## Аннотация

В данном дипломном проекте разрабатывается конструкция блока управления цикла сварки.

Расчетно-пояснительная записка содержит пять частей: исследовательскую, конструкторскую, технологическую, охрана труда и защита окружающей среды, экономическую.

В исследовательской части расчетно-пояснительной записки к дипломному проекту представлено моделирование основных функциональных узлов блока регулятора цикла сварки, произведен анализ выбора элементной базы.

В конструкторской части дается описание назначения устройства и блока, их основные технические характеристики и описание принципа функционирования. Так же приводится расчет надежности, расчет на действие вибраций, тепловой расчет, схемотехнический расчет.

В технологической части расчетно-пояснительной записки приведены: технологический процесс сборки платы блока регулятора цикла сварки, аттестация технологического процесса сборка платы блока, описание технологической оснастки, расчет трафарета для нанесения паяльной пасты на верхнюю сторону платы.

В разделе "Охрана труда и защита окружающей среды" дается характеристика опасных и вредных факторов при производстве блока регулятора цикла сварки, характеризуется экологическая безопасность, приводятся расчеты защитного заземления и фильтра для очистки воздуха.

В экономической части расчетно-пояснительной записки содержится: технико-экономическое обоснование разработки блока регулятора цикла сварки и анализ его технологичности, рассчитана себестоимость блока и приведен интегральный экономический эффект от внедрения в производство данного модуля.

## Введение

В настоящее время все большую актуальность приобретают технологии восстановления деталей. Это происходит потому, что любые действия на предприятиях стараются перенести на автоматические или полуавтоматические машины. И, естественно, все движущиеся детали машин подвержены износу.

Для уменьшения расходов по обслуживанию и ремонту, существует технология восстановления рабочих поверхностей деталей машин путем электроконтактной наварки проволокой (ЭКНП).

Для проведения процесса ЭКНП необходим наварочный станок, частью которого является блок регулятора цикла сварки.

Разработка и применение блока регулятора цикла сварки позволяет получить полный контроль над параметрами сварки. Это позволяет улучшить качество получаемой поверхности, а, следовательно, позволяет увеличить срок службы восстановленной детали.

В связи с этим было принято решение о разработке дипломного проекта «Блок регулятора цикла сварки».

# Исследовательская часть

## Введение

Для обеспечения функционирования блока во всем диапазоне рабочих температур, необходимо промоделировать все основные узлы схемы: узел детектора перехода сетевого напряжения через ноль и узел преобразования сигнала с датчика тока. Необходимо произвести анализ микроконтроллера.

## Анализ микроконтроллера

Для реализации корректной и предусмотренной работы модуля было решено использовать современную элементную базу. В частности, для уменьшения габаритов модуля и повышения надежности, в качестве управляющего устройства схемы было решено использовать микроконтроллер STM32F100CB фирмы ST Microelectronics, т.к. микроконтроллеры данной фирмы обладают высокой производительностью, надежностью, доступны в свободной продаже и имеют самую низкую цену на рынке. В результате поиска был получен список микроконтроллеров в количестве 3 единиц, который представлен в таблице 1:

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Порты  ввода/вывода | Память программ, кбайт | ОЗУ, байт | Тактовая частота, МГц | Цена, руб |
| ATmega16A-AU | 34 | 16 | 1024 | 16 | 85 |
| PIC18F2550-I/SO | 24 | 16 | 2048 | 48 | 165 |
| STM32F100CB | 37 | 64 | 8192 | 24 | 77 |

На первом шаге ставилась задача выбрать микроконтроллер с максимальным количеством портов ввода-вывода, т.к. на подключение дисплея и кнопок необходимо уже 12 выводов. Плюс ко всему, в будущем может возникнуть необходимость подключения к станку датчиков от насоса.

На втором шаге выбора микроконтроллера ставилась задача выбрать микроконтроллер, с наибольшей программной памятью, потому что для синхронной работы всех узлов модуля потребуется достаточно объемная программа. Так же максимальное количество памяти необходимо потому, что разработка управляющей программы велась на языке высокого уровня, в частности, на языке С.

На третьем шаге выбора микроконтроллера ставилась задача выбрать микроконтроллер, с наибольшим ОЗУ, потому что в процессе работы необходимо хранить и обрабатывать большой набор данных

На четвертом шаге выбора микроконтроллера ставилась задача выбрать микроконтроллер, с наибольшей тактовой частотой, потому что для быстродействия работы микроконтроллера требуется высокая тактовая частота для обработки данных.

