

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	11
Глава 1. Основные понятия и принципы управления.....	14
1.1. Исходные положения.....	14
1.2. Принципы управления.....	17
1.2.1. Принцип программного управления.....	17
1.2.2. Принцип компенсации.....	17
1.2.3. Принцип обратной связи (управление по отклонению).....	18
1.2.4. Принцип комбинированного управления.....	19
1.3. Структура системы управления.....	19
1.4. Законы управления.....	21
1.5. Классификация систем управления.....	22
Глава 2. Системы управления, применяемых в автомобилях.....	24
2.1. Система водитель — автомобиль — дорога — среда.....	24
2.2. Гидроусилитель руля.....	24
2.2.1. Гидроусилитель руля с золотниковым распределителем поступательного действия.....	25
2.2.2. Гидроусилитель руля с золотниковым распределителем тангенциального типа.....	26
2.3. Система управления двигателем.....	27
2.4. Система управления дроссельной заслонкой.....	29
2.5. Антиблокировочная тормозная система.....	31
2.6. Система автоматического управления светом фар.....	33
2.7. Система адаптивного круиз-контроля.....	35
2.8. Тенденции развития автоматических систем управления в автомобилестроении.....	38
2.9. Теоретические основы управления скоростными и нагрузочными режимами работы двигателя.....	40
2.9.1. Характеристики оптимального по экономичности регулирования двигателя.....	44
2.9.2. Регулирование двигателя при наличии дополнительных ограничений.....	47
2.9.3. Автоматизация управления двигателем.....	49
2.9.4. Разомкнутые и локально-замкнутые подсистемы автоматического управления ДВС.....	53
2.9.5. Управление опережением зажигания и составом смеси.....	56

2.9.6. Локально-замкнутый контур подавления детонации	64
2.9.7. Разомкнутые подсистемы управления составом смеси	66
Глава 3. Система пуска и зажигания ДВС	72
3.1. Система электростартерного пуска ДВС	72
3.2. Системы электроискрового зажигания бензиновых ДВС	76
3.2.1. Классификация батарейных систем зажигания	78
3.2.2. Требования к системам зажигания, основные параметры систем зажигания	79
3.2.3. Классическая контактная система зажигания	80
3.2.4. Контактно-транзисторная система зажигания	82
3.2.5. Бесконтактно-транзисторная система зажигания	82
3.2.6. Двухвыводная катушка зажигания	83
3.2.7. Микроконтроллерная система зажигания	84
Глава 4. Системы диагностики	86
4.1. Система освещения и сигнализации	86
4.2. Информационно-диагностическая система	86
4.2.1. Системы диагностики автомобиля	88
Глава 5. Автомобильные мультиплексные системы передачи информации	96
5.1. Основные понятия	96
5.2. Примеры автомобильных мультиплексных систем	100
5.5. Информационные сети	104
5.5.1. Эталонная модель взаимодействия систем	105
5.5.2. Протоколы информационных сетей	107
5.5.3. Физическая передающая среда	108
5.5.4. Топология информационных сетей	109
5.5.4.1. Топология типа шина	110
5.5.4.2. Топология типа звезда	110
5.5.4.3. Топология типа кольцо	111
5.5.4.4. Ячеистая топология	111
5.5.4.5. Смешанная (гибридная) топология	112
5.5.5. Адресация	113
5.5.6. Методы доступа к среде передачи данных	114
Глава 6. Шина CAN	116
6.1. История развития	116
6.2. Основные свойства шины CAN	116

