного зв'язку.

Тема: **Схема з частотним управлінням**

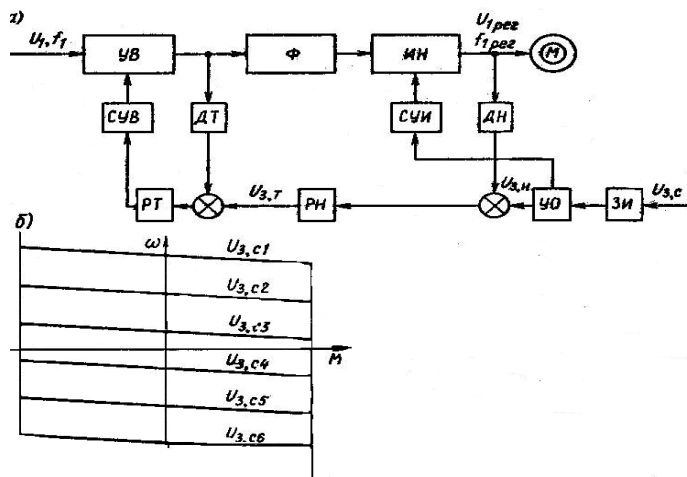
Л і т е р а т у р а:

Л-4 § 11.8

Методичні вказівки

Прикладом замкнутого електроприводу змінного струму може служити серія ЕКТ і її модернізація ЕКТ-2. Ці ЕП забезпечують регулювання швидкості,

струму і моменту трифазних АД з короткозамкненим ротором за рахунок зміни частоти і величини підведеної до нього напруги.



В якості силового перетворювача в ЕП використовують тиристорний перетворювач частоти з ланцюгом постійного струму, який складається з управляючого випрямляча $УВ$ і інвертора напруги $ІН$ зі своїми схемами управління $СУВ$ і $СУІ$. Між $УВ$ і $ІН$ включений силовий фільтр Φ , який забезпечує фільтрацію вихідної напруги $УВ$ і циркуляцію

реактивної потужності в силовій частині схеми.

Схема управління ЕП побудована за принципом регулювання координат і має два контури – внутрішній (струму) і зовнішній (напруги). Регулювання цих координат здійснюється пропорційно-інтегральними регуляторами струму $РТ$ і напруги $РН$ за сигналами датчиків струму $ДТ$ і напруги $ДН$. При частоті нижче номінальної схема управління підтримує відношення напруги до частоти постійною, а при частоті вище номінальної напруги залишається незмінною, що забезпечується підсилювачем – обмежувачем $УО$.

Перетворювач частоти забезпечує робочі діапазони зміни частоти (5...80) Гц при номінальній частоті 50 Гц і (15...240) Гц при номінальній частоті 200 Гц. Діапазон регулювання напруги (0...380) В.

На малюнку б) показані механічні характеристики при різноманітних сигналах заданої швидкості.

Запитання для самоперевірки

1. Принцип роботи схеми;
2. Послідовність спрацювання елементів схеми;
3. За яким принципом управління побудована дана схема;
4. Які діапазони забезпечує перетворювач частоти?

Після вивченні даної теми здобувач освіти повинен:

1. Скласти конспект;
2. Намалювати схему.

Знати:

1. Перелік елементів, що входять до даної схеми;
2. Принцип роботи схеми;
3. Принцип регулювання координат;
4. Послідовність спрацювання елементів схеми;
5. Що використовують в якості силового перетворювача в ЕП?;
6. Яку роль відіграють датчики струму та напруги?;

7. Які робочі діапазони забезпечує перетворювач частоти?

Розділ IX ЕЛЕКТРОПРИВОД З КРОКОВИМ ДВИГУНОМ

Тема: Блок-схема цифрового позиційного замкнутого крокового приводу

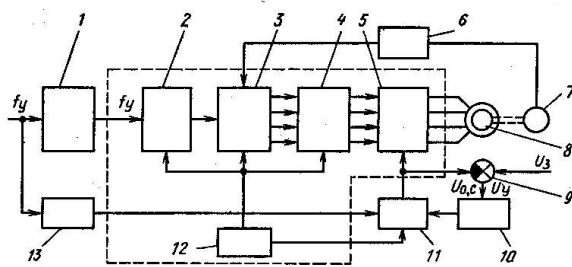
Література:

Л-2 § 9.6

Методичні вказівки

Управління кроковим двигуном забезпечується електронним блоком управління.

Сучасні блоки управління крокового двигуна складаються з декількох вузлів, що виконані по різноманітним схемам і з використанням різноманітних елементів. При розгляді функціональної схеми ЕП з кроковим двигуном потрібно звернути увагу, що основна її частина називається розімкнутою схемою, яка виділена штрих пунктирною лінією.



