

Закон копирования. Работа бифилярной катушки на согласованную нагрузку

Использовал бифилярную катушку, сделанную из провода от обычного сетевого удлинителя (10 А), распустил провода, два провода мотались рядом на картонной трубе, диаметром 5,7 см. Каждый провод длиной около 5,5 м. На рис.1. показан внешний вид бифилярной катушки. Сердечник в катушках в данном опыте не использовался.

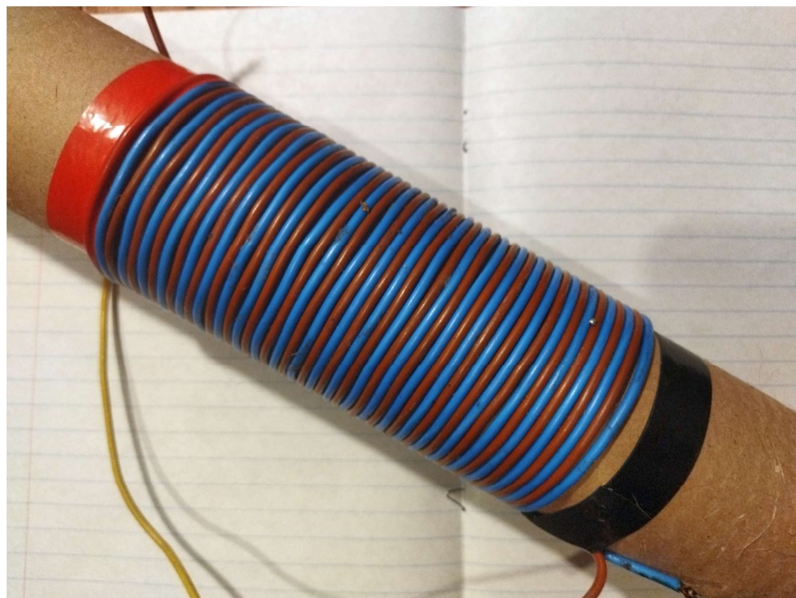


Рис.1.

Измеренная индуктивность одной катушки составила 0,008 мГн, согласное включение дает 0,048 мГн, т.е. в 6 раз индуктивность повышается, а встречное включение дает значение -0,002 мГн (минус, вероятно, означает, что катушка работает как емкость).

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. Как шунт для измерения тока **Rш** и как нагрузка **Rн** использовалось сопротивление типа **ППБ-25** (15 Ом) или **ППБ-1В** (10 кОм), где выставлялось значение 1..2 Ом для шунта для измерения тока, где намотка на бочонок компенсирует индуктивность нихрома на ВЧ, что правильно отображает ток в импульсах, т.к. не создает дополнительной индуктивности.

Для питания катушки использовал источник нестабилизированного питания постоянного напряжения **+Uп= 9,8 В** (без нагрузки), под нагрузкой напряжение падает, в зависимости от нагрузки, что на самом деле хорошо, видно, когда потребление растет, когда импульсы начинают прыгать на осциллографе вверх-вниз, когда источник просаживается. Питание идёт от сети 220 В через понижающий трансформатор, на выходе которого стоит выпрямительный мостик и сглаживающий конденсатор **Сф= 100 мкФ** на выходе (Сф показана на схемах).

Подавал питание в катушку через силовой ВЧ МОП транзистор, работающий в режиме ключа (VT1- транзистор типа **IRFPG30** использовался), управляемый от генератора на схеме **TL494** (типовая схема на TL494+ драйвер для МОП транзистора IR4427, не инвертирующий). Подавал питание в катушку L1 короткими импульсами, как показано ниже на схеме (рис.2), чтобы были большие пропуски между импульсами, чтобы вибрации успевали затухать в катушке между импульсами.

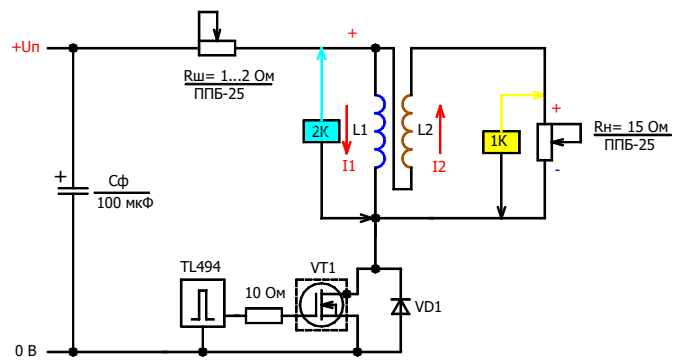


Рис.2.

