|  |  |
| --- | --- |
| Факультет: | ФЭН |
| Группа: | ЭН1-34 |
| Студент: | Полозов А. А. |
| Преподаватель: | Манько И. Г. |

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

**ПРОЕКТРИРОВАНИЕ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ**

**Содержание**

[1. Формулировка задания и исходные данные 3](#_Toc196025465)

[2. Проектирование 4](#_Toc196025466)

[2.1. Проектирование стабилизатора напряжения 4](#_Toc196025467)

[2.2. Проектирование сглаживающего фильтра 7](#_Toc196025468)

[2.3. Выбор параметров диодной схемы выпрямителя 8](#_Toc196025469)

[2.4. Расчет параметров трансформатора 9](#_Toc196025470)

[2.5. Схемотехническое моделирование 12](#_Toc196025471)

# Формулировка задания и исходные данные

Проектирование источника питания можно разделить на пять этапов:

1. проектирование стабилизатора напряжения;
2. проектирование сглаживающего фильтра;
3. выбор параметров диодной схемы выпрямителя;
4. выбор параметров питающего трансформатора;
5. моделирование схемы спроектированного источника питания в программной среде разработки микроэлектронных систем.

Таблица . – исходные условия

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Фамилия | СХЕМА | | | СТАБИЛИЗАТОР | | | |
| Выпрямителя | Фильтра | |  |  |  | Тип |
| Тип |  | о.е. | В | мА |
| 8 | Полозов Александр | Однополупериодный | LC | 0.03 | 0.12/0.1 | +/-8 | 400/300 | К |

# Проектирование

## Проектирование стабилизатора напряжения

Рассчитаем параметры компенсационного стабилизатора напряжения, схема которого показана на рисунке 2.1.1, и выберем параметры необходимых для его реализации элементов.

Выходное напряжение: .

Максимальный ток нагрузки: .

Относительные изменения питающего напряжения: .

