

Изобретение относится к электротехнике, в частности к устройствам автоматической защиты электроустановок, и может быть использовано для защиты трехфазных асинхронных электродвигателей от технологических перегрузок, коротких замыканий и повреждений, связанных с нарушением симметрии тока по фазам.

Наиболее близким техническим решением, выбранным в качестве прототипа, является устройство для защиты трехфазного электродвигателя от аномального режима, содержащее магнитный пускатель с обмоткой управления, силовые контакты которого предназначены для включения в фазные провода, питающие электродвигатель. Цепь управления магнитным пускателем подключена между фазами сети и состоит из последовательно включенных обмотки управления, кнопки "Стоп", кнопки "Пуск", которая зашунтирована контактами исполнительного реле. Стабилизированный источник питания выполнен в виде выпрямителя, параллельно выходу которого подключены первый сглаживающий конденсатор и стабилитрон. Датчик тока выполнен в виде трансформатора тока, первичная обмотка которого предназначена для включения в третью фазу, питающую двигатель, а вторичная обмотка одним выводом соединена с минусовым выводом источника питания. Кроме того, устройство содержит второй и третий сглаживающие конденсаторы, диод, первый, второй и третий резисторы, исполнительное реле, а реагирующий орган выполнен в виде несимметричного триггера. Вход несимметричного триггера через диод и первый резистор подключен к второму выводу обмотки датчика тока. К выходу низкоомного плеча триггера подключен эмиттерно-коллекторный переход транзистора. База транзистора через второй резистор соединена с общей точкой диода, первого резистора и первого вывода второго сглаживающего конденсатора. Второй вывод второго сглаживающего конденсатора подключен к минусовому выводу источника питания. Между входным зажимом реагирующего органа и "минусом" источника питания подключены параллельно соединенные третий резистор и третий сглаживающий конденсатор (А.с. СССР №1352580, кл. H02H7/08, 1987).

К недостаткам данного устройства относятся: недостаточно высокая надежность, вызванная тем, что кнопка "Пуск" зашунтирована контактами исполнительного реле и при отключении магнитного пускателя и двигателя от сети, вследствие возникновения аномального режима, последующее нажатие кнопки "Пуск" вновь приводит к срабатыванию магнитного пускателя и подключению электродвигателя к сети в течение времени замкнутого состояния кнопки "Пуск". В этом случае не устранена причина, приведшая к возникновению аномального режима, и срабатывание магнитного пускателя даже в течение времени замкнутого состояния кнопки "Пуск" может вывести электродвигатель из строя;

низкая электробезопасность устройства, обусловленная тем, что при обслуживании устройства возможно поражение электрическим током, вследствие наличия гальванической связи

стабилизированного источника питания с сетью.

Причинами, препятствующими получению технического результата заявляемого изобретения, являются:

шунтирование кнопки "Пуск" замыкающими контактами исполнительного реле, что приводит к возможности на время нажатого состояния кнопки "Пуск" повторного подключения электродвигателя к сети после его аварийного отключения. Поскольку при этом не устранены причины, вызвавшие аномальный режим, то двигатель может выйти из строя, что снижает надежность устройства;

подключение стабилизированного источника питания к фазам питающей сети последовательно с силовыми контактами магнитного пускателя, что приводит к возврату устройства после аварийного отключения электродвигателя в исходное состояние и обуславливает возможность на время нажатого состояния кнопки "Пуск" повторного подключения электродвигателя к сети. Так как при этом не устранены причины, вызвавшие аномальный режим, то двигатель может выйти из строя, что снижает надежность устройства;

подключение стабилизированного источника питания к фазам сети через ограничительный конденсатор. В этом случае устройство гальванически связано с сетью, вследствие чего возникает возможность поражения электрическим током в процессе выполнения работ по наладке и обслуживанию устройства, что снижает электробезопасность устройства.

Задачей изобретения является разработка устройства для защиты трехфазного электродвигателя от аномального режима, в которой путем предотвращения повторного подключения на время нажатого состояния кнопки "Пуск" электродвигателя к сети после его аварийного отключения, и исключения возможности поражения электрическим током в процессе выполнения работ по наладке и обслуживанию устройства за счет обеспечения фиксирования состояния аномального режима и гальванической развязки устройства от сети достигают повышения надежности и электробезопасности.

