

АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА, ЗВ'ЯЗОК

УДК 621.3:656.2:006

Бутенко В.М., начальник НИЧ (УкрГАЗТ)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

Введение. Под эффективностью функционирования различного электрооборудования железнодорожной автоматики понимается, в том числе и его своевременное, бесперебойное и безопасное снабжение электроэнергией. Одним из основных элементов системы электроснабжения являются автоматические выключатели (в дальнейшем тексте АВ), которые выполняют функции управления, контроля и защиты потоком электрической энергии. Наибольшие нарекания у потребителя вызывает работа АВ в зоне токов перегрузки ($1,05 I_n \leq I_n < 10 I_n$, где I_n – номинальный ток АВ, I_n – ток перегрузки АВ). Каждый АВ в зоне токов перегрузки имеет некоторую зону разброса защитной характеристики, в свою очередь, электрооборудование также имеет зону разброса предельно-допустимых нагрузок по току и времени. Для устранения ложных отключений АВ выбирается таким образом, чтобы его зона разброса защитной характеристики во всех точках лежала бы выше зоны разброса предельно-допустимых нагрузок по току и времени защищаемого электрооборудования [1]. Для этого должно выполняться условие $I_n = K I_p$ (I_p – номинальный или расчетный ток электрооборудования). K – коэффициент запаса в зависимости от типа АВ, от вида выполняемых функций, условий эксплуатации и других особенностей защищаемого электрооборудования и меняется в пределах от 1,5 до 2 [2]. Такая защита не надежна и не эффективна. Особенно это наглядно проявляется в случае электроснабжения одним АВ группы нагрузок, каждая из которых коммутируется своим коммутационным устройством, не обладающим функцией защиты, например магнитным пускателем. Поэтому через АВ

может протекать "плавающий" ток от нуля до I_p . Примером такого рода нагрузок может служить осветительная установка, электропечи, электродвигатель, ток через который определяется мощностью нагрузки на валу и т.п. В этом случае недостатком такой защиты является ее нечувствительность к токам перегрузки, что ведет к повышению вероятности возникновения пожароопасной ситуации.

Цель работы. Поиск способа защиты электрооборудования с автоматическим изменением I_n АВ в соответствии с изменением расчетного (истинного или рабочего) тока I_p защищаемого электрооборудования.

Результаты исследования. Поставленной цели удовлетворяет устройство, функциональная схема которого представлена на рисунке 1, с трехступенчатым автоматически регулируемым I_n [3].

Устройство содержит силовой блок 1, включенный в фазовый провод "Ф" защищаемого оборудования (в данном примере осветительной установки) 2 и блок управления 3, включающий в себя источник питания 4. Вход источника питания 4 соединен с нейтральным проводом "О" и фазой "Ф" электрооборудования 2. Кроме того, блок управления 3 содержит измерительный орган 5, состоящий из генераторов импульсов 6, 7, 8 (по числу уставок тока срабатывания АВ) и трехканального компаратора 9. Входом компаратора 9 является трансформатор тока ТТ1, первичная обмотка которого включена в фазовый провод "Ф" осветительной установки 2. Выход трансформатора тока ТТ1 соединен с входом операционных усилителей 10, 11, 12 (с входом "К" операционных усилителей 11 и 12 и с входом "И" усилителя 10). Оставшийся вход операционных усилителей соединен с делителем опорного напряжения 13. Выход "е" каждого операционного усилителя 10, 11, 12 соединен с входом своего генератора импульсов, соответственно 6, 7, 8. Каждый генератор импульсов содержит трансформатор импульсов ТИ. Вход каждого генератора импульсов 6, 7, 8 (соответственно "а", "b", "с") соединен с цепью управления соответствующего симистора S1, S2, S3 силового блока 1. Силовая цепь каждого из симисторов соединена последовательно со своим АВ, соответственно A1, A2, A3 в случае аварийных ситуаций раскрывают цепь нагрузки 2. К4 – К7 – выключатели не обладающие функциями защиты, которыми вручную меняют мощность нагрузки защищаемого электрооборудования 2.