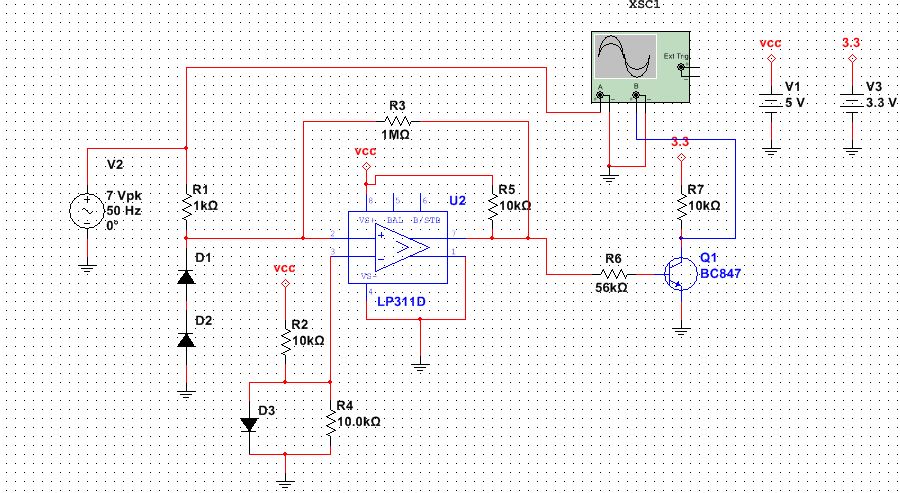
На последнем шаге выбора микроконтроллера ставилась задача выбрать микроконтроллер, имеющий максимально развитую структуру. Поэтому, учитывая, что в контроллер STM32F100CB входит 16-ти канальный аналогово-цифровой преобразователь, контроллер прямого доступа к памяти, 12 таймеров общего назначения, что сильно превосходит возможности остальных контроллеров, плюс его самая низкая цена, было принято решение о использовании в разработке микроконтроллера STM32F100CB производства ST Microelectronics.

## Моделирование

Для анализа работоспособности и правильности функционирования узлов, проведем моделирование частей схемы электрической принципиальной. Так же проведем температурные анализы этих же узлов схемы, т.к. необходима устойчивая работы блока в широком диапазоне температур.

Воспользуемся программой Multisim 12, в которой проведем все виды анализов, чтобы убедиться в работоспособности схемы.

