



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ 09.03.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

на тему:

Схемотехническое проектирование
электронного устройства

Студент ИУ6-64Б
(Группа)

(Подпись, дата)

Д.О. Кошенков
(И.О. Фамилия)

Руководитель курсовой работы

(Подпись, дата)

О.Ю. Еремин
(И.О. Фамилия)

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ИУ6
(Индекс)

А.В. Пролетарский
(И.О. Фамилия)

« » 2025 г.

**ЗАДАНИЕ
на выполнение курсовой работы**

по дисциплине Схемотехника

Студент группы ИУ6-64Б

Кошенков Дмитрий Олегович

(Фамилия, имя, отчество)

Тема курсовой работы Схемотехническое проектирование
электронного устройства

Направленность КР (учебная, исследовательская, практическая, производственная, др.)
учебная

Источник тематики (кафедра, предприятие, НИР) кафедра

График выполнения КР: 25% к 3 нед., 50% к 10 нед., 75% к 13 нед., 100% к 15 нед.

Техническое задание Цифровой омметр с диапазоном измерения от 1 Ом до 1 МОм

Оформление курсовой работы:

Расчетно-пояснительная записка (РПЗ) на 20-30 листах формата А4.

1. Схема структурная.
2. Схема электрическая функциональная
3. Диаграммы временные работы устройства
4. Схема электрическая принципиальная
5. Спецификация (перечень) используемых элементов

Дата выдачи задания « » 2025 г.

Руководитель курсовой работы

(Подпись, дата)

О.Ю. Ерёмин

(И.О. Фамилия)

Студент

(Подпись, дата)

Д.О. Кошенков

(И.О. Фамилия)

Примечание: Задание оформляется в двух экземплярах: один выдается студенту, второй хранится на кафедре.

РЕФЕРАТ

РПЗ страниц, частей, рисунков, таблицы, источников, приложений.
КМОП, ОММЕТР, RC-ЦЕПЬ, ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ
ЦИФРОВОЙ СЧЕТЧИК

Объектом разработки является цифровой омметр, реализующий метод измерения сопротивления на основе времязадающей RC-цепи.

Цель работы – проектирование цифрового омметра, построенного на интегральных микросхемах, выполненных по технологии КМОП, и предназначенного для измерения электрического сопротивления в заданном диапазоне. Актуальность работы заключается в необходимости создания простых и достаточно точных цифровых средств для измерения электрического сопротивления, являющегося одной из базовых задач в электронике и приборостроении. Применение метода, основанного на измерении времени заряда RC-цепи, позволяет реализовать гибкое и масштабируемое устройство. Путем изменения емкости конденсатора или частоты тактового генератора можно легко адаптировать прибор для измерения сопротивлений в широком диапазоне значений без значительного усложнения схемы.

В результате разработки было спроектировано устройство, осуществляющее измерение сопротивления путем преобразования его величины во временной интервал заряда конденсатора известной емкости до заданного порогового напряжения. Данный интервал измеряется с помощью цифрового счетчика, тактируемого стабильным генератором частоты, и полученное цифровое значение преобразуется для отображения результата на цифровом индикаторе.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Анализ требований	6
1.1 Описание принципа работы описываемого устройства	6
1.2 Выбор схемотехнического решения	6
2 Проектирование электрической функциональной схемы	9
2.1 Блок измеряемого резистора и измерительной RC-цепи	9
2.2 Блок отображения	9
2.3 Блок сравнения	10
2.4 Блок управления	11
3 Построение временных диаграмм	13
4 Разработка принципиальной электрической схемы	14
4.1 Выбор элементной базы	14
4.2 Обоснование и синтез принципиальной схемы	14
4.3 Выбор генератора тактовых импульсов	20
5 Расчёт быстродействия	21
6 Расчет потребляемой мощности	22
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	23
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	24
ПРИЛОЖЕНИЕ А Техническое задание	25
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Электрическая структурная схема	31
ПРИЛОЖЕНИЕ В Электрическая функциональная схема	33
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Временные диаграммы	35
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Электрическая принципиальная схема	37
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Электрическая принципиальная схема	39

ВВЕДЕНИЕ

Измерение электрического сопротивления является одной из базовых задач в электронике, радиотехнике и приборостроении. Точное определение номинала резисторов, проверка целостности цепей и измерение параметров различных компонентов и датчиков – неотъемлемая часть разработки, настройки и ремонта электронных устройств. Существует множество методов и приборов для измерения сопротивления, от классических аналоговых омметров до сложных цифровых мультиметров и измерительных мостов. Данная работа посвящена разработке цифрового омметра, реализующего метод цифрового измерения сопротивления, основанный на использовании времязадающей RC-цепи и цифровых счетчиков.

Принцип действия разрабатываемого устройства заключается в измерении времени, необходимого для заряда конденсатора известной емкости через измеряемое сопротивление до определенного порогового напряжения. Это время напрямую связано с постоянной времени RC-цепи и, следовательно, пропорционально измеряемому сопротивлению R . Для точного измерения этого временного интервала используются цифровые счетчики, тактируемые стабильным генератором частоты. Полученное цифровое значение со счетчиков затем преобразуется и отображается как измеренное сопротивление.

Актуальность разработки такого устройства заключается в возможности создания относительно простого, но достаточно точного цифрового омметра. Преимуществом метода является также гибкость и масштабируемость: путем изменения емкости конденсатора или частоты тактового генератора можно легко адаптировать прибор для измерения сопротивлений в широком диапазоне значений без значительного усложнения схемы, диапазон измерений также можно увеличить, увеличением количества счетчиков.

1 Анализ требований

Согласно требованиям технического задания, результатом работы устройства является вычисление сопротивления в диапазоне от 1Ом до 1МОм. Устройство должно быть реализовано на доступной элементной базе с использованием стандартных цифровых компонентов.

1.1 Описание принципа работы описываемого устройства

В качестве входных данных устройство принимает измеряемый резистор, подключаемый к специальным контактам. Данный резистор используется как элемент R в составе времязадающей RC-цепи, совместно с конденсатором известной емкости C, для получения характерной постоянной времени $T = R*C$.

Принцип действия разрабатываемого устройства заключается в измерении временного интервала, необходимого для заряда конденсатора С через измеряемое сопротивление R до порогового напряжения. Данный временной интервал напрямую связан с постоянной времени RC-цепи и, следовательно, пропорционален измеряемому сопротивлению R. Постоянная времени определяется как время, за которое напряжение на конденсаторе при его заряде достигает 63.2% от напряжения питания.

Для точного измерения указанного временного интервала используются цифровые счетчики, тактируемые импульсами генератора тактовой частоты. Полученное количество тактовых импульсов за время заряда отображается на цифровом индикаторе как измеренное значение сопротивления, и полученная величина кратна измеряемому сопротивлению.

1.2 Выбор схемотехнического решения

Исходя из описанного принципа измерения сопротивления, основанного на заряде RC-цепи, выбирается структурная схема устройства, представленная в Приложении Б. Процесс измерения инициируется блоком управления, который координирует взаимодействие всех узлов устройства. Блок управления изображен на рисунке 1.

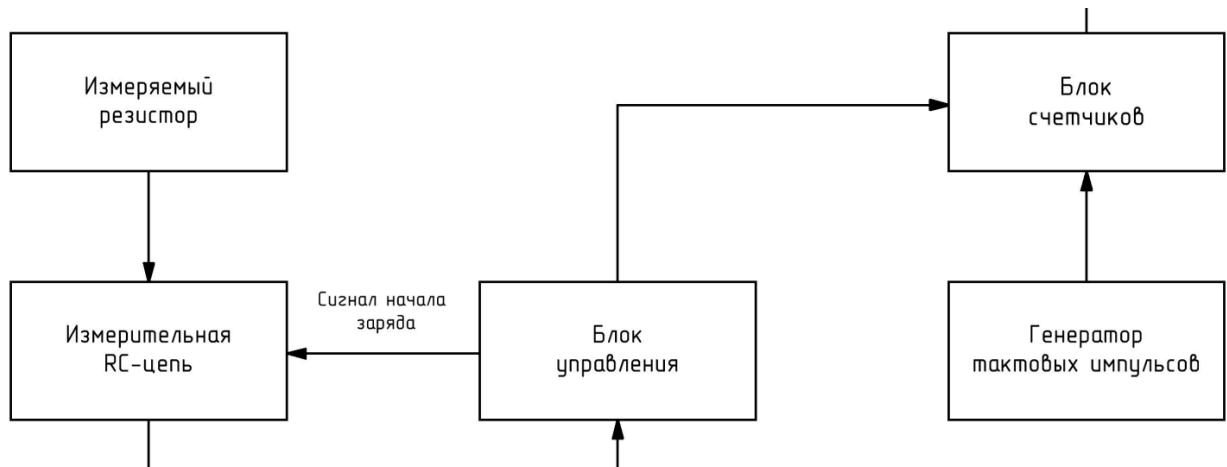


Рисунок 1 – Блок управления

По команде начала измерения блок управления формирует сигнал, запускающий заряд конденсатора в измерительной RC-цепи, входящей в состав измерительного узла. Одновременно с началом заряда блок управления разрешает работу блока счетчиков. Блок счетчиков начинает подсчет импульсов, поступающих от генератора тактовых импульсов, который обеспечивает стабильную временную базу для измерений.

