

## Ограничитель напряжения электросети

Полезная модель относится к электротехнике, может быть использована для защиты от перенапряжений, например при питании ламп освещения в пассажирских железнодорожных вагонах от источника постоянного тока.

Известен угольный ограничитель напряжения сети освещения (см. В.П.Егоров “Электрооборудование пассажирских вагонов” М.Транспорт 1987 стр 107,108), который состоит из электромагнита с якорем и угольной колонки. Обмотка электромагнита подключена к сети освещения и в зависимости от величины напряжения сети создает с помощью якоря разное давление на угольную колонку, которая приводит к изменению её сопротивления. Угольная колонка подключена последовательно с лампами освещения. Если напряжение сети увеличивается, то якорь электромагнита растягивает угольную колонку, что приводит к росту ее сопротивления и увеличению падения напряжения на ней и следовательно к уменьшению напряжения сети, пока оно не достигнет заданного значения.

Недостатками угольного ограничителя являются значительные массогабаритные характеристики и затраты электроэнергии.

Известен наиболее близкий по технической сути диодный ограничитель напряжения сети, взятый за прототип, (см.В.П.Егоров “Электрооборудование пассажирских вагонов” М.Транспорт 1987, стр.108-111), который содержит три последовательно соединенных диодных блока, каждый блок может быть замкнут накоротко контактами электромагнитных реле в зависимости от напряжения в сети освещения. Если напряжение в сети освещения увеличится так, что будет превосходить допустимую величину, то контакты первого реле размыкаются и включается первый диодный блок, при

этом напряжение в сети освещения снижается за счет падения напряжения на диодном блоке. При дальнейшем увеличении напряжения второе и третье реле включают второй, а потом третий диодный блоки и таким образом ограничивают напряжение в сети освещения.

Недостатком диодного ограничителя напряжения является значительные затраты электроэнергии при превышении напряжения допустимой величины из-за падения напряжения на диодных блоках.

В основу полезной модели поставлена задача усовершенствовать ограничитель напряжения электросети путем ограничения напряжения за счет широтно-импульсной модуляции без использования дополнительных рассеивателей энергии, которая позволит уменьшить затраты электроэнергии.

Поставленная задача решается тем, что в ограничитель напряжения электросети в соответствии с полезной моделью введены силовой ключ, фильтр входного напряжения, блок стабилизированного питания, генератор пилообразного напряжения, блок защиты, усилитель мощности, драйвер верхнего уровня, широтно-импульсный модулятор, выход которого соединен с первым входом драйвера верхнего уровня, первый выход которого через усилитель мощности подключен к входу силового ключа, второй выход драйвера верхнего уровня соединен с входом блока защиты, выход которого подключен к первому входу широтно-импульсного модулятора, к второму входу которого подсоединен первый выход генератора пилообразного напряжения, компаратор, блок заряда, шунт, первый и второй диоды, дроссель, бустерный конденсатор, блок запуска, конденсатор, входы фильтра входного напряжения и блока стабилизированного напряжения подключены к входным клеммам электросети, силовой ключ подключен в одну из силовых цепей, последовательно с силовым ключом соединен шунт и дроссель, катод первого диода соединен с входом дросселя, а его анод – с второй силовой цепью, бустерный конденсатор и блок запуска подсоединены к выходным клеммам параллельно нагрузке, вход и выход шунта соединены

с вторым и третьим входами драйвера верхнего уровня, с ее четвертым входом соединен выход блока заряда, на входы которого подключен вход дросселя и вторая силовая цепь, выход дросселя подключен к первому входу компаратора, к второму входу компаратора подключен второй выход генератора пилообразного напряжения, выход компаратора соединен с третьим входом широтно-импульсного модулятора, конденсатор включен между входом дросселя и пятым входом драйвера, анод второго диода подключен к выходу блока стабилизированного питания, а его катод подключен к шестому входу драйвера.

Суть предложенной полезной модели поясняется чертежом, где на фиг. показана структурная схема предложенного ограничителя напряжения электросети.

