

Технологии проектирования компьютерных систем

Лекция 1. Методы проектирования цифровых устройств



Тенденции развития цифровых устройств

В настоящее время происходит бурное развитие вычислительной техники и ее внедрение во многие сферы человеческой деятельности. Общими тенденциями цифровых устройств являются:

1 непрерывное повышение числа логических элементов (ЛЭ), размещаемых на кристалле,

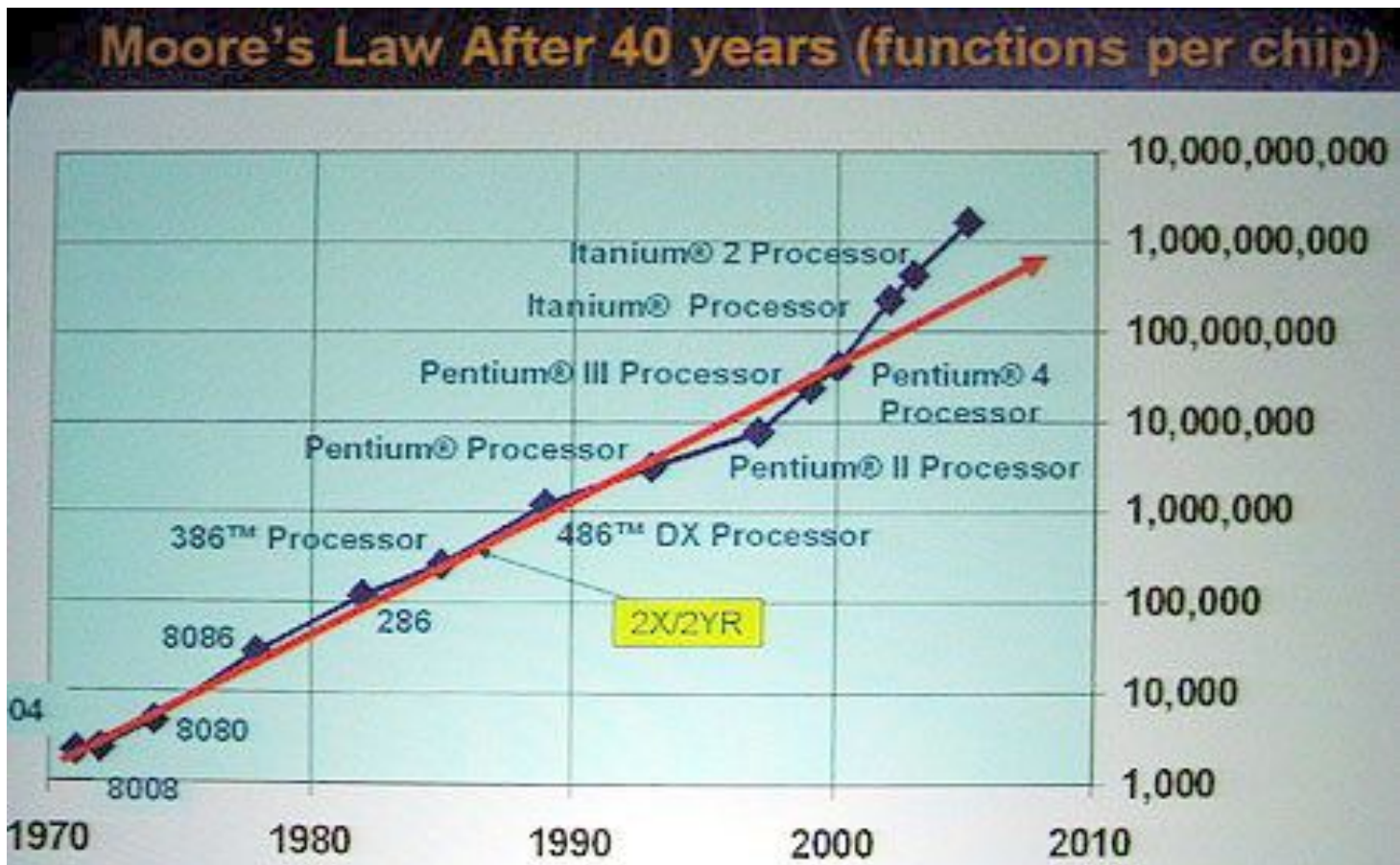
2 одновременное снижение удельной стоимости одного ЛЭ.