В течение процесса заряда напряжение на конденсаторе непрерывно контролируется блоком сравнения, также являющимся частью измерительного узла. Как только напряжение на конденсаторе достигает заранее установленного порогового значения, блок сравнения формирует сигнал окончания заряда. Этот сигнал немедленно поступает в блок управления. Блок формирования сигнала окончания изображен на рисунке 2.

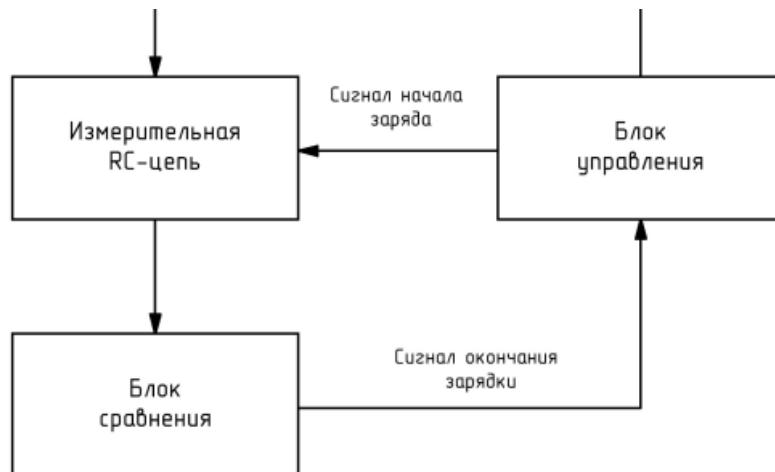


Рисунок 2 – Блок управления

Получив сигнал окончания заряда, блок управления формирует сигнал запрета счета, который останавливает работу блока счетчиков. В блоке счетчиков фиксируется итоговое количество тактовых импульсов, подсчитанное строго за время заряда конденсатора до порогового уровня. Блок отображения изображен на рисунке 3.

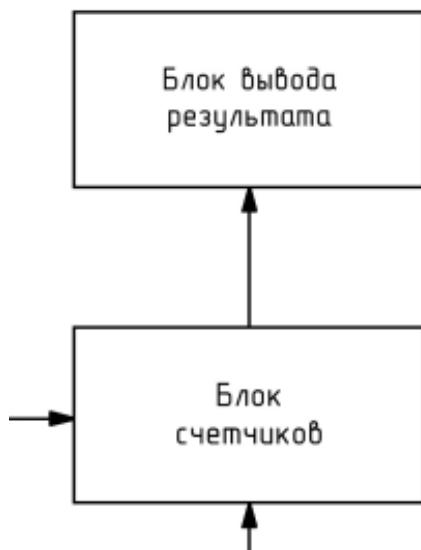


Рисунок 3 – Блок отображения

Зафиксированное в блоке счетчиков цифровое значение пропорционально измеряемому сопротивлению. Блок управления передает сигнал готовности данных в блок вывода результата. Блок вывода считывает цифровой код из блока счетчиков формирует управляющие сигналы для отображения результата на цифровом индикаторе.

2 Проектирование электрической функциональной схемы

Описание принципов работы блоков и их взаимодействия позволило выделить основной функционал устройства и провести верхнеуровневый анализ происходящих в нем процессов. Разработанная функциональная схема устройства представлена в Приложении В.

2.1 Блок измеряемого резистора и измерительной RC-цепи

Данные блоки отвечают за взаимодействие с аналоговой частью схемы и визуализацию конечного результата. Узел D1 представляет собой интерфейс измерительной RC-цепи, обеспечивая подключение внешнего измеряемого резистора и принимая управляющие сигналы «Старт» и «Сброс» для начала заряда и разряда конденсатора соответственно. Выход U узла DD1 представляет аналоговое напряжение на конденсаторе RC-цепи. АЦП D3 непрерывно преобразует это напряжение U в 14-разрядный цифровой код. На рисунке 4 приведён узел, включающий интерфейс измерительной RC-цепи и АЦП.

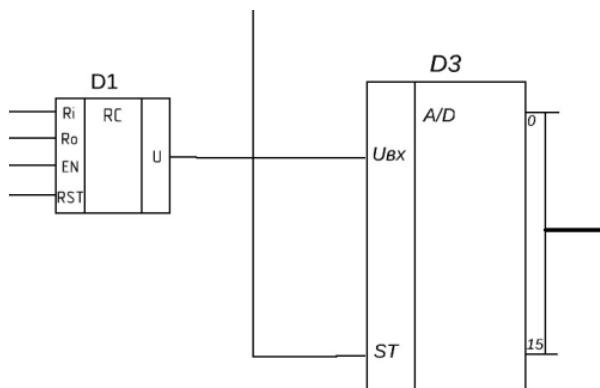


Рисунок 4 – Узел аналого-цифрового преобразования

2.2 Блок отображения

Счетчик D9 накапливает результат подсчета тактовых импульсов в процессе измерения. Итоговое значение с D9 по 4-разряднойшине передается непосредственно на семисегментный индикатор для отображения результата измерения. На рисунке 5 показан узел отображения результата измерения.

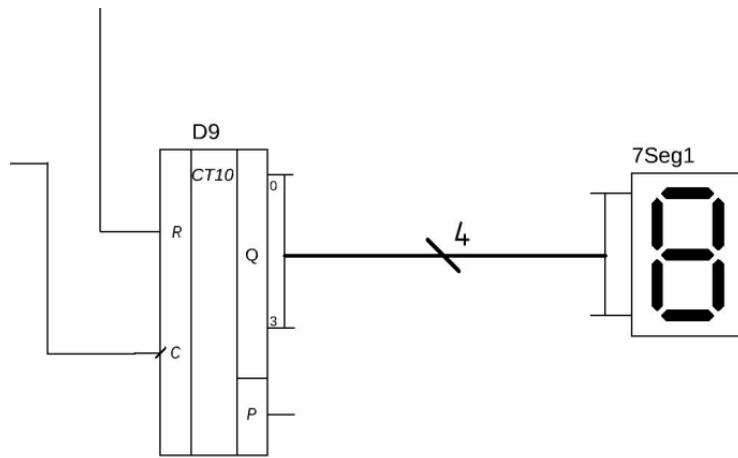


Рисунок 5 – Узел отображения результата

2.3 Блок сравнения

Блок сравнения осуществляет операцию сравнения цифрового значения напряжения, поступающего с АЦП (DD2), с пороговым значением, хранящимся в регистре константы (D3). Компаратор D4 производит непрерывное сравнение этих двух 14-разрядных кодов. При превышении измеряемым напряжением порогового уровня, компаратор D4 формирует сигнал завершения измерения. На рисунке 6 представлен узел формирования сигнала сравнения.

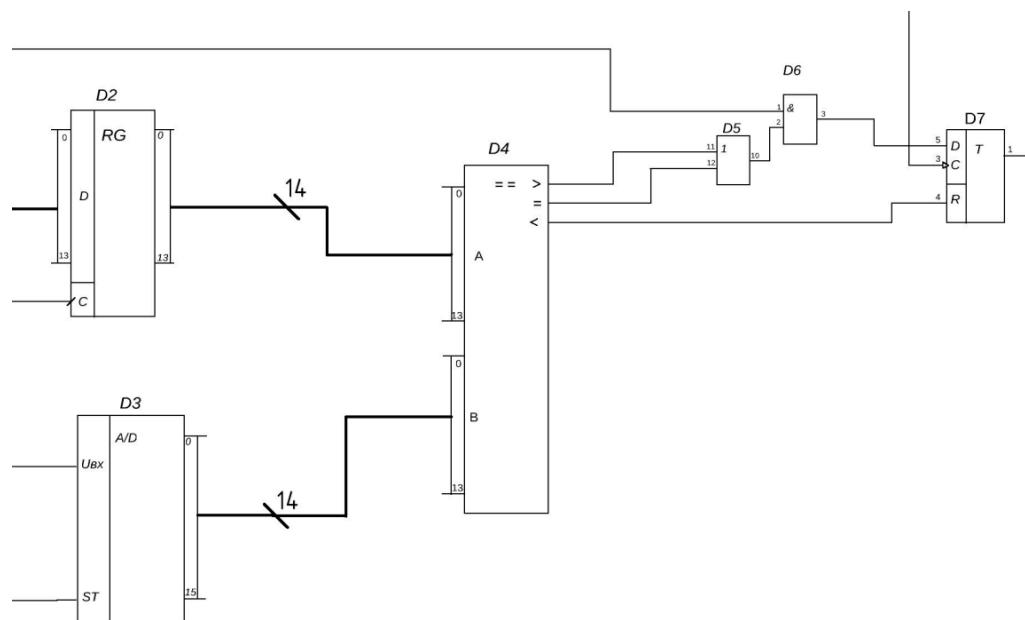


Рисунок 6 – Узел формирования сигнала сравнения

2.4 Блок управления

Сигнал «Сброс» обнуляет счётчик D9 и разряжает конденсатор RC-цепи.