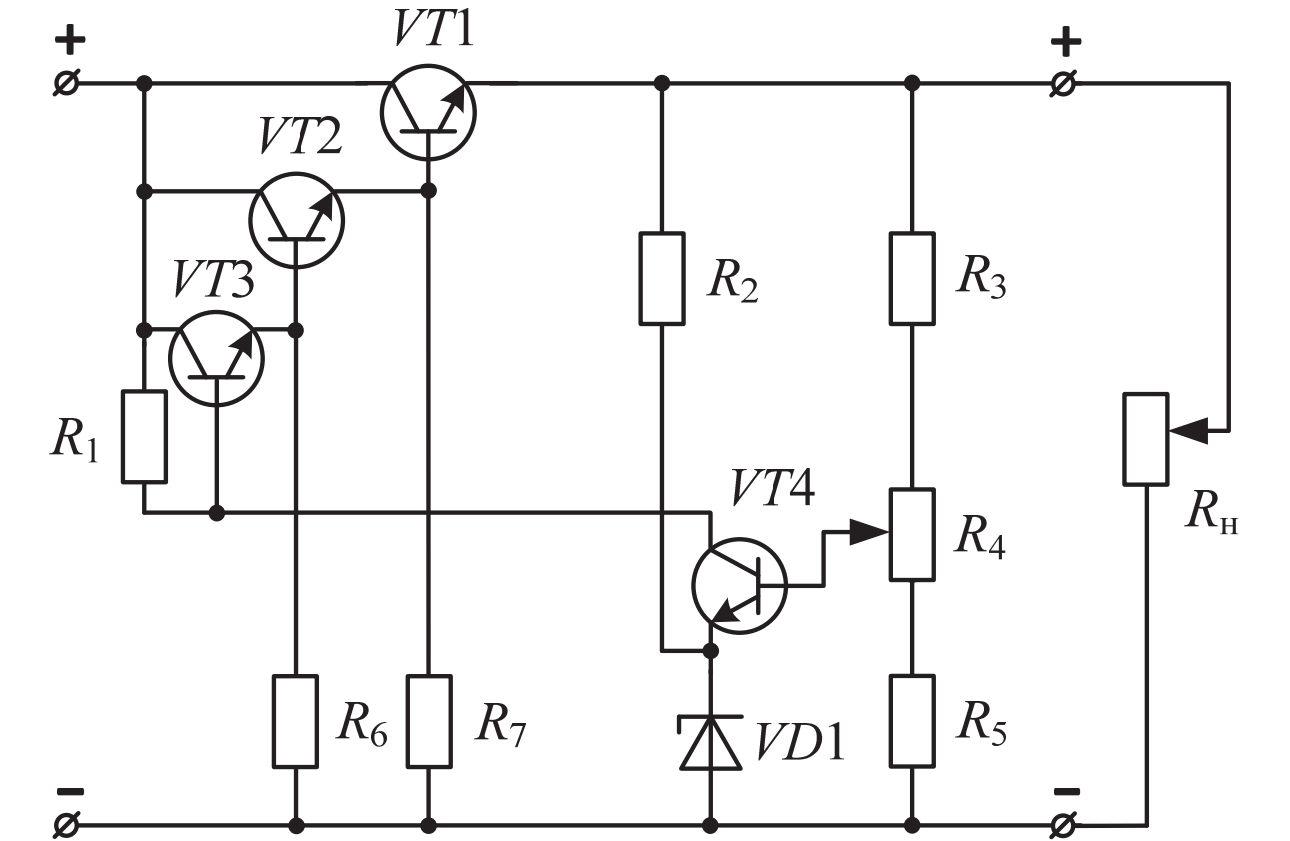


Рисунок .

Сначала определяем основные параметры схемы. Минимальное напряжение на входе схемы стабилизатора:

При заданном номинальном выходном напряжении входное номинальное напряжение составляет

Находим максимальное напряжение на входе стабилизатора как

Находим максимальный ток на входе стабилизатора. Полагаем, что до тока уходит в параллельные ветви в цепях стабилизатора, тогда

**Выбор стабилитрона VD1.** Стабилитрон выбирается по расчётному уровню напряжения стабилизации :

Предварительно выбираем стабилитрон Д815Б со следующими номинальными параметрами:

1. напряжение стабилизации ;
2. минимальный ток стабилизации ;
3. максимальный ток стабилизации: ;
4. максимальная рассеиваемая мощность .

**Выбор транзистора VT1.** Транзистор должен иметь следующие параметры.

Максимальный постоянный ток коллектора:

Максимальное постоянное напряжение на участке «коллектор – эмиттер»:

Максимальная рассеиваемая мощность:

В качестве VT1 выбираем транзистор марки КТ-807Б с параметрами:

1. максимальный постоянный ток коллектора (больше расчетного );
2. максимальное постоянное напряжение на участке «коллектор – эмиттер» (больше расчетного );
3. максимальная рассеиваемая мощность (больше расчетной );
4. обратный ток коллектора не более .

Коэффициент усиления тока лежит в диапазоне . За расчётное значение принимаем наименьшее, равное , так как при большем фактическом значении этого параметра работа схемы не ухудшится.

Далее определим необходимое число транзисторов в схеме Дарлингтона. Число транзисторов в схеме составного транзистора обычно выбирают таким, чтобы ток базы последнего транзистора не превышал значения . На этот же ток рассчитывается ток коллектора управляющего транзистора VT4.

**Выбор транзистора VT2.** Находим коллекторный ток этого транзистора:

Транзистор VT2 обеспечивает ток базы VT1, его расчётный коллекторный ток составляет . Отметим, что кроме тока базы транзистора VT1 через транзистор VT2 протекает ток резистора R7. Однако этим током допустимо пренебречь, так как он сопоставим с тепловым током транзистора VT1, значение которого значительно меньше . Определяем остальные расчётные параметры аналогично VT1.

Максимальное постоянное напряжение на участке «коллектор-эмиттер» определяется так же, как и в предыдущем случае:

Максимальная рассеиваемая мощность:

В качестве VT1 выбираем транзистор марки КТ-814А с параметрами:

1. максимальный постоянный ток коллектора (больше расчетного );
2. максимальное постоянное напряжение на участке «коллектор – эмиттер» (больше расчетного );
3. максимальная рассеиваемая мощность (больше расчетной );
4. обратный ток коллектора не более ;
5. коэффициент усиления тока лежит в диапазоне . За расчётное значение принимаем наименьшее, равное .

**Выбор транзистора VT3.** Находим коллекторный ток этого транзистора:

Таким образом, наличие третьего транзистора не является необходимым, поскольку коллекторный ток через управляющий транзистор (ток базы транзистора VT2) уже достиг нужного значения.

