

## **1. Исходные данные:**

Входное напряжение: постоянное 17В;

Выходное напряжение: постоянное 5В;

Выходной ток: 1А;

Время выхода на рабочий режим: менее 0,01с;

Пульсации на выходе: менее 0,1В

## **2. Выбор схемотехнического решения.**

Импульсные источники питания обладают такими преимуществами, как меньшие габариты и масса. Микросхема КР1156ЕУ5 представляет собой универсальный модуль для создания dc/dc преобразователей. Выходное напряжение микросхемы нуждается в фильтрации, для чего выбран Г-образный LC фильтр. Вход схемы защищен от переплюсовки и перенапряжения посредством TVS диода и МДП транзистора.

## **3. Расчет подключения микросхемы КР1156ЕУ5.**

Обратная связь реализована на делителе, образованном резисторами R1, R2, R3. Поскольку выходное напряжение задано 5 В, а опорное напряжение компаратора в микросхеме — 1,2 В, необходим делитель с отношением  $1,2/5 = 0,24$ . Резисторы R2 и R3 включены последовательно для соответствия расчетного значения сопротивления нижнего плеча делителя ряду номиналов резисторов.

Конденсаторы C1 и C3 служат для задания частоты срабатывания компараторов микросхем.

Транзисторы VT1 и VT2 подключены по схеме эмиттерного повторителя для избежания превышения максимально допустимого тока на выводах C1, C2 и E микросхем.

## **4. Расчет фильтра низких частот.**

Фильтр низких частот расположен после транзисторов VT1, VT2 и необходим для подавления высокочастотных колебаний, производимых микросхемой КР1156ЕУ5 для поддержания заданного напряжения на выходе схемы. Требования к выходному сигналу заданы следующие: пульсации не больше 0,1 В, выход на рабочий режим не более 0,01 с. Частота колебаний нефильтрованного сигнала – величина порядка сотни килогерц. Требования к фильтру: подавление частот порядка сотен килогерц, пропускание частот порядка  $1/0,01с = 100$  Гц. Выбран Г-образный LC фильтр с катушкой индуктивности КИГ-2.4-200мкГн $\pm 20\%$  и электролитическим конденсатором

К50-68-16В-2200мкФ $\pm$ 20%, которые обеспечивают частоту среза 240 Гц при минимальном увеличении габаритных размеров.

### **5. Схема защиты от короткого замыкания.**

Защита от короткого замыкания обеспечена резисторами R5, R9 и входами I<sub>рк</sub> микросхем DA1, DA2. Резисторы R5, R9 включены последовательно с нагрузкой и имеют сопротивление 0,1 Ом. При штатной работе схемы ток на каждом из них не превышает 1,1 А, что соответствует падению напряжения 0,11 В. При возникновении короткого замыкания ток и, следовательно, падение напряжения на них резко возрастет, и коэффициент заполнения сигнала на выходе Е микросхем снизится, уменьшая ток короткого замыкания.

### **6. Схема защиты от перенапряжения.**

Для защиты от перенапряжения использован TVS диод SA18A, имеющий минимальное напряжение открывания 20В, максимальную пиковую мощность 500Вт, максимальный импульсный ток 17 А. Данный элемент необходим для предотвращения повреждения схемы при подаче на вход напряжения, превышающего заданное (17В). При увеличении продолжительности импульса высокого напряжения на входе схемы ток, протекающий через TVS диод выведет из строя плавкий предохранитель FU1, рассчитанный на максимальный ток 4А и срабатывающий через 0,4...1,7 секунд. Таким образом, кратковременные импульсы высокого напряжения являются обратимыми для схемы, а продолжительные приводят к необходимости замены предохранителя.