Ниже приведена полученная осциллограмма, при $R_n=15\text{ Ом}$.

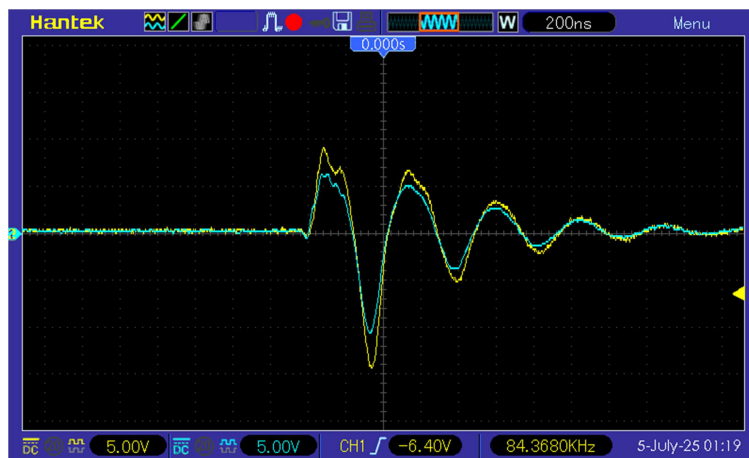


Рис.3.

На рисунке **управляющий импульс** подается в начале, чтобы зарядить катушку, после чего мы видим затухающие колебания, вызванные индуктивностью и собственной емкостью обмотки. Такая схема, подобно трансформатору дает напряжение на нагрузке. **Но схема отличается от обычного трансформатора, поскольку ток в нагрузке проходит через две катушки, создавая диполь в магнитном поле, т.е. два полюса.**

Если сделаю нагрузку $R_n=0\text{ Ом}$, то получим следующий график, при той же схеме по рис.2.

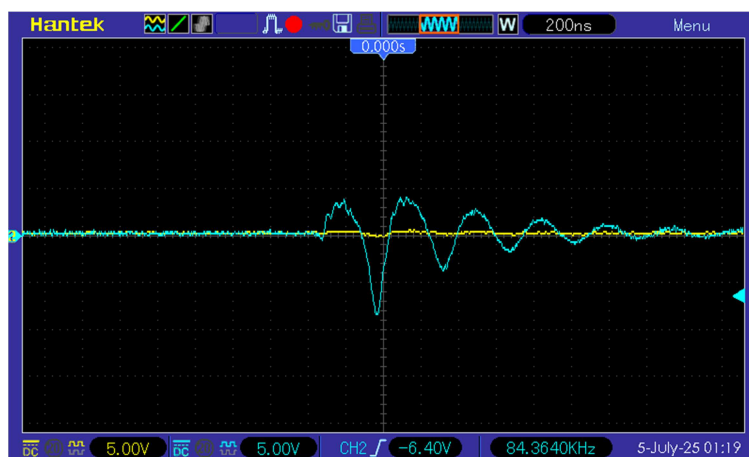


Рис.4.

Напряжение на катушке L1 падает, что, вероятно, связано с ростом тока потребления в источнике, индуктивность катушки при этом падает, это видно по росту частоты затухающей вибрации. Т.е. катушка приобретает более выраженные емкостные свойства, т.к. ток катушки L2 увеличивается с уменьшением нагрузки.

В связи с тем, что нагрузка изменяет ток в катушке возникла идея установить большее сопротивление в нагрузке, чтобы посмотреть, как ведет себя катушка на разных значениях нагрузки. В следующем опыте, как нагрузка использовалось переменное сопротивление типа **ППБ-1В** (10 кОм), схема показана ниже.

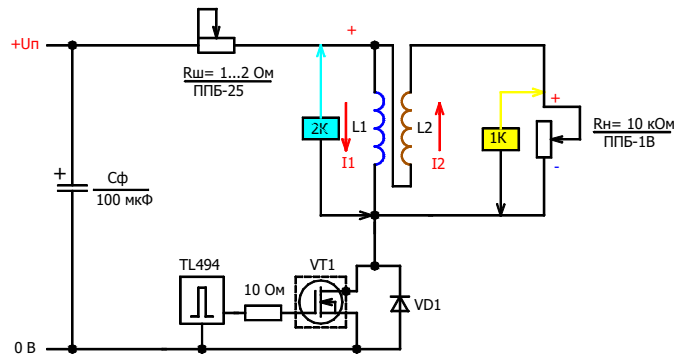


Рис.5.