**Выбор транзистора VT4.** Расчётный ток коллектора этого транзистора равен . Расчётное напряжение на участке «коллектор–эмиттер» составляет

Расчётная мощность тепловых потерь при данных параметрах составляет . В качестве управляющего транзистора VT4 выбираем транзистор КТ-201А с параметрами:

1. максимальный постоянный ток коллектора ;
2. максимальное постоянное напряжение на участке «коллектор – эмиттер» (больше расчетного );
3. максимальная рассеиваемая мощность (больше расчетной );
4. коэффициент усиления тока лежит в диапазоне .

**Выбор резистора R1.** Резистор R1 выбирается из условия:

Это уравнение получено применением второго закона Кирхгофа для контура «плюс питания» – R1 – VT4 – VD1 – «минус питания». Выбор R1 производится из предположения, что по нему протекает ток коллектора управляющего транзистора VT4 в диапазоне , а падение напряжения на управляющем транзисторе VT4 лежит в пределах от до . В рассматриваемом примере

Выбираем ближайшее стандартное значение из ряда E24. В качестве принимаем резистор типа МЛТ-2, у которого .

Номинальная рассеиваемая мощность этого резистора равна , что больше расчетного значения тепловых потерь, равного

**Выбор резистора R2.** Резистор R2 выбирается из условия, чтобы стабилитрон всегда находился в режиме стабилизации напряжения, а ток через резистор находился в диапазоне от до :

Округляем до ближайшего меньшего стандартного значения. Из ряда Е24 выбираем резистор типа МЛТ-2, у которого . Расчётное значение мощности, рассеиваемой на резисторе:

Номинальная рассеиваемая мощность выбранного резистора больше полученного значения.

Выполняем проверку стабилитрона по току после выбора сопротивления резистора R2. Ток в стабилитроне равен

Полученное значение тока меньше максимально допустимого тока стабилизации стабилитрона, равного , поэтому выбранный стабилитрон может быть использован в схеме стабилизатора напряжения.

**Выбор резисторов R3, R4, R5.** По условию задачи регулирование напряжения на выходе не требуется, поэтому резистор R4 не устанавливаем. Суммарное сопротивление резисторов R3 и R5 выбираем из условия отсутствия шунтирования нагрузки (в делитель напряжения уходит не более 10 % от тока нагрузки):

Теперь определяем значения R3 и R5 отдельно. Расчётное значение резистора R5:

Округляем до ближайшего стандартного значения из ряда Е24: выбираем резистор типа МЛТ-1, у которого . Тогда значение сопротивления резистора R3 должно быть не меньше . Принимаем . Номинальные мощности, которые выбранные резисторы R3 и R5 должны быть способны рассеять, составляют соответственно:

Выбранные резисторы могут рассеять мощность до , поэтому данный тип резисторов подходит к установке в схему стабилизатора.

**Выбор резисторов R6 и R7.** Выбирается только один резистор R7, так как из двух транзисторов VT1 и VT2 подпор по току нужен только VT1. Выбор осуществляется в соответствии с формулой:

Расчётное значение рассеиваемой мощности:

Окончательно в качестве R7 принимаем резистор серии МЛТ-2 сопротивлением .