### Узел 1: детектор перехода напряжения через ноль

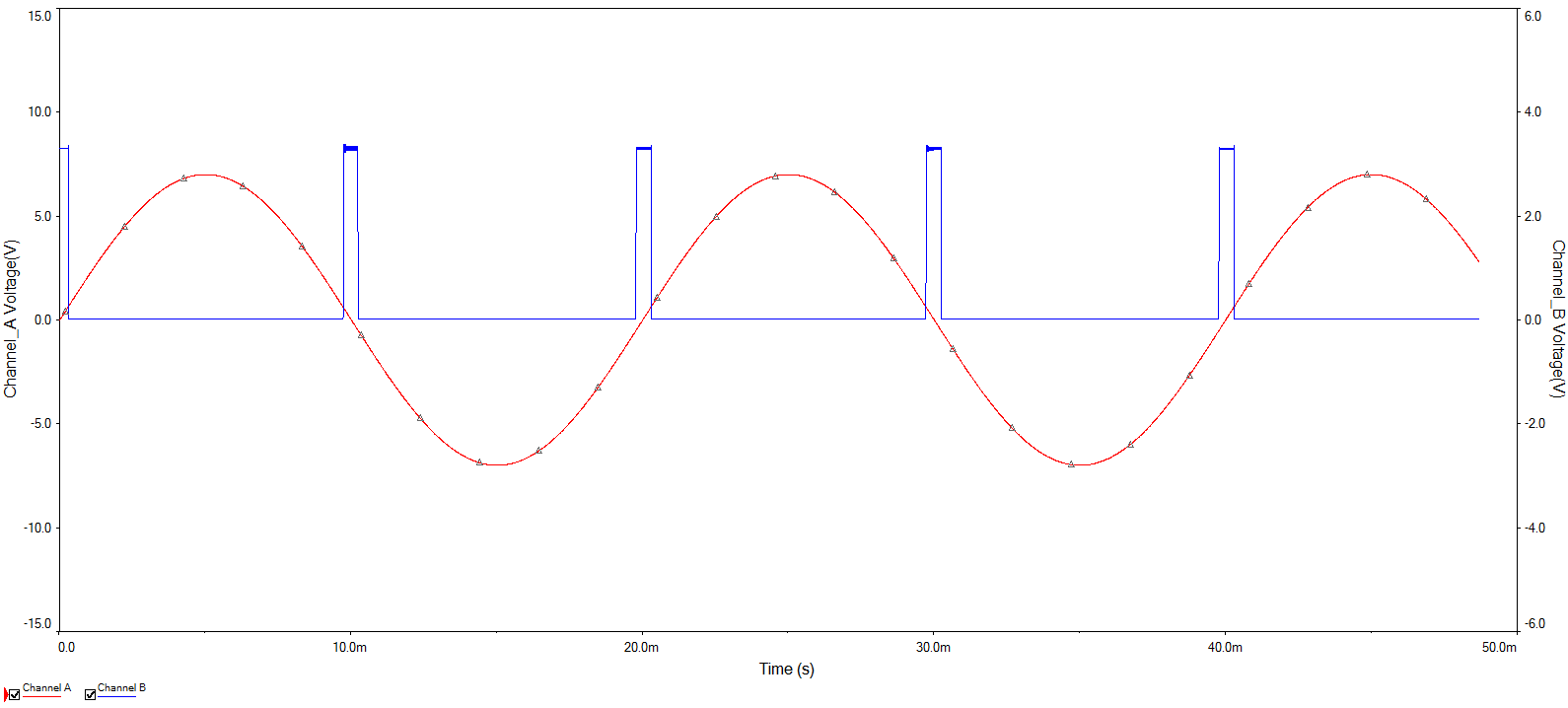


*Рис.1. Детектор перехода сетевого напряжения через ноль.*

Исходные данные представлены на рисунке. Отметим, что вместо компаратора К554СА3, был использован его зарубежный аналог LP311.

На вход схемы поступает эквивалент сетевого напряжения, т.к. фаза сохранена, только амплитуда сигнала составляет 7 В. На выходе микросхемы стоит транзисторный ключ, играющий роль преобразователя амплитуды выходного сигнала с 5 В до 3.3 В, далее этот сигнал подается на вход внешнего прерывания микроконтроллера.

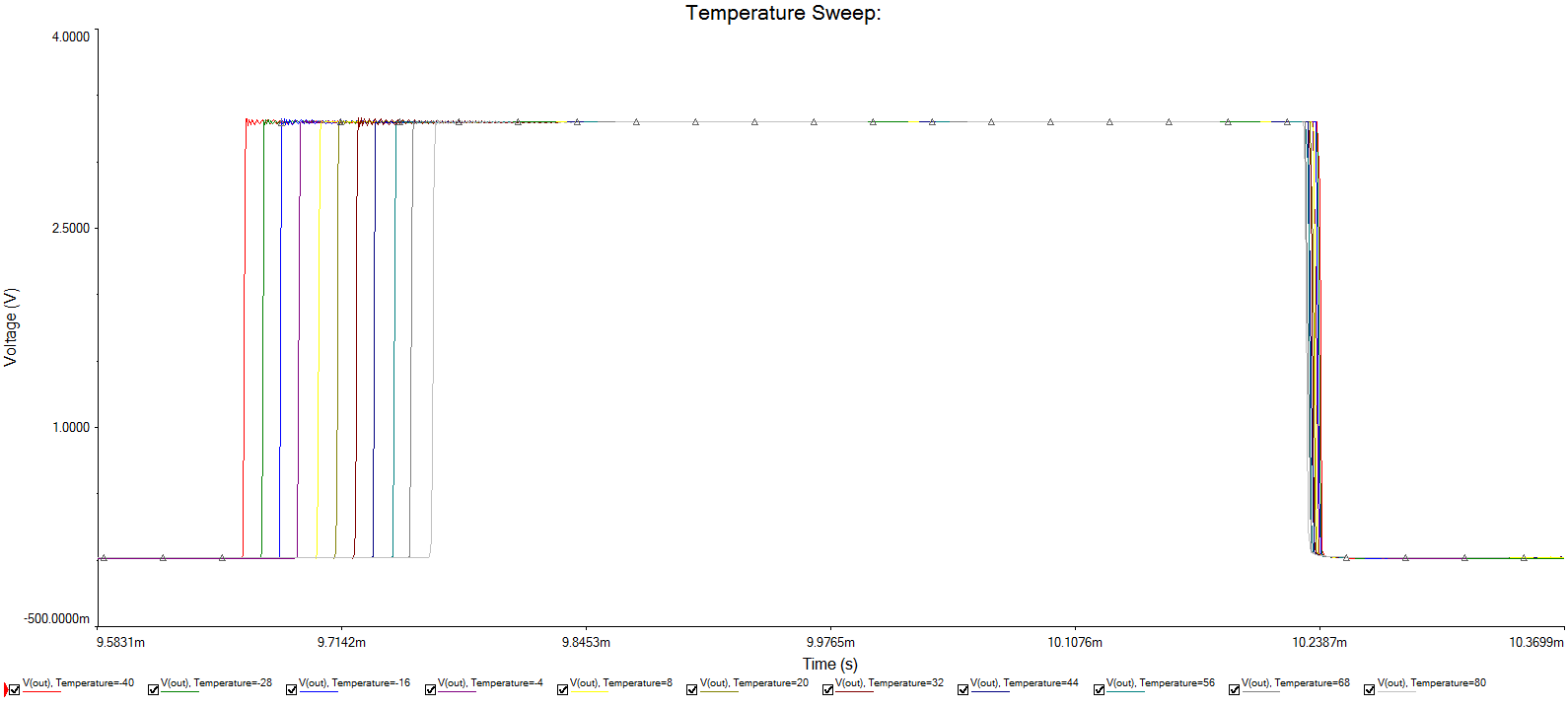
Временные диаграммы, характеризующие работу данного узла, приведены на рис. 2.



