

УДК 621.375.026

А.А. Титов, А.В. Максимов, С.Н. Питченко

Устройства управления амплитудой мощных однополярных импульсов

Рассмотрены особенности построения устройств управления амплитудой мощных импульсов на биполярных транзисторах.

Ключевые слова: импульсные сигналы, устройства управления, регулирование, модуляция, ограничение.

Известные в настоящее время устройства ограничения, регулирования и модуляции амплитуды гармонических и импульсных сигналов [1, 2] рассчитаны на уровни мощности управляемых сигналов не превышающие 0,5...1 Вт. Задача управления амплитудой более мощных импульсных сигналов решена в устройстве защиты усилителей однополярных импульсов от перегрузки по входу и рассогласования по выходу, описанном в [3], где в качестве самоуправяемого ограничителя мощных импульсных сигналов использован биполярный транзистор. Функциональная схема устройства защиты от перегрузок усилителей однополярных импульсов приведена на рис. 1, где $Tr1$ – трансформатор тока; $U_{упр}$ – напряжение управления.

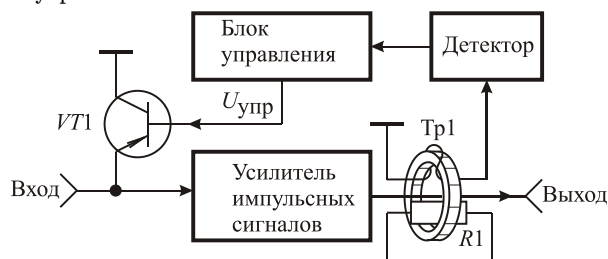


Рис. 1. Функциональная схема устройства защиты от перегрузок усилителей однополярных импульсов

Устройство защиты работает следующим образом. На базу транзистора $VT1$ с блока управления, имеющего малое выходное сопротивление, подается постоянное запирающее оба перехода транзистора напряжение $U_{упр}$. При превышении амплитуды усиливаемых импульсов значения $U_{упр}$ транзистор $VT1$ открывается, и его входное сопротивление будет составлять доли ом. Поэтому в этом случае $VT1$ будет играть роль самоуправяемого ограничителя и защищать усилитель от перегрузки по входу. При превышении выходным сигнальным током допустимого значения напряжение, подаваемое с детектора на вход блока управления, начинает превышать порог срабатывания блока управления и напряжение $U_{упр}$ на его выходе уменьшается. Это приводит к уменьшению сигнала на входе усилителя. Резистор $R1$ позволяет изменять уровень магнитного поля в ферритовом кольце и потери мощности в нем [4].

На рис. 2 приведена принципиальная схема устройства регулировки и модуляции амплитуды однополярных импульсов, в котором использовано свойство биполярного транзистора играть роль самоуправяемого ограничителя однополярных импульсов.

Делитель напряжения на резисторах $R2$ и $R3$ необходим для сохранения работоспособности устройства при работе от генератора с малым выходным сопротивлением. На вход 1 подается модулирующее напряжение. На вход 2 подаются модулируемые импульсы положительной полярности. Изменение положения движка резистора $R1$ приводит к изменению напряжения на базе транзистора $VT1$ и, при отсутствии модулирующего напряжения, к соответствующему изменению выходного импульсного напряжения. Интересно, что при больших ам-

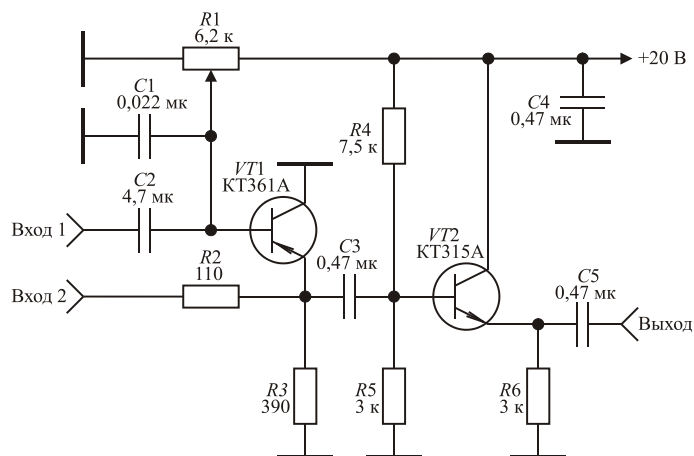


Рис. 2. Принципиальная схема устройства регулировки и модуляции амплитуды однополярных импульсов

плитудах входных сигналов амплитуда напряжения импульсов на выходе устройства строго соответствует напряжению, подаваемому на базу транзистора $VT1$. Эмиттерный повторитель необходим для сохранения работоспособности устройства регулирования при работе на низкоомную нагрузку.

Недостатком рассмотренного выше устройства регулировки и модуляции амплитуды однополярных импульсов (рис. 2) является то, что оно, при отсутствии резистора $R2$, может работать только от генератора импульсов с выходным сопротивлением, много большим сопротивления насыщения используемого биполярного транзистора $VT1$. Согласно [5] генераторы мощных сигналов имеют, как правило, малое выходное сопротивление, что приводит к ограничению использования этого устройства.

Для устранения указанного недостатка в [6] предложена функциональная схема устройства управления амплитудой мощных однополярных импульсов с последовательным включением биполярного транзистора в тракт передачи. На рис. 3 приведена принципиальная схема такого устройства, разработанная на основе функциональной схемы из [6].

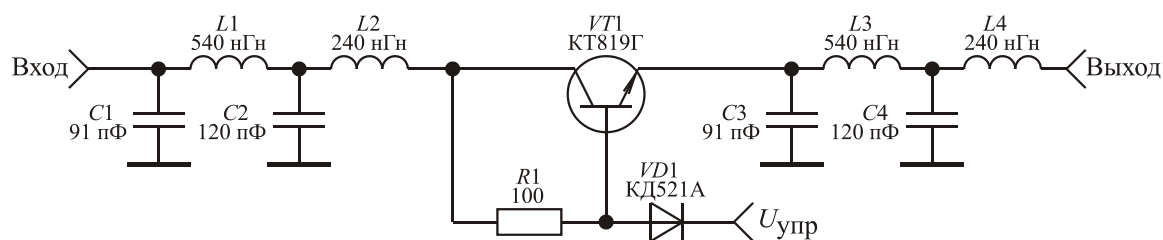


Рис. 3. Принципиальная схема устройства управления амплитудой мощных однополярных импульсов

Устройство управления амплитудой мощных однополярных импульсов работает следующим образом. На вход сигнала управления подается постоянное напряжение управления $U_{упр}$, равное требуемой амплитуде импульсов на выходе устройства. В исходном состоянии полупроводниковый диод $VD1$ закрыт. При подаче на вход устройства импульсов, имеющих амплитуду меньше, чем значение постоянного напряжения управления $U_{упр}$, диод $VD1$ остается закрытым. Биполярный транзистор $VT1$ в момент подачи импульсов на вход устройства входит в насыщение благодаря поступлению на его базу через резистор $R1$ отпирающего импульсного напряжения. Сопротивление насыщения транзистора $VT1$ составляет десятые доли ом. В этом случае импульс, подаваемый на вход устройства, беспрепятственно проходит на его выход и поступает в нагрузку, на которой выделяется импульсное напряжение, равное амплитуде входных импульсов. При подаче на вход устройства импульсов, имеющих амплитуду, превышающую значение постоянного напряжения управления $U_{упр}$, диод $VD1$ открывается, и на базе транзистора $VT1$ устанавливается напряжение, равное напряжению $U_{упр}$. Поэтому как только амплитуда импульса на выходе устройства станет равной напряжению $U_{упр}$, транзистор $VT1$ входит в режим ограничения, препятствуя дальнейшему росту тока в нагрузке, поскольку напряжение на эмиттере транзистора не может превышать напряжения на его базе.

Рассматриваемое устройство управления амплитудой мощных однополярных импульсов (рис. 3) может работать от генератора как с малым, так и с большим внутренним сопротивлением, однако обладает ограниченным диапазоном управления амплитудой выходных импульсов.

Для устранения указанного недостатка в [7] предложена функциональная схема устройства управления амплитудой мощных импульсных сигналов со стабилизацией уровня насыщения биполярного транзистора, последовательно включенного в тракт передачи. На рис. 4 приведена принципиальная схема такого устройства, разработанная на основе функциональной схемы из [7].

Устройство управления амплитудой мощных импульсных сигналов работает следующим образом. На вход сигнала управления подается постоянное напряжение управления $U_{упр}$, равное требуемой амплитуде импульсов на выходе устройства. В исходном состоянии полупроводниковый диод $VD1$ закрыт, и при подаче на вход устройства импульсов, имеющих амплитуду меньше, чем значение постоянного напряжения управления $U_{упр}$, полупроводниковый диод $VD1$ остается закрытым. Биполярный транзистор $VT2$, в момент поступления на вход устройства импульсов, входит в состояние, близкое к насы-

щению, благодаря подаче на его базу через биполярный транзистор $VT1$ отпирающего импульсного напряжения. Это напряжение ограничено коллекторным током биполярного транзистора $VT1$, который в свою очередь определяется сопротивлением резистора $R1$. Изменением сопротивления резистора $R1$ можно регулировать величину максимального импульсного тока биполярного транзистора $VT2$.

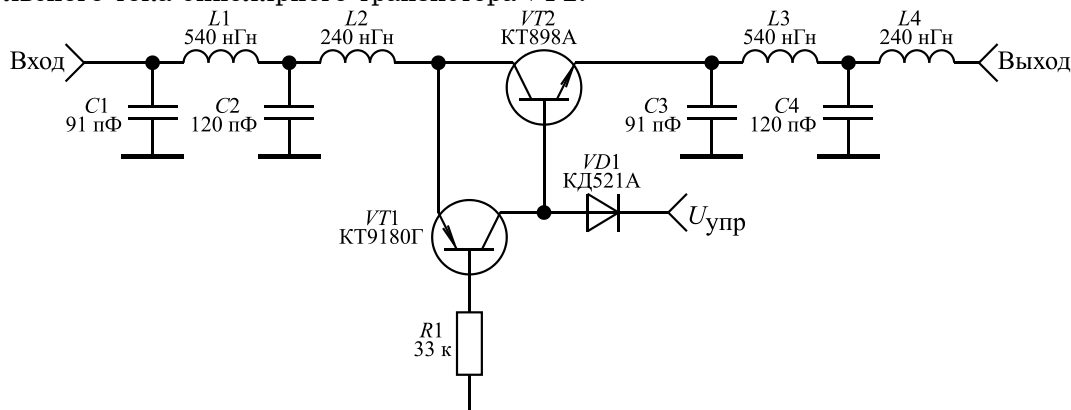


Рис. 4. Принципиальная схема устройства управления амплитудой мощных импульсных сигналов со стабилизацией уровня насыщения

Рассмотренные устройства управления амплитудой мощных гармонических и импульсных сигналов значительно расширяют возможности построения и упрощения различных радиотехнических систем.

Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (государственный контракт № 02.740.11.0514 от 15.03.10).

Литература

1. Криптографический ликбез [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ssl.stu.neva.ru/psw/crypto.html>, свободный (дата обращения: 24.05.2010).
2. Радиопередающие устройства / В.В. Шахгильдян, В.Б. Козырев, А.А. Ляховкин и др.; под ред. В.В. Шахгильдяна. – М.: Радио и связь, 2003. – 560 с.
3. Патент № 2328818 РФ, МПК7 H03G 3/30. Устройство защиты усилителя однополярных импульсов от перегрузки по току / А.А. Титов, А.В. Семенов, В.П. Пушкарев. – Оpubл. 10.07.2008. – Бюл. – № 19.
4. Свидетельство на полезную модель № 32883 РФ, МПК7 G01R 19/02. Широкополосный датчик высокочастотного тока / А.А. Титов, В.Н. Ильющенко. – Оpubл. 27.09.2003. – Бюл. – № 27.
5. Пикосекундная импульсная техника / В.Н. Ильющенко, Б.И. Авдоченко, В.Ю. Баранов и др.; под ред. В.Н. Ильющенко. – М.: Энергоатомиздат, 1993. – 368 с.
6. Патент № 2395897 РФ, МПК7 H03G 3/00. Устройство управления амплитудой мощных однополярных импульсов / А.А. Титов, А.В. Семенов, В.П. Пушкарев, В.И. Юрченко. – Оpubл. 27.07.2010. – Бюл. – № 21.
7. Заявка на изобретение № 2009126917 РФ, МПК7 H03G 3/30. Устройство управления амплитудой мощных импульсных сигналов / А.А. Титов, А.В. Семенов, В.П. Пушкарев – Приоритет от 13.07.2009.

Титов Александр Анатольевич

Д-р техн. наук, проф. каф. радиоэлектроники и защиты информации (РЗИ) ТУСУРа
Тел.: (382-2) 41-33-65
Эл. почта: titov_aa@rk.tusur.ru

Максимов Анатолий Владимирович

Инженер каф. РЗИ ТУСУРа

Питченко Сергей Николаевич

Мл. науч. сотрудник каф. РЗИ ТУСУРа

Titov A.A., Maksimov A.V., Pitchenko S.N.

Devices for amplitude control of powerful unipolar pulses

Design features of the bipolar transistor devices intended for amplitude control of powerful unipolar pulses are considered.

Keywords: pulse signals, control devices, regulation, modulation, limitation.