При определенном значении нагрузки наступает режим, когда имеем чистый импульс с обратным возвратом энергии, как показано на рис.6.

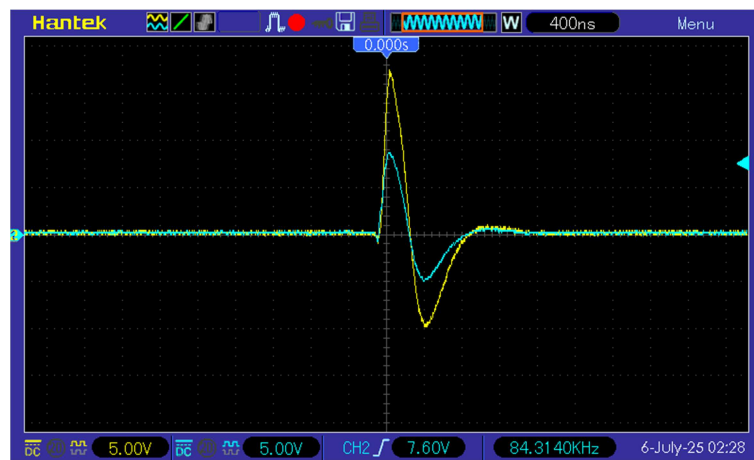


Рис.6.

При этом потребление в источнике явно падает, т.к. импульс стабильный по времени по амплитуде (не просаживает источник), при этом напряжение на нагрузке R_n удваивается из-за сложения ЭДС катушек. Стоит заметить, что источник подключен к катушке короткий период времени, пока напряжение на катушке и на нагрузке нарастает (в самом начале графика). По времени этот период явно меньше, чем затухающие колебания в катушке. Я это объясняю тем, что при подключении источника ток в обмотках движется как в обычном трансформаторе, поэтому размагничивает индуктивности обмоток, а при затухающих (свободных) колебаниях, после отключения источника токи в катушке имеют согласное направление, поэтому индуктивность усиливается и частота колебаний снижается.

Вероятно, этот вариант без затухающих колебаний возникает, **когда волновое сопротивление катушки, которое зависит от емкостного и индуктивного сопротивления катушки становится равным омическому сопротивлению нагрузки, т.е. когда нагрузка согласована**. Когда нагрузка не нарушает баланс электронной и позитронной энергии катушки, когда емкостная (опережающая) и индуктивная (запаздывающая) компоненты сбалансированы, когда реализуется система нулевой точки.

Такой режим можно назвать **режимом копирования**, когда энергия из источника берется, а затем возвращается минусовой волной. Для данной катушки волновое сопротивление получилось около **281 Ом** (измерил полученное сопротивление нагрузки R_n в этом режиме).

Если увеличить сопротивление нагрузки, то опять получаем затухающие вибрации, как ниже показано на осциллограмме.



Рис.7.

Естественно, волновое сопротивление зависит от типа катушки, бифилярная катушка имеет больше собственную емкость, чем обычная катушка и поэтому волновое сопротивление бифилярной катушки выше, т.е. она дает больше тока, ниже частоту, в отличии от обычной катушки, поэтому в данном опыте применялась именно бифилярная катушка.

Далее посмотрю ток в источнике, чтобы посмотреть как энергия движется в источнике в разных режимах.

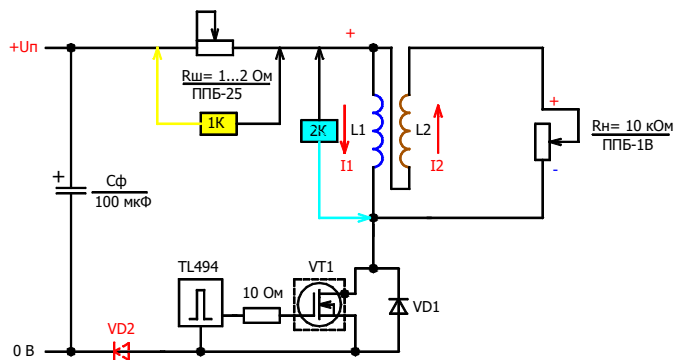


Рис.8.

