**Лабораторна робота № 52**

 **СТРУКТУРА, ФУНКЦІЇ Й КОМПОНЕНТИ**

**АВТОМОБІЛЬНИХ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ**

**СИСТЕМ КЕРУВАННЯ**

**Мета роботи**

Вивчити структуру та принципи функціонування мікропроцесорних систем керування агрегатами й механізмами автомобілів.

**Устаткування та прилади**

1. Системна стійка.
2. Персональний комп’ютер.
3. Модуль уведення аналогових сигналів L783.
4. Програма PowerGraf Professional.
5. База даних.
6. Системний модуль Motronic M 1.2.
7. Узагальнена схема системи керування.

#### Загальні положення

Система керування (СК) складається з об’єкта керування, системного модуля із вхідним у нього мікроконтролером, набору датчиків і активаторів (виконавчих пристроїв). На рис.52.1 показана спрощена структурна схема СК.

Основу СК становить системний модуль, що одержує інформацію від датчиків про стан об’єкта. Цей стан характеризується комплексом параметрів, що відбивають стан, умови роботи об’єкта керування і впливи, що збурюють його стан. Режим роботи об’єкта керування визначається керуючим впливом G тих органів керування, на які впливає водій.

Керуючий вплив G перетворюється відповідним перетворювачем (задатчиком), що входить у групу датчиків Д, в інформаційний сигнал, по якому процесор ідентифікує (розпізнає) необхідний режим роботи. Інші датчики Д и активатори А розташовані на об’єкті або пов’язані з його системами. Датчики безпосередньо сприймають фізичні параметри об’єкта й перетворюють їх в електричні сигнали, які надходять у системний модуль. У результаті арифметичної й логічної обробки інформації, отриманої від датчиків, обчислювальний вузол системного модуля СМ виробляє керуючі сигнали, що передаються на активатори А*.*



Рис.52.1. Структурна схема мікропроцесорної системи керування: СМ – системний модуль (контролер); Д – датчики; А – активатори (виконавчі пристрої); ОК– об’єкт керування; G – керуючий вплив;X **–** вихідні параметри

Активатори – це виконавчі пристрої, які фізично впливають безпосередньо на керовані параметри об’єкта керування. В остаточномупідсумку**,** ці впливи створюють реальні параметри, що характеризують стан об’єкта. Оскільки такі параметри й впливи, створювані виконавчими пристроями, пропорційні відповідним керуючим впливам мікропроцесора й відрізняються від них тільки фізичною природою, доцільно в загальному випадку говорити про комплекс керуючих впливів системного модуля (контролера).

Датчик – це конструктивно й функціонально завершений пристрій, що містить один або кілька вимірювальних перетворювачів, що безпосередньо сприймають фізичну величину й перетворюючих її в електричний нормований сигнал. За формою вихідних сигналів датчики ділять на аналогові й цифрові. Аналогові сигнали – це напруга, що повільно або швидко змінюється, або безперервний в часі струм. Носієм інформації аналогового сигналу є його рівень (амплітуда) у цей момент часу. Цифрові сигнали мають імпульсний характер синусоїдальної, прямокутної форми або перепад (перегонів) напруги. Передача інформації в цифровому сигналі здійснюється: частотою, періодом, тривалістю і фазою імпульсів.

Керуючий сигнал виробляє задатчик-перетворювач, установлений безпосередньо під педаллю, наприклад, гальма, педаллю газу або пов’язаний з віссю кермового колеса, тобто фіксуюче її положення. Інші датчики конструктивно можуть бути включені в пульт керування або розташовуються в різних системах двигуна й автомобіля.

Властиво датчики і виконавчі пристрої діють безпосередньо в системах автомобіля. Але в структурах систем керування більш зручно відносити їх до засобів керування, а не до об’єкта керування.

Основні завдання, які коштують при проектуванні СУ, це вибір погоджених рішень за структурою й параметрами окремих складених елементів СМ, їхніх взаємних зв’язків, розробка математичного забезпечення, вибір датчиків і виконавчих пристроїв. При рішенні складних завдань керування системний модуль змушені будувати на базі двох-трьох мікроконтролерів.

### **Структура системного модуля**

***Системний модуль***являє собою конструктивно, функціонально й енергетично завершений блок, що виконує функції збору, обробки інформації й виробітку електричних керуючих сигналів, достатніх по потужності для спрацьовування виконавчих пристроїв. Крім того, у технічній літературі його називають: блок керування, контролер. В англійській абревіатурі-ECU(Electronic Control Unit). Звичайно він вбудований у металевий корпус, що захищає електронні компоненти від електромагнітних перешкод, механічних ушкоджень, пилу та вологи і одночасно забезпечує відвід теплоти від інтегральних схем підвищеної електричної потужності.

