



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) KZ (13) A4 (11) 22428  
(51) B60L 15/00 (2009.01), B60L 15/04  
(2009.01), B60L 15/20 (2009.01), B60L  
15/28 (2009.01)

КОМИТЕТ ПО ПРАВАМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
МИНИСТЕРСТВА ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ИННОВАЦИОННОМУ ПАТЕНТУ

(21) 2009/0229.1

(22) 20.02.2009

(45) 15.04.2010, бюл. № 4

(72) Тергемес Кажыбек Тлеугалиулы; Сагитов Пулат Исмаилович; Шадхин Юрий Исаевич; Акпанбетов Дархан Берикович; Тергемесов Думан Кажыбекович

(73) Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения "Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева" Министерства образования и науки Республики Казахстан (KZ)

(56) А.с. СССР № 560773, кл. В60L 15/28, 15.06.1977

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПЛАВНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

(57) Изобретение может быть использовано в тяговых электроприводах электроподвижного состава для регулирования скорости движения.

В устройстве для повышения надежности электропривода и регулирования скорости вращения тяговых двигателей постоянного тока использован широтно-импульсный регулятор напряжения постоянного тока, построенный на силовом IGBT транзисторе. Для дальнейшего расширения диапазона регулирования скорости вращения двигателей постоянного тока электропривода подвижного состава использован метод изменения магнитного потока шунтированием сопротивления к обмоткам возбуждения. Динамическое торможение производится шунтированием обмотки якоря двигателей постоянного тока к тормозным сопротивлениям. Расширенный диапазон регулирования и динамическое торможение производится использованием IGBT транзисторов.

(19) KZ (13) A4 (11) 22428

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано в тяговых электроприводах электроподвижного состава для регулирования скорости движения.

Известно устройство для плавного регулирования скорости электроподвижного состава постоянного тока [А.с. СССР № 560773, кл. В60L 15/28, опубл. в БИ №21 от 0506.1977], содержащее параллельно соединенные тяговые двигатели постоянного тока, диоды, шунтирующие параллельно соединенные тяговые двигатели, и тиристорные прерыватели с силовыми вспомогательными тиристорами и коммутирующим конденсатором, параллельно каждому из силовых тиристорных прерывателей включена цепь, состоящая из последовательно включенных тиристорных прерывателей, между средними точками которых включен указанный коммутирующий конденсатор, включенные между тиристорными прерывателями.

Недостатком вышеизложенного изобретения является низкая надежность регулирования, обусловленные применением шести тиристорных, соединенных в цепях постоянного тока, требующие специальные устройства для искусственной коммутации, узкий диапазон регулирования скорости вращения двигателей постоянного тока и невозможность динамического торможения двигателей постоянного тока.

Технической задачей изобретения является повышение надежности тягового электропривода постоянного тока, расширение диапазона регулирования скорости вращения двигателей постоянного тока, гальваническая развязка системы управления от силовой цепи электропривода и обеспечение динамического торможения двигателей постоянного тока.

Для этого в устройство для плавного регулирования скорости подвижного состава постоянного тока вместо тиристорных введены силовые IGBT транзисторы с изолированным затвором, системы управления, сопротивления, последовательные обмотки возбуждения.

Техническим результатом является использование силовых IGBT транзисторов, обладающие высоким быстродействием (до 20 кГц), позволяющие повысить надежность и расширенный диапазон регулирования скорости двигателей постоянного тока до  $D=1000 \pm 1$  и выше, имеющие гальваническую развязку системы управления от силовой цепи двигателя постоянного тока, обеспечение динамического торможения двигателей постоянного тока.

На фигуре представлена схема данного устройства.

Тяговый электропривод содержит источник постоянного тока 1, к плюсовому полюсу которого соединены коллектор транзистора 2, катод обратного диода 3, к затвору транзистора 2 соединена система управления 4, а эмиттер транзистора 2 и анод обратного диода 3 соединены к катоду обратного диода 5 и к одним концам обмоток якорей двигателей постоянного тока 6, 7, к катодам обратных диодов 8, 9, к коллекторам транзисторов

10, 11, к затворам транзисторов 10, 11 соединены системы управления 12, 13, а аноды обратных диодов 8, 9 соединены к эмиттерам транзисторов 10, 11 и к одним концам тормозных сопротивлений 14, 15, другие концы тормозных сопротивлений 14, 15 соединены к другим концам обмоток якорей двигателей постоянного тока 6, 7 и к одним концам последовательных обмоток возбуждения 16, 17, к анодам обратных диодов 18, 19, к коллекторам транзисторов 20, 21, к затвору которых соединены системы управления 22, 23, а другие концы последовательных обмоток возбуждения 16, 17 соединены к минусовому полюсу источника постоянного тока 1, к аноду обратного диода 5 и к одним концам сопротивлений 24, 25, а другие концы сопротивлений 24, 25 соединены к анодам обратных диодов 18, 19, к эмиттерам транзисторов 20, 21, к затворам которых соединены системы управления 22, 23.

