



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 015 584⁽¹³⁾ C1

(51) МПК⁵ H 01 F 7/18

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 4851321/07, 16.07.1990

(46) Дата публикации: 30.06.1994

(56) Ссылки: 1. Крановое электрооборудование. Справочник под ред. Рабиновича А.А. М.: Энергия. 1979. 2. Авторское свидетельство СССР N 1522301, кл. H 01F 7/18, 1989.

(71) Заявитель:

Липецкий политехнический институт

(72) Изобретатель: Мещеряков В.Н.

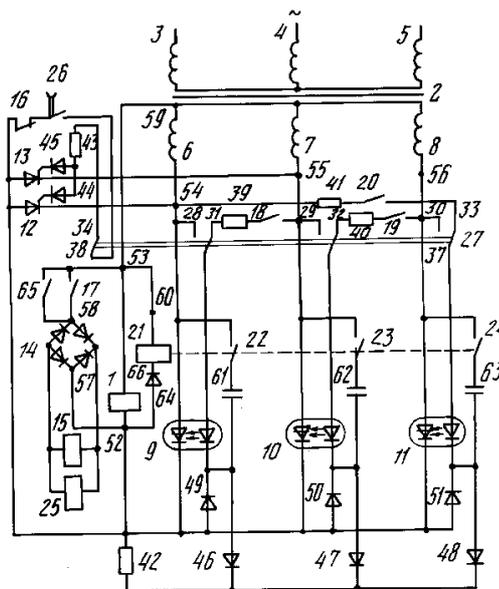
(73) Патентообладатель:

Липецкий политехнический институт

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫМ ЭЛЕКТРОМАГНИТОМ

(57) Реферат:

Использование: в устройствах управления грузоподъемными электромагнитами. Сущность изобретения: в устройство для управления грузоподъемным электромагнитом 1, содержащее трехфазный силовой трансформатор 2, три управляемых тиристорных вентиля 9, 10, 11, первый 12 и второй 13 тиристоры, однофазный мостовой выпрямитель 14, первое реле 15 с одним размыкающим 16 и четырьмя замыкающими 18, 17, 19, 20 контактами, реле 25 времени с одним замыкающим контактом 26 с выдержкой времени на размыкание, четырехканальный двухпозиционный переключатель 27, три резистора 39, 40, 51 и пять диодов 44-48, введены второе реле 21 с четырьмя замыкающими контактами 22, 23, 24, 65, три конденсатора 61, 62, 63, четыре диода 49-51, 64 и два резистора 42, 43, что позволяет расширить диапазон регулирования подъемной силы грузоподъемного электромагнита. 1 ил.



RU 2 015 584 C1

RU 2 015 584 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 015 584** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.⁵ **H 01 F 7/18**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 4851321/07, 16.07.1990

(46) Date of publication: 30.06.1994

(71) Applicant:
LIPETSKIJ POLITEKHNICHESKIJ INSTITUT

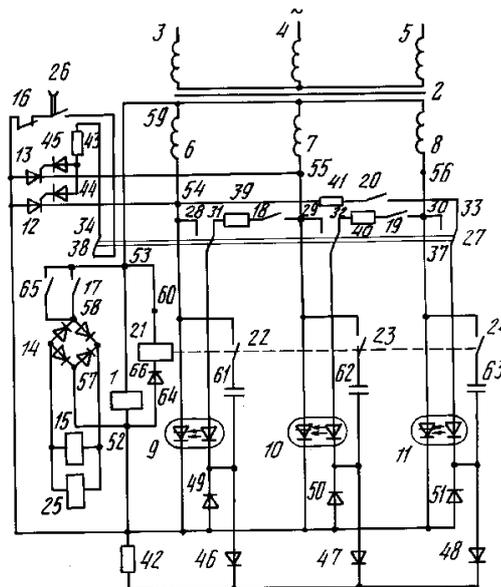
(72) Inventor: MESHCHERJAKOV V.N.