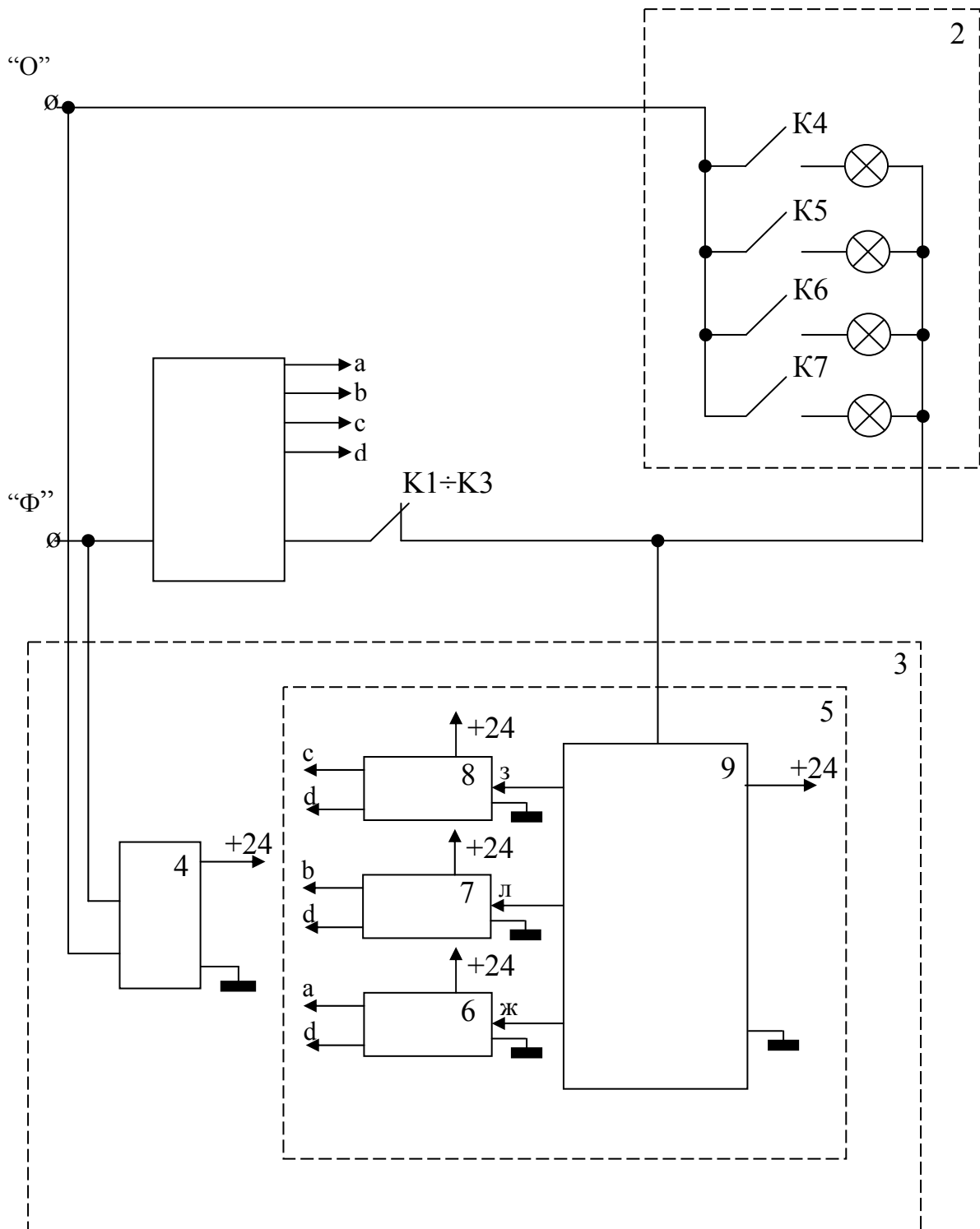


Рисунок 1 – Функціональна схема пристрою захисту

Принципіальна схема силового блоку і трьохканального компаратора представлені відповідно на рисунку 2 і рисунку 3. Пристрій захисту працює наступним чином.