Устройство тягового электропривода постоянного тока работает следующим образом. При подаче импульсов от системы управления 4 к затвору транзистора 2 поступает напряжение источника постоянного тока 1 к концам обмоток якорей двигателей постоянного тока 6, 7 и последовательных обмоток возбуждения 16, 17, и через якорных обмоток двигателей постоянного тока 6, 7 и последовательных обмоток возбуждения 16, 17 начнут протекать токи, создающие вращающих моментов двигателей постоянного тока 6, 7, которые приводят в движение двигатели постоянного тока 6, 7. Регулируя скважность импульсов, поступающие к затвору транзистора 2, можно регулировать напряжение питания двигателей постоянного тока 6, 7 в широком диапазоне, т.е. от 0 до  $U_{ном}$  и соответственно регулировать скорость вращения двигателей постоянного тока 6, 7, согласно выражению механической характеристики двигателей

постоянного тока: 
$$\omega = \frac{U}{K_{\phi}} - \frac{MR}{\left(K_{\phi}\right)^2},$$
 где  $U$  -

напряжение питания;  $K_{\phi}$  - магнитный поток двигателя;  $R$  - сопротивление в якорной цепи;  $M$  - вращающийся момент двигателя.

При этом транзистор 2 работает как широтно-импульсный регулятор, изменяя поступающее среднее напряжение постоянного тока к двигателям постоянного тока 6, 7 и последовательным обмоткам возбуждения 16, 17, а обратный диод 5 поддерживает непрерывность протекания токов через двигатели постоянного тока 6, 7 и последовательных обмоток возбуждения 16, 17 при прерывном напряжении постоянного тока, обусловленный режимом работы транзистора 2. При необходимости дальнейшего расширения диапазона регулирования скорости вращения двигателей постоянного тока 6, 7 от систем управления 22, 23 к затворам транзисторов 20, 21 подаются управляющие импульсы для работы транзисторов 20, 21. При этом транзисторы 20, 21 и сопротивления 24, 25 шунтируют последовательные

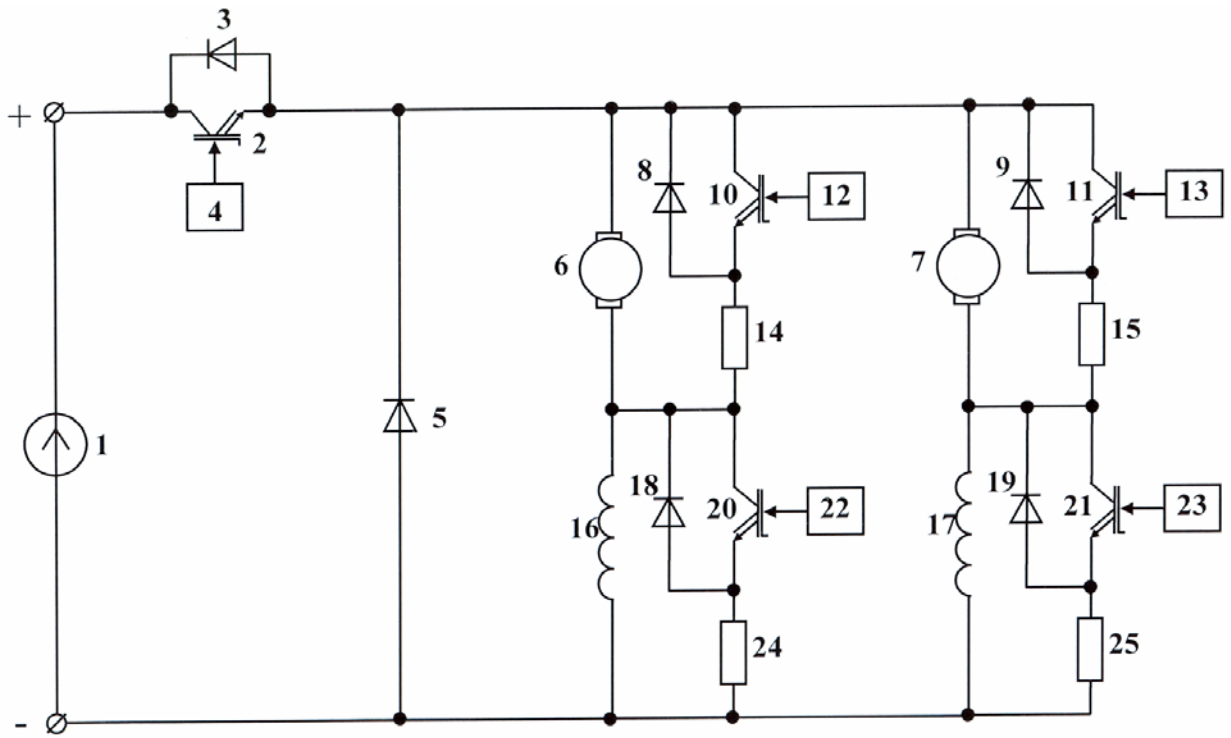
обмотки возбуждения 16, 17 и токи проходящие через последовательные обмотки возбуждения 16, 17 регулируются по величине, повлекая за собой изменения магнитных потоков двигателей постоянного тока 6, 7. А как известно из теории электропривода (Сандлер А.С., Чиликин М.Г. Общий курс электропривода. - М.: Энергоатомиздат, 1981) одним из способов регулирования скорости вращения двигателей постоянного тока, согласно по вышеуказанному выражению, является изменение магнитного потока двигателя постоянного тока. Меньше ток возбуждения, больше скорость вращения двигателя постоянного тока. Таким образом, изменяя питающее напряжение двигателей постоянного тока 6, 7 и изменяя магнитный поток двигателя постоянного тока 6, 7 можно добиться расширенного диапазона регулирования скорости вращения двигателей постоянного тока 6, 7. При необходимости раздельного регулирования скорости вращения двигателей постоянного тока 6, 7 работает только один из транзисторов 20, 21.