*Рис.2. Показания осциллографа*

Как видно, на выходе компаратора возникает импульс длительностью около 1 мс в момент перехода напряжения через ноль.

Т.к. блок эксплуатируется в широком диапазоне температур, необходимо удостовериться в его работоспособности при всех температурах из этого диапазона. Для проведения этого анализа воспользуемся встроенным в Multisim 12 модулем Temperature sweep.

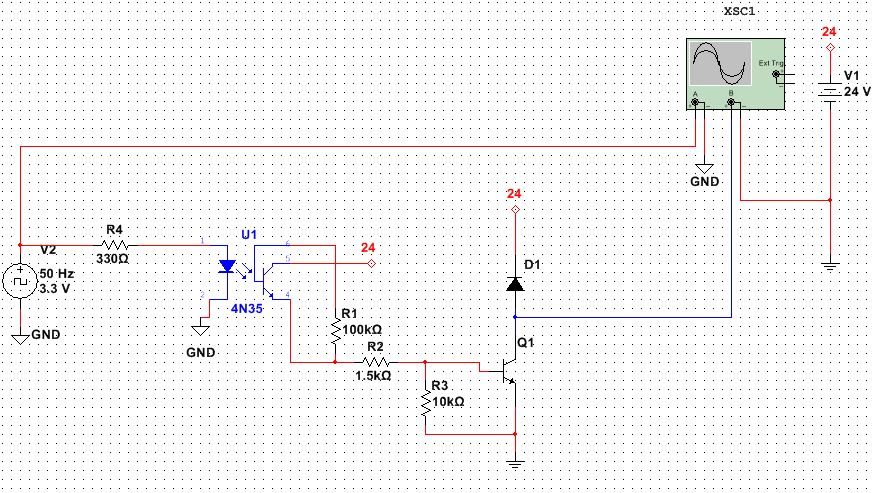


*Рис.3. Результаты температурного анализа*

Как видно, с повышение температуры изменяется только положение переднего фронта выходного сигнала. Т.к. алгоритм работы построен на обработку заднего фронта сигнала с детектора нуля, а он, как видно, с изменением температуры окружающей среды не изменяется, то можно говорить о устойчивой работе данного узла в заданном диапазоне температур.

### Узел 2: выходной силовой каскад

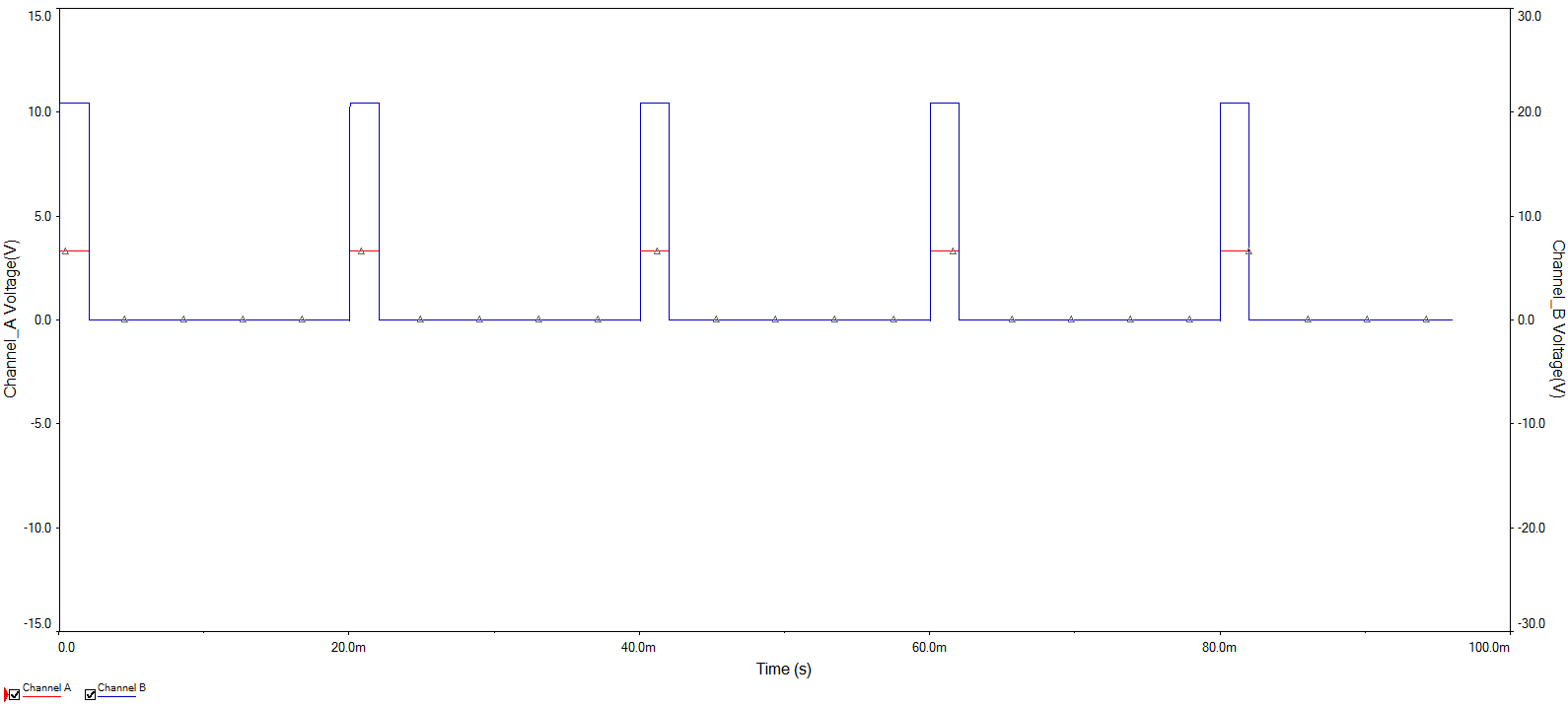
Т.к. для открытия тиристорного контактора, передающий мощность в восстанавливаемую деталь, для открытия необходим импульс длительностью 100-300 мкс и амплитудой 18-24 В, было принято использование в выходном каскаде силового ключа на транзисторе D633. Это составной транзистор по схеме Дарлингтона. Схема выходного каскада представлена на рис. 4.



