ГУАП

КАФЕДРА № 21

ОТЧЕТ   
ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ассистент |  |  |  | А.Я. Авраменко |
| должность, уч. степень, звание |  | подпись, дата |  | инициалы, фамилия |

|  |
| --- |
| **РЕФЕРАТ**  «БЫСТРОДЕЙСТВИЕ ЛОГИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА» |
| по курсу: Цифровые устройства |
|  |

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| СТУДЕНТ гр. № | 2221 |  |  |  | Е.Ю. Дройзман |
|  |  |  | подпись, дата |  | инициалы, фамилия |

Санкт-Петербург 2024

**Содержание**

Введение3

1 Основные понятия логических элементов3

2 Понятие и измерение средней задержки3

3 Факторы, влияющие на быстродействие3

Заключение3

Библиография12

**Введение**

Цифровые технологии заняли ключевую позицию в нашей жизни. Логические элементы, составляющие основу устройств, определяют эффективность обработки информации. Их характеристики важны для разработчиков и инженеров, стремящихся создать высокопроизводительные системы. Быстродействие логического элемента существенно влияет на общую производительность вычислительной техники и зависит от электрических свойств, технологий изготовления и архитектуры. С ростом требований к быстродействию актуальность исследования этих факторов возрастает.

**1 Основные понятия логических элементов**

Логические элементы — ключевые компоненты цифровых схем, выполняющие логические операции с бинарными сигналами (нулём и единицей). Они принимают на вход один или несколько бинарных сигналов и выдают результат в виде бинарного значения, соответствующего логической функции.

Логические элементы можно классифицировать по типам операций (AND, OR, NOT и производные, такие как NAND и XOR), количеству входов и выходов (одиночные и комплексные) и способу реализации (аналоговые и цифровые). Также различают интегральные схемы с множеством логических элементов и дискретные компоненты (транзисторы, диоды, резисторы), используемые для создания логических схем.

**2 Понятие и измерение средней задержки**

Средняя задержка логического элемента (ЛЭ) — это критически важный параметр, определяющий быстродействие цифровых схем. Она характеризует время, необходимое для того, чтобы изменение входного сигнала привело к соответствующему изменению на выходе. Средняя задержка измеряется как суммарное время, требуемое для перехода сигнала через все логические уровни, разделенное на количество таких переходов. Это позволяет оценить, как быстро ЛЭ может выполнять логические операции и как он будет вести себя в контексте различных нагрузок и соединений.

, (1)

где - время задержки распространения сигнала при переходе напряжения на выходе от U0 к U1; - время задержки распространения сигнала при переходе напряжения на выходе от U1 к U0.

Данное значение служит основным индикатором быстродействия элемента: чем меньше средняя задержка, тем быстрее элемент может обрабатывать сигналы. Особенно важно учитывать среднюю задержку в контексте сложных устройств, где множество логических элементов соединяются последовательно.

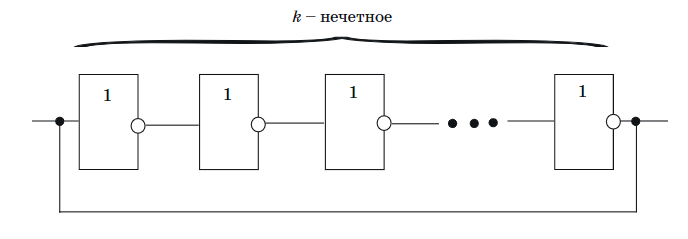
Для точного измерения задержки необходимо создать условия, максимально приближенные к реальной эксплуатации логического элемента. Как правило, используется схема с активным входным сигналом, который формируется аналогичным логическим элементом. На выходе логического элемента подключается нагрузка, чтобы учитывать реальное состояние работы системы.

Процесс измерения задержки логического элемента осуществляется следующим образом:

1. Формирование временных диаграмм: Входной и выходной сигналы записываются на временных диаграммах, где четко обозначены моменты времени, когда сигналы достигают уровней логических 0 и 1.

