

Эффект качера в опыте

На рис.1 показан внешний вид используемой катушки, намотанной в навал, эмалированным проводом, диаметром провода 0,4 мм, длина обмотки примерно 10...12 метров. Измеренная индуктивность катушки (без сердечника) составила 0,282 мГн, с сердечником от ТВС- 13,25 мГн.

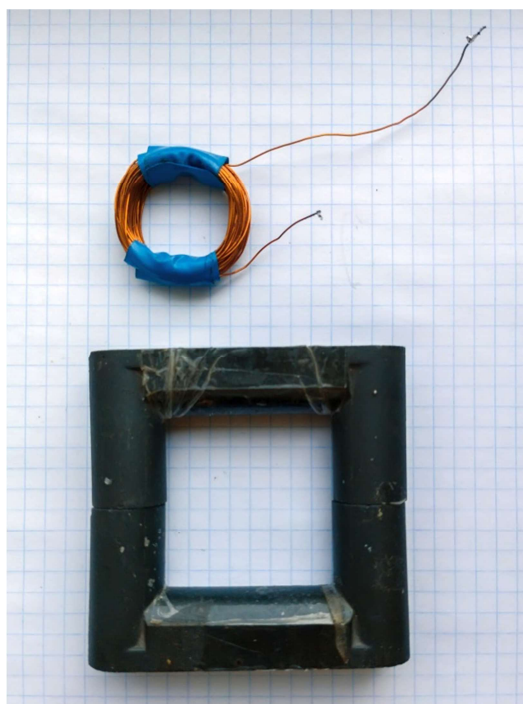


Рис.1. Исследуемая катушка с сердечником от ТВС.

Для питания катушки использовал источник нестабилизированного питания постоянного напряжения около **+Un= 9,42 В** (без нагрузки, под нагрузкой напряжение падает) от понижающего трансформатора, через выпрямительный мостик и сглаживающий конденсатор $C_{\phi} = 100 \text{ мкФ}$ на выходе (на схемах он показан). Плюс такого питания в том, что под нагрузкой источник просаживается и по пульсациям на осциллографе в реальном времени хорошо видно, когда растёт или падает нагрузка на источник. Питание на катушку подавалось через силовой ВЧ МОП ключ (VT1- используется ВЧ транзистор **IRFPG30**), управляемый от генератора на схеме **TL494** (типовая схема на TL494 + драйвер для МОП транзистора IR4427), который обеспечивает быструю коммутацию питания на катушку.

Как шунт для измерения тока **Rш** использовалось сопротивление типа **ППБ-25** (1...2 Ом), где намотка на бочонок компенсирует индуктивность нихрома, что правильно отображает ток на ВЧ импульсах, т.к. не создает дополнительной индуктивности.

Осциллограф использовался **Hantek DSO5102P** (с полосой пропускания до 100 МГц), без заземления корпуса (обрыв земляного провода в питающей розетке), чтобы минимально влиять емкостью корпуса осциллографа на схему.

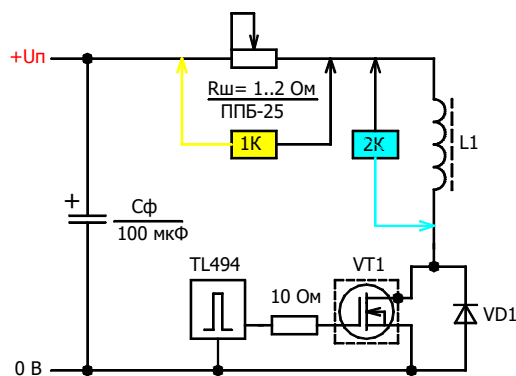


Рис.2. Схема включения катушки.

Ниже полученная осциллограмма, сначала без сердечника, затем с сердечником. Схема настроена в резонанс, чтобы иметь непрерывные колебания и ток в цепи.



Рис.3.