Увеличение числа ЛЭ непрерывно открывает возможности создания всё более сложных цифровых устройств, размещаемых на одном кристалле. К основным положительным результатам этой тенденции можно отнести:

- постоянное расширение функциональных возможностей и улучшение потребительских свойств конечных изделий;
- уменьшение габаритов и потребляемой мощности;
- повышение надежности.

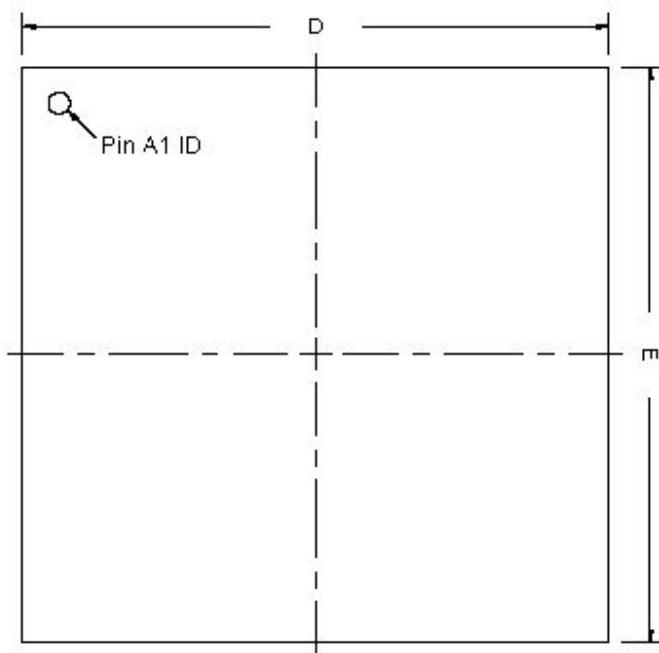
Закон Мура

Количество элементов на кристаллах электронных микросхем удваивается каждый год

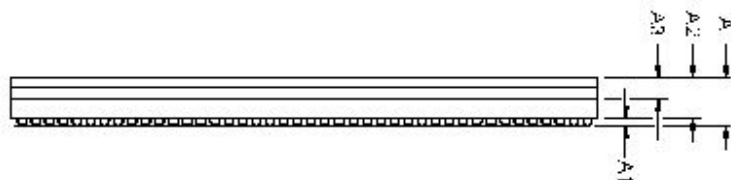
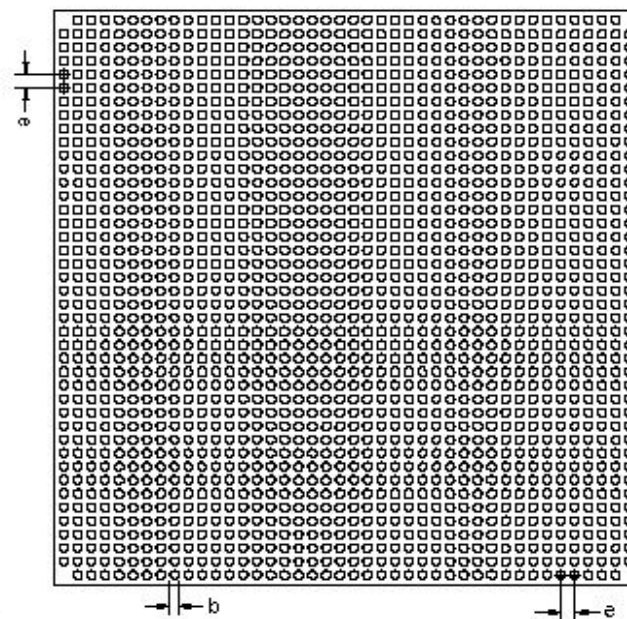