Дана схема містить:

1 – блок повільного розгону та гальмування;

2 – вхідний блок;

3 – розподільник імпульсів;

4 – підсилювач;

5 – комутатор;

6 – цифровий регулятор;

7 – датчик положення ротора та швидкості;

8 – обмотки крокового двигуна;

9 – вузол порівняння;

10 – підсилювач зворотного зв'язку;

11 – частотно-імпульсний регулятор напруги;

12 – джерело постійного струму;

13 – блок електронного дроблення кроків.

Сигнал управління у вигляді імпульсів напруги поступає на вхід 2 від програмного або другого зовнішнього командного пристрою. Блок 2 видозмінює ці імпульси, формує їх по тривалості та амплітуді, як це потрібно для роботи приводу та слідуючих блоків схеми управління. Розподільник імпульсів 3 перетворює послідовність сформованих імпульсів, наприклад, в чотирифазну систему одно полярних імпульсів напруги, відповідно числу фаз обмотки двигуна. Імпульси з виходу розподільника 3 підсилюються за допомогою проміжного підсилювача 4 і поступають на вхід комутатора 5, який живить обмотки крокового двигуна 8, а сам комутатор 5 отримує живлення від джерела 12 постійного струму (випрямляча) і забезпечує в обмотках КД пульсуючий струм одного напрямлення.

Розглянута схема управління КД не завжди забезпечує високі динамічні властивості, точність і енергетичні показники ЕП. Тому сучасні схеми управління кроковими двигунами мають додаткові вузли, за допомогою яких характеристики ЕП покращуються.

До таких вузлів відносяться блоки 11, 10, 13, 1, 7 та 6.. Регулятор 11 і підсилювач 10 пов'язані з блоком порівняння 9, який служить для автоматичної стабілізації струму в обмотках КД і підтримки моменту в кроковому двигуні, дає можливість покращити енергетичні показники його роботи. Стабілізація струму здійснюється введенням від'ємного зворотного зв'язку по струму за допомогою якого здійснюється регулювання частоти перемикання регулятора 11 змінюється середнє значення напруги живлення і тим самим регулюється струм в обмотка КД.

Для покращення якості руху КД при низьких частотах і підвищення точності обробки вхідних імпульсів управління за допомогою блока 13 зменшується одиничний крок крокового двигуна.

Можливості дискретного ЕП розширюються при створенні замкнутих схем управління, які виконуються за допомогою датчика 7 та регулятора 6. В такому дискретному ЕП інформація про дійсне положення валу і швидкості КД поступає на вхід цифрового регулятора 6, який забезпечує заданий характер руху привода. При використанні блока 1 область робочих частот крокового приводу можливо збільшити у 2-3 рази.

Запитання для самоперевірки

1. Що входить до складу схеми управління кроковими двигунами?;
2. Принцип роботи схеми;
3. За рахунок чого здійснюється перетворення імпульсів?;
4. Як можна змінити середнє значення напруги живлення?;
5. За рахунок чого змінюється струм в обмотках КД?

Після вивченні даної теми здобувач освіти повинен:

1. Скласти конспект;
2. Дати відповіді на запитання.

Знати:

1. Що собою представляє розімкнена схема управління кроковим двигуном?;
2. З яких блоків складається схема управління?;
3. Від якого джерела отримує живлення комутатор?;
4. За рахунок яких блоків можна покращити енергетичні показники двигуна?;
5. Який блок схеми використовують для покращення руху крокового двигуна?;
6. Завдяки чого здійснюється стабілізація струму в обмотках крокового двигуна?;

7. Які блоки використовуються в замкнених схемах управління кроковими двигунами?

Розділ X ЦИФРОВІ ТА ПРОГРАМНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ

Тема: Електропривод з програмним управлінням

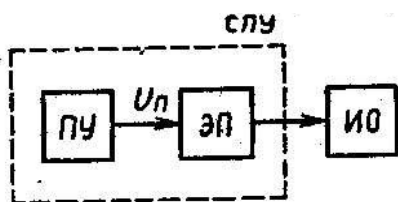
Л і т е р а т у р а:

Л-2 § 9.7

Методичні вказівки

Електропривод з програмним управлінням забезпечує рух виконавчих органів робочої машини по визначеній, наперед заданій програмі.

Найчастіше ЕП з таким управлінням використовується при обробці деталей на металооброблювальних верстатах. Наприклад, партія деталей новина пройти обробку на багатоопераційному верстаті, що здійснює свердління, фрезерування, розточування і другі технологічні операції. При використанні програмного управління перед обробкою деталі відповідним чином складається програма, в якій задаються порядок зміни інструменту, необхідні переміщення столу, на якому кріпиться деталь, режими роботи інструментів і другі технологічні дані. Після цього ЕП виконавчого органу верстата реалізує виконання цієї програми.



Від програмного пристрою сигнал управління U_n поступає на ЕП, який забезпечує обробку цього сигналу управління, переміщує відповідним чином виконавчий орган *ИО*. Сукупність програмного пристрою *ПУ* і ЕП називається системою програмного управління *СПУ*.