(73) Proprietor:
LIPETSKIJ POLITEKHNICHESKIJ INSTITUT

(54) **LOAD-HANDLING ELECTROMAGNET CONTROL DEVICE**

(57) Abstract:

FIELD: electric technique. SUBSTANCE: device for control of load-handling electromagnet 1 has three phase power transformer 2, three controllable thyristorized gates 9, 10, 11, first and second thyristors 12 and 13, single-phase bridge rectifier 14, first relay 15 with one break contact 16 and four make contacts 18, 17, 19, 20, timer 25 with one made contact 26 with a time delay for disconnection, four-channel two-position switch 27, three resistors 39, 40, 51, five diodes 44-48. The device is characterized in that it has second auxiliary relay 21 with four make contacts 22, 23, 24, 65, three capacitors 61, 62, 63, four diodes 49-51, 64 and two resistors 42, 43 so as to widen a control range of handling capacity of electromagnet. EFFECT: widened control range. 1 dwg



RU 2 0 1 5 5 8 4 C 1

RU 2 0 1 5 5 8 4 C 1

Изобретение относится к электротехнике, в частности к устройствам, применяемым для управления и питания грузоподъемных электромагнитов.

Известно устройство для управления грузоподъемным электромагнитом и регулирования его подъемной силы - магнитной контроллер ПСМ-80, содержащий управляемый выпрямитель, выполненный из двух диодов и тиристора с системой регулирования угла открывания, сельсинный командоаппарат, выпрямитель, транзисторный усилитель, стабилизатор, трансформатор, релейно-контакторную аппаратуру включения и отключения, разрядные резисторы, диоды [1]. Устройство позволяет регулировать подъемную силу электромагнита.

Недостатком известного устройства является его сложность и малая надежность, так как устройство содержит большое количество релейно-контакторной аппаратуры. Другим недостатком этого устройства являются потери энергии при отключении электромагнита, так как при этом запасенная в обмотке энергия рассеивается на разрядном резисторе.

Наиболее близким по технической сущности к изобретению является устройство для управления грузоподъемным электромагнитом, содержащее трехфазный трансформатор, реверсивный управляемый преобразователь, включающий группу намагничивания, выполненную по нулевой схеме, и группу размагничивания, выполненную в виде трехфазного двухполупериодного выпрямителя. К выходу преобразователя подключен вывод обмотки электромагнита, другой вывод которой подключен к нулевому выводу вторичной обмотки трансформатора. Блок управления содержит двухпозиционный ключ с четырьмя подвижными контактами, четырьмя неподвижными контактами в первой позиции и четырьмя неподвижными контактами во второй позиции, два реле с контактами, однофазный мостовой выпрямитель, три резистора, защитные диоды [2].

Недостатком известного устройства является отсутствие возможности плавного регулирования подъемной силы грузоподъемного электромагнита.

Целью изобретения является увеличение диапазона регулирования подъемной силы грузоподъемного электромагнита.

Это достигается тем, что устройство для управления грузоподъемным электромагнитом содержит трехфазный трансформатор, первичные обмотки которого подключены к питающей сети, а вторичные соединены по схеме "звезда", три управляемых вентиля- фототиристорных оптрона, два тиристора, однофазный мостовой выпрямитель, первое реле с одним размыкающим и четырьмя замыкающими контактами, реле времени с одним замыкающим контактом с выдержкой времени на размыкание, четырехканальный двухпозиционный переключатель, имеющий в первом, втором и третьем каналах входы первого положения и во всех каналах - входы второго положения, и входы каналов, замыкающиеся с входами первого или второго положения, первый и второй выходные выводы устройства для

