

# Высоковольтный источник питания на пьезокерамическом трансформаторе

В статье приведено описание практических схем высоковольтных источников питания с нестандартным способом подачи сигнала на пьезотрансформатор.

При общих тенденциях снижения питающего напряжения современных электронных устройств остаются отдельные задачи, для решения которых требуются источники высокого напряжения порядка единиц и десятков киловольт. Классический подход, сформировавшийся на заре развития радиотехники и в дальнейшем претерпевший, в сущности, незначительные изменения — это электромагнитное устройство (катушка индуктивности, трансформатор) с узлом управлением или, в частном случае, без него. При всех очевидных выгодах и достоинствах этому подходу присущи и недостатки, такие как значительная трудоемкость изготовления и высокая цена. На этом фоне применение многослойных пьезоэлектрических трансформаторов сулит значительные выгоды. Однако, надо заметить, что долгое время их внедрение сдерживалось отсутствием высококачественной пьезокерамики с необходимыми электрофизическими свойствами. В настоящее время многие проблемы решены и не существует особых препятствий для более широкого внедрения пьезотрансформаторов. В качестве примера ниже описаны примеры устройств, несколько отличных от традиционных, для управления пьезотрансформаторами [1] и позволяющие получить достаточно хорошие характеристики.

На рис. 1 приведена схема высоковольтного блока питания, отличительной особенностью которого является отсутствие цепи обратной связи. Дело в том, что добротность высоковольтных пьезотрансформаторов, работающих, как правило, в режиме, близком к холостому

ходу, может достигать 1000, и при воздействии внешних факторов возможен неустойчивый пуск, срыв возбуждения или работа на гармониках. Поэтому для поддержания стабильных выходных параметров вводят различные цепи обратной связи, проектируют пьезотрансформаторы со специальной секцией. Всего этого на схеме, представленной на рис. 1 нет, а проблема обеспечения стабильных выходных параметров решается введением качания частоты в задающем генераторе, выполненном на логических элементах DD1, DD2. При помощи подстроечного резистора R5 задают частоту, равную удвоенному значению резонансной частоты пьезотрансформатора (82...84 кГц), а резистором R2 устанавливают ее качание в пределах  $\pm 5\%$ . На триггере DD2.1 выполнен делитель на два, на вход R которого подаются управляющие импульсы с низкочастотного генератора, выполненного на триггере DD2.2. Они обеспечивают регулирование скважности пачек импульсов управляющего сигнала и, как следствие, напряжение на выходе умножителя. Таким образом, на выходе DD2.1 формиру-

ется противофазный управляющий сигнал для пьезотрансформатора. Его временная диаграмма представлена на рис. 2. Для повышения нагрузочной способности логические элементы DD1.3, DD1.4 и DD1.5, DD1.6 соединены попарно параллельно. В качестве TV1 используется многослойный пьезотрансформатор ТПЭМ-9. Умножитель напряжения выполнен по известной схеме. Число

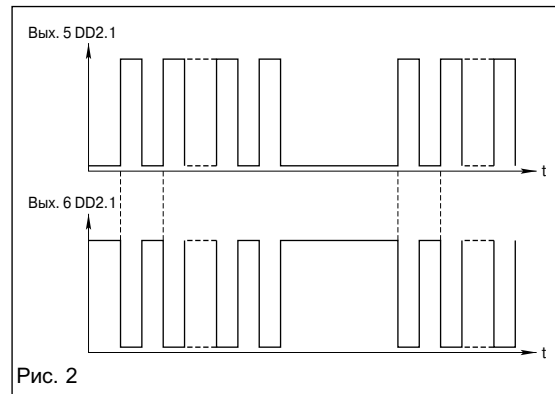


Рис. 2

ступеней умножения выбирают исходя из требуемого выходного напряжения.

При выходном токе порядка единиц микроампер с каждой ступени удвоения можно получить выходное напряжение не менее 1 кВ.

На рис. 3 представлена схема блока питания, в котором аналогичный алгоритм реализован на микроконтроллере КР1878ВЕ1. Резонансная частота устанавливается при программировании микроконтроллера, а скважность

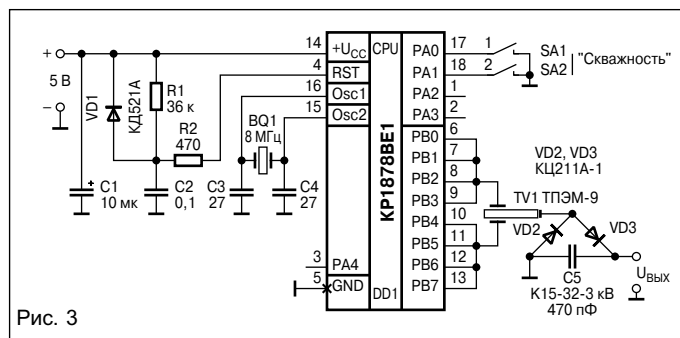


Рис. 3

пачек импульсов, определяющую выходное напряжение, задают при помощи переключателей SA1 и SA2.

Таким образом, применение элементов функциональной электроники, каким является пьезокерамический трансформатор, обеспечивает упрощение конструкции, повышение технологичности изготовления, повышение надежности при общем снижении затрат на производство.

**Александр Медведев,  
Александр Кисляков,  
asu@romz.ru**

### Литература:

1. А. А. Ерофеев, Г. А. Данов, В. Н. Фролов. Пьезокерамические трансформаторы и их применение в радиоэлектронике. — М.: Радио и связь, 1988.

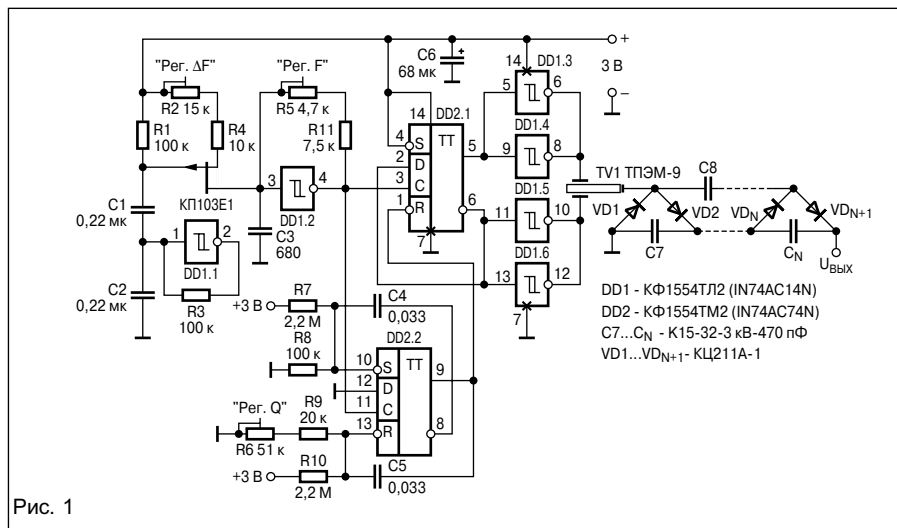


Рис. 1