

# **Прибор для демонстрации высокочастотных электромагнитных явлений**

**Номинация:** Учебно-наглядные пособия по физике

**Автор:** Лазарейт Георгий, 15 лет

**Руководители:**

- Черкашин Сергей Николаевич, учитель физики МБОУ СОШ №49 г. Томска
- Балахонов Николай Мартемьянович, инженер каф. ЭПЭО ЭНИН ТПУ

**Образовательное учреждение:** МБОУ СОШ №49 г. Томска

## **Техническое описание изделия**

В основе установки лежит Трансформатор Тесла, также катушка Тесла (англ. *Tesla coil*) — устройство, изобретённое Николой Тесла и носящее его имя. Является резонансным трансформатором, производящим высокое напряжение высокой частоты. Прибор был запатентован 22 сентября 1896 года как «Аппарат для производства электрических токов высокой частоты и потенциала».

## **Назначение и принцип действия**

Установка предназначена для демонстрации на уроках физики следующих явлений:

- Передача электроэнергии на небольшие расстояния (вблизи трансформатора загораются люминесцентные и газоразрядные лампы)
- Сам трансформатор построен без использования металлического сердечника, кроме того, если взять небольшую катушку, подсоединить её к нагрузке, например, маломощной лампе накаливания, и внести эту катушку в электромагнитное поле трансформатора, то лампа будет светиться
- Ещё можно показать, что при достаточно высоком напряжении воздух проводит электрический ток
- Также, внутри колб ламп накаливания тоже происходит электрический разряд

## **Материалы и компоненты, из которых выполнено изделие**

- Труба для вторичной обмотки – диаметр 50 мм, длина 750 мм
- Провода: ПВ1-1.5 мм<sup>2</sup>, ПВ3-1.5 мм<sup>2</sup>
- Лампы накаливания: 220В\*15Вт и 220В\*75Вт
- Люминесцентные лампы: 11Вт и 18Вт
- Клеммы – 2 и 4 полюсные
- Конденсатор 10000µF\*63V
- Выключатель ТВ2-1

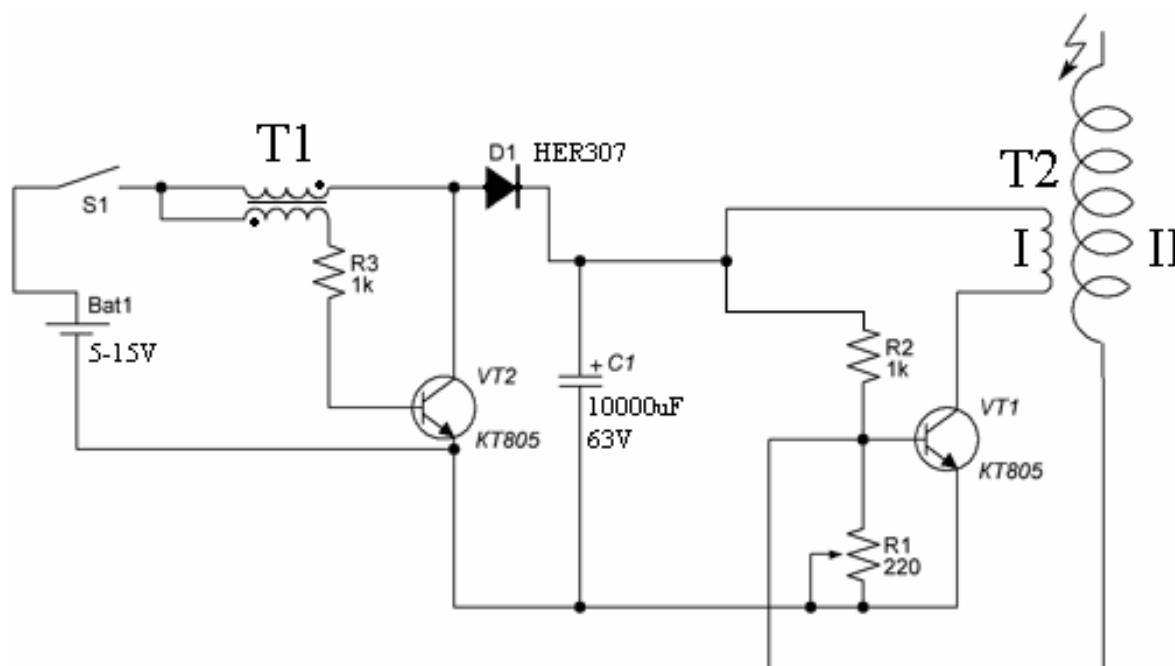
- Переменные резисторы 1 кОм
- Диод на 3А, 800В, использован диод HER307
- Лак для пропитки – акриловый аэрозольный лак
- Крепежные изделия – шурупы 4\*16 мм, винты М3, М4
- Ферритовые кольца 25\*40\*11 мм
- Радиаторы из компьютерных БП
- Вентиляторы 12V 80\*80 мм
- Медная шина 7\*2 мм
- Провод обмоточный ПЭЛШО-0.2 мм

