

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПИТАНИЯ НАГРУЗКИ

Предлагаемые технические решения относятся к области электротехники и могут быть использованы для создания средств
5 электропитания, обеспечивающих получение неизменяемой величины постоянного тока, протекающего в цепи изменяемой нагрузки, в более широком диапазоне нагрузок.

Аналогичные технические решения известны, см., например, описание изобретения к авторскому свидетельству СССР № 1229742, которое
10 содержит нижеследующую совокупность существенных признаков:

- источник постоянного напряжения;
- преобразователь постоянного напряжения в импульсное напряжение, подсоединённый своим входом к выходу источника постоянного напряжения;
- 15 - преобразователь импульсного напряжения в постоянное напряжение, подсоединённый своим входом к выходу преобразователя постоянного напряжения в импульсное напряжение (DLC-фильтр);
- линейный стабилизатор, подсоединённый своим входом к выходу преобразователя импульсного напряжения в постоянное напряжение;
- 20 - первый делитель напряжения, подсоединённый параллельно преобразователю импульсного напряжения в постоянное напряжение;
- второй делитель напряжения, подсоединённый между выходом линейного стабилизатора напряжения и отрицательным выводом источника постоянного напряжения;
- 25 - нагрузку, подсоединённую первым своим выводом к выходу линейного стабилизатора напряжения и вторым своим выводом к отрицательному выводу источника постоянного напряжения;
- схему управления, подсоединённую своим первым входом к выходу первого делителя напряжения, своим вторым входом к выходу второго

делителя напряжения и своим выходом к управляющему входу преобразователя постоянного напряжения в импульсное напряжение,

Общими признаками предлагаемых вариантов устройств для получения постоянного тока, протекающего в цепи питания нагрузки. и выше охарактеризованного аналогичного технического решения являются:

- источник постоянного напряжения;
- преобразователь постоянного напряжения в импульсное напряжение, подсоединённый своим входом к выходу источника постоянного напряжения;
- преобразователь импульсного напряжения в постоянное напряжение;
- нагрузка;
- схема управления, подключённая своим выходом к управляющему входу преобразователя постоянного напряжения в импульсное напряжение.

Известно также аналогичное техническое решение, см. описание источника постоянного тока «100W Single Output LED Power Supply HVGC-1 0 0 s e r i e s», опубликованное компанией MeanWell Enterprises Co 20 марта 2012г., которое выбрано в качестве ближайшего аналога - прототипа и которое содержит нижеследующую совокупность существенных признаков:

- источник постоянного напряжения;
- преобразователь постоянного напряжения в импульсное напряжение, подсоединённый своим входом к выходу источника постоянного напряжения;
- первый узел гальванической развязки, выполненный в виде трансформатора и подсоединённый своими входами (выводами своей первичной обмотки) к выходам преобразователя постоянного напряжения в импульсное напряжение;

- преобразователь импульсного напряжения в постоянное напряжение, подсоединённый своими входами к выводам вторичной обмотки трансформатора первого узла гальванической развязки;
- нагрузку, подсоединённую своими выводами к выходам
- 5 преобразователя импульсного напряжения в постоянное напряжение;
- первую схему защиты от перегрузки, подсоединённую своим входом к отрицательному выводу преобразователя импульсного напряжения в постоянное напряжение;
- схему выделения сигнала ошибки, подсоединённую своим первым
- 10 входом к выходу схемы защиты от перегрузки и своим вторым входом к положительному выводу преобразователя импульсного напряжения в постоянное напряжение;
- схему защиты от перенапряжения, подсоединённую своим входом к положительному выводу преобразователя импульсного напряжения в
- 15 постоянное напряжение;
- второй узел гальванической развязки, подсоединённый своим входом к выходу схемы выделения сигнала ошибки;
- третий узел гальванической развязки, подсоединённый своим входом к выходу схемы защиты от перенапряжения;
- 20 - схему управления, подсоединённую своим первым входом к выходу второго узла гальванической развязки, своим вторым входом к выходу третьего узла гальванической развязки и своим выходом к управляющему входу преобразователя постоянного напряжения в импульсное напряжение;
- 25 - вторую схему защиты от перегрузки, подсоединённую своим входом к соответствующему выходу преобразователя постоянного напряжения в импульсное напряжение и своим выходом к третьему входу схемы управления.

Общими признаками предлагаемых вариантов технических решений и прототипа являются:

- источник постоянного напряжения;
- преобразователь постоянного напряжения в импульсное напряжение,
5 подсоединённый своими входами к выходам источника постоянного напряжения;
- первый узел гальванической развязки, подсоединённый своими входами (выводами своей первичной обмотки) к выходам преобразователя постоянного напряжения в импульсное напряжение;
- 10 - преобразователь импульсного напряжения в постоянное напряжение, подсоединённый своими входами к выходам первого узла гальванической развязки (выводам вторичной обмотки трансформатора первого узла гальванической развязки);
- нагрузка, подсоединённая первым своим выводом к выходу
15 преобразователя импульсного напряжения в постоянное напряжение;
- второй узел гальванической развязки;
- схема управления.

Технический результат, который невозможно достичь ни одним из выше охарактеризованных аналогичных технических решений,
20 заключается в получении неизменяемой величины постоянного тока, протекающего в цепи изменяемой нагрузки, в более широком диапазоне нагрузок.

Причиной невозможности достижения вышеуказанного технического результата является то, что в известных устройствах для
25 получения постоянного тока, протекающего в цепи питания нагрузки, вопросам получения неизменяемой величины постоянного тока, протекающего в цепи изменяемой нагрузки, в более широком диапазоне изменяемых нагрузок, должного внимания не уделялось, так как считалось, что достигнутые значения диапазона нагрузок вполне
30 удовлетворяет требованиям настоящего времени.

Учитывая характеристику и анализ известных аналогичных технических решений, можно сделать вывод, что задача создания средств для получения постоянного тока, протекающего в цепи питания изменяемой нагрузки, обладающих более широким диапазоном
5 изменяемых нагрузок, является актуальной на сегодняшний день.

Технический результат, указанный выше, согласно первому варианту предлагаемого технического решения, достигается тем, что устройство для получения постоянного тока, протекающего в цепи питания нагрузки, содержащее источник постоянного напряжения,
10 преобразователь постоянного напряжения в импульсное напряжение, подсоединённый своими входами к выходам источника постоянного напряжения, первый узел гальванической развязки, подсоединённый своими входами к выходам преобразователя постоянного напряжения в импульсное напряжение, преобразователь импульсного напряжения в
15 постоянное напряжение, подсоединённый своими входами к выходам первого узла гальванической развязки, нагрузку, подсоединённую первым своим выводом к выходу преобразователя импульсного напряжения в постоянное напряжение, второй узел гальванической развязки и схему управления, снабжено стабилизатором постоянного
20 тока, подсоединённым своим входом к второму выводу нагрузки и к первому входу схемы управления, а своим выходом к второму входу схемы управления, подсоединённой своим выходом через второй узел гальванической развязки к управляющему входу преобразователя постоянного напряжения в импульсное напряжение.

25 Введение стабилизатора постоянного тока, подсоединённого своим входом к соответствующему выводу нагрузки, к первому входу схемы управления, своим выходом к второму входу схемы управления, подсоединённой своим выходом через второй узел гальванической развязки к управляющему входу преобразователя постоянного
30 напряжения в импульсное напряжение, согласно первому варианту

предлагаемого технического решения, позволяет, в результате управления процессом преобразования постоянного напряжения в импульсное напряжение посредством сигнала управления, поступающего с выхода второго узла гальванической развязки (который
5 обеспечивает передачу сигнала без электрического контакта и исключает появление паразитных токов по шине земли, вызванных разностью потенциалов отдалённых друг от друга земель, и тем самым снижает индуктивные наводки, вызванные этими токами, а также обеспечивает защиту оборудования и людей от поражения
10 электрическим током), и подачи импульсного напряжения, сформированного при преобразовании постоянного напряжения в импульсное напряжение, через первый узел гальванической развязки (который обеспечивает передачу импульсного напряжения без электрического контакта и исключает появление паразитных токов по
15 шине земли, вызванных разностью потенциалов отдалённых друг от друга земель, и тем самым снижает индуктивные наводки, вызванные этими токами, а также обеспечивает защиту оборудования и людей от поражения электрическим током), на вход преобразователя импульсного напряжения в постоянное напряжение, которое через изменяемую
20 нагрузку подаётся на стабилизатор тока, который обеспечивает протекание стабильного тока в цепи питания изменяемой нагрузки, а также в результате использования напряжения, поступающего с соответствующего вывода нагрузки на первый вход схемы управления, и использования напряжения, поступающего на второй вход схемы
25 управления с выхода стабилизатора постоянного тока, и подачи сигнала управления с выхода схемы управления на вход второго узла гальванической развязки, осуществить стабилизацию падения напряжения на стабилизаторе тока на минимально допустимом уровне и тем самым обеспечить получение неизменяемой величины постоянного

тока, протекающего в цепи изменяемой нагрузки, в более широком диапазоне нагрузок.