Поставленная задача решается тем, что в устройстве для защиты трехфазного электродвигателя от нормального режима, содержащем магнитный пускатель с обмоткой управления, силовые контакты которого предназначены для включения в фазные провода, питающие электродвигатель, цепь управления магнитным пускателем, состоящую из последовательно включенных обмотки управления, кнопок "Стоп" и "Пуск", стабилизированный источник питания, выполненный в виде выпрямителя, параллельно выходу которого подключены первый сглаживающий конденсатор и стабилитрон, датчик тока в виде трансформатора тока, первичная обмотка которого в виде трансформатора тока, первичная обмотка которого предназначена для включения в третью фазу, питающую двигатель, а вторичная обмотка одним выводом соединена с минусовым выводом источника питания, второй и третий сглаживающие конденсаторы, диод, первый, второй и третий резисторы, исполнительное реле с катушкой, реагирующий орган в виде несимметричного триггера на первом

и втором транзисторах и четвертом, пятом, шестом и седьмом резисторах, вход которого через диод и первый резистор подключен к второму выводу обмотки датчика тока, к выводу низкоомного плеча несимметричного триггера подключен эмиттерно-коллекторный переход третьего транзистора, а его база через второй резистор соединена с общей точкой диода, первого резистора и первого вывода второго сглаживающего конденсатора, второй вывод которого подключен к минусовому выводу источника питания, причем между входным зажимом реагирующего органа и минусовым выводом источника питания подключены параллельно соединенные третий резистор и третий сглаживающий конденсатор, согласно изобретению дополнительно введены восьмой резистор, первый вывод которого соединен с коллектором третьего транзистора, а второй - с плюсовым выводом источника питания, четвертый транзистор, эмиттер которого соединен с минусовым выводом источника питания, а коллектор с первым выводом катушки исполнительного реле, второй вывод которой через блок-контакт магнитного пускателя соединен с плюсовым выводом источника питания, причем блок-контакт магнитного пускателя зашунтирован замыкающим контактом исполнительного реле, база четвертого транзистора соединена с общей точкой восьмого резистора и коллектора третьего транзистора, кнопка "Пуск" зашунтирована блок-контактом магнитного пускателя, последовательно с которой включен размыкающий контакт исполнительного реле, понижающий трансформатор, вторичная обмотка которого подключена к входным зажимам выпрямителя, а первичная обмотка через выключатель подключена к первой и второй фазам сети до силовых контактов магнитного пускателя, а цепь управления магнитным пускателем также подключена к первой и второй фазам сети.

Существенными признаками заявляемого изобретения являются:

магнитный пускатель с обмоткой управления, силовые контакты которого предназначены для включения в фазные провода, питающие электродвигатель;

цепь управления магнитным пускателем, состоящая из последовательно включенных обмотки управления, кнопок "Стоп" и "Пуск", подключаемая между фазами сети;

стабилизированный источник питания, выполненный в виде выпрямителя;

подключение параллельно выходу источника питания первого сглаживающего конденсатора и стабилитрона;

датчик тока в виде трансформатора тока, первичная обмотка которого предназначена для включения в третью фазу, питающую электродвигатель;

соединение второй обмотки трансформатора тока одним выводом с минусовым выводом источника питания;

второй и третий сглаживающий конденсаторы;

диод;

первый, второй и третий резисторы;

исполнительное реле;

реагирующий орган в виде несимметричного

триггера на первом и втором транзисторах и четвертом, пятом, шестом и седьмом резисторах;

соединение входа несимметричного триггера через диод и первый резистор со вторым выводом обмотки трансформатора тока, подключение к выводу низкоомного плеча триггера эмиттерно-коллекторного перехода третьего транзистора;

подключение базы третьего транзистора через второй резистор к общей точке диода, первого резистора и первого вывода второго сглаживающего конденсатора;

подключение второго вывода второго сглаживающего конденсатора к минусовому выводу источника питания;

подключение параллельно соединенных третьего резистора и третьего сглаживающего конденсатора между входным зажимом реагирующего органа и минусовым выводом источника питания;

дополнительное введение восьмого резистора;

соединение первого вывода восьмого резистора с коллектором третьего транзистора;

соединение второго вывода восьмого резистора с плюсовым выводом источника питания;

дополнительное введение четвертого транзистора;

соединение эмиттера четвертого транзистора с минусовым выводом источника питания;

соединение коллектора четвертого транзистора с первым выводом катушки исполнительного реле;

соединение второго вывода катушки исполнительного реле с первым выводом блок-контакта магнитного пускателя;

соединение второго вывода блок-контакта магнитного пускателя с плюсовым выводом источника питания;