Корпус 1760-pin FBGA

TOP VIEW



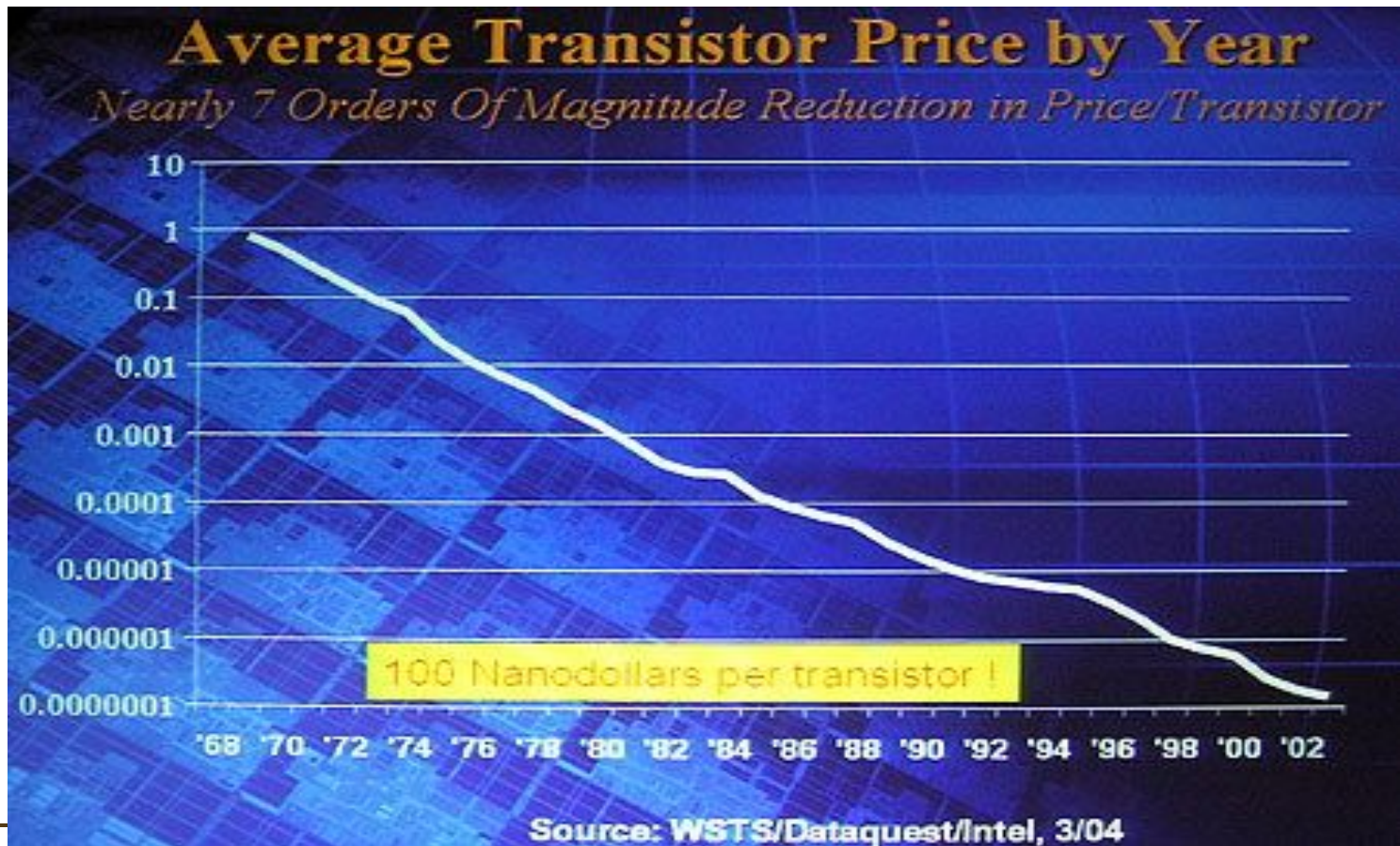
BOTTOM VIEW



$$D = 42,50; \quad E = 42,50;$$
$$A = 3,50; \quad e = 1,00;$$

Следствие закона Мура

Стоимость одного транзистора на кристаллах массовых микросхем уменьшается по экспоненциальному закону



Изменения в составе элементной базы

Отражением тенденции развития цифровых устройств явились:

- переход от интегральных микросхем (ИМС) малой и средней степени интеграции к большим (БИС) и сверхбольшим (СБИС) интегральным микросхемам;
- появление микропроцессоров, что дало мощный толчок к внедрению цифровых технологий обработки информации во всех сферах человеческой деятельности.

Однако применение микропроцессоров имеет существенный недостаток, связанный с тем, что решение любой задачи микропроцессором всегда состоит из последовательности шагов конечной длительности, в то время как для решения многих задач (в том числе связанных и с обеспечением работы самих микропроцессоров) требуются устройства с минимальной задержкой выполнения логических функций.

Способы создания быстродействующих устройств

Выделяют три способа:

- 1 использование наборов стандартной цифровой логики общего применения и типовых периферийных СБИС;
- 2 применение заказных СБИС;
- 3 использование полузаказных СБИС (базовых матричных кристаллов (БМК) и СБИС программируемых логических интегральных микросхем (ПЛИС)).

