

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано для защиты асинхронного электродвигателя при возникновении аварийных ситуаций.

Наиболее близким к заявляемому является многофункциональное устройство защиты асинхронного двигателя от обрыва, неправильного чередования фаз, затынутого пуска, перегрузки по току, содержащее блок писания, датчики тока, соединенные по схеме "звезда", последовательно включенные блок контроля наличия напряжения и чередования фаз, блок независимой выдержки времени, ключ в цепи питания катушки исполнительного органа, пороговый элемент, блок контроля времени пуска и тока двигателя.

Недостатком устройства является невозможность получить высокую степень его унификации и защиты широкого диапазона электродвигателей из-за необходимости подбора датчиков тока в зависимости от тока нагрузки.

Задачей изобретения является повышение степени унификации и расширение диапазона использования по мощности электродвигателей путем контроля амплитуды тока нагрузки в начале каждого периода при переходе его через ноль.

Решение поставленной задачи достигается тем, что устройство защиты асинхронного электродвигателя от перегрузок и обрыва фазы, содержащее блок питания, блок датчиков тока с датчиками, соединенными по схеме "звезда", нулевая точка которой соединена с "общим" проводником устройства, блок контроля времени пуска и тока, последовательно соединенные блок контроля наличия напряжения и порядка чередования фаз, блок независимой выдержки времени, ключевой элемент в цепи питания катушки пускателя электродвигателя согласно изобретению дополнительно содержит три элемента И-НЕ, три источника постоянного входного воздействия и три пороговых элемента, первые входы которых соединены с первым источником постоянного входного воздействия, вторые входы - с соответствующими тремя выходами блока датчиков тока и тремя входами блока контроля времени пуска и тока, четвертый и пятый входы которого соединены соответственно со вторым и третьим источниками постоянного входного воздействия, а выход соединен со вторыми входами первого, второго и третьего элементов И-НЕ, первые входы которых соединены с выходами пороговых элементов соответственно, а выход каждого из элементов И-НЕ соединен соответственно с первым, вторым и третьим входом блока контроля наличия напряжения и порядка чередования фаз, выход ключевого элемента соединен со входом блока питания.

Блок контроля времени пуска и тока содержит последовательно соединенные элемент ИЛИ, пороговый элемент, блок выдержки времени пуска, элемент И-НЕ, второй вход которого соединен со входом блока выдержки времени пуска, а выход является выходом блока контроля времени пуска и тока, второй и третий входы которого являются входами элемента ИЛИ, четвертый вход - вторым входом порогового элемента, пятый вход - вторым входом блока выдержки времени пуска.

Магнитопроводы трансформаторов блока датчиков тока выполнены из магнитомягкого материала со значением начальной магнитной проницаемости более 1000 и значением величины коэрцитивной силы до 10 Ампер/метр.

Заявляемое устройство является многофункциональным с высокой степенью унификации. обладает расширенным диапазоном использования по значению номинального напряжения питающей сети и мощности электродвигателей за счет контроля амплитуды тока нагрузки в начале каждого периода при переходе его через ноль и позволяет с помощью одного комплекта защитить любой трехфазный асинхронный электродвигатель от аварийных режимов в широком диапазоне мощностей. Заявляемое устройство поясняется чертежами.

На фиг. 1 представлена структурная схема устройства защиты асинхронного электродвигателя. На фиг. 2 представлены диаграммы сигналов в отдельных токах схемы устройства.

Устройство защиты асинхронного электродвигателя 1 состоит из блока 2 датчиков тока с датчиками, соединенными по схеме "звезда", нулевая точка которой соединена с "общим" проводником устройства. Фазные выводы датчиков тока соединены со входом блока 5 контроля времени пуска и тока, а также с пороговыми элементами 3.1...3.3, выходы которых через элементы И-НЕ 4.1...4.3, блок 6 контроля наличия напряжения и порядка чередования фаз, блок 7 независимой выдержки времени соединены со входом ключевого элемента 8, включенного в цепь питания катушки 9 пускателя электродвигателя 1. Параллельно катушке 9 включен блок 10 питания. Силовые контакты пускателя включены в цепь питания статора электродвигателя 1, блок-контакт пускателя включен параллельно кнопке ПУСК. Выход блока 5 контроля времени пуска и тока соединен со вторыми входами элементов И-НЕ 4.1...4.3. Первый источник постоянного входного воздействия Е1 соединен со вторыми входами пороговых элементов 3.1...3.3. Второй и третий источники постоянного входного воздействия Е2, Е3 соединены соответственно с четвертым и пятым входами блока 5 контроля времени пуска и тока.