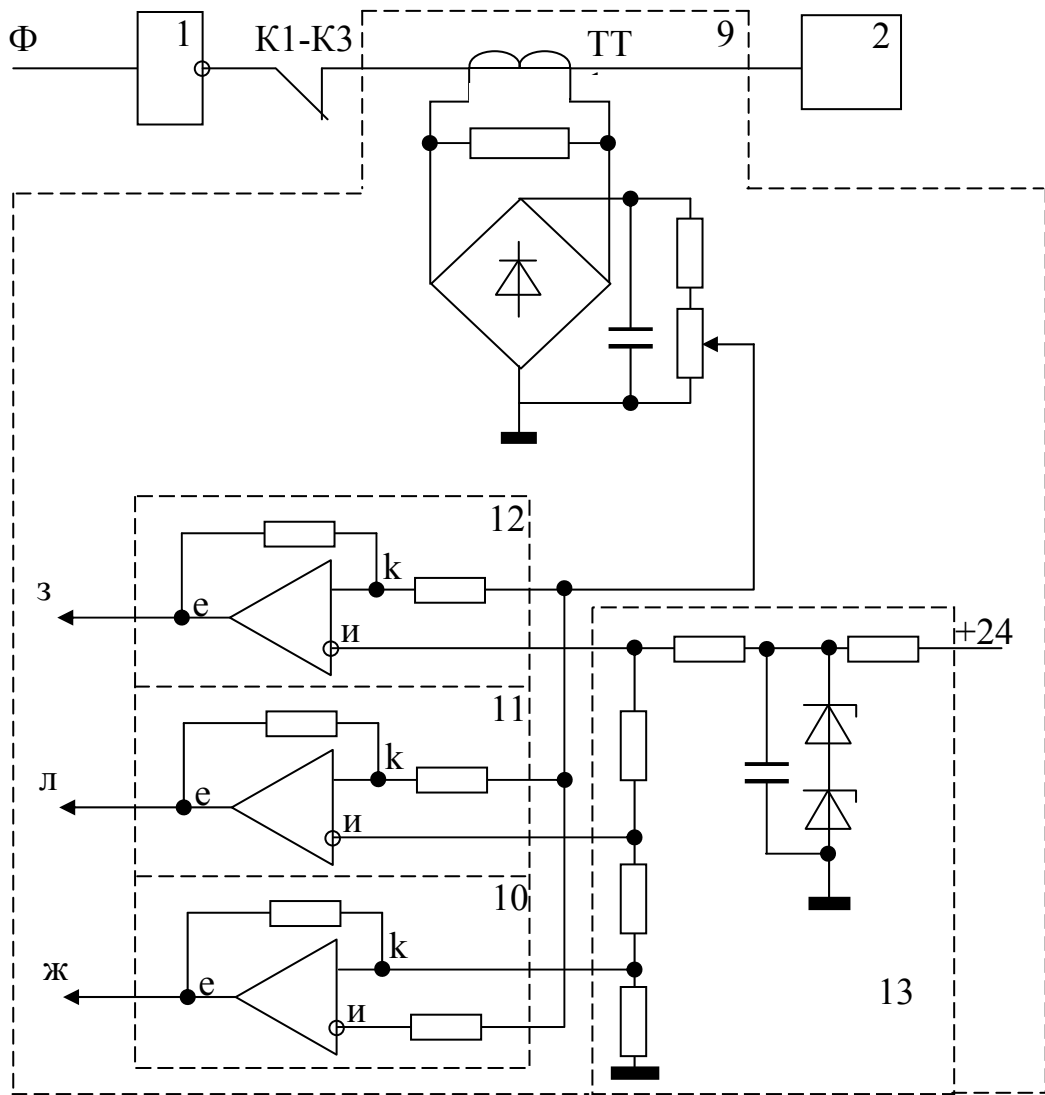


Рисунок 2 – Принципиальная схема силового блока устройства защиты

В исходном положении АВ А1, А2 и А3 включены, то есть их контакты К1, К2, К3 замкнуты. Однако ток в силовой цепи появится только тогда, когда будет включен хотя бы один из выключателей К4 – К7, которые не обладают функциями защиты. Симистор S1 открыт. Поэтому при включении любого выключателя К4 – К7 в силовой цепи через АВ А1 начинает протекать ток. В этом случае компаратор 9 измерительного органа 5 блока управления 3 через соответствующий генератор импульсов 7 или 8 открывает тот симистор, I_n АВ которого А2 или А3 ближе всего к

току захищеного електрооборудовання в даний момент часу. В разі зміни фактичного струму захищеного електрооборудовання 2 за допомогою вимикачів К4 – К7 блок управління 3 автоматично здійснює переключення паралельних гілок силового блоку 1 за допомогою відкриття одного з відповідних симисторів S1, S2, S3 і закриття двох інших. Завжди відкритий тільки один з симисторів S1, S2, S3. Таким чином, в будь-який момент часу включена тільки одна з трьох паралельних гілок силового блоку 1. В разі виникнення струму перевантаження (аварійного) через певний час спрацьовує відповідний АВ і його контакт К1, або К2, або К3 автоматично відключає електрооборудовання 2. Для повторного включення електрооборудовання 2 необхідно взвести рукоятку К в включене положення відповідного АВ. При відключенні всіх вимикачів К4 – К7 струм в силовій ланці зникне і симистори S2 і S3 закриваються.