При этом максимальное выходное напряжение на нагрузке при стабильном токе нагрузки ограничено только предельно допустимыми
5 напряжениями элементов, входящих в состав преобразователя импульсного напряжения в постоянное напряжение, которые могут быть достаточно большими, поэтому величина сопротивления нагрузки может меняться в широких пределах.

Таким образом, обеспечивается протекание неизменяемой
10 величины постоянного тока в нагрузке в более широком диапазоне изменений значения нагрузки. В чём и проявляется достижение вышеуказанного технического результата согласно первому варианту предлагаемого технического решения.

Технический результат, указанный выше, согласно второму
15 варианту предлагаемого технического решения, достигается тем, что устройство для получения постоянного тока, протекающего в цепи питания нагрузки, содержащее источник постоянного напряжения, преобразователь постоянного напряжения в импульсное напряжение, подсоединённый своими входами к выходам источника постоянного
20 напряжения, первый узел гальванической развязки, подсоединённый своими входами к выходам преобразователя постоянного напряжения в импульсное напряжение, преобразователь импульсного напряжения в постоянное напряжение, подсоединённый своими входами к выходам первого узла гальванической развязки, нагрузку, подсоединённую
25 первым своим выводом к выходу преобразователя импульсного напряжения в постоянное напряжение, второй узел гальванической развязки и схему управления, снабжено стабилизатором постоянного тока, подсоединённым своим входом к второму выводу нагрузки, к отрицательному выводу источника постоянного напряжения и к первому
30 входу схемы управления, а своим выходом к второму входу схемы

управления, подсоединённой своим выходом через второй узел гальванической развязки к управляющему входу преобразователя постоянного напряжения в импульсное напряжение.

Введение стабилизатора постоянного тока, подсоединённого своим входом к соответствующему выводу нагрузки, к первому входу
5 схемы управления и к отрицательному выводу источника постоянного напряжения, а своим выходом к второму входу схемы управления, подсоединённой своим выходом через второй узел гальванической развязки к управляющему входу преобразователя постоянного
10 напряжения в импульсное напряжение, согласно второму варианту предлагаемого технического решения, позволяет, в результате управления процессом преобразования постоянного напряжения в импульсное напряжение посредством сигнала управления, поступающего с выхода второго узла гальванической развязки (который
15 обеспечивает передачу сигнала управления без электрического контакта между схемой управления и преобразователем постоянного напряжения в импульсное напряжение), и подачи импульсного напряжения, сформированного при преобразовании постоянного напряжения в импульсное напряжение, через первый узел гальванической развязки
20 (который обеспечивает передачу импульсного напряжения без электрического контакта между преобразователем постоянного напряжения в импульсное напряжение и преобразователем импульсного напряжения в постоянное напряжение) на вход упомянутого преобразователя импульсного напряжения в постоянное напряжение,
25 которое через изменяемую нагрузку подаётся на стабилизатор тока, который обеспечивает протекание стабильного тока в цепи питания изменяемой нагрузки, а также в результате использования напряжения, поступающего с соответствующего вывода нагрузки, соединённого с отрицательным выводом источника постоянного напряжения, на первый
30 вход схемы управления, и использования напряжения, поступающего на

второй вход схемы управления с выхода стабилизатора постоянного тока, и подачи сигнала управления с выхода схемы управления на вход второго узла гальванической развязки осуществить стабилизацию падения напряжения на стабилизаторе тока на минимально допустимом уровне и тем самым обеспечить получение неизменяемой величины постоянного тока, протекающего в цепи изменяемой нагрузки, в более широком диапазоне нагрузок.

При этом максимальное выходное напряжение на нагрузке при стабильном токе нагрузки ограничено только предельно допустимыми напряжениями элементов, входящих в состав преобразователя импульсного напряжения в постоянное напряжение, которые могут быть достаточно большими, поэтому величина сопротивления нагрузки может меняться в широких пределах.

Таким образом, обеспечивается протекание неизменяемой величины постоянного тока в нагрузке в более широком диапазоне изменений значения нагрузки. В чём и проявляется достижение вышеуказанного технического результата согласно второму варианту предлагаемого технического решения, при этом потенциал на первом выводе нагрузки является положительным относительно потенциала отрицательного вывода источника постоянного напряжения (общей шины устройства).

Технический результат, указанный выше, согласно третьему варианту предлагаемого технического решения, достигается тем, что устройство для получения постоянного тока, протекающего в цепи питания нагрузки, содержащее источник постоянного напряжения, преобразователь постоянного напряжения в импульсное напряжение, подсоединённый своими входами к выходам источника постоянного напряжения, первый узел гальванической развязки, подсоединённый своими входами к выходам преобразователя постоянного напряжения в импульсное напряжение, преобразователь импульсного напряжения в

постоянное напряжение, подсоединённый своими входами к выходам первого узла гальванической развязки, нагрузку, подсоединённую первым своим выводом к выходу преобразователя импульсного напряжения в постоянное напряжение, второй узел гальванической развязки и схему управления, снабжено стабилизатором постоянного тока, подсоединённым своим входом к другому выводу нагрузки и к первому входу схемы управления, а своим выходом к второму входу схемы управления, подсоединённой своим выходом через второй узел гальванической развязки к управляющему входу преобразователя постоянного напряжения в импульсное напряжение, а нагрузка подсоединена первым своим выводом к отрицательному выводу источника постоянного напряжения.

Введение стабилизатора постоянного тока, подсоединённого своим входом к соответствующему выводу нагрузки, подсоединённой первым своим выводом к отрицательному выводу источника постоянного напряжения и вторым своим выводом к первому входу схемы управления, а своим выходом к второму входу схемы управления, подсоединённой своим выходом через второй узел гальванической развязки к управляющему входу преобразователя постоянного напряжения в импульсное напряжение, согласно третьему варианту предлагаемого технического решения, позволяет, в результате управления процессом преобразования постоянного напряжения в импульсное напряжение посредством сигнала управления, поступающего с выхода второго узла гальванической развязки (который обеспечивает передачу сигнала управления без электрического контакта между схемой управления и преобразователем постоянного напряжения в импульсное напряжение) и подачи импульсного напряжения, сформированного при преобразовании постоянного напряжения в импульсное напряжение, через первый узел гальванической развязки (который обеспечивает передачу импульсного напряжения без

электрического контакта между преобразователем постоянного напряжения в импульсное напряжение и преобразователем импульсного напряжения в постоянное напряжение) на вход упомянутого преобразователя импульсного напряжения в постоянное напряжение, которое через изменяемую нагрузку подаётся на стабилизатор тока, который обеспечивает протекание стабильного тока в цепи питания изменяемой нагрузки, а также в результате использования напряжения, поступающего с соответствующего вывода нагрузки, на первый вход схемы управления, и использования напряжения, поступающего на второй вход схемы управления с выхода стабилизатора постоянного тока, и подачи сигнала управления с выхода схемы управления на вход второго узла гальванической развязки осуществить стабилизацию падения напряжения на стабилизаторе тока на минимально допустимом уровне и тем самым обеспечить получение неизменяемой величины постоянного тока, протекающего в цепи изменяемой нагрузки, в более широком диапазоне нагрузок.

При этом максимальное выходное напряжение на нагрузке при стабильном токе нагрузки ограничено только предельно допустимыми напряжениями элементов, входящих в состав преобразователя импульсного напряжения в постоянное напряжение, которые могут быть достаточно большими, поэтому величина сопротивления нагрузки может меняться в широких пределах.

Таким образом, обеспечивается протекание неизменяемой величины постоянного тока в нагрузке в более широком диапазоне изменений значения нагрузки. В чём и проявляется достижение вышеуказанного технического результата согласно третьему варианту предлагаемого технического решения, при этом потенциал на втором выводе нагрузки является отрицательным относительно потенциала отрицательного вывода источника постоянного напряжения (общей шины устройства).

Проведённый анализ известных технических решений показал, что ни одно из них не содержит как всей совокупности существенных признаков каждого из вариантов предлагаемых предлагаемого технических решений, так и отличительных признаков, что позволило
5 сделать вывод о наличии критериев патентоспособности "новизна" и "изобретательский уровень" предлагаемых для патентования вариантов устройства для получения постоянного тока, протекающего в цепи питания нагрузки.

Предлагаемые устройства для получения постоянного тока, протекающего в цепи питания нагрузки, поясняются нижеследующими
10 описаниями и чертежами, где на фиг. 1,2,3 представлены принципиальные схемы устройств для получения постоянного тока, протекающего в цепи питания нагрузки.