Блок 5 контроля времени пуска и тока содержит последовательно соединенные элементы ИЛИ 11, пороговый элемент 12, блок 13 выдержки времени пуска, элемент И-НЕ 14, второй вход которого соединен со входом блока 13 выдержки времени пуска, а выход является выходом блока 5 контроля времени пуска и тока, подключенного первыми тремя входами соответственно к трем входам элемента ИЛИ 11. четвертым входом - ко второму входу порогового элемента 12, пятым входом - ко второму входу блока 13 выдержки времени пуска.

Магнитопроводы трансформаторов блока 2 датчиков тока выполнены из магнитомягкого материала со значением начальной магнитной проницаемости более 1000 и значением величины коэрцитивной силы до 10 Ампер/метр.

Работает устройство следующим образом.

После подачи напряжения в силовые цепи и цепи управления нажимается кнопка ПУСК. Катушка 9 пускателя электродвигателя подключается через размыкающийся контакт кнопки СТОП и замкнутый ключевой элемент 8 к цепям напряжения управления. Силовые контакты пускателя подключают статор асинхронного двигателя 1 к сети, а блок-контакт ставит кнопку ПУСК на блокировку, одновременно с катушкой 9 получает питание от цепей управления блок питания 10. По статору начинает протекать ток. Сигналы

датчиков тока 2, импульсные по форме, поступают в блок 5 контроля времени пуска и тока, а также через пороговые элементы 3.1...3.3 и элементы И-НЕ 4.1...4.3 на блок 6 контроля наличия напряжения и порядка чередования фаз.

Если амплитуда импульсов тока каждой из фаз превышает значение порога срабатывания пороговых элементов 3.1...3.3 с характеристикой

$$U_{31} = \begin{cases} 1 & \text{при } U_2 > E_1 \\ 0 & \text{при } U_2 < E_1. \end{cases} \quad c$$

то импульсы проходят на входы элементов И-НЕ 4.1...4.3. На их вторые входы поступает сигнал логической единицы с выхода блока 5 контроля времени пуска и тока, разрешающий прохождение сигналов в блок 6 контроля наличия напряжения и порядка чередования фаз. Логическая схема контроля блока 6 контролирует наличие импульсов на выходе каждого порогового элемента 3.1...3.3 и порядок их следования. При нормальном рабочем режиме на выходе блока 6 сигнал равен логическому нулю. При снижении тока каждой из фаз ниже порогового уровня или при изменении порядка следования импульсов на выходе блока 6 сигнал становится равным логической единице и блок 7 независимой выдержки времени выдает сигнал на отключение питания катушки 9 с установленной выдержкой.

В блоке 5 контроля времени пуска и тока фазные импульсы тока суммируются с помощью элемента ИЛИ 11 в последовательность импульсов, которая поступает на пороговый элемент 12 с характеристикой

$$U_{12} = \begin{cases} 1 & \text{при } U_{11} > E_2 \\ 0 & \text{при } U_{11} < E_2 \end{cases}$$

Значение порога срабатывания определяется током статической нагрузки двигателя с учетом коэффициента запаса. При превышении тока электродвигателя 1 порогового уровня на выходе элемента 12 формируется высокий уровень логической единицы. В начальный момент пуска электродвигателя его ток превышает номинальный в 5...7 раз. По мере разгона ток в статоре уменьшается до тока статической нагрузки. Время, в течение которого ток двигателя уменьшается от пускового значения до номинального, составляет время пуска. Так как значение пускового тока превышает пороговое, то в течение времени пуска на выходе элемента 12 будут сигналы в виде импульсов высокого уровня. Но на выходе блока 13 выдержки времени пуска в течение времени пуска формируется сигнал низкого уровня, который запрещает прохождение сигналов с выхода порогового элемента 12 на выход блока 5 контроля времени пуска и тока. Время выдержки блока 13 начинает отсчитываться с момента подачи напряжения на статор электродвигателя и питания на устройство.

