Научная статья
Original article
УДК 620.92

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕСПЕРЕБОЙНОЙ РАБОТЫ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ ОПЕРАЦИЙ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ НЕЗАПЛАНИРОВАННЫХ ПРОСТОЕВ

ENSURING THE SMOOTH OPERATION OF CRITICAL OPERATIONS, PREVENTING UNPLANNED DOWNTIME

Торопов Игорь Юрьевич, студент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова», Российская Федерация, г. Архангельск.

Toropov Igor Yurevich, student, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov», Russian Federation, Arkhangelsk. e-mail: igoryan91@gmail.com

Аннотация

В этой статье рассмотрены основные шаги для проектирования бесперебойной системы электроснабжения. Обозначены основные факторы влияющие на отказоустойчивость системы. Поэтапное создание надежной сети электроснабжения разделено на четыре части. Основываясь на данном порядке разработки проекта, можно спроектировать современный узел электроснабжения. Каждая часть представлена, с добавлением некоторых замечаний, с раскрытием неочевидных вещей. Значительная часть, занимает рассмотрение аргументов в пользу проведения профилактики технического

состояния оборудования. Приведены аргументы к установке различного цифрового оборудования. Рассматривается введение в технологический процесс автоматизированных систем с общим оцифровыванием исходящих данных. Автоматизированные системы управления подключенные к системе электроснабжения увеличивают диапазон отслеживаемых параметров электросети. Также рассмотрены преимущества в строительстве нового объекта с использованием новейших технологий.

Annotation

This article covers the basic steps for designing an uninterrupted power supply system. The main factors affecting the fault tolerance of the system are indicated. The phased creation of a reliable power supply network is divided into four parts. Based on this project development procedure, it is possible to design a modern power supply unit. Each part is presented, with the addition of some remarks, with the disclosure of non-obvious things. A significant part is the consideration of the arguments in favor of the prevention of the technical condition of the equipment. Arguments for the installation of various digital equipment are given. The introduction of automated systems into the technological process with a general digitization of outgoing data is considered. Automated control systems connected to the power supply system increase the range of monitored power grid parameters. The advantages in the construction of a new facility using the latest technologies are also considered.

Ключевые слова: Электроснабжение, электросети, автоматизированные системы управления, энергоэффективность.

Keywords: Power supply, power networks, automated control systems, energy efficiency

Доступность и надежность электропитания — это постоянная проблема и, независимо от отрасли или типа производства, простои представляют собой дорогостоящий риск для операций и прибыли. Планирование краткосрочных эффективных решений при обнаружении уязвимостей в электрической системе

для предотвращения потенциальных проблем является ключом к повышению отказоустойчивости и надежной работы системы электроснабжения.

Сегодня коммерческим и промышленным компаниям, зависящим от технологий и автоматизации (ТИА) [1], требуется надежное питание для поддержания повседневных операций. Но различные погодные условия эксплуатации, человеческий фактор и другие факторы эксплуатации электрооборудования оставляют надежность электроснабжения в развитых странах на том-же уровне.

В случае перебоев в подаче электроэнергии основной причиной являются экстремальные погодные условия, в то время как для объектов ТиА причины отключений разнообразны. Поскольку электрическая инфраструктура становится все более сложной, включая децентрализованные источники питания и большее количество мощных электрических устройств, вызывающих дополнительное ухудшение качества электроэнергии, типичная эксплуатация несет в себе множество скрытых рисков для надежной доступности электроснабжения. В дополнение к повышению надежности электроснабжения доступность электроэнергии, вероятно, является основной заботой каждого потребителя электроэнергии. Несмотря на то, что стандарты Международной электротехнической комиссии (МЭК) в первую очередь сосредоточены на безопасности, доступность и надежность электропитания являются серьезной проблемой.

Из-за того, что электрические сети усложняются, типичная эксплуатация сопряжена со многими скрытыми рисками для надежности электроснабжения, но, сосредоточив внимание на четырех ключевых областях, можно максимизировать доступность и надежность энергосистемы.

1. Проектирование надежных цифровых энергетических систем.

Организациям нужна надежная инфраструктура электропитания, чтобы обеспечить бесперебойную работу и безопасность производства. Правильное проектирование архитектуры электроснабжения имеет решающее значение для системы, которая будет работать на протяжении всего производственного цикла,

особенно в условиях повышенного спроса и возрастающей технической сложности.

Полностью оптимизированная система электроснабжения может более экономично и безопасно обеспечить достаточное электроснабжение как существующих, так и ожидаемых нагрузок на протяжении всего производственного цикла установки.

Проектирование оптимизированных систем электроснабжения включает 3 основных шага:

1.1 Выбор способа распределения электрической энергии.

Это включает в себя классификацию всех характеристик и требований к главному узлу электроснабжения, и того как каждый нижестоящий элемент повлияет на вышестоящий электрический узел. Можно создать несколько решений схемы распределения, любое из которых можно использовать в качестве отправной точки для однолинейной схемы.

Существует два этапа выбора электрической архитектуры.

Первый этап, как правило, посвящен выбору режима подключения установки к инженерной сети и выбору внутреннего распределения среднего напряжения, включая:

- Определение количества подстанций сетей низкого или среднего напряжения.
- Определение количества трансформаторов сетей низкого (СНН) или среднего напряжения (ССН).
- Определение резервного генератора среднего напряжения, когда это необходимо.

Второй этап касается способа питания потребителей сетей среднего напряжения.

Факторы, относящиеся к подключению установки к инженерной сети, включают следующее: Подключение сети низкого напряжения для установки малого и среднего размера, требующей менее 400 кВА. Определение предельных размеров всегда является обязанностью местной коммунальной службы,

управляющей измерением сети низкого напряжения. Предельные размеры установки низкого напряжения обычно подходят для установки, в размер которого включен один трансформатор среднего или низкого напряжения, не превышающий предел номинальной мощности, установленный коммунальным предприятием, обычно около 1250 кВА. Возможные подключения к инженерной сети среднего напряжения включают следующее:

- Радиальная схема однолинейная схема
- Кольцевая схема
- Дублирование электропитания средним напряжением используя два выключателя нагрузки с секционным автоматическим выключателем, с автоматическим включением.
- Дублирование электропитания с независимым питанием от разных секций шин, которые имеют секционный автоматический выключатель.

1.2 Выбор конфигурации системы электроснабжения

Этот этап требует более подробного определения характеристик электроустановки, и в основном исходит из пункта 1.1, а также опирается на главные критерии реализации и эксплуатации оборудования. [2]

1.3 Выбор оборудования

Суть этапа заключается в подборе оборудования из имеющихся предложений для оптимальной работы энергосистемы исходя из имеющихся в проекте критериев. Оборудование подбирается по каталогам производителей оборудования.

С помощью различного программного обеспечения возможно проверить проект на цифровую обработку информации и оценить общую картину автоматизации используя встроенные функции моделирований ситуаций. В дополнение возможна оценка селективности и отладки срабатывания оборудования.

Снижение рисков и затрат упрощает этап проектирования с помощью программного обеспечения для проектирования

Имея все эти возможности можно выделить некоторые преимущества:

- Значительное сокращение времени установки и общего монтажа.
- Избранные эксплуатационные характеристики, удовлетворяющие требованиям качества и доступности конечного потребителя.
- Учёт срока службы оборудования и прогнозирование ориентировочного обновления конфигурации.

2. Селективность

2.1 Координация автоматических выключателей.

В установке с надлежащей селективностью срабатывает только автоматический выключатель, защищающий перегруженную/неисправную часть электрической сети. Это способствует сохранение работоспособности всей электросети и позволяет в дальнейшем более точно определить неисправный участок.

Инновационное программное обеспечение и цифровое оборудование могут кардинально оптимизировать место для монтажа электроустановки, рассчитать и подобрать электрические компоненты, а также выбрать комбинации автоматических выключателей, обеспечивающие полную селективность при каскадном отключении.

Проектирование и выбор оборудования для электроустановок среднего напряжения необходимо для анализа работы всех устройств, входящих в селективность определённых участков, в случаях аварийной ситуации. Анализ необходим, для определения воздействий на элемент электрической цепи, происходящий при коротком замыкании. В общем плане каждое устройство в отдельности может выдержать наихудшие воздействия, но это может потребовать значительного превышения размеров, а в некоторых случаях может оказаться невозможным.