## Проектирование сглаживающего фильтра

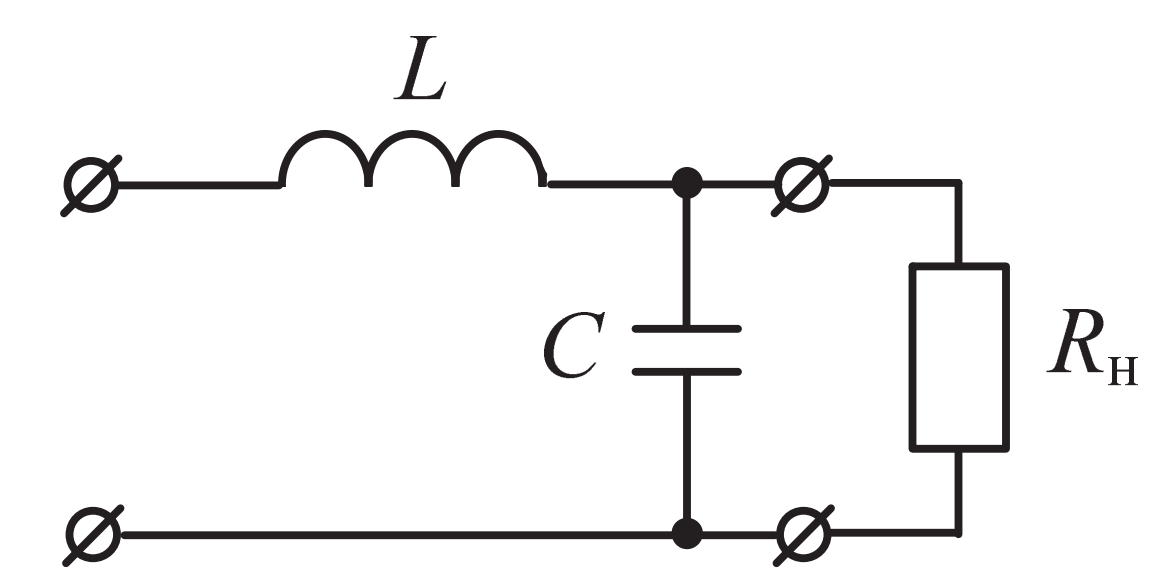


Рисунок .. LC-фильтр

Расчет:

10% – это потери напряжения в LC-фильтре.

Так как по условию задан LC-фильтр, чтобы обеспечить индуктивную реакцию фильтра, значение индуктивности L должно быть выбрано выше некоторого критического значения:

Для однополупериодного выпрямителя :

Значение тока подмагничивания:

Выбираем дроссель PLH10AN2211R5P2B с параметрами:

В настоящей задаче принимаем, что коэффициент пульсации на выходе фильтра не должен превышать , тогда требуемый коэффициент сглаживания LC-фильтра равен

Найдем емкость конденсатора:

В качестве конденсатора выбираем К50-35 со следующими параметрами:

1. ;
2. .

## Выбор параметров диодной схемы выпрямителя

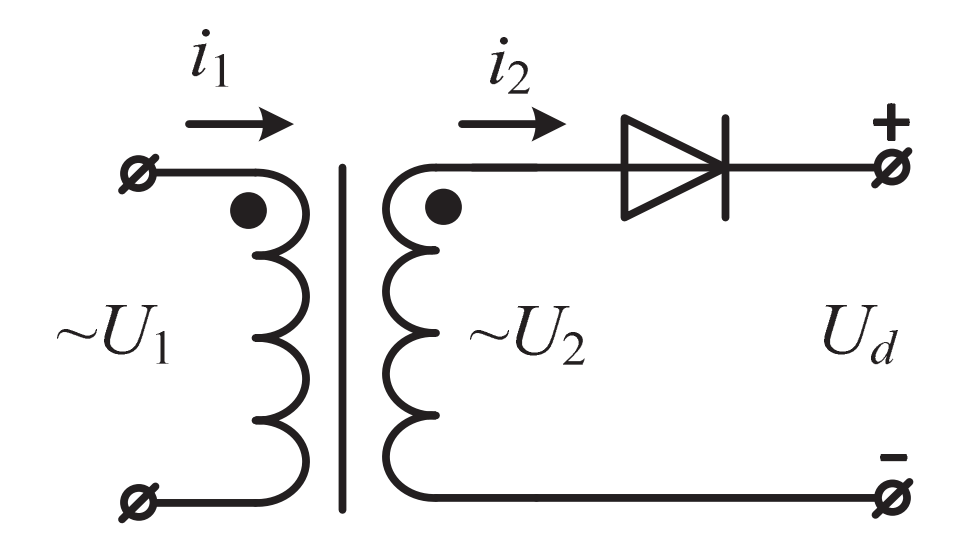


Рисунок .. Однополупериодный выпрямитель

Активное сопротивление трансформатора может быть приближённо найдено следующим образом:

где – индукция в магнитопроводе трансформатора, принимаем равной ;

– коэффициент, для однополупериодной схемы равен .

Тогда получаем:

Диоды выбираются по параметрам: среднему прямому току и по максимальному обратному напряжению :

Предварительно выбираем диод Д242Б, у которого .

Активное сопротивление диода в прямом направлении определяем путём деления паспортного значения падения напряжения в прямом направлении на номинальный прямой ток :

Окончательно находим:

Вычисляем по методу Терентьева расчетный коэффициент А:

|  |  |
| --- | --- |
| Рисунок . | Рисунок . |

Определяем значения коэффициентов и по рисункам 2.3.2 и 2.3.3 при :

В качестве конденсатора был выбран К50-35 со следующими параметрами:

1. ;
2. .