При обычном пуске, когда время пуска не превышает времени выдержки блока 13, на входе элемента И-НЕ 14 прекращается поступление сигналов с выхода порогового элемента 12 раньше, чем на выходе блоке 13 появляется высокий уровень, и в итоге за время пуска уровень сигнала на выходе блока 5 контроля времени пуска и тока не изменяется, а сигналы с выхода блока 2 через пороговые элементы 3.1...3.3 и элементы И-НЕ 4.1...4.3 поступают на блок 6.

При затянутом пуске время разгона электродвигателя 1 превышает выдержку времени блока 13, на его выходе устанавливается высокий уровень и сигналы с выхода порогового элемента 12 через элемент И-НЕ 14 подаются на входы элементов И-НЕ 4.1...4.3 и происходит запрет на прохождение сигналов на блок 6, что приводит к переключению уровня сигнала на выходе блоков 6 и 7 с нулевого в высокий, размыканию ключевого элемента 8, отключению питания катушки 9 пускателя и отключению электродвигателя 1. Во время пусков электродвигателя не блокируется работа блока 6 контроля наличия напряжения и порядка чередования фаз.

При перегрузке электродвигателя 1 его ток превышает допустимый, определяемый значением E_2 , и сигналы на выходе элемента ИЛИ 11 возрастают до значения срабатывания порогового элемента 12, который переключается входными сигналами, и они с его выхода подаются на элементы И-НЕ 4.1...4.3, что приводит к отключению электродвигателя 1 аналогично приведенному выше.

Для этого устройства напряжения питания электродвигателя не является входным сигналом устройства, т.к. в качестве первичной информации используются сигналы датчиков 2 тока, а сами датчики позволяют работать в зоне после насыщения магнитопроводов. Диапазон измерения токов такими датчиками шире, чем у стандартных трансформаторов тока, что позволяет применить один типоразмер датчика для ряда двигателей по мощности. Особенностью таких датчиков, выполненных в виде трансформаторов тока, является импульсный характер выходного сигнала, пропорционального величине тока. Подача сигнала с выхода блока 5 контроля времени пуска и тока на входы блока 6 контроля наличия напряжения и чередования фаз через схему логического умножения обусловлена импульсной формой токового сигнала с учетом того, что обработка сигналов в блоке 5 производится в цифровом виде, а изменение формы входного сигнала не влияет на работоспособность устройства. Устройство позволяет контролировать как наличие напряжения и порядок чередования фаз, так и амплитуду тока нагрузки электродвигателя.

Для синхронизации момента включения устройства с началом пуска электродвигателя катушка 9 пускателя и блок 10 питания включены параллельно, а на блок 13 выдержки времени пуска подается напряжение источника E_3 постоянного входного воздействия, которое определяет выдержки, благодаря этому исключена необходимость в широком диапазоне типоразмеров устройства.