Предлагаемое устройство для получения постоянного тока, протекающего в цепи питания нагрузки, согласно первому варианту
15 предлагаемого технического решения (см. фиг.1) содержит:

- источник (1) постоянного напряжения, которое получают любым известным способом, например, с использованием двухполупериодной схемы выпрямления с фильтром;
- 20 - преобразователь (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение, выполненный, например, в виде генератора (3) прямоугольных импульсов постоянной частоты, подсоединённого одним своим выводом (4) (являющимся первым входом преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение) к положительному
25 выводу (5) источника (1) постоянного напряжения и другим своим выводом (6) к отрицательному выводу (7) источника (1) постоянного напряжения, источника (8) опорного напряжения, подсоединённого одним своим выводом (9) к положительному выводу (5) источника (1) постоянного напряжения и другим своим выводом (10) к
30 отрицательному выводу (7) источника (1) постоянного напряжения,

- управляемого ключа (11), подсоединённого своим входом (12) к выходу (13) генератора (3) прямоугольных импульсов постоянной частоты, операционного усилителя (14), подсоединённого своим выходом (15) к управляющему входу (16) управляемого ключа (11) и своим
5 неинвертирующим ("+") входом (17) к выходу (18) источника (8) опорного напряжения, и "МОП"-транзистора (19), подсоединённого своим затвором (20) к выходу (21) управляемого ключа (11) и своим истоком (22) через резистор (23) к отрицательному выводу (7) источника (1) постоянного напряжения;
- 10 - первый узел гальванической развязки, выполненный в виде трансформатора (24), подсоединённого одним выводом (25) своей первичной обмотки к стоку (26) МОП"-транзистора (19) и другим выводом (27) своей первичной обмотки к положительному выводу (5) источника (1) постоянного напряжения;
- 15 - преобразователь (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение, выполненный, например, в виде диода (29), подсоединённого своим анодом (30) (вход преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение) к одному из выводов (31) вторичной обмотки трансформатора (24) первого узла
20 гальванической развязки, конденсатора (32), подсоединённого одним своим выводом (33) к катоду (34) диода (29) и другим своим выводом (35) к другому выводу (36) вторичной обмотки трансформатора (24) первого узла гальванической развязки, вспомогательного источника постоянного напряжения, выполненного, например, в виде диода (37),
25 подсоединённого своим анодом (38) к одному из выводов (39) третьей обмотки трансформатора (24) первого узла гальванической развязки, конденсатора (40), подсоединённого одним своим выводом (41) к катоду (42) диода (37) и другим своим выводом (43) к другому выводу (44) третьей обмотки трансформатора (24) первого узла гальванической
30 развязки, резистора (45), подсоединённого одним своим выводом (46) к

катоду (42) диода (37), и стабилитрона (47), подсоединённого своим катодом (48) к другому выводу (49) резистора (45) и своим анодом (50) к другому выводу (43) конденсатора (40);

-нагрузку (51), подсоединённую первым своим выводом (52) к катоду (34) диода (29), являющегося выходом преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение;

- стабилизатор (53) постоянного тока, выполненный, например, в виде "МОП"-транзистора (54), подсоединённого своим стоком (55) к второму выводу (56) нагрузки (51), операционного усилителя (57),

10 подсоединённого своим выходом (58) к затвору (59) "МОП"-транзистора (54), и подсоединённого своим инвертирующим (60) входом ("-") к истоку (61) "МОП"-транзистора (54), первого резистора (62), подсоединённого одним своим выводом (63) к истоку (61) "МОП"-транзистора (54) и другим своим выводом (64) к аноду (50) стабилитрона

15 (47) вспомогательного источника постоянного напряжения и к другому выводу (35) конденсатора (32) преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение, второго резистора (65), подсоединённого одним своим выводом (66) к другому выводу (64) первого резистора (62) и другим своим выводом (67) к

20 неинвертирующему ("+") входу (68) операционного усилителя (57), и третьего резистора (69), подсоединённого одним своим выводом (70) к другому выводу (67) второго резистора (65) и другим своим выводом (71) к катоду (48) стабилитрона (47) вспомогательного источника постоянного напряжения;

25 - схему управления (72), выполненную, например, в виде операционного усилителя (73), подсоединённого своим инвертирующим ("-") входом (74) (первый вход схемы управления (72)) к второму выводу (56) нагрузки (51), а своим неинвертирующим (75) входом ("+") подсоединённого через первый резистор (76) (второй вход схемы

30 управления (72)) к истоку (61) "МОП"-транзистора (54) стабилизатора

(53) постоянного тока и также подсоединённого через второй резистор (77) к другому выводу (71) третьего резистора (69) стабилизатора (53) постоянного тока;

- второй узел (78) гальванической развязки, выполненный, например, в виде светоизлучающего полупроводникового диода (79), подсоединённого своим анодом (80) (вход второго узла (78) гальванической развязки) к выходу (81) операционного усилителя (73) схемы управления (72) и своим катодом (82) к другому выводу (64) первого резистора (62) стабилизатора (53) постоянного тока, и фототранзистора (83), подсоединённого одним своим выводом (84) к отрицательному выводу (7) источника (1) постоянного напряжения, и подсоединённого другим своим выводом (85) через резистор (86) к положительному выводу (5) источника (1) постоянного напряжения и к управляющему входу преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение, т.е. к инвертирующему (87) входу ("") операционного усилителя (14) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение.

Предлагаемое устройство для получения постоянного тока, протекающего в цепи питания нагрузки, согласно первому варианту (см. фиг. 1) работает следующим образом.

При поступлении постоянного напряжения с выводов (5) и (7) источника (1) постоянного напряжения на соответствующие входы (4) и (6) генератора (3) прямоугольных импульсов постоянной частоты (входы преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение), генератор (3) прямоугольных импульсов постоянной частоты вырабатывает прямоугольные импульсы постоянной частоты, которые поступают с выхода (13) генератора (3) прямоугольных импульсов постоянной частоты на «информационный» вход (12) управляемого ключа (11), и при замкнутых контактах управляемого ключа (11) прямоугольные импульсы постоянной частоты поступают с его выхода (21) на затвор (20)

МОП"-транзистора (19) и с его стока (26) на вывод (25) первичной обмотки трансформатора (24) первого узла гальванической развязки.

При появлении прямоугольных импульсов постоянной частоты на выводах (31,36) вторичной обмотки трансформатора (24) первого узла гальванической развязки и поступлении их на входы (на анод (30) диода (29) и на вывод (35) конденсатора (32)) преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение, происходит их преобразование в постоянное напряжение. После появления постоянного напряжения на выходе (катод (34) диода (29)) преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение), оно поступает на первый вывод (52) нагрузки (51).

Прямоугольные импульсы постоянной частоты, поступившие с выводов (39, 44) третьей обмотки трансформатора (24) первого узла гальванической развязки на входы вспомогательного источника постоянного напряжения (на анод (38) диода (37) и вывод (43) конденсатора (40)), после их преобразования в постоянное напряжение поступают, в виде постоянного напряжения, с первого выхода вспомогательного источника постоянного напряжения (вывод (48), катод стабилитрона (47)) на резисторы (69) и (77), а с его второго выхода (вывод (50), анод стабилитрона (47)) на вывод (64) первого резистора (62) и на вывод (66) второго резистора (65) стабилизатора (53) постоянного тока, а также на катод (82) светоизлучающего полупроводникового диода (79) второго узла (78) гальванической развязки.

С второго вывода (56) нагрузки (51) постоянное напряжение поступает на вход стабилизатора (53) постоянного тока (на сток (55) "МОП"-транзистора (54) стабилизатора (53) постоянного тока), в котором с помощью стабилизатора напряжения, выполненного на операционном усилителе (57), "МОП"-транзисторе (54), втором (65) и третьем (69) резисторах стабилизатора (53) постоянного тока,

питающихся от вывода (48) (катод стабилитрона (47), выход вспомогательного источника постоянного напряжения) стабилизируется напряжение на первом резисторе (62) стабилизатора (53) постоянного тока. В результате чего через первый резистор (62) будет протекать ток, не зависящий ни от напряжения на входе стабилизатора (53) постоянного тока, ни от нагрузки (51), а его величина будет определяться номиналом первого резистора (62) и величиной напряжения на входе (68) операционного усилителя (57) стабилизатора (53) постоянного тока (средняя точка делителя напряжения, образованного вторым (65) и третьим (69) резисторами стабилизатора (53) постоянного тока).