### **7. Схема защиты от переплюсовки.**

Для предотвращения повреждения схемы от неправильной полярности подключения используется р-канальный МДП транзистор VT3 (FQP47P06). Затвор транзистора подключен к отрицательному входу источника питания, а сток – к положительному. Благодаря наличию в данном транзисторе диода между стоком и истоком, при подключении питания к схеме ток пойдет через диод от стока к истоку и создаст падение напряжения между затвором и истоком, которое откроет транзистор. После открытия транзистора основной ток будет течь через него, а не через диод. Согласно документации на транзистор FQP47P06, сопротивление канала не превышает 0,026 Ом, что при токе 2 А даст падение напряжения на транзисторе  $0,026 \cdot 2 = 0,052$  В, а рассеиваемая мощность составит  $0,052 \cdot 2 = 0,104$  Вт. Максимальное

напряжение на затворе транзистора FQP47P06 составляет  $\pm 25\text{В}$ , что на 8 В больше напряжения питания схемы и на 5 В больше пробивного напряжения защитного TVS диода.

## 8. Результаты моделирования.

Моделирование работы схемы производилось в программе Proteus. Схема модели представлена на рисунке 1. Осциллограмма выходного напряжения и тока представлена на рисунке 2.

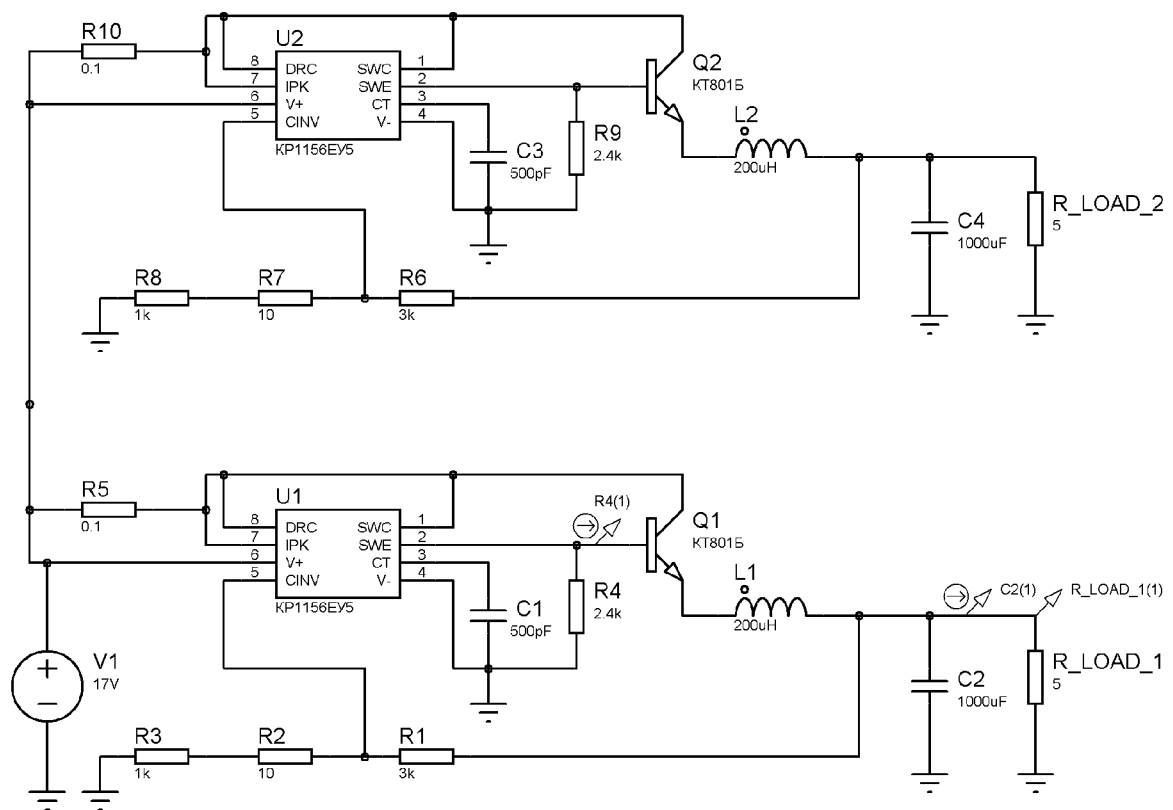
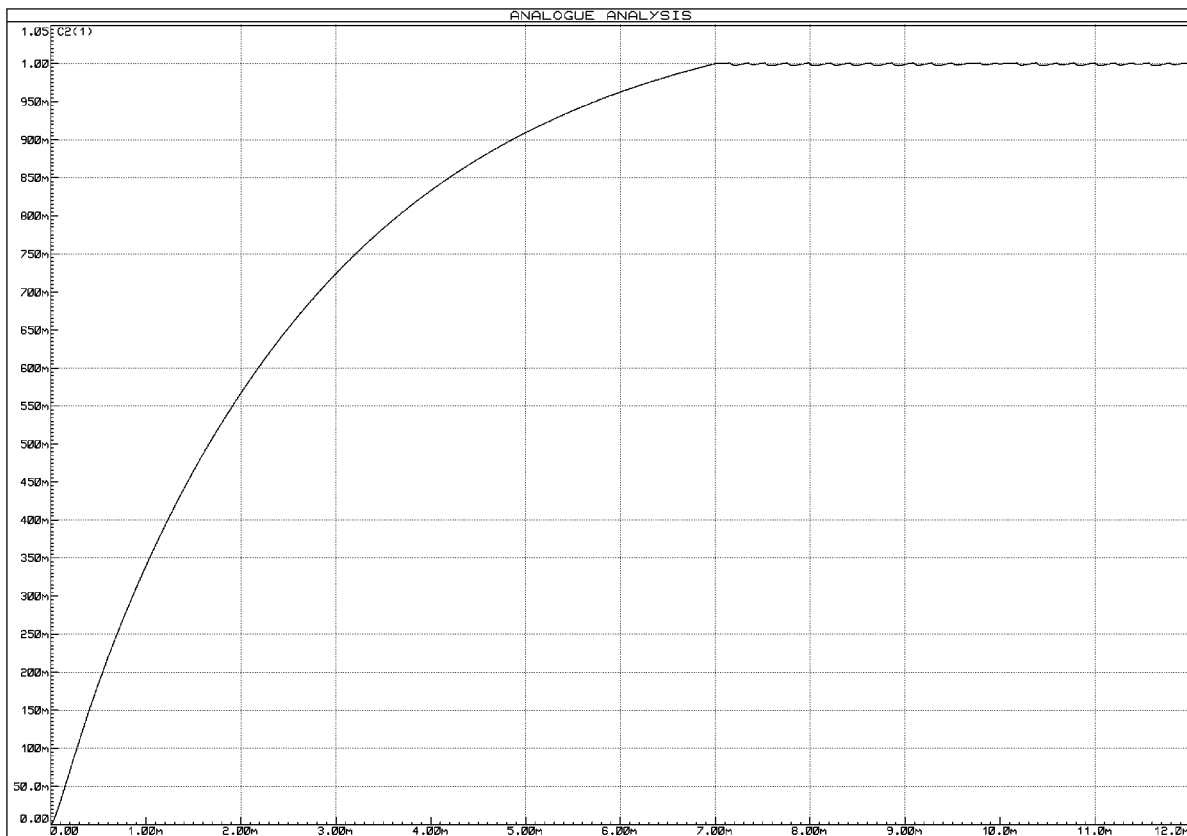


Рисунок 1 — Схема модели.

a)



б)

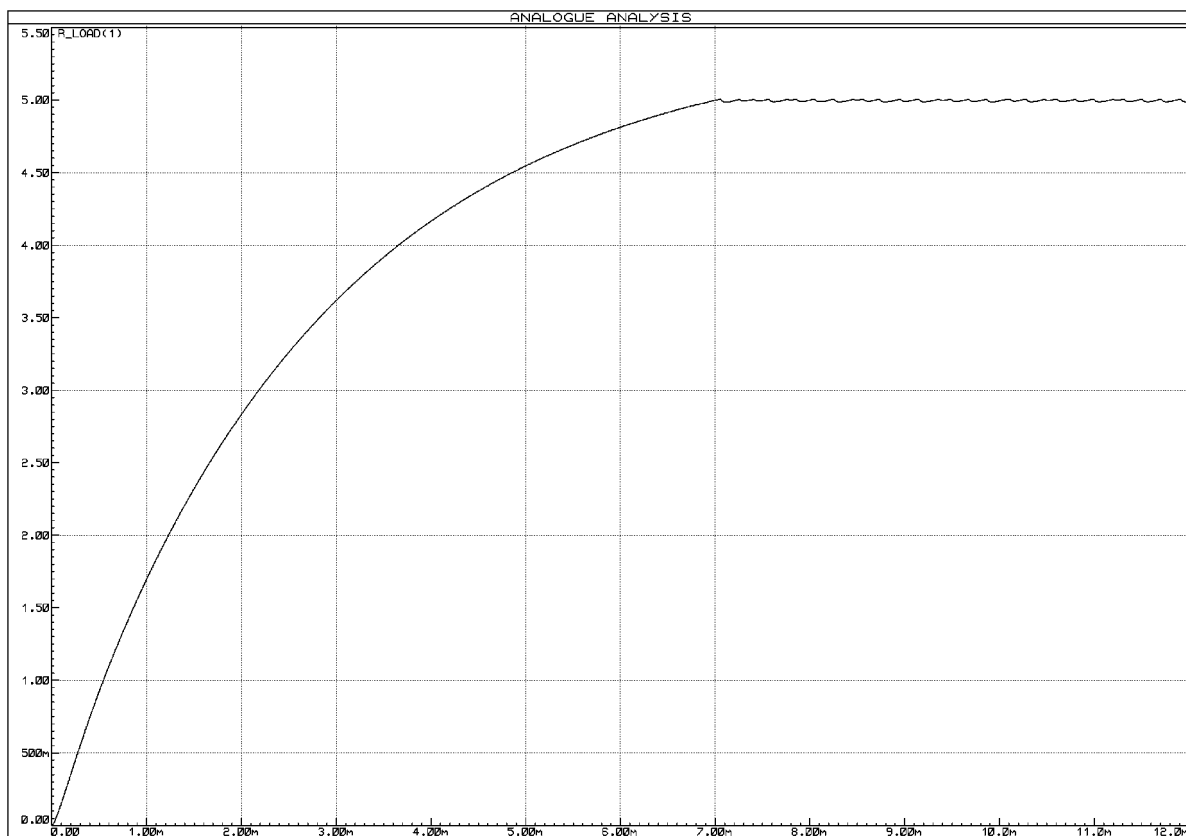


Рисунок 2. Осциллограммы выходного тока (а) и напряжения (б).

Увеличенная осциллограмма выходного напряжения представлена на рисунке 3.