Використання верстатів з ЧПУ дозволяє різко (в 2-6 разів) збільшити їх продуктивність, скоротити строки підготовки виробництва і технологічної оснастки при зміні деталі, зменшити брак, перейти до багатOVERSTATного обслуговування, забезпечити взаємозамінність, що дозволить отримати значний економічний ефект.

В *СПУ* можуть використовуватися всі розглянуті раніше види ЕП постійного та змінного струму, які виконуються розімкненими і замкнутими з аналоговими і цифровими елементами управління.

Вся сукупність існуючих програмних пристроїв ділиться на: нечислові (циклові) і числові програмні пристрої.

Циклові програмні пристрої використовуються для забезпечення повторюваних однакових циклів руху виконавчих органів. Програмні пристрої таких ЕП виконуються з використанням різноманітних контактних і безконтактних апаратів релейної дії.

Запитання для самоперевірки

1. Що забезпечує програмне управління ЕП?;
2. Принцип роботи структурної схеми ЕП з програмним управлінням;
3. Переваги програмного управління ЕП;

Після вивченні даної теми здобувач освіти повинен:

1. Скласти конспект;
2. Дати відповіді на запитання.

Знати:

1. Використання програмного управління ЕП;
2. Переваги програмного управління;
3. Принцип роботи структурної схеми ЕП з програмним управлінням;
4. Що входить до системи програмного управління (СПУ)?

Критерії оцінювання самостійної роботи здобувачів освіти

На оцінку «5» (відмінно) здобувач освіти володіє міцними знаннями, самостійно виконує передбачені програмою навчальні завдання, самостійно знаходить і виправляє помилки, вміє знаходити додаткову інформацію та самостійно використовувати її для реалізації поставлених перед ним навчальних цілей, своєчасно виконує навчальні завдання, виконує завдання згідно свого варіанту, в логічній послідовності, оформлює завдання чітко та акуратно.

На оцінку «4» (добре) здобувач освіти вільно володіє навчальним матеріалом, вміє застосовувати вивчений матеріал у стандартних ситуаціях, вміє виконувати навчальні завдання, самостійно виправляє вказані викладачем помилки, своєчасно виконує навчальні завдання. Виконані всі формальні вимоги до завдання: витриманий обсяг, дотримані вимоги до зовнішнього оформлення, дані правильні відповіді на питання, але при цьому допущені деякі недоліки, наявні певні неточності.

На оцінку «3» (задовільно) здобувач освіти не вільно володіє навчальним матеріалом, виконує навчальне завдання за допомогою викладача, несвоєчасно виконує навчальні завдання, передбачені програмою, виконує більш як половину завдання. Основні вимоги до завдання виконані, але при цьому допущені помилки. Зокрема, є неточності у викладі матеріалу; відсутні логічна послідовність у судженнях; не витриманий обсяг; є недоліки в оформленні; на питання дані неповні відповіді, або допущені суттєві помилки.

На оцінку «2» (незадовільно) здобувач освіти має фрагментарні знання при незначному їх обсязі, несвоєчасно виконує навчальні завдання, передбачені програмою, не виконує більш як половину завдання, не оформлює роботу чітко та акуратно, допускається грубі помилки, виявляє істотне незрозуміння теоретичного матеріалу.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Електричні машини і трансформатори : навч. посібник / М. О. Осташевський, О. Ю. Юр'єва; за ред. В. І. Мілих. – Харків : ФОП Панов А. М., 2017. – 452 с
2. Основи електропривода: підручник / Ю.М. Лавріненко, П.І. Савченко, О.Ю. Синявський, Д.Г. Войтюк, В.В. Савченко, І.М. Голодний.– К.: Видавництво Ліра-К, 2020. — 524 с.
- 3.. Мілих В.І., Шавьолкін О.О. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка. Підручник. - К.: Каравела, 2008. -686с.
4. В.І.Коруд та інші « Електротехніка.» навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів освіти Львів, 2004-445с.

Додаткова

5. . Шкрабець Ф. П., Циценков Д. В. Електротехніка, основи електроніки та мікропроцесорної техніки. Навчальний посібник. –Дніпропетровськ. 2004. - 514с
6. Будіщев М.С. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка – Л.; Афіша, 2001.

Інтернет джерела

8. Електричні машини і апарати: навчальний посібник / Ю.М. Куценко, В.Ф. Яковлев та ін. – К.: Аграрна освіта, 2013. – 449 с : [Електронний ресурс]. – [Режим доступу] : . https://document.kdu.edu.ua/info_zab/141_1593.pdf
9. Електричні машини, Л. Я. Белікова, В. П. Шевченко: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://salo.li/4c60cd7>
10. А. А. Видмиш, Л. В. Ярошенко. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1. / Навчальний посібник. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 387 с. : [Електронний ресурс]. – [Режим доступу] : . <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/25015.pdf>