*Рис.4. Схема выходного каскада*

Для развязки силовой и логической части применена оптопара 4N35. Входом узла является вход оптопары, на который через токоограничивающий резистор подается сигнал с микроконтроллера.

Временные диаграммы, характеризующие работу данного узла, приведены на рис. 5.

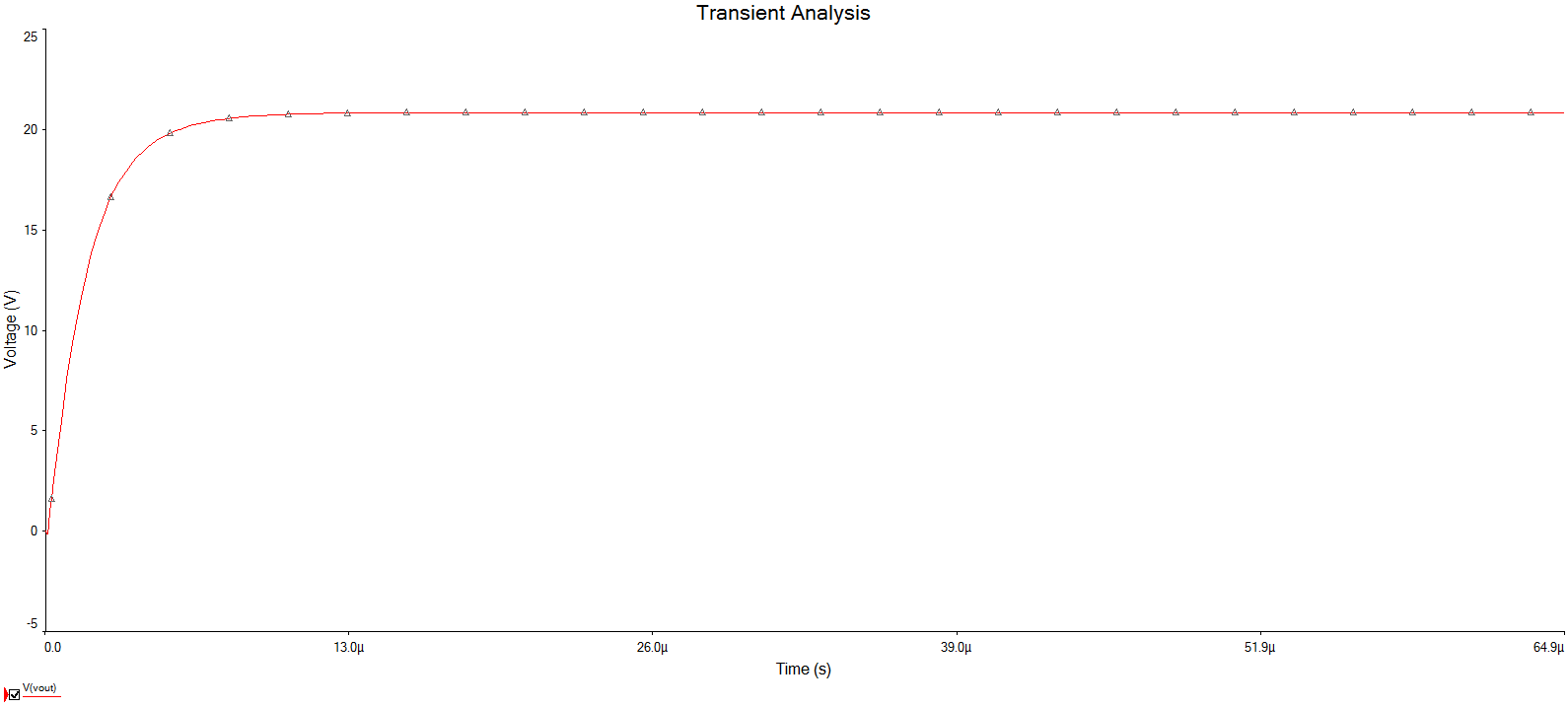


*Рис.5. Работа выходного каскада*

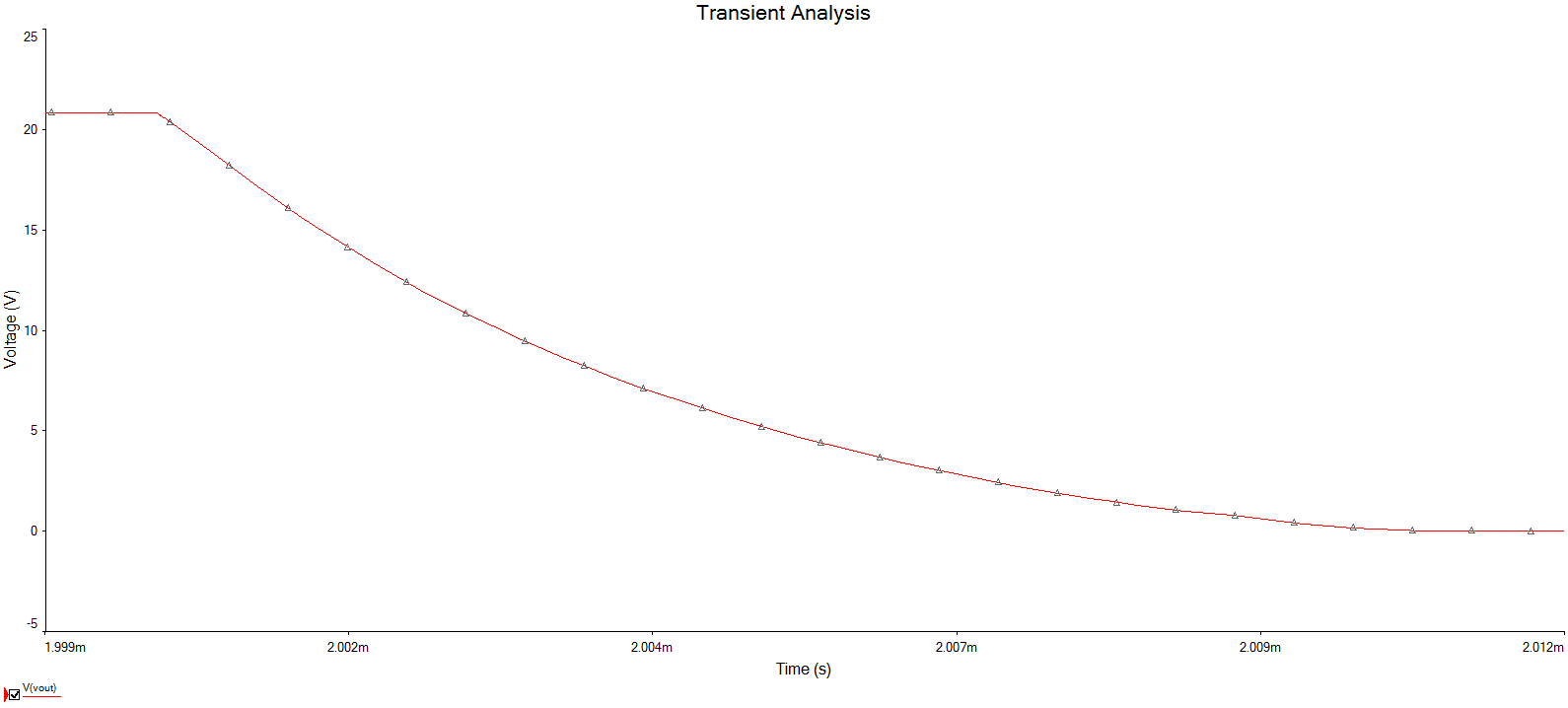
Как видно, узел преобразует выходной сигнал амплитудой 3.3 В в сигнал с амплитудой 24 В.

Т.к. в выходном каскаде использован составной транзистор, основным недостатком которого является низкое быстродействие, убедимся, что скорость его работы достаточна для применения в данном узле. Для этого промоделируем фронты выходного сигнала, снятого с коллектора этого транзистора.

Результаты моделирования восходящего и спадающего фронтов представлены на рис. 6 и 7 соответственно.



