

*Е.В. Власова**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОЛЬТ-АМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИОДА В РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАХ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Показана функция диода в комплексном представлении: смето- и мнемотехнике, физике и математике, для наглядной демонстрации физики процесса.

Известное схемотехническое представление диода и/или в виде его вольт-амперной характеристики (ВАХ) в графической или алгебраической формах является неполным и не позволяет увидеть комплексной картины физического процесса.

Целью является повышение наглядности физики процесса за счет представления функции в основных координатах управления.

Для повышения наглядности диод целесообразно показать в форме схемотехники (рис. 1 – структурная схема и 5 – принципиальная схема в матричной логике), математической модели в графической (рис. 2) и алгебраической формах, в мнемотехнике (рис. 3 – таблица состояний) и в виде физической модели в метрологических координатах (рис. 4).

В качестве примера структурной схемы диода приведем схему делителя напряжения (рис. 1). В ней диод включен в цепь с резистором и источником напряжения последовательно.

График вольт-амперной характеристики диода (рис. 2) представляет собой математическую модель диода в графической форме. В положительном квадранте экспонента положительна и ток стремится к бесконечности. В отрицательном квадранте, где значение экспоненты стремится к нулю, ток будет стремиться к предельному значению I_0 (диффузионный ток).

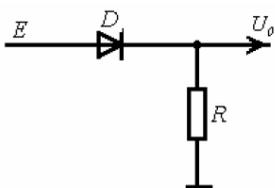


Рис. 1. Структурная схема
(делитель напряжения)

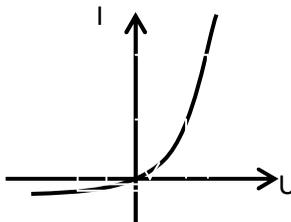


Рис. 2. Вольт-амперная характеристика диода

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Е.И. Глинкина.

Вольтамперная характеристика диода может быть представлена в алгебраической форме:

$$I = I_0[\exp(U/U_0) - 1].$$

Рассмотрим пример построения схемы ВАХ диода на примере, когда на диод подаются три различных состояния напряжения. Таблица состояний является представлением функции ВАХ во временных координатах и строится методом аналогии. В строках таблицы расположим значения напряжения U , в столбцах – значение тока I . Пусть каждому значению напряжения U ставится в соответствие одно значение тока I . На пересечении соответствующих значений тока и напряжения в таблице ставится логическая 1, а в остальных строках 0. Следовательно, таблица будет иметь вид, представленный на рис. 3.

Физику процесса однозначно определяют временные диаграммы. Временная диаграмма – это представление функции в метрологических координатах. С помощью временной диаграммы возможно показать переход любой из входных переменных из одного состояния в другое и проследить, как это отражается на выходных переменных. Временная диаграмма является также эффективным средством точного описания поведения различных устройств памяти и таймеров. Временная диаграмма – это просто семейство графиков, каждый из которых соответствует логической переменной.

На графиках по горизонтальной оси откладывается время, а по вертикальной – логическое состояние переменной, т.е. 0 или 1. Графики располагаются так, чтобы все оси времени были синхронизированы; таким образом, вертикальная линия, проведенная в любом месте диаграммы, соответствует одному и тому же моменту времени, и мы имеем возможность оценить значения всех входных и выходных переменных в данный момент.

Временную диаграмму (рис. 4) строим методом транспонирования по таблице состояний.

	I_0	I_1	I_2
U_0	1	0	0
U_1	0	1	0
U_2	0	0	1

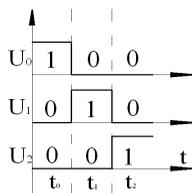


Рис. 3. Таблица состояний

Рис. 4. Временная диаграмма

По приведенной таблице состояний синтезируем схему диода в матричной логике (рис. 5), используя мнемоническое правило аналогии. Таблицу регистра для этого развернем на 90° относительно нижнего левого угла.

Матричную схему можно проектировать по таблице истинности. Алгоритм синтеза заключается в следующем.

1. Строят скелетную матрицу исходя из числа состояний таблицы истинности:

а) число строк в матрице И/НЕ–И выбирают соответственно числу входов (входных столбцов таблицы), число столбцов этой матрицы устанавливают по числу строк (состояний) таблицы истинности;

б) число строк (выходов) в матрице ИЛИ определяют по числу выходных столбцов таблицы истинности.

2. Таблицу истинности поворачивают на 90° , при этом:

а) в матрицах И, а также ИЛИ ij -й позиции, соответствующей весу логической единицы (а), планируют прожиг (логический вентиль);

б) в матрице НЕ–И прожиг фиксируют на позиции с весом логический ноль (а).

3. В результирующей матрице приводят лишь столбцы, логически связанные с матрицей ИЛИ (соответствующие весу логической единицы).

Можно ее построить и по временной диаграмме. В этом случае алгоритм состоит в следующем.

1. На временных диаграммах выявляют эпюры для входных и выходных сигналов.

2. На плане временных диаграмм строят скелетную матрицу из строк по числу эпюр и столбцов по числу состояний.

Кроме того, на плане диаграмм для входных переменных приводят строки инверсных входов.

3. Пользуясь таблицей переходов, программируют матрицы:

а) на матрицах И, ИЛИ потенциал E заменяют соединением между строкой и столбцом;

б) на инверсной матрице НЕ–И коммутируют низкие потенциалы по соответствующим адресам плана.

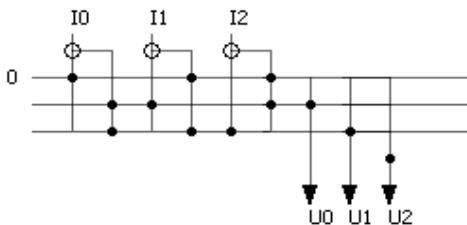


Рис. 5. Схема в матричной логике

4. Представляют программируемую матрицу в форме, удобной для пользования.

Строим скелетную матрицу на три выхода (матрица ИЛИ) и шесть входов (матрица И/НЕ–И). На пересечении линий состояния и входа ставится прожиг (точка). Если терм соответствует единичному значению таблицы состояний, то точка ставится на матрице И, если нулевому – на матрице НЕ–И. На матрице ИЛИ точка ставится там, где она соответствует единице в таблице состояний.

Матричные схемы представляют собой сетку ортогональных проводников, на местах пересечения которых установлены элементы односторонней проводимости (ЭОП) (диоды, транзисторы).

Анализ матричной схемы проведем путем сравнения с таблицей состояний, что и подтверждает правильность ее построения (см. рис. 3).

Таким образом, рассмотрены функции диода в комплексе: в виде схем (структурной и матричной логике) и таблиц, временных диаграмм, математической модели ВАХ, для адекватного представления физики процесса.

Для наглядности математические модели ВАХ диода приведены в алгебраической и графической формах представления.

Рассмотрена методика построения таблицы истинности, а также матричной схемы методом аналогии и временной диаграммы методом транспонирования, что позволило выявить закономерности для комплексного представления функции диода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глинкин, Е.И. Микропроцессорные средства / Е.И. Глинкин, Б.И. Герасимов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. – 140 с.
2. Глинкин, Е.И. Схемотехника микропроцессорных средств / Е.И. Глинкин, М.Е. Глинкин. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. – 148 с.