

**Тинаев Василий Владимирович,**

*инженер-конструктор,*

*АО «Государственный Рязанский приборный завод»;*

**Пименов Сергей Юрьевич,**

*инженер-конструктор,*

*АО «НИИП имени В.В. Тихомирова»,*

*г. Рязань*

## **ЗАЩИТА ТРЕХФАЗНЫХ ЦЕПЕЙ ПИТАНИЯ МОРСКИХ РЛС ОТ ПЕРЕГРУЗКИ ПО ТОКУ**

Морская радиолокация – это область науки и техники, охватывающая методы и средства обнаружения, измерения координат, опознавания и определения параметров движения различных объектов в морских условиях с помощью отражения, переизлучения или излучения ими радиоволн. Радиолокационные станции (РЛС) обеспечивают безопасность мореплавания, позволяют решать разнообразные задачи, возлагаемые на суда и различные морские объекты [2].

Радиолокационные станции на судах, самолетах и вертолетах должны надежно работать в течение, по меньшей мере, времени автономного плавания или полета, соответственно. Поэтому необходимо обеспечить высокую надежность работы аппаратуры, создавая специфические конструкции для работы в условиях высокой влажности, качки и высокого содержания солей, применяя соответствующие элементы.

Для питания бортового оборудования судов и летательных аппаратов обычно используется электрическая энергия постоянного тока напряжением 27В и переменного трехфазного и однофазного тока напряжением 200В частотой 400Гц.

Различают первичные и вторичные источники электрической энергии, регуляторы напряжения и частоты, аппаратура управления и защиты, бортовая сеть, а также устройства защиты цепей питания приемников электроэнергии от воздействия радиопомех, импульсов электромагнитных излучений и статического электричества [3].

Использование трехфазных цепей обусловлено рядом преимуществ. Электроэнергия передается на значительные расстояния с небольшими потерями. Малая материалоемкость трёхфазных трансформаторов и силовых кабелей, так как при одинаковой потребляемой мощности снижаются токи в фазах (по сравнению с однофазными цепями). Система уравновешена, поэтому механическая нагрузка на генератор равномерная, что увеличивает срок его службы. Двигатели трёхфазного тока (асинхронные и синхронные) устроены проще, чем двигатели постоянного тока, одно- или двухфазные.

Многофазные схемы выпрямления применяются для электропитания устройств относительно больших мощностей. По сравнению с двухполупериодными схемами имеют меньшую величину и большую частоту пульсаций. Благодаря малому падению напряжения на вентилях могут применяться при очень низких выпрямленных напряжениях.

Наиболее часто используется мостовая схема выпрямления (схема

Ларионова). Схема имеет ряд преимуществ над другими многофазными схемами: трансформатор в такой схеме может иметь любое соединение первичных и вторичных обмоток – как треугольником, так и звездой; малое обратное напряжение на вентиле; хорошее использование трансформатора; небольшая амплитуда и повышенная частота пульсаций; отсутствие вынужденного намагничивания трансформатора. Недостатком считают большое число вентиляей [4].

Большое внимание уделяют защите источников питания, обеспечивающих электропитание отдельных устройств из состава РЛС. В некоторых случаях выход из строя какого-либо блока может привести к короткому замыканию. Это приводит к перегреву и отказу источника, что автоматически обесточит остальные потребители энергии. Также, если своевременно не отключить отказавший блок, можно вывести из строя входящие в него радиоэлементы, и затраты на восстановление будут более существенны.

Для того чтобы исключить подобную ситуацию, каждый блок формирует сигнал исправности, а также производится проверка величины токов потребления.

Электрическая схема, представленная на рисунке 1, реализует контроль токов потребления по цепи 200В 400Гц.

