

Блокинг-генератор. Расчёт блокинг-генератора

Импульсная техника | 22 апреля 2015

10

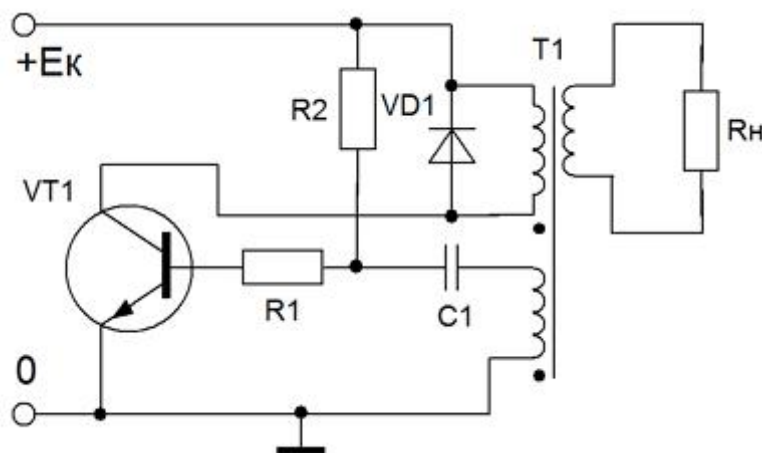
Всем доброго времени суток! В прошлой статье я рассказал о [мультивибраторах](#), которые предназначены для генерирования прямоугольных импульсов. Но для этой, же цели применяются и другой тип генератора, который называется блокинг-генератором. Вообще же блокинг-генератор – это регенеративное устройство (генератор импульсов), основанное на [однокаскадном усилителе](#), обратная связь в котором создаётся за счёт импульсного трансформатора.

Основное предназначение блокинг-генераторов заключается в создании мощных коротких импульсов с крутыми фронтами и большой скважностью. В настоящее время они используются в импульсных блоках питания в качестве задающих генераторов

Так же как и мультивибратор, блокинг-генератор может работать в следующих режимах: автоколебательном, ждущем, синхронизации и деления частоты, но наиболее распространённым являются автоколебательный и ждущий режимы.

Автоколебательный блокинг-генератор

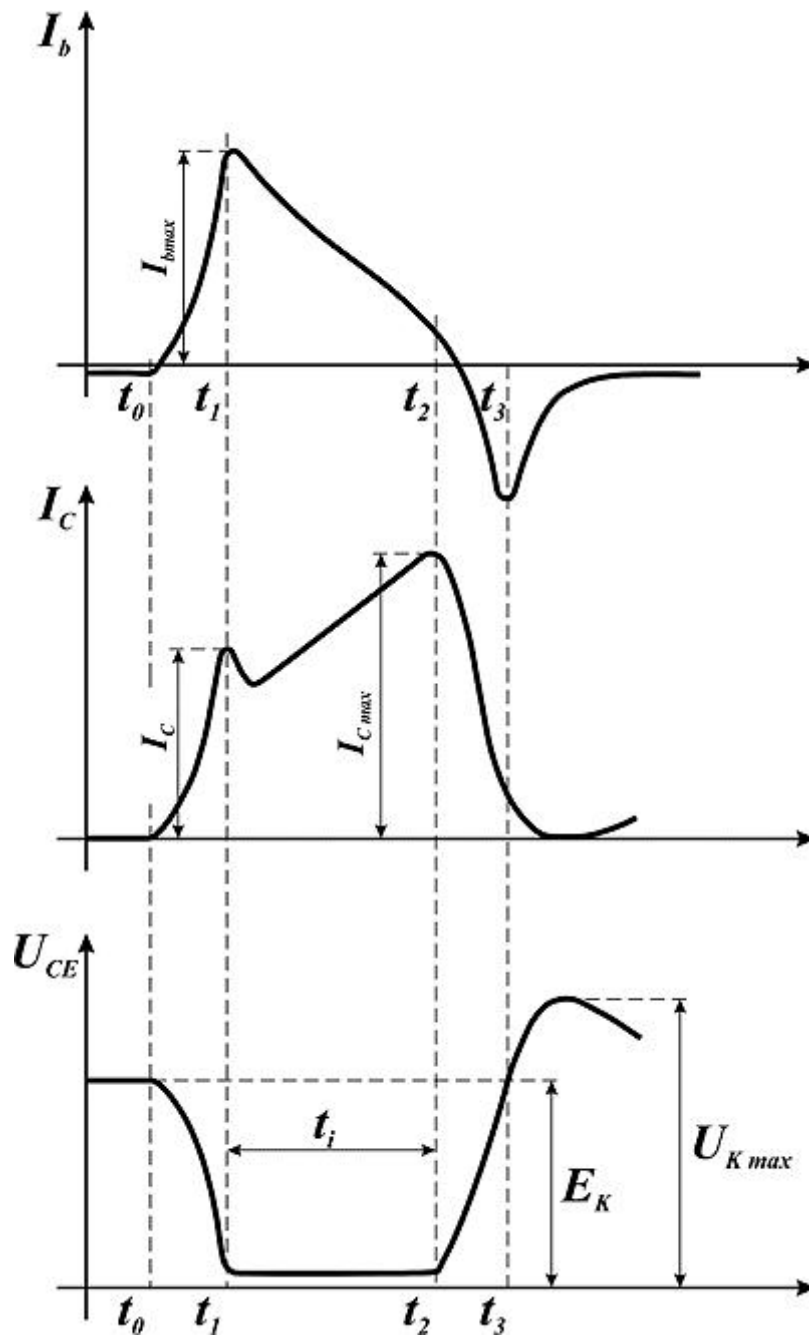
Как говорилось выше, автоколебательный блокинг-генератор является наиболее распространённым. Давайте рассмотрим его устройство и принцип работы на основе простейшей схемы, которая изображена ниже