При этом, если напряжение на втором резисторе (65), подключённого к неинвертирующему (+) входу (68) операционного усилителя (57) стабилизатора (53) постоянного тока, будет больше, чем напряжение на инвертирующем "-" входе (60) операционного усилителя (57), подключённом к истоку (61) "МОП"-транзистора (54) и первому резистору (62) стабилизатора (53) постоянного тока, то на выходе (58) операционного усилителя (57), подсоединённого к затвору (59) "МОП"-транзистора (54), будет такое напряжение, при котором "МОП"-транзистор (54) открывается, и напряжение на первом резисторе (62) будет расти до тех пор, пока оно не станет равным по величине напряжению второго резистора (65). В этот момент напряжение на выходе (58) операционного усилителя (57) и, соответственно, на истоке (61) "МОП"-транзистора (54) перестанет расти и будет такой величины, при которой напряжение в точке соединения истока (61) "МОП"-транзистора (54) и первого резистора (62) будет равно напряжению на неинвертирующем ("+") входе (68) операционного усилителя (57), величина которого равна напряжению на втором резисторе (65). Это состояние будет поддерживаться при изменении входного напряжения стабилизатора (53) постоянного тока и при изменении нагрузки (51). Тем самым при изменении величины нагрузки (51), в нагрузке (51)

будет протекать постоянный стабилизированный ток, величина которого определяется напряжением на втором резисторе (65) и величиной первого резистора (62).

Одновременно с этим, с целью стабилизации напряжения на стабилизаторе (53) постоянного тока, постоянное напряжение, поступившее со стока (55) "МОП"-транзистора (54) (с второго вывода (56) нагрузки (51)) на первый вход схемы управления (72) (на инвертирующий (74) вход ("-") операционного усилителя (73) схемы управления (72)), сравнивается с напряжением, поступающим с истока (61) "МОП"-транзистора (54) стабилизатора (53) постоянного тока (выход стабилизатора (53) постоянного тока) на неинвертирующий (75) вход ("+") операционного усилителя (73) схемы управления (72) через первый резистор (76), второй вывод которого является вторым входом схемы управления (72), и напряжение, полученное в результате их сравнения, с выхода (81) операционного усилителя (73) посредством второго узла (78) гальванической развязки (который обеспечивает передачу сигнала управления без электрического контакта между схемой управления и преобразователем постоянного напряжения в импульсное напряжение), подаётся на управляющий вход преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение, т. е. на инвертирующий (87) вход ("-") операционного усилителя (14) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение. И до тех пор, пока напряжение на инвертирующем (74) входе ("-") операционного усилителя (73) схемы управления (72) будет меньше, чем напряжение на неинвертирующем (75) входе ("+") операционного усилителя (73) схемы управления (72), на выходе (81) операционного усилителя (73) будет высокое напряжение. В результате чего напряжение на инвертирующем (87) входе ("-") операционного усилителя (14) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение будет меньше, чем напряжение на неинвертирующем (17) входе ("+")

операционного усилителя (14), который подключён к выходу (18) источника (8) опорного напряжения. Поэтому на выходе (15) операционного усилителя (14) будет высокое напряжение, при котором управляемый ключ (11) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение
5 будет открыт, и импульсы с генератора (3) прямоугольных импульсов постоянной частоты преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение через управляемый ключ (11) будут проходить посредством "МОП"-транзистора (19) на первый узел гальванической развязки и, соответственно, на входы преобразователя (28) импульсного
10 напряжения в постоянное напряжение (анод (30) диода (29) и вывод (35) конденсатора (32)), на выходе которого (катод (34) диода (29)) получают постоянное напряжение, поступающее на нагрузку (51) и стабилизатор постоянного тока (53).

При этом на входах преобразователя (28) импульсного напряжения в
15 постоянное напряжение будут импульсы напряжения с переменной скважностью, которые после преобразования и фильтрации в преобразователе (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение приведут к росту выходного напряжения этого преобразователя.

Этот процесс будет происходить до тех пор, пока напряжение на стоке
20 (55) "МОП"-транзистора (54) стабилизатора (53) постоянного тока относительно его истока (61) не станет равным или больше величины напряжения на первом резисторе (76) схемы управления (72).

Как только это произойдёт, то напряжение на инвертирующем (74) входе (" - ") операционного усилителя (73) схемы управления (72) станет
25 больше, чем напряжение на неинвертирующем (75) входе (" + ") операционного усилителя (73) схемы управления (72), и на его выходе (81), соединённом через второй (78) узел гальванической развязки с управляющим входом преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение (с инвертирующим (87) входом (" - ")
30 операционного усилителя (14)), будет такое напряжение, при котором

напряжение на инвертирующем (87) входе ("-") операционного усилителя (14) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение возрастёт и станет больше, чем напряжение на неинвертирующем (17) входе ("+") операционного усилителя (14) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение.

В результате чего на выходе (15) операционного усилителя (14) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжения будет низкое управляющее напряжение, при котором управляемый ключ (11) будет закрыт, и импульсы с генератора (3) прямоугольных импульсов постоянной частоты перестанут проходить на затвор (20) "МОП"-транзистора (19) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение.

Поэтому напряжение на выходе преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение (катод (34) диода (29)), а также на стоке (55) "МОП"-транзистора (54) стабилизатора (53) постоянного тока, перестанет расти и начнёт уменьшаться. По этой причине напряжение на инвертирующем (87) входе ("-") операционного усилителя (14) снова станет меньше, чем напряжение на неинвертирующем (17) входе ("+") операционного усилителя. (14) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение, и весь процесс будет повторяться.

То есть операционный усилитель (14) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение осуществляет сравнение напряжений на выходе (18) источника опорного напряжения (8) и выходного напряжения схемы управления (72), передаваемого посредством второго узла гальванической развязки (который обеспечивает передачу сигнала управления без электрического контакта между схемой управления и преобразователем постоянного напряжения в импульсное напряжение), и создаёт на своем выходе (15) управляющее напряжение, которое поступает на управляющий вход (16) управляемого ключа (11), который замыкает или размыкает свои контакты и тем самым меняет

скважность импульсов, поступающих на затвор (20) "МОП"-транзистора (19) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение.

Эти импульсы со стока (26) "МОП"-транзистора (19) через первый узел гальванической развязки (трансформатор (24)) поступают на вход (30) преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение, на выходе (катод (34) диода (29)) которого после соответствующего преобразования и фильтрации снова начинает расти постоянное напряжение.

Таким образом, напряжение между стоком (55) - истоком (61) "МОП"-транзистора (54) стабилизатора (53) постоянного тока будет равно величине напряжения на первом резисторе (76) схемы управления (72) с небольшими пульсациями напряжения, а ток, протекающий в нагрузке (51), не будет зависеть от изменения нагрузки (51), так же как и напряжение на стабилизаторе (53) постоянного тока не будет зависеть от величины нагрузки (51).

Предлагаемое устройство для получения постоянного тока, протекающего в цепи питания нагрузки, согласно второму варианту предлагаемого технического решения (см. фиг.2) содержит:

- источник (1) постоянного напряжения, которое получают любым известным способом, например, с использованием двухполупериодной схемы выпрямления с фильтром;
- преобразователь (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение, выполненный, например, в виде генератора (3) прямоугольных импульсов постоянной частоты, подсоединённого одним своим выводом (4) (являющимся первым входом преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение) к положительному выводу (5) источника (1) постоянного напряжения и другим своим выводом (6) к отрицательному выводу (7) источника (1) постоянного напряжения, источника (8) опорного напряжения, подсоединённого одним своим выводом (9) к положительному выводу (5) источника (1)

постоянного напряжения и другим своим выводом (10) к отрицательному выводу (7) источника (1) постоянного напряжения, управляемого ключа (11), подсоединённого своим входом (12) к выходу (13) генератора (3) прямоугольных импульсов постоянной частоты, операционного усилителя (14), подсоединённого своим выходом (15) к управляющему входу (16) управляемого ключа (11) и своим неинвертирующим ("+") входом (17) к выходу (18) источника (8) опорного напряжения, и "МОП"-транзистора (19), подсоединённого своим затвором (20) к выходу (21) управляемого ключа (11) и своим истоком (22) через резистор (23) к отрицательному выводу (7) источника (1) постоянного напряжения;

- первый узел гальванической развязки, выполненный в виде трансформатора (24), подсоединённого одним выводом (25) своей первичной обмотки к стоку (26) МОП"-транзистора (19) и другим выводом (27) своей первичной обмотки к положительному выводу (5) источника (1) постоянного напряжения;

- преобразователь (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение, выполненный, например, в виде диода (29), подсоединённого своим анодом (30) (вход преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение) к одному из выводов (31) вторичной обмотки трансформатора (24) первого узла гальванической развязки, конденсатора (32), подсоединённого одним своим выводом (33) к катоду (34) диода (29) и другим своим выводом (35) к другому выводу (36) вторичной обмотки трансформатора (24) первого узла гальванической развязки, вспомогательного источника постоянного напряжения, выполненного, например, в виде диода (37), подсоединённого своим анодом (38) к одному из выводов (39) третьей обмотки трансформатора (24) первого узла гальванической развязки, конденсатора (40), подсоединённого одним своим выводом (41) к катоду (42) диода (37) и другим своим выводом (43) к другому выводу (44)