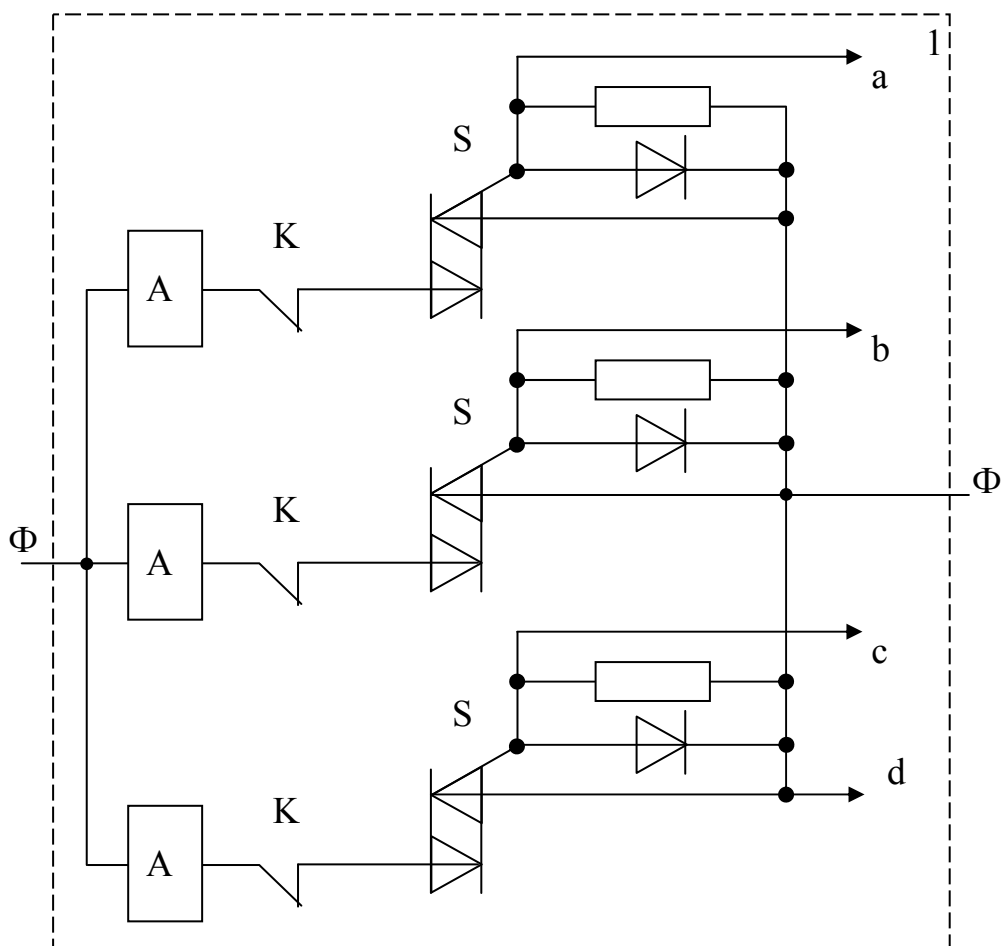


Рисунок 3 – Принципіальна схема компаратора пристрою захисту

Последовательность включения того или иного АВ А1 – А3 в зависимости от величины фактического тока силовой цепи осуществляется за счет делителя 15 опорного напряжения. Переключение силовой цепи с одного АВ на другой осуществляется при соотношении их номинальных токов в интервале от 2 до 7. Соотношение I_n АВ равно $K=2$ соответствует практически нижней границе токов перегрузки, а $K=7$ – практически верхней границе токов перегрузки. Конкретное значение K определяется видом электрооборудования, выполняемыми функциями и условиями его эксплуатации. Перед включением тока электрооборудования 2 выключателями К4 – К7 всегда открыт симистор S1. То есть всегда вначале ток протекает через АВ 1, который имеет самое большое значение I_n $I_{1n} > I_{2n} > I_{3n}$. При токе осветительной установки 2 $I_{1n} > I_p \geq I_{2n}$ закрывается симистр S1, но открывается симистор S2, то есть ток электрооборудования 2 начинает протекать через АВ А2. Теперь защиту электрооборудования 2 осуществляет уже АВ А2. При токе силовой цепи $I_{3n} \geq I_p$ открывается симистор S3, но закрывается симистор S2. Теперь защиту осуществляет уже АВ А3. При увеличении тока через электрооборудование 2 переключение симисторов идет в обратном направлении.