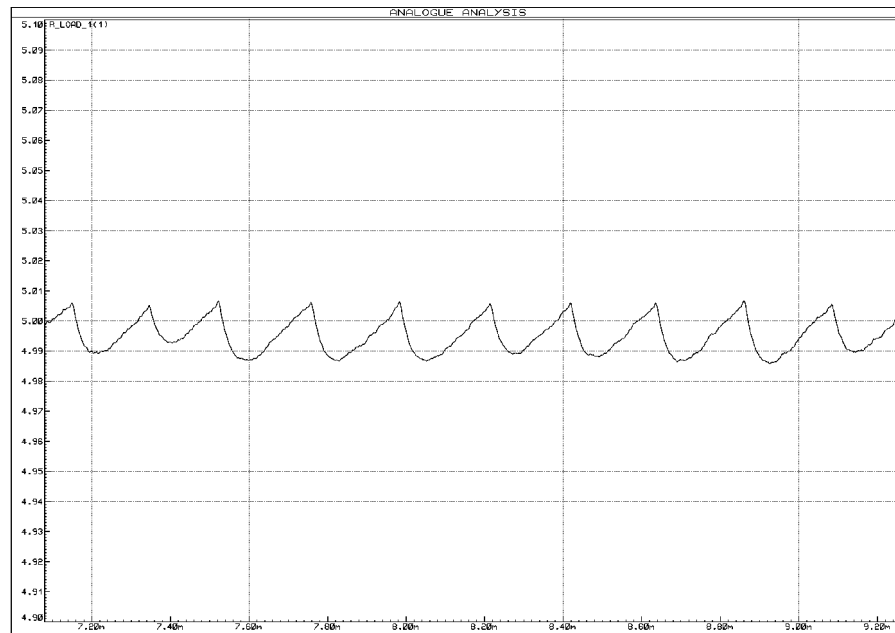


Рисунок 3 — Увеличенная осциллограмма выходного напряжения  
График тока базы транзистора VT1 представлен на рисунке 4.

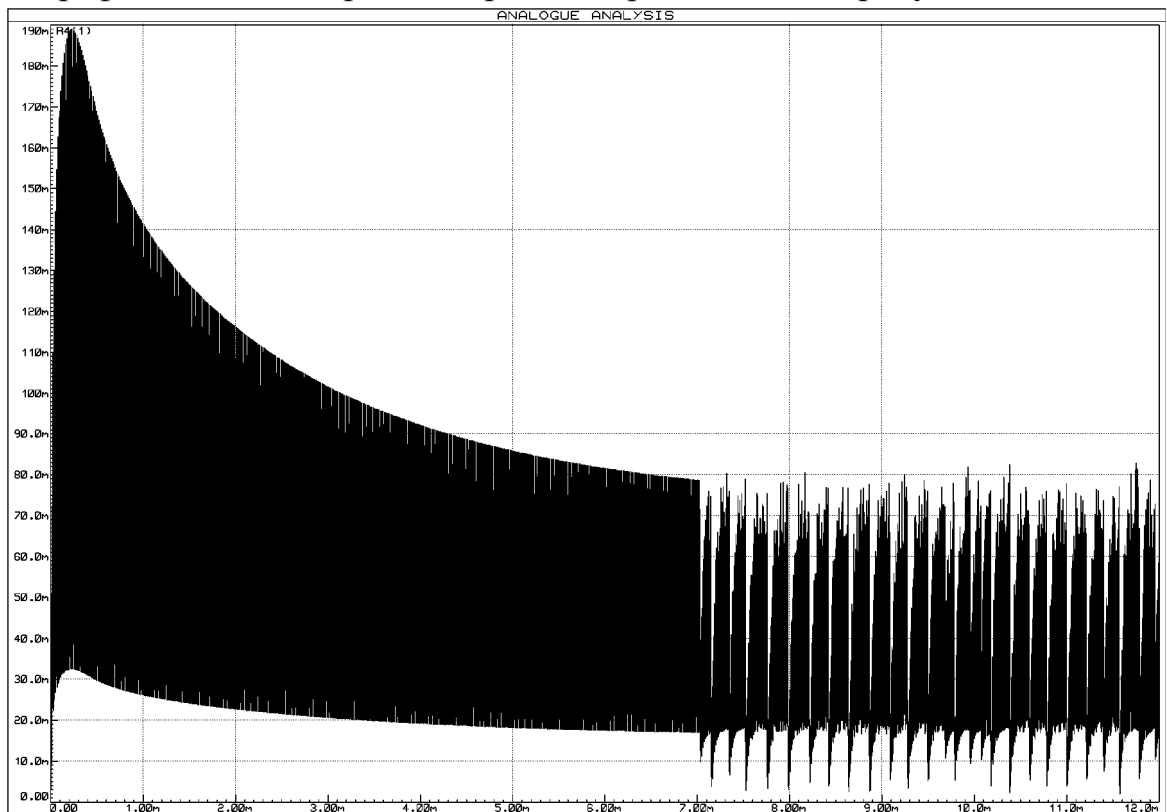


Рисунок 4 - График тока базы транзистора VT1.