Таким образом, защита каждого устройства или оборудования зависит от вышестоящего устройства защиты от перегрузки по току. В этом случае можно проверить правильную координацию между двумя устройствами. Неисправности с меньшей амплитудой, такие как перегрузки или некоторые

замыкания на землю, также могут создавать помехи, вызывая отключения и перебои в подаче электроэнергии на более значимые узлы электросети.

2.2 Принципы селективности

Селективность достигается за счет защиты от сверхтоков и защиты от замыканий на землю, если неисправность, возникающая в любой точке установки, устраняется защитным устройством, расположенным непосредственно перед местом повреждения, в то время как все другие защитные устройства остаются незатронутыми. Селективность требуется для установок, питающих критические нагрузки, когда одна неисправность в одной цепи не приводит к прерыванию электропитания других цепей.

Селективность настоятельно рекомендуется, когда доступность и надежность электропитания имеют решающее значение из-за характера нагрузок, таких как центры обработки данных, инфраструктуры, и критически важные производственные процессы.

С точки зрения установки: селективность достигается, когда максимальный ток короткого замыкания в точке установки ниже предела селективности автоматических выключателей, питающих эту точку установки. Селективность необходимо проверять для всех электрических цепей, питаемых от одного источника, и для всех типов неисправностей, таких как перегрузка, короткое замыкание и замыкание на землю.

Если система имеет возможность питаться от разных источников, например, сетевая организация и резервная генераторная установка, селективность должна быть проверена в обоих случаях.

3. Отслеживание активов электросети

Необходимо отслеживать и визуализировать критически важные электрические активы, чтобы поддерживать их должным образом, повышать их надежность, экономическую эффективность и улучшать управление жизненным циклом активов. Эффективное управление электрическими активами можно разделить на две функции: оперативная аналитика и профилактическое обслуживание. [3]

3.1 Оперативная аналитика

Если не воспользоваться последними достижениями в области подключения и интеллектуальных функций распределения электроэнергии, то можно не подозревать о многих скрытых рисках и возможностях, уже имеющихся на объектах. Для обеспечения максимальной доступности и надежности электропитания требуется нечто большее, чем отказоустойчивая конструкция электрической системы. Также требуется интеллектуальная цифровая инфраструктура, встроенная в электрическое оборудование, подключенное к специализированному программному обеспечению для управления питанием.

Только в этом случае вы получите ценную информацию, необходимую для надежной работы и предотвращения незапланированных перебоев в подаче электроэнергии.

Простые в использовании программные приложения для управления электропитанием могут помочь надежно работать и избежать перебоев в работе благодаря мониторингу электроснабжения и аварийной сигнализации, мониторингу параметров выключателя, управлению передаваемой мощности и мониторингу качества электроэнергии.

3.2 Планово-предупредительный ремонт

Выполнение технического обслуживания до того, как что-то сломается, сводит к минимуму стоимость владения и эксплуатации электрической системы. Обеспечить непрерывность процесса и предотвратить простои производства, вызванные длительным отказом оборудования, можно с помощью различных технологических решений, которые круглосуточно отслеживают состояние оборудования и предупреждает о проблемах до их возникновения.

3.3 Мониторинг и предупреждения в электрические системы

Для того чтоб предотвратить простои, повысить надежность электрических систем и лучше защитить активы с помощью самовосстанавливающихся архитектур электроснабжения, а также подключив токовое реле среднего напряжения, выключатели низкого напряжения, термодатчики и измерители

мощности к программному обеспечению для мониторинга и управления питанием нужно:

- Изолировать неисправности с помощью релейной автоматики и селективной координации выключателя.
- Сохранять критические нагрузки за счет автоматического переключения на альтернативные источники питания и отключения некритических нагрузок.
- Восстанавливать электроэнергию быстрее и безопаснее, используя электрическую диагностическую информацию и дистанционное управление выключателями.

4. Локализация аварии, определение первопричины, восстановление работоспособности имеет важное значение для надежной, безопасной и эффективной работы электроустановок практически в каждой отрасли и организации. Тем не менее, надежность энергосистемы не улучшается, а большое количество силовой электроники означает большее загрязнение гармониками в электрических сетях. Это вызывает сбои в работе, которые приводят к увеличению незапланированных простоев. [4]

Даже при самых устойчивых конфигурациях электрических систем случаются аварии и перебои в подаче электроэнергии.

Существуют решения для быстрого восстановления, они включают:

- Комплексная селективность для точной локализации неисправностей;
- Контроль изоляции и локализация повреждений;
- Анализ событий электроснабжения

4.1 Анализ событий электроснабжения

Предотвратить простои и повысить надежность электрических систем и активов можно за счет использования специализированных средств диагностики событий, связанных с питанием.

4.2 Быстрое восстановление после отключения.

На рабочей станции сложные программные инструменты позволяют проводить расширенную аналитику электропитания, помогая ускорить диагностику инцидентов в энергосистеме. Высокоточная отметка времени событий, обеспечиваемая встроенными интеллектуальными устройствами, например, счетчиками, реле, регистраторами данных, позволяют автоматически создавать визуальную временную шкалу, показывающую связанные события, формы сигналов. Имея множество счетчиков, подключенных к центральному программному обеспечению управления электропитанием, можно увидеть, как авария проходит через систему электроснабжения, определяя, попали ли они на объект из коммунальной сети или возникли внутри здания. Эта возможность помогает сэкономить огромное количество времени при диагностике проблем.

Точная временная синхронизация, межсистемная корреляция помогает восстановить последовательность событий до, вовремя и после инцидента. Оперативный персонал может быстро получить представление о том, как инциденты распространяются по системе, быстро определить основную причину события и предложить шаги, которые необходимо предпринять для быстрого восстановления питания. [5]

Аналитические результаты могут быть аннотированы и сохранены для последующего рассмотрения.

5 Заключение

Несмотря на то, что хорошо спроектированная электрическая система имеет решающее значение для обеспечения высокого качества электроснабжения, селективность также необходима для обеспечения высокой доступности.

Литература

1. Ледин С. Интеллектуальные сети Smart Grid — будущее российской энергетики // Автоматизация и IT в энергетике. 2010. № 10
2. Орлов П.С. Инженерно-технические мероприятия по повышению надежности электроснабжения объектов строительства. Записки Горного института. 2016. Т. 222

3. Паршикова К.С. Основные проблемы повышения надежности электроснабжения электроэнергетических объектов и способы их решения // Вестник науки и образования. 2020. №8-1 (86).
4. Электрические сети. Устранение аварий на подстанциях и в электрических сетях [Электронный ресурс] / Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: https://leg.co.ua/knigi/raznoe/ustranenie-avariy-na-podstanciyah-i-v-elektricheskih-setyah.html(дата обращения: 20.05.2022)
5. Таранов М.А., Корчагин П.Т. Системный анализ надежности и перспективы её повышения для систем электроснабжения потребителей // ИВД. 2018. №3 (50). С. 55-potrebiteley (дата обращения: 03.05.2022).

Literature

1. Ledin S. Smart Grid — the future of Russian energy // Automation and IT in the energy sector. 2010. №. 10.
2. Orlov P. S. Engineering and technical measures to improve the reliability of power supply for construction projects. Notes of the Mining Institute. 2016. T. 222.
3. Parshikova K. S. the Main problems of increasing the reliability of power supply of electric power facilities and ways to solve them // Bulletin of science and education. 2020. №8-1 (86).
4. Electric networks. Elimination of accidents at substations and in electric networks [Electronic resource] / Electron. text data — Access mode: https://leg.co.ua/knigi/raznoe/ustranenie-avariy-na-podstanciyah-i-v-elektricheskih-setyah.html (accessed date: 05.20.2022)
5. Taranov M. A., Korchagin P. T. System analysis of reliability and prospects for its improvement for consumer power supply systems / / IVD. 2018. no. 3 (50).P. 55-potrebiteley (accessed: 05.03.2022).

© Торопов И.Ю., 2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2022

Для цитирования: Торопов И.Ю. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕСПЕРЕБОЙНОЙ РАБОТЫ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ ОПЕРАЦИЙ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ НЕЗАПЛАНИРОВАННЫХ ПРОСТОЕВ //Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2022