Таким образом, рассмотренное устройство защиты электрооборудования с переменной мощностью позволяет автоматически подбирать тот АВ, I_n которого находится ближе к фактическому току электрооборудования. Это позволит повысить чувствительность защиты к токам перегрузки и снизить вероятность возникновения пожароопасной ситуации.

Например, для осветительной установки общей мощности 980Вт. Расчетный ток осветительной установки при всех включенных лампах $I_p = 4,5$ А. Рекомендуемое соотношение между I_n АВ и I_p выполняется [2] и при этом осуществляется защита от токов перегрузки. Обычно свет включается не полностью, а частично. Чаще всего это происходит в коридорах. В этом случае $I_p = 0,45$ А. АВ в этом случае не будет реагировать на ток перегрузки возникающие при определенных условиях (чаще всего при коммутации) в лампах накаливания дуговые разряды между ветками спирали или между электродами не всегда являются причиной отключения АВ. В одном случае дуговой разряд может вызвать взрыв колбы, а в другом – проплавление ее частицами никеля, образующимися в результате расплавления электродов. В обоих случаях аварийный режим сопровождается образованием и выбросом источников зажигания (частицы никеля, расплавленной вольфрамовой спирали и конструкционных

элементов, нагретых до высоких температур). Наиболее пожароопасны частицы никеля. В осветительных установках с лампами ДРЛ причиной пожара могут быть межвитковые и межслоевые замыкания в дросселях. Рассмотренное устройство защиты позволит в этом случае снизить вероятность возникновения пожароопасной ситуации.

Выводы. В результате анализа найдено устройство защиты электрооборудования, содержащее АВ, соответствующий условию $I_n \geq K I_p$ (I_n - номинальный ток АВ, $K = 1,05 - 2$ коэффициент запаса, I_p - расчетный ток электрооборудования), которое дополнительно снабжено блоком управления и силовым блоком. Силовой блок представляет собой параллельное соединение ветвей, каждая из которых состоит из последовательно соединенных АВ и симистора. Соотношение I_n АВ силового блока кратно K , то есть $I_{2н} = I_{1н} / K_2$, $I_{3н} = I_{2н} / K_3$ и так далее. Именно выполнение устройства защиты подобным образом обеспечивает достаточную чувствительность защиты к токам перегрузки. Наличие блока управления, содержащего орган измерения фактической величины тока перегрузки, от которого сигнал через соответствующие элементы управляет одним из симисторов, обеспечивая включения цепи того АВ, значения уставки тока которого соответствует данной величине тока защищаемого электрооборудования. Данное устройство обеспечивает значение уставки тока срабатывания, соответствующее величине тока нагрузки защищаемого электрооборудования и необходимое изменение уставки срабатывания с изменением нагрузки. В результате повышается эффективность защиты, в том числе и при изменении нагрузки в сторону ее уменьшения, следствием чего является снижение вероятности возникновения пожароопасной ситуации и повышается качество функционирования инфраструктуры железнодорожного транспорта [4].

Список литературы

1. Некоторые аспекты повышения эффективности защиты низковольтного электрооборудования / В.Н.Терешин, Л.Е.Богданова // Електротехніка і електромеханіка. Національний технічний університет "ХПИ". – 2004, №2 – С. 51–53.
2. Беляев А.В. Выбор аппаратуры защит и кабелей в сетях 0,4 кВ: Л: Энергоатомиздат, 1988 – 320 с.
3. Патент РФ №2120166 С1. Устройство защиты электрооборудования / В.Н.Терешин, А.Ф.Белорусов, К.К.Намитокос и др. // 1998 – Бюл. №19 – С. 51 – 53.
4. Бутенко В.М. Перспективи розвитку досліджень якості, сертифікації та стандартизації на залізничному транспорті// Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ. – 2006. – Вип. № 8. – С. 53-56.