6.3. Стандарты CAN	118
6.4. Состав сетевого узла CAN.....	120
6.5. Кодирование битов	120
6.6. Среда передачи данных	121
6.7. Логические уровни сигналов	123
6.8. Синхронизация.....	124
6.9. Формат кадров.....	124
6.9.1. Форматы кадров данных Standard Data Frame и Extended Data Frame.....	125
6.9.2. Формат кадра удаленного запроса данных Remote Frame.....	127
6.10. Обнаружение ошибок.....	127
6.11. Обработка ошибок.....	128
6.12. Локализация ошибок.....	129
6.13. Обработка переполнений	132
6.14. Временные характеристики.....	133
6.15. Дальнейшее развитие протокола CAN — CAN FD	134
6.16. Стандарт SAE J1939	138
6.16.1. SAE J193911, SAE J193915 — протокол физического уровня.....	139
6.16.2. SAE J193921 — протокол канального уровня.....	139
6.16.3. SAE J193971 — протокол прикладного уровня	144
Глава 7. Диагностика шины CAN.....	148
7.1. Системы диагностики автомобиля	148
7.2. Диагностика автомобиля Соболев 4×4 с двигателем Cummins ISF 2.8	150
7.2.1. Подключение к диагностической шине	150
7.2.2. Коды неисправностей	152
7.2.3. Контроль параметров	152
7.3. Практическая работа с диагностическим сканером «АВТОАС-СКАН».....	155
7.3.1. Правила безопасности	155
7.3.2. Последовательность работы	155
Глава 8. Реверс-инжиниринг шины CAN автомобиля	157
8.1. Шина CAN	157
8.1.1. История развития	157
8.1.2. Основные свойства шины CAN	158
8.1.3. Стандарты CAN	160

8.1.4. Состав сетевого узла CAN.....	161
8.1.5. Кодирование битов.....	162
8.1.6. Среда передачи данных.....	163
8.1.7. Логические уровни сигналов.....	163
8.1.8. Формат кадров.....	164
8.1.8.1. Форматы кадров данных Standard Data Frame и Extended Data Frame.....	165
8.2. Сканер CAN шины PCAN-USB FD	167
8.3. Практическая работа по анализу сообщений в шине CAN автомобиля	171
8.3.1. Правила безопасности	171
8.3.2. Анализ сообщений в автомобиле	171
8.3.3. Расшифровка сообщений.....	173
8.3.4. Создание DBC файла.....	173
8.4. Разработка программы для Arduino для индикации частоты вращения коленвала	175
8.4.1. Шилд CANdiy	175
8.4.2. Программа для Arduino	176
8.4.3. Отладка программы с использованием MATLAB	178
8.4.4. Испытание программы на автомобиле.....	180
8.5. Оформление отчета.....	180
Глава 9. Датчики (сенсорные устройства).....	181
9.1. Микромеханика.....	183
9.1.1. Процесс APSM.....	186
9.1.2. Датчики положения	188
9.1.2.1. Магнитно-индуктивные датчики.....	190
9.1.2.2. Датчики с закорачивающим кольцом.....	190
9.1.2.3. Полудифференциальные датчики с закорачивающим кольцом.....	191
9.1.2.4 Датчики с вращающимися переменными полями.	191
9.1.2.5. Датчик Hella.....	192
9.1.2.6 Магнитостатические датчики	193
9.1.2.7. Гальваномагнитный эффект	194
9.1.2.8. Типы датчиков Холла.....	195
9.1.2.9. Датчики Холла, использующие принцип вращающихся токов.....	196
9.1.2.10. Дифференциальные датчики Холла	197

9.1.2.11. Датчики Холла для измерения угла поворота (на угол до 180°)	199
9.1.2.12. Датчики Холла для измерения угла поворота (на угол до 360°)	201
9.1.2.13. Магниторезистивные датчики.....	204
9.1.2.14. Магниторезистивные NiFe тонкопленочные датчики (AMR)	206
9.1.2.15 Датчик углового положения в диапазоне более 360° (определение нескольких оборотов)	209
9.1.2.16. GMR-датчики.....	210
9.1.3. Датчики скорости и частоты вращения	210
9.1.3.1. Формы датчиков	211
9.1.3.2. Роторы	211
9.1.3.3. Градиентные датчики.....	212
9.1.3.4. Тангенциальные датчики.....	212
9.1.3.5. Датчики ускорения и вибрации.....	212
9.1.3.6. Принципы измерения	212
9.1.3.7. Пьезоэлектрические датчики.....	213
9.1.3.8. Емкостные кремниевые датчики ускорения	213
9.1.4. Датчики давления	215
9.1.4.1. Прямое измерение давления.....	215
9.1.4.2. Емкостные датчики давления	215
9.1.4.3. Диафрагменные датчики.....	216
9.1.4.4 Применение полупроводниковых датчиков давления.	216
9.1.4.5. Датчики высокого давления с металлической диафрагмой.....	216
9.1.5. Расходомеры	217
9.1.5.1. Датчики массового расхода воздуха	217
9.1.6. Газовые датчики, датчики концентрации	218
9.1.6.1. Датчик концентрации кислорода (лямбда-зонд).....	218
9.1.6.2. Датчик качества воздуха.....	219
9.1.6.3. Измерение влажности	220
9.1.7. Датчики температуры. Косвенно измеряемые переменные.....	220
9.1.8. Конструктивные особенности.....	221
9.1.9. Датчики силы и момента	222
9.1.10. Датчики измерения механической нагрузки	223
9.1.10. Датчики для измерения углов (торсионное измерение).....	224
9.1.11. Датчики вихревых токов.....	226
9.1.12. Датчик загрязнения фар.....	226