Преимущества ПЛИС:

- меньшая стоимость и сложность цикла допроектирования и специализации ПЛИС;
- возможность внесения изменений в проект на любой стадии проектирования и изготовления специализированной ПЛИС;
- возможность перепрограммирования ПЛИС после ее распайки на плате;
- отсутствие необходимости в сложном технологическом оборудовании.

Традиционные методы

Традиционные методы подразделяют на:

- проектирование с помощью булевых функций;
- схемотехническое проектирование.

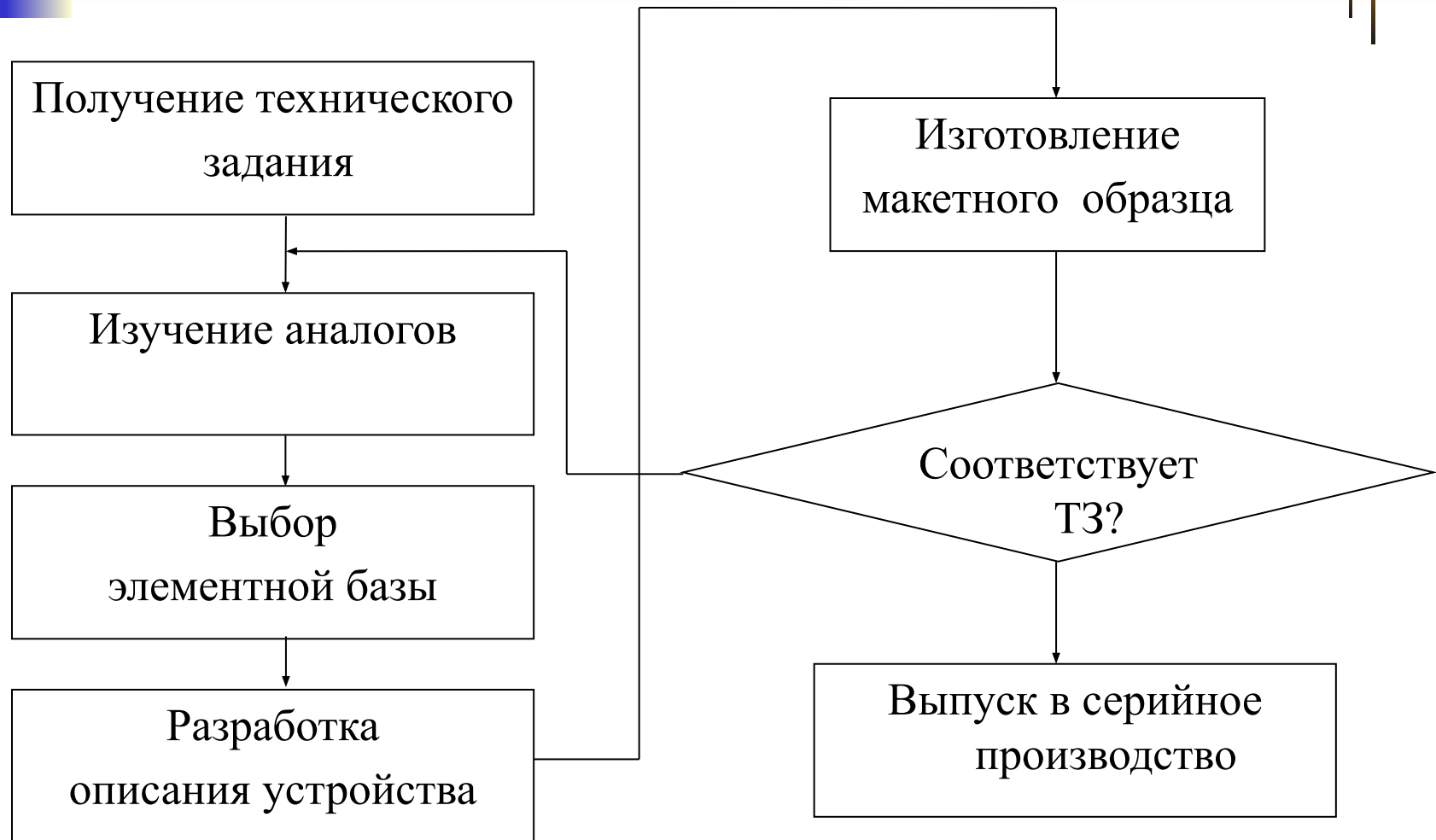
Проектирование с помощью булевых функций требует наличия логической функции для каждого входа триггера и блока логических вентилей. Теоретически любая цифровая схема может быть представлена с помощью системы логических функций. Разработано много методов для автоматизации этого процесса.