третьей обмотки трансформатора (24) первого узла гальванической развязки, резистора (45), подсоединённого одним своим выводом (46) к катоду (42) диода (37), и стабилитрона (47), подсоединённого своим катодом (48) к другому выводу (49) резистора (45) и своим анодом (50) к
5 другому выводу (43) конденсатора (40);
-нагрузку (51), подсоединённую первым своим выводом (52) к катоду (34) диода (29), являющегося выходом преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение;
- стабилизатор (53) постоянного тока, выполненный, например, в виде
10 "МОП"-транзистора (54), подсоединённого своим стоком (55) к второму выводу (56) нагрузки (51) и к отрицательному выводу (7) источника постоянно напряжения (1), операционного усилителя (57), подсоединённого своим выходом (58) к затвору (59) "МОП"-транзистора (54), и подсоединённого своим инвертирующим (60) входом ("") к
15 истоку (61) "МОП"-транзистора (54), первого резистора (62), подсоединённого одним своим выводом (63) к истоку (61) "МОП"-транзистора (54) и другим своим выводом (64) к аноду (50) стабилитрона (47) вспомогательного источника постоянного напряжения и к другому выводу (35) конденсатора (32) преобразователя (28) импульсного
20 напряжения в постоянное напряжение, второго резистора (65), подсоединённого одним своим выводом (66) к другому выводу (64) первого резистора (62) и другим своим выводом (67) к неинвертирующему ("") входу (68) операционного усилителя (57), и третьего резистора (69), подсоединённого одним своим выводом (70) к
25 другому выводу (67) второго резистора (65), и другим своим выводом (71) к катоду (48) стабилитрона (47) вспомогательного источника постоянного напряжения;
- схему управления (72), выполненную, например, в виде операционного усилителя (73), подсоединённого своим инвертирующим
30 ("") входом (74) (первый вход схемы управления (72)) к второму

выводу (56) нагрузки (51), а своим неинвертирующим (75) входом ("+")
подсоединённого через первый резистор (76) (второй вход схемы
управления (72)) к истоку (61) "МОП"-транзистора (54) стабилизатора
(53) постоянного тока и также подсоединённого через второй резистор
5 (77) к другому выводу (71) третьего резистора (69) стабилизатора (53)
постоянного тока;

- второй узел (78) гальванической развязки, выполненный, например, в
виде светоизлучающего полупроводникового диода (79),
подсоединённого своим анодом (80) (вход второго узла (78)
10 гальванической развязки) к выходу (81) операционного усилителя (73)
схемы управления (72) и своим катодом (82) к другому выводу (64)
первого резистора (62) стабилизатора (53) постоянного тока и
фототранзистора (83), подсоединённого одним своим выводом (84) к
отрицательному выводу (7) источника (1) постоянного напряжения, и
15 подсоединённого другим своим выводом (85) через резистор (86) к
положительному выводу (5) источника (1) постоянного напряжения и к
управляющему входу преобразователя (2) постоянного напряжения в
импульсное напряжение, т.е. к инвертирующему (87) входу ("-")
операционного усилителя (14) преобразователя (2) постоянного
20 напряжения в импульсное напряжение.

Предлагаемое устройство для получения постоянного тока,
протекающего в цепи питания нагрузки, согласно второму варианту (см.
фиг. 2) работает следующим образом.

При поступлении постоянного напряжения с выводов (5) и (7)
25 источника (1) постоянного напряжения на соответствующие входы (4) и (6)
генератора (3) прямоугольных импульсов постоянной частоты (входы
преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное
напряжение), генератор (3) прямоугольных импульсов постоянной частоты
вырабатывает прямоугольные импульсы постоянной частоты, которые
30 поступают с выхода (13) генератора (3) прямоугольных импульсов

постоянной частоты на «информационный» вход (12) управляемого ключа (11), и при замкнутых контактах управляемого ключа (11) прямоугольные импульсы постоянной частоты поступают с его выхода (21) на затвор (20) МОП"-транзистора (19) и с его стока (26) на вывод (25) первичной обмотки трансформатора (24) первого узла гальванической развязки.

При появлении прямоугольных импульсов постоянной частоты на выводах (31,36) вторичной обмотки трансформатора (24) первого узла гальванической развязки и поступлении их на входы (на анод (30) диода (29) и на вывод (35) конденсатора (32)) преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение, происходит их преобразование в постоянное напряжение. После появления постоянного напряжения на выходе (катод (34) диода (29)) преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение), оно поступает на первый вывод (52) нагрузки (51).

Прямоугольные импульсы постоянной частоты, поступившие с выводов (39, 44) третьей обмотки трансформатора (24) первого узла гальванической развязки на входы вспомогательного источника постоянного напряжения (на анод (38) диода (37) и вывод (43) конденсатора (40)), после их преобразования в постоянное напряжение поступают, в виде постоянного напряжения, с первого выхода вспомогательного источника постоянного напряжения (вывод (48), катод стабилитрона (47)) на резисторы (69) и (77), а с его второго выхода (вывод (50), анод стабилитрона (47)) на вывод (64) первого резистора (62) и на вывод (66) второго резистора (65) стабилизатора (53) постоянного тока, а также на катод (82) светоизлучающего полупроводникового диода (79) второго узла (78) гальванической развязки.

С второго вывода (56) нагрузки (51) постоянное напряжение поступает на вход стабилизатора (53) постоянного тока (на сток (55) "МОП"-транзистора (54) стабилизатора (53) постоянного тока), в

котором с помощью стабилизатора напряжения, выполненного на операционном усилителе (57), "МОП"-транзисторе (54), втором (65) и третьем (69) резисторах стабилизатора (53) постоянного тока, питающихся от вывода (48) (катод стабилитрона (47), выход вспомогательного источника постоянного напряжения) стабилизируется напряжение на первом резисторе (62) стабилизатора (53) постоянного тока. В результате чего через первый резистор (62) будет протекать ток, не зависящий ни от напряжения на входе стабилизатора (53) постоянного тока, ни от нагрузки (51), а его величина будет определяться номиналом первого резистора (62) и величиной напряжения на входе (68) операционного усилителя (57) стабилизатора (53) постоянного тока (средняя точка делителя напряжения, образованного вторым (65) и третьим (69) резисторами стабилизатора (53) постоянного тока).

При этом, если напряжение на втором резисторе (65), подключённого к неинвертирующему (+) входу (68) операционного усилителя (57) стабилизатора (53) постоянного тока, будет больше, чем напряжение на инвертирующем "-" входе (60) операционного усилителя (57), подключённом к истоку (61) "МОП"-транзистора (54) и первому резистору (62) стабилизатора (53) постоянного тока, то на выходе (58) операционного усилителя (57), подсоединённого к затвору (59) "МОП"-транзистора (54), будет такое напряжение, при котором "МОП"-транзистор (54) открывается, и напряжение на первом резисторе (62) будет расти до тех пор, пока оно не станет равным по величине напряжению второго резистора (65). В этот момент напряжение на выходе (58) операционного усилителя (57) и, соответственно, на истоке (61) "МОП"-транзистора (54) перестанет расти и будет такой величины, при которой напряжение в точке соединения истока (61) "МОП"-транзистора (54) и первого резистора (62) будет равно напряжению на неинвертирующем ("+") входе (68) операционного усилителя (57), величина которого равна напряжению на втором резисторе

(65). Это состояние будет поддерживаться при изменении входного напряжения стабилизатора (53) постоянного тока и при изменении нагрузки (51). Тем самым при изменении величины нагрузки (51), в нагрузке (51) будет протекать постоянный стабилизированный ток, величина которого
5 определяется напряжением на втором резисторе (65) и величиной первого резистора (62).