Активный сигнал «Старт» инициирует начало процесса измерения. Он запускает заряд конденсатора в узле D2 и одновременно устанавливает триггер D7 в состояние $Q=1$. Второй вход элемента И D6 подключается к выходу компаратора D4, отражающему результат сравнения текущего напряжения с пороговым. Таким образом, пока идет заряд и напряжение не достигло порога, оба входа элемента D6 активны, и его выход также равен логической 1.

Выход элемента D7 поступает на управляющий вход S мультиплексора D8. При $S=1$ мультиплексор передает на свой выход Y сигнал со входа X0, то есть тактовые импульсы от генератора G. Эти импульсы поступают на тактовый вход С счетчика D7, который начинает подсчет, измеряя длительность процесса заряда. Когда напряжение на конденсаторе достигает порогового значения, соответствующий выход компаратора D4 становится неактивным. Это приводит к установке выхода элемента И D6 в логический 0. Мультиплексор D8, управляемый теперь сигналом $S=0$, переключается и передает на выход Y сигнал со входа X1, прекращая поступление тактовых импульсов на счетчик D9. Таким образом, счет останавливается точно в момент достижения порогового напряжения, и в счетчике фиксируется значение, пропорциональное времени заряда конденсатора. На лампу EL1 подается сигнал о том, что расчет окончен и вывод корректен.

Функциональная схема изображена на рисунке 7.

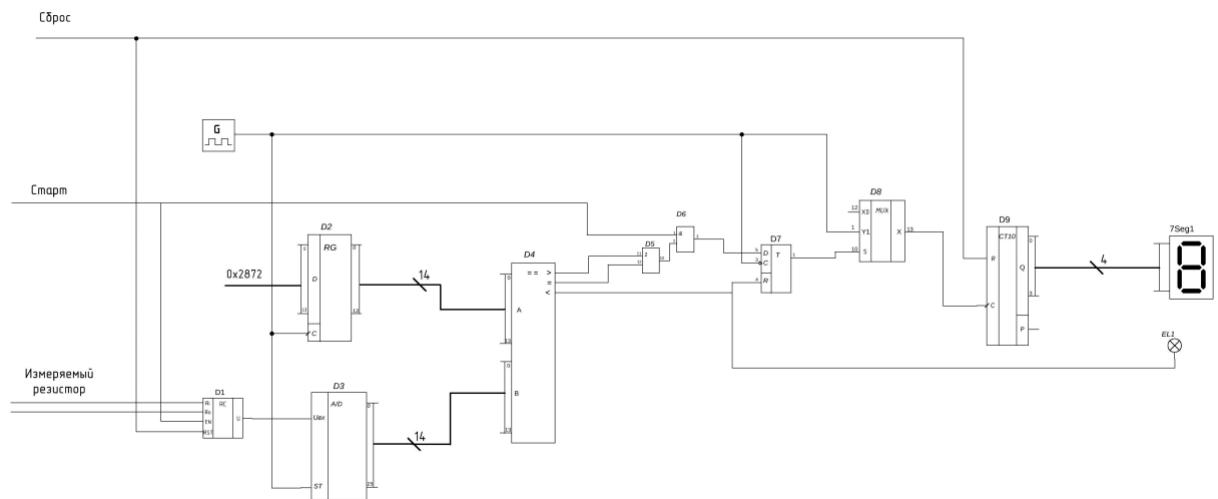


Рисунок 7 — Функциональная схема

3 Построение временных диаграмм

Согласно требованиям технического задания необходимо разработать временные диаграммы для пояснения принципов работы разрабатываемого устройства. Разработанные временные диаграммы представлены на рисунке , а также в приложении Г.

Сигналы «start» и «rst» формируются в произвольный момент, их снятие происходит синхронно по переднему фронту тактового сигнала clk. При поступлении асинхронного сигнала «start» (0) запускается синхронный процесс измерения, в результате чего на выходной шине out[31:0] появляется цифровой код счёта (1). После накопления корректного значения активируется флаг «valid» (2), свидетельствуя о готовности данных. Деактивация «start» синхронно по фронту clk (3) прекращает поступление тактовых импульсов на счётчик. Активация «rst» (4) обнуляет выходную шину out[31:0] и сбрасывает флаг «valid» (5), возвращая систему в исходное состояние.

Временная диаграмма представлена на рисунке 8.

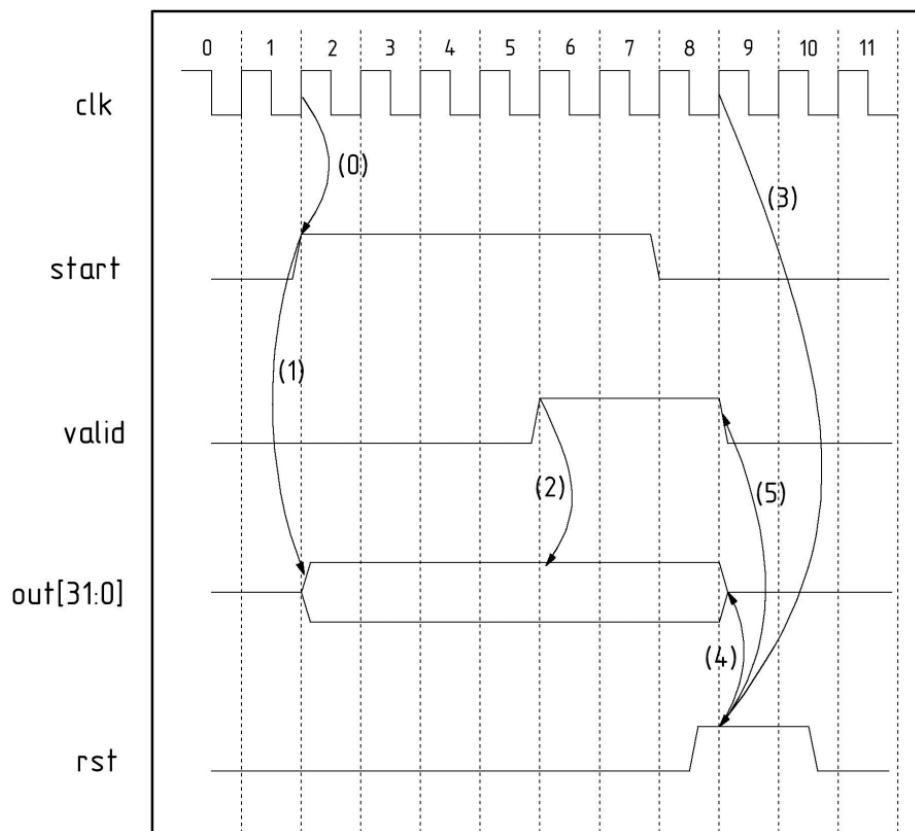


Рисунок 8 – Временная диаграмма

4 Разработка принципиальной электрической схемы

Разработанная принципиальная схема устройства представлена в приложении Д.

4.1 Выбор элементной базы

Технологии КМОП и ТТЛ представляют собой два принципиально различных класса логических интегральных схем: ТТЛ основано на биполярных транзисторах, а КМОП – на полевых МОП-транзисторах. При этом ТТЛ обладает высокой скоростью переключения, но значительным статическим потреблением, тогда как КМОП обеспечивает низкий ток покоя, высокую помехозащищённость и широкий диапазон питающих напряжений.

Согласно ТЗ, для разрабатываемого устройства необходимо применять КМОП-логику с учётом приоритетов быстродействия и суммарной потребляемой мощности. Выбор элементной базы производится на основе анализа характеристик отечественных серий: К561, КР1561 и К564. В таблице 1 представлено сравнение элементов разных серий.

Таблица 1 – Максимальные задержки на микросхемах

Параметр	К561	К564	КР1561	КР1533
вентиль	0,1...100	0,1...100	0,1...100	0,1...100
задержка	50	50	50	50
питание	3...15	3...15	3...15	4,5...5,5

Видно, что все три серии обеспечивают одинаковые показатели энергопотребления и быстродействия, и выбор конкретной серии определяется требуемыми функциональными блоками и габаритными ограничениями корпуса.

4.2 Обоснование и синтез принципиальной схемы

Микросхема КР1564ЛЛ1 представляет собой четыре логических элемента 2 ИЛИ. Информационными входами являются пары выводов: 1 и 2,

4 и 5, 9 и 10, 12 и 13. Информационными выходами являются выводы 3, 6, 8, 11. Вывод 7 — «общий» (земля), вывод 14 — питание. Микросхема изображена на рисунке 9

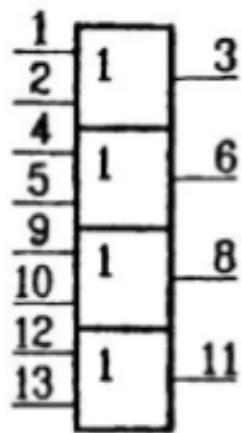


Рисунок 9 — Микросхема КР1564ЛЛ1

Микросхема К1564ЛИ2 представляет собой четыре логических элемента И. Информационными входами являются пары выводов: 1 и 2, 4 и 5, 9 и 10, 12 и 13. Информационными выходами являются выводы 3, 6, 8, 11. Вывод 7 — «общий» (земля), вывод 14 — питание. Микросхема изображена на рисунке 10

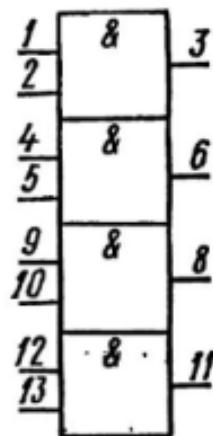


Рисунок 10 — Микросхема К1564ЛИ2

Микросхема 1564ЛН1 (ЭП, корпус 401.14-5) представляет собой шесть логических элементов инвертор (НЕ). Информационными входами являются 1, 3, 5, 9, 11, 13. Информационными выходами являются выводы 2, 4, 6, 8, 10, 12. Вывод 7 — «общий», вывод 14 — питание. Микросхема изображена на рисунке 11.

