

Двуреченский Илья Сергеевич, студент

4 курс, факультет «Автоматизации и информатики»

Липецкий государственный технический университет, Россия, г. Липецк

Данчев Александр Николаевич, студент

4 курс, факультет «Автоматизации и информатики»

Липецкий государственный технический университет, Россия, г. Липецк

Зацепина Виолетта Иосифовна, научный руководитель,

Липецкий государственный технический университет, Россия, г. Липецк

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ И РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ ИНТЕГРАЦИИ ЗАРЯДНОЙ СТАНЦИИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНУЮ СЕТЬ

Аннотация: Статья посвящена изучению влияния релейной защиты при включении зарядной станции электромобиля в сеть. В распределительной сети сконфигурированы три секции токовой защиты. В данной работе эквивалентной моделью зарядной станции является доступ к распределительной сети, устанавливаются различные места повреждения и сравнивается установочное значение соответствующей защиты с током замыкания, анализируется влияние трехсекционной токовой защиты и её влияние в распределительной сети.

Ключевые слова: Электромобили, эквивалентная модель, релейная защита, зарядные станции, локальное резервирование, распределительная сети, локальное резервирование.

Annotation: Electric vehicles have been widely used because of its significant environmental effect, study the influence of the relay protection when electric vehicle charging station integrated into network is important. Three section current protections are configured in distribution network. In this paper, the equivalent model of the

charging station is access to distribution network, different fault locations are set up, and the setting value of the corresponding protection are compared with the fault current, finally the impact of the three section current protection is analyzed.

Key words: Electric vehicles, equivalent model, three-section current protection installations, relay protection, charging stations, local redundancy, distribution networks, local redundancy.

Вступление

Электромобиль (ЭМ) имеет много преимуществ, таких как высокий крутящий момент, нулевое загрязнение окружающей среды, низкий уровень шума и т.д. ЭМ разработан для того, чтобы уменьшить потребление энергетических ресурсов и сохранить окружающую среду. При включении зарядной станции ЭМ в распределительную сеть питания важно исследовать влияние на защиту системы и вопросы конфигурации для повышения и поддержания безопасности и стабильности системы.

Существует два вида режимов зарядки: режим медленной зарядки и режим быстрой зарядки [3, с. 69]. Первый имеет такие недостатки как: малый ток заряда и длительное время зарядки. Последний же использовали как продвижение ЭМ, его преимущества: больший зарядный ток и меньшее время зарядки. Но режим быстрой зарядки, как правило, вызывал кратковременные колебания нагрузки и сильное воздействие на распределительную сеть. А из-за введения гармоник качество энергии было бы снижено.

При интеграции зарядных станций ЭМ в распределительную сеть питания применяется трехсекционная токовая защита. Сначала представлена эквивалентная модель зарядной станции, затем влияние ЭМ зарядной станции на трехсекционную токовую защиту, изучается принцип установки трехсекционной токовой защиты. Кроме того, когда зарядная станция ЭМ интегрирована в распределительную сеть, анализируются различия тока и напряжения. Учитывая различия между электрическими элементами для этих двух вышеупомянутых

систем, предлагается метод, основанный на низковольтной защите от перегрузки по току.

Колебание нагрузки зарядной станции

Прежде чем исследовать защиту распределительной сети, необходимо проанализировать изменения электрических параметров всей системы зарядной станции. Поскольку нагрузка сильно меняется, модели колебаний нагрузки изучаются как в режиме медленной зарядки, так и в режиме быстрой зарядки.

В настоящее время структурная схема зарядного устройства ЭМ, используемая в настоящее время, показана на рисунке 1. Трехфазный источник переменного тока может быть преобразован в постоянный ток трехфазно-мостовым неуправляемым выпрямителем. А фильтрованный постоянный ток используется в качестве входного сигнала высокочастотного преобразователя постоянного тока в постоянный. Между тем силовая батарея заряжается отфильтрованным выходным сигналом преобразователя питания постоянного тока / постоянного тока.