Параметры трансформатора и диода определяем по методу Тереньтева, так как LC-фильтр оказывает емкостную реакцию на выпрямитель:

Ранее был выбран диод Д242Б, он подходит.

## Расчет параметров трансформатора

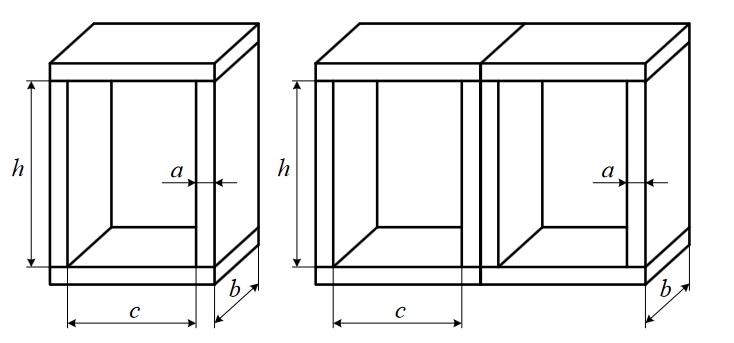


Рисунок .

и – номинальные площади поперечного сечения стержня и окна магнитопровода соответственно:

– коэффициент заполнения окна магнитопровода медью обмоток.

Для трансформаторов малой мощности от 1 до 50 ВА лежит в диапазоне 0,22…0,28. При :

*КС*  - коэффициент заполнения сечения магнитопровода сталью. *КС*  = 0,93 0,95 при толщине ленты 0,2 0,35 мм. Примем его равным 0,94.

– магнитная индукция в сердечнике трансформатора.

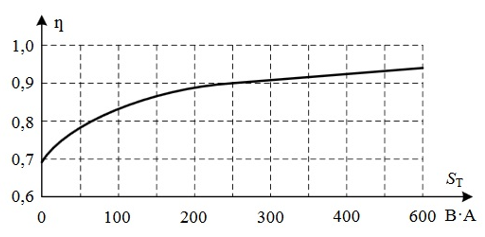


Рисунок .

Примем η = 0,76

j = 3 А / мм2 - плотность тока в обмотках трансформатора.

Выбираем магнитопровод ШЛМ 25х25 со следующими параметрами: а = 1,25 см, b = 2,5 см, c = 2,5 см, h = 6,25 см:

, – падения напряжения в обмотке на питающей и приёмной сторонах соответственно. Их значения в зависимости от мощности трансформатора определяются по следующему графику (рисунок 2.4.3).

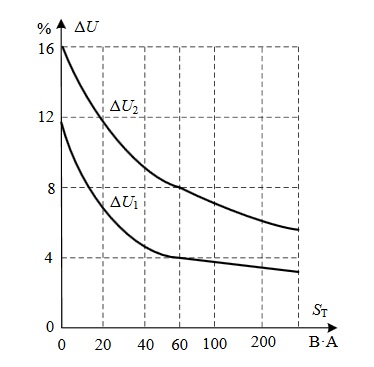


Рисунок .

Принимаем ВА.

Определяем количество витков обмотки входного напряжения:

Округляем до ближайшего большего целого значения: 973 витка.

Определяем количество витков обмотки пониженного напряжения:

Округляем до ближайшего большего целого значения: 74 витка.

Выбор проводов для обмоток

Найдем расчетное значение диаметра обмотки высокого напряжения (первичной обмотки) без изоляции.

Выбираем провод марки ПЭВ-1 с толщиной медной проволоки 0,265 мм и с минимальной толщиной изоляции 0,02 мм:

– диаметр провода первичной обмотки без изоляции;

– диаметр провода первичной обмотки с изоляцией.

Определяем расчетные значения для провода вторичных обмоток аналогичным образом:

Выбираем провод марки ПЭВ-1 с толщиной медной проволоки 0,69 мм и с минимальной толщиной изоляции 0,03 мм.

Чертеж поперечного разреза окна трансформатора:

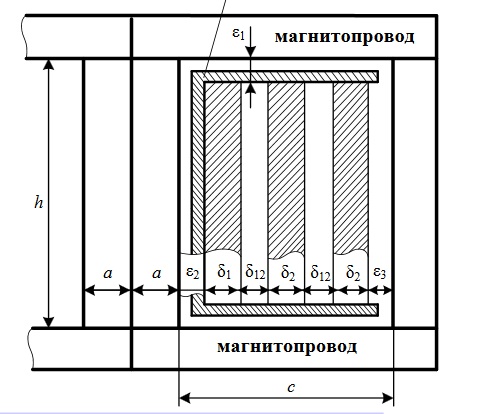


Рисунок .