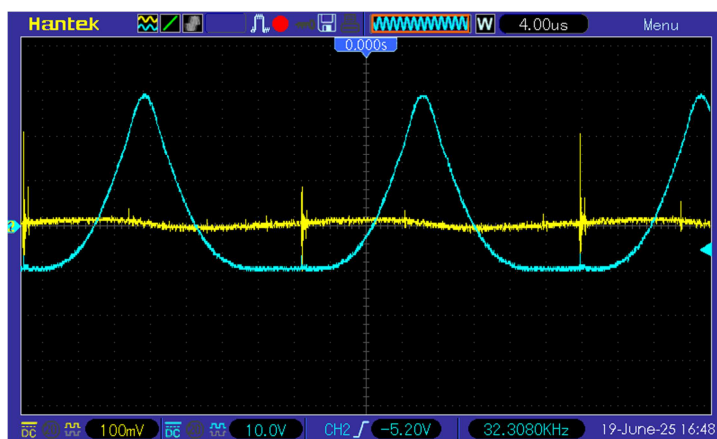


Рис.4.

На графиках мы видим, что катушка без сердечника имеет частоту 208 кГц, а с сердечником уменьшает частоту до 32 кГц за счет повышения индуктивности катушки, что логично и понятно. При этом по пульсации на голубом графике хорошо видно, что с сердечником, когда ток сильно уменьшается, то график меньше прыгает, поскольку ток меньше просаживает нестабилизированный источник питания.

Но, что не понятно, что **ток идет все время через источник**, в то время как транзистор открыт только короткий период времени, что видно по всплескам на желтом графике. Чтобы показать открывающий импульс на транзисторе изменю схему как на рисунке ниже.

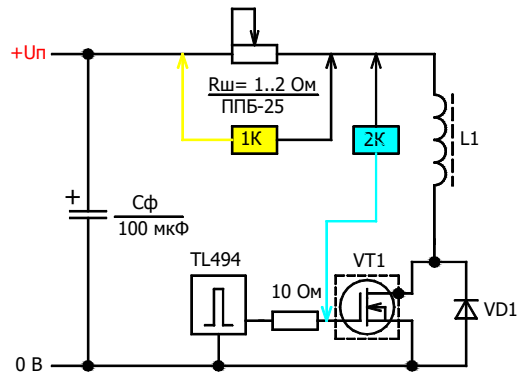


Рис.5.

Ниже показана ширина импульса (голубой график), открывающего транзистор от генератора, тоже сначала приведен график без сердечника, а затем с сердечником.



Рис.6.

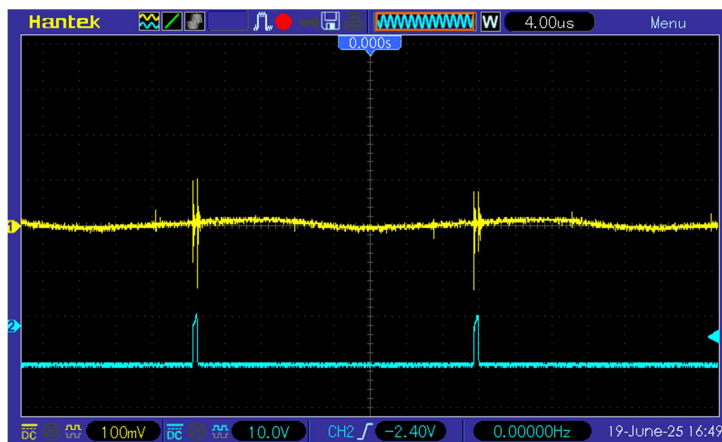


Рис.7.

Где мы видим, что линейный ток в катушке идет, как будто транзистор всегда открыт, но транзистор по большей части времени закрыт. Этот странный эффект объясняю тем, что при

резком открывании транзистора VT1 получаем в катушке сначала стоячую волну или два встречных вихря вокруг проводника формируется, которые сначала сбалансированы и ток не создают, но в итоге побеждает обратный (минусовой) вихрь, который движет в проводнике свою противоположность- позитроны (+p). Поэтому получаем встречный ток, где плюсовые заряды движутся вверх по схеме, как это показано на рис.8 ниже.