Моделирование работы схемы при колебаниях входного напряжения проводилось на схеме, представленной на рисунке 5. Осциллограмма выходного напряжения представлена на рисунке 6.

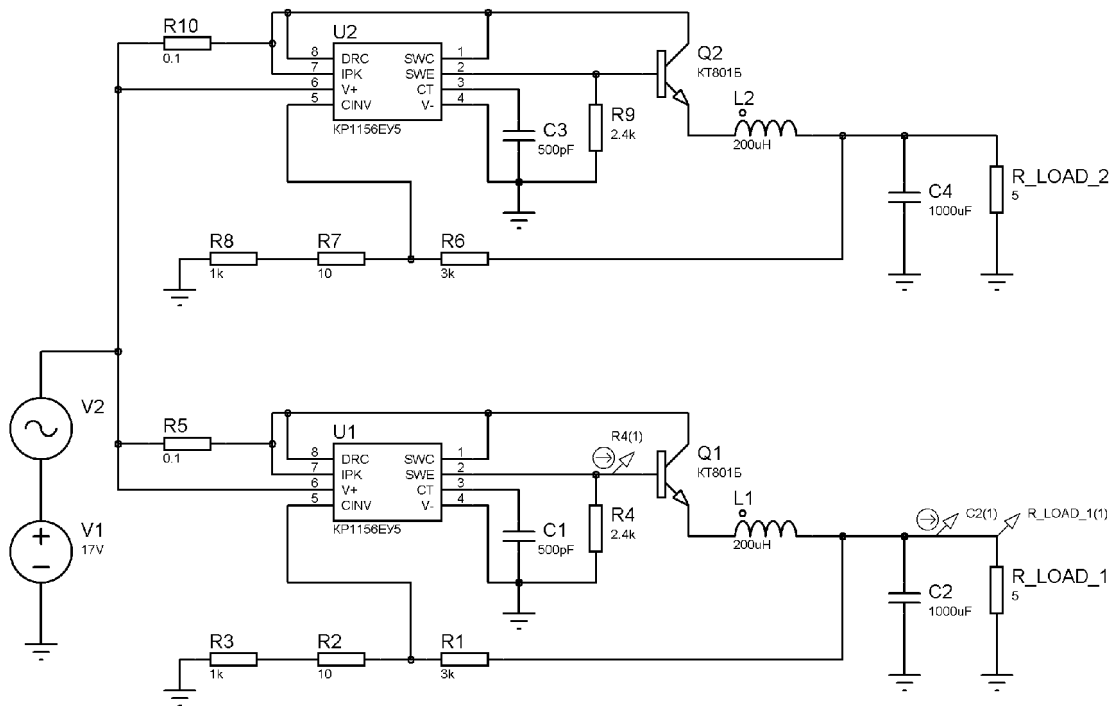


Рисунок 5 — Схема модели с колебанием входного напряжения.

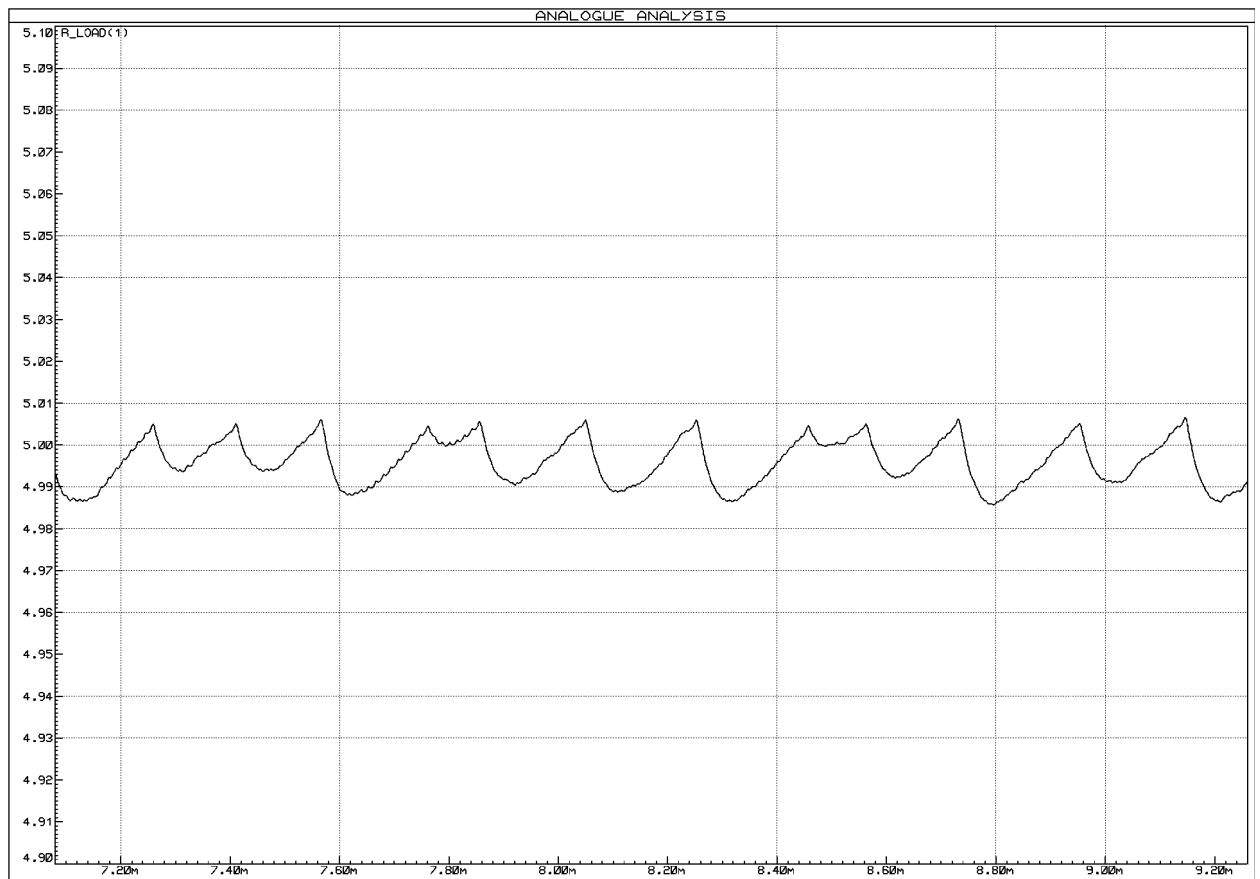


Рисунок 6. Осциллограммы выходного тока (а) и напряжения (б).  
Увеличенная осциллограмма выходного напряжения представлена на рисунке 3.

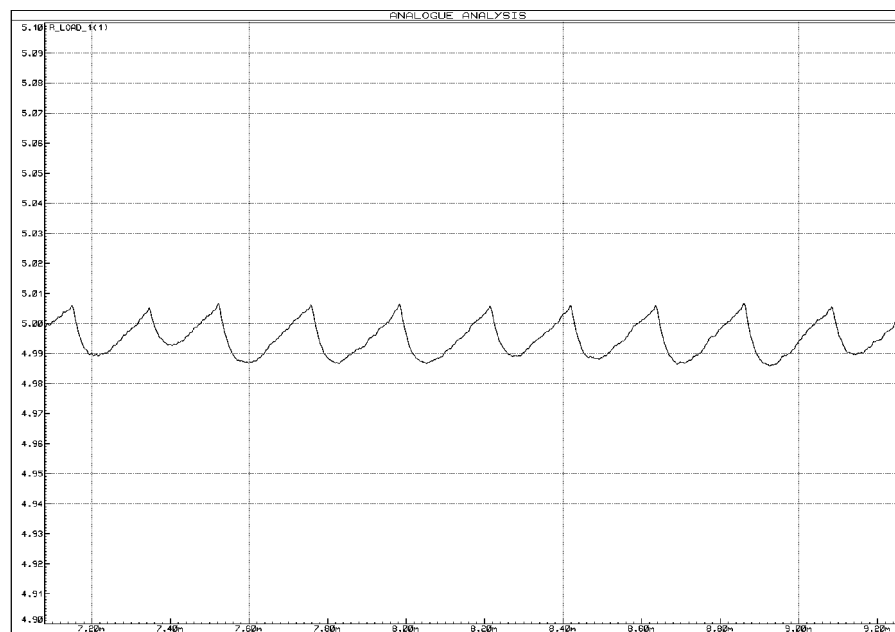


Рисунок 6 — Осциллограмма выходного напряжения  
График тока базы транзистора VT1 представлен на рисунке 7.

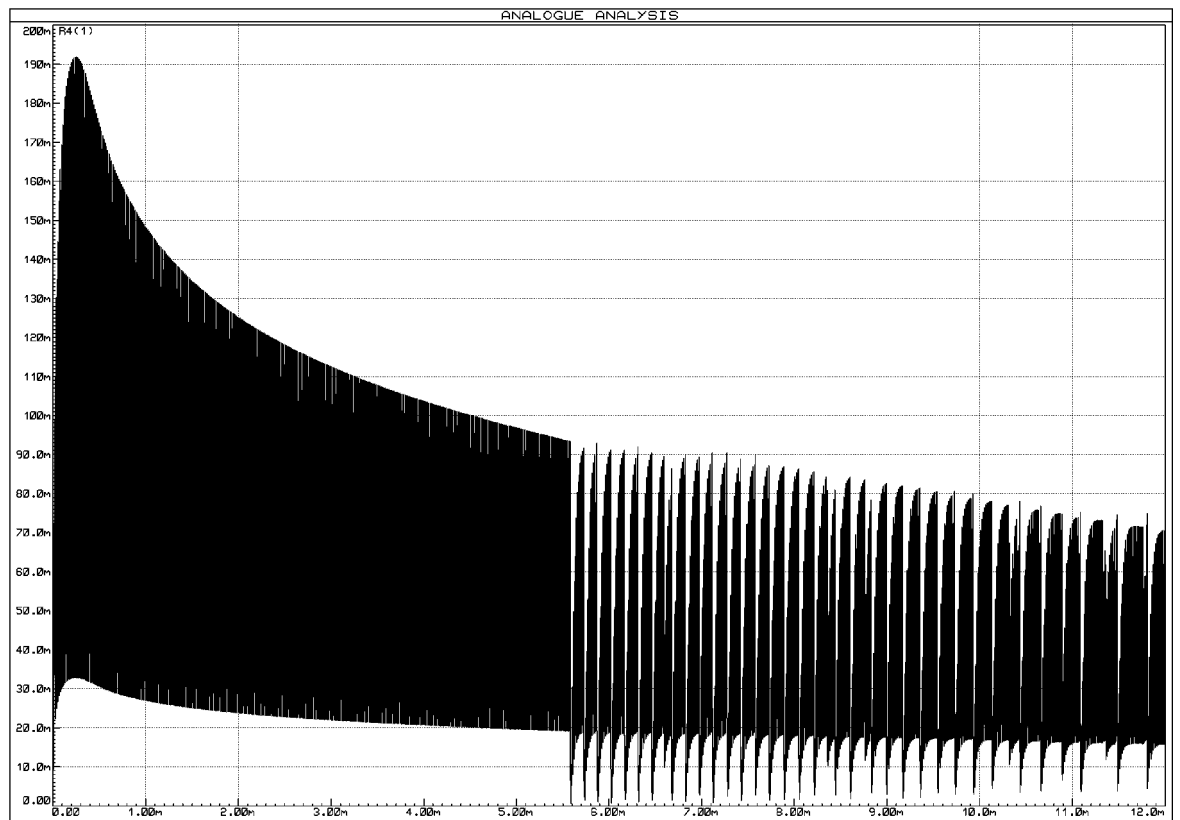


Рисунок 7 - График тока базы транзистора VT1.