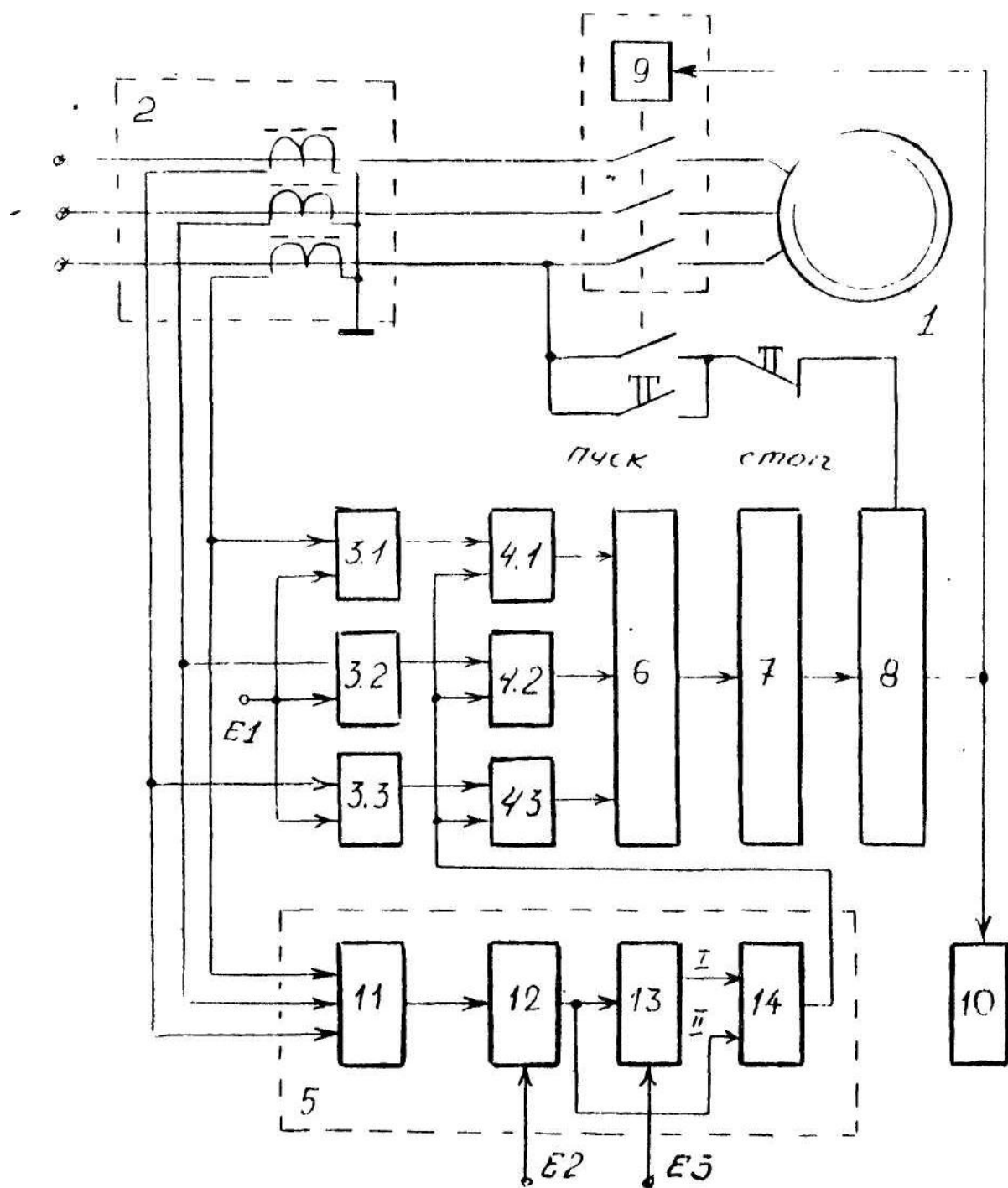
Кроме того, особенностью датчиков 2 тока является возможность получения на их выходе коротких сигналов достаточной амплитуды в каждый период изменения тока каждой из фаз цепей питания электродвигателя. Длительность таких сигналов составляет порядка 0,1 периода сети. Это достигается

благодаря использованию для их сердечников быстронасыщающихся магнитомягких материалов с малым значением величины коэрцитивной силы, в качестве которых используются, например, марганец-цинковые ферриты, которые удовлетворяют жестким требованиям в отношении нелинейных искажений. Они характеризуются также низким тангенсом угла диэлектрических потерь и максимальной рабочей температурой, например 180°C. Высокое значение начальной магнитной проницаемости материала сердечников позволяет получить необходимую амплитуду на выходе датчиков 2 при числе витков до пятидесяти для обеспечения работоспособности устройства в широком диапазоне мощностей электродвигателей, а малое значение коэрцитивной силы - быстронасыщающийся режим, при котором выходной сигнал датчика, пропорциональный току нагрузки, формируется в начале каждого периода амплитуды тока, что позволяет без дополнительных преобразований подавать сигналы датчиков на другие элементы устройства. Это позволяет обеспечить универсальность и высокую эксплуатационную надежность устройства.