подключения обмотки электромагнита, причем первые выводы первого, второго и третьего управляемых тиристорных вентилей соединены с входными выводами первой, второй и третьей вторичных обмоток силового трансформатора соответственно, а их вторые выводы объединены и подключены к первому выходному выводу устройства, соединенному с первым входным выводом мостового выпрямителя, второй входной вывод которого через первый замыкающий контакт первого реле соединен с выходным выводом нейтрали "звезды" вторичных обмоток силового трансформатора, соединенным с первым выводом обмотки второго реле, а между выходными выводами мостового выпрямителя параллельно включены обмотки первого реле и реле времени. При этом первые выводы первого и второго тиристорных объединены с первым выходным выводом устройства, второй вывод первого тиристора соединен с выходным выводом первой вторичной обмотки, а второй вывод второго тиристора - с выходным выводом второй вторичной обмотки силового трансформатора. К управляющим электродам первого и второго тиристорных подключены вторые выводы соответственно первого и второго диодов, первые выводы которых объединены и через цепочку, содержащую последовательно соединенные размыкающий контакт первого реле и замыкающий контакт реле времени с выдержкой времени на размыкание, подключены к объединенным первым выводам первого и второго тиристорных, при этом у двухпозиционного переключателя входы первого положения первого, второго и третьего каналов подключены соответственно к выходным выводам первой, второй и третьей вторичных обмоток силового трансформатора, вход второго положения первого канала через последовательно соединенные первый резистор и второй замыкающий контакт первого реле - с выходным выводом второй вторичной обмотки силового трансформатора, вход второго положения второго канала через последовательно соединенные второй резистор и третий замыкающий контакт первого реле - с выходным выводом третьей вторичной обмотки силового трансформатора, вход второго положения третьего канала через последовательно соединенные третий резистор и четвертый замыкающий контакт первого реле - с выходным выводом первой вторичной обмотки силового трансформатора.

В устройство введены второе реле с четырьмя замыкающими контактами, первым выводом обмотки соединенное с выходным выводом нейтрали "звезды" вторичных обмоток силового трансформатора, три конденсатора, четыре диода, два резистора, причем вторые выводы третьего, четвертого и пятого диодов объединены и соединены с первым выводом четвертого резистора, а управляемые тиристорные вентили выполнены каждый в виде фототиристорного оптрона со светодиодом в управляющей цепи. Причем первые выводы светодиодов первого, второго и третьего управляемых вентилей соединены соответственно с выходами первого, второго и третьего каналов двухпозиционного переключателя,

второй вывод светодиода первого управляемого тиристорного вентиля соединен с первым выводом первого конденсатора, с первым выводом третьего и с вторым выводом шестого диодов. Второй вывод светодиода второго управляемого тиристорного вентиля соединен с первым выводом второго конденсатора, с первым выводом четвертого и вторым выводом седьмого диодов. Второй вывод светодиода третьего управляемого тиристорного вентиля соединен с первым выводом третьего конденсатора, с первым выводом пятого и вторым выводом восьмого диодов, причем первые выводы шестого, седьмого и восьмого диодов и второй вывод четвертого резистора соединены с объединенными вторыми выводами управляемых тиристорных вентилях. При этом вторые выводы первого, второго и третьего конденсаторов соединены соответственно с первыми выводами первого, второго и третьего контактов второго реле, вторыми выводами соединенных соответственно с первыми выводами первого, второго и третьего управляемых тиристорных вентилях. При этом параллельно первому замыкающему контакту первого реле подключен четвертый замыкающий контакт второго реле, а вышеупомянутую цепочку, содержащую последовательно соединенные размыкающий контакт первого реле и замыкающий контакт реле времени с выдержкой времени на размыкание последовательно включены пятый резистор и четвертый канал двухпозиционного переключателя, при этом первый выходной вывод устройства соединен с первым выводом девятого диода, второй вывод которого соединен с вторым выводом обмотки второго реле, а второй выходной вывод устройства соединен с выходным выводом нейтрали "звезда" вторичных обмоток силового трансформатора.

Данное устройство позволяет регулировать подъемную силу грузоподъемного электромагнита, осуществлять инвертирование энергии в сеть при отключении электромагнита.

На чертеже изображена электрическая схема устройства.