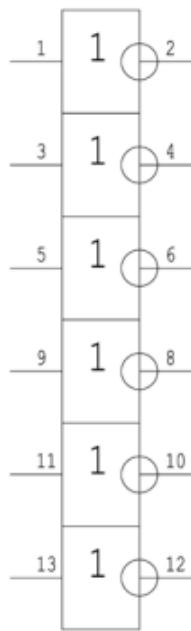


Рисунок 11 – Микросхема 1564ЛН1

Микросхема К561ИП2 представляет собой цифровой компаратор двух четырёхразрядных чисел. Информационными входами являются А0...А3 (входы 1, 9, 11, 14) и В0...В3 (входы 10, 12, 13, 15). Информационными выходами являются вывод 5 – А > В, вывод 6 – А = В, вывод 7 – А < В. Вход 8 – «общий» (земля), вывод 16 – питание. Микросхема изображена на рисунке 12.

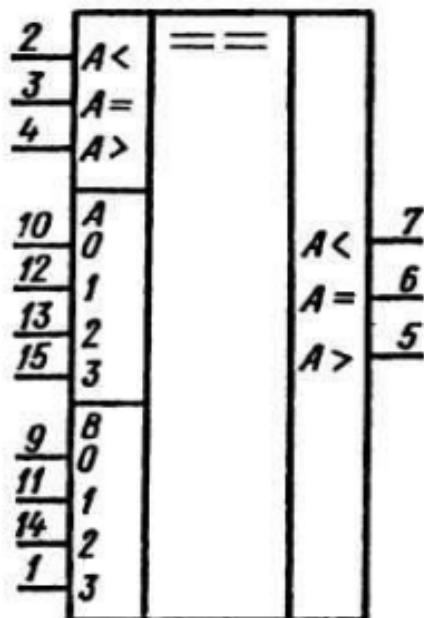


Рисунок 12 – Микросхема К561ИП2

Микросхема KP1564ИЕ6 представляет собой двоично-десятичный реверсивный счётчик. Информационными входами являются выводы данных D0...D3 (15, 1, 9 и 10), тактовые импульсы на увеличение +1 (вывод 5) и на уменьшение -1 (вывод 4), вход разрешения загрузки ED (вывод 11) и асинхронный сброс CLR (вывод 14). Информационными выходами являются счётчики Q0...Q3 (3, 2, 6 и 7), выход переноса при сложении CR (12) и выход заимствования при вычитании BR (13). Вывод 8 — «общий» (земля), вывод 16 — питание. Микросхема изображена на рисунке 13.

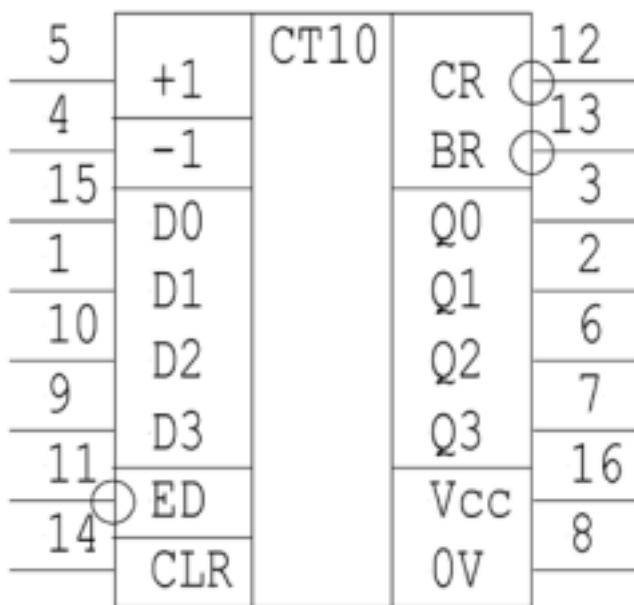


Рисунок 13 — Микросхема KP1564ИЕ6

Микросхема K561KT3 представляет собой четыре двунаправленных переключателя. Информационными входами являются контакты X1...X4 (выводы 1, 4, 8 и 11), управляющими входами — V1...V4 (выводы 13, 5, 6 и 12). Информационными выходами являются контакты Y1...Y4 (выводы 2, 3, 9 и 10). Вывод 7 — «общий» (земля), вывод 14 — питание. Микросхема изображена на рисунке 14.

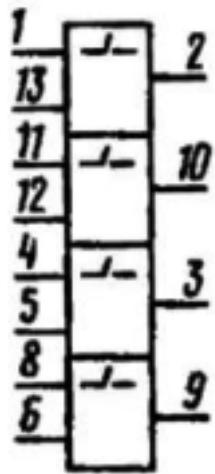


Рисунок 14 – Микросхема К561КТ3

Микросхема 1564ТМ8 ЭП представляет собой четыре D-триггера с прямыми и инверсными выходами. Информационными входами являются вывод установки «0» CLR (1), входы данных D1...D4 (4, 5, 12 и 13) и тактовый вход CLK (9). Информационными выходами являются прямые выходы Q1...Q4 (2, 7, 10 и 15) и инверсные выходы \overline{Q}^1 ... \overline{Q}^4 (3, 6, 11 и 14). Вывод 8 – «общий» (земля), вывод 16 – питание. Микросхема изображена на рисунке 15.

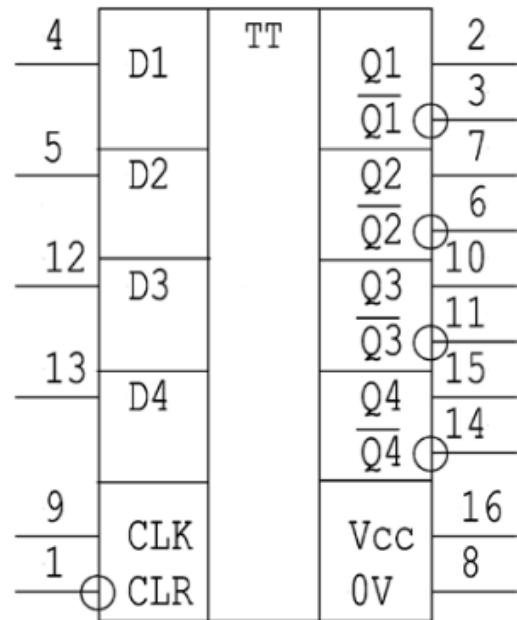
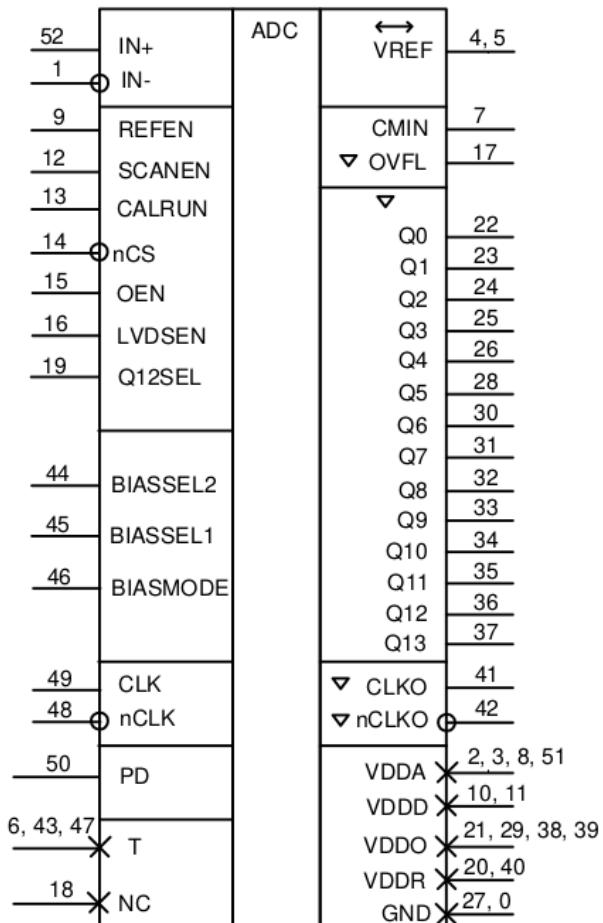


Рисунок 15 – Микросхема 1564ТМ8

Микросхема 5101НВ015 представляет собой быстродействующий малопотребляющий конвейерный 12/14-разрядный аналогово-цифровой

преобразователь. Информационными входами являются аналоговые IN– (вывод 1) и IN+ (вывод 52), опорные VREF (выводы 4, 10, 11) и REFEN (вывод 9), тактовые CLK (вывод 49) и nCLK (вывод 48), а также управляющие SCANEN (вывод 28), CALRUN (вывод 29), nCS (вывод 31), OEN (вывод 32), LVDSEN (вывод 33), Q12SEL (вывод 36), BIASEL2 (вывод 44), BIASEL1 (вывод 45), BIASEMODE (вывод 46) и PD (вывод 50). Информационными выходами являются цифровые данные Q0...Q13 (выводы 22, 23, 24, 25, 26, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37), флаг переполнения OVFL (вывод 17) и прямой/инверсный выходы тактовой частоты CLKO (вывод 41) и nCLKO (вывод 42). Общим является металлическое основание корпуса и вывод 27; аналоговое питание VDDA подводится на выводы 2, 8, 15, 16, 91, 92; цифровое питание VDDD – на выводы 10 и 11; питание выходных драйверов VDDO – на выводы 21, 29, 37, 38; питание преддрайверов VDDR – на выводы 20 и 40. Микросхема изображена на рисунке 16.