шунтирование блок-контакта магнитного пускателя замыкающим контактом исполнительного реле;

соединение базы четвертого транзистора с общей точкой восьмого резистора и коллектором третьего транзистора;

шунтирование кнопки "Пуск" блок-контактами магнитного пускателя;

включение последовательно с кнопкой "Пуск" размыкающего контакта исполнительного реле;

дополнительное введение понижающего трансформатора;

подключение вторичной обмотки понижающего трансформатора к входным зажимам выпрямителя;

подключение первичной обмотки понижающего трансформатора к первой и второй фазам сети через выключатель до силовых контактов магнитного пускателя;

подключение цепи управления магнитным пускателем к первой и второй фазам сети.

Новыми существенными признаками, необходимыми и достаточными во всех случаях, на которые распространяется испрашиваемый объем правовой охраны, являются:

дополнительное введение восьмого резистора,

соединение первого вывода восьмого резистора с коллектором третьего транзистора;

соединение второго вывода восьмого резистора с плюсовым выводом источника

питания, дополнительное введение четвертого транзистора;

соединение эмиттера четвертого транзистора с минусовым выводом источника питания;

соединение коллектора четвертого транзистора с первым выводом катушки исполнительного реле;

соединение второго вывода катушки исполнительного реле с первым выводом блок-контакта магнитного пускателя;

соединение второго вывода блок-контакта магнитного пускателя с плюсовым выводом источника питания;

шунтирование блок-контакта магнитного пускателя замыкающим контактом исполнительного реле;

соединение базы четвертого транзистора с общей точкой восьмого резистора и коллектора третьего транзистора;

шунтирование кнопки "Пуск" блок-контактом магнитного пускателя;

включение последовательно с кнопкой "Пуск" размыкающего контакта исполнительного реле;

дополнительное введение понижающего трансформатора;

подключение вторичной обмотки понижающего трансформатора к входным зажимам выпрямителя;

подключение первичной обмотки понижающего трансформатора к первой и второй фазам сети через выключатель до силовых контактов магнитного пускателя;

подключение цепи управления магнитным пускателем к первой и второй фазам сети.

Благодаря тому, что в устройство дополнительно введен восьмой резистор, осуществляется формирование управляющего сигнала на базе четвертого транзистора, обеспечивая при этом повышение надежности.

Благодаря тому, что первый вывод восьмого резистора соединен с коллектором третьего транзистора, осуществляется запирающее действие четвертого транзистора при отсутствии аномальных режимов, обеспечивая при этом повышение надежности.

Благодаря тому, что второй вывод восьмого резистора соединен с плюсовым выводом источника питания, осуществляется отпирание четвертого транзистора при возникновении аномального режима, обеспечивая при этом повышение надежности.

Благодаря тому, что в устройство дополнительно введен четвертый транзистор, осуществляется включение исполнительного реле при возникновении аномального режима, обеспечивая при этом повышение надежности.

Благодаря тому, что эмиттер четвертого транзистора соединен с минусовым выводом источника питания, осуществляется изменение напряжения на первом выводе катушки исполнительного реле, обеспечивая при этом повышение надежности.

Благодаря тому, что коллектор четвертого транзистора соединен с первым выводом катушки исполнительного реле, осуществляется подключение минусового вывода источника питания к первому выводу катушки исполнительного реле при возникновении аномального режима и, соответственно, его отключение при отсутствии аномального

режима, обеспечивая при этом повышение надежности.

Благодаря тому, что второй вывод катушки исполнительного реле соединен с первым выводом блок-контакта магнитного пускателя, осуществляется блокировка срабатывания исполнительного реле при отключенном пускателе, обеспечивая при этом повышение надежности.

Благодаря тому, что второй вывод блок-контакта магнитного пускателя соединен с плюсовым выводом источника питания, осуществляется подключение второго вывода катушки исполнительного реле к плюсовому выводу источника питания при включении магнитного пускателя, обеспечивая при этом повышение надежности.

Благодаря тому, что блок-контакт магнитного пускателя шунтирован замыкающим контактом исполнительного реле, осуществляется подключение второго вывода катушки исполнительного реле к плюсовому выводу источника питания при отключенном, вследствие возникновения аномального режима, магнитном пускателе, обеспечивая при этом повышение надежности.

Благодаря тому, что база четвертого транзистора соединена с общей точкой восьмого резистора и коллектора третьего транзистора, осуществляется управление четвертым транзистором, обеспечивая при этом повышение надежности.