9.1.13. Датчик дождя.....	227
9.1.14. Датчики для систем повышения безопасности при движении (DAS)	227
9.1.14.1. Принцип работы ультразвукового датчика.....	228
9.1.14.2 Радарная технология.....	228
9.1.14.3. Радар малой дальности (24 ГГц)	231
9.1.14.4. Радар большой дальности.....	231
9.1.14.5. Лидар	231
9.1.15. Видеотехнология.....	233
9.1.15.1. Основные принципы фотосчитывания.....	233
9.1.15.2 ПЗС-матрицы	235
9.1.15.3. КМОП-матрицы	236
9.1.16. Технология определения дальности	237
Глава 10. Математическое описание систем управления	239
10.1. Уравнения динамики и статики	239
10.2. Линеаризация уравнений.....	241
10.3. Символическая форма записи дифференциальных уравнений	243
10.4. Преобразование Лапласа.....	243
10.4.1. Основные свойства преобразования Лапласа.....	244
10.4.2. Изображения Лапласа распространенных функций.....	245
10.5. Передаточные функции	247
10.6. Временные функции	250
10.7. Связь между передаточной функцией и временными функциями.....	251
10.8. Описание передаточных и временных функций в MATLAB.....	252
Глава 11. Частотные функции и характеристики	254
11.1. Понятие частотных функций и характеристик	254
11.2. Различные типы звеньев и их характеристики	257
11.3. Асимптотические ЛАЧХ.....	262
11.4. Построение частотных характеристик в MATLAB.....	263
Глава 12. Структурные схемы систем управления	264
12.1. Структурные схемы	264
12.2. Вычисление передаточной функции одноконтурной системы	268
12.3. Вычисление передаточной функции многоконтурной системы.....	270

12.4. Функции MATLAB, используемые для преобразования структурных схем	272
Глава 13. Устойчивость линейных непрерывных САУ	274
13.1. Понятие устойчивости САУ	274
13.2. Основное условие устойчивости САУ	276
13.3. Необходимое условие устойчивости	277
13.4. Алгебраические критерии устойчивости	277
13.4.1. Характеристическое уравнение	278
13.4.2. Критерий Гурвица	279
13.4.3. Критерий Лъенара — Шипара	279
13.4.4. Критерий Рауса	280
13.5. Частотные критерии устойчивости	281
13.5.1. Критерий устойчивости Михайлова	281
13.5.2. Критерий Найквиста	282
13.5.3. Запасы устойчивости системы по модулю и фазе	284
13.5.4. Устойчивость систем управления с запаздыванием	285
13.6. Теоремы Ляпунова об устойчивости по линейному приближению	287
13.7. Робастная устойчивость	287
13.7.1. Полиномы Харитоновы. Теорема Харитоновы	288
13.8. Оценка устойчивости САУ в MATLAB	290
Глава 14. Метод переменных состояния	299
14.1. Уравнение системы в нормальной форме	299
14.2. Уравнения линейных САУ в переменных состояния	301
14.3. Матричная передаточная функция	302
14.4. Управляемость и наблюдаемость объекта управления	302
14.4.1. Управляемость объекта управления	303
14.4.2. Управляемость линейных стационарных объектов	303
14.4.3. Наблюдаемость объекта управления	304
14.5. Описание и анализ в MATLAB САУ в пространстве состояний	304
Глава 15. Анализ качества линейных непрерывных систем автоматического регулирования	308
15.1. Понятие качества регулирования	308
15.2. Показатели качества в переходном режиме	310
15.2.1. Прямые показатели качества	310