Ограничитель напряжения электросети содержит силовой ключ 1, фильтр 2 входного напряжения, блок 3 стабилизированного питания, генератор 4 пилообразного напряжения, блок защиты 5, усилитель мощности 6, драйвер 7 верхнего уровня, широтно-импульсный модулятор 8, компаратор 9, блок 10 заряда, шунт 11, первый диод 12, дроссель 13, бустерный конденсатор 14, блок запуска 15, второй диод 16, конденсатор 17.

Ограничитель напряжения электросети работает следующим образом.

Блок 3 стабилизированного питания, подключенный через входные клеммы к источнику постоянного тока, который имеет значительные разбросы напряжения, вырабатывает стабилизированные напряжения для питания соответствующих блоков и элементов системы. Кроме того, входное напряжение через фильтр 2 поступает в силовой ключ 1. Генератор 4 пилообразного напряжения формирует пилообразный сигнал и сигнал паузы, которые поступают в компаратор 9 и широтно-импульсный модулятор 8 соответственно. В момент подачи входного напряжения ключ 1 закрыт, напряжение на бустерном конденсаторе 14 равняется нулю.

Пилообразное напряжение  $U_4$  сравнивается с напряжением  $U_{14}$  на бустерном конденсаторе 14. До тех пор пока  $U_{14} < U_4$  модулятор 8 выдает

высокий уровень на драйвер 7, что обеспечивает согласование сигнала управление из модулятора 8, который выдается через усилитель мощности 6 на силовой ключ 1.

Конденсатор 17 является источником питания для выходного каскада драйвера 7 и усилителя 6. Драйвер 7 через усилитель мощности 6 открывает силовой ключ 1. Ток, который протекает через ключ 1, шунт 11, дроссель 13, заряжает бустерный конденсатор 14. Пока напряжение  $U_{14}$  не достигает ограничительного напряжения, ключ 1 выключается сигналом паузы, которая поступает из генератора 4 в модулятор 8. Дроссель 13 отдает накопленный заряд через первый диод 12.

При отсутствии нагрузки в момент нарастания напряжения  $U_{14}$  на бустерном конденсаторе включается блок запуска 15, который обеспечивает начальный запуск драйвера 7. При появлении напряжения на блоке 15 он подключает кратковременно к выходу ограничителя дополнительную нагрузку, через которую происходит заряд конденсатора в драйвере 7 в момент паузы (ключ 1 – выключен). Дальнейшая устойчивая работа драйвера 7 обеспечивается блоком заряда 10.

Стабилизация выходного напряжения обеспечивается изменением скважности управляющего сигнала, который поступает на ключ 1 из компаратора 9 через модулятор 8, драйвер 7 и усилитель 6.

При наличии нагрузки запуск и работа ограничителя происходят так же как и при отсутствии нагрузки, только при работе блок 10 не используется. При значительных токах нагрузки для предотвращения перенапряжения на конденсаторе 17 в драйвере 7 введена цепь ограничения зарядного тока. Во время паузы, если ключ 1 закрытый, конденсатор 17 накапливает заряд от блока 3 через второй диод 16, шунт 11, дроссель 13 и блок 15.

При перегрузке напряжение из шунта 11 поступает на драйвер 7 и он выключает через усилитель 6 силовой ключ 1. Ограничитель переходит в режим стабилизации тока нагрузка. Если перегрузка продолжается больше заданного времени, то блок 5 переводит ограничитель в режим защиты

(снимается выходное напряжение). Такое решение обеспечивает срабатывание защиты при коротком замыкании в нагрузке без выхода из строя ограничителя и уверенное включение нагрузки при значительном пусковом токе (холодные нити ламп накаливания). Восстановление защиты с переходом в режим “работа” происходит или кнопкой “Восстановление защиты”, или временным отключением входного напряжения.

Таким образом, предложенный ограничитель напряжения электросети обеспечивает ограничение напряжения без использования дополнительных рассеивателей энергии, что позволяет уменьшить затраты электроэнергии.

Генеральный директор  
НПП “Хартрон-Экспресс”

В.Н.Макаренко