Устройство для управления грузоподъемным электромагнитом 1 содержит трехфазный силовой трансформатор 2, первичные обмотки которого снабжены выводами 3,4,5 для подключения питающей сети, а вторичные обмотки 6,7,8 в порядке чередования фаз - первая 6, вторая 7, третья 8 соединены в схему "звезда", три управляемых вентиля 9, 10, 11, первый 12 и второй 13 тиристоры, однофазный мостовой выпрямитель 14, первое реле 15 с одним размыкающим 16 и четырьмя замыкающими 17-20 контактами, второе реле 21 с первым 22, вторым 23 и третьим 24 контактами, реле 25 времени с одним замыкающим контактом 26 с выдержкой времени на размыкание, четырехканальный двухпозиционный переключатель 27, имеющий в первом, втором и третьем каналах входы 28-30 первого положения и во всех каналах - входы 31-34 второго положения и выходы 35-38 каналов, замыкающиеся с выходами первого или второго положения каналов соответственно при первом I или втором II положениях двухпозиционного

переключателя, пять резисторов 39-43, восемь диодов 44-51, первый 52 и второй 53 выходные выводы устройства для подключения обмотки электромагнита 1. Причем первые выводы первого 9, второго 10 и третьего 11 управляемых тиристорных вентилях соединены с выходными выводами 54 первой 6, 55 второй 7 и 56 третьей 8 вторичных обмоток силового трансформатора 2 соответственно, а вторые выводы объединены и подключены к первому выходному выводу 52 устройства, соединенному с первым входным выводом 57 мостового выпрямителя 14, второй входной вывод 58 которого через первый замыкающий контакт 17 первого реле 15 соединен с выходным выводом 59 нейтрали "звезды" вторичных обмоток 6,7,8 силового трансформатора 2, соединенным с первым выводом 60 обмотки второго реле 21.

Между выходными выводами мостового выпрямителя 14 параллельно включены обмотки первого 15 и реле 25 времени, при этом аноды первого 12 и второго 13 тиристоров объединены с первым выходным выводом 52 устройства, катод первого тиристора 12 соединен с выходным выводом 54 первой вторичной обмотки 6, а катод второго тиристора 13 - с выходным 55 вторичной обмотки 7 силового трансформатора 2. К управляющим электродам первого 12 и второго 13 тиристоров подключены вторые выводы соответственно первого 44 и второго 45 диодов, первые выводы которых объединены и через цепочку, содержащую последовательно соединенные размыкающий контакт 16 первого реле 15 и замыкающий контакт 26 реле 25 времени с выдержкой времени на размыкание, подключены к объединенным анодам первого 12 и второго 13 тиристоров. При этом у двухпозиционного переключателя 27 входы первого положения 1 первого 28, второго 29 и третьего 30 каналов подключены соответственно к выходным выводам 54 первой 6, 55 второй 7 и 56 третьей 8 вторичных обмоток силового трансформатора 2. Вход 32 второго положения II первого канала через последовательно соединенные первый резистор 39 и второй замыкающий контакт 18 первого реле 15 соединен с выходным выводом 55 второй вторичной обмотки 7 силового трансформатора 2. Вход 33 второго положения II второго канала через последовательно соединенные второй резистор 40 и третий замыкающий контакт 19 первого реле 15 соединен с выходным выводом 56 третьей вторичной обмотки 8 силового трансформатора 2. Вход 34 второго положения II третьего канала через последовательно соединенные третий резистор 41 и четвертый замыкающий контакт 20 первого реле 15 соединен с выходным выводом 54 первой вторичной обмотки 6 силового трансформатора 2. Причем катоды третьего 46, четвертого 47 и пятого 48 диодов объединены и соединены с первым выводом четвертого резистора 42.

В устройство введены три конденсатора 61, 62, 63 и девятый диод 64, а первый 22, второй 23 и третий 24 контакты второго реле 21 выполнены в виде замыкающих контактов, причем второе реле 21 дополнительно снабжено четвертым замыкающим контактом