*Рис.6. Восходящий фронт выходного сигнала*

**

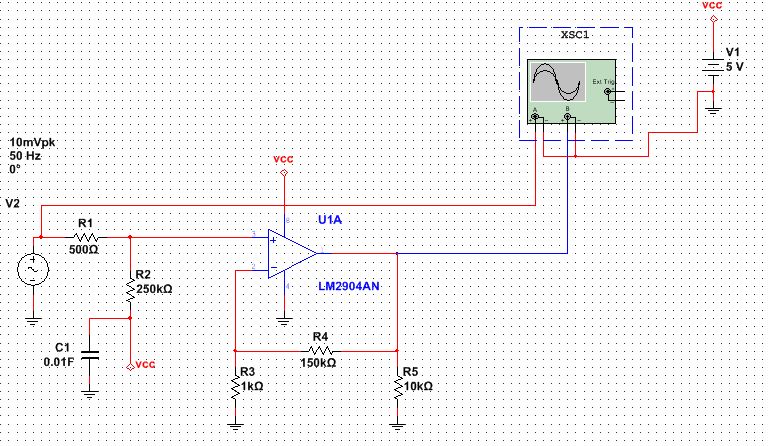
*Рис.7. Спадающий фронт выходного сигнала*

В результате моделирование, получили значение 12 мкс для восходящего фронта и 14 мкс для спадающего фронтов. Учитывая частоту выходного сигнала и особенности тиристорного контактора, а в частности его время релаксации, можно сделать вывод о допустимости применения такого транзистора в схеме выходного каскада.

### Узел 3: преобразователь сигнала с датчика тока

Так как на станке присутствует пассивный индуктивный датчик тока, то для его подключения к АЦП микроконтроллера необходим каскад преобразователя сигнала датчика тока. Он преобразовывает сигнал с датчика амплитудой ±10 мВ в сигнал с амплитудой от 0 до 3 В. Расчет данного узла приведен в конструкторской части дипломного проекта.

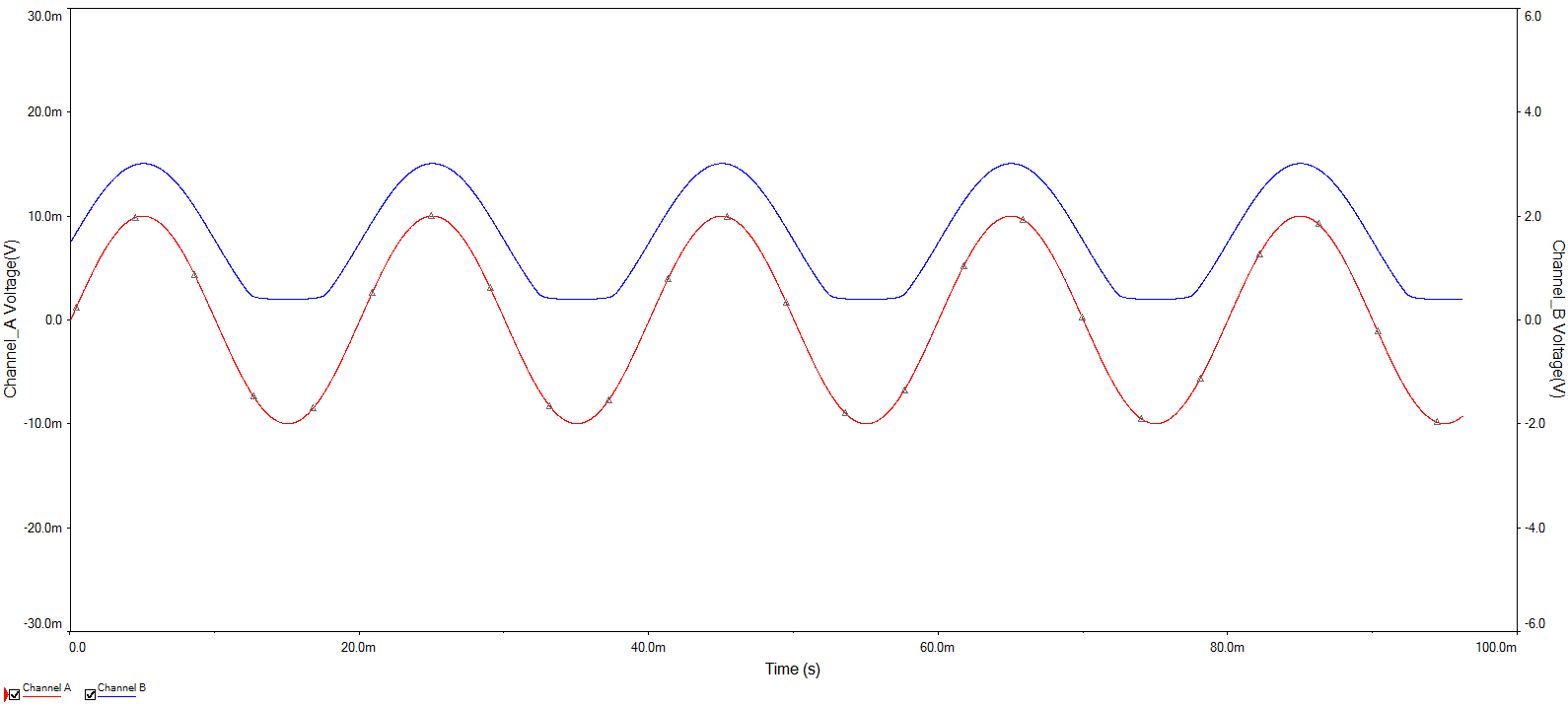
Схема представляет собой каскад на ОУ LM2904, она представлена на рис. 8.