Благодаря тому, что кнопка "Пуск" шунтирована блок-контактами магнитного пускателя, осуществляется замыкание в момент пуска цепи магнитного пускателя и двигатель остается подключенным к сети после отпускания кнопки "Пуск", обеспечивая при этом повышение надежности.

Благодаря тому, что последовательно с кнопкой "Пуск" включен размыкающий контакт исполнительного реле, осуществляется размыкание цепи магнитного пускателя и отключение двигателя от сети при возникновении аномального режима, обеспечивая при этом повышение надежности.

Благодаря тому, что дополнительно введен понижающий трансформатор, осуществляется гальваническое разделение устройства и сети, обеспечивая при этом повышение электробезопасности.

Благодаря тому, что вторичная обмотка понижающего трансформатора подключена к входным зажимам выпрямителя, осуществляется питание устройства пониженным напряжением, обеспечивая при этом повышение электробезопасности.

Благодаря тому, что первичная обмотка понижающего трансформатора подключена к первой и второй фазам сети через выключатель до силовых контактов магнитного пускателя, осуществляется питание устройства пониженным напряжением и блокировка повторного включения электродвигателя на время нажатого состояния кнопки "Пуск" после его аварийного отключения и снятие этой блокировки после устранения причин, вызвавших аномальный режим, обеспечивая при этом повышение надежности и электробезопасности.

Благодаря тому, что цепь управления

магнитным пускателем подключена к первой и второй фазам сети, осуществляется отключение магнитного пускателя и двигателя от сети и не допускается его повторное включение при обрыве фаз сети, обеспечивая при этом повышение надежности.

На чертеже (фиг.) представлена схема устройства, поясняющая сущность изобретения.

Устройство для защиты трехфазного электродвигателя от аномального режима содержит магнитный пускатель с обмоткой управления 1, силовые контакты 2 которого предназначены для включения в фазе провода, питающие электродвигатель 3, цепь управления магнитным пускателем, состоящая из последовательно включенных обмотки управления 1, кнопок "Стоп" и "Пуск" 4, стабилизированный источник питания 5, выполненный в виде выпрямителя 6, параллельно выходу которого подключены первый сглаживающий конденсатор 7 и стабилитрон 8, датчик тока в виде трансформатора тока 9, первичная обмотка которого предназначена для включения в третью фазу, питающую электродвигатель 3, а вторичная обмотка одним выводом соединена с минусовым выводом источника питания 5, второй и третий сглаживающие конденсаторы 10 и 11, диод 12, первый, второй и третий резисторы 13, 14 и 15, исполнительное реле с катушкой 16, реагирующий орган в виде несимметричного триггера 17 на первом и втором транзисторах 18 и 19 и четвертом, пятом, шестом и седьмом резисторах 20, 21, 22 и 23, вход которого через диод 12 и первый резистор 13 подключен ко второму выводу обмотки трансформатора тока 9, к выходу низкоомного плеча несимметричного триггера 17 подключен эмиттерно-коллекторный переход третьего транзистора 24, а его база через второй резистор 14 соединена с общей точкой диода 12, первого резистора 13 и первого вывода второго сглаживающего конденсатора 10, второй вывод которого подключен к минусовому выводу источника питания 5, причем между входным зажимом реагирующего органа 17 и минусовым выводом источника питания 5 подключены параллельно соединенные третий резистор 15 и третий сглаживающий конденсатор 11, восьмой резистор 25, первый вывод которого соединен с коллектором третьего транзистора 24, а второй - с плюсовым выводом источника питания 5, четвертый транзистор 26, эмиттер которого соединен с минусовым выводом, источника питания 5, а коллектор с первым выводом катушки 16 исполнительного реле, второй вывод которой через блок-контакт 27 магнитного пускателя соединен с плюсовым выводом источника питания, причем блок-контакт 27 магнитного пускателя зашунтирован замыкающим контактом 28 исполнительного реле, база четвертого транзистора 26 соединена с общей точкой восьмого резистора 25 и коллектора третьего транзистора 24, кнопка "Пуск" 4 зашунтирована блок-контактом 29 магнитного пускателя, последовательно с которой включен размыкающий контакт 30 исполнительного реле, понижающий трансформатор 31, вторичная обмотка которого подключена к входным зажимам выпрямителя 6, а первичная обмотка через выключатель 32

подключена к фазам сети, в которые не включен трансформатор тока 9 до силовых контактов 2 магнитного пускателя, а цепь управления магнитным пускателем также подключена к фазам сети, в которые не включен трансформатор тока 9.