На чертеже поперечного разреза окна трансформатора приняты обозначения:

ε1 – расстояние между обмотками и ярмом магнитопровода. Примем равным 2мм.

ε 2 = (1-2) мм, расстояние между первичной обмоткой и средним стержнем. Примем равным 1мм.

ε 3 = (1-4) мм, расстояние между обмотками и правым стержнем. Примем равным 1мм.

δ1,2 = (0.5-1) мм, толщина изоляции между обмотками (лакоткань). Примем равным 0,5мм.

δ1 – толщина первичной обмотки.

δ2 – толщина вторичных обмоток.

В схеме с однофазным двухполупериодным выпрямителем предусмотрено две вторичных обмотки.

Расчет радиальных размеров обмоток

W11 – число витков первичной обмотки в одном слое.

Округляем до ближайшего меньшего целого значения: 191 витков.

Определим число слоёв первичной обмотки:

Принимаем m1 = 6 слоёв обмотки высокого напряжения.

Аналогично для вторичной обмотки:

Принимаем W22 = 78 витков.

Принимаем m2 = 2 слоя.

Определим расчетную ширину окна магнитопровода, учитывая, что для схемы нужно 4 вторичных обмотки:

– коэффициент разбухания слоёв обмоток с течением времени.

16,03 мм <25 мм

Следовательно, обмотки поместятся на магнитопроводе.

Рассчитаем реальный коэффициент трансформации понижающего трансформатора.

## Схемотехническое моделирование

Все добро представлено на рисунках 2.5.1 и 2.5.2.

