**Классификация** **микросхем** **и** **их** **условные** **обозначения**

Промышленностью выпускается широкая номенклатура ин-тегральных микросхем различной степени интеграции. Кроме де-ления ИМС в зависимости от технологии изготовления (пленоч-ные, гибридные, монолитные), ИМС делят на цифровые и анало-говые. Цифровые ИМС оперируют с напряжениями, принимаю-щими только два возможных значения — логического нуля и ло-гической единицы. Аналоговые ИМС могут работать с напряже-ниями, непрерывными по времени и значению. В зависимости от степени интеграции цифровые ИМС либо выполняют отдель-ные логические операции (например, И-НЕ или ИЛИ-НЕ), либо образуют целые узлы цифровых устройств (счетчики, регистры,

14

микросхемы памяти, процессоры и т. д.). Аналоговые ИМС (опе-рационные усилители, компараторы напряжений, таймеры, ста-билизаторы постоянного напряжения) выполняют разнообразные функции: усиление сигналов, генерирование колебаний различ-ной формы, модуляцию и демодуляцию сигналов и много других преобразований. Микросхемы, предназначенные для цифроана-логового (ЦАП) и аналого-цифрового преобразования сигналов (АЦП), относят к числу аналоговых.

На функциональной схеме цифрового электронного термо-метра (диапазон температур от 0 до 400 С) к аналоговой части устройства относятся усилитель постоянного тока (УПТ) и 12-раз-рядный АЦП, к цифровой — преобразователь двоичного кода в двоично-десятичный (X/Y) и дешифратор DC, преобразующий этот код в код управления четырьмя цифровыми семисегментны-ми индикаторами (рис. 2.2).

12 16 УПТ АЦП Х Y

DC 28

Рис. 2.2 — Функциональная схема электронного термометра

Стандартами установлена система условных обозначений микросхем. Большинство ИМС объединено в серии, которые включают ряд различных ИМС, согласованных по напряжению источников питания, уровням входных и выходных сигналов, входным и выходным сопротивлениям и конструктивно-технологическим особенностям. Серию стремятся разрабатывать так, чтобы из микросхем, входящих в нее, можно было создать законченные электронные устройства, хотя допускается исполь-зование в одном устройстве ИМС различных серий.

В принятой системе обозначений выпускаемые отечествен-ной промышленностью ИМС делятся по конструктивно-технологическому исполнению на три группы:

а) 1, 5, 6, 7 — полупроводниковые (монолитные); б) 2, 4, 8 — гибридные;

в) 3 — прочие (пленочные, керамические и др.).

15

Условное обозначение серии ИМС состоит из двух элемен-тов: первый — цифра, обозначающая конструктивно-технологи-ческую группу; второй — двух- или трехзначное число, указы-вающее порядковый номер серии. Например, серия, обозначенная числом 1533, принадлежит к полупроводниковым ИМС с поряд-ковым номером серии 533.

По характеру выполняемых функций ИМС подразделяют на подгруппы: генераторы, усилители, триггеры, модуляторы и т. д. В свою очередь подгруппы делятся на виды. Например, подгруп-па «Схемы цифровых устройств» включает в себя следующие ви-ды ИМС: регистры, сумматоры, счетчики импульсов, дешифра-торы и др. Обозначения подгрупп и видов стандартизованы. На-пример, буквы ИР в условном обозначении ИМС будут обозна-чать, что эта ИМС из подгруппы «Схемы цифровых устройств» относится к виду «регистры». В табл. 2.1 приведена неполная классификация видов ИМС.

Таблица 2.1 — **Условные** **обозначения** **микросхем**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Подгруппа и вид ИМС по функциональному назначению | Обо-значе-ние | Подгруппа и вид ИМС по функциональному назначению | Обо-зна-чение |
| Формирователи:  импульсов прямоугольной формы  прочие  Схемы вычислительных средств:  контроллеры микропроцессоры специализированные  Генераторы: прямоугольных сигналов гармонических сигналов  Детекторы: амплитудные фазовые прочие  Схемы источников вторичного электропитания: | АГ АП  ВВ ВМ ВЖ  ГГ ГС  ДА ДФ ДП | Логические элементы: И–НЕ  И–НЕ/ИЛИ–НЕ расширители ИЛИ–НЕ  И Модуляторы:  амплитудные прочие  Преобразователи: цифроаналоговые аналого-цифровые код-код  Схемы запоминающих устройств:  ПЗУ (масочные) ОЗУ  ПЗУ с УФ-стиранием | ЛА ЛБ ЛД ЛЕ ЛИ  МА МП  ПА ПВ ПР  РЕ РУ РФ |