Устройство работает следующим образом.

Пуск и нормальный режим.

До подключения электродвигателя 3 к фазам сети устройство включается при помощи выключателя 32. Источник питания 5 через понижающий трансформатор 31 подключается к первой и второй фазам сети. Поскольку сигнал с датчика тока 9 отсутствует, то третий транзистор 24 закрыт. Положительный потенциал на его коллекторе открывает до насыщения четвертый транзистор 26. Ток через катушку 16 исполнительного реле не протекает, поскольку разомкнуты блок-контакт 27 магнитного пускателя и замыкающий контакт 28 исполнительного реле.

При нажатии на кнопку "Пуск" 4 протекает ток через катушку управления 1 магнитного пускателя. Магнитный пускатель срабатывает и своими силовыми контактами 2 подключает электродвигатель 3 к сети. Блок-контакт 29 магнитного пускателя шунтирует кнопку "Пуск" 4, оставляя электродвигатель 3 подключенным к сети. Блок-контакт 27 подключает второй вывод катушки 16 исполнительного реле к плюсовому выводу источника питания 5. Появившийся выпрямительный и сглаженный сигнал трансформатора тока 9 открывает до насыщения третий транзистор 24, но не опрокидывает несимметричный триггер 17, так как сглаживающая цепочка на первом и третьем резисторах 13 и 15 и третьем сглаживающем конденсаторе 11 не позволяет сигналу на входе несимметричного триггера 17 превысить его порог опрокидывания в момент броска пускового тока. При этом первый транзистор 18 закрыт, а второй транзистор 19 открыт. Открытое состояние второго и третьего транзисторов 19 и 24 приводит к снижению потенциала на коллекторе третьего транзистора 24 и запирает четвертый транзистор 26. Поэтому ток через катушку 16 исполнительного реле не протекает и исполнительное реле не срабатывает, что обеспечивает включенное состояние электродвигателя 3. При нормальном режиме работы электродвигателя 3 сигнал на входе несимметричного триггера 17 ограничен делителем на первом и третьем резисторах 13 и 15 до величины, меньшей порогового опрокидывания несимметричного триггера 17, и электродвигатель 3 находится во включенном состоянии.

Режим перегрузки.

В режиме перегрузки электродвигателя 3 ток во всех фазах превышает допустимое значение и сигнал на входе несимметричного триггера 17 достигает величины, обеспечивающий его опрокидывание. При опрокидывании несимметричного триггера 17 первый транзистор 18 отпирается, а второй транзистор 19 запирается. Потенциал на коллекторе третьего транзистора 24 становится достаточным для открытия до насыщения четвертого транзистора 26. Через катушку 16 исполнительного реле протекает ток. Исполнительное реле срабатывает и своим замыкающим контактом 28 подключает

второй вывод катушки 16 исполнительного реле к плюсовому выводу источника питания 5, а размыкающим контактом 30 отключает катушку управления 1 магнитным пускателем. Магнитный пускатель своими силовыми контактами 2 отключает электродвигатель 3 от сети. Размыкаются блок-контакты 27 и 29 магнитного пускателя. Сигнал с трансформатора тока 9 становится равным нулю, что приводит к обратному опрокидыванию несимметричного триггера 17, то есть первый транзистор 18 запирается, а второй транзистор 19 отпирается. Третий транзистор 24 закрыт нулевым сигналом с трансформатора тока 9, что обеспечивает отпирание до насыщения, четвертого транзистора 26. Через катушку 16 исполнительного реле протекает ток. Поэтому нажатие на кнопку "Пуск" 4 в этом случае не приводит к повторному подключению электродвигателя 3 к сети, поскольку размыкающий контакт 30 исполнительного реле остается в разомкнутом состоянии и через катушку управления 1 магнитного пускателя не протекает ток. После устранения причин, вызвавших аварийное отключение электродвигателя 3, устройство возвращается в исходное состояние посредством выключения и последующего включения выключателя 32.

Режим с обрывами фаз.