Для динамического торможения двигателей постоянного тока 6, 7 прекращается подача управляющих импульсов от системы управления 4 к затвору транзистора 2 и транзистор 2 закрывается, а к обмоткам якорей двигателей постоянного тока 6, 7 не поступает питающее напряжение от источника постоянного тока 1. Двигатели постоянного тока 6, 7 вращаются по инерции, работая как генераторы постоянного тока, при этом токи проходящие по якорным обмоткам двигателей постоянного тока 6, 7 и последовательных обмоток возбуждения 16, 17 замыкаются через обратный диод 5, двигатели останавливаются свободным выбегом за длительное время. А для электрического торможения двигателей постоянного тока 6, 7 от системы управления 12, 13 к затворам транзисторов 10, 11 подаются управляющие импульсы, открывающие транзисторы 10, 11, которые шунтируют тормозные сопротивления 14, 15 к якорным обмоткам двигателей постоянного тока 6, 7. При этом

генерируемая энергия двигателями постоянного тока 6, 7 прикладывается к тормозным сопротивлениям 14, 15 и преобразуется в тепло, распространяясь в пространство. Двигатели постоянного тока 6, 7 останавливаются быстро за считанное время. Эффективность динамического торможения двигателей постоянного тока 6, 7 зависит от величины тормозных сопротивлений 14, 15.

#### **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Устройство для плавного регулирования скорости электроподвижного состава, содержащее параллельно соединенные тяговые двигатели постоянного тока, диоды, отличающиеся тем, что введены силовые транзисторы, системы управления, последовательно соединенные обмотки возбуждения, сопротивления, при этом коллектор транзистора и катод диода соединены к плюсовому полюсу источника постоянного тока, к затвору транзистора соединена система управления, а эмиттер транзистора и анод обратного диода соединены к катоду обратного диода и к одним концам обмоток якорей двигателей постоянного тока, к катодам обратных диодов, к коллекторам транзисторов, к затворам транзисторов соединены системы управления, а аноды обратных диодов соединены к эмиттерам транзисторов и к одним концам тормозных сопротивлений, другие концы тормозных сопротивлений соединены к другим концам обмоток якорей двигателей постоянного тока и к одним концам последовательных обмоток возбуждения, к катодам обратных диодов, к эмиттерам транзисторов, к затвору которых соединены системы управления, а другие концы последовательных обмоток возбуждения соединены к минусовому полюсу источника постоянного тока, к аноду обратного диода и к одним концам сопротивлений, а другие концы сопротивлений к анодам обратных диодов, к эмиттерам транзисторов, к затворам которых соединены системы управления.



Фиг.

Верстка Болева А.Д.  
Корректор Мадеева П.А.