4.3 Выбор генератора тактовых импульсов

Т.к. большая часть элементов в схеме работает по синхронным динамическим сигналам, в устройстве необходим генератор тактовых импульсов для генерации сигналов с определенной частотой. Для реализации генератора была выбрана схема на двух инверторах, изображенная на рисунке 17.

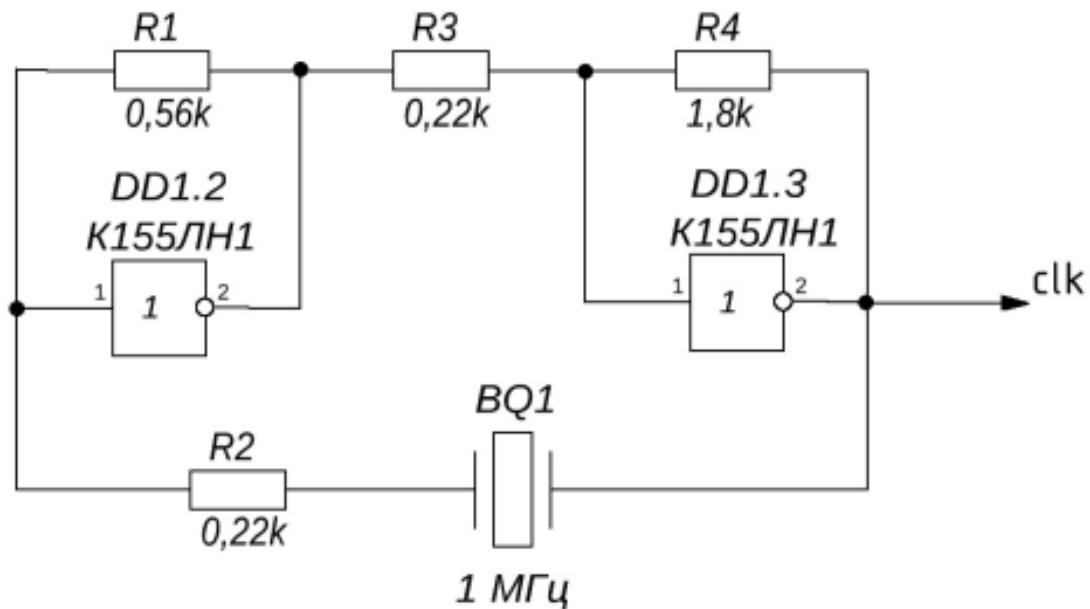


Рисунок 17 – Генератор тактовых импульсов

Преимуществом генераторов на кварцевом резонаторе является их стабильность частоты. Согласно требованию ТЗ устройство должно работать на частоте 2 МГц, поэтому в генераторе был взят кварцевый резонатор на 2 МГц.

5 Расчёт быстродействия

Для определения минимального времени «остановки» счётчиков после того, как один из компараторов выдаёт сигнал превышения порога, собраны максимальные задержки используемых элементов согласно документации:

Таблица 2 – Максимальные задержки на микросхемах

Микросхема, обозначение	Время задержки максимальное, нс
КП1533СП1	39
КР1564ЛЛ1	17
КР1564ЛИ1	15
КП1533СП1	39
1564ТМ8	242
К561КТ3	25

Тогда минимальное время остановки счётчиков по самому длинному пути - 4 компаратора → ИЛИ → И → D-триггер → мультиплексор:

$$t = 4t_{==} + t_{||} + t + t_{trig} + t_{mux} = 39 * 4 + 17 + 15 + 242 + 25 = 455 \text{ нс} \quad (1)$$

6 Расчет потребляемой мощности

Выполнен расчет мощности, потребляемой устройством. На все микросхемы подано напряжение питания 5В.

Расчет мощности выполняется по формуле (2).

$$P_{\text{устр}} = \sum_{i=1}^N P_{\text{MC}i}, \quad (2)$$

где N – количество микросхем, в схеме их 23, $P_{\text{MC}i}$ – мощность i -той микросхемы.

В таблице 3 показаны мощности различных МС.

Таблица 3 – Потребляемые мощности различных МС

Микросхема, обозначение	Потребляе- мая мощность (макс.), мВт	Количество МС в устройстве	Суммарная потребляе- мая мощность (макс.), мВт
КР1564ЛН1	200 мВт	1	200 мВт
КР1561ЛИ2	200 мВт	1	200 мВт
КР1561ИР14	100 мВт	4	400 мВт
К561ИП2	150 мВт	4	600 мВт
5101HB015	62 мВт	1	62 мВт
КР1561ЛЛ1	200 мВт	1	200 мВт
КР1564ТМ8	400 мВт	1	400 мВт
КР1564ИЕ7	400 мВт	8	3200 мВт

Согласно данным из таблицы суммарная потребляемая мощность устройства $P_{\text{устр}} = 5262 \text{ мВт} = 5.3 \text{ Вт}$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы был спроектирован простой и надёжный цифровой омметр, измеряющий сопротивление от 1Ом до 1 МОм методом оценки времени заряда RC-цепи. Выбор КМОП-элементов и кварцевого генератора на 1 МГц позволил уложиться в заданный по ТЗ диапазон частот и не превысить 3 Вт потребляемой мощности, сохранив при этом необходимую точность и скорость измерения.

Предложенная конструкция легко масштабируется: для изменения диапазона измерений достаточно варьировать ёмкость конденсатора или параметры тактового генератора. В дальнейшем возможна доработка алгоритма с добавлением автоматической калибровки и цифровой обработки сигнала для повышения точности и расширения функциональности прибора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 2.702-2011 Правила выполнения электрических схем.
2. ГОСТ 2.743-91 ЕСКД. Обозначения условные в графических схемах. Элементы цифровой техники.
3. Справочник по микросхемам КМОП серий [электронный ресурс]. URL: <https://www.rlocman.ru/comp/koz/cd/cdh00.htm> (дата обращения: 20.04.2025)
4. Бирюков С.А. Применение цифровых микросхем серий ТТЛ и КМОП. - М.: ДМК Пресс, 2003. - 240 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Листов 5

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ (ИУ6)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ 09.03.03 Информатика и вычислительная техника

ОММЕТР

**Техническое задание на курсовую работу
по дисциплине Схемотехника**

Листов 5

Студент гр. ИУ6-64Б
(Группа)

Д.О. Кошенков
(И.О. Фамилия)

Руководитель курсовой работы,
(Ст. преподаватель)

О.Ю. Ерёмин
(И.О. Фамилия)

Москва, 2025

1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящее техническое задание распространяется на разработку цифрового омметра, именуемого в дальнейшем «устройством». Данное устройство принимает подключаемый измеряемый резистор и отображает его электрическое сопротивление на цифровом индикаторе. Устройство должно быть выполнено на элементной базе КМОП.

2 ОСНОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ

Устройство разрабатывается в качестве курсового проекта на основе плана учебной работы студентов МГТУ им. Баумана кафедры ИУ6 «Компьютерные системы и сети».

3 НАЗНАЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ

Устройство предназначено для измерения электрического сопротивления подключаемых резисторов в заданном диапазоне и отображения результата измерения в цифровом виде. Измерение основано на определении времени заряда конденсатора известной емкости через измеряемое сопротивление до заданного порогового напряжения.

4 ЦЕЛИ И РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ

4.1 Цель работы

Целью курсового проектирования является разработка цифрового омметра на основе измерения времени заряда RC-цепи с использованием элементной базы КМОП.

4.2 Решаемые задачи

4.2.1 Анализ технического задания и возможных путей решения поставленной задачи.

4.2.2 Обоснование и синтез электрической функциональной схемы устройства.

4.2.3 Выбор элементной базы на основании технических требований.

4.2.4 Разработка электрической принципиальной схемы устройства.

4.2.5 Построение временных диаграмм.

4.2.6 Расчет параметров быстродействия и мощности устройства.

5 ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

К разрабатываемому устройству предъявляются следующие требования к составу и параметру технических средств:

5.1 Устройство должно измерять электрическое сопротивление в диапазоне от 1Ом до 1МОм. Измерение должно производиться методом определения времени заряда RC-цепи до порогового напряжения.

5.2 Логика элементов – КМОП.

5.3 Тактовая частота генератора импульсов – 1 МГц.

5.4 Мощность потребления – не более 3 Вт.

