

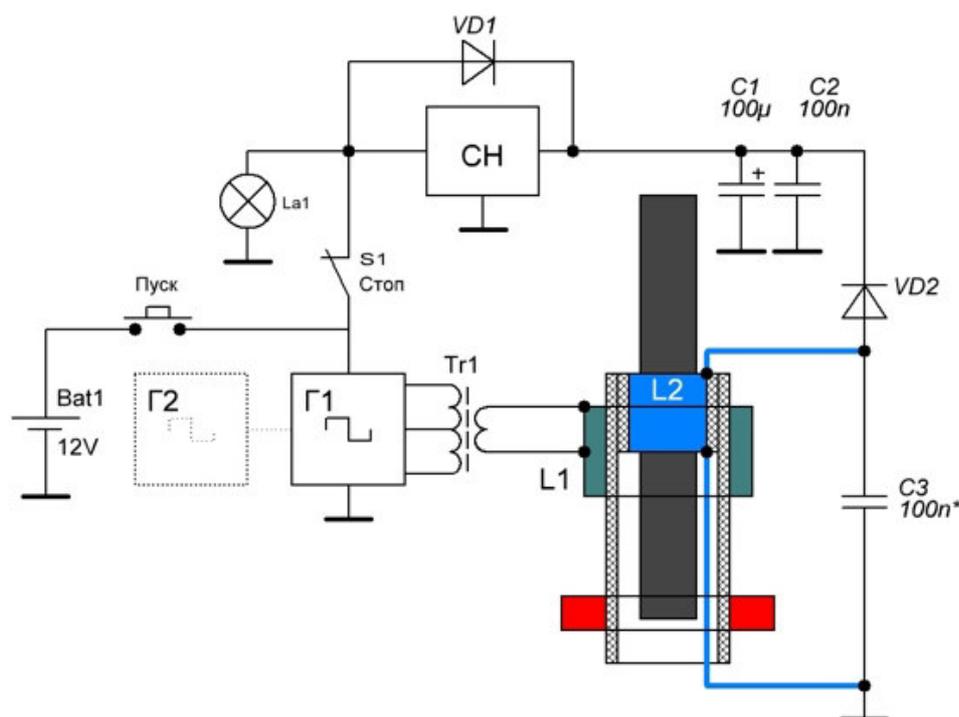
БТГ на феррите

Ферриты обладают определенными свойствами, позволяющими извлекать прибавочную энергию. При этом энергия может возникать в двух случаях:

1. Феррит частично находится в состоянии окончания насыщения: за изгибом петли гистерезиса.
2. Феррит находится в режиме магнитострикционного резонанса.

В обоих случаях возникают спиновые волны, которые образуются за счет прецессий атомов во время разворота в магнитном потоке в областях неравномерной плотности феррита. Спиновые волны имеют одновременно электрические и акустические свойства и порождают так называемые медленные волны, распространяющиеся по проводникам и полупроводникам со скоростью звука. Визуально явление регистрируется как пучности напряжения с интервалом около 5-20 см. При этом пучности медленных волн, в отличие от радиоволн, не меняют полярности.

Практическая реализация второго варианта, когда используется магнитострикция, рассмотрена ниже. Основным элементом генератора является трансформатор L1-L2 на ферритовом стержне. Стержень вводится в режим магнитострикционного резонанса подбором частоты задающего генератора Г1. Поскольку магнитострикция является четным эффектом, когда феррит одинаково реагирует на положительный и отрицательный полупериод задающего генератора, используется подмагничивание стержня постоянным магнитом (показан красным цветом).



Магнитострикционный резонанс характеризуется высокой добротностью в пределах от 500-2000 и поэтому является достаточно узким. Генератор должен быть настроен с точностью до нескольких десятков герц. Вхождение стержня в резонанс можно контролировать несколькими способами:

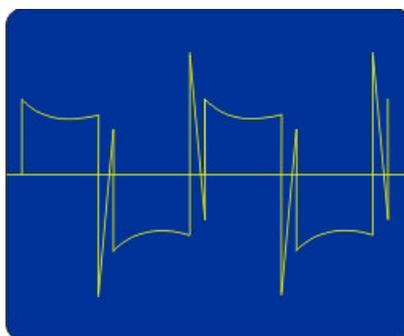
1. Поместить на торец стержня каплю воды. Капля должна быстро испаряться.
2. Поместить на стержень тонкую стальную пластинку, например, лезвие бритвы или пластину из трансформаторной стали. Пластинка должна шипеть и издавать писк.
3. Прикоснуться пальцем к стержню. Стержень на ощупь будет скользким, как воощенная бумага.
4. Слегка прижать торец стержня пальцем. Палец должно обжигать.

Все перечисленные эффекты – результат действия ультразвука, который создается ферритом в режиме магнестрикционного резонанса.