Сначала график для $R_n=0$ Ом (диод VD2 отсутствует).



Рис.9.

Тут мы видим максимальный ток в источнике, поскольку катушка имеет минимальную индуктивную компоненту и максимальную емкостную.

Ниже показан случай, когда нагрузка выровнена с волновым сопротивлением катушки, где импульс чистый, без затухающих колебаний. Диод VD2 так же отсутствует.

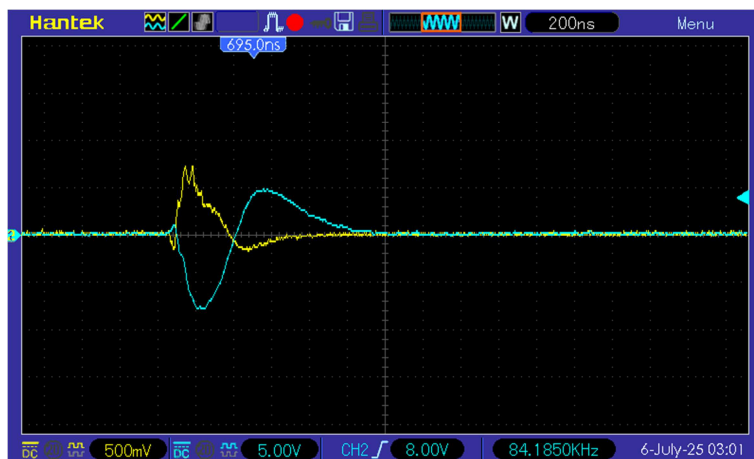


Рис.10.

Тут мы видим возврат тока (минусовой ток на желтом графике), хотя он явно меньше тока потребления (плюсового тока на желтом графике). Возможно, и вероятно, что это позитронный ток, который заряжает источник (емкость) изнутри более эффективно в 2 или даже 4 раза, поскольку такой ток ускоряется в диэлектриках. Т.е. источник питания изнутри заряжается больше, чем мы фиксируем ток по шунту во внешней цепи. Но при этом на омической нагрузке, как мы видим по рис.6 минусовой ток явно больше, зрительно плюсовая и минусовая волны одинаковы в среднем.

Ниже график, для сопротивления нагрузки выше волнового сопротивления катушки. Диод VD2 не использовался.

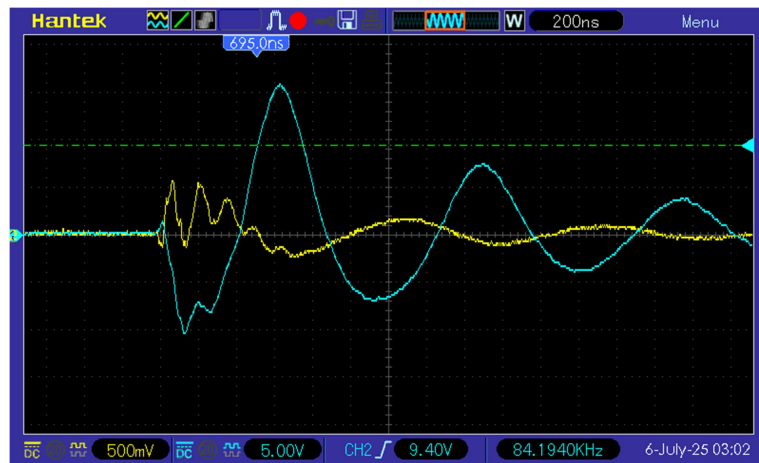


Рис.11.

Видим, опять появляются затухающие колебания, частота колебаний повышается, так как усиливается индуктивная компонента в катушке и уменьшается емкостная.

Интересно, что включение диода VD2 никак не влияет на сбалансированный режим катушки (схема на рис.8). Ниже показан полученный график сначала без диода VD2, а ниже график с диодом VD2.



Рис.12.