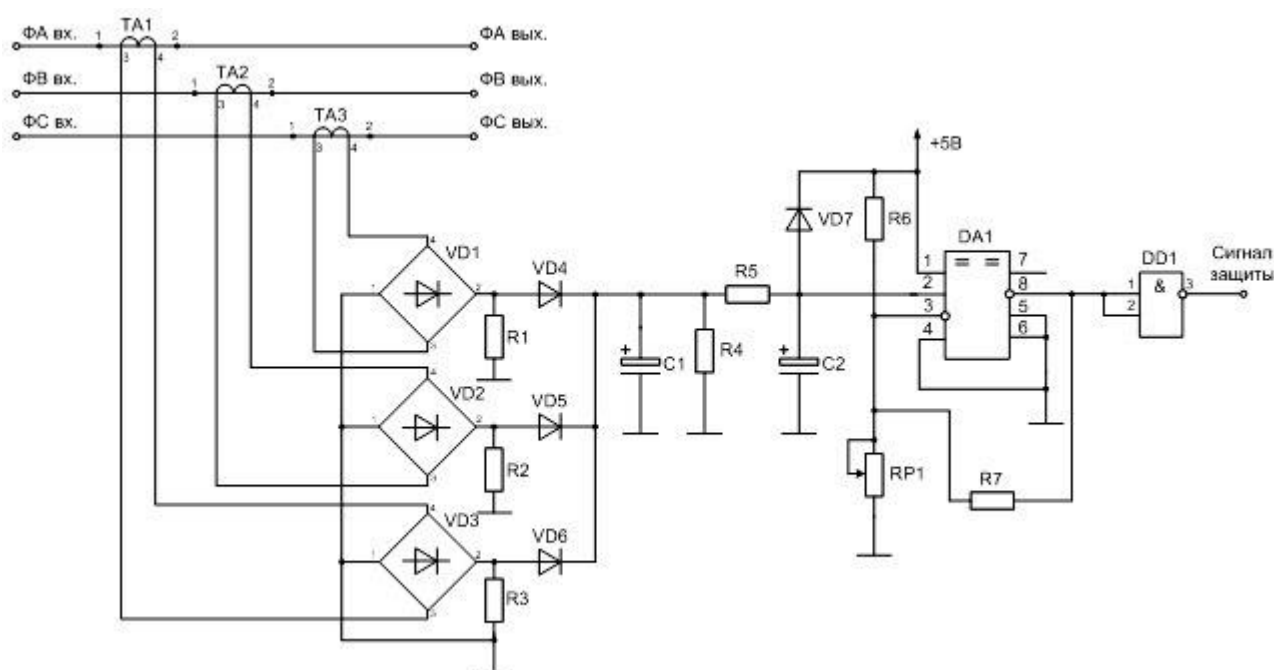


Рисунок 1 – Электрическая схема контроля токов потребления блоков РЛС по трехфазной цепи 200В 400Гц

В целях экономии места и удобства подключения проводников трёхфазной цепи, для контроля токов используются трансформаторы тока ТА1-ТА3. Каждый такой трансформатор представляет собой отрезок проводника, намотанный на тороидальный сердечник. В центре имеется отверстие, через которое пропускается проводник с измеряемым током.

При протекании электрического тока по цепи 200В 400Гц переменное

магнитное поле индуцирует электродвижущую силу (ЭДС) в трансформаторах. Переменные ток, созданные ЭДС, выпрямляются мостовыми диодными сборками VD1-VD3, нагрузками служат резисторы R1-R3. Напряжения на резисторах пропорциональны токам соответствующих фаз 200В 400Гц. Напряжения складываются на катодах диодов VD4-VD6. После сглаживающего фильтра на элементах C1, R4 суммарное напряжение поступает на вход компаратора DA1, где сравнивается с пороговым значением, которое можно регулировать потенциометром RP1 [1]. Пороговое напряжение задается исходя из допустимых значений токов потребителей электроэнергии. В случае превышения суммарным напряжением порога компаратор изменяет выходное значение, формируя сигнал защиты.

Далее сигнал защиты информирует систему о необходимости отключить отказавший блок. На рисунке 2 показана возможная реализация устройства, размыкающего цепь 200В 400Гц.