16

Окончание табл. 2.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Подгруппа и вид ИМС по функциональному назначению | Обо-значе-ние | Подгруппа и вид ИМС по функциональному назначению | Обо-зна-чение |
| выпрямители стабилизаторы напряжения импульсные стабилизаторы напряжения непрерывные  Схемы цифровых устройств: АЛУ  шифраторы дешифраторы счетчики комбинированные полусумматоры сумматоры прочие  регистры Коммутаторы и ключи:  напряжения прочие | ЕВ  ЕК  ЕН  ИА ИВ ИД ИЕ ИК ИЛ ИМ ИП ИР  КН КП | Схемы сравнения: по напряжению  Триггеры  типа JK (универсальные) типа D (с задержкой) типа RS  типа Т (счетные) Усилители:  операционные импульсных сигналов низкой частоты высокой частоты  Многофункциональные схемы:  аналоговые цифровые комбинированные прочие | СА  ТВ ТМ ТР ТТ  УД УИ УН УВ  ХА ХЛ ХК ХП |

Условное обозначение микросхемы состоит из трех- или че-тырехзначного обозначения серии микросхем, двух букв, озна-чающих подгруппу и вид микросхемы, и порядкового номера разработки микросхемы.

Буквы (необязательные) К, КМ, КН, КР, и КА, стоящие в начале условного обозначения микросхемы, характеризуют усло-вия ее приемки на заводе-изготовителе, причем буква К означает микросхемы широкого применения.

Для характеристики материала и типа корпуса перед цифро-вым обозначением серии могут быть добавлены следующие буквы:

Р — пластмассовый корпус типа ДИП (корпус с прямо-угольными выводами, перпендикулярными плоскости основания корпуса и выходящими за пределы проекции тела корпуса на плоскость основания);

А — пластмассовый планарный корпус (прямоугольный корпус с выводами, расположенными параллельно плоскости ос-

17

нования и выходящими за пределы проекции его тела на плос-кость основания);

М — металлокерамический корпус типа ДИП; Е — металлополимерный корпус типа ДИП; С — стеклокерамический корпус типа ДИП; И — стеклокерамический планарный корпус; Н — керамический «безвыводной» корпус.

В условных обозначениях микросхем, выпускаемых в бес-корпусном варианте, перед номером серии добавляют букву Б. Таким образом, бескорпусные аналоги обычной серии 155 обо-значаются Б155.

Пример расшифровки обозначения микросхемы КР1533ТМ2 показан на рис. 2.3.

К Р

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | |  |
|  | Группа конструктивно-технологическая | |

р

у

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 2 | | Порядковый номе разработки по |
|  | функциональном назначению | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| М | |  |
|  | Вид | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 533 | | Т |
|  | Подгруппа Порядковый номер | |

Рис. 2.3 — Пример обозначения микросхемы

Если принципиальные схемы электронных устройств, ис-пользующих ИМС, выполнять, полностью отображая их внут-реннюю структуру с помощью условных графических обозначе-ний (УГО) составляющих компонентов, то схема получится очень громоздкой и не наглядной. Отображение на принципиаль-ной схеме внутренней структуры ИМС становится своего рода избыточной информацией, затрудняющей составление и чтение схем. Разработчику электронной аппаратуры важно знать, из ка-ких функциональных узлов можно создать то или иное устройст-во, а внутренняя структура узла зачастую его просто не интересу-ет. Этим объясняется тот факт, что при составлении принципи-альных схем цифровых и аналоговых устройств пользуются только обобщенными символами функциональных узлов.

18

УГО элементов (узлов) аналоговой и цифровой техники строят на основе прямоугольника. В самом общем виде УГО мо-жет содержать основное поле и два дополнительных, расположен-ных по обе стороны от основного (рис. 2.4). Размер прямоуголь-ника по ширине зависит от наличия дополнительных полей и числа помещенных в них знаков, по высоте — от числа выводов, интервалов между ними и числа строк информации в основном и дополнительных полях. В основном поле указывают функцио-нальное назначение элемента, а в дополнительных — метки, обо-значающие функции или назначение выводов. В местах присое-динения линий-выводов изображают специальные знаки (указа-тели), характеризующие их особые свойства (инверсные, дина-мические и т. д.). Группы выводов могут быть разделены увели-ченным интервалом или помещены в обособленную зону. Со-гласно стандарту, ширина основного поля должна быть не менее 10 мм, дополнительных — не менее 5 мм, расстояние между вы-водами — 5 мм.

Обозначение функции Метка

∗∗Входы ∗∗

Метка

∗∗

∗∗ Выходы

Указатель

Зона

Основное поле

Указатель инверсного вывода

Дополнительные поля

Рис. 2.4 — УГО элементов аналоговой и цифровой техники

Выводы элементов схемы делятся на входы, выходы, двуна-правленные выводы (служат как для ввода, так и для вывода ин-формации) и выводы, не несущие информации (например, для подключения питания, внешних *RC*-цепей и т. п.). Входы изобра-жают слева, выходы — справа, остальные выводы — с любой сто-роны УГО. При необходимости разрешается поворачивать обозна-

19

чение на угол 90по часовой стрелке, т. е. располагать входы свер-ху, а выходы снизу.

Функциональное назначение элемента указывают в верхней части основного поля УГО. Его составляют из прописных букв латинского алфавита, арабских цифр и специальных знаков, за-писываемых без пробелов. Примеры обозначений основных функций приведены в табл. 2.2. Сложные функции образуют из простых, располагая их в последовательности обработки сигнала.

Таблица 2.2 — **Примеры** **функциональных** **обозначений** **ИС**

|  |  |
| --- | --- |
| Функция | Обозначение |
| Память  Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) | M  RAM  ROM |
| Логическое И |  |
| Регистр:  общее обозначение  со сдвигом слева направо с реверсивным сдвигом | RG RG → RG ↔ |
| Счетчик двоичный | CT2 |
| Счетчик десятичный | CT10 |
| Триггер:  общее обозначение двухступенчатый | T TT |
| Набор резисторов | ∗R |
| Генератор | G |
| Компаратор (сравнение) | = = |
| Усилитель | > |
| Преобразователь цифро-аналоговый | ∧ |
| Преобразователь аналого-цифровой | ∧ |

Назначение выводов указывают метками, помещаемыми на-против них в дополнительных полях. Как и обозначения функций элементов, они могут состоять из букв латинского алфавита, араб-ских цифр и специальных знаков. Например, вывод установки

20

ИМС в состояние «1» обозначается как S (Set), а сброс схемы в ну-левое состояние — как R (Reset).

Выводы ИМС могут быть помечены указателями, опреде-ляющими их статические и динамические свойства. Указатели про-ставляют на линии контура УГО или на линии связи около линии контура УГО со стороны линии вывода. Прямые статические вы-воды изображают линиями, присоединенными к основному или дополнительным полям УГО без каких-либо знаков, инверсные — в виде кружка на конце. Отличительный признак динамического вывода — указатель в виде косой черточки, стрелки или треуголь-ника. Выводы, не несущие логической информации, выделяют кре-стиком, который наносят либо в месте присоединения к УГО (рис. 2.4), либо в непосредственной близости от него.

По функциональному назначению в цифровых ИМС выде-ляют следующие устройства.

***Логические*** ***элементы*** — это ИМС, реализующие базовые логические функции НЕ, И, ИЛИ и их комбинации И-НЕ, ИЛИ-НЕ, И-ИЛИ-НЕ. Часть ЛЭ, помимо логических операций, выпол-няет функции усилителей мощности.

***Драйверы*.** Драйверами принято считать ИМС с повышен-ной нагрузочной способностью, основным назначением которых является организация связи с периферийными устройствами.

***Шифраторы*.** Назначение шифратора — преобразование входного *унитарного* кода в натуральный двоичный.

***Дешифраторы*** выполняют функции, обратные шифрато-рам, т. е. преобразуют двоичный код в унитарный. К специаль-ным дешифраторам относятся преобразователи двоичного кода в коды управления знакосинтезирующими индикаторами.

***Мультиплексоры*** направляют один из *m* входных сигналов на *один* выход.

***Демультиплексоры*** решают обратную задачу — направля-ют *один* входной сигнал в один из *m* выходных каналов.

***Арифметическими*** ***устройствами*** являются *сумматоры* двоичных чисел, *умножители* двоичных чисел, *АЛУ* — арифме-тическо-логические устройства, схемы *контроля* *четности*, *пре-образователи* двоичных кодов, *цифровые* *компараторы* (устрой-ства сравнения двоичных чисел).

21

***Триггеры*** — устройства, служащие для *запоминания* логиче-ских состояний.

***Регистры****.* Регистром называется триггерная линейка, слу-жащая для записи, хранения, сдвига и вывода информации.

***Счетчики*** числа импульсов — суммирующие, вычитающие, реверсивные. Счетчики могут выполнять роль программируемых *делителей* частоты.

***Релаксационные*** устройства — типа мультивибраторов и од-новибраторов.

***Запоминающие*** устройства предназначены для записи, хра-нения и выдачи информации.

Степень интеграции (показатель сложности) ИС оценивает-ся числом элементов, размещенных на одном кристалле или под-ложке:

*малая* *интегральная* *схема* (МИС) …………………………. до 100; *средняя* *интегральная* *схема* (СИС)….………………….. 101 –1000; *большая* *интегральная* *схема* (БИС)…………………….1001–10000; *сверхбольшая* *интегральная* *схема* (СБИС)…………..свыше 100000.

Все цифровые устройства можно отнести к комбинацион-ным (без памяти), либо к последовательностным (с памятью). ***Комбинационными*** называют устройства, состояние выходов ко-торых в любой момент времени однозначно определяется значе-ниями входных переменных в тот же момент времени. Это логи-ческие элементы, преобразователи кодов (в том числе шифрато-ры и дешифраторы), распределители кодов (мультиплексоры и демультиплексоры), компараторы кодов, арифметико-логические устройства (сумматоры, вычитатели, умножители, собственно АЛУ), постоянные запоминающие устройства (ПЗУ), программи-руемые логические матрицы (ПЛМ).

Выходное состояние ***последовательностного*** цифрового устройства (конечного автомата) в данный момент времени опре-деляется не только логическими переменными на его входах, но еще зависит и от порядка (последовательности) их поступления в предыдущие моменты времени. Иными словами, конечные авто-маты должны обязательно содержать элементы памяти, отра-жающие всю предысторию поступления логических сигналов, и выполняются на триггерах, в то время как комбинационные циф-

22

ровые устройства могут быть целиком построены только на ло-гических элементах. К числу цифровых устройств последова-тельностного типа относят триггеры, регистры, счетчики, опера-тивные запоминающие устройства (ОЗУ), микропроцессорные устройства (микропроцессоры и микроконтроллеры).

***Пример*** ***2.1.*** В приведенном списке ИМС указать:

а) цифровые интегральные микросхемы комбинационного типа;

б) микросхемы, выполненные по гибридной технологии;

в) цифровые интегральные микросхемы последовательност-ного типа.

К1533ИЕ6 К155КП7 К555ИР1 К556РТ5 К140УД6 К561ТМ2 К252ПА1 К564ИМ3 301НР1А К537РУ8 К142 ЕН5 К133ЛА3

*Решение.* К числу комбинационных ИМС в приведенном списке относятся логический элемент К133ЛА3, мультиплексор К155КП7, сумматор К564ИМ3, постоянное запоминающее уст-ройство К556РТ5. По гибридной технологии выполнена микро-схема цифроаналогового преобразователя К252ПА1, номер серии которой начинается с цифры 2. К числу последовательностных ИМС относятся триггер К561ТМ2, регистр К555ИР1, счетчик К1533ИЕ6, оперативное запоминающее устройство К537РУ8. Кроме перечисленных микросхем в данном списке приведены операционный усилитель К140УД6, стабилизатор напряжения К142ЕН5, набор резисторов 301НР1А, которые относятся к ана-логовым ИМС, причем последняя микросхема выполнена по пле-ночной технологии (номер серии начинается с цифры 3).