Обрыв одной из фаз, в которые не включен трансформатор тока 9, в любом месте, начиная с двигателя и до его источника питания, приводит к отключению цепи управления магнитным пускателем и понижающего трансформатора 31 от сети, что в итоге приводит к отключению электродвигателя 3 от сети и не позволяет осуществить его повторное включение, либо к значительному увеличению фазного тока. В свою очередь увеличение фазного тока приводит к возрастанию сигнала с выхода трансформатора тока 9, который становится достаточным для опрокидывания несимметричного триггера 17. В дальнейшем устройство работает аналогично режиму перегрузки. Обрыв фазы, в которую включен трансформатор тока 9, в любом месте приводит к исчезновению тока в этой фазе, и соответственно, сигнал управления становится равным нулю. Это обуславливает запирание третьего транзистора 24. Положительный потенциал на коллекторе третьего транзистора 24 переводит в режим насыщения четвертый транзистор 26 и через катушку исполнительного реле протекает ток. В дальнейшем устройство работает аналогично ранее описанному.

Режим короткого замыкания.

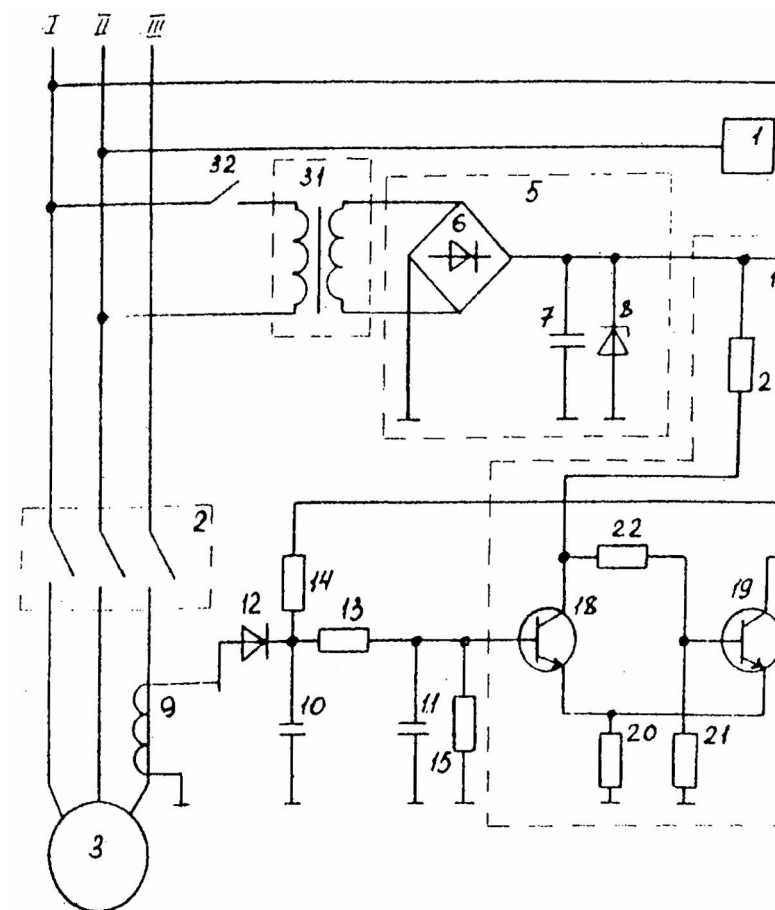
Любые композиции коротких замыканий, начиная с электродвигателя 3 и до его источника питания, приводят к исчезновению или недопустимому увеличению тока через трансформатор тока 9 и устройство работает аналогично режимам перегрузки или обрыва фаз.

Такая работа устройства обеспечивает защиту трехфазного электродвигателя 3 при любых видах аномального режима. При этом электродвигатель 3 отключается от сети и исключается его повторное включение к сети на время нажатого состояния кнопки "Пуск" 4. Питание устройства через понижающий трансформатор 31, подключенный к фазам сети до силовых контактов 2 магнитного пускателя,

обеспечивает гальваническую развязку устройства от сети. Этим достигается комбинированная защита трехфазного электродвигателя 3 при высоких надежности и электробезопасности.

Применение изобретения позволяет повысить надежность и электробезопасность устройства за счет обеспечения фиксирования состояния аномального режима и гальванической развязки устройства от сети путем предотвращения повторного подключения на время нажатого состояния кнопки "Пуск" электродвигателя к сети после его аварийного отключения, и исключения возможности поражения электрическим током в процессе выполнения работ по наладке и обслуживанию устройства.

Устройство может использоваться в тех случаях, когда требуется выполнить с высокой степенью надежности и электробезопасности комбинированную защиту трехфазного асинхронного электродвигателя от технологических перегрузок, коротких замыканий и повреждений, связанных с нарушением сети по фазам, где контроль за работой электродвигателя ограничен и/или отсутствует.



Фиг.