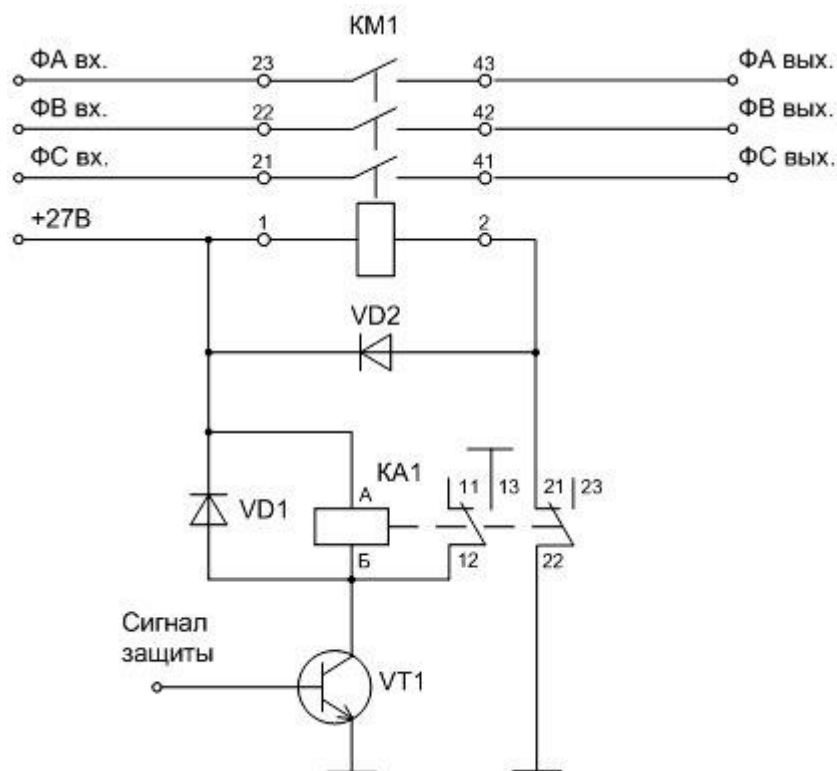


Рисунок 2 – Электрическая схема, реализующая отключение трехфазной цепи 115В 400Гц при поступлении соответствующего сигнала управления

При поступлении от устройства контроля тока сигнала управления уровнем логической единицы транзистор VT1 открывается и через обмотку реле КА1 протекает ток, созданный напряжением +27В. Контакты 21, 22 реле размыкаются, прекращая электрический ток через обмотку контактора KM1, и тем самым разрывают проводники цепи 200В 400Гц. Также замыкаются контакты 12, 13 реле, переводя его на самоблокировку для того, чтобы не произошло повторного подключения неисправного блока без перезапуска напряжения +27В [1].

Преимуществом рассмотренного устройства является простота схемы и конструкции, компактность. Есть возможность интеграции в различные изделия

благодаря наличию регулировки порога срабатывания. Выходной сигнал ТТЛ (транзисторно-транзисторной логики), сигнализирующий о превышении токами допустимых значений, может быть использован для принятия решения об отключении подачи питания. Кроме того, потери энергии на схему контроля будут невелики из-за индуктивного характера нагрузки.

К недостаткам можно отнести затраты на проектирование трансформаторов тока и необходимость калибровки напряжения, поступающего на вход компаратора.

В статье рассмотрен метод защиты трехфазных цепей питания бортовой аппаратуры от перегрузки по току. Приведена электрическая схема, реализующая данный метод. Показаны преимущества такой схемы.

#### *СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ*

- 1. Передатчик СВЧ сантиметрового диапазона волн: пат. 2514932 Рос. Федерация: МПК Н04В 1/00 (2006.01) / М.И. Суворинов и др.; заявитель и патентообладатель ОАО «ГРПЗ». – №2012118400/08; заявл. 03.05.2012; опубл. 10.11.2013, Бюл. №13 – 4 с.: ил.*
- 2. Винокуров В.И. Морская радиолокация. – Ленинград: Судостроение, 1986.*
- 3. Доброленский Ю.П. Авиационное оборудование. – М.: Военное издательство, 1989.*
- 4. Китаев В.Е. Электропитание устройств связи. – М.: Связь, 1975.*