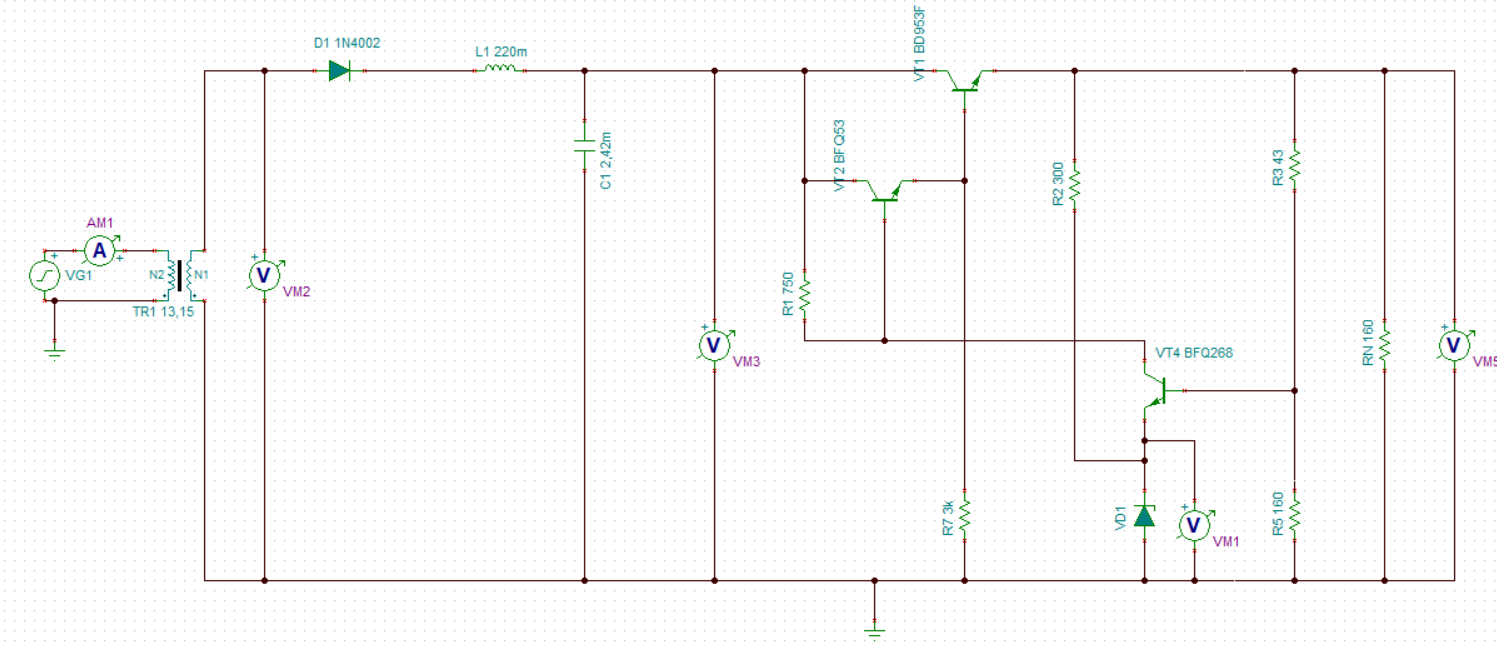


Рисунок .

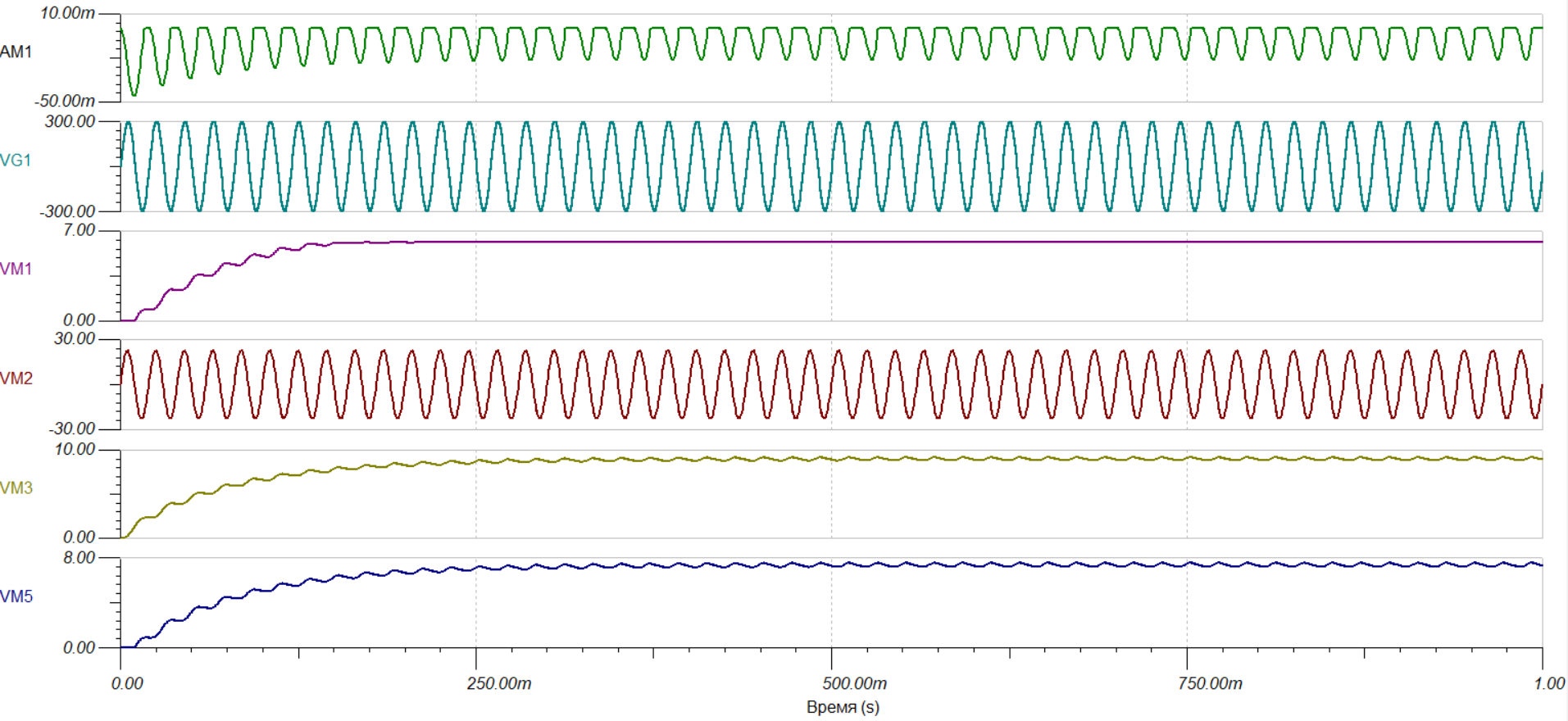


Рисунок .