Основу системного модуля становить один або декілька ***мікроконтролерів*** із пристроями вводу-виводу (ПВВ). У складі мікроконтролера може бути кілька десятків ПВВ, вони розділені на групи, що утворять порти. На рис.52.2 показані лише ті елементи, які необхідні для пояснення зв’язків СМ із периферією (датчиками й активаторами).



Рис.52.2. Структурна схема системного модуля (контролера): МК – мікроконтролер; ПВВ – пристрій вводу-виводу; АЦП – аналого-цифровий перетворювач; ЗПП – зовнішня пам’ять програм; ЗПД – зовнішня пам’ять даних; UART – послідовний інтерфейс; CAN – інтерфейс міжсистемного обміну; СН – стабілізатор напруги; ДрА 1 – ДрА 3 драйвери активаторів (виконавчих пристроїв); ПЗФ – пристрої захисту й фільтрації сигналів цифрових (1) і аналогових (2) датчиків

Цифровий мікропроцесор не може безпосередньо обробляти аналогові сигнали, тому в інтерфейсі уведення передбачається аналого-цифровий перетворювач (АЦП).

У сучасних системах АЦП інтегрований на кристал МК і використовується для вводу сигналів аналогових датчиків. Щоб підкреслити цю особливість, на рис.52.2 аналогові сигнали виділені в окрему групу і подані на вхід АЦП. Через те, що датчики розташовані на деякій відстані від СМ і з’єднуються з ним проводами з рознімними з’єднувачами, на яких наводяться ЕДС електромагнітних перешкод, то на вході СМ установлюються пристрої захисту й фільтрації сигналів ПЗФ. На схемі їх показано два: для цифрових датчиків ПЗФ 1 і для аналогових – ПЗФ 2. Слід зазначити, що пристрою захисту віднесені до вузлів фільтрації умовно для спрощення схеми. Наявність цих вузлів у СМ обумовлено тим, що датчики підключені до контролера за допомогою проводів і рознімань. Щоб захистити вхідні ланцюги СМ, що живиться від убудованого стабілізатора напруги +5 В, від випадкових проявів більш високої напруги, наприклад, 12 В бортової мережі автомобіля. Отже, сигнали аналогових датчиків надходять через ПЗФ 2 на вхід АЦП і далі вже в цифровому виді на внутрішню шину МК. Сигнали цифрових датчиків через ПЗФ 1 і ПВВ 1 також надходять у МК. Він тимчасово може їх розміщати в зовнішню пам’ять даних ЗПД, якщо ресурси МК дозволяють, то може ці дані зберігати у внутрішніх регістрах МК. Програмне забезпечення сучасних СУ через великий обсяг не вміщується у внутрішньому ПЗУ МК, тому програми роботи СУ розташовують у зовнішній пам’яті програм.

Відповідно до програми МК обробляє інформацію, отриману від датчиків, і обчислює тривалість і моменти подачі керуючих сигналів на виконавчі пристрої. Для цього в складі СМ є ***драйвери активаторів*** – пристрої керування соленоїдами, реле, лампами накалювання, електродвигунами постійного струму та кроковими електродвигунами. У своїй структурі ці драйвери мають потужні вихідні транзисторні ключі, що допускають комутацію струмів великої сили і, отже, безпосереднє керування активаторами. Кількість і типи драйверів залежать від конкретного призначення СУ. На схемі умовно показано три ДрА 1 – ДрА 3. Входи драйверів з’єднані безпосередньо з лініями портів, що на схемі відбито з’єднанням ДрА 1 – ДрА 3 із МК за допомогою ПВВ 2.

Обов’язковим атрибутом сучасної СУ є засоби діагностики. Для цього в СМ є ***інтерфейс послідовного обміну***, який практично є у складі МК, але апаратні засоби його сполучення із зовнішньою діагностичною апаратурою вводяться в СМ як окремі компоненти. На схемі він позначений UART.

Периферійні пристрої системи керування (датчики й активатори) підключаються до СМ за допомогою системного кабелю та спеціальних з’єднувачів (рознімань). Основний системний з’єднувач розташований безпосередньо на системному модулі, а його відповідна частина – на системному кабелі.

Сучасний автомобіль може містити у своєму складі декілька СК, які працюють у тісній взаємодії, і обмінюються між собою інформацією, необхідною для їхньої роботи. Для цього розроблений спеціальний ***інтерфейс міжсистемного обміну*** – CAN, що також показаний на схемі.

Наприклад, комплексна система динамічної стабілізації, установлювана на автомобілі Mercedes-Benz, має блок керування з 32-бітним мікропроцесором, що оснащений 56-кілобайтною пам’яттю й керує декількома електронними системами: динамічної стабілізації, антиблокування, протибуксування й системою екстреного гальмування. А із блоком керування двигуном він спілкується за допомогою загальної шини даних CAN-bus.

По сигналу, що надходить від блоку керування, ця система може не тільки розгальмовувати, але й пригальмовувати кожне з коліс.

Найважливішою характеристикою будь-якого керуючого пристрою є ***алгоритми керування***. Вони показують, яка інформація і як використовується в системному модулі для формування керуючих впливів. Алгоритми є основою програмного забезпечення (ПЗ) і реалізуються в програмних модулях, записаних у ПЗП контролера.

Численність завдань керування агрегатами й системами автомобіля вимагають застосування широкого набору різноманітних алгоритмів керування. Очевидно, що від призначення системи, залежать структура й вимоги до алгоритмів. Створення комплексу алгоритмів керування, так само як і розробка самих систем керування, є складним і трудомістким процесом.

Алгоритм керування представляють у вигляді функціональної, структурної схеми або у вигляді блок-схеми програми функціонування системи. Система може містити кілька взаємозалежних підсистем, кожної з яких при її створенні задається вихідна версія свого алгоритму керування. У більшості випадків вона залишається незмінної на весь період експлуатації автомобіля.

У процесі експлуатації автомобіля накопичують досвід, удосконалюють алгоритми, з’являється нова елементна база для побудови контролера й нові датчики, тому вихідна версія ПЗ може бути поліпшена. Розроблювачі встановлюють шифри для позначення версії програмного забезпечення й на корпусі ПЗП системного модуля наклеюють бірку, на якій зазначений шифр ПЗ.

До основних функціональних алгоритмів, що забезпечують роботу СК, відносяться:

* диспетчер часу, що регулює послідовність виконання всіх операцій, їхню синхронізацію і прив’язку в часі, а для двигунів ще і до кута повороту колінчастого вала;
* програми збору, обробки й розподілу інформації;
* диспетчер режимів, що визначає режим роботи об’єкта і відповідну частину програми, за якою повинне відбуватися керування;
* алгоритми формування керуючих сигналів за всіма керуючими впливами;
* алгоритми перетворення й виводу керуючих команд на виконавчі пристрої;
* алгоритми, що забезпечують діагностування роботи системи керування і її елементів, запам’ятовування й вивід відповідної інформації, а також алгоритми, що забезпечують працездатність СУ при відмові окремих її елементів;
* алгоритми оптимізації, адаптації й самонавчання.

Алгоритм керування вибирається, опираючись на задані вимоги до якості керування кожним об’єктом і з урахуванням його конкретного призначення. У першу чергу алгоритми залежать від структури системи керування, що може бути розімкнутої, замкнутої й комбінованою.

У всіх системах керування і в кожному з їхніх елементів обов’язково присутній прямий зв’язок – вплив вхідного сигналу на вихідний. Зворотний зв’язок – це вплив вихідного сигналу на вхідний. Він може бути обумовлений природними властивостями системи або організований в ній штучно (цілеспрямовано).

Лінія зворотного зв’язку може бути одна або декілька. Вони можуть охоплювати як всю систему керування (загальні), так і будь-яку її частину (місцеві). Зворотні зв’язки можуть мати місце, наприклад, у виконавчих пристроях. При цьому зворотні зв’язки можуть бути як негативними, що зменшують невідповідність значень вихідного сигналу значенням вхідного сигналу, так і позитивними, що збільшують цю невідповідність до технічно максимально можливої межі. Позитивні зворотні зв’язки можуть бути тільки місцевими, що охоплюють окремої частини систем. Якщо вони охоплюють всю систему (з виходу на вхід), тоді система взагалі втрачає можливості виконувати своє призначення

## Порядок виконання роботи

По прикладених схемах і опису вивчити структуру й функціонування системи керування.

По натурному зразку вивчити вид, состав і розташування електронних компонентів системного модуля.

## Оформлення звіту

У звіті привести структурні схеми системи керування й системного модуля, їхній короткий опис, а також перелік і функціональне призначення електронних компонентів досліджуваного системного модуля.

**Контрольні запитання**

1. Перелічіть основні компоненти системи керування.
2. Які функції виконують датчики системи керування?
3. Які функції виконують активатори системи керування?
4. Які функції виконує системний модуль?