Простейшая схема автоколебательного блокинг-генератора.

Простейший блокинг-генератор состоит из [транзистора VT1](#) по схеме с общим эмиттером, трансформатора обратной связи T1, демфирующей цепи в виде [диода VD1](#), времязадающей цепочки R2C1, базового [резистора R1](#) и сопротивления нагрузки Rн.

Рассмотрим работу блокинг-генератора на основе временных диаграмм его работы, которые представлены ниже



Временные диаграммы работы блокинг-генератора.

Первая стадия (**формирование фронта импульса**) начинается в момент времени t_0 , то есть в момент включения питания либо по окончании периода предыдущего импульса. В этот момент транзистор оказывается заперт, а конденсатор C_1 начинает заряжаться через резистор R_2 . По мере заряда конденсатора C_1 увеличивается напряжение U_{BE} на базе транзистора VT_1 , что приводит к постепенному открытию транзистора и возрастанию коллекторного тока I_C . Возрастающий ток коллектора приводит к формированию ЭДС в трансформаторе и на его зажимах формируется возрастающее напряжение и ток пропорционально току коллектора транзистора VT_1 . Данная стадия заканчивается в момент времени t_1 , когда транзистор перешёл полностью в режим насыщения.

Вторая стадия (**формирование вершины импульса**) начинается в момент времени t_1 . После того как транзистор VT_1 перешёл в режим насыщения на него уже мало влияет ток протекающий через базу транзистора, поэтому нарастание амплитуды импульса прекращается и начинает формироваться плоская вершина импульса. В данный период времени напряжение на зажимах трансформатора практически не изменяется, поэтому напряжение на коллекторе

не изменяется, но так как происходит разряд конденсатора $C1$ уменьшается напряжение на базе транзистора $VT1$, а следовательно и ток базы I_b . По мере уменьшения тока базы I_b начинает уменьшаться ток коллектора I_c , но вследствие индуктивного характера коллекторной нагрузки, начинает увеличиваться ток намагничивания трансформатора, а, следовательно, и коллекторный ток транзистора $VT1$, в результате напряжение на коллекторе остаётся постоянным некоторое время, которое зависит от параметров трансформатора $T1$.

Третья стадия (**формирование среза импульса**) начинается в момент времени t_2 . В это время ток подмагничивания уменьшается и транзистор $VT1$ начинает закрываться под воздействием уменьшающегося тока базы I_b , вследствие разряда конденсатора $C1$. Когда транзистор полностью закроется коллекторный ток уменьшится практически до нуля и потенциал на выводах трансформатора $T1$ также уменьшится, но вследствие этого в обмотках трансформатора возникнет ток обратный току коллектора I_c и соответственно току базы I_b , что приведёт к ещё быстрейшему разряду конденсатора и образованию отрицательного всплеска напряжения на базе. Отрицательный импульс напряжения на базе транзистора $VT1$ ещё быстрее разрядит конденсатор, что уменьшит продолжительность среза импульса по сравнению с фронтом.