Одновременно с этим, с целью стабилизации напряжения на стабилизаторе (53) постоянного тока, постоянное напряжение, поступившее со стока (55) "МОП"-транзистора (54) (с второго вывода
10 (56) нагрузки (51)) на первый вход схемы управления (72) (на инвертирующий (74) вход ("-") операционного усилителя (73) схемы управления (72)), сравнивается с напряжением, поступающим с истока (61) "МОП"-транзистора (54) стабилизатора (53) постоянного тока (выход стабилизатора (53) постоянного тока) на неинвертирующий (75)
15 вход ("+") операционного усилителя (73) схемы управления (72) через первый резистор (76), второй вывод которого является вторым входом схемы управления (72), и напряжение, полученное в результате их сравнения, с выхода (81) операционного усилителя (73) посредством второго узла (78) гальванической развязки (который обеспечивает
20 передачу сигнала управления без электрического контакта между схемой управления и преобразователем постоянного напряжения в импульсное напряжение), подаётся на управляющий вход преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение, т. е. на инвертирующий (87) вход ("-") операционного усилителя (14)
25 преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение. И до тех пор, пока напряжение на инвертирующем (74) входе ("-") операционного усилителя (73) схемы управления (72) будет меньше, чем напряжение на неинвертирующем (75) входе ("+") операционного усилителя (73) схемы управления (72), на выходе (81) операционного усилителя (73)
30 будет высокое напряжение. В результате чего напряжение на

инвертирующем (87) входе ("-") операционного усилителя (14) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение будет меньше, чем напряжение на неинвертирующем (17) входе ("+") операционного усилителя (14), который подключён к выходу (18) источника
5 (8) опорного напряжения. Поэтому на выходе (15) операционного усилителя (14) будет высокое напряжение, при котором управляемый ключ (11) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение будет открыт, и импульсы с генератора (3) прямоугольных импульсов постоянной частоты преобразователя (2) постоянного напряжения в
10 импульсное напряжение через управляемый ключ (11) будут проходить посредством "МОП"-транзистора (19) на первый узел гальванической развязки и, соответственно, на входы преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение (анод (30) диода (29) и вывод (35) конденсатора (32)), на выходе которого (катод (34) диода (29)) получают
15 постоянное напряжение, поступающее на нагрузку (51) и стабилизатор постоянного тока (53).

При этом на входах преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение будут импульсы напряжения с переменной
20 скважностью, которые после преобразования и фильтрации в преобразователе (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение приведут к росту выходного напряжения этого преобразователя.

Этот процесс будет происходить до тех пор, пока напряжение на стоке (55) "МОП"-транзистора (54) стабилизатора (53) постоянного тока относительно его истока (61) не станет равным или больше величины
25 напряжения на первом резисторе (76) схемы управления (72).

Как только это произойдёт, то напряжение на инвертирующем (74) входе ("-") операционного усилителя (73) схемы управления (72) станет больше, чем напряжение на неинвертирующем (75) входе ("+") операционного усилителя (73) схемы управления (72), и на его выходе (81),
30 соединённом через второй (78) узел гальванической развязки с

управляющим входом преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение (с инвертирующим (87) входом ("−") операционного усилителя (14)), будет такое напряжение, при котором напряжение на инвертирующем (87) входе ("−") операционного усилителя (14) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение возрастёт и станет больше, чем напряжение на неинвертирующем (17) входе ("+") операционного усилителя (14) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение.

В результате чего на выходе (15) операционного усилителя (14) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжения будет низкое управляющее напряжение, при котором управляемый ключ (11) будет закрыт, и импульсы с генератора (3) прямоугольных импульсов постоянной частоты перестанут проходить на затвор (20) "МОП"-транзистора (19) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение.

Поэтому напряжение на выходе преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение (катод (34) диода (29)), а также на стоке (55) "МОП"-транзистора (54) стабилизатора (53) постоянного тока, перестанет расти и начнёт уменьшаться. По этой причине напряжение на инвертирующем (87) входе ("−") операционного усилителя (14) снова станет меньше, чем напряжение на неинвертирующем (17) входе ("+") операционного усилителя (14) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение, и весь процесс будет повторяться.

То есть операционный усилитель (14) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение осуществляет сравнение напряжений на выходе (18) источника опорного напряжения (8) и выходного напряжения схемы управления (72), передаваемого посредством второго узла гальванической развязки (который обеспечивает передачу сигнала управления без электрического контакта между схемой управления и преобразователем постоянного напряжения в импульсное

напряжение), и создаёт на своем выходе (15) управляющее напряжение, которое поступает на управляющий вход (16) управляемого ключа (11), который замыкает или размыкает свои контакты и тем самым меняет скважность импульсов, поступающих на затвор (20) "МОП"-транзистора (19) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение.

Эти импульсы со стока (26) "МОП"-транзистора (19) через первый узел гальванической развязки (трансформатор (24)) поступают на вход (30) преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение, на выходе (катод (34) диода (29)) которого после соответствующего преобразования и фильтрации снова начинает расти постоянное напряжение.

Таким образом, напряжение между стоком (55) - истоком (61) "МОП"-транзистора (54) стабилизатора (53) постоянного тока будет равно величине напряжения на первом резисторе (76) схемы управления (72) с небольшими пульсациями напряжения, а ток, протекающий в нагрузке (51), не будет зависеть от изменения нагрузки (51), так же как и напряжение на стабилизаторе (53) постоянного тока не будет зависеть от величины нагрузки (51).

При этом ток, протекающий через нагрузку (51), создаёт на ней падение напряжения, в результате чего потенциал первого вывода (52) будет положительным относительно потенциала второго вывода (56) нагрузки (51), а, следовательно, и относительно потенциала отрицательного вывода (7) источника (1) постоянного напряжения, подсоединённого к второму выводу (56) нагрузки (51).

Предлагаемое устройство для получения постоянного тока, протекающего в цепи питания нагрузки, согласно третьему варианту предлагаемого технического решения (см. фиг.3) содержит:

- источник (1) постоянного напряжения, которое получают любым известным способом, например, с использованием двухполупериодной схемы выпрямления с фильтром;

- преобразователь (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение, выполненный, например, в виде генератора (3) прямоугольных импульсов постоянной частоты, подсоединённого одним своим выводом (4) (являющимся первым входом преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение) к положительному выводу (5) источника (1) постоянного напряжения и другим своим выводом (6) к отрицательному выводу (7) источника (1) постоянного напряжения, источника (8) опорного напряжения, подсоединённого одним своим выводом (9) к положительному выводу (5) источника (1) постоянного напряжения и другим своим выводом (10) к отрицательному выводу (7) источника (1) постоянного напряжения, управляемого ключа (11), подсоединённого своим входом (12) к выходу (13) генератора (3) прямоугольных импульсов постоянной частоты, операционного усилителя (14), подсоединённого своим выходом (15) к управляющему входу (16) управляемого ключа (11) и своим неинвертирующим ("+") входом (17) к выходу (18) источника (8) опорного напряжения, и "МОП"-транзистора (19), подсоединённого своим затвором (20) к выходу (21) управляемого ключа (11) и своим истоком (22) через резистор (23) к отрицательному выводу (7) источника (1) постоянного напряжения;
- первый узел гальванической развязки, выполненный в виде трансформатора (24), подсоединённого одним выводом (25) своей первичной обмотки к стоку (26) МОП"-транзистора (19) и другим выводом (27) своей первичной обмотки к положительному выводу (5) источника (1) постоянного напряжения;
- преобразователь (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение, выполненный, например, в виде диода (29), подсоединённого своим анодом (30) (вход преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение) к одному из выводов (31) вторичной обмотки трансформатора (24) первого узла

- гальванической развязки, конденсатора (32), подсоединённого одним своим выводом (33) к катоду (34) диода (29) и другим своим выводом (35) к другому выводу (36) вторичной обмотки трансформатора (24) первого узла гальванической развязки, вспомогательного источника
- 5 постоянного напряжения, выполненного, например, в виде диода (37), подсоединённого своим анодом (38) к одному из выводов (39) третьей обмотки трансформатора (24) первого узла гальванической развязки, конденсатора (40), подсоединённого одним своим выводом (41) к катоду (42) диода (37) и другим своим выводом (43) к другому выводу (44)
- 10 третьей обмотки трансформатора (24) первого узла гальванической развязки, резистора (45), подсоединённого одним своим выводом (46) к катоду (42) диода (37), и стабилитрона (47), подсоединённого своим катодом (48) к другому выводу (49) резистора (45) и своим анодом (50) к другому выводу (43) конденсатора (40);
- 15 -нагрузку (51), подсоединённую первым своим выводом (52) к катоду (34) диода (29), являющегося выходом преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение, и к отрицательному выводу (7) источника постоянного напряжения;
- стабилизатор (53) постоянного тока, выполненный, например, в виде
- 20 "МОП"-транзистора (54), подсоединённого своим стоком (55) к второму выводу (56) нагрузки (51), операционного усилителя (57), подсоединённого своим выходом (58) к затвору (59) "МОП"-транзистора (54), и подсоединённого своим инвертирующим (60) входом (" - ") к истоку (61) "МОП"-транзистора (54), первого резистора (62),
- 25 подсоединённого одним своим выводом (63) к истоку (61) "МОП"-транзистора (54) и другим своим выводом (64) к аноду (50) стабилитрона (47) вспомогательного источника постоянного напряжения и к другому выводу (35) конденсатора (32) преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение, второго резистора (65),
- 30 подсоединённого одним своим выводом (66) к другому выводу (64)