2. Определение порогов переключения: задержка определяется по уровням, соответствующим половине логического перепада. Это позволяет правильно учитывать переходные процессы.

3. Использование специальных схем: для измерения очень малых значений времени задержки (например, меньше 1 нс) используются специализированные схемы, такие как кольцевые генераторы. Эти генераторы позволяют формировать колебания, четкий период которых можно измерить, что и дает информацию о средней задержке. Кольцевой генератор – замкнутая в кольцо цепочка нечетного числа k инвертирующих логических элементов. Схема кольцевого генератора, содержащая k инверторов, приведена на рисунке 1. [1]



**3 Факторы, влияющие на быстродействие**

Быстродействие логических элементов зависит от нескольких ключевых факторов. Во-первых, тип элемента играет важную роль; разные технологии, такие как TTL и CMOS, имеют различные временные задержки. Также критически важны параметры транзисторов: меньшие размеры и лучшие характеристики способствуют более быстрому переключению.

Задержка в элементах и схемотехническое оформление влияют на скорость; длинные соединения увеличивают индуктивности и емкости, что замедляет переключение. Температура и уровень питания также важны, так как изменения температуры могут влиять на сопротивление, а высокое напряжение иногда повышает скорость, но увеличивает риск перегрева.

Параметры нагрузки на выходе, качество соединений и паразитные индуктивности, и емкости также могут замедлять сигнал. Все эти факторы необходимо учитывать для оптимизации быстродействия логических схем и систем.

Следует отметить, что процессы переключения электронных компонентов сопровождаются потреблением мощности от источника питания. Чем больше мощности затрачивается, тем быстрее может происходить переход элемента из одного состояния в другое. Однако современные технологии стремятся сократить время переноса зарядов внутри полупроводников и уменьшить паразитные емкости, что позволяет уменьшить время задержки переключения без значительного увеличения потребления мощности. Таким образом, одним из показателей технологического совершенства логического элемента является энергия переключения, которую можно рассчитать по формуле:

 (2)

**Заключение**

Быстродействие играет ключевую роль в современных электронных устройствах, определяя эффективность обработки информации и скорость выполнения задач. Быстродействие не является единым параметром, а представляет собой сложное взаимодействие физических характеристик элементов, их конфигурации и условий эксплуатации. Ключевыми аспектами оказались размеры транзисторов, тип технологии их изготовления и влияние паразитных емкостей. Также стоит обратить внимание на связь между потребляемой мощностью и скоростью переключения, что подчеркивает важность оптимизации как аппаратной, так и архитектурной частей систем. Анализ кольцевых генераторов показал, как специализированные схемы могут значительно повысить производительность, обеспечивая высокочастотные сигналы. Это открывает возможности для применения в различных высокоскоростных цифровых устройствах, таких как процессоры и системы передачи данных. Выводы о быстродействии логических элементов подчеркивают необходимость комплексного подхода к проектированию: учитывая как электрические характеристики, так и технологические ограничения, можно создать более эффективные и мощные системы.

**Библиография**

1 Бакшеева, Ю. В. Схемотехника цифровых устройств : учебное пособие / Ю. В. Бакшеева. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2020. — 113 с. — ISBN 978-5-8088-1542-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/216512 (дата обращения: 21.10.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2 Фомичев Ю. М. Быстродействие логических элементов / Ю. М. Фомичев // ЭЛЕКТРОНИКА. Элементная база, аналоговые и цифровые функциональные устройства / Ю. М. Фомичев, В. М. Сергеев. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2011. – Гл. 3.3. – С. 203-204.

3 studizba : сайт. – URL:<https://studizba.com/lectures/inzhenerija/jelementy-shemotehniki-cifrovyh-ustrojstv-obrabotki-informacii/41003-logicheskie-jelementy.html> (дата обращения: 21.10.2024)