

УДК 378:001

**Трансформатор тесла. Устройство и способы применения**

Борисевич К.И.

Научный руководитель – к.т.н., доцент СИЗИКОВ С.В.

Главной частью резонансного трансформатора, производящего высокое напряжение высокой частоты, является катушка Тесла.

Устройство и принцип работы:

Принцип работы этого устройства основан на явлении резонанса, при котором происходит резкое увеличение амплитуды стационарных колебаний системы за счет совпадения частоты с внешним возбуждением. Само же устройство состоит из двух основных блоков: колебательный контур и вторичная катушка (1000-2000 витков). Колебательный контур простейшей катушки Тесла состоит из конденсатора первичной катушки (4-10 витков) и разрядника (SGTC (Spark Gap Tesla Coil)). Первая фаза – это заряд конденсатора до напряжения пробоя разрядника. Вторая фаза – генерация высокочастотных колебаний в первичном контуре. При возникновении колебаний в первичном контуре они возбуждают ЭДС во вторичной катушке, правда, взаимодействие между ними гораздо слабее, чем в трансформаторах с ферромагнитным сердечником, так как сердечника тут нет. Заряжается конденсатор от внешнего источника напряжения, в данном случае - это повышающий низкочастотный трансформатор. Емкость конденсатора подбирается, исходя из характеристик первичной катушки, чтобы вместе они создавали резонансный контур с частотой резонанса, равной частоте резонанса вторичной катушки. Напряжение заряда конденсатора можно регулировать, изменяя расстояние между концами разрядника или же изменяя их форму. После того как конденсатор зарядился, возникает пробой в разряднике. Это замыкает цепь колебательного контура. После пробоя напряжение резко падает из-за потери энергии в разряднике и, частично, в первичной катушке, но из-за оставшихся ионов в воздухе цепь остается замкнутой, и колебания продолжают, создавая резонансные колебания в высоковольтном контуре. Это приводит к тому, что на терминале возникает высокое напряжение высокой частоты.

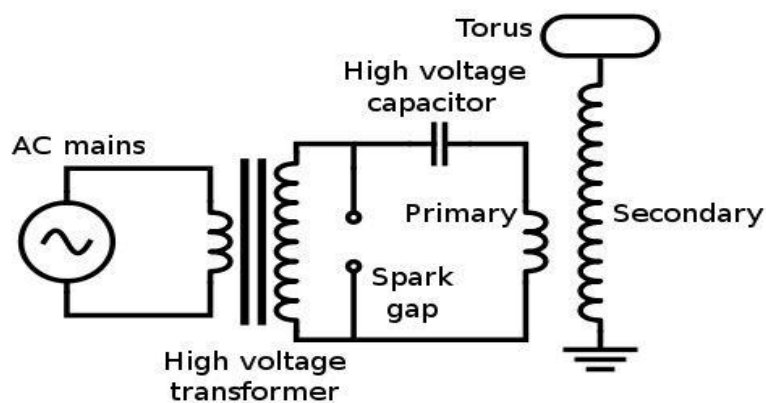


Рисунок 1 – Схема Spark Gap Tesla Coil

Данная схема не единственная и не самая эффективная, так как пробой на разряднике несет очень большие потери на тепло и образование нагара на концах разрядника. Это увеличивает его сопротивление, заставляя больше перегреваться. Следствием этого является достаточно быстрый износ его наконечников и неспособность передавать достаточную энергию для достижения высокого напряжения в высоковольтном контуре.

Другой вид катушки - это Solid State Tesla Coil (твердотельная) или SSTC. Она вместо искрового разрядника использует мощные полупроводниковые ключи. Достоинствами данного вида катушки состоит в том, что, во-первых, можно модулировать данное устройство любым сигналом, например, музыкой; во-вторых, к достоинству относится и

сравнительно низкое питающее напряжение, а также гораздо меньшие потери и практическое отсутствие шума в связи с тем, что нет искрового разрядника.

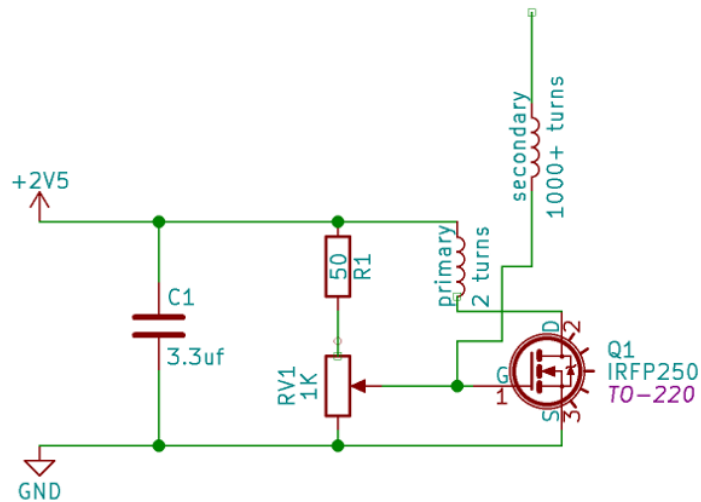


Рисунок 2 – Схема SolidStateTeslaCoil

Еще один вид катушек (Dual Resonantstate Tesla Coil, двойное резонансное состояние катушки) считается наиболее сложным по принципу работы и, следовательно, по рабочей схеме. В основу работы данной схемы положен принцип двойного резонанса, который получается в первом контуре; разряды у данной модификации катушек гораздо больше, чем у остальных. Накачка первого контура осуществляется за счет генератора на мощных полупроводниковых ключах (IGBT или MOSFET транзисторах).