Четвёртая стадия (**восстановление**) начинается в момент времени t_3 . В это время транзистор находится в полностью закрытом состоянии. В этот период времени происходит рассеивание энергии в конденсаторе и трансформаторе, запасённой в третьей стадии работы блокинг-генератора. В этот период времени в трансформаторе могут возникать некоторые колебательные процессы (изменение напряжения до уровня $U_K \max$), что в общем случае нежелательно, поэтому для предотвращения этого параллельно коллекторной обмотке трансформатора включают различные демпфирующие цепи, в данном случае эту роль выполняет диод $VD1$.

Расчёт блокинг-генератора в автоколебательном режиме

Как любая электронная схема параметры работы блокинг-генератора полностью зависят от величин элементов составляющих схему, поэтому для расчёта необходимо задаться параметрами схемы.

Для расчёта блокинг-генератора обычно задаются следующими выходными характеристиками схемы: амплитуда импульсов U_m , период прохождения импульсов T , длительность импульса t_i , сопротивление нагрузки R_H .

Так как в настоящее время блокинг-генераторы очень часто используют в качестве задающих генераторов импульсных блоков питания, то для примера рассчитаем простейшую схему, на основе которой можно создать импульсный блок питания.

Зададим следующие параметры для расчёта: частота прохождения импульсов $F = 50$ кГц, скважность импульсов $Q = 0,3$, амплитуда выходных импульсов $U_m = 5$ В, сопротивление нагрузки $R_H = 25$ Ом, напряжение питания схемы $E_K = 310$ В (**выпрямленное сетевое напряжение**).

Первым этапом расчёта является определение типа транзистора, как основного элемента схемы. Транзистор выбирается по следующим параметрам: максимально допустимое напряжение U_{CBmax} , максимально допустимый ток коллектора I_{Cmax} и предельная частота f_{h21e} .

$$U_{CBmax} \geq (1,5 \dots 2) * E_K = (1,5 \dots 2) * 310 = 415 \dots 620B$$

$$I_{Cmax} \geq \frac{(3 \dots 5) * U_m * n_H}{R_H}$$

где n_H — коэффициент трансформации из коллекторной обмотки в обмотку нагрузки.

$$n_H \approx \frac{1,2 * U_m * n_H}{R_H} = \frac{1,2 * 5}{310} \approx 0,02$$

$$I_{Cmax} \geq \frac{(3 \dots 5) * 5 * 0,02}{25} = 0,012 \dots 0,02$$

Примем $I_C = 0,02$ А

$$f_{h21e} \geq (5 \dots 8) * F = (5 \dots 8) * 50 = 250 \dots 400kGz$$

Данным параметрам удовлетворяет **транзистор МJE13001** со следующими характеристиками:

тип транзистора: **NPN**;

$U_{CBmax} = 600$ В;

$U_{BEmax} = 7$ В;

$I_{Cmax} = 0,2$ А;

$I_{CBO} = 10$ мкА;

$f_{h21e} = 8$ МГц;

$h_{21e} = 5 \dots 30$;

$r_b \approx 200$ Ом.

Определим величину сопротивления R_1

$$f_{h21e} = (2 \dots 3) * r_b = (2 \dots 3) * 200 = 400 \dots 600Om$$

Примем значение $R_1 = 390$ Ом.

Рассчитаем параметры импульсного трансформатора

Коэффициент трансформации для выходной обмотки n_H

$$n_H \approx \frac{1,2 * U_m}{E_K} = \frac{1,2 * 5}{310} \approx 0,02$$

Коэффициент трансформации для обмотки в цепи базы n_B

$$n_B \approx \frac{1,2 * U_b}{E_K}$$

где U_b – напряжение на базе транзистора VT1.

$$U_b \leq U_{BE_{max}} = 7B$$

Выберем $U_b = 5$ В. Тогда

$$n_B \approx \frac{1,2 * 5}{310} \approx 0,02$$

Индуктивность коллекторной обмотки трансформатора

$$L_1 \geq \frac{t_i}{\frac{I_{C_{max}}}{E_K} - \frac{1}{R'_H || r'_b}}$$

где t_i – длительность импульса;

R'_H – приведённое сопротивление нагрузки;

r'_b – приведённое к коллекторной нагрузке сопротивление базы.

$$\begin{aligned} t_i &= \frac{Q}{F} = \frac{0,3}{50000} = 6\text{mks} \\ R'_H &= \frac{R_H}{n_H^2} = \frac{25}{0,02^2} = 62500\text{Om} \\ r'_b &= \frac{r_b + R1}{n_B^2} = \frac{200 + 390}{0,02^2} = 1475000\text{Om} \\ R'_H || r'_b &= \frac{R'_H * r'_b}{R'_H + r'_b} = \frac{62,5 * 1475}{62,5 + 1475} \approx 59959\text{Om} \end{aligned}$$