65, а управляемые вентили 9, 10, 11 выполнены каждый в виде фототиристорного оптрона со светодиодом в управляющей цепи. Аноды светодиодов первого 9, второго 10 и третьего 11 управляемых вентилях соединены соответственно с выводами 35 первого, 36 второго и 37 третьего каналов двухпозиционного переключателя 27. Второй вывод светодиода первого управляемого тиристорного вентиля 9 соединен с первым выводом первого конденсатора 61, с первым выводом третьего 46 и вторым выводом шестого 49 диодов. Второй вывод светодиода второго управляемого тиристорного вентиля 10 соединен с первым выводом второго конденсатора 62, с первым выводом четвертого 47 и с вторым выводом седьмого 50 диодов. Второй вывод светодиода третьего управляемого тиристорного вентиля 11 соединен с первым выводом третьего конденсатора 63, первым выводом пятого 48 и вторым выводом восьмого 51 диодов, причем первые выводы шестого 49, седьмого 50 и восьмого 51 диодов и второй вывод четвертого резисторов 42 соединены с объединенными вторыми выводами управляемых тиристорных вентилях 9, 10, 11, при этом вторые выводы первого 61, второго 62 и третьего 63 конденсаторов соединены соответственно с первыми выводами первого 22, второго 23 и третьего 24 контактов второго реле 21, вторыми выводами соединенных соответственно с первыми выводами первого 9, второго 10, третьего 11 управляемых тиристорных вентилях. Параллельно первому замыкающему контакту 17 первого реле 15 подключен четвертый замыкающий контакт 65 второго реле 21, в вышеупомянутую цепочку, содержащую последовательно соединенные размыкающий контакт 16 первого реле 15 и замыкающий контакт 26 реле 25 времени с выдержкой на размыкание, последовательно включены пятый резистор 43 и канал контактов 31 и 38 двухпозиционного переключателя 27. При этом первый выходной вывод 52 устройства соединен с первым выводом девятого диода 64, второй вывод которого соединен с вторым выводом 66 обмотки второго реле 21, а второй выходной вывод 53 устройства соединен с выходным выводом 59 нейтрали "звезды" вторичных обмоток 6,7,8 силового трансформатора.

Устройство работает следующим образом. В режиме намагничивания двухпозиционный переключатель 27 находится в первой позиции, подвижные контакты 35, 36, 37 переключателя замкнуты с неподвижными контактами 28, 29, 39 переключателя. Светодиоды оптопар 9-11 подключены к вторичной обмотке трансформатора, на фототиристоры оптопар 9-11 поступает сигнал управления. Обмотка 1 электромагнита получает питание от группы намагничивания преобразователя. При этом получают питание катушки реле 15, 21, 25, контакты 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 65 будут замкнуты, контакт 16 разомкнут, контакт 38 переключателя 27 разомкнут.

Подъемная сила электромагнита регулируется изменением подведенного к его обмотке напряжения. Величина выпрямленного напряжения регулируется изменением угла α открывания управляемых фототиристорных вентилях 9-11.

Угол α отсчитывается от точки естественной коммутации фототиристорных вентилях. При $\alpha = 0$ выпрямленное напряжение, подводимое к обмотке электромагнита, имеет максимальное значение. При $\alpha > 0$ с увеличением угла α выпрямленное напряжение уменьшается.

Для того, чтобы получить $\alpha > 0$, необходимо подавать положительную полуволну напряжения на светодиоды оптопар 9-11 с запаздыванием относительно точки естественной коммутации фототиристоров оптопар 9-11. Это реализовано следующим образом. Каждый из светодиодов оптопар 9-11 включен в свою электрическую цепь, содержащую конденсатор, подключаемый параллельно светодиоду. В полупериод времени, предшествующий точке естественной коммутации фототиристора, конденсатор заряжается напряжением обратной полярности. Это напряжение приложено к светодиоду, светодиод закрыт. Цепь заряда конденсаторов напряжением обратной полярности следующая: вторичная обмотка соседней фазы трансформатора 2, подключенный к ней фототиристор оптопары, диод из числа 49-51, подключенный к нему конденсатор, замкнутый контакт реле 21 из числа 22-24, вторичная обмотка соответствующей фазы трансформатора. Поскольку в цепи заряда конденсаторов обратным напряжением не включен резистор с большим активным сопротивлением, постоянная времени заряда конденсатора напряжением обратной полярности очень мала, процесс заряда происходит быстро.