Недостатком является большая сложность работы с тысячами булевых уравнений, которые требуются для современных проектов.

Схемотехнические методы проектирования упрощают, по сравнению с применением булевых функций, создание цифровых схем, поскольку позволяют более ясно представить связи между различными компонентами и блоками.

Недостатком традиционного схемотехнического проектирования является повышенная трудоемкость создания принципиальных схем всех компонентов проекта.

Традиционный цикл проектирования



Недостатки традиционных методов

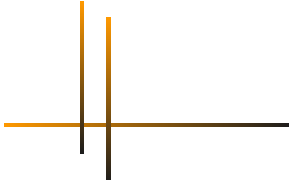
Несмотря на простоту в использовании традиционные схемотехнические методы имеют ряд недостатков:

- схема устройства всегда представляется в виде совокупности элементов, связанных между собой. А техническое задание всегда дается в форме поведения, ожидаемого от данного устройства;
- сложность поиска и исправления ошибок. Работа с сотнями компонентов или логических выражений трудна, но возможна. Анализ устройств, описание которых содержит тысячи компонентов или логических функций, практически невозможен. По утверждениям американских специалистов для нормального восприятия описания устройства количество компонентов или логических функций не должно превышать 6000. Однако современные интегральные схемы содержат миллионы логических элементов и их количество продолжает расти;
- значительная трудоемкость проектирования цифровых устройств.

Новые методы проектирования



Новые методы подразделяют на:

- схемотехническое проектирование с использованием САПР;
 - применение языков описания аппаратных средств;
 - описание устройства с использованием временных диаграмм его работы;
 - применение диаграмм состояний для описания работы последовательных устройств.
- 

Схемотехническое проектирование с использованием САПР

Устранить основной недостаток традиционного схемотехнического проектирования помогает схемотехническое проектирование с помощью САПР.

В настоящее время в САПР можно выделить восемь видов компонентов:

- примитивы;
- макрофункции;
- мегафункции;
- параметризованные модули;
- компоненты MegaWizard;
- компоненты пользователя;
- компоненты MegaCore;
- компоненты IP (Intellectual Property).

Проектирование с помощью языков описания аппаратуры

Усовершенствование цифровых устройств приводит к усложнению их структуры. Поэтому разработка таких устройств не может осуществляться на уровне описания их на естественном языке или принципиальной схемы. Для решения этой проблемы были созданы языки описания аппаратуры (ЯОА, HDL), помогающие при проектировании цифровых систем.

ЯОА находят свое потенциальное применение при использовании ПЛИС (цифровых, аналоговых). На сегодняшний день используется десятки HDL-языков: VHDL, AHDL, Verilog, Abel и др.

VHDL предназначен для описания проектов различной степени сложности – от простейшего вентиля до целой системы. С его помощью можно строить модели на различных уровнях иерархии, выполнять имитационное моделирование и генерировать временные диаграммы, вести строгое документирование проекта, осуществлять синтез структуры по поведенческому описанию, верифицировать проект формальными методами.

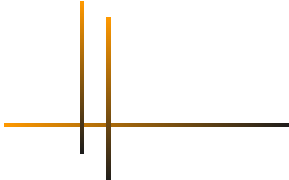
Описание устройства с использованием временных диаграмм его работы