Тогда индуктивность первичной обмотки будет равна

$$L_1 \geq \frac{0,000006}{0,2310 - 159959} \approx 0,0095\text{Gn} = 9,5\text{mGn}$$

Определим величину сопротивления R2 и емкость конденсатора C1. Ёмкость конденсатора C1 определится из следующего условия

$$C1 \geq \frac{t_i}{r_b} = \frac{0,000006}{590} = 10\text{nF}$$

Примем C1 = 12 нФ

Сопротивление резистора R2

$$R2 \approx \frac{\frac{1}{F} - t_i}{C1 * \ln 1 + n_B} = \frac{0,00002 - 0,000006}{0,00000012 * \ln(1 + 0,02)} \approx 59\text{kOm}$$

Примем R2 = 62 кОм.

В коллекторную цепь транзистора необходимо включать демпфирующую цепочку. Она позволяет ограничить всплески импульсов на трансформаторе, вследствие чего уменьшаются импульсные помехи и вероятность пробоя транзистора. В данном случае применена простейшая демпфирующая цепь в виде диода VD1, который должен удовлетворять следующим условиям

$$I_{pr.sr} \geq I_{\mu} = \frac{E_K * t_i}{L_1} = \frac{310 * 0,000006}{0,0095} \approx 0,196A$$
$$U_{obr.max} \geq E_K = 310B$$

Данным параметрам удовлетворяет диод типа 1N4004.

Более подробно о демпфирующих цепях я расскажу, когда будем рассматривать индуктивные элементы и импульсные источники питания.

Похожие записи:

1. [Генераторы синусоидальных колебаний на ОУ](#)
2. [Генераторы треугольных импульсов на ОУ](#)
3. [Генераторы на ОУ: мультивибраторы](#)
4. [Компараторы и триггеры Шмитта на ОУ](#)
5. [Генераторы пилообразного напряжения. Часть 4. Отрицательная обратная связь](#)

Скажи спасибо автору нажми на кнопку социальной сети



10 комментария(ев) к [Блокинг-генератор. Расчёт блокинг-генератора](#)



10-03-2017 в 06:21

Иван:

Что с формулами?

[Ответить](#)



25-01-2017 в 09:47

Олег:

А разве диод 1N4004 не низкочастотный? Разве он подойдет для 50кГц, а точнее для времен релаксации порядка нескольких мкс?

[Ответить](#)



29-12-2016 в 22:39

Дмитрий:

Будет ли работать блокинг-генератор без нагрузки, если всё сделать как тут по расчёту или сгорит?

[Ответить](#)



25-05-2016 в 08:29

Иван:

Ку всем. В общем собрал по схеме блокинг генератор, отладил. Питание от 9в, первичка 25 витков, вторичка (делал 2 варианта) 600-1500 витков. Частота работы 75-100 кгц.

А вот и самое интересное — на выходе не более 150 в, при 3 разных сердечниках (марку феррита не знаю, брал с комповских бп). По расчётам на выходе должно быть не менее 400в.

В чем может быть проблема?

[Ответить](#)



07-09-2016 в 21:46

Egor:

Более чем уверен что проблема в плохой изоляции между слоями обмоток. Где-то пробивает и по факту витков становится не 600-1500, а 200-500

[Ответить](#)



14-07-2015 в 20:11

wan1788:

И вопрос — а все верно ли с расчетом индуктивности?

[Ответить](#)



14-07-2015 в 18:22

wan1788:

Здравствуйте. Откуда взято R_b (сопротивление базы)?

[Ответить](#)



14-07-2015 в 19:13

Дмитрий:

В данном случае сопротивление базы транзистора R_b определяется внутренними размерами самого транзистора и находится в пределах от 150 Ом для мощных до 500 Ом для самых маломощных транзисторов.

[Ответить](#)



14-07-2015 в 19:45

Wan1788:

Хм. А как это рассчитывается или с данных транзистора браться? Просто не встретил похожего значения в даташите на здесь приведенный пример.

[Ответить](#)



15-07-2015 в 18:58

SarmAt:

Кхе-кхе... Рассчитать конечно можно зная толщину слоёв n-типа и p-типа, а также их удельное сопротивление. Поэтому лучше брать приблизительные значения для маломощных транзисторов 400 — 500 Ом, а мощных 100 — 200 Ом.

[Ответить](#)

Добавить комментарий