### **Описание идеи и процесса изготовления**

Изготовить устройство мне предложил учитель физики нашей школы в связи отсутствием в школе демонстрационных установок по теме «Высокочастотные электромагнитные явления»

Процесс изготовления был начат с изучения теории и поиска подходящей схемы, которую мне предоставил инженер каф. ЭПЭО ЭНИН ТПУ Балахонов Николай Мартемьянович, следующим этапом стала сборка электронной схемы, изготовление первичной обмотки из медной шины и испытание со вторичной обмоткой, имевшейся у руководителя. После успешной настройки схемы, я приступил к намотке собственной вторичной обмотки на пластиковой трубе диаметром 50 мм проводом типа ПЭЛШО диаметром 0.2 мм с последующей пропиткой обмотки акриловым лаком. За этими действиями последовала окончательная сборка установки.

### **Схема изделия (устройства)**



**Трансформатор Тесла**-является [резонансным трансформатором](#), производящим высокое [напряжение](#) высокой частоты.

Трансформатор Тесла состоит из двух [катушек](#)- первичной и вторичной, а также разрядника.

Первичная катушка обычно содержит несколько витков провода большого диаметра или медной трубки, а вторичная около 1000 витков провода меньшего диаметра. Первичная катушка может быть плоской (горизонтальной), конической или цилиндрической (вертикальной). В отличие от обычных [трансформаторов](#), здесь нет [ферромагнитного](#) сердечника. Таким образом взаимоиנדукция между двумя катушками гораздо меньше, чем у трансформаторов с ферромагнитным сердечником. Первичная катушка вместе с конденсатором образует [колебательный контур](#), в который включён нелинейный элемент-разрядник.

Вторичная катушка также образует [колебательный контур](#), где роль конденсатора главным образом выполняют ёмкость тороида и собственная межвитковая ёмкость самой катушки.

Терминал может быть выполнен в виде заточенного штыря и предназначен для получения предсказуемых [искровых разрядов](#) большой длины.

Трансформатор Тесла представляет собой два связанных колебательных контура, что и определяет его замечательные свойства и является главным его отличием от обычных трансформаторов. Для полноценной работы трансформатора эти два колебательных контура настроены на одну резонансную частоту. В процессе настройки подстраиваем первичный контур под частоту вторичного путём изменения ёмкости конденсатора и числа витков первичной обмотки до получения максимального напряжения на выходе трансформатора.

Трансформатор Тесла работает в импульсном режиме. Первая фаза-это заряд [конденсатора](#) до напряжения пробоя разрядника. Вторая фаза-генерация высокочастотных колебаний в первичном контуре. Разрядник включенный параллельно, исключает его из контура, иначе источник питания вносит определенные потери в первичный контур и этим снижает его добротность. Это влияние в разы

уменьшить длину разряда. Заряд конденсатора производится внешним источником высокого напряжения на базе повышающего низкочастотного трансформатора. Емкость конденсатора выбирается таким образом, чтобы вместе с индуктором она составляла резонансный контур с частотой резонанса, равной высоковольтному контуру. Однако емкость будет отличаться от расчетной, так как часть энергии тратится на «накачку» второго контура. Напряжение заряда ограничено напряжением пробоя разрядника, которое регулируется, изменением расстояния между электродами. Обычно напряжение заряда конденсатора лежит в диапазоне 2-20 киловольт. Знак напряжения при заряде конденсатора имеет значение в том смысле, что он не должен сильно «закорачивать» конденсатор, на котором напряжение постоянно меняет знак. После достижения между электродами разрядника напряжения пробоя, в нём возникает лавинообразный [электрический пробой](#) газа. [Конденсатор](#) разряжается через разрядник на катушку. После разряда конденсатора, напряжение пробоя разрядника резко уменьшается из-за оставшихся в газе носителей заряда ([ионов](#)). Поэтому цепь [колебательного контура](#), состоящего из первичной катушки и конденсатора, остаётся замкнутой через разрядник и в ней возникают высокочастотные колебания. Колебания постепенно затухают, в основном из-за потерь в разряднике и ухода электромагнитной энергии на вторичную катушку, но продолжают до тех пор, пока ток создаёт достаточное количество носителей заряда для поддержания напряжения пробоя разрядника существенно меньшего, чем амплитуда напряжения колебаний в LC контуре. Во вторичной цепи возникают резонансные колебания, что приводит к появлению на терминале высокого [напряжения](#).

Трансформатор Тесла нашёл популярное использование: в [медицине](#). пациентов обрабатывают слабыми высокочастотными токами, которые протекая по тонкому слою поверхности кожи не причиняли вреда внутренним органам, оказывая при этом «тонизирующее» и «оздоравливающее» влияние. Он используется для поджига газоразрядных ламп и для поиска течей в вакуумных системах. Тем не менее, основное его применение познавательное-эстетическое. Он используется: в фильмах, в компьютерных играх, музыкальном искусстве, шоу-бизнесе.