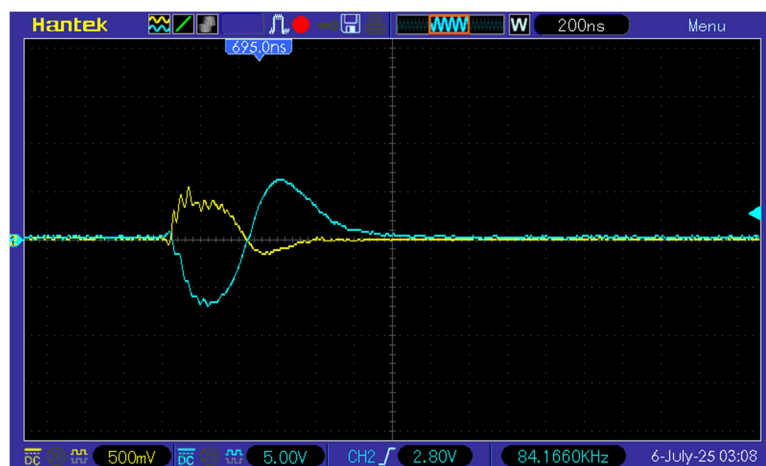


Рис.13.

Сравнивая два последних графика, видим, что диод VD2 обратный ток не блокирует, но уменьшает напряжение на катушке, за счет падения напряжения на диоде, что логично. Диод **VD2 доказывает, что минусовой ток на желтом графике именно позитронный ток**, который по шунту выглядит как обратный электронному току, где позитроны идут из источника в катушку. Будь обратный ток электронный, то диод VD2 его бы заблокировал, но в данном случае позитронный ток идет спокойно, это одно из свойств позитронного тока открывать диоды в обратном включении своей ЭДС.

И конечно, для повышения энергии на нагрузке нужно увеличивать частоту следования импульсов, как это показано ниже на рисунке (схема соответствует рис.2).

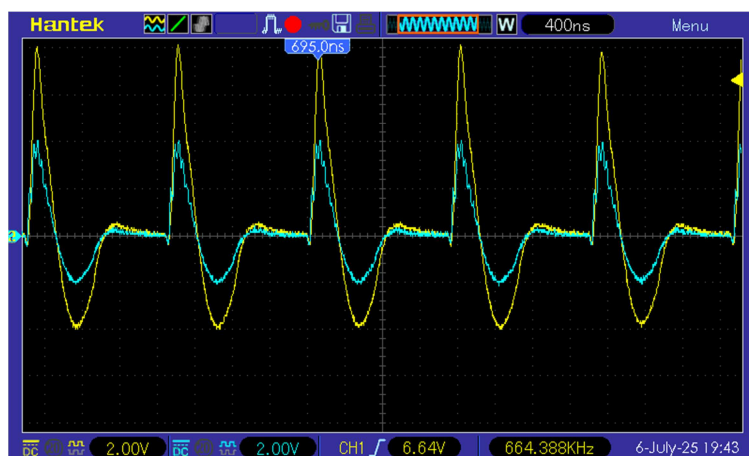


Рис.14.

При этом важно иметь короткий импульс от транзистора (иначе растет потребление из источника, возникает биение на графиках из-за просадки источника питания). По сути, имеем сначала быструю зарядку катушки от источника, затем идет спадание фронта в четверть периода, где так же идет потребление энергии источника. И затем формируется обратный импульс длиной в половину периода, который по времени в два раза больше, чем плюсовой импульс, но по высоте в два раза меньше, чтобы обеспечивает баланс потребленной и возвращенной энергии.

Выводы. Мне думается, что этот простой опыт с бифилярной катушкой доказывает, что в случае, когда катушка согласована, когда нагрузка равна волновому сопротивлению, мы видим эффект копирования, где нет затухающих колебаний. Именно отсутствие затухающих колебаний говорит о том, что катушка и нагрузка согласованы, где сначала имеем потребление энергии источника, но обратной волной энергия источника возвращается (рекуперируется) катушкой. И при этом на нагрузке выделяется энергия. Бифилярная катушка обеспечивает больший ток и меньшую частоту, что лучше подходит для практического применения.

Если упрощать процессы, то сначала энергия источника тратится на преодоления индуктивной (инерционной) компоненты катушки, которая доминирует, но затем, в следствии сбалансированного движения энергий катушки начинает доминировать емкостная (позитронная) компонента, что возвращает энергию в источник. Влияние заземления на работу схемы замечено не было.

Если приводить механическую аналогию данного процесса, то можно вспомнить эффект Джанибекова, когда тело при возникновении осевого биения начинает совершать разворот вдоль оси на 180 градусов, где подобный эффект должен стабилизировать ось после разворота. При

этом разворот, очевидно, не забирает энергию вращения тела, точнее берет, но затем рекуперировывает, поэтому тело вращается с прежней скоростью, где энергия поступает из среды за счет системы нулевой точки.

06.07.2025 (o-lega)