Конденсаторы 61-63 заряжаются положительной полуволной напряжения по цепи: соответствующая вторичная обмотка трансформатора, конденсатор, подключенный к нему диод из числа 46-48, резистор 42, обмотка электромагнита 1, нулевой вывод 59 вторичной обмотки трансформатора 2.

В точке естественной коммутации каждого из фототиристоров оптопар соответствующий конденсатор заряжен отрицательным напряжением, поэтому ток через светодиод оптопары не протекает и фототиристор не включается. Конденсатор перезаряжается положительной полуволной напряжения, и после того, как напряжение на конденсаторе станет больше нуля, к светодиоду оптопары прикладывается положительное напряжение, фототиристор оптопары включается. Время запаздывания включения фототиристора относительно точки его естественной коммутации определяется временем перезаряда конденсатора и зависит от величины сопротивления резистора 42, через который перезаряжается конденсатор.

Изменяя величину сопротивления резистора 42 можно регулировать угол открывания фототиристоров оптопар и соответственно напряжение, подведенное к обмотке электромагнита. Диапазон регулирования угла открывания фототиристоров оптопар $5^\circ < \alpha < 175^\circ$.

При переведении ключа 27 во вторую позицию замыкаются его контакты 31 и 38, подготавливая процесс размагничивания, подвижные контакты 35-37 ключа размыкаются с неподвижными контактами 29-30 и замыкаются с неподвижными контактами 32-34, на светодиоды оптопар

начинает поступать напряжение с последующей фазы вторичной обмотки трансформатора через замкнутые контакты 18-20 и резисторы 39-41. Сигнал управления, подаваемый со светодиодов оптопар на их фототиристоры, сдвинут относительно точки естественной коммутации фототиристоров на угол $\alpha = 120^\circ$ эл. Величина угла определяется величиной сопротивления резисторов 39-41, для обеспечения процесса инвертирования угол выставляется в диапазоне $120^\circ < \alpha < 150^\circ$. Переключение фототиристоров группы намагничивания происходит поочередно через 120° . В начале процесса инвертирования реле 21 теряет питание, а реле 15 и 25 получают питание от обмотки электромагнита 1 в течение всего периода инвертирования.

После того, как обмотка электромагнита отдаст в сеть запасенную электромагнитную энергию, ток через нее прекращается, напряжение на обмотке электромагнита спадает до нуля. Катушки реле 15, 25 теряют питание, контакты 18-20, 17 размыкаются, группа намагничивания отключается, контакт 26 остается некоторое установленное время замкнутым, контакт 16 замыкается. На управляющие электроды двух тиристоров группы размагничивания подается напряжение управления, тиристоры открываются, по обмотке электромагнита протекает ток в обратном направлении, размагничивая электромагнит. По истечении установленной выдержки времени размыкается контакт 26 реле 25, выключая тиристоры группы размагничивания. Кратковременное протекание тока в обратном направлении через обмотку электромагнита снимает его остаточное намагничивание.

Формула изобретения:

УСТРОЙСТВО ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫМ ЭЛЕКТРОМАГНИТОМ, содержащее трехфазный силовой трансформатор, первичные обмотки которого снабжены выводами для подключения питающей сети, а вторичные обмотки в порядке чередования фаз первая, вторая, третья соединены по схеме "звезда", три управляемых тиристорных вентиля, первый и второй тиристоры, однофазный мостовой выпрямитель, первое реле с одним размыкающим и четырьмя замыкающими контактами, реле времени с одним замыкающим контактом с выдержкой времени на размыкание, четырехканальный двухпозиционный переключатель, имеющий в первом, втором и третьем каналах входы первого положения и во всех каналах - входы второго положения и выходы каналов, замыкающиеся с входами первого или второго положения каналов соответственно при первом или втором положении дистанционного переключателя, три резистора, пять диодов, первый и второй выходные выводы устройства для подключения обмотки электромагнита, причем первые выводы первого, второго и третьего управляемых тиристорных вентиля соединены с выходными выводами первой, второй и третьей вторичных обмоток силового трансформатора соответственно, а их вторые выводы объединены и подключены к первому выходному выводу устройства, соединенному с первым входным выводом мостового