5.5 К разрабатываемому устройству предъявляются условия эксплуатации в соответствие с СанПиН2.2.2/2.4.1340-03. Требования к маркировке и упаковке разрабатываемого устройства не предъявляются.

5.6 Требования к транспортированию и хранению разрабатываемого устройства не предъявляются.

6 ТРЕБОВАНИЯ К ДОКУМЕНТАЦИИ

6.1 В состав сопровождающей документации должны входить:

6.1.1 Расчетно-пояснительная записка на 20 – 30 листах формата А4

6.1.2 Техническое задание (Приложение А)

6.1.3 Спецификация (Приложение Е)

6.2 Графическая часть должна быть включена в расчетно-пояснительную записку в качестве приложений и иллюстраций:

6.2.1 Временные диаграммы (Приложение Г).

6.2.2 Схема структурная (Приложение Б).

6.2.3 Схема электрическая функциональная (Приложение В).

6.2.4 Схема электрическая принципиальная (Приложение Д).

7 СТАДИИ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ

Этапы разработки курсовой работы указаны в таблице А.1.

Таблица А.1 – Этапы разработки

№	Название этапа	Срок, % выполнения	Отчетность
1	Выдача задания на проект	–	–
2	Анализ технического задания. Обоснование и синтез электрической функциональной схемы узла.	3 нед., 20%	Функциональная схема
3	Обоснование выбора элементной базы и разработка электрической принципиальной схемы узла.	6 нед., 40%	Принципиальная схема
4	Разработка временных диаграмм функционирования узла. Выполнение расчетов.	–	Временные диаграммы. Расчеты
5	Смотр состояния проекта.	–	–
6	Конструкторское проектирование печатной платы. Вы-	11 нед., 90%	–

Продолжение таблицы А.1

	полнение конструктивных расчетов.		
7	Окончательное оформление графической части проекта и расчетно-пояснительной записи.	12 нед., 100%	Расчетно-пояснительная записка.
8	Подготовка доклада и защита курсового проекта.	13 нед., -	Доклад (3-5 минут).

8 ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМА

8.1 Порядок контроля

Контроль выполнения осуществляется руководителем еженедельно.

8.2 Порядок защиты

Защита осуществляется перед комиссией, состоящей из преподавателей кафедры ИУ6.

8.3 Срок защиты

Срок защиты: 15-16 недели.

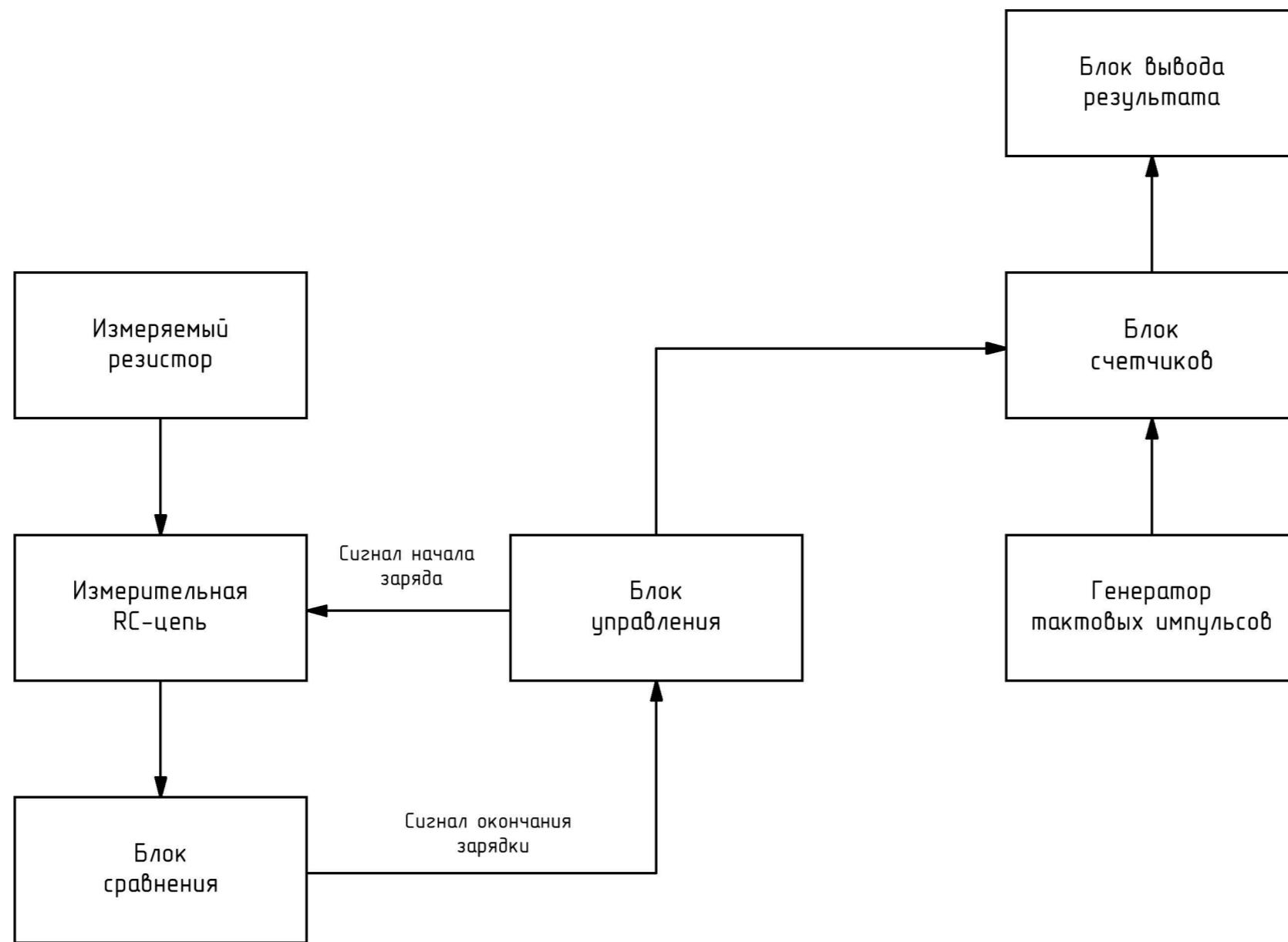
9 ПРИМЕЧАНИЕ

В процессе выполнения работы возможно уточнение отдельных требований технического задания по взаимному согласованию руководителя и исполнителя.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТРУКТУРНАЯ СХЕМА

Листов 1

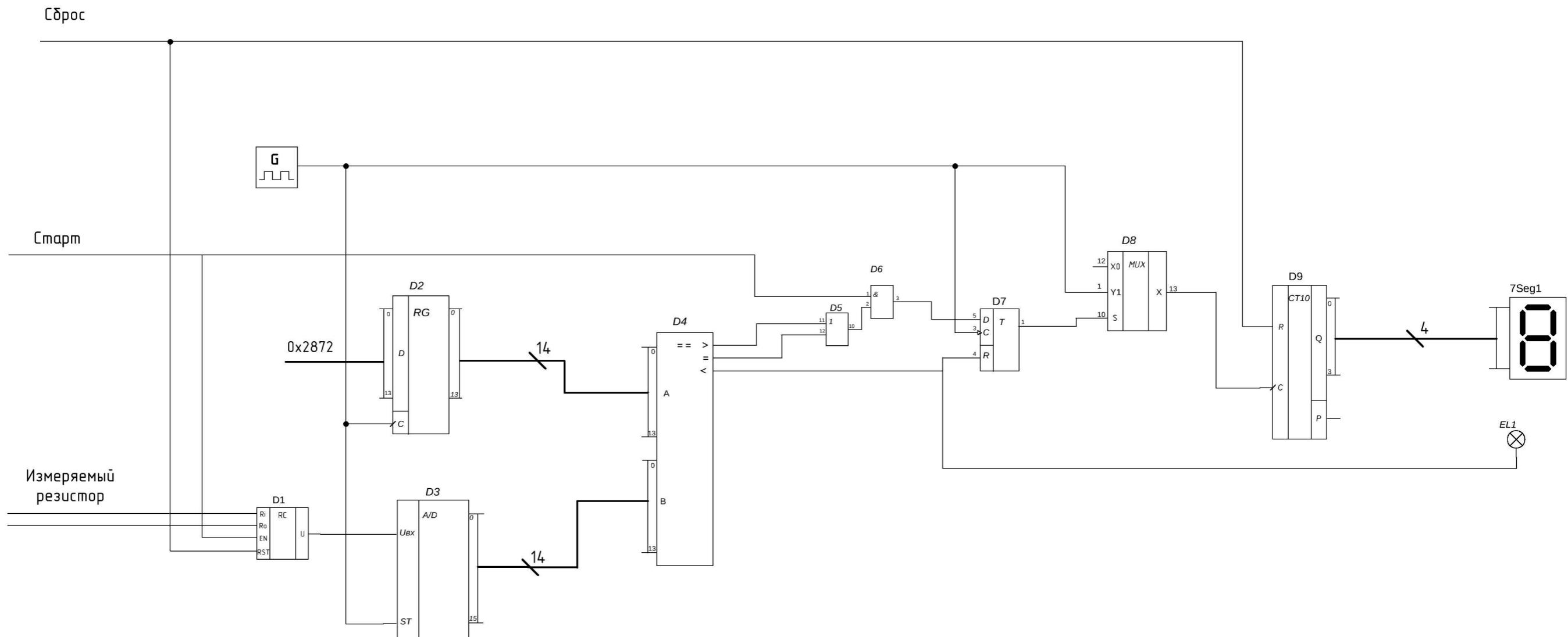


Курсовая работа по дисциплине Схемотехника					Омметр			
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Схема электрическая структурная	Лит	Масса	Масштаб
Разраб.		Кошенков Д.О.						1:1
Провер.		Ерёмин О.Ю.						
Т. контр.								
Реценз.								
Н. контр.								
Утверд.								
					МГТУ им. Н.Э. Баумана ИЧ6-64б			
					Формат А3			

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА

Листов 1



Курсовая работа
по дисциплине
Схемотехника

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Кошенков Д.О.		
Провер.		Ерёмин О.Ю.		
Т. контр.				
Реценз.				
Н. контр.				
Утверд.				