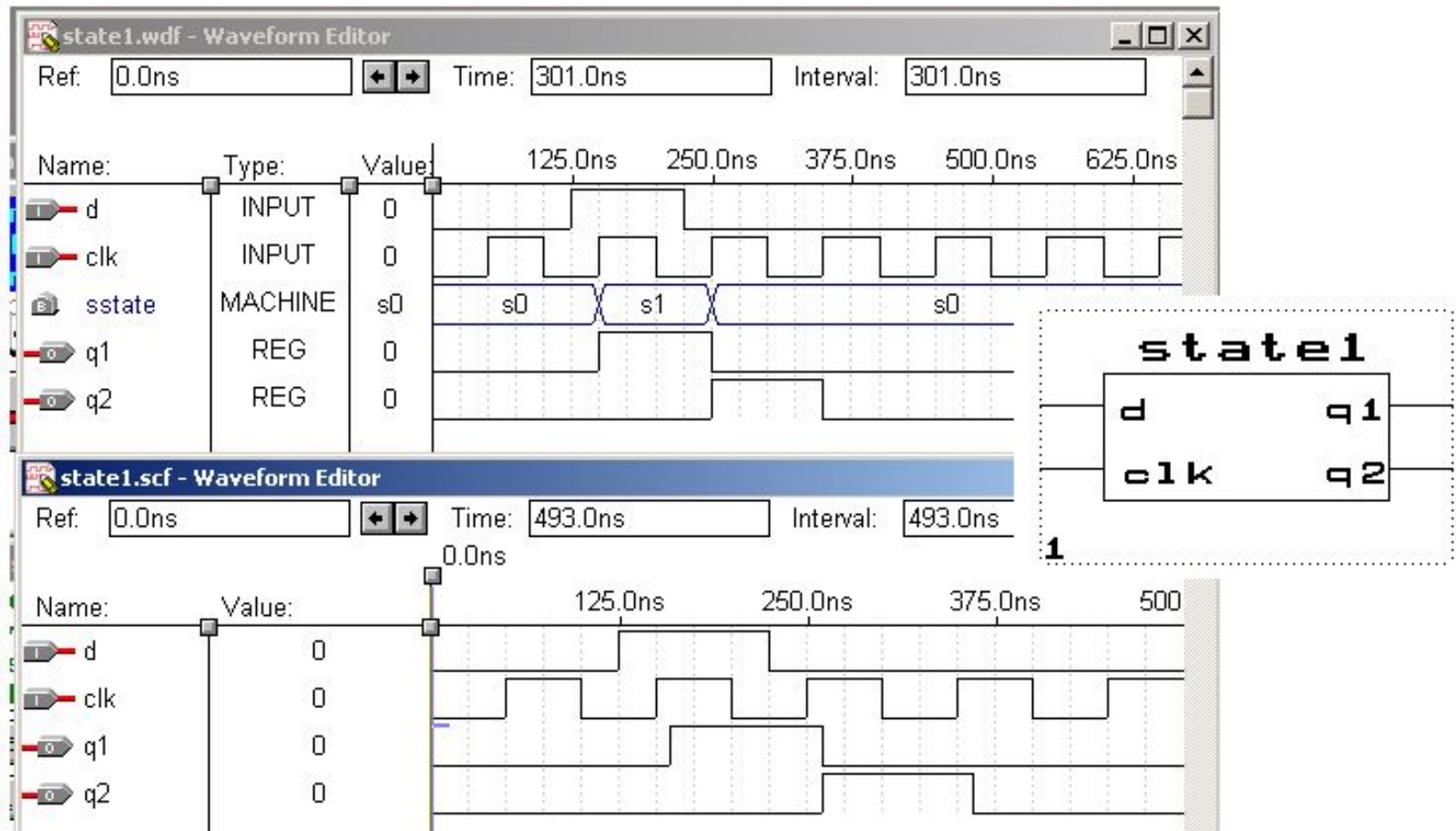
Применяют, когда синтез устройства или описание принципа его работы затруднено.

Суть метода состоит в том, что вводят определенные комбинации входных сигналов и сопоставляют им по определенным правилам соответствующие комбинации выходных. В результате компиляции получают на выходе законченный функциональный узел, который может использоваться в качестве примитива в других проектах.

Применение этого метода целесообразно для синтеза устройств, имеющих небольшое количество входных и выходных сигналов, так как при большом количестве описание устройства становится очень сложным и их синтез требует значительных затрат времени. Если описание векторов воздействия не помещается на один экран, то следует перейти к описанию модели на ЯОА.



Описание устройства с использованием временных диаграмм его работы

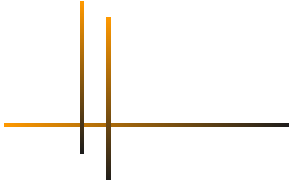


Применение диаграмм состояний для описания работы устройств



Любое цифровое последовательное устройство может быть представлено в виде конечного цифрового автомата.

Описание работы такого устройства сводится к указанию с учетом строгих правил всех состояний автомата и дуг переходов. В результате работы САПР формируется HDL описание, которое в дальнейшем используется обычными методами.



Современный цикл проектирования

