

# Феррорезонансный, беззатратный высокочастотный блок питания для радиоаппаратуры с частотой 2500 Гц, эквивалентной мощностью 279 Вт

В блоке питания для питания радиоаппаратуры применяется ферритовый трансформатор изготовленный из феррита Ф-720, тип трансформатора ТПИ-4-3. Размеры данного трансформатора следующие: длина: 42 мм, высота 42 мм., ширина 20 мм. В нынешних высокочастотных блоках питания данный трансформатор работает в режиме частотного преобразователя, который за счет задающего частотного ключа работает в режиме частотного генератора, преобразовывая энергию постоянного тока полученную от сети и выпрямленную, в энергию высокой частоты с частотой в несколько килогерц. В высокочастотном режиме данный блок питания дает в цепь нагрузки 40 Вт. эквивалентной **электроэнергии**.

Данный блок питания имеет ряд специфических недостатков. Во первых, указанный блок питания не допускает включения в сеть без нагрузки. Так как лавинообразно и неконтролируемо растет амплитуда высокочастотной энергии и в результате выходит из строя выходной генераторный транзистор КТ838. Во-вторых, аппаратура питаемая данным блоком питания неавтономна и привязана к сети переменного тока. Данной заявкой автор предлагает, на основе данного указанного трансформатора ТПИ-4 высокочастотный блок питания, который будет свободен от недостатков указанного блока питания, будет упрощен схемой на 80%, но самое главное он, работая в феррорезонансном режиме, не будет зависеть ни от какой энергетической сети и радиоаппаратура, питаемая данным блоком питания, будет сохранять полную автономность. Данный блок питания может быть рассмотрен как универсальный блок питания для осуществления электрического питания любой бытовой и переносной радиоаппаратуры.

Так как предлагаемый **высокочастотный блок питания Хмелевского** имеет очень малый вес до 200 грамм и очень малые габариты и при этом он имеет эквивалентную мощность 279 Вт.

Рассмотрим принцип действия и работу предлагаемого блока питания. В начальной стадии до запуска электролитический конденсатор С2 электроемкостью 5 мкф., заряжен резонансным напряжением колебательного контура в 50.1 В. При нажатии кнопки пуск до половины замыкается выключатель ВК коммутирующий цепь индуктивности колебательного контура с рабочей емкостью С1 равную 1 мкф, также в половине нажатия механически фиксируются кнопка так как обычный клавишный переключатель. При дальнейшем нажатии кнопки пуск нажимается кнопка пуск КН1, подающая через резистор положительный импульс на управляющий электрод тиристора Т1. Также при дальнейшем нажатии кнопки пуск нажимается кнопка стоп КН2, разрывающая цепь шунтирующую диод Д2. Т.о. разряд электролитического конденсатора С 2 происходит по следующей цепи: плюсовая обкладка конденсатора С2, кнопка КН1, управляющий электрод тиристора Т1. Тиристор Т1 открывается и в первоначальный момент разряд электролитического конденсатора происходит по следующей цепи: обкладка плюс С2, тиристор Т1, конденсатор колебательного контура С1, замкнутый ВК, диод Д), обкладка минус конденсатора С2. После того как конденсатор С1 зарядится, разряд конденсатора С2 вместе с разрядом конденсатора С1 продолжается по следующей цепи: обкладка плюс С2, тиристор Т1, индуктивность колебательного контура Л1, диод Д2, обкладка минус С-2. После того, как в единичном импульсе разрядился конденсатор С2 схема пуска С2, Т1, Д2 не имеют общей цепи с колебательным контуром и автоматически отсекаются от него. Колебательный контур Л1, С1 работает в режиме автоколебаний, причем подпитка контура происходит за счет балластного резистора Р1, который рассчитан таким образом, чтобы за счет тока перезаряда конденсатора С1 производилась, независимая подпитка колебательного контура на всех режимах электрической нагрузки. Когда оператор

отпускает кнопку пуск кнопка КН1 разрывает управляющий электрод тиристора Т1, а кнопка КН2 шунтирует диод Д2 и происходит заряд электролитического конденсатора С2 по следующей цепи: положительная обкладка С2, Д1, колебательный контур Л1, С1, кнопка КН2, обкладка минус С2. Таким образом при заряде электролитического конденсатора С2 схема находится в ожидании следующего запускающего импульса. При нажатии кнопки стоп механическая система возвращает кнопку пуск в исходное не нажатое состояние, размыкается выключатель ВК коммутирующий цепь конденсатора С1 с индуктивностью, колебательный процесс в энергонесущем колебательном контуре Л1, С1 прекращается. Для того, чтобы обмотку Л1 превратить в индуктивность колебательного контура необходимо в ферритовый магнитопровод внести воздушный зазор. Величина зазора определится:

$$l_{\text{зaz.}} = l_{\text{ср.д.}} \cdot 0,0005 = 100\text{мм} \cdot 0,0005 = 0,05\text{мм}$$

Поскольку трансформатор ТПИ-4 работает в высокочастотном режиме с частотой в несколько килогерц, автор взял за основу расчета частоту 2500 Гц. Что составляет 5000 импульсов в секунду. В качестве частотообразующего конденсатора С1 для колебательного контура автор взял бумажный конденсатор емкостью 1 мкф пробойным напряжением 250 вольт. Основное достоинство данного конденсатора, — это его малогабаритность и малый вес. Необходимо определить емкостное сопротивление данного конденсатора для данной частоты:

$$X_c = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{6.28318 \cdot 2500\text{Гц} \cdot 0.000001\text{Ф}} = 63.662\text{Ом}$$

Поскольку известны емкостное сопротивление и электрическая мощность ферритового магнитопровода, то исходя из этих данных легко определить резонансное напряжение колебательного контура:

$$U_{\text{кол.конт.}} = \sqrt{4\text{Вт} \cdot \pi^2 \cdot 63.662\text{Ом}} = 50.1\text{В}$$

Так как для данного феррита известна индукция, определим количество витков на вольт данного трансформатора, для частоты 2500 Гц от произвольного источника энергии.

$$\frac{\text{Вит}}{\text{вольт}} = \frac{10000}{4,44 \cdot 2500\text{Гц} \cdot 2.4\text{см}^2 \cdot 0,5005\text{Гл}} = 0.75\text{вит}/\text{вольт}$$

Определим количество витков в индуктивности Л1 в режиме резонанса.

$$\text{Вит}_{\text{Л1}} = \frac{50.1\text{В} \cdot 0.75\text{вит}}{\pi} = 12\text{витков}$$

Подтвердим частоту колебательного контура, а для этого определим величину индуктивности Л1.

$$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L = \frac{63.662\text{Ом}}{6.28318 \cdot 2500\text{Гц}} = 0,0040528474\text{Гн}$$

Частота колебательного контура беззатратного феррорезонансного блока питания определится:  
резонансный ток

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{6.28318\sqrt{0.0040528 \cdot 0.000001\Phi}} = 2500 \text{Гц.}$$

Для исключения напряженного температурного режима обмоток трансформатора автор предлагает выполнить обмотку проводом ПЭЛШО лицендрат с жилами диаметром 0.35 x 3 каждая жила должна быть изолирована лаком и все вместе оплетенные шелковой капроновой или стекловолоконной оплеткой. Обмотку колебательного контура автор предлагает выполнить в два провода.

$$S_{\text{пров.}} = (0.35 \cdot 3) \cdot 2 = 1.73 \text{мм}^2$$

Определим резонансный ток энергонесущего колебательного контура:

$$I_{\text{рез.}} = \frac{P_{\text{транс}} \cdot \pi^2}{50.1B} = \frac{4Bm \cdot 9.869604}{50.1B} = 0,8A$$

Так как нормальный электрический ток составного проводника 6A/1мм то допустимый ток феррорезонансного колебательного контура определится:

$$1.73 \text{мм}^2 \cdot 6A = 10,4A$$

кратность допустимого и расчетного токов определится:

$$I_n = \frac{10.4A}{0.8A} = 12.9 \text{раза}$$

Для определения добротности энергонесущего колебательного контура необходимо определить омическое сопротивление обмотки индуктивности колебательного контура. Периметр каркаса составляет 72 мм. Определим длину проводника обмотки колебательного контура:

$$l = 0.72m \cdot 12 \text{витков} = 0,864m$$

Омическое сопротивление энергонесущего колебательного контура определится:

$$R = \frac{0.0175 \cdot 0.864m}{1.73 \text{мм}^2} = 0,00874 \text{ом}$$

Добротность энергонесущего колебательного контура данного высокочастотного блока питания определится:

$$Q = \frac{X_L}{R} = \frac{63.662 \text{ом}}{0.00874 \text{ом}} = 7284 \text{ед.}$$

Определим активную энергию подпитки при полной нагрузке данного энергонесущего высокочастотного колебательного контура в единичном импульсе.

$$P_{n.акт.} = \frac{39.5Vm}{Q - 0,7071 \cdot Q} = 0.0185Vm$$

Определим действительную энергию подпитки приложенную к индуктивности колебательного контура при полной нагрузке в единичном импульсе:

$$P_{п.л} = \frac{0.0185Vm}{Q - 0.7071 \cdot Q} = 0.0000086Vm$$

Определим энергию подпитки приложенную к емкости при полной нагрузке при единичном перезаряде колебательного контура:

$$P_{п.с} = \frac{0.0000086Vm}{\pi} = 0,00000276Vm$$

Автор решил взять произвольную мощность подпитки в размере 0,005Вт приложенную к емкости в виде балластного сопротивления от 300 ком. До 500 ком. Мощностью 0.5 Вт. Данное балластное сопротивление за счет высокочастотного тока перезаряда колебательного тока будет устойчиво обеспечивать энергетическую подпитку данного колебательного контура на всех режимах нагрузки. Т.к. энергонесущий колебательный контур работает в режиме частоты в 5000 импульсов в секунду, то его частотный коэффициент мощности будет отличаться от промышленной частоты минимум в 10 раз.  $K_f=10$ .

Определим эквивалентную мощность данного блока питания:

$$P_{экв.} = P_{тр.} \cdot 0,7071\pi^2 \cdot K_f = 4Vm \cdot 0,7071\pi^2 \cdot 10 = 279Vm$$

Окно для обмотки данного ферритового сердечника следующих размеров

9мм x 30 мм

Количество витков на вольт определилось: 0,2387 вит./вольт. Основными энергоемкими обмотками Л1,3,4. Обмотка Л1 с прокладками в 12 витков в два провода займет два слоя по 2мм. Всего 4 мм, о второй слой можно намотать 5-ю обмотку.

$$12вит \cdot 2 \cdot 2мм + 8,4витка \cdot 0,4 = 52мм$$

Итого 2 слоя.

В третьем слое уложится накальная обмотка  $(0,35 \cdot 3) \cdot 4$  ; 1,5 витка займут

$4мм \cdot 4пр. = 16мм$ , в третьем слое автор предлагает также поместить обмотку в 12 вольт

$(0.35 \cdot 3) \cdot 2пр.; 3вит \cdot 2мм. = 6мм$  ;  $6мм \cdot 2пр. = 12мм$  в третьем слое  $16мм + 12мм = 28 мм$ .

Коэффициент заполнения окна определится:  $2мм + 2мм + 2мм = 6 мм$ . Всего 3 слоя

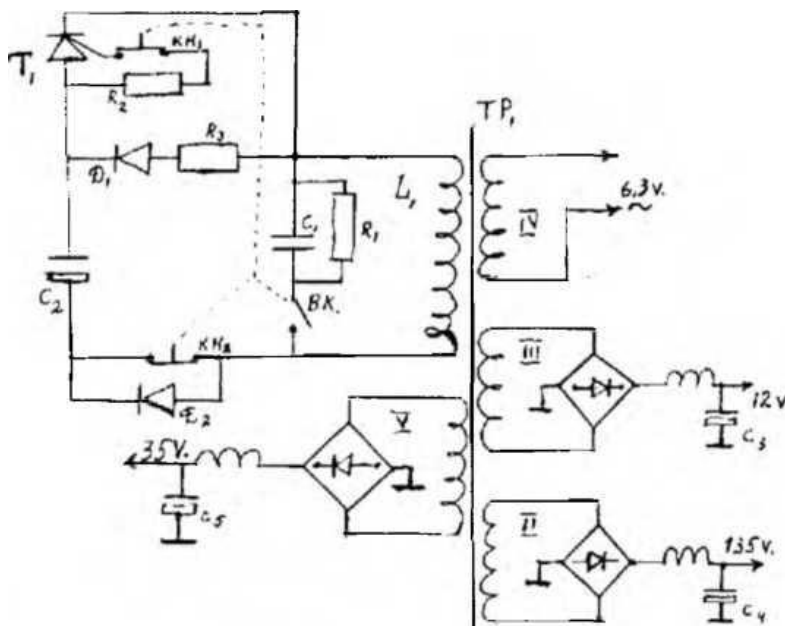
$$K = \frac{9мм - 100\%}{6мм - X.}$$

$$K = \frac{6 \cdot 100\%}{9} = 66\%.$$

Необходимо также для уменьшения внутреннего рассеяния опоясать обмотку и весь ферритовый магнитопровод витком из медной фольги, полностью охватывающий ширину обмотки. Это убирает потери на магнитное рассеяние, экранирует и сосредотачивает высокочастотный магнитный поток и магнитную напряженность внутри феррита, убирая потери на магнитное рассеяние. Таким образом, в данном трансформаторе ТПИ-4-3 можно свободно разместить обмотки с любой картой напряжений для питания любой бытовой и переносной радиоаппаратуры.

Предлагаемый блок питания имеет:

1. Ферритовый трансформатор ТПИ-4-3 — 1 шт.
2. Бумажный конденсатор С1 - 1мкф х 100 вольт
3. Балластное сопротивление МЛТ 0.5 - 300 Ком, сопротивление МЛТ 0.5 -5 Ком.
4. Электролитический конденсатор С2 5 мкф х 100 вольт. Тиристор КУ202. Диоды КД220 -14 шт.. Дроссели фильтров 3 шт.. Электролитические конденсаторы фильтров -3 шт.



ТР-1» Трансформатор ТПИ—4-3

R1 - МЛТ 0,5 — 300 ком. R 2 -МЛТ 0,5 — 3 Ком.

R 3- МЛТ-2 — 200 ом. Конденсатор С 1, К 73 -17— 1,0 мкф х 250 В. Конденсатор С 2-К 80 — 5мкф х 300 В. Т-1-тиристор КУ-202. Диоды КД-226, 14 шт. Конденсаторы С 3,С 4,С 5- К 50-35 —100 мкф х 160 В.

*Автор: Хмелевский Виктор Максимович*

Комментарии: Генераторы по схеме Хмелевского выпускались ранее для геологов, но поскольку патент на изобретение не выдали, то производство прекратили. Прошу заинтересованных в организации производства таких генераторов обратиться ко мне по емейл [a2509@list.ru](mailto:a2509@list.ru) [a2509@yahoo.com](mailto:a2509@yahoo.com) +7 9807243309

Фролов Александр Владимирович

[www.faraday.ru](http://www.faraday.ru)