

120-ВОЛЬТНЫЙ БЛОК ПИТАНИЯ В СЕТИ 220 В

В. ЧУДНОВ, г. Раменское Московской обл.

Наверное, многие сталкивались с такой ситуацией, когда купленный импортный бытовой прибор (например, телефонный аппарат или калькулятор) оказывался укомплектованным выносным блоком питания на сетевое напряжение 120 В. Случай этот, конечно, приятным не назовешь, однако радиолюбителю вполне под силу "заставить" блок нормально работать и от сетевого напряжения 220 В.

Как доработать 120-вольтовый выносной маломощный блок питания для включения в сеть 220 В? Это можно сделать несколькими способами. Рассмотрим их кратко.

Как правило, вся "начинка" блока состоит из сетевого трансформатора, выпрямителя и сглаживающего конденсатора. Поэтому способ первый — разобрать трансформатор, удалить с каркаса все обмотки, рассчитать их заново уже на 220 В, вновь намотать катушку и собрать трансформатор.

Расчет трансформатора сложности не представляет [1], а вот намотка потребует немало хлопот и, конечно, навыка.

Непреодолимым препятствием при использовании этого способа может стать тот факт, что магнитопровод импортного трансформатора часто выполняются неразборным — пластины «намертво» соединяют узким сварным швом. В этом случае можно лишь порекомендовать выбросить трансформатор и подобрать подходящую ему замену с магнитопроводом такого же (или чуть большего) сечения.

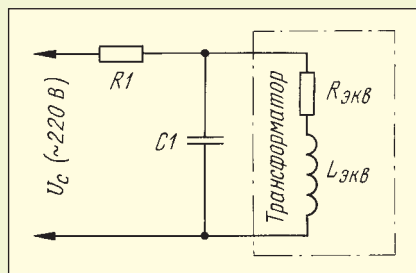
Тем, кому перемотка трансформатора покажется неприемлемой, предлагаем другой очевидный способ — включить последовательно с сетевой обмоткой трансформатора балластный резистор, предварительно рассчитав его сопротивление (в омах) по формуле $R_{\text{бал}} = 12000/P_r$, где P_r — габаритная мощность трансформатора в ваттах, обычно указываемая на корпусе блока.

Способ очень прост, но если подсчитать мощность, которая будет выделяться на этом резисторе (а она будет примерно равна мощности трансформатора!), то станет понятно, что применимость способа ограничена.

Вместо балластного резистора можно использовать балластный конденсатор [2]. Тогда с выделяемой в нем тепловой мощностью проблем не будет — она близка к нулю, но конденсатор потребует внушительных размеров. Достаточно сказать, что его номинальное напряжение должно быть не менее 520 В!

Для подключения к сети маломощных электроприборов с постоянным потреблением мощности иногда применяют еще один способ, основанный на явлении резонанса тока. Оно может происходить в двух параллельных ветвях электрической цепи, питаемой переменным напряжением, если характер сопротивления одной ветви индуктивный, а другой — емкостный (см. схему). Здесь $R_{\text{экв}}$ и $L_{\text{экв}}$ — соответственно эквивалентные активное сопро-

тивление и индуктивность трансформатора блока питания, приведенные к его сетевой обмотке, а элементы R1 и C1 введены дополнительно для реализации резонанса тока.



Легко видеть, что R1 — тот же балластный резистор, но конденсатор C1 здесь компенсирует индуктивную составляющую тока первичной обмотки, поэтому мощность, выделяемая на балластном резисторе, меньше на 30...50%. Амплитудное напряжение на конденсаторе C1 даже в момент включения не превышает 200 В.

Таким образом, необходимо лишь определить номиналы дополнительных элементов, а для этого нужно знать $R_{\text{экв}}$ и $L_{\text{экв}}$. На блоке питания обычно указывают входное номинальное напряжение блока питания $U_{\text{вх}}$, полную габаритную мощность P_r , выходное напряжение $U_{\text{вых}}$, ток нагрузки I_n и иногда — потребляемый ток $I_{\text{вх}}$. Омметром следует измерить сопротивление сетевой R_1 и вторичной R_{II} обмоток трансформатора.

Расчет начинают с определения потребляемого тока (если он не указан): $I_{\text{вх}} = P_r / U_{\text{вх}}$. Далее подсчитывают активную мощность, потребляемую блоком питания от сети: $P_a = I_{\text{вх}}^2 \cdot R_1 + I_n^2 \cdot R_{\text{II}} + I_n \cdot U_{\text{вых}}$ (предполагается, что нагрузка блока чисто активная и не учитываются потери на вихревой ток и перемагничивание магнитопровода), и реактивную мощность: $P_x = \sqrt{P_a^2 - P_a^2}$.

По значениям активной и реактивной мощности рассчитывают эквивалентные активное сопротивление и индуктивность трансформатора, приведенные к его сетевой обмотке: $R_{\text{экв}} = P_a / I_{\text{вх}}^2$; $L_{\text{экв}} = P_x / (\omega \cdot I_{\text{вх}}^2)$, где $\omega = 2\pi \cdot f$; f — частота напряжения сети — 50 Гц.

Емкость конденсатора C1 определяют из условия равенства нулю реактивной проводимости цепи, образованной параллельным включением конденсатора и трансформатора: $C1 = L_{\text{экв}} / A$, где $A = \omega^2 \cdot L_{\text{экв}}^2 + R_{\text{экв}}^2$.

Сопротивление балластного резистора R1 и его мощность P_{R1} рассчитыва-

ют по формулам:

$$R1 = A / R_{\text{экв}} (U_c / U_{\text{вх}} - 1);$$

$$P_{R1} = U_{\text{вх}} \cdot R_{\text{экв}} (U_c - U_{\text{вх}}) / A, \text{ где } U_c = 220 \text{ В.}$$

Предлагаемая методика была использована при доработке выносного блока питания для калькулятора, который имел следующие параметры: $U_{\text{вх}} = 120 \text{ В}$; $P_r = 3 \text{ В} \cdot \text{А}$; $U_{\text{вых}} = 5,6 \text{ В}$; $I_n = 0,2 \text{ А}$; сопротивление обмоток, измеренное омметром, $R_1 = 764 \text{ Ом}$; $R_{\text{II}} = 3 \text{ Ом}$. По исходным значениям были рассчитаны параметры элементов: $R_{\text{экв}} = 2748 \text{ Ом}$; $L_{\text{экв}} = 12,54 \text{ Гн}$; $C1 = 0,54 \text{ мкФ}$; $R1 = 6987 \text{ Ом}$; $P_{R1} = 1,48 \text{ Вт}$. Выбираем конденсатор МБГЧ емкостью 0,5 мкФ на напряжение 250 В и резистор МЛТ-2 сопротивлением 6,8 кОм. Расчеты показали, что при включении напряжение на конденсаторе не превышает значения, соответствующего установившемуся режиму (120 В), а при отключении — превышает всего на 4 %.

В заключение — некоторые рекомендации. Емкость конденсатора C1 желательно выбирать возможно ближе к расчетной. Этого добиваются параллельным включением необходимого числа конденсаторов (значения емкости при этом суммируются). Номинальное напряжение всех конденсаторов должно быть не менее 200 В. Конденсаторы следует использовать бумажные (МБГЧ, МБГП и др.), предназначенные для работы в цепи переменного тока; при выборе типа и номинального напряжения необходимо воспользоваться справочником по электрическим конденсаторам.

Мощность резистора R1 выбирают больше расчетной. Иногда требуется корректировка сопротивления резистора, которую лучше всего проводить при подключении к блоку питания номинальной нагрузки. При пониженном выходном напряжении сопротивление должно быть меньше, при повышенном — больше.

Конденсатор и резистор можно разместить внутри блока питания, если найдется свободное место (не забудьте в стенках блока просверлить вентиляционные отверстия), или в отдельном корпусе, выполненном в виде переходника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев Ю. Самодельный блок питания? Нет ничего проще. — Радио, 1992, № 4, с. 53, 54.
2. Бирюков С. Расчет сетевого источника питания с гасящим конденсатором. — Радио, 1997, № 5, с. 48—50.

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Условия см. в "Радио", 1998, №1, с.39

Блоки защиты ТЛФ-линий и радиотелефонов от пиратов. С кодом и без кода. 220141, Минск, а/я 300 ТИД. Тел. (017)235-80-06; факс (017)260-84-02.

Программаторы, эмуляторы ПЗУ, ассемблеры, целевые платы микроконтроллеров и DSP. АОНЫ, автоответчики, спикерфоны и др. Наборы для сборки. Разработка электронных устройств под заказ. Бесплатный каталог (конверт с обр. адресом). 620078, г. Екатеринбург, а/я 199, Засыпкину С. В.