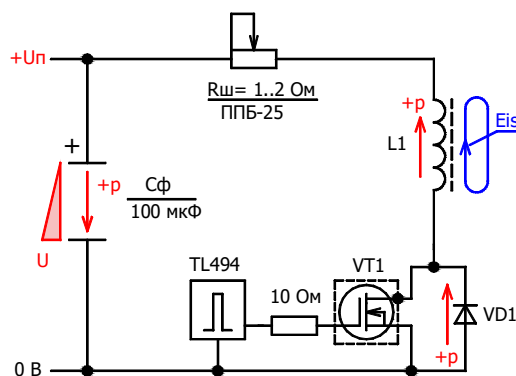


Рис.8.

ЭДС катушки как сила образуемая вихрем (магнитным полем) показана синей стрелкой, которая превышает ЭДС источника, что открывает обратный диод VD1, поэтому ток свободно разгоняется в катушке. При этом такой ток разряжает источник питания, поскольку позитронный ток по природе есть ударная волна и в диэлектриках она усиливается, поэтому емкость Cf разряжается изнутри, как это показано на рис.8.

Но поскольку с ростом тока растет падение на омическом сопротивлении катушки, то наступает момент, когда катушка не может поддерживать открытым диод VD1 и поэтому получаем прерывание тока и на емкости закрытого транзисторного перехода получаем обратный импульс напряжения. Затем ток разворачивается обратно и разгоняется, запасая энергию в магнитном поле катушки. В этом случае должны иметь обычный электронный ток, где побеждает плюсовой прямой вихрь в магнитном поле вокруг проводника, который движет электроны в проводнике своими потоками.

Поэтому получаем обратный линейный ток в катушке, запасая энергию в магнитном поле катушки, которая опять открывает обратный диод VD1. Катушка отдает энергию источнику, что показано на рис. 9. Но, поскольку источник действует встречно, то всю энергию отдать катушка не успевает, часть энергии остается в магнитном поле катушки и энергия начинает двигаться обратно в направлении от источника, создавая опять сначала сбалансированное магнитное поле. А поскольку транзистор закрыт, то опять побеждает обратное позитронное поле и процессы повторяются.

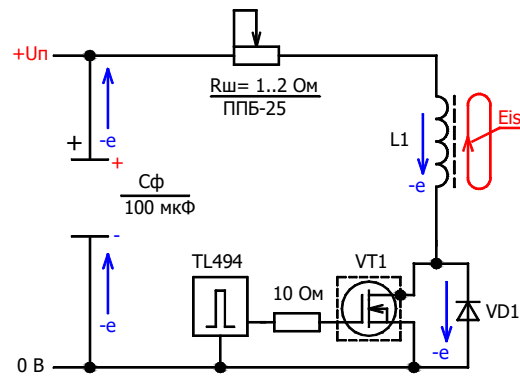


Рис.9.

Процессы повторяются, так как в импульсе от источника поступает периодически энергия, которая необходима, чтобы компенсировать омические потери в системе, если их не возмещать, то процесс получается затухающий, как это показано ниже, когда мы подаем редкий импульс на катушку (схема на рис.2). На графике показана работа схемы с сердечником.

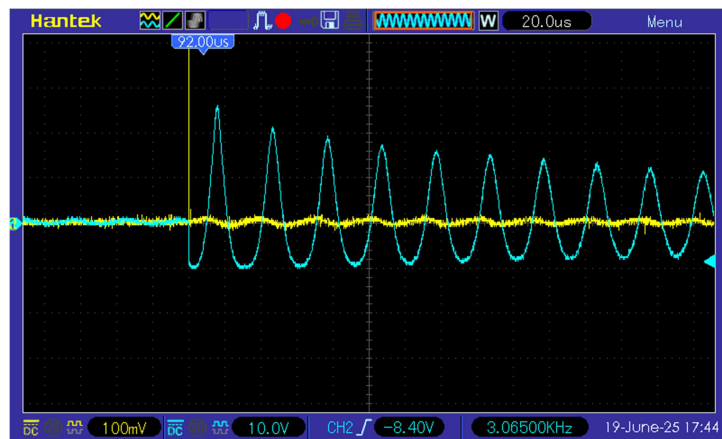


Рис.10.