первого резистора (62) и другим своим выводом (67) к неинвертирующему ("+") входу (68) операционного усилителя (57), и третьего резистора (69), подсоединённого одним своим выводом (70) к другому выводу (67) второго резистора (65), и другим своим выводом (71) к катоду (48) стабилитрона (47) вспомогательного источника постоянного напряжения;

- схему управления (72), выполненную, например, в виде операционного усилителя (73), подсоединённого своим инвертирующим ("-") входом (74) (первый вход схемы управления (72)) к второму выводу (56) нагрузки (51), а своим неинвертирующим (75) входом ("+") подсоединённого через первый резистор (76) (второй вход схемы управления (72)) к истоку (61) "МОП"-транзистора (54) стабилизатора (53) постоянного тока и также подсоединённого через второй резистор (77) к другому выводу (71) третьего резистора (69) стабилизатора (53) постоянного тока;

- второй узел (78) гальванической развязки, выполненный, например, в виде светоизлучающего полупроводникового диода (79), подсоединённого своим анодом (80) (вход второго узла (78) гальванической развязки) к выходу (81) операционного усилителя (73) схемы управления (72) и своим катодом (82) к другому выводу (64) первого резистора (62) стабилизатора (53) постоянного тока и фототранзистора (83), подсоединённого одним своим выводом (84) к отрицательному выводу (7) источника (1) постоянного напряжения, и подсоединённого другим своим выводом (85) через резистор (86) к положительному выводу (5) источника (1) постоянного напряжения и к управляющему входу преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение, т.е. к инвертирующему (87) входу ("-") операционного усилителя (14) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение.

Предлагаемое устройство для получения постоянного тока, протекающего в цепи питания нагрузки, согласно третьему варианту (см. фиг. 3) работает следующим образом.

При поступлении постоянного напряжения с выводов (5) и (7) источника (1) постоянного напряжения на соответствующие входы (4) и (6) генератора (3) прямоугольных импульсов постоянной частоты (входы преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение), генератор (3) прямоугольных импульсов постоянной частоты вырабатывает прямоугольные импульсы постоянной частоты, которые поступают с выхода (13) генератора (3) прямоугольных импульсов постоянной частоты на «информационный» вход (12) управляемого ключа (11), и при замкнутых контактах управляемого ключа (11) прямоугольные импульсы постоянной частоты поступают с его выхода (21) на затвор (20) МОП-транзистора (19) и с его стока (26) на вывод (25) первичной обмотки трансформатора (24) первого узла гальванической развязки.

При появлении прямоугольных импульсов постоянной частоты на выводах (31,36) вторичной обмотки трансформатора (24) первого узла гальванической развязки и поступлении их на входы (на анод (30) диода (29) и на вывод (35) конденсатора (32)) преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение, происходит их преобразование в постоянное напряжение. После появления постоянного напряжения на выходе (катод (34) диода (29)) преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение), оно поступает на первый вывод (52) нагрузки (51).

Прямоугольные импульсы постоянной частоты, поступившие с выводов (39, 44) третьей обмотки трансформатора (24) первого узла гальванической развязки на входы вспомогательного источника постоянного напряжения (на анод (38) диода (37) и вывод (43) конденсатора (40)), после их преобразования в постоянное напряжение поступают, в виде постоянного напряжения, с первого выхода

вспомогательного источника постоянного напряжения (вывод (48),
катод стабилитрона (47)) на резисторы (69) и (77), а с его второго
выхода (вывод (50), анод стабилитрона (47)) на вывод (64) первого
резистора (62) и на вывод (66) второго резистора (65) стабилизатора
5 (53) постоянного тока, а также на катод (82) светоизлучающего
полупроводникового диода (79) второго узла (78) гальванической
развязки.

С второго вывода (56) нагрузки (51) постоянное напряжение
поступает на вход стабилизатора (53) постоянного тока (на сток (55)
10 "МОП"-транзистора (54) стабилизатора (53) постоянного тока), в
котором с помощью стабилизатора напряжения, выполненного на
операционном усилителе (57), "МОП"-транзисторе (54), втором (65) и
третьем (69) резисторах стабилизатора (53) постоянного тока,
питающихся от вывода (48) (катод стабилитрона (47), выход
15 вспомогательного источника постоянного напряжения) стабилизируется
напряжение на первом резисторе (62) стабилизатора (53) постоянного
тока. В результате чего через первый резистор (62) будет протекать ток,
не зависящий ни от напряжения на входе стабилизатора (53)
постоянного тока, ни от нагрузки (51), а его величина будет
20 определяться номиналом первого резистора (62) и величиной
напряжения на входе (68) операционного усилителя (57) стабилизатора
(53) постоянного тока (средняя точка делителя напряжения,
образованного вторым (65) и третьим (69) резисторами стабилизатора
(53) постоянного тока).

25 При этом, если напряжение на втором резисторе (65),
подключённого к неинвертирующему (+) входу (68) операционного
усилителя (57) стабилизатора (53) постоянного тока, будет больше, чем
напряжение на инвертирующем "-" входе (60) операционного усилителя
(57), подключённом к истоку (61) "МОП"-транзистора (54) и первому
30 резистору (62) стабилизатора (53) постоянного тока, то на выходе (58)

операционного усилителя (57), подсоединённого к затвору (59) "МОП"-транзистора (54), будет такое напряжение, при котором "МОП"-транзистор (54) открывается, и напряжение на первом резисторе (62) будет расти до тех пор, пока оно не станет равным по величине напряжению второго резистора (65). В этот момент напряжение на выходе (58) операционного усилителя (57) и, соответственно, на истоке (61) "МОП"-транзистора (54) перестанет расти и будет такой величины, при которой напряжение в точке соединения истока (61) "МОП"-транзистора (54) и первого резистора (62) будет равно напряжению на неинвертирующем ("+") входе (68) операционного усилителя (57), величина которого равна напряжению на втором резисторе (65). Это состояние будет поддерживаться при изменении входного напряжения стабилизатора (53) постоянного тока и при изменении нагрузки (51). Тем самым, при изменении величины нагрузки (51), в нагрузке (51) будет протекать постоянный стабилизированный ток, величина которого определяется напряжением на втором резисторе (65) и величиной первого резистора (62).

Одновременно с этим, с целью стабилизации напряжения на стабилизаторе (53) постоянного тока, постоянное напряжение, поступившее со стока (55) "МОП"-транзистора (54) (с второго вывода (56) нагрузки (51)) на первый вход схемы управления (72) (на инвертирующий (74) вход ("-") операционного усилителя (73) схемы управления (72)), сравнивается с напряжением, поступающим с истока (61) "МОП"-транзистора (54) стабилизатора (53) постоянного тока (выход стабилизатора (53) постоянного тока) на неинвертирующий (75) вход ("+") операционного усилителя (73) схемы управления (72) через первый резистор (76), второй вывод которого является вторым входом схемы управления (72), и напряжение, полученное в результате их сравнения, с выхода (81) операционного усилителя (73) посредством второго узла (78) гальванической развязки (который обеспечивает передачу сигнала управления без электрического контакта между схемой

управления и преобразователем постоянного напряжения в импульсное напряжение), подаётся на управляющий вход преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение, т. е. на инвертирующий (87) вход ("-") операционного усилителя (14) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение. И до тех пор, пока напряжение на инвертирующем (74) входе ("-") операционного усилителя (73) схемы управления (72) будет меньше, чем напряжение на неинвертирующем (75) входе ("+") операционного усилителя (73) схемы управления (72), на выходе (81) операционного усилителя (73) будет высокое напряжение. В результате чего напряжение на инвертирующем (87) входе ("-") операционного усилителя (14) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение будет меньше, чем напряжение на неинвертирующем (17) входе ("+") операционного усилителя (14), который подключён к выходу (18) источника (8) опорного напряжения. Поэтому на выходе (15) операционного усилителя (14) будет высокое напряжение, при котором управляемый ключ (11) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение будет открыт, и импульсы с генератора (3) прямоугольных импульсов постоянной частоты преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение через управляемый ключ (11) будут проходить посредством "МОП"-транзистора (19) на первый узел гальванической развязки и, соответственно, на входы преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение (анод (30) диода (29) и вывод (35) конденсатора (32)), на выходе которого (катод (34) диода (29)) получают постоянное напряжение, поступающее на нагрузку (51) и стабилизатор постоянного тока (53).

При этом на входах преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение будут импульсы напряжения с переменной скважностью, которые после преобразования и фильтрации в

преобразователе (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение приведут к росту выходного напряжения этого преобразователя.

Этот процесс будет происходить до тех пор, пока напряжение на стоке (55) "МОП"-транзистора (54) стабилизатора (53) постоянного тока относительно его истока (61) не станет равным или больше величины напряжения на первом резисторе (76) схемы управления (72).