15.2.2. Корневые показатели качества.....	312
15.2.3. Интегральные показатели качества	314
15.2.4. Частотные показатели качества.....	314
15.3. Показатели качества в установившемся режиме	315
15.3.1. Коэффициенты ошибок	315
15.3.2. Статические и астатические системы.....	316
15.4. Структура астатической системы управления.....	317
Глава 16. Синтез ПИД-регуляторов систем автоматического управления.....	320
16.1. Введение	320
16.2. Исследование типовых законов управления	321
16.3. Настройка параметров ПИД-регулятора.....	326
16.3.1. Метод Циглера — Никольса, основанный на переходной функции объекта.....	327
16.3.2. Метод Циглера — Никольса, основанный на частотных характеристиках объекта.....	329
16.4. Реализация ПИД-регулятора в MATLAB/Simulink.....	331
16.5. Ограничения, накладываемые на техническую реализацию ПИД-регулятора.....	334
16.6. ПИД-регулятор с фильтром.....	334
16.7. Проблема интегрального насыщения ПИД-регулятора.....	337
16.8. Программная реализация ПИД-регулятора	339
Заключение	341
Список литературы	342
Приложение А. Шилд CANdiy.....	344
Приложение Б. Плата индикации.....	347

ВВЕДЕНИЕ

Социально-экономическое развитие мирового сообщества предопределяет интенсивное развитие современных видов транспорта, в числе которых ведущее место занимает автомобильный транспорт. На основе технического прогресса и роста производительности труда парк автомобилей неудержимо нарастает из года в год. Благодаря современной науке все системы транспортных средств постоянно развиваются, оснащаясь бортовым оборудованием. Это развитие идет по двум направлениям:

- в направлении поиска способов улучшения параметров и характеристик существующих устройств, систем, аппаратов и приборов;
- в направлении разработки функциональных узлов, систем и блоков для нужд автоматизации, и механизации рабочих процессов агрегатов.

На базе научных исследований за короткий исторический срок реализовано и кардинально усовершенствовано бортовое оборудование, а также создан целый ряд бортовых систем автоматического управления механизмами и системами транспортных средств. Это стало возможным благодаря достижениям в области полупроводниковой и микроэлектронной технологии изготовления электросхем, которые составляют немалую часть автомобильного бортового оборудования. Наряду с усовершенствованием известных бортовых устройств разработаны и широко применяются новые системы управления бортовой автоматики, такие как:

- системы впрыска топлива для бензиновых двигателей;
- микропроцессорные системы зажигания;
- системы очистки выхлопных отработавших газов;
- системы автоблокировки гидравлических тормозов;
- системы вспомогательной механизации в устройствах комфортного назначения.

Таким образом, из всего вышесказанного становится ясно, что системы бортовой автоматики — это комбинированный комплекс автоматического управления, включающий в свой состав различные технические устройства, которые соединены в единое целое с целью выполнения конкретного неэлектрического действия. Например, система распределенного впрыска топлива — это не только электронный блок управления впрыском, и не только электрическая схема соединений, но также и входные датчики, работающие от неэлектрических сигналов первичных датчиков. Это выходные исполнительные устройства неэлектрического принципа действия, такие как форсунки впрыска или гидравлические и пневматические клапаны системы. Это и механическое устройство привода дроссельной заслонки при работе двигателя на холостом ходу.

То есть для того, чтобы перевозки на транспортных средствах были безопасными и комфортными, а основные агрегаты работали безотказно, автомобиль должен быть оснащен достаточно большим числом самых разнообразных устройств, которые принято называть бортовым оборудованием. Входящие в состав бортового оборудования устройства по своим выполняемым функциям исключительно разнообразны, т. к. работа их связана с необходимостью использования какого-либо вида энергии. Механические устройства, такие как: коробка переключения передач, гидравлические

тормоза, подвеска автомобиля автоматизируются с применением электронного управления. Появились совершенно новые устройства и системы, созданные с использованием всех способов и средств автоматизации, которые сейчас являются неотъемлемой составной частью общего комплекса автоматизированного бортового оборудования.

Техническая система управления обеспечивает безопасность, энергосбережение и комфорт поездки. Так техническая система управления выполняет в электрическом автомобиле несколько функций, направленных на обеспечение безопасности, энергосбережение и комфорт пассажиров:

- управление высоким напряжением;
- регулирование тяги;
- обеспечение оптимального режима движения;
- управление плавным ускорением;
- оценка заряда аккумуляторной батареи;
- управление рекуперативным торможением;
- контроль использования энергии.

Конструктивно система объединяет ряд входных датчиков, блок управления и исполнительные устройства различных систем электромобиля. Входные датчики оценивают положение педали газа, педали тормоза, селектора переключения передач, давление в тормозной системе, степень заряда аккумуляторной батареи. На основании сигналов датчиков блок управления обеспечивает оптимальное для конкретных условий движение электромобиля. Основные параметры работы электромобиля (потребление энергии, восстановление энергии, остаточный заряд аккумуляторной батареи) визуально отображаются на панели приборов. Основные аспекты работы электромобиля (информация о потреблении энергии, восстановлении энергии, остаточный заряд аккумуляторной батареи) отображаются на панели приборов. Контроллер принимает токи от батарей и подает их на электрический двигатель. Благодаря паре потенциометров (переменных резисторов), установленных на педали акселератора, обеспечивается формирование сигнала, подаваемого к контроллеру, о том, сколько энергии он должен доставить.

Электрический двигатель имеет ряд особенностей: во-первых, главной его функцией является создание крутящего момента, он способен преобразовать электрическую энергию в механическую. Основными характеристиками электрического двигателя являются: мощность, максимальный крутящий момент, напряжение, ток и частота вращения. Работа движка осуществляется по принципу электромагнитной индукции (возникновение электродвижущей силы в замкнутом контуре при изменении магнитного потока). В целом, электродвигатель представляет собой несколько трехфазных асинхронных либо синхронных электромашин, работа которых зависит от переменного тока.

Реализация указанных направлений требует развития инфраструктуры (зарядных и обменных станций, мест парковки), стандартизации технических решений, разработки правил для поставщиков услуг. Окружающая нас повседневная действительность содержит множество устройств и систем, в работе которых при внимательном рассмотрении обнаруживаются признаки автоматического регулирования. В реальных условиях рынка, риска

и конкуренции, экономической самостоятельности важнейшим становится, наряду с техникой и технологией, умение специалиста управлять производством или, как мы говорим, большими техническими системами, состоящими из многих элементов или подсистем. Даже на уровне цеха или участка автотранспортного предприятия это объекты определённых воздействий (автомобили, агрегаты, узлы и т. д.), персонал, средства обслуживания и ремонта, необходимые запасные части и материалы, взаимоотношения и связи с другими подразделениями и его руководством и др. Ясно, что система может функционировать эффективно, если, во-первых, эффективны её элементы, и, во-вторых, они взаимодействуют, управляются по определенным, известным и понятным правилам, т. е. их работа планируется, регулируется и оценивается.

В число научных дисциплин, образующих науку об управлении, входит теория автоматического управления и регулирования. По своей сути теория управления, как одна из ветвей технической кибернетики, является междисциплинарным предметом. Значение теории автоматического управления в настоящее время переросло рамки только технических систем. Динамические управляемые процессы имеют место в живых организмах, экономических и организационных человеко-машинных системах. При подготовке учебного пособия были использованы материалы лекций, читаемых автором в течение ряда лет в Санкт-Петербургском Горном Университете.

Таким образом, изучив дисциплину «Управление технических систем транспортных средств», студент обеспечивает себе базовую инженерную подготовку для изучения последующих технических дисциплин, для которых требуется знание методов расчетов и анализа электрических цепей и электрооборудования транспортных средств, а также основ электронных систем управления. Кроме этого, дисциплина «Электротехника и электрооборудование транспортных средств» помогает закрепить основные разделы специальных дисциплин. Следует отметить, что практически все современное производство не обходится без электроэнергетики, электрооборудования и различных электротехнических и электронных систем. Поэтому от современного инженера требуется знание основ электротехники и электроники и дальнейшее их углубление. Дисциплина базируется на знаниях студентов, полученных при изучении следующих дисциплин: математика, экономика, информатика, основы теории надежности и диагностика, техническая эксплуатация автомобилей.

ГЛАВА 1

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ

1.1. Исходные положения

Процесс управления происходит в живой и неживой природе: в живых организмах, обществе, технике и т. д. Естественный отбор, благодаря которому одни особи исчезают, другие выживают и воспроизводятся, также является своего рода процессом управления, протекающим в природе.

