Вынужденные колебания, которые мы рассматривали до сих пор, возникают под действием переменного напряжения, вырабатываемого генераторами на электростанциях. Такие генераторы не могут создавать колебания высокой частоты, необходимые для радиосвязи. Потребовалась бы чрезмерно большая скорость вращения ротора. Колебания высокой частоты получают с помощью других устройств, например с помощью генератора на транзисторе. Он назван так потому, что одной из основных его частей является полупроводниковый прибор — транзистор.

**Автоколебательные системы**

Автоколебательные системы – это системы, в которых генерируются незатухающие колебания за счет поступления энергии от источника внутри самой системы.

Автоколебания – это незатухающие колебания, существующие в системе без воздействия на нее внешних периодических сил.

Генератор на транзисторе — пример автоколебательной системы. Он состоит из колебательного контура с конденсатором емкостью С и катушкой индуктивностью L, источника энергии и транзистора.

**Как создать незатухающие колебания в контуре?**

Пополнять энергию в контуре можно, подзаряжая конденсатор. Для этого надо периодически подключать контур к источнику постоянного напряжения. Конденсатор должен подключаться к источнику только в те интервалы времени, когда присоединенная к положительному полюсу источника пластина заряжена положительно, а присоединенная к отрицательному полюсу — отрицательно. Только в этом случае источник будет подзаряжать конденсатор, пополняя его энергию:

Если же ключ замкнуть в момент, когда присоединенная к положительному полюсу источника пластина имеет отрицательный заряд, а присоединенная к отрицательному полюсу — положительный, то конденсатор будет разряжаться через источник. Энергия конденсатора при этом будет убывать:

Следовательно, источник постоянного напряжения, постоянно подключенный к конденсатору контура, не может поддерживать в нем незатухающие колебания, так же как постоянная сила не может поддерживать механические колебания. В течение половины периода энергия поступает в контур, а в течение следующей половины периода возвращается в источник. В контуре незатухающие колебания установятся лишь при условии, что источник будет подключаться к контуру в те интервалы времени, когда возможна передача энергии конденсатору. Для этого необходимо обеспечить автоматическую работу ключа (или клапана, как его часто называют). При высокой частоте колебаний ключ должен обладать надежным быстродействием. В качестве такого практически безынерционного ключа и используется транзистор.

Транзистор состоит из трех различных полупроводников: эмиттера, базы и коллектора. Эмиттер и коллектор имеют одинаковые основные носители заряда, например дырки (это полупроводник p-типа), а база имеет основные носители противоположного знака, например электроны (полупроводник n-типа):

**Работа генератора на транзисторе**

Упрощённая схема генератора на транзисторе показана на рисунке:

Колебательный контур соединен последовательно с источником напряжения и транзистором таким образом, что на эмиттер подается положительный потенциал, а на коллектор — отрицательный. При этом переход эмиттер — база (эмиттерный переход) является прямым, а переход база — коллектор (коллекторный переход) оказывается обратным, и ток в цепи не идет.

Чтобы в цепи контура возникал ток и подзаряжал конденсатор контура в ходе колебаний, нужно сообщать базе отрицательный относительно эмиттера потенциал, причем в те интервалы времени, когда верхняя пластина конденсатора заряжена положительно, а нижняя — отрицательно.

В интервалы времени, когда верхняя пластина конденсатора заряжена отрицательно, а нижняя — положительно, ток в цепи контура должен отсутствовать. Для этого база должна иметь положительный потенциал относительно эмиттера.

Таким образом, для компенсации потерь энергии колебаний в контуре напряжение на эмиттерном переходе должно периодически менять знак в строгом соответствии с колебаниями напряжения на контуре. Необходима, как говорят, обратная связь.

Обратная связь в рассматриваемом генераторе — индуктивная. К эмиттерному переходу подключена катушка индуктивностью *LCB*​, индуктивно связанная с катушкой индуктивностью L контура. Колебания в контуре вследствие электромагнитной индукции возбуждают колебания напряжения на концах катушки, а тем самым и на эмиттерном переходе. Если фаза колебаний напряжения на эмиттерном переходе подобрана правильно, то «толчки» тока в цепи контура действуют на контур в нужные интервалы времени, и колебания не затухают. Напротив, амплитуда колебаний в контуре возрастает до тех пор, пока потери энергии в контуре не станут точно компенсироваться поступлением энергии от источника. Эта амплитуда тем больше, чем больше напряжение источника. Увеличение напряжения приводит к усилению «толчков» тока, подзаряжающего конденсатор.

**Основные элементы автоколебательной системы**

1. Источник энергии, за счет которого поддерживаются незатухающие колебания (в генераторе на транзисторе это источник постоянного напряжения).

2. Колебательная система — та часть автоколебательной системы, непосредственно в которой происходят колебания (в генераторе на транзисторе это колебательный контур).

3. Устройство, регулирующее поступление энергии от источника в колебательную систему, — клапан (в рассмотренном генераторе роль клапана выполняет транзистор).

4. Устройство, обеспечивающее обратную связь, с помощью которой колебательная система управляет клапаном (в генераторе на транзисторе предусмотрена индуктивная связь катушки контура с катушкой в цепи эмиттер — база).

Автоколебания возбуждаются не только в электрических системах, но и в механических. К таким системам относятся обычные часы с маятником.