Омметр

Схема
электрическая
функциональная

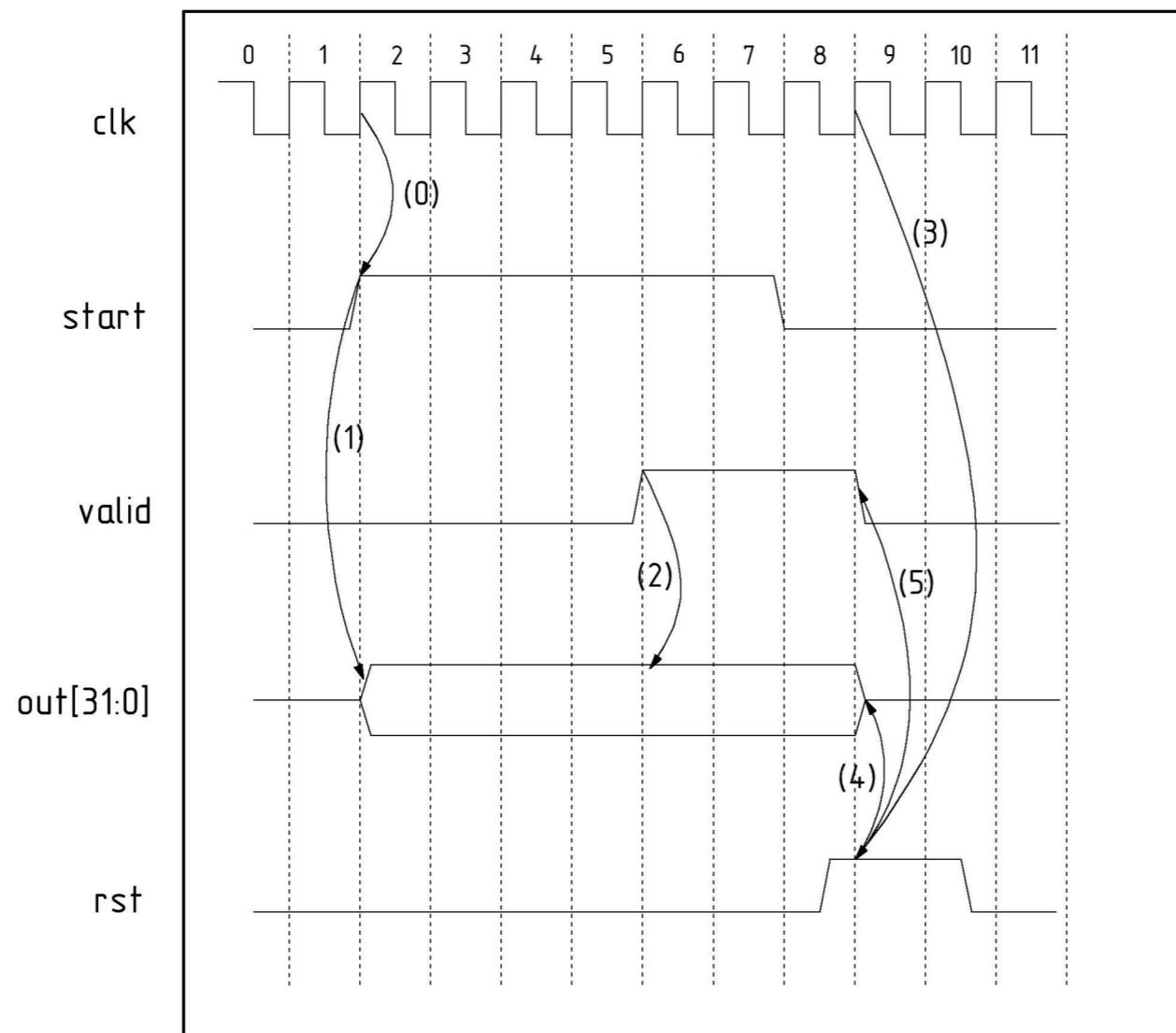
Лит	Масса	Масштаб
		1:1
Лист 1	Листов 1	
МГТУ им. Н.Э. Баумана ИЧ6-64Б		

Формат А3

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ВРЕМЕННЫЕ ДИАГРАММЫ

Листов 1



Курсовая работа по дисциплине Схемотехника					Омметр			
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Временные диаграммы	Лит	Масса	Масштаб
Разраб.		Кошенков Д.О.						
Провер.		Ерёмин О.Ю.						
Т. контр.								
Реценз.								
Н. контр.								
Утверд.						МГТУ им. Н.Э. Баумана ИЧ6-64Б		