Общим для всех процессов управления, где бы они ни протекали, является прием (получение), хранение, преобразование информации и выработка (организация) на ее основе управления. Осознание этой общности послужило предпосылкой к возникновению в конце сороковых годов XX века научного направления, названного его основателем Н. Винером кибернетикой. Хотя управление человеческим коллективом, экономикой, с одной стороны, и техническими объектами — с другой, имеет много общего, но коренные различия, которые существуют между этими объектами, делают необходимым их раздельное рассмотрение.

В теории (автоматического) управления рассматриваются методы исследования и построения систем управления в технике.

Первые системы автоматического регулирования, основанные на принципе отрицательной обратной связи, появились в конце 18 века. К ним можно отнести, например, систему регулирования уровня воды в паровом котле (изобретатель И. И. Ползунов, 1765) и систему стабилизации частоты вращения вала паровой машины при помощи центробежного регулятора (Д. Уатт, 1768). Большой вклад в развитие теории автоматического регулирования внесли отечественные ученые И. А. Вышнеградский, Н. Е. Жуковский, профессор Императорского технического училища, А. М. Ляпунов.

В технике управлением называют целенаправленное воздействие на какое-либо устройство, объект. Если управление осуществляет человек, то управление называют ручным, неавтоматическим.

Управление называют автоматическим, если оно осуществляется без непосредственного участия человека.

Устройство (машина, агрегат, технологический процесс), состоянием которого можно и нужно управлять, называется объектом управления (ОУ) или управляемым объектом. Целью управления управляемым объектом является поддержание заданного режима. Под заданным режимом понимают изменение какого-либо параметра, характеризующего состояние объекта управления, по определенному закону. Указанный параметр, который может быть векторной величиной, называется управляемой или выходной переменной (величиной) объекта управления. В частном случае заданным режимом может быть поддержание выходной переменной неизменной и равной некоторой заданной величине.

Часть объекта управления, на которую оказывают воздействие при управлении, называют управляющим (регулирующим) органом.

Простым примером объекта управления является резервуар с жидкостью (рис. 1.1), в котором нужно поддерживать жидкость на заданном уровне. Управляемой переменной является уровень h , регулирующим органом — вентиль на входной трубе A .

Устройство, осуществляющее управление управляемым объектом, называется управляющим устройством (УУ).

Объект управления с взаимодействующим с ним управляющим устройством называют системой управления. Если система управления функционирует с участием человека, то она называется автоматизированной системой управления (АСУ). Если система управления функционирует без непосредственного участия человека, то она называется автоматической системой управления или системой автоматического управления (САУ).

На автомобильном транспорте в настоящее время широко применяются различные автоматические и автоматизированные системы управления. Они улучшают эксплуатационные характеристики автомобиля, облегчают труд водителя, повышают безопасность движения.

Наиболее распространены системы управления работой двигателя автомобиля, силовой передачей, системами курсовой устойчивости, параметрами микроклимата, системами активной и пассивной безопасности. Бортовые системы управления в настоящее время создаются на основе специализированных микропроцессоров (микроконтроллеров). В современном автомобиле может применяться более сотни микроконтроллеров (рис. 1.2).