При этом импульс от источника в данном опыте тоже был очень короткий, ниже он показан на голубом графике, схема на рис.5.

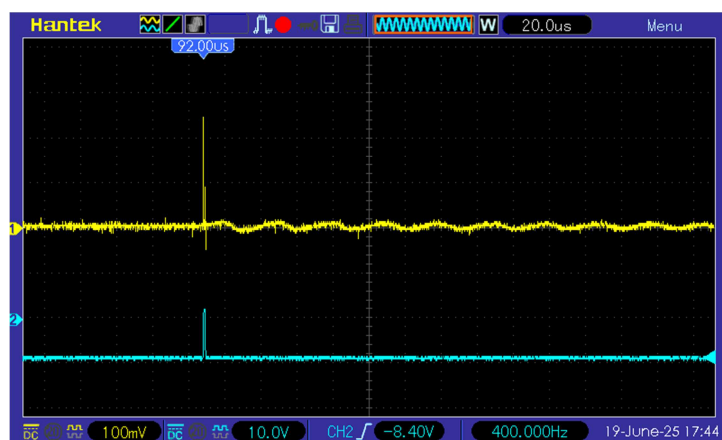


Рис.11.

Мы видим по графику четко, что остановка тока никак не связана с работой транзистора, он уже давно закрыт. Связано это с тем, как уже объяснил, что в схеме формируется при открытии транзистора позитронный ток, который управляет обратным диодом VD1.

Такая система закрывания транзистора работает в качере Бровина, что формирует резкий обратный импульс в индукторе, который возбуждает вторичную обмотку в резонансе, где обратная связь нужна для открытия транзистора, для компенсации омических потерь в контуре, чтобы процессы могли продолжаться.

Далее смоделирую работу схемы в электронном симуляторе, применив реальные параметры данного опыта. Индуктивность катушки $L1 = 13,25$ мГн, напряжение питания $U_{пит} = 9,42$ В, время открытия импульса как на рис.11 около 2 мкс получается, измеренная емкость транзистора с обратным диодом $VD1 = 3,8$ нФ.

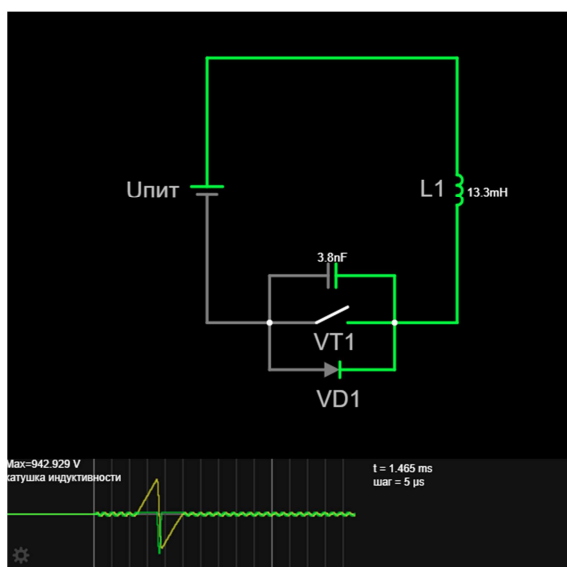


Рис.12.

Как видим, симулятор и близко не отображает то, что наблюдается на практике. Так происходит от того, что симулятор не имеет в своей модели второго вида позитронного электричества, у него есть только модель электронного тока или волна обычная, инерционная. И поэтому в данном случае, где проявляет себя позитронное электричество на высокой частоте при резкой коммутации транзисторного ключа, где успеет формироваться обратная волна, то симулятор этого просто не знает и не моделирует.

19.06.2025 (o-lega)