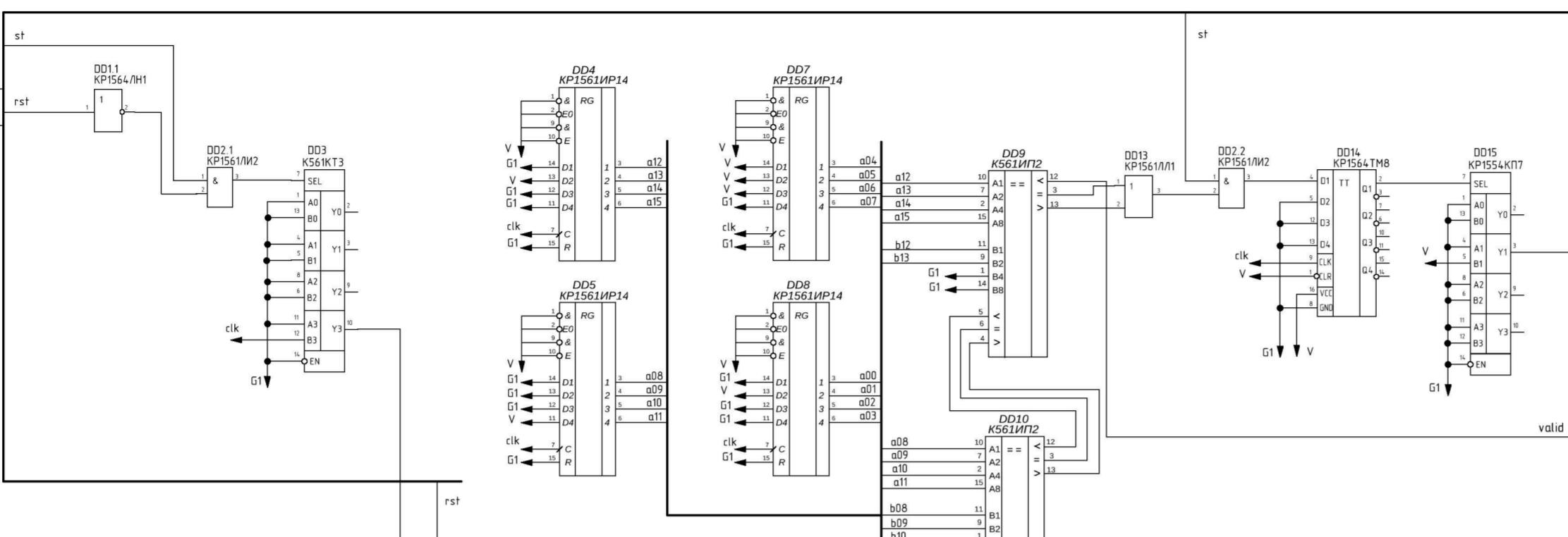
ПРИЛОЖЕНИЕ Д

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА

Листов 1

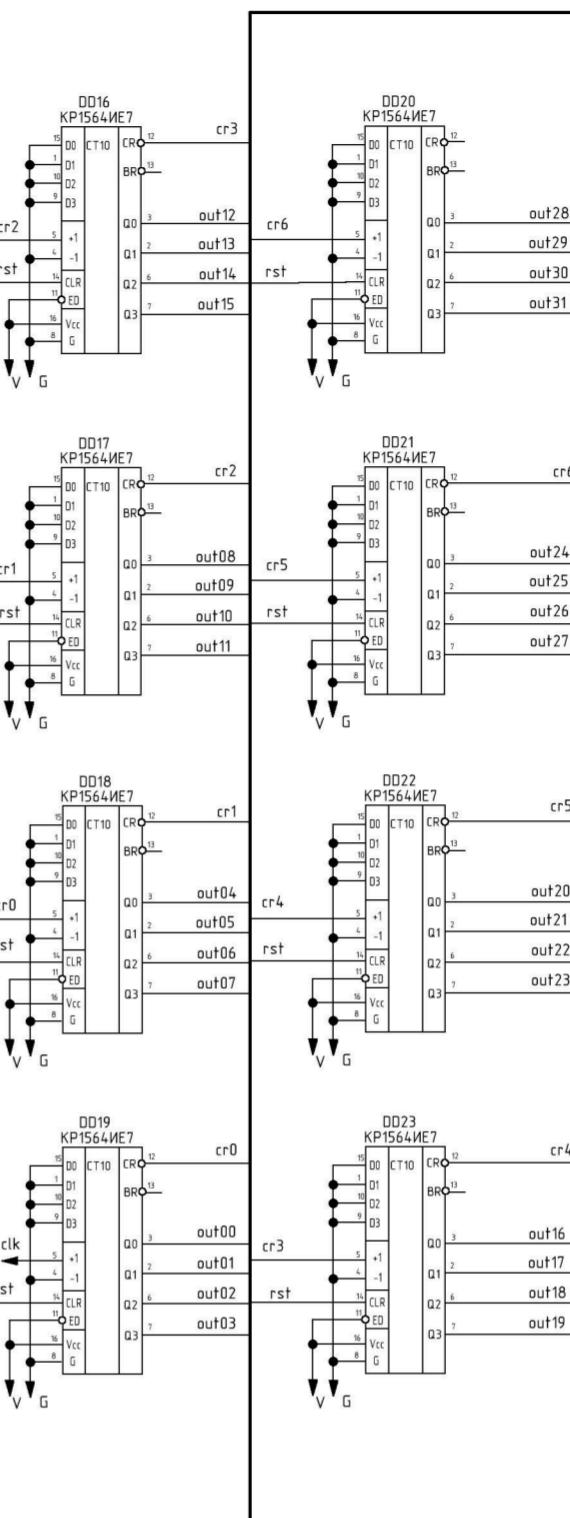
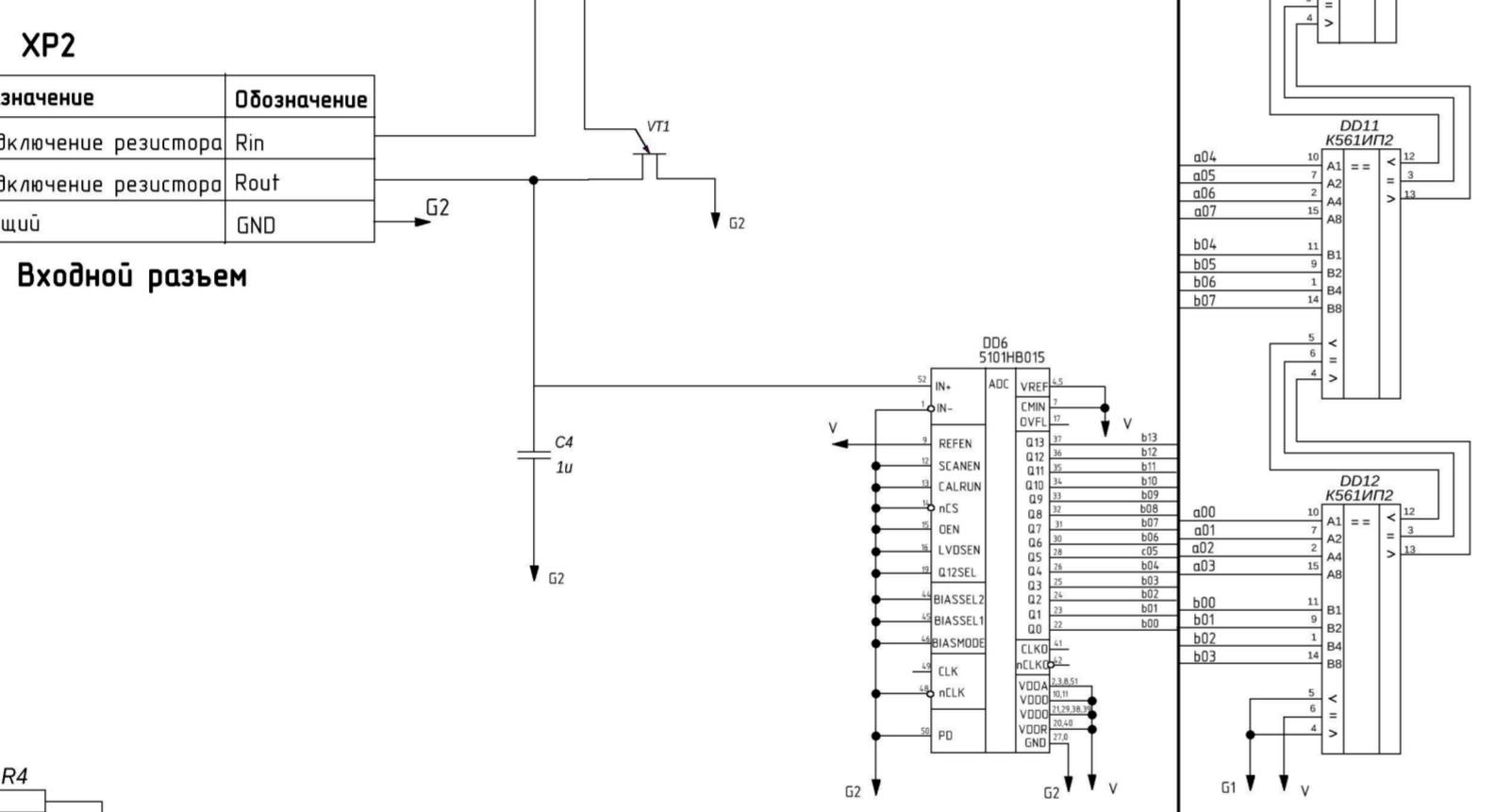
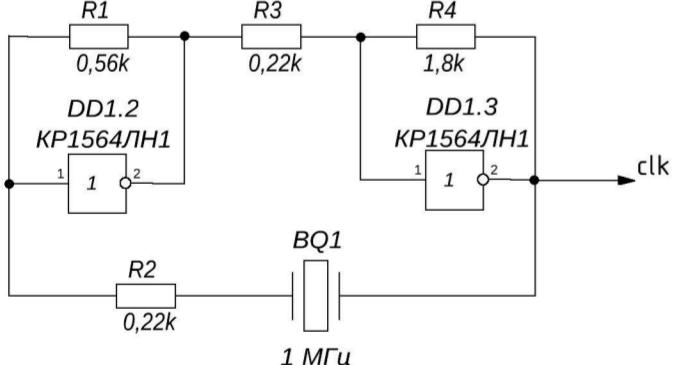
№	Назначение	Обозначение
1	Начало расчета	START
2	Сброс	RST

Входной разъем



№	Назначение	Обозначение
1	Подключение резистора	Rin
2	Подключение резистора	Rout
3	Общий	GND

Входной разъем



№	Назначение	Обозначение
5	Нулевой бит данных	out00
6	Первый бит данных	out01
7	Второй бит данных	out02
8	Третий бит данных	out03
9	Четвертый бит данных	out04
10	Пятый бит данных	out05
11	Шестой бит данных	out06
12	Седьмой бит данных	out07
13	Восьмой бит данных	out08
14	Девятый бит данных	out09
15	Десятый бит данных	out10
16	Одиннадцатый бит данных	out11
17	Двенадцатый бит данных	out12
18	Тринадцатый бит данных	out13
19	Четырнадцатый бит данных	out14
20	Пятнадцатый бит данных	out15
21	Шестнадцатый бит данных	out16
22	Семнадцатый бит данных	out17
23	Восемнадцатый бит данных	out18
24	Девятнадцатый бит данных	out19
25	Двадцатый бит данных	out20
26	Двадцать первый бит данных	out21
27	Двадцать второй бит данных	out22
28	Двадцать третий бит данных	out23
29	Двадцать четвертый бит данных	out24
30	Двадцать пятый бит данных	out25
31	Двадцать шестой бит данных	out26
32	Двадцать седьмой бит данных	out27
33	Двадцать восьмой бит данных	out28
34	Двадцать девятый бит данных	out29
35	Тридцатый бит данных	out30
36	Тридцать первый бит данных	out31
37	Сигнал корректности вывода	valid

Контакт 7 микросхем DD1, DD2, DD3 DD13 подключить в G1
Контакт 14 микросхем DD1, DD2, DD3, DD13 подключить к V

Контакт 8 микросхем DD9, DD10, DD11, DD12 подключить к G1
Контакт 16 микросхем DD9, DD10, DD11, DD12 подключить к V

XP1.2

Nº	Назначение	Обозначение	
3	Питание, +5В	VCC	
4	Одящий	GND	

Разъем питания

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА

Листов 1

Курсовая работа по дисциплине Схемотехника					Омметр			
Спецификация	Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит	Масса	Масштаб
	Разраб.	Кошенков Д.О.						1:1
	Провер.	Ерёмин О.Ю.						
	Т. контр.							
	Реценз.							
	Н. контр.							
	Утверд.							
					МГТУ им. Н.Э. Баумана ИЧБ-64Б			