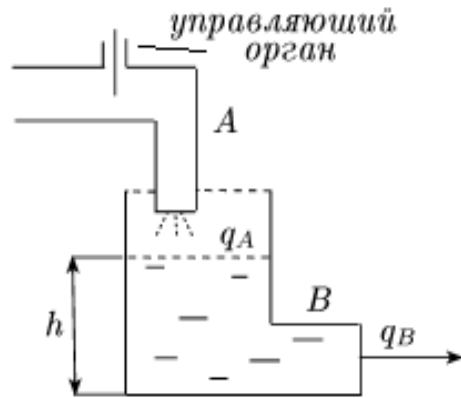


Рис. 1.1. Объект управления — резервуар

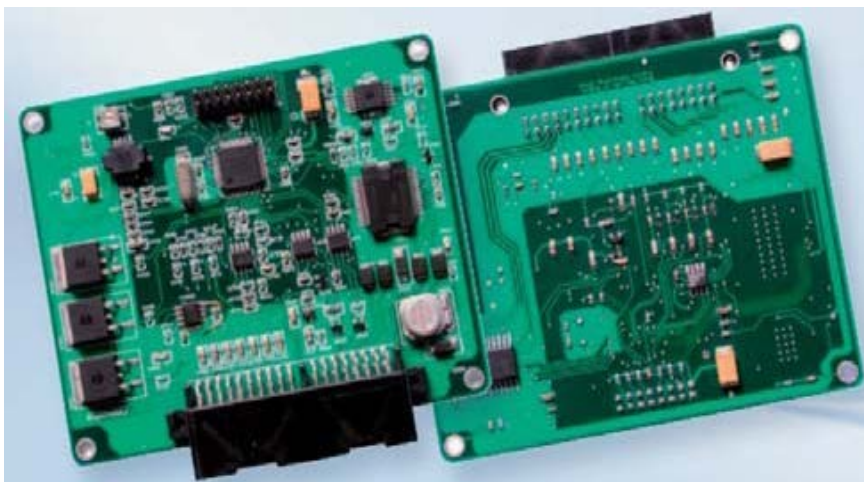


Рис. 1.2. Общий вид микроконтроллерной платы

Блок-схему системы (автоматического) управления в общем случае можно представить так, как на *рис. 1.3*. Выходная переменная объекта управления y является выходной (управляемой) переменной системы управления. Канал связи, по которому информация о текущем состоянии объекта управления (ОУ) поступает в управляющее устройство (УУ), называется обратной связью.

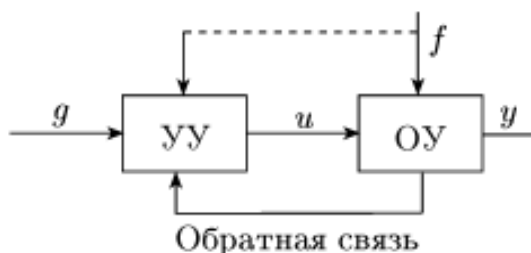


Рис. 1.3. Общая блок-схема САУ обратной связью

Внешнее воздействие g , которое определяет требуемый (заданный) закон изменения выходной переменной, называется задающим воздействием. Здесь, как это часто делают, задающее воздействие выведено за пределы управляющего устройства, в то время как управляющее воздействие вырабатывается за датчиком, входящим в состав УУ.

Как правило, на объект управления действует возмущение f , которое приводит к отклонению управляемой переменной от требуемого значения. Такое воздействие называется возмущением и возмущающим воздействием. Возмущение может действовать и на УУ. В частном случае в зависимости от принципа управления обратная связь или канал связи, по которому информация о возмущении поступает на УУ, может отсутствовать.

Выходная переменная УУ u , являющаяся входной переменной ОУ, называется управляющим воздействием или управлением.

В случае резервуара с жидкостью основным возмущающим воздействием является отклонение расхода жидкости от номинального значения (из-за подключения или отключения потребителей).

Объекты управления в зависимости от реакции на входные воздействия делятся на устойчивые, нейтральные и неустойчивые. Допустим, что при входных воздействиях $u = u^0$ и $f = f^0$ выходная переменная $y = y^0$. И пусть на какое-то время T хотя бы одно из входных воздействий изменяется ($u = u^0 + \Delta u$ или $f = f^0 + \Delta f$), а затем принимает первоначальное значение ($\Delta u = 0$ и $\Delta f = 0$ при $t > t_0 + T$). Если при этом выходная переменная со временем принимает первоначальное значение ($y(t) \rightarrow y^0$ при $t \rightarrow \infty$), объект управления называется устойчивым; если переменная принимает новое постоянное значение ($y(t) \rightarrow y^* \neq y^0$ при $t \rightarrow \infty$), объект управления называется нейтральным; если переменная не стремится к первоначальному или новому постоянному значению, объект называется неустойчивым.

Например, резервуар с жидкостью является нейтральным объектом управления. Действительно, пусть, например, расход жидкости увеличивается, тогда уровень жидкости будет падать. И если затем расход жидкости

восстановится до первоначального значения, то установится такой уровень, какой достигается в момент восстановления расхода, т. е. h примет новое значение.

1.2. Принципы управления

1.2.1. Принцип программного управления

Если об объекте управления все известно, то, точно зная, как зависит выходная переменная объекта управления от управляющего воздействия, управление можно формировать как известную функцию времени $u = u^*(t)$. Такой способ организации управления можно назвать принципом программного управления. При таком принципе управления УУ можно представить как устройство, состоящее из программатора (программирующего устройства) и исполнительного устройства (ИУ) (рис. 1.4). В частном случае исполнительное устройство может отсутствовать.