Как только это произойдёт, то напряжение на инвертирующем (74) входе (" - ") операционного усилителя (73) схемы управления (72) станет больше, чем напряжение на неинвертирующем (75) входе (" + ") операционного усилителя (73) схемы управления (72), и на его выходе (81), соединённом через второй (78) узел гальванической развязки с управляющим входом преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение (с инвертирующим (87) входом (" - ") операционного усилителя (14)), будет такое напряжение, при котором напряжение на инвертирующем (87) входе (" - ") операционного усилителя (14) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение возрастет и станет больше, чем напряжение на неинвертирующем (17) входе (" + ") операционного усилителя (14) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение.

В результате чего на выходе (15) операционного усилителя (14) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжения будет низкое управляющее напряжение, при котором управляемый ключ (11) будет закрыт, и импульсы с генератора (3) прямоугольных импульсов постоянной частоты перестанут проходить на затвор (20) "МОП"-транзистора (19) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение.

Поэтому напряжение на выходе преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение (катод (34) диода (29)), а также на стоке (55) "МОП"-транзистора (54) стабилизатора (53) постоянного тока, перестанет расти и начнёт уменьшаться. По этой причине напряжение на

инвертирующем (87) входе ("-") операционного усилителя (14) снова станет меньше, чем напряжение на неинвертирующем (17) входе ("+") операционного усилителя (14) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение, и весь процесс будет повторяться.

5 То есть операционный усилитель (14) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение осуществляет сравнение напряжений на выходе (18) источника опорного напряжения (8) и выходного напряжения схемы управления (72), передаваемого посредством
10 второго узла гальванической развязки (который обеспечивает передачу сигнала управления без электрического контакта между схемой управления и преобразователем постоянного напряжения в импульсное напряжение), и создаёт на своем выходе (15) управляющее напряжение, которое поступает на управляющий вход (16) управляемого ключа (11), который замыкает или размыкает свои контакты и тем самым меняет
15 скважность импульсов, поступающих на затвор (20) "МОП"-транзистора (19) преобразователя (2) постоянного напряжения в импульсное напряжение.

Эти импульсы со стока (26) "МОП"-транзистора (19) через первый узел гальванической развязки (трансформатор (24)) поступают на вход (30) преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное
20 напряжение, на выходе (катод (34) диода (29)) которого после соответствующего преобразования и фильтрации снова начинает расти постоянное напряжение.

Таким образом, напряжение между стоком (55) - истоком (61) "МОП"-транзистора (54) стабилизатора (53) постоянного тока будет равно
25 величине напряжения на первом резисторе (76) схемы управления (72) с небольшими пульсациями напряжения, а ток, протекающий в нагрузке (51), не будет зависеть от изменения нагрузки (51), так же как и напряжение на стабилизаторе (53) постоянного тока не будет зависеть от величины нагрузки (51).

При этом ток, протекающий через нагрузку (51), создаёт на ней падение напряжения, в результате чего потенциал второго вывода (56) будет отрицательным относительно потенциала первого вывода (52) нагрузки (51), а, следовательно, и относительно потенциала отрицательного вывода (7) источника (1) постоянного напряжения, подсоединённого к первому выводу (52) нагрузки (51).

Следует особо отметить, что для всех вариантов предлагаемых устройств для получения постоянного тока, протекающего в цепи питания нагрузки, максимальное выходное напряжение на нагрузке (51) при стабильном токе нагрузки ограничено только предельно допустимыми напряжениями диода (29) и конденсатора (32), входящих в состав преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение, которые могут быть достаточно большими, поэтому величина сопротивления нагрузки может меняться в широких пределах.

Нижний предел сопротивления нагрузки – нулевое значение (режим короткого замыкания), при этом устройство продолжает работать, и с выхода преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение через стабилизатор (53) постоянного тока течёт постоянный ток, величина которого определяется напряжением на втором резисторе (65) и величиной первого резистора (62) стабилизатора (53) постоянного тока.

Верхний предел сопротивления нагрузки определяется соотношением тока, протекающего через стабилизатор (53) постоянного тока, и предельно допустимыми напряжениями диода (29) и конденсатора (32), входящих в состав преобразователя (28) импульсного напряжения в постоянное напряжение.

Различие между вариантами состоит в следующем:

- по первому варианту выполнения устройства подключение нагрузки (51) производится независимо от полярности источника постоянного напряжения;

- по второму варианту выполнения устройства к отрицательному выводу (7) источника питания постоянного тока (1) подключён второй вывод (56) нагрузки (51), а на первом выводе (52) нагрузки (51) создаётся положительный потенциал относительно отрицательного

5 вывода (7) источника питания постоянного тока (1);

- по третьему варианту выполнения устройства к отрицательному выводу (7) источника питания постоянного тока (1) подключён первый вывод (52) нагрузки (51), а на втором выводе (56) нагрузки (51) создаётся отрицательный потенциал относительно отрицательного

10 вывода (7) источника питания постоянного тока (1).

Поэтому устройства по второму и третьему вариантам могут использоваться в системах с единой шиной питания источника постоянного напряжения и нагрузки, причём на нагрузке создаются напряжения различной полярности.

15 Таким образом, все три варианта устройств для получения постоянного тока, протекающего в цепи питания нагрузки, путём стабилизации постоянного тока, протекающего в цепи питания нагрузки, и стабилизации постоянного напряжения на стабилизаторе тока (с учётом соответствующих связей между элементами устройств)

20 обеспечивают получение неизменяемой величины постоянного тока, протекающего в цепи изменяемой нагрузки, в более широком диапазоне нагрузок.

Формула изобретения (варианты)

1. Устройство для получения постоянного тока, протекающего в цепи питания нагрузки, содержащее источник постоянного напряжения, преобразователь постоянного напряжения в импульсное напряжение, 5 подсоединённый своими входами к выходам источника постоянного напряжения, первый узел гальванической развязки, подсоединённый своими входами к выходам преобразователя постоянного напряжения в импульсное напряжение, преобразователь импульсного напряжения в постоянное напряжение, подсоединённый своими входами к выходам 10 первого узла гальванической развязки, нагрузку, подсоединённую первым своим выводом к выходу преобразователя импульсного напряжения в постоянное напряжение, второй узел гальванической развязки и схему управления, отличающееся тем, что оно снабжено стабилизатором постоянного тока, подсоединённым своим входом к второму выводу 15 нагрузки и к первому входу схемы управления, и своим выходом к второму входу схемы управления, подсоединённой своим выходом через второй узел гальванической развязки к управляющему входу преобразователя постоянного напряжения в импульсное напряжение.

2. Устройство для получения постоянного тока, протекающего в цепи 20 питания нагрузки, содержащее источник постоянного напряжения, преобразователь постоянного напряжения в импульсное напряжение, подсоединённый своими входами к выходам источника постоянного напряжения, первый узел гальванической развязки, подсоединённый своими входами к выходам преобразователя постоянного напряжения в 25 импульсное напряжение, преобразователь импульсного напряжения в постоянное напряжение, подсоединённый своими входами к выходам первого узла гальванической развязки, нагрузку, подсоединённую первым своим выводом к выходу преобразователя импульсного напряжения в постоянное напряжение, второй узел гальванической развязки и схему 30 управления, отличающееся тем, что оно снабжено стабилизатором постоянного тока, подсоединённым своим входом к второму выводу

нагрузки, к отрицательному выводу источника постоянного напряжения и к первому входу схемы управления, и своим выходом к второму входу схемы управления, подсоединённой своим выходом через второй узел гальванической развязки к управляющему входу преобразователя постоянного напряжения в импульсное напряжение.

3. Устройство для получения постоянного тока, протекающего в цепи питания нагрузки, содержащее источник постоянного напряжения, преобразователь постоянного напряжения в импульсное напряжение, подсоединённый своими входами к выходам источника постоянного напряжения, первый узел гальванической развязки, подсоединённый своими входами к выходам преобразователя постоянного напряжения в импульсное напряжение, преобразователь импульсного напряжения в постоянное напряжение, подсоединённый своими входами к выходам первого узла гальванической развязки, нагрузку, подсоединённую первым своим выводом к выходу преобразователя импульсного напряжения в постоянное напряжение, второй узел гальванической развязки и схему управления, отличающееся тем, что оно снабжено стабилизатором постоянного тока, подсоединённым своим входом к второму выводу нагрузки и к первому входу схемы управления, и своим выходом к второму входу схемы управления, подсоединённой своим выходом через второй узел гальванической развязки к управляющему входу преобразователя постоянного напряжения в импульсное напряжение, а первый вывод нагрузки подсоединён к отрицательному выводу источника постоянного напряжения.

25