*Рис.8. Преобразователь сигнала с датчика тока*

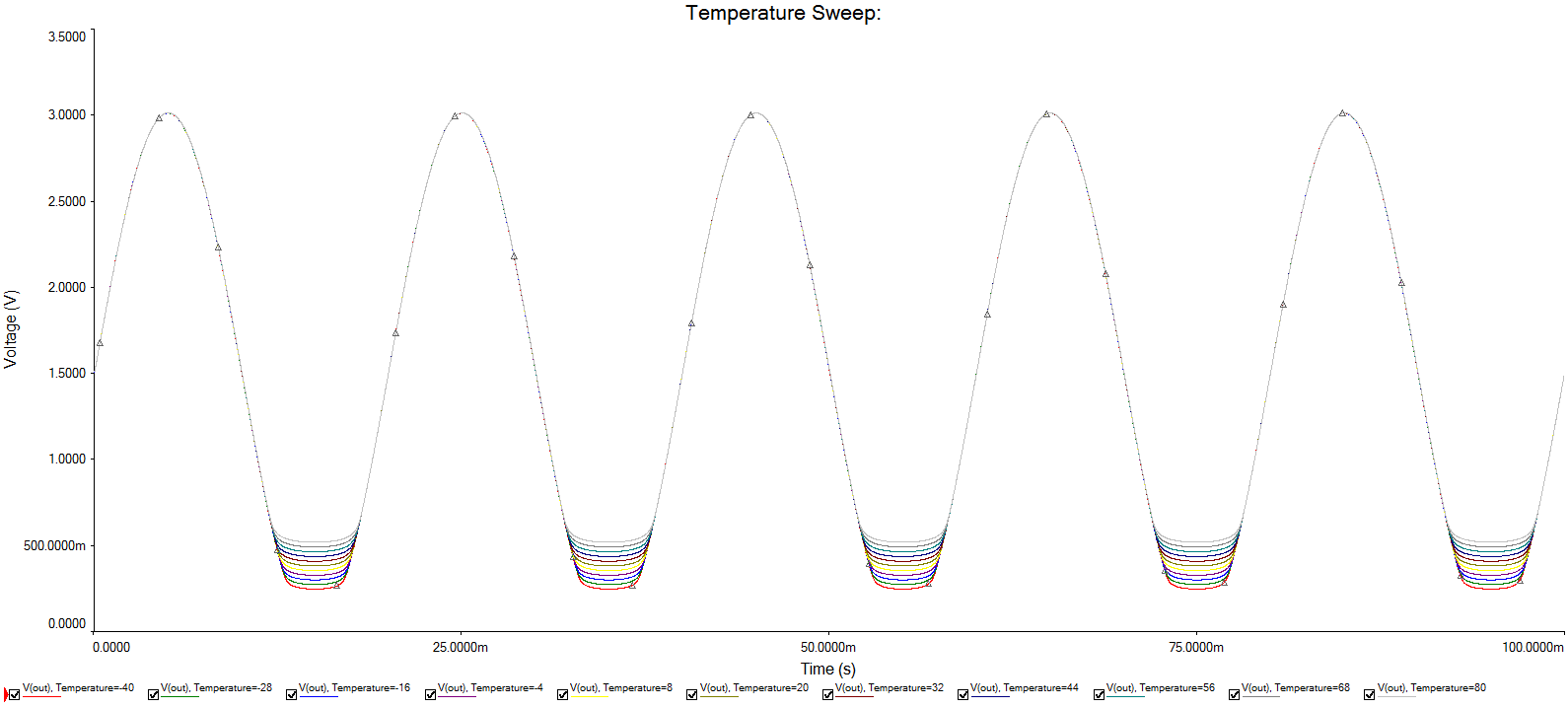
На вход схемы поступает сигнал непосредственно с датчика тока, выход схемы соединен с АЦП микроконтроллера.

Временные диаграммы, характеризующие работу данного узла, приведены на рис 9.



*Рис.9. Работа преобразователя сигнала с датчика тока*

Так же, как и для узла детектора перехода сетевого напряжения через ноль, необходимо провести температурный анализ, чтобы убедиться в работоспособности преобразователя во всем требуемом диапазоне температур.



*Рис.10. Температурный анализ преобразователя сигнала с датчика тока*

Как видно из результатов моделирования, изменяется только нижний порог выходного напряжения, что не существенно, т.к. прибор позволяет вычислять только среднее значение тока за 10 с наварки. Т.о., данный узел может работать во всем диапазоне заданных температур.

## Вывод

В результате выполнения исследовательской части дипломного проекта были выполнены следующие пункты:

1. Проведено исследования ряда микроконтроллеров.
2. Выполнено моделирование основных узлов схемы электрической принципиальной.

# Конструкторская часть