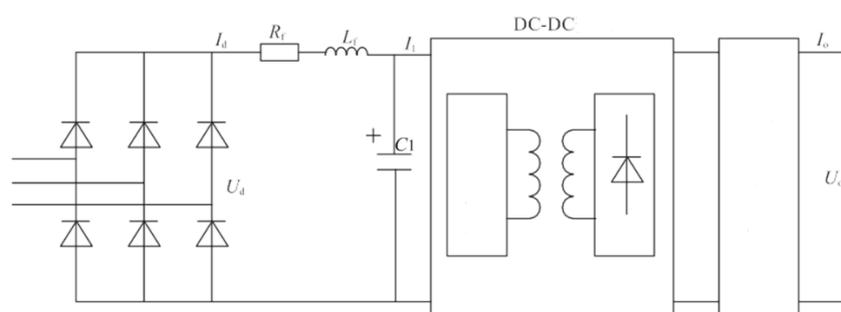


Рисунок 1. Структурная схема высокочастотного зарядного устройства

Колебания нагрузки зарядной станции ЭМ сравнительно велики. Выходная мощность каждого зарядного устройства варьируется в зависимости от типа силовых батарей, состояния заряда (СЗ), режима зарядки и так далее. Для упрощения анализа применяется эквивалентная структура зарядной станции [6, с. 17]. Поскольку высокочастотные переключатели, принятые в зарядном устройстве и характер нагрузки близок к чистому резисторному элементу, коэффициент мощности зарядного устройства очень высок. Таким образом,

высокочастотный входной преобразователь мощности может быть заменен резистором низкой частоты [1, с. 32]. Соотношение соответствия между зарядной мощностью и эквивалентным сопротивлением выражается в сл. формуле

$$R_c = \frac{U_B}{I_1} = \frac{U_B^2}{P_1} = \frac{\eta U_B^2}{P_0} = \frac{\eta U_B^2}{U_0 I_0} \quad (1)$$

открытая защита от перегрузки по току, где η -его зарядное устройство, а I_1 и I_0 -входной и выходной ток соответственно. Эквивалентное сопротивление может быть рассчитано по соответствующим значениям высокочастотного силового преобразователя и изменяется вместе с нагрузкой зарядной станции.

Трехсекционная токовая защита

Учитывая, что ток короткого замыкания резко возрастет, в данной работе предложен метод защиты от увеличения тока.

При условии, что может быть достигнута только одна сторона линейного тока, трехсекционный метод токовой защиты предназначен для идеальной координации релейной защиты. Исходя из того, что гарантируются как надежность, так и селективность, целью первой секции токовой защиты является обеспечение быстрого действия. Целью второй секции токовой защиты является обеспечение чувствительности. А оставшаяся секция токовой защиты выступает в качестве резервной защиты. Сочетание этих трех разделов обычно используется для удовлетворения четырех требований (селективность, чувствительность, быстрое действие и надежность) [2, с. 64]. Инженерная практика показывает, что достоинством данной технологии защиты является то, что работа реле обладает удовлетворительной заводской надежностью и многочисленными возможностями настройки. Далее проанализируем влияние зарядной станции ЭМ, интегрированной в распределительную сеть, на трехсекционную токовую защиту.

Влияние на токовую защиту

На примере текущей быстродействующей защиты защиты-1, когда модель зарядной станции ЭМ, интегрированная в распределительную сеть, заменяется эквивалентным сопротивлением, в данной работе применяется гипотеза о том, что система сохраняет максимальную работоспособность.

Принцип уставки токовой защиты от быстрого разрыва заключается в том, что следует избегать максимального тока короткого замыкания, возникшего в конце линии. Конкретная формула настройки выражается следующим образом

$$I_{set1}^I = K_{rel}^I \frac{E}{Z_{s.min} + Z_{A-B}} \quad (2)$$

где, K_{rel}^I -является надежностным коэффициентом, является фазной электродвижущей силой эквивалентный источнику питания. Z_{A-B} -импеданс линии-АВ. $Z_{s.min}$ -минимальный импеданс между местоположением реле и эквивалентным источником питания.

После того как зарядная станция ЭМ интегрирована в распределительную сеть питания, текущие значения в различных режимах могут быть рассчитаны следующим образом.

Ток нагрузки рассчитывается в максимальной операции I следующим образом

$$I_{L,max} = \frac{E}{Z_{s.min} + Z_{A-B} + Z_{B-C} + R_C} < I_{set1}^I \quad (3)$$

В этот момент текущая защита от быстрого разрыва надежна без ложного срабатывания.

При возникновении неисправности в точке K1 в диапазоне тока защита от быстрого разрыва, ток повреждения выражается следующим образом

$$I_{K1} = \frac{E}{Z_{s.min} + Z_{K1}} > I_{set1}^I \quad (4)$$

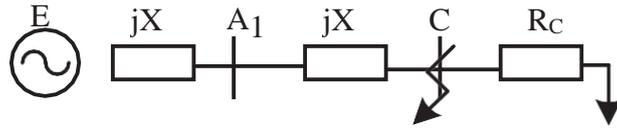


Рисунок 3. Перегрузка и короткое замыкание однофазной системы электроснабжения

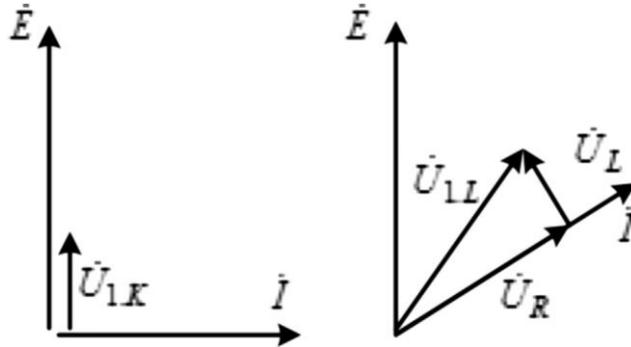


Рисунок 4. Фазовые соотношения между векторами напряжения

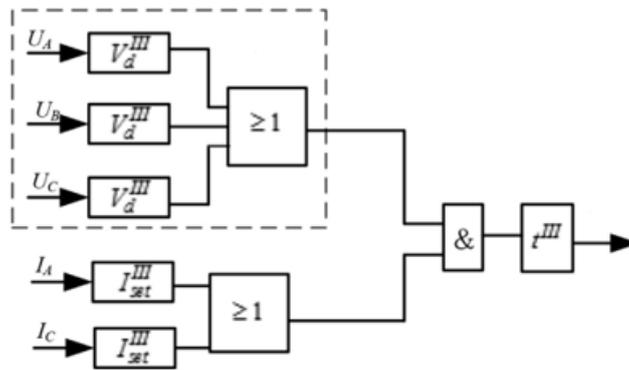


Рисунок 5. Логическая схема низковольтной защиты от перегрузки по току

логика “И” состоит из низковольтных составляющих и составляющих тока.

Конкретные процедуры проиллюстрированы следующим образом:

Расчет уставки перегрузки по току удовлетворяет требованию чувствительности.

Выражением настройки перегрузки по току является

$$I_{set1}^{III} = K_{sen}^{III} I_{K3.min} \quad (5)$$

а) Расчет низкого напряжения

Выражением уставки низкого напряжения является:

$$V_d^{III} = K_{rel.V}^{III} V_{K3.min} \quad (6)$$

где, $K_{rel.V}^{III}$ - коэффициент надежности низкого напряжения, а $K_{rel.V}^{III} > 1$. $V_{K3.min}$ - измеряемое напряжение при коротком замыкании, неисправность возникает в максимальной точке области действия защиты.

б) Формирование низковольтной защиты от перегрузки по току

Исходя из приведенных выше расчетов, логическая схема низковольтной защиты от перегрузки по току приведена на рисунке 5.

Чувствительность токовой защиты секции-III может быть эффективно повышена на том основании, что установочное значение уменьшается с помощью низковольтного пускового модуля.

Вывод

В данной работе анализируются эквивалентные модели зарядной станции в режиме медленной зарядки и режиме быстрой зарядки. Затем устанавливается эквивалентная модель распределительной электросети с зарядной станцией. Учитывая, что конфигурация релейной системы распределительной сети обычно очень проста, анализируется влияние зарядной станции ЭМ на трехсекционную токовую защиту. Анализ показывает, что установочные значения и кратковременные значения токовой защиты секции-I и секции-II слабо связаны с нагрузкой, однако секция-III явно подвержена влиянию нагрузки. Влияние локальной резервной защиты этой линии меньше, чем удаленной резервной защиты следующей линии.

Анализируя электрические величины реле при коротком замыкании и максимальных токовых нагрузках, можно сделать вывод, что падение напряжения при коротком замыкании больше, чем в другой ситуации. Используем вышеуказанные свойства для повышения чувствительности резервной защиты, используя защиту от перегрузки по току с низким напряжением.

С быстрым развитием зарядных станций ЭМ, их влияние на распределительную сеть становится все больше и больше. Анализ влияния

распределительной сети с зарядной станцией и предложение соответствующей стратегии имеют важное значение для развития ЭМ и безопасной и стабильной работы энергосистемы.

Библиографический список:

1. Булычев А.В., Наволочный А.А. Релейная защита в распределительных сетях: Пособие для практических расчетов. – М.: ЭНАС, 2011. – С. 208.
2. Дорохин Е.Г., Дорохина Т.Н. Основы эксплуатации релейной защиты и автоматики. Краснодар: ОАО «Издательство «Советская Кубань», 2006.
3. Герхард Ц. Цифровая дистанционная защита: Принципы и применение. - М.: Энергоиздат, 2005. – С. 321.
4. Шнеерсон Э.М. Цифровая релейная защита. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – С. 549.
5. Засыпкин А.С. Релейная защита трансформаторов. – М.: Энергоиздат, 1989. – С. 240.
6. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание.