

Лабораторная работа 3.

Макетирование повышающего импульсного преобразователя напряжения

В лабораторной работе будет рассмотрен способ реализации повышающего импульсного преобразователя напряжения (ИНП) на основе микросхемы MC34063 и линейного стабилизатора напряжения на основе микросхемы LM317. Будет проведено макетирование источников напряжения с помощью средств NI ELVIS.

Повышающий ИПН

Электрическая схема повышающего преобразователя напряжения показана на рисунке 1.

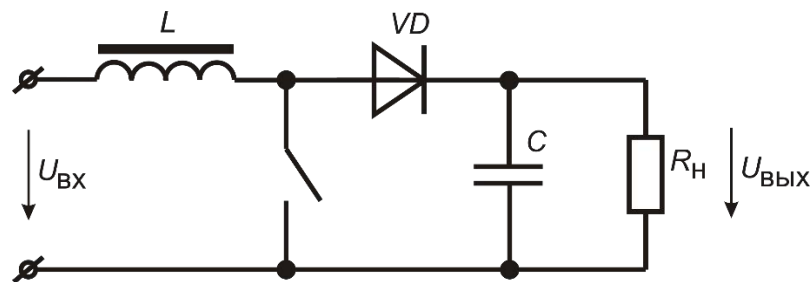


Рис.1 Схема повышающего преобразователя

Для поддержания необходимого выходного напряжения осуществляется периодическая, с периодом T , коммутация ключа. Рабочий цикл схемы состоит из 2 тактов: в течение времени DT ключ замкнут, в течение оставшейся части периода $(1-D)T$ ключ разомкнут. Величина D – коэффициент заполнения импульса, принимает значения от 0 до 1.

При замкнутом ключе ток от источника $U_{вх}$ протекает через катушку индуктивности L и замкнутый ключ (диод VD закрыт). В катушке индуктивности запасается энергия магнитного поля. При размыкании ключа

диод открывается. Запасенная энергия проходит через диод, заряжает выходной конденсатор C и обеспечивает ток нагрузки R_n .

Таким образом, выходное напряжение определяется соотношением (1):

$$U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}} \frac{1}{1-D} = \frac{U_{\text{ВХ}}}{D'}, \quad (1)$$

где $D' = 1-D$.

Величина катушки индуктивности определяет скорость нарастания тока в катушке и выбирается исходя из неравенства (2):

$$L \geq \frac{U_{\text{ВХ}}^2 D}{I_{\text{ВЫХ}} \cdot U_{\text{ВЫХ}} \cdot LIR \cdot f}, \quad (2)$$

где LIR - относительная пульсация тока через катушку индуктивности, данная величина задается расчетным образом в пределах 0,3...0,4.

Из выведенной формулы видно, что при увеличении частоты преобразования f требуется меньшее значение индуктивности L . Таким образом, повышение частоты преобразования позволяет уменьшить массогабаритные характеристики устройства.

Значение выходного конденсатора рассчитывается таким образом, чтобы напряжение $U_{\text{ВЫХ}}$ находилось в допустимой окрестности $\Delta U_{\text{ВЫХ}}$. Для этого необходимо, чтобы величина изменения заряда конденсатора, происходящая на втором такте (при разомкнутом ключе) не превосходила разность Δq величины заряда, принесенного из катушки индуктивности, и ушедшего в нагрузку. Ёмкость конденсатора определяется соотношением (3):

$$C_{\text{ВЫХ}} \geq \frac{(I_{L \text{ средн.}} - I_n)(T - t_{\text{и}})}{\Delta U_{\text{ВЫХ}}} \quad (3)$$

Стабилизатор напряжения LM317

Внутренняя структура микросхемы LM317 представлена на рисунке 2.

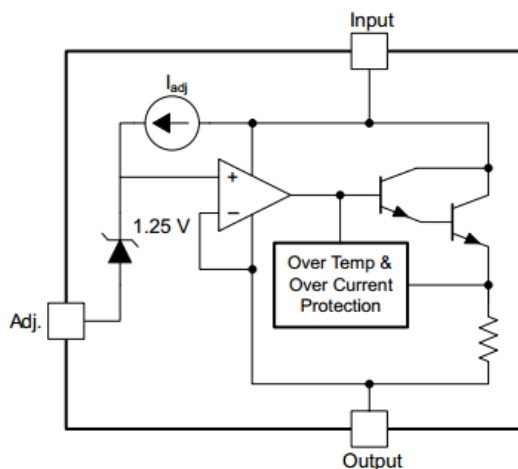


Рис.2 Внутренняя структура ИМС LM317.

Данный стабилизатор также является компенсационным. Источник опорного напряжения представлен в виде стабилитрона и источника тока I_{adj} , который формирует на стабилитроне падение $U_{ref} = 1,25V$. Для того, чтобы система находилась в равновесии необходимо, чтобы напряжение на выводе Output было больше напряжения на Adj на величину 1.25В.

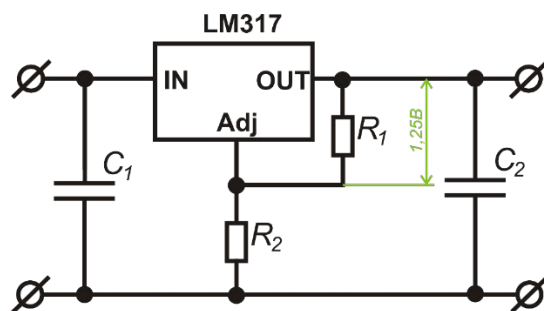


Рис.3 Схема включения LM317.

Выходное напряжение стабилизатора определяется внешними резисторами R_1 , R_2 . В установившемся режиме протекающий через R_1 и R_2 ток должен вызывать на резисторе R_1 падение напряжения 1.25В. При расчете учитывается также вытекающий из микросхемы ток $I_{adj} = 50 \mu A$.

Формула расчета выходного напряжения имеет вид:

$$U_{\text{ВЫХ}} = U_{ref} \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) + I_{Adj} R_2$$

ИПН на основе микросхемы MC34063

Для реализации стабильного импульсного преобразователя напряжения ему требуется схема управления. Большое распространение по причине универсальности и простоте схемотехнической реализации ИПН получили зарубежные микросхемы серии 34063.

Внутренняя структура микросхемы MC34063 показана на рисунке 4. Она состоит из следующих функциональных элементов:

- источника опорного напряжения $U_{ref} = 1,25B$;
- компаратора;
- генератора импульсов с контуром ограничения входного тока;
- логического вентиля «И»;
- триггера;
- мощного выходного ключа с драйвером.

Данная система в установившемся режиме будет функционировать таким образом, чтобы на входах компаратора поддерживалось одинаковое напряжение, и не было превышения тока.

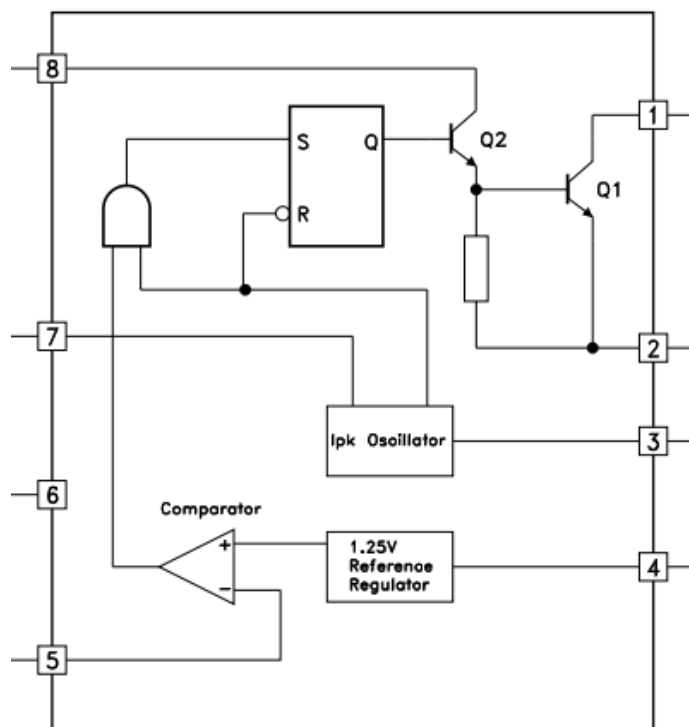


Рис.4 Внутренняя структура MC34063

Пример схемы повышающего ИПН на основе MC34063 показан на рисунке 5.

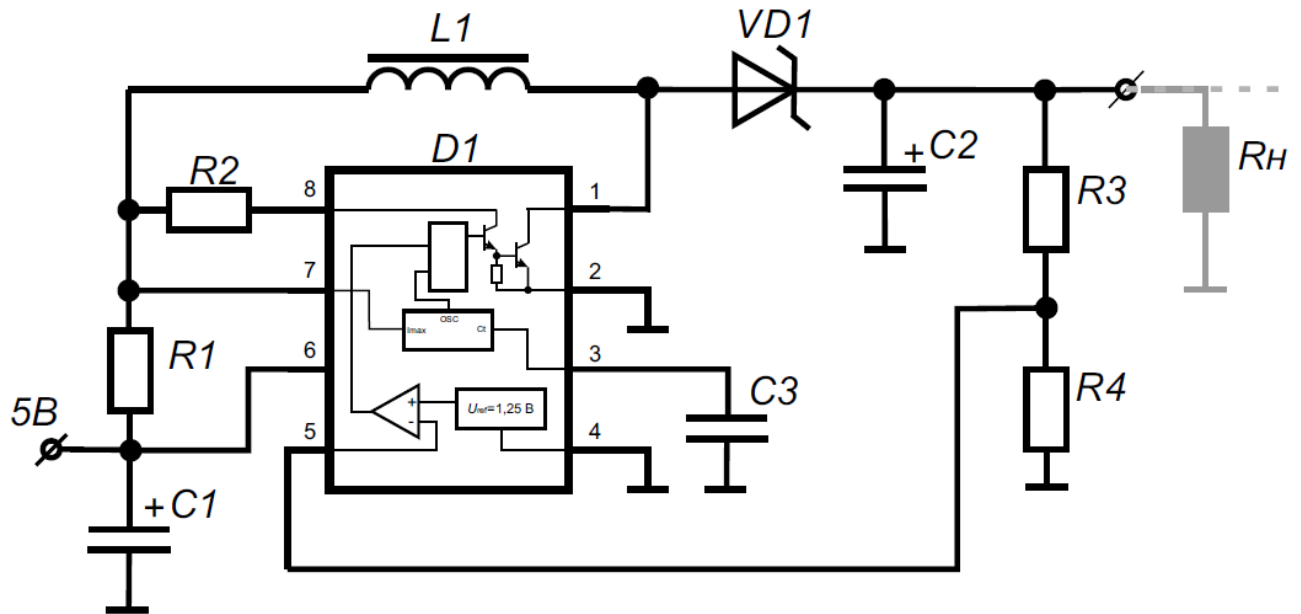


Рис.5 Повышающий ИПН на основе MC34063.

Описание компонентов схемы:

D1 – микросхема MC34063;

C1,C2 – входной и выходной фильтрующие конденсаторы соответственно;

C3 – конденсатор задающий частоту коммутации f_{sw} выходного транзистора;

R1 – токоограничивающий резистор, выбирается таким образом, чтобы величина падения напряжения на нем не превышала 330 мВ;

R2 – резистор, ограничивающий ток драйвера выходного транзистора, обычно в пределах 100...300 Ом;

R3, R4 – резисторы, образующие делитель выходного напряжения;

L1 – катушка индуктивности;

VD1 – диод;

Расчет величин катушки индуктивности L1 и выходного конденсатора C2 подробно рассматривался в Лабораторной работе №2.

Ёмкость конденсатора C3 определяется согласно следующей формуле:

$$C3 = 4,5 \cdot 10^{-5} \cdot T_{on}$$

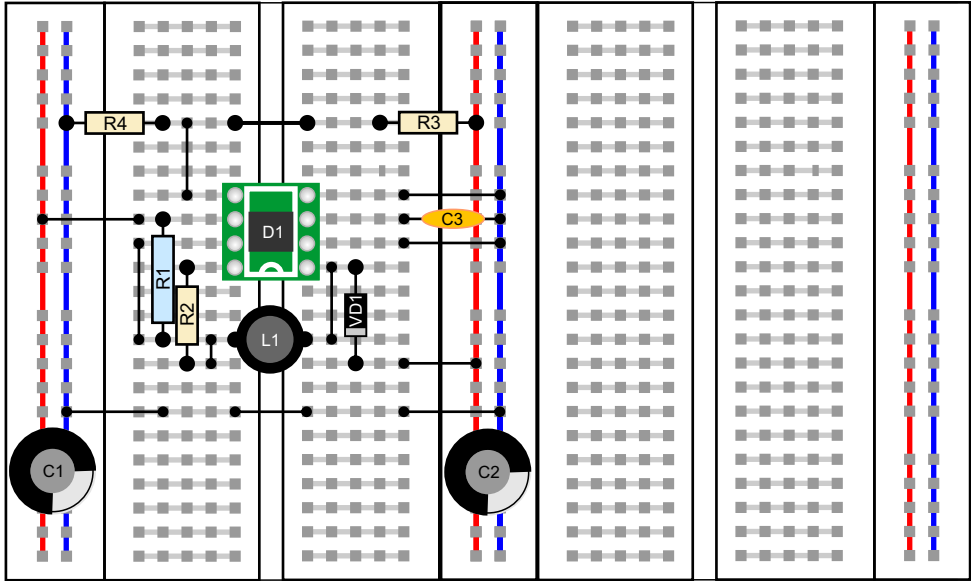
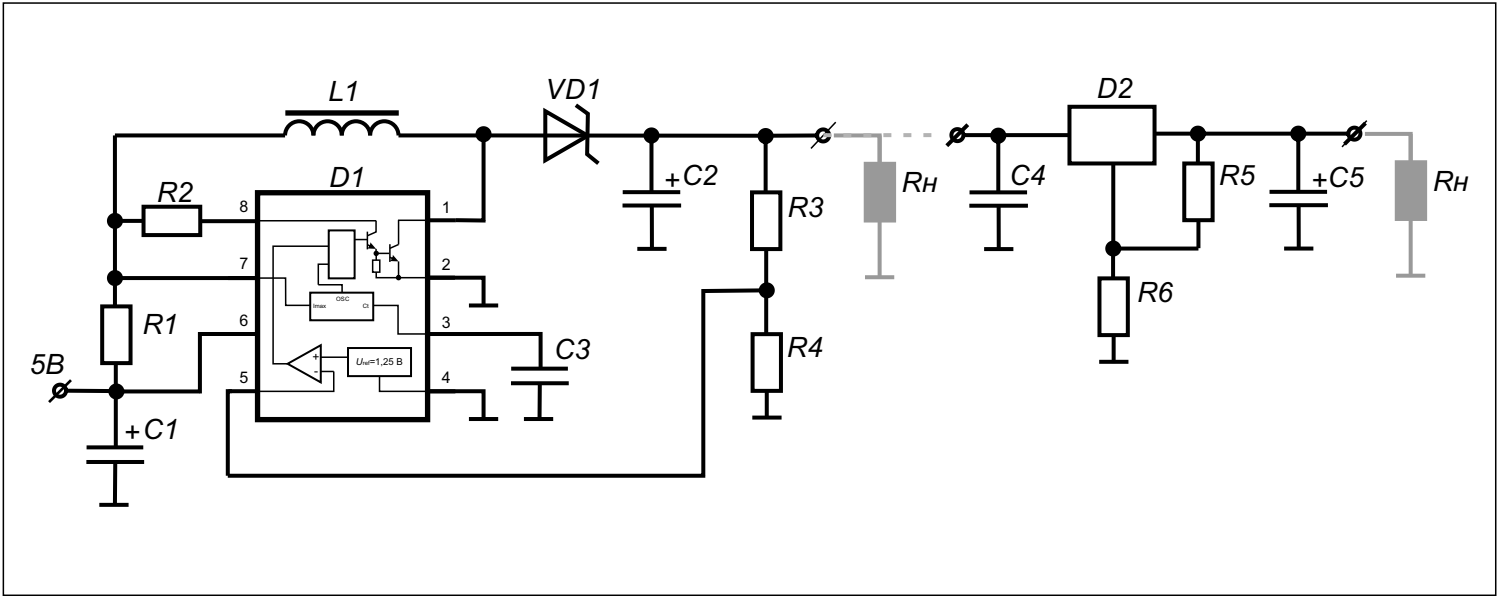
T_{on} – время в течение которого открыт силовой транзистор. Его отношение к времени T_{off} определяется следующими выражениями:

$$T_{on} + T_{off} = \frac{1}{f_{sw}}$$
$$\frac{T_{on}}{T_{off}} = \frac{U_{вых} - U_{вх}}{U_{вх} - U_{sat}},$$

где U_{sat} – напряжение на выходном транзисторе в полностью открытом состоянии, обычно равняется 1,25 В, f_{sw} – частота коммутации выходного ключа.

Следовательно, величина конденсатора C3 задает частоту коммутации выходного ключа. Максимальная частота коммутации для микросхемы MC34063 – 100кГц.

Макетирование повышающего преобразователя



Поз. обозн.	Наименование
C1	100 мкФ х 25 В
C2	10 мкФ х 25 В
C3	1500 пФ, 50В
C4	0,1 мкФ, 50 В
C5	1 мкФ х 50 В
D1	MC34063
D2	LM317
L1	1000 мкГн, 5%
R1*	0,22 Ом, 1%, 0,5 Вт
R2	100 Ом, 5%, 0,25 Вт
R3	68 кОм, 5%, 0,25 Вт
R4	10 кОм, 5%, 0,25 Вт
R5	200 Ом, 5%, 0,25 Вт
R6	680 Ом, 5%, 0,25 Вт
RH	100 Ом, 5%, 2 Вт
VD1	1N5819

Задание

- Для приведенной схемы рассчитайте:
 - Выходное напряжение импульсного источника питания $U_{вых1}$
 - Выходное напряжение линейного стабилизатора $U_{вых2}$
 - Величину пульсаций напряжения на выходе ИИП
- На макетной плате соберите схему ИИП. Подключите нагрузочные резисторы
- 3. Перед первым включением собранной схемы, позовите преподавателя!!!**
- При помощи осциллографа измерьте выходное напряжение ИИП, частоту и амплитуду пульсаций напряжения.
- Дополните схему линейным стабилизатором на микросхеме LM317.
- Измерьте параметры сигнала на выходе линейного стабилизатора. (см. п.4)
- Сравните полученные экспериментальные данные с расчетом (п.1)

Справочные данные

На резисторах конденсаторах и катушках информация о номинале зашифрована 3 цифрами (ABC):
2 значащие цифры (AB) и множитель ($\times 10^C$).

На резисторах наносится величина в Ом

На конденсаторах – в пФ

На катушках - в мкГн

Пример: На конденсаторе написано **103**

$$C = 10 \times 10^3 = 10000 \text{ пФ} = 0,01 \text{ мкФ}$$

Цветовая маркировка резисторов

Цвет	цифра	Множитель
Черный	0	1
Коричневый	1	10
Красный	2	100
Оранжевый	3	1К
Желтый	4	10К
Зеленый	5	100К
Синий	6	1М
Фиолетовый	7	10М
Серый	8	100М
Белый	9	1Г
Золотой	5%допуск	0,1
Серебряный	10%допуск	0,01

На резисторах цифры изображены цветными полосками

Формула выходного напряжения LM317: $U_{вых} = (1 + R_6 / R_5) 1.25 + 50 \times 10^{-6} R_6$