

## Исследование тока МОП- транзистора

Исследование проводилось для изучения природы (типа) тока в силовой цепи МОП-транзистора, в целях понять каким образом транзистор усиливает ток в силовой цепи. Для исследования была использована катушка, намотанная в навал из эмалированного провода, сечением провода около 0,5 мм, с сердечником от ТВС. Длина провода около 5...7 метров, примерно (не принципиально). Как шунт для измерения тока **Rш** (рис.1 и рис.2) использовалось сопротивление типа **ППБ-25** (15 Ом), где выставлялось значение 1...2 Ом, где намотка на бочонок компенсирует индуктивность никрома на ВЧ, что правильно отображает ток в импульсах, т.к. не создает дополнительной индуктивности шунта. На фото ниже показана катушка с сердечником и сопротивление- шунт для измерения тока цепи (**Rш**).

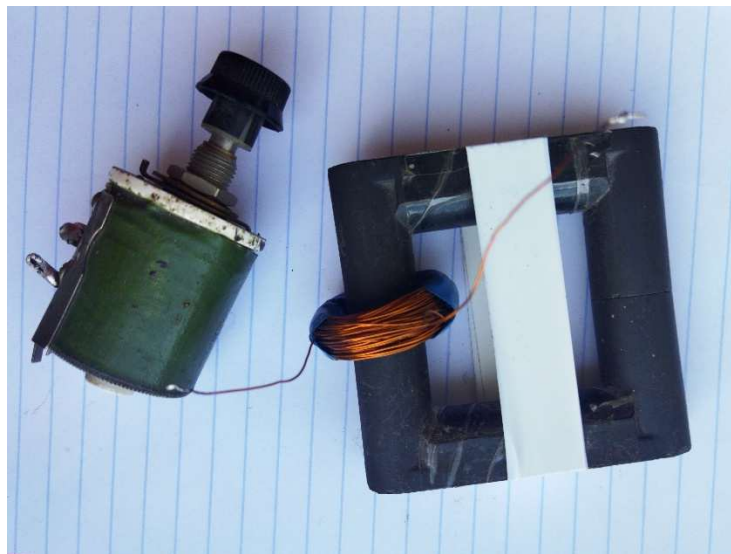


Рис.1.

Осциллограф использовался **Hantek DS05102P** (с полосой пропускания до 100 МГц), без заземления корпуса (обрыв земляного провода в питающей розетке), чтобы минимально влиять емкостью корпуса осциллографа на схему. Для питания схемы использовал источник не стабилизированного питания, где на выходе трансформатора **ТС-80-4** стоит мостовой выпрямитель (на схемах не показаны), после которого установлен сглаживающий конденсатор **Сф= 100 мкФ**. Напряжение холостого хода (ХХ) блока питания **Uпит= 10,14 В** (под нагрузкой оно просаживается).

Подавал питание в катушку через силовой ВЧ МОП- транзистор, как показано на рис.2, работающий в режиме ключа (VT1- транзистор типа **IRFPG30** или подобный ВЧ), управляемый от генератора на схеме **TL494** (типовая схема на TL494+ драйвер для МОП транзистора IR4427, не инвертирующий).

Где при настройке схемы был получен непрерывный ток.

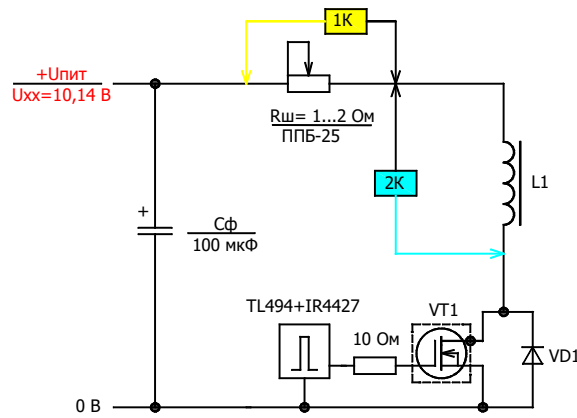


Рис.2.

Ниже полученная осциллограмма, где видим ток и напряжение на катушке. Ток при этом составляет производную от напряжения катушки, все как бы по физике.

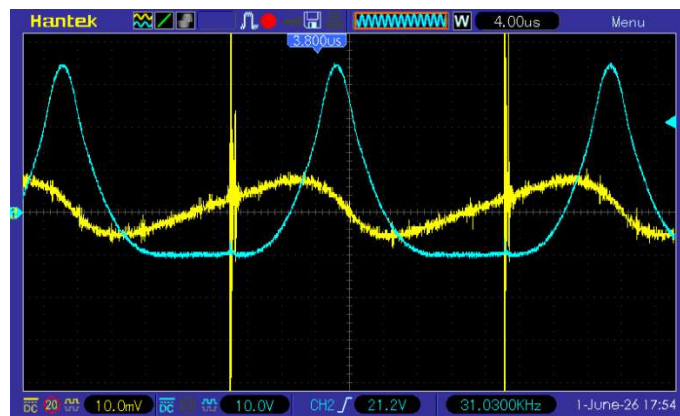


Рис.3.

Но есть особенность, **в данной схеме момент открывания транзистора очень короткий и он не совпадает с появлением обратного импульса на катушке**. Момент открывания транзистора видно на рис.3 по ВЧ всплескам на желтом графике тока в катушке. Чтобы лучше был виден момент открывания транзистора посмотрю напряжение на затворе транзистора, как ниже показано по схеме.

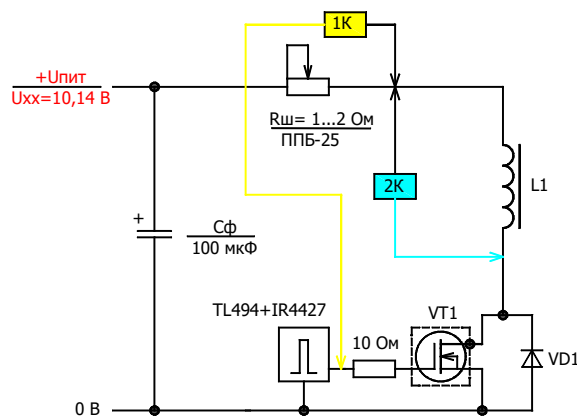


Рис.4.

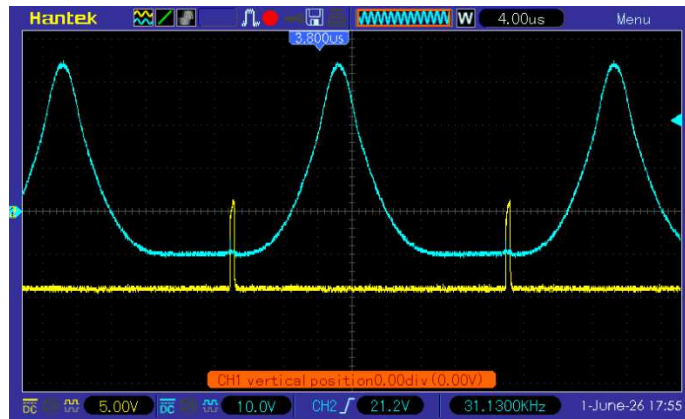


Рис.5.

Как видим по рис.5 по желтому графику транзистор практически все время закрыт, но при этом **ток идет непрерывно через катушку**, притом как плюсовой, так и минусовой, как это видно по рис.3 (желтый график). Что я **объясняю открыванием обратного диода VD1**, когда в катушке возникает обратный позитронный ток и отрицательное магнитное поле, как это показано на рис.6.

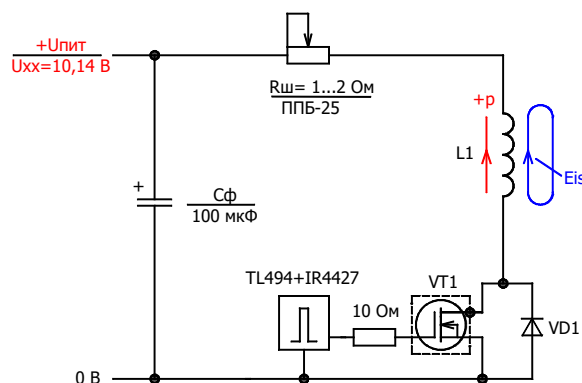


Рис.6.

Такой ток выглядит как прямой электронный, поэтому мы его не различаем, но этот ток, направленный встречно источнику, открывает обратный диод VD1 своей ЭДС (Eis), но по мере роста тока растут омические потери на омическом сопротивлении цепи (катушка, Rш, провода и пр.). И поэтому в итоге, при определённом токе диод VD1 закрывается и получаем обратный импульс напряжения на катушке, где ЭДС катушки меняет знак на обратный, действует согласно источнику питания.

Очевидно, что по рис.3 минусовой линейный ток (на желтом графике) идет через обратный диод VD1, как обычный электронный ток, а плюсовой знак- это встречный позитронный ток, как было рассмотрено выше.

Цель опыта было проверить, а что будет, если транзисторный ключ перенести на плюсовое питание, как показано ниже на рис.7.

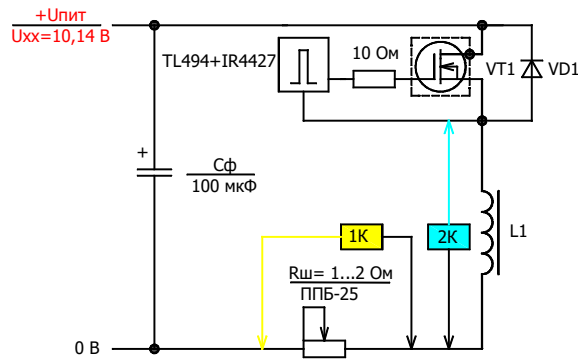


Рис.7.



Рис.8.

Как видим, ток остается непрерывным. Притом пробовал измерять ток в плюсовом проводе питания, выше транзистора и ниже, в обоих случаях ток не прерывается. Пробовал делать заземление источника питания на плюсовой и минусовой стороне, всегда получал непрерывный ток.

А это значит, что в цепи транзистора, вероятно, течет встречный позитронный ток, замкнутый по всей силовой цепи, т.е. с обеих сторон транзистора. Т.е. мы давно используем позитронный встречный ток и не отличаем его от прямого электронного, они очень похожи, но в позитронном токе магнитное поле положительного знака, где возникает обычная ударная волна. Поэтому в транзисторе используется свойство ударной волны (позитронного тока) усиливаться встречным сопротивлением, где реализуется положительная обратная связь (ПОС). И поэтому, чем больше напряжение источника питания на транзисторе, тем больше можно получить ток в силовой цепи транзистора. С электронным током, где реализуется отрицательная обратная связь получить усиление в транзисторе было бы невозможно.

**Выводы.** Судя по всему, когда мы подаем плюсовое напряжение в затвор транзистора, относительно истока (нижний силовой вывод по схеме), то получаем сначала прямой электронный ток, обычный и обратный позитронный, который всегда сначала возникает при распространении напряжения (пока нет тока). И этот обратный позитронный ток усиливается благодаря напряжению источника. И этот встречный позитронный ток так же разряжает источник, как электронный, обычный ток. Притом разряжает источник, вероятно, изнутри, где энергия ускоряется, когда ударная волна проходит через источник. Есть так же вариант, что внутри

источника ударная волна (позитронный ток) становится временно электронным током, так как напряжение источника направлено встречно позитронному току. Но в любом случае, во внешней цепи и внутри транзистора должны работать позитронные встречные токи, чтобы транзистор мог работать, усиливать токи.

01.06.2026