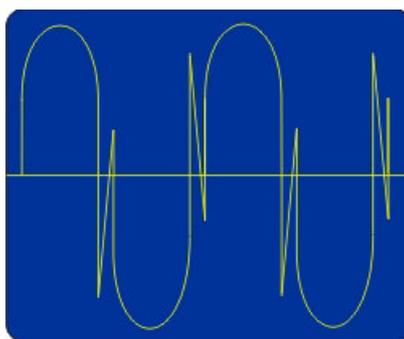
Дополнительно резонанс контролируется осциллографом на обмотке L2. При отсутствии резонанса будет наблюдаться меандр с короткими выбросами при закрытии транзисторов:



При подходе к резонансу появятся прогибы на меандре. Ток потребления увеличится на 5-10%.



При точном попадании в резонанс амплитуда меандра вырастает в 1.5 – 2.5 раз. Меандр станет похож на синусоиду.



В данном режиме на обмотке L2 появляется дополнительная энергия. Эта энергия ограничена **прочностью сердечника**. При повышении мощности сердечник разрушается. Количество энергии будет зависеть от качества феррита.

Контур L2-C3 предназначен для повышения амплитуды напряжения, поскольку увеличение количества витков на катушке L2 уменьшает эффект. Количество витков нужно подбирать экспериментально в пределах 3-6. Катушка должна быть намотана на середине феррита, где находится узел сжатия стоячей ультразвуковой волны. По краям стержня находятся зоны растяжения, около них дополнительной ЭДС не возникает и, соответственно, наматывать по краям обмотку бессмысленно.

Выбор сердечника.

В продаже имеются два основных типа ферритов: марганец-цинковые MgZn и никель-цинковые NiZn. MgZn ферриты используются в основном импульсных источниках питания для трансформаторов, из NiZn ферритов делают сердечники для высокочастотных устройств, работающих в диапазоне 100 КГц – 10 МГц, в том числе сердечники для магнитных антенн радиоприемников. NiZn ферриты, как правило, имеют меньшую магнитную проницаемость и отличаются более высоким электрическим сопротивлением, фактически являясь диэлектриками.

NiZn ферриты также характеризуются достаточно высокой магнитострикцией и используются в излучателях ультразвука наряду с пьезоизлучателями. Магнитострикционные свойства определяются наличием в составе феррита никеля. Никель – основной материал для магнитострикционных излучателей ультразвука.

Радиотехнические NiZn ферриты отличаются от магнитострикционных меньшей плотностью и прочностью, но поскольку приобрести специальный магнитострикционный феррит затруднительно, в генераторе можно использовать сердечник марки M400НН NiZn. Сердечники марки M400НМ не подходят, поскольку они марганец-цинковые и поэтому обладают слабой магнитострикцией.

Также можно использовать ферриты 600НН, 1000НН, но их труднее найти. Особое внимание нужно уделить возрасту феррита. В продаже имеется достаточно много ферритов из складских запасов, начиная с 1970 годов. Старые ферриты со временем теряют прочность и будут разрушаться при незначительной мощности. Такие ферриты имеют большое количество микротрещин, по которым и ломаются. Для использования в генераторе необходимо приобрести свежий феррит не ранее 2010 года выпуска, желательно аналог 400НН от европейского производителя.

Идеально использовать специальный NiZn магнитострикционный феррит. Такие ферриты обладают повышенной плотностью и прочностью, поскольку технология производства исключает возникновение микротрещин. От магнитострикционных ферритов можно получить в 2-3 раза большую мощность.

Описание узлов генератора.

В магнитострикционном трансформаторе используется стержень диаметром 8-10 мм, длиной около 60 мм. Частота такого сердечника будет находиться в пределах 45-50 КГц. Можно использовать более длинный стержень, при этом, чем длиннее стержень, тем легче он ломается. На слишком коротком стержне мало места для вторичной катушки, хотя возбуждаются любые стержни, начиная с длины 10 мм (с частоты ниже 300 КГц).

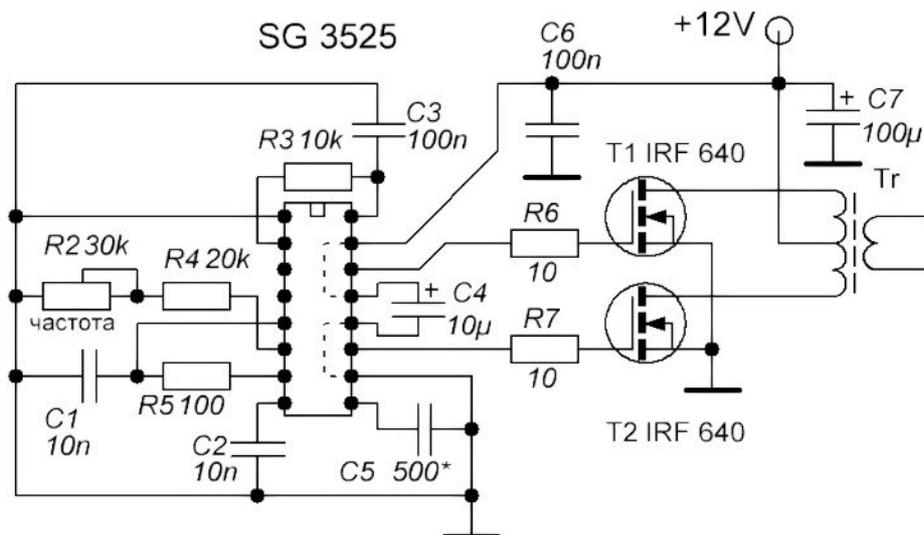
Вторичная обмотка L2 наматывается проводом в эмалевой изоляции диаметром 0.8 – 1 мм виток к витку непосредственно на стержень. Мотается пять витков, затем провод отпускается и центруется посередине стержня. В образовавшийся между проводом и ферритом зазор, в несколько приемов, заливается клей «Секунда». Провод плавно изгибается вдоль стержня.

Далее на стержень надевается пластмассовая трубка, и на трубке мотается первичная обмотка L1, которая содержит 10 витков проводом 1-2 мм. Провод вторичной обмотки крепится к этой трубке на краях.

Для подмагничивания стержня используется постоянный кольцевой магнит от динамика. Обычно одного магнита достаточно, но если резонанс слабый, нужно использовать два-три магнита. Положение магнитов – ближе к концу стержня. При слабом подмагничивании феррит резонирует не только на основной частоте, но и на частоте в два раза меньшей.

Генератор Г1 можно собрать по любой схеме двухтактного преобразователя. В качестве трансформатора используется кольцо или ш-образные сердечники. Первичные обмотки содержат по 10 витков провода 0,8 мм, вторичная обмотка состоит из 3-4 витков провода диаметром 1 мм.

Ниже приведена схема генератора меандра на микросхеме SG 3525:



Микросхему можно подключать к полевым транзисторам без драйверов. Транзисторы могут быть любыми на ток 10-20А и напряжение 200 В с сопротивлением открытого канала от 0.5 Ом и ниже. Емкость конденсатора C5 подбирается под частоту стержня.

СН – стабилизатор напряжения в цепи самозапитки. Можно применить микросхему LM-317 или аналоги. Стабилизацию напряжения также можно осуществить цепью обратной связи на вывод 1 микросхемы SG 3525.

Повышение мощности генератора.

Мощность генератора можно повысить при возбуждении ферритового стержня пачками импульсов. В таком случае стержень не успевает разрушиться.

Для импульсного возбуждения следует подать меандр на вывод 10 микросхемы SG 3525. Частота меандра подбирается экспериментально в пределах 50-500 Гц. Чем ниже частота, тем сильнее успевает раскачаться феррит. При слишком высокой частоте феррит не успевает раскачиваться.

Генератор управления Г2 можно выполнить к примеру на хорошо известной микросхеме NE555, или использовать еще одну микросхему SG 3525. В последнем случае используется только один вывод, 11 или 14.

При импульсном питании пачками, феррит продолжает отдавать энергию между импульсами управления в виде затухающей синусоиды. Настройку феррита в резонанс можно контролировать по наличию синусоиды на выходной обмотке стержневого трансформатора после управляющего импульса. При этом выходной контур размыкается.

Также можно склеить три стержня. Склейка производится эпоксидным клеем, который аккуратно заливается в щель между стянутыми изолянтной ферритами. Чтобы клей не потек, в него добавляется немного изрезанной на мелкие кусочки стеклоткани, и масса тщательно перемешивается. После предварительного, но не полного затвердевания клея, изолянта снимается, и стержни тщательно очищаются ацетоном или растворителем для нитроэмалей.

Одиночный феррит также должен быть чистым. Нельзя притрагиваться к ферриту руками, поскольку спиновые волны сильно затухают в потожировых отложениях.

Особенности сборки генератора.

Приготовьтесь к тому, что ферриты будут ломаться. Приобретите сразу несколько стержней. Сломав первый, вы поймете, какую предельную мощность можно на него подавать.

Ферриты не нормируются на разрушение, если это не магнитоstrictionные ферриты. Поэтому претензии к магазину вы не предъявите. Не берите стержни, если они слегка кривые или имеют не ровную поверхность с вмятинами и царапинами. Это значит, что производитель делает не качественный товар. В таком изделии будет много внутренних трещин. Кроме того, некачественные ферриты имеют несколько резонансов, поскольку ультразвук отражается от неоднородностей.

В идеальном случае на поверхности феррита появится электростатический заряд. Стержень начнет шипеть. Шипение возникает от возникновения хаотических **электрических** доменов, подобных тем, что возникают в СВЧ диодах Гана на кристаллах арсенида галлия. Электрические домены увеличивают прибавочную энергию. Но домены никогда не появятся на феррите, если вы трогали его руками – для электрических доменов слегка загрязненная поверхность равносильна короткому замыканию.

Если вы получили электрические домены, позаботьтесь об **экранировании** генератора, поскольку появится достаточно мощное широкополосное СВЧ излучение.