выпрямителя, второй входной вывод которого через первый замыкающий контакт первого реле соединен с выходным выводом нейтрали "звезды" вторичных обмоток силового трансформатора, а между выходными выводами мостового выпрямителя параллельно включены обмотки первого реле и реле времени, при этом первые выводы первого и второго тиристоров объединены с первым выходным выводом устройства, второй вывод первого тиристора соединен с выходным выводом первой вторичной обмотки, а второй вывод второго тиристора - с выходным выводом второй вторичной обмотки силового трансформатора, к управляющим электродам первого и второго тиристоров подключены вторые выводы соответственно первого и второго диодов, первые выводы которых объединены и через цепочку, содержащую последовательно соединенные размыкающий контакт первого реле и замыкающий контакт реле времени с выдержкой времени на размыкание, подключены к объединенным первым выводам первого и второго тиристоров, при этом у двухпозиционного переключателя входы первого положения первого, второго и третьего каналов подключены соответственно к выходным выводам первой, второй и третьей вторичных обмоток силового трансформатора, вход второго положения первого канала через последовательно соединенные первый резистор и второй замыкающий контакт первого реле соединен с выходным выводом второй вторичной обмотки силового трансформатора, вход второго положения второго канала через последовательно соединенные второй резистор и третий замыкающий контакт первого реле соединен с выходным выводом третьей вторичной обмотки силового трансформатора, вход второго положения третьего канала через последовательно соединенные третий резистор и четвертый замыкающий контакт первого реле соединен с выходным выводом первой вторичной обмотки силового трансформатора, отличающееся тем, что, с целью расширения диапазона регулирования подъемной силы грузоподъемного электромагнита, в устройство введены второе реле с четырьмя замыкающими контактами, первым выводом обмотки соединенное с выходным выводом нейтрали "звезды" вторичных обмоток силового трансформатора, три конденсатора, четыре диода, два резистора, причем вторые выводы третьего, четвертого и пятого диодов объединены и соединены с первым выводом четвертого резистора, а управляемые тиристорные вентили выполнены каждый в виде фототиристорного оптрона со светодиодом в управляющей цепи, причем первые выводы светодиодов первого, второго и третьего управляемых вентиля соединены соответственно с выходами первого, второго и третьего каналов двухпозиционного переключателя, второй вывод светодиода первого управляемого тиристорного вентиля соединен с первым выводом первого конденсатора, с первым выводом третьего и вторым выводом шестого диодов, второй вывод светодиода второго управляемого тиристорного вентиля соединен с первым выводом второго конденсатора, с первым

выводом четвертого и вторым выводом седьмого диодов, второй вывод светодиода третьего управляемого тиристорного вентиля соединен с первым выводом третьего конденсатора, с первым выводом пятого и вторым выводом восьмого диодов, причем первые выводы шестого, седьмого и восьмого диодов и второй вывод четвертого резистора соединены с объединенными вторыми выводами управляемых тиристорных вентилях, при этом вторые выводы первого, второго и третьего конденсаторов соединены соответственно с первыми выводами первого, второго и третьего контактов второго реле, вторыми выводами соединенных соответственно с первыми выводами первого, второго и третьего управляемых тиристорных вентилях, при этом параллельно первому

замыкающему контакту первого реле подключен четвертый замыкающий контакт второго реле, в упомянутую цепочку, содержащую последовательно соединенные размыкающий контакт первого реле и замыкающий контакт реле времени с выдержкой времени на размыкание, последовательно включены пятый резистор и четвертый канал двухпозиционного переключателя, при этом первый выходной вывод устройства соединен с первым выводом девятого диода, второй вывод которого соединен с вторым выводом обмотки второго реле, а второй выходной вывод устройства соединен с выходным выводом нейтрали "звезды" вторичных обмоток силового трансформатора.

5
10
15

20

25

30

35

40

45

50

55

60