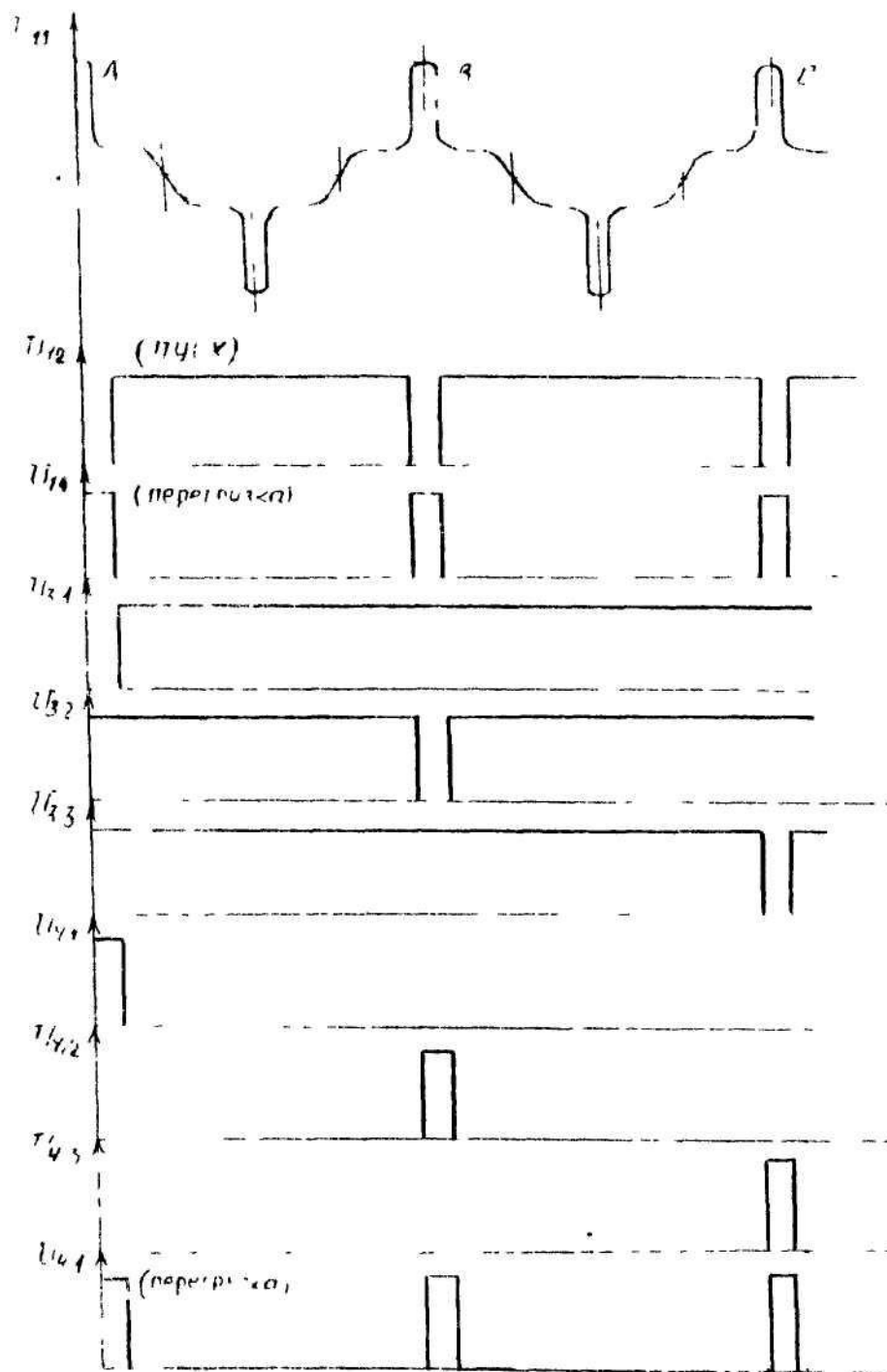
Для использования устройства в широком диапазоне мощностей электродвигателя используются источники постоянного входного воздействия, позволяющие просто производить настройку на конкретную мощность электродвигателя по значениям рабочего тока с помощью источника E1, максимального тока - E2 и допустимого времени разгона - E3.

Контроль наличия напряжения и амплитуды тока каждой из фаз производится в каждый период прохождения напряжения питания электродвигателя, т.е. пятьдесят раз в секунду, а сигнал на отключение может быть подан после первого отсутствующего сигнала тока при обрыве фазы или при появлении первого импульса перегрузки по току (фиг. 2). Этот сигнал формируется на выходе блока 6 без задержки, а выходной сигнал устройства появляется по времени в зависимости от задержки, определяемой блоком 7 независимой выдержки времени. Этим обеспечивается широкий диапазон, высокая избирательность настройки устройства на время отключения при возникновении аварийного режима в зависимости от условий технологического процесса.

Устройство является безопасным, так как на него не подаются линейные напряжения и оно находится включенным только по время работы электродвигателя.



Фиг. I



Фиг. 2