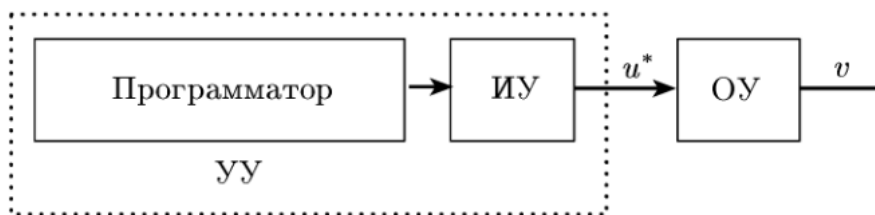


Рис. 1.4. Система программного управления

Принцип программного управления неприменим при управлении объектом, на который действуют заранее неизвестные возмущения, оказывающие существенное влияние на управляемую величину. Он также неприменим, если объект управления является нейтральным или неустойчивым и система управления должна функционировать достаточно длительное время. Это связано с тем, что при нейтральном и неустойчивом объекте управления небольшая систематическая ошибка в программном управлении приводит к нарастающей ошибке управляемой переменной.

1.2.2. Принцип компенсации

Основной причиной, обуславливающей использование специальных УУ, содержащих, помимо программатора и ИУ, измерительные и усилительно-преобразующие устройства, является действие на систему управления возмущений, оказывающих существенное влияние на ее работу. Естественно, напрашивается способ управления, при котором определяются (измеряются) действующие на систему управления возмущения и на их основе вырабатывается управляющее воздействие, которое полностью или частично компенсирует влияние возмущений на процесс управления.

Способ управления, при котором управляющее воздействие вырабатывается на основе действующих возмущений, называется способом управления по возмущению или принципом компенсации. Принцип компенсации

иногда также называют принципом Понселе (по имени французского инженера Ж. Понселе, предложившего принцип регулирования паровой машины по моменту сопротивления на ее валу, т. е. по возмущению).

Достоинством способа управления по возмущению является принципиальная возможность полной компенсации возмущающего воздействия.

Недостатком метода компенсации является то, что он не всегда применим. Его нельзя применять, если возмущение нельзя измерить (из-за того, что его существование не известно или по другой причине). Его нецелесообразно использовать, когда на систему действует много различных возмущений, так как в этом случае УУ получается сложным. Кроме того, принцип компенсации нельзя использовать, если объект управления является нейтральным или неустойчивым.

1.2.3. Принцип обратной связи (управление по отклонению)

Управлением по отклонению называется такой способ управления, при котором определяется отклонение текущего значения выходной переменной от требуемого значения и на его основе формируется управляющее воздействие.

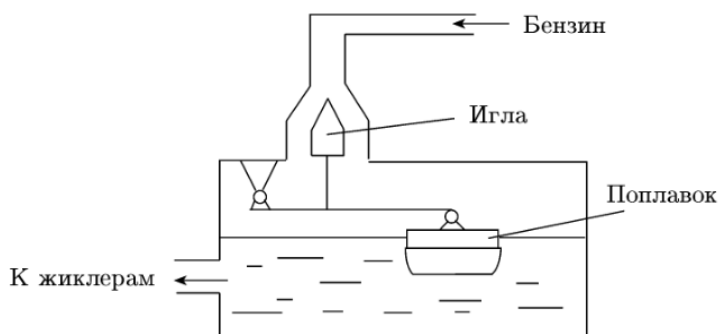


Рис. 1.5. Поплавковый регулятор карбюратора

На рис. 1.5 представлен поплавковый регулятор уровня бензина, устанавливаемый в карбюраторе автомобильных двигателей. В нем реализован способ управления по отклонению. Поплавок, который является одновременно измерителем уровня и сравнивающим устройством, в зависимости от отклонения уровня бензина от требуемого значения с помощью иглы непосредственно регулирует приток бензина в камеру и поддерживает требуемый уровень.

Системы управления, основанные на способе управления по отклонению, непременно содержат обратную связь — канал связи, по которому информация об управляемой переменной поступает на управляющее устройство. Поэтому способ управления по отклонению называют также принципом обратной связи. Первыми промышленными регуляторами, построенными по принципу обратной связи, являются регулятор уровня котла паровой машины Ползунова (1765 г.) и регулятор угловой скорости паровой машины Уатта (1784 г.). Поэтому принцип обратной связи иногда называют принципом Ползунова — Уатта.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru