



Министерство высшего и среднего специального образования.
Ферганский Политехнический Институт.
Кафедра «Электроэнергетика»

**Дисциплина : Релейная защита и
автоматика систем электроснабжения.**

**Тема: ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ И
МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ЭЛЕМЕНТНАЯ
БАЗА.**

План.

- 1) Некоторые сведения о полупроводниковой и микропроцессорной элементной базе.
- 2) Полупроводниковые диоды и транзисторы.
- 3) Микропроцессорная элементная база

Некоторые сведения о полупроводниковой и микропроцессорной элементной базе.

Полупроводниковая элементная база условно может быть разделена на неинтегральную и интегральную.

Неинтегральная база состоит из отдельных типовых полупроводниковых элементов (диодов VD , транзисторов VT и др.). При этом полупроводниковая защита неинтегрального исполнения содержит большое число полупроводниковых элементов, резисторов, конденсаторов и соединений между ними. Как следствие этого снижается надежность ее функционирования. Такие устройства защиты сейчас не находят широкого применения. В качестве примера можно назвать максимальную токовую защиту МТЗ-М и дистанционную защиту ДЗ-10.

Некоторые сведения о полупроводниковой и микропроцессорной элементной базе.

Полупроводниковая интегральная элементная база (полупроводниковые интегральные микросхемы) — это сложное полупроводниковое устройство.

Его элементы — диоды, транзисторы, резисторы и конденсаторы — формируются в небольшом объеме полупроводникового материала или на его поверхности путем выращивания кристаллов и напыления пленок. В процессе их формирования осуществляются и соединения между ними в соответствии со схемой, при этом резко сокращается число внешних проводников, упрощается монтажная схема, уменьшается объем устройства и повышается его надежность.

Некоторые сведения о полупроводниковой и микропроцессорной элементной базе.

В зависимости от функционального назначения интегральные микросхемы делят на *аналоговые* и *цифровые*. К первым относят операционные усилители (ОУ). Они преобразуют непрерывные сигналы и имеют широкие возможности для использования их в измерительных органах. На основе цифровых микросхем выполняют, в частности, логическую часть устройств релейной защиты и автоматики. Они преобразуют и обрабатывают дискретные сигналы, выраженные в двоичном или другом цифровом коде.

Некоторые сведения о полупроводниковой и микропроцессорной элементной базе.

Использование полупроводниковых интегральных микросхем в устройствах релейной защиты и автоматики позволяет повысить их быстродействие, уменьшить массу и габаритные размеры, значительно сократить потребление мощности. Кроме того, в связи с отсутствием движущихся частей и контактов эти устройства имеют более высокую надежность по сравнению с электромеханическими системами.

Некоторые сведения о полупроводниковой и микропроцессорной элементной базе.

В устройствах релейной защиты и автоматики применяются в основном полупроводниковые интегральные микросхемы со средней степенью интеграции . Это триггеры, регистры, сумматоры, операционные усилители и др. Они содержат от 10 до 100 различных элементов в одном корпусе.

Некоторые сведения о полупроводниковой и микропроцессорной элементной базе.

Из-за небольшой степени интеграции операционных усилителей и логических интегральных микросхем устройства релейной защиты и автоматики третьего поколения тоже содержат достаточно большое количество различных узлов и блоков.

Некоторые сведения о полупроводниковой и микропроцессорной элементной базе.

Микропроцессорная элементная база. Перспективным направлением в теории и практике релейной защиты стало использование цифровых микроЭВМ и разработка на их основе так называемых программных защит. Такая возможность объясняется тем, что релейную защиту можно представить как систему арифметико-логического преобразования информации, содержащейся в воздействующих величинах,

Некоторые сведения о полупроводниковой и микропроцессорной элементной базе.

а сам процесс преобразования описать аналитическими выражениями, являющимися алгоритмом функционирования защиты. В микроЭВМ арифметико-логическое преобразование выполняет микропроцессор, поэтому программную защиту называют также микропроцессорной релейной защитой . Это защита четвертого поколения.

Полупроводниковые диоды и транзисторы

Полупроводниковые диоды VD и триоды VT содержат так называемые p - n -переходы, образованные на месте стыка кристалла с дырочной проводимостью p и кристалла с электронной проводимостью n .

Сопротивление такого перехода зависит от направления приложенного к нему напряжения: оно велико в направлении n - p и мало в направлении p - n . Таким образом, p - n -переход ведет себя как выпрямитель, что используется в полупроводниковых диодах.

Полупроводниковые диоды и транзисторы

- Среди них такие, например, как *стабилитрон*. Он представляет собой кремниевый диод, способный длительно работать в режиме обратного пробоя. На обратной ветви его характеристики (рис. 3.1, а) имеется точка, соответствующая напряжению пробоя $U_{прб}$ р-n-перехода. После пробоя его обратный ток может изменяться в широких пределах, а обратное напряжение при этом остается практически неизменным. Это свойство стабилитрона используют для получения стабильного напряжения при изменяющемся напряжении источника.

Полупроводниковые диоды и транзисторы

На рис. 3.1, б показана схема включения стабилитрона. К источнику напряжения U_{BX} диод VD подключен в обратном направлении через резистор R с большим сопротивлением. Напряжение $U_{вх}$ всегда превышает напряжение $U_{прб}$, но изменяется в некоторых пределах. Напряжение $U_{вых}$ на нагрузке R_K остается практически постоянным.

Полупроводниковые диоды и транзисторы

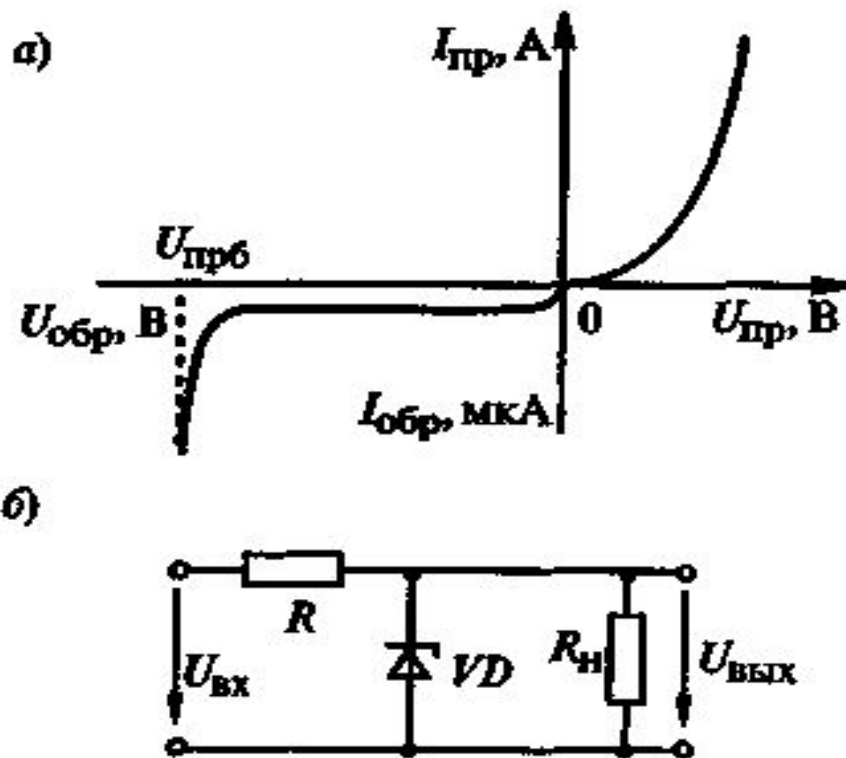


Рис. 3.1. Характеристика стабилитрона (а) и схема его включения (б)

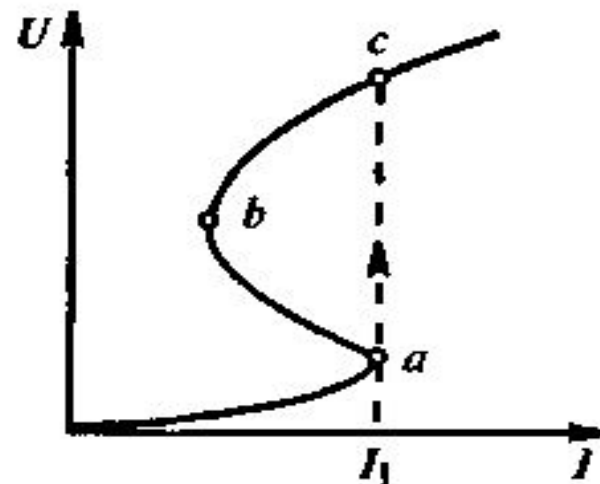


Рис. 3.2. Характеристика туннельного диода

Полупроводниковые диоды и транзисторы

- В отличие от стабилитронов *туннельные диоды* включаются в схемы переменного тока. Вольт-амперная характеристика туннельного диода имеет участок *ab* с отрицательным динамическим сопротивлением (рис. 3.2). При изменении тока от нуля до некоторого значения I_1 (точка *a* на характеристике) падение напряжения на диоде плавно увеличивается. Если ток в цепи превысит значение I_1 , то падение напряжения на диоде увеличится скачкообразно (точка *c*).

Полупроводниковые диоды и транзисторы

- При уменьшении тока уменьшается и напряжение, сначала незначительно (участок cb), а затем скачком до нулевого значения. Отмеченное свойство диода позволяет использовать его, например, в схемах сравнения измерительного органа с одной воздействующей величиной.

Использование р-п-перехода в полупроводниках позволяет не только выпрямлять переменный ток, но и усиливать электрические величины. Для этого применяют полупроводниковые кристаллы, имеющие два р-п-перехода и более.

Полупроводниковые диоды и транзисторы

- Кристаллический триод — *транзистор* — имеет два р-п-перехода (рис. 3.3). Одна из областей *p* называется *эмиттером Э*, вторая — *коллектором К*, а область с проводимостью *n* — *базой Б*, или *основанием*. Если между базой и коллектором приложить внешнее напряжение так, чтобы база получила более положительный потенциал (рис. 3.3, *a*), в цепи коллектор — база будет проходить обратный ток $I_{КБО}$ который весьма мал, — транзистор закрыт.

Полупроводниковые диоды и транзисторы

Однако с момента приложения напряжения между базой и эмиттером так, чтобы эмиттер получил более положительный потенциал, в цепи эмиттер — база начнет проходить ток $I_{\text{э}}$ в прямом направлении (рис. 3.3, б). При этом и ток коллектора $I_{\text{к}}$ будет возрастать; он станет примерно равным току эмиттера. Таким образом, меняя ток эмиттера $I_{\text{э}}$, можно менять ток коллектора $I_{\text{к}}$. Условное изображение транзистора показано на рис. 3.3, в.

Так как часть тока $I_{\text{э}}$ ответвляется в цепь базы $I_{\text{б}}$, то коллекторный ток меньше тока эмиттера: $I_{\text{к}} = I_{\text{э}} - I_{\text{б}}$

Полупроводниковые диоды и транзисторы

- Степень уменьшения тока I_K характеризуется коэффициентом передачи тока $h_{21Б} \sim \Delta I_K / \Delta I_{Э}$ - Поскольку $h_{21Б} = \text{const}$, ток коллектора

$$I_K = h_{21Б} I_{Э} = I_B h_{21Б} / (1 - h_{21Б}) = h_{21Э} I_B.$$

Полупроводниковые диоды и транзисторы

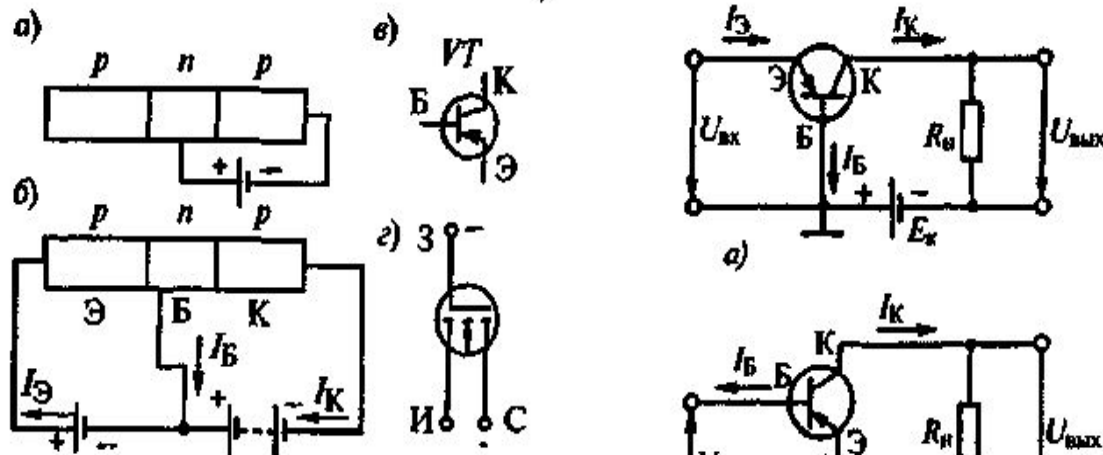


Рис. 3.3. Кристаллический триод (транзистор)

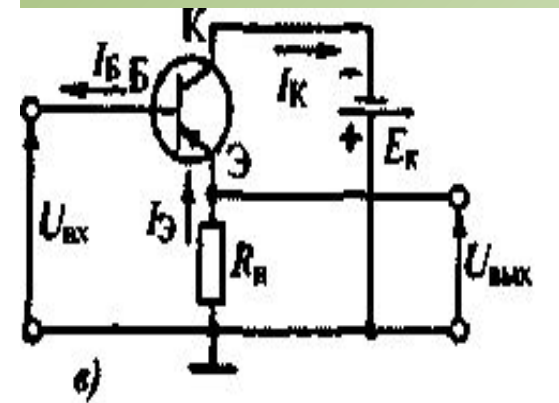
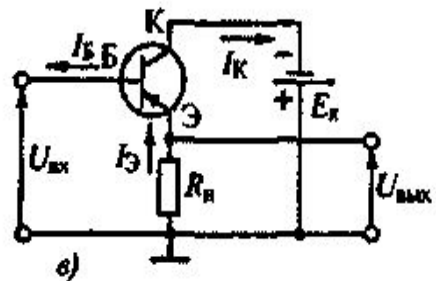
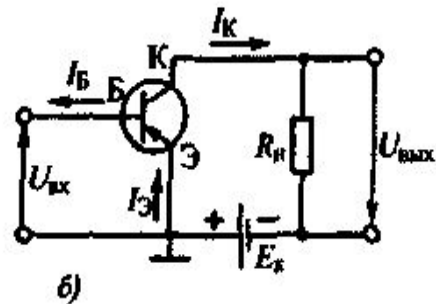
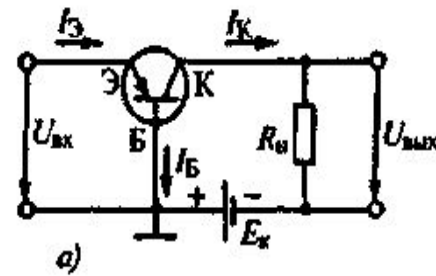


Рис. 3.4. Схемы включения транзистора

Полупроводниковые диоды и транзисторы

- Для плоскостных транзисторов $h_{21Б} = 0,9..0.98$. Таким образом, ток коллектора значительно больше тока базы. Так, при $h_{21Б} = 0,95$ ток коллектора $I_{к} = 19I_{Б}$, т. е. происходит усиление тока: ток выходной цепи $I_{к}$ больше тока входной цепи $I_{Б}$, так как $h_{21Э} > 1$. Кроме того, сопротивление цепи эмиттер— база мало, а цепи эмиттер— коллектор весьма велико. Поэтому напряжение выходной цепи $U_{вых}$ — нагрузки транзистора $R_{н}$ (рис. 3.4) — значительно больше, чем напряжение входной $U_{вх}$. Поэтому происходит усиление и напряжения, в результате чего значительно усиливается мощность.

Полупроводниковые диоды и транзисторы

- В схемах включения транзистора один из его выводов является входным, другой — выходным, а третий — общим относительно входной и выходной цепей. В зависимости от того, какой из выводов является общим, различают схемы с *общей базой* (рис. 3.4, а), *общим эмиттером* (рис. 3.4, б) и *общим коллектором* (рис. 3.4, в). Индексы в обозначении коэффициентов h_{21} передачи и усиления тока относятся к одноименным схемам. Чаще других применяется схема с общим эмиттером, как обеспечивающая наибольшее усиление мощности.

Полупроводниковые диоды и транзисторы

- Наряду с транзисторами типа *p-n-p* существуют транзисторы с проводимостью *n-p-n*. При замене одного транзистора другим необходимо изменить полярность напряжения E_k его питания. Рассмотренный транзистор называется *биполярным* в отличие от *униполярного полевого транзистора*, который управляется не током, а электрическим полем. Он тоже имеет три вывода: затвор *З*, исток *И* и сток *С* (рис. 3.3, *г*). Полевой транзистор обладает очень большим входным сопротивлением и может быть использован и в цепях переменного тока как управляемый резистор

Микропроцессорная элементная база

- На основе микропроцессорной элементной базы (микроЭВМ) выполняют так называемые программные (микропроцессорные) устройства защиты и автоматики. Их центральным элементом является микропроцессор, который преобразует информацию о воздействующих величинах, представленную в цифровом виде, например, в виде двоичного кода. Поскольку воздействующими величинами являются синусоидальные напряжения и ток, то они предварительно должны быть преобразованы с помощью аналого-цифровых преобразователей (АЦП). Для исполнительных органов защиты необходимы аналоговые сигналы, поэтому внешние элементы защиты содержат цифроаналоговые преобразователи (ЦАП).

Микропроцессорная элементная база

- *Микропроцессор* — это программно-управляемое универсальное цифровое микроэлектронное устройство. Он предназначен для выполнения арифметических и логических операций с поступающей на его вход информацией в соответствии с заданной программой. Например, операции сложения и вычитания, умножения и деления двух двоичных чисел, а также логические операции типа дизъюнкции, конъюнкции, инверсии и т. д. Микропроцессор выполняется на основе разного рода триггеров, логических элементов И (DX), ИЛИ (DW), НЕ (DU), резисторов [10, 27...31]. На структурной схеме (рис. 3.39) микропроцессор ограничен пунктирными линиями

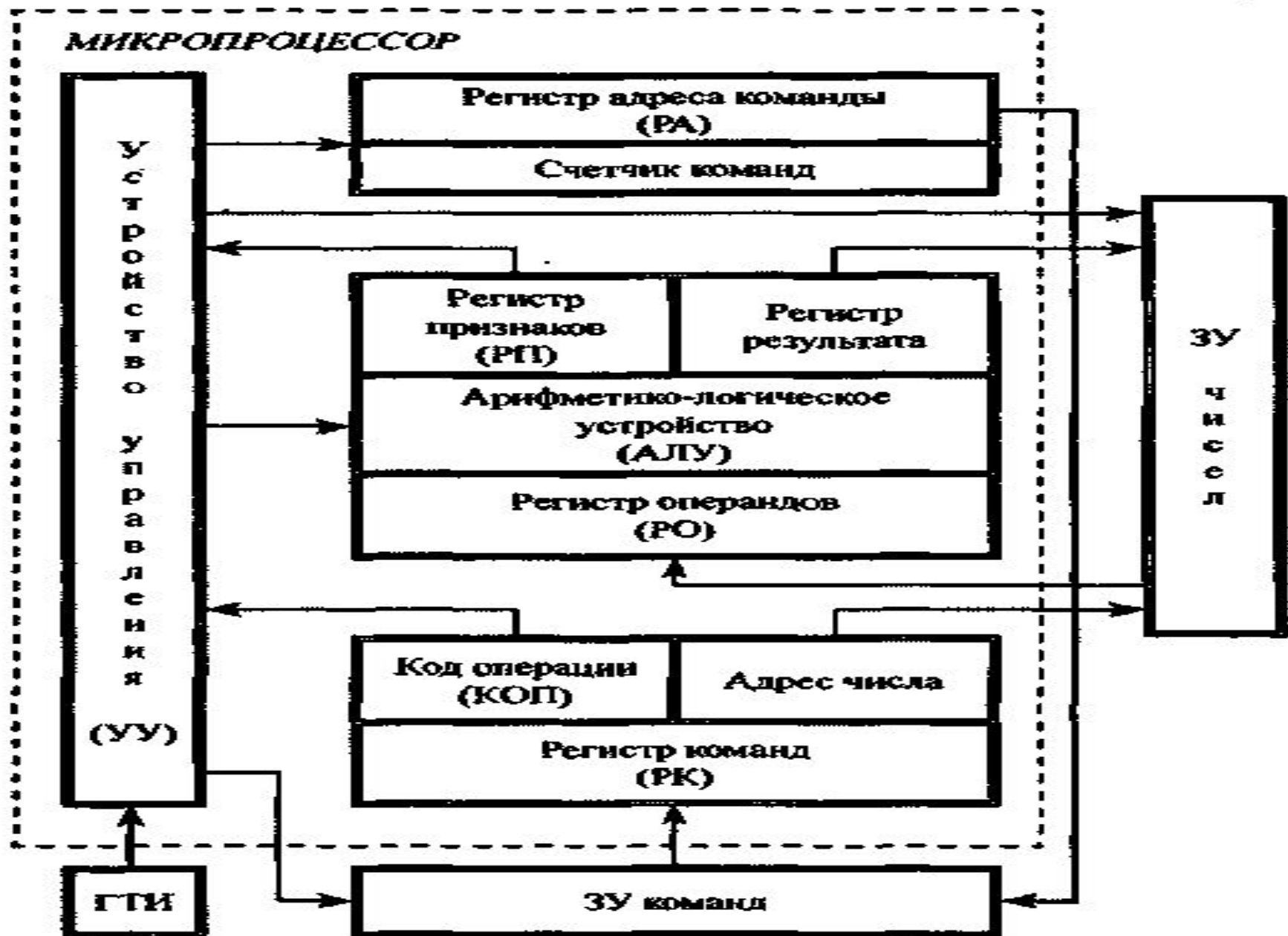


Рис. 3.39. Структурная схема микропроцессора

Микропроцессорная элементная база

- Характер операции определяется алгоритмом, например, таким

$$Y = (X_1 X_2 + X_3) X_1 + X_4,$$

где X_1, X_2, X_3, X_4 — исходные числа; Y — результат вычислений.

При аппаратном способе необходимо для каждой операции иметь свой операционный блок. Поэтому структурная схема устройства, реализующая указанный алгоритм, должна иметь два перемножителя и два сумматора.

Микропроцессорная элементная база

- При программном способе однотипные операции выполняются одним операционным блоком, т. е. для реализации указанного алгоритма достаточно иметь один перемножитель и один сумматор.
- Эта часть микропроцессора называется арифметико-логическим устройством (АЛУ). Порядок выполнения операций АЛУ определяется программой, состоящей из команд, выполняемых последовательно во времени. Команда, как и исходные числа, записывается в двоичной форме.

Микропроцессорная элементная база

- Микропроцессор содержит также различного рода регистры: регистр операндов (РО) для кратковременного хранения исходных двоичных чисел (операндов), над которыми в данный момент выполняется операция, а также для хранения результатов вычислений; регистр команд (РК), в который записывается команда выполняемой операции. Эти регистры образуют оперативное запоминающее устройство (ОЗУ). Сами команды операций (их коды) и операнды хранятся во внешних по отношению к микропроцессору запоминающих устройствах, соответственно ЗУ команд и ЗУ чисел. Они входят в постоянное запоминающее устройство (ПЗУ).

Микропроцессорная элементная база

- Адрес команды записан в регистре адреса (РА). С помощью счетчика команд формируется их определенная последовательность. Выполнение текущей команды заканчивается формированием адреса следующей команды, например, к адресу текущей команды добавляется 1. Для формирования признаков результатов операции имеется регистр признаков (РП), например, признаки нулевого и отрицательного результатов.

- Устройство управления (УУ) служит для обеспечения необходимой последовательности работы всех частей микропроцессора в соответствии с заранее составленной и введенной в ЗУ команд программой. Для выполнения арифметических операций над исходными числами (операндами), указанными в алгоритме (3.6), первая команда должна содержать следующую закодированную в двоичной системе счисления информацию:
- адрес первого операнда X_b т. е. код номера ячейки ЗУ чисел, откуда нужно взять требуемый операнд;

- адрес второго операнда X_2 , т. е. код номера ячейки ЗУ чисел, откуда нужно взять этот операнд;
- сведения о том, какую операцию следует произвести над исходными операндами X_1 и X_2 , т. е. код операции КОП;
- адрес результата операции, т. е. код номера ячейки регистра результата, куда нужно записать результат операции;
- адрес следующей команды, т. е. код номера ячейки ЗУ команд, в которой хранится эта команда.

- Адрес очередной команды под воздействием устройства управления УУ направляется в регистр адреса команды РА. В соответствии с этим адресом команда, выбранная из ЗУ команд, направляется в регистр команд РК.
- Устройство управления УУ расшифровывает ее. В соответствии с адресом операндов X_x и X_2 двоичные числа из ЗУ чисел переписываются в регистр операндов РО, а код операции КОП (например, 03) направляется в арифметико-логическое устройство АЛУ, где производится соответствующее коду операции действие с указанными числами и результат записывается в регистр результата. В нашем случае этот результат используется для выполнения следующей операции ($X \wedge X_2 + X_3$). Если в нем необходимости нет, то происходит его пересылка в ЗУ чисел.

Микропроцессорная элементная база

- **Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи.** Имеется более сотни типов интегральных микросхем аналого-цифровых (АЦП) и цифроаналоговых (ЦАП) преобразователей. Они отличаются по назначению, функциональным возможностям, по конструктивным, эксплуатационным и электрическим характеристикам, но каждый из них содержит цифровую и аналоговую части

Микропроцессорная элементная база

- *Аналого-цифровые преобразователи* осуществляют автоматическое преобразование непрерывно изменяющихся во времени аналоговых величин в цифровой эквивалент - код (обычно двоичный). Достигается это в общем случае путем выполнения двух операций: дискретизации по времени и квантования по уровню информационного параметра.

- *Цифроаналоговый преобразователь* осуществляет автоматическое преобразование цифрового сигнала в аналоговый, в частности в постоянный ток или напряжение. Одним из элементов ЦАП является резисторная матрица с двумя значениями сопротивлений R , $2R$ (рис. 3.42). Ее эквивалентное сопротивление в направлении к источнику питания равно R .

Микропроцессорная элементная база

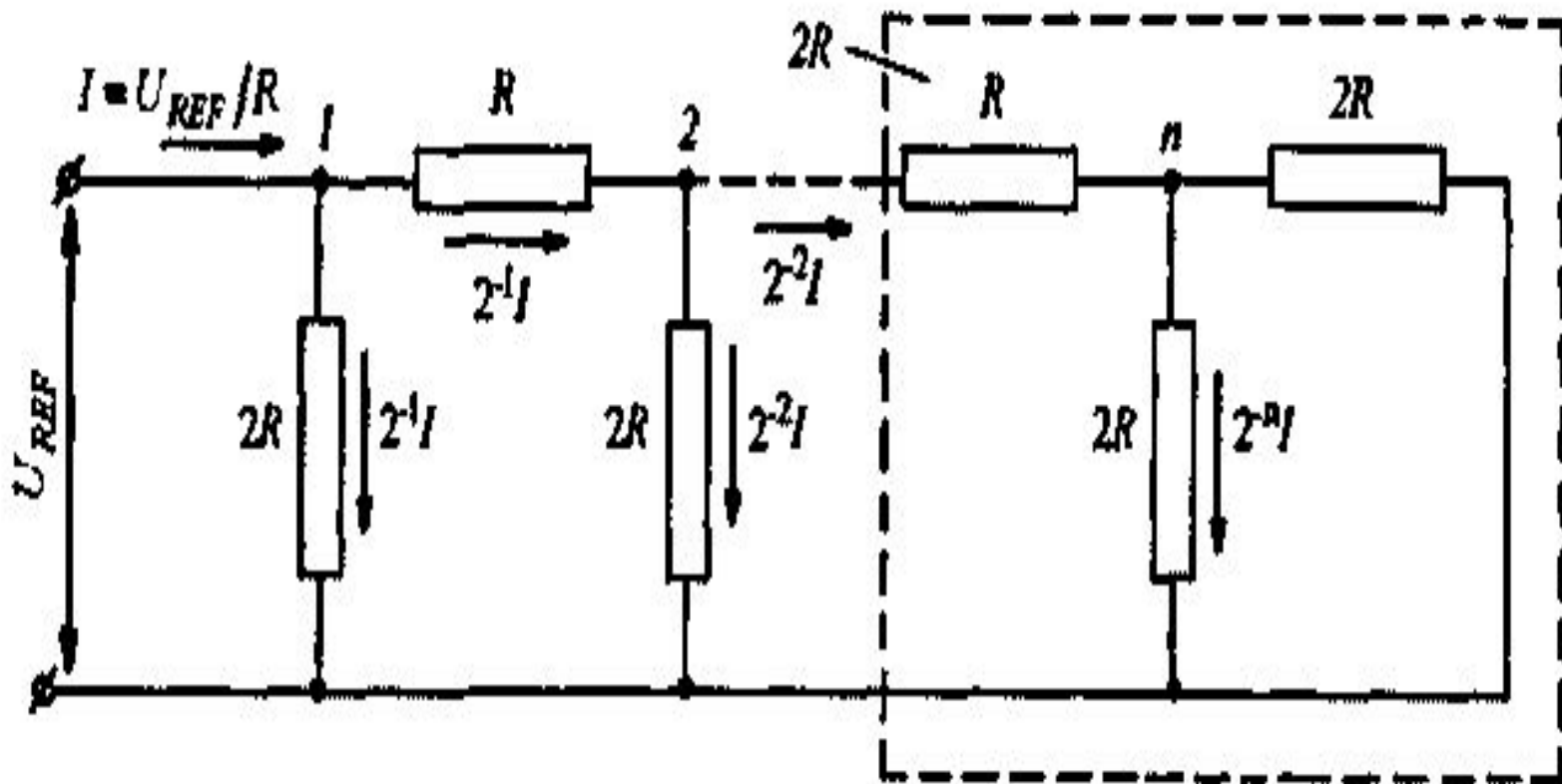


Рис. 3.42. Резисторная матрица

Авторы:

д.т.н. проф. Касымахунова А. М

Магистранты гр. М 2-10 ЭС(р):

Акбаров А.К.

Узбеков М.

Литература

- Правила устройств электроустановок. М., 1998. 607 с.
- Релейная защита горных электроустановок. М, 1978. 349 с.
Марквард К. Г. Гимоян Г. Г.
- Электроснабжение электрических железных дорог: Учеб. для вузов. М., 1965. 464 с
- Соскин Э. А., Киреева Э. А. Автоматизация управления промышленным энергоснабжением. М: Энергоатомиздат, 1990. 384 с.

Литература

- Брухис Г. Л., Иванов Е. А., Измайлова Л. И. Комплекс аппаратуры для передачи диспетчерско-технологической информации и сигналов РЗ и ПА по цифровым каналам связи // Электр, станции. 1998, № 8. С. 36—41.
- Овчаренко Н. И. Элементы автоматических устройств энергосистем: Учеб. для вузов. В 2 кн. Кн. 1. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1995. 256 с.
- Федосеев А. М. Релейная защита электроэнергетических систем. Релейная защита сетей: Учеб. пособие для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1984. 520 с.

Литература

- Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учеб. для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. школа, 1991. 496 с.
- Фабрикант В. Л. Основы теории построения измерительных органов релейной защиты и автоматики. М.: 1968. 267 с.
- Овчаренко Н. И. Элементы автоматических устройств энергосистем: Учеб. для вузов. В 2 кн. Кн. 2. 3-е изд., перераб. и доп. М: Энергоатомиздат, 1995. 272 с.
- Теоретические основы построения логической части релейной защиты и автоматики энергосистем / В. Е. Поляков, С. Ф. Жуков, Г. М. Проскурин и др.; Под ред. В. Е. Полякова. М., 1979. 237 с.

Литература

- Шамис М. А. Встроенные средства контроля устройства релейной защиты на микроэлектронной элементной базе // Электр, станции. 1986. № 6. С. 64-67.
- Казанский В. Е. Измерительные преобразователи тока в релейной защите. М., 1988. 240 с.
- Андреев В. А., Фабрикант В. Л. Релейная защита распределительных электрических сетей: Учеб. для вузов. М.: Высш. школа, 1965. 484 с.
- Дорогунцев В. Г., Овчаренко Н. И. Элементы автоматических устройств энергосистем: Учеб. пособие для вузов. М: Энергия, 1979- 520 с.