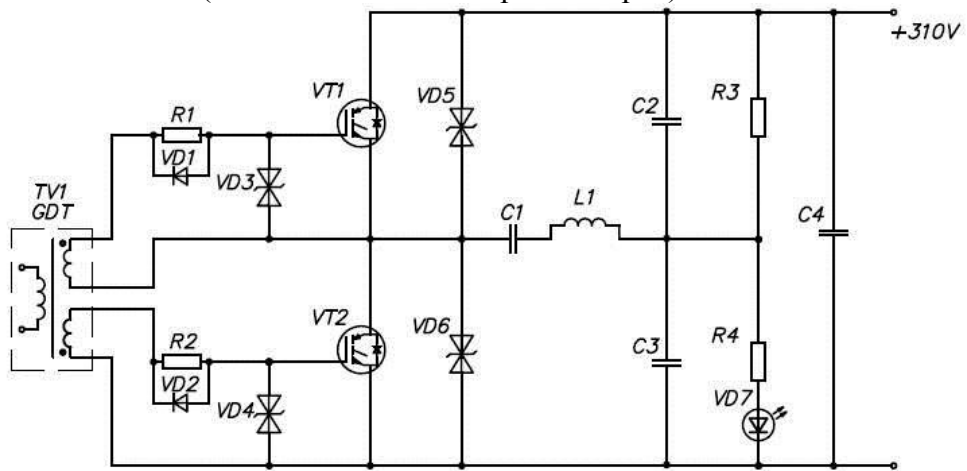


Рисунок 3 – Схема Dual Resonantstate Tesla Coil

При работе этих устройств в катушках Тесла наблюдаются следующие эффекты.

Стимеры. По сути, это светящиеся дорожки ионизированного газа. Если стимеры пробиваются в воздухе, то свечение происходит за счет кислорода, в неоне свечение красное.

Скин-эффект. Это явление, при котором наблюдается уменьшение амплитуды электромагнитных волн по мере их проникновения вглубь проводника. Вследствие этого высокочастотный ток, протекающий в проводящей среде, распределяется не равномерно, а в основном, на ее поверхности. Это происходит из-за того, что токи Фуко, возникающие в проводнике, направлены так, что ослабляют переменные токи, которые протекают ближе к центру, и усиливают токи, протекающие на поверхности.

Спарки – искровые разряды. Представляют собой пучки светящихся и быстро уходящих в землю каналов.

Коронный разряд – свечение ионизированного газа в электрическом поле высокого напряжения, создающееся вокруг поверхностей с большим радиусом кривизны и с большой разностью потенциалов.

В повседневной жизни данное устройство используется в целях показательных выступлений. Но многие говорят, что его можно использовать для передачи энергии на большие расстояния, хотя по конструкции оно такого не обеспечивает, так как слишком много энергии уходит просто в никуда. И КПД данного устройства составляет около 2%. Сам Никола Тесла хотел использовать данное устройство для передачи энергии на большие расстояния беспроводным путем, устанавливая огромные конструкции, питающие целые города. Однако учитывая тот факт, что при длительном воздействии токов высокой частоты и напряжения могут образовываться хронические заболевания, как и отравление, газами, выделяющимися при работе катушки, все это ограничивает применение катушек в повседневной жизни. Работают с ними в клетках Фарадея или же в эквипотенциальных защитных костюмах. Катушки также нашли свое применение в медицине: обрабатывая больных маломощными токами высокой частоты, при этом они оказывали оздоровительное воздействие на человека. Токи высокой мощности оказывают на здоровье человека негативное влияние. Катушки Тесла применялись и в военной целях, для вывода электронных устройств в помещениях, при этом подавался мощный импульс за короткий промежуток времени.

Сегодня существует достаточно много проектов, в которых присутствовали идеи Николы Тесла, и они остаются актуальными, и по сей день. Многие из них положили начало развития современного информационного общества. Заложенным им фундаментом пользуются современные ученые и будут пользоваться в дальнейшем, так как по поводу многих его идей до сих пор ведутся споры.

#### Литература

1. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Трансформатор\\_Теслы](https://ru.wikipedia.org/wiki/Трансформатор_Теслы)
2. <http://bsvi.ru/kak-rabotaet-transformator-tesla-na-palcah-chast-1/>
3. <https://domelectrik.ru/baza/samodelki/katushka-tesla>