

Smart техника система управления и энергия

Ярослав Култан

Smart management appliances and the energy system: *power management system is a dynamic process, which may result in a significant increase in energy consumption and the reduced stability of the whole system. The allowance is aimed at reducing the impact analysis of changes in major appliances on the overall state of the power system. In the world there are numerous interpretations of smart appliances. A large part is focused on the measurement and analysis of energy consumption. The present view of smart appliances is based on the active cooperation of the appliance with a total energy system.*

Keywords: *steady state, the customer, appliance, energy systems, electricity supply, the optimal mode, smart appliance*

Введение

Управление большой энергетической системой является довольно сложным процессом, который должен учитывать различные состояния системы, количество потребителей и производителей энергии, скорость протекания процесса изменения состояния. Очень большие проблемы возникают при подключении возобновляемых источников энергии. Учитывая большую неустойчивость системы как по времени так и по мощности необходимо приложить большие энергетические расходы для поддержания статической и динамической устойчивости системы.

Одним из решений, которое может улучшить ситуацию, это применение smart потребителей, которые позволяют менять свою нагрузку / потребление/ в зависимости от состояния сети. Основная идея smart потребителей – это действие направленное на уменьшение изменений в сети не нарушая основную функцию данного потребителя. Данные потребители имеют устройства регистрирующее изменения состояния сети и на основе полученной информации и подключаются или отключаются и тем улучшают ее режим работы.

В статье рассмотрен способ изменения режима работы солнечной электростанции и режим работы smart потребителей.

Smart потребители их свойства и разделение

Под smart потребителями в данной статье рассматриваем потребители, которые имеют возможность изменить свое состояние /включить, выключить, изменить мощность, .../ в зависимости от состояния сети. Внутреннее состояние прибора может меняться в зависимости от предшествующего состояния и режима работы. Необходимо сказать, что smart потребитель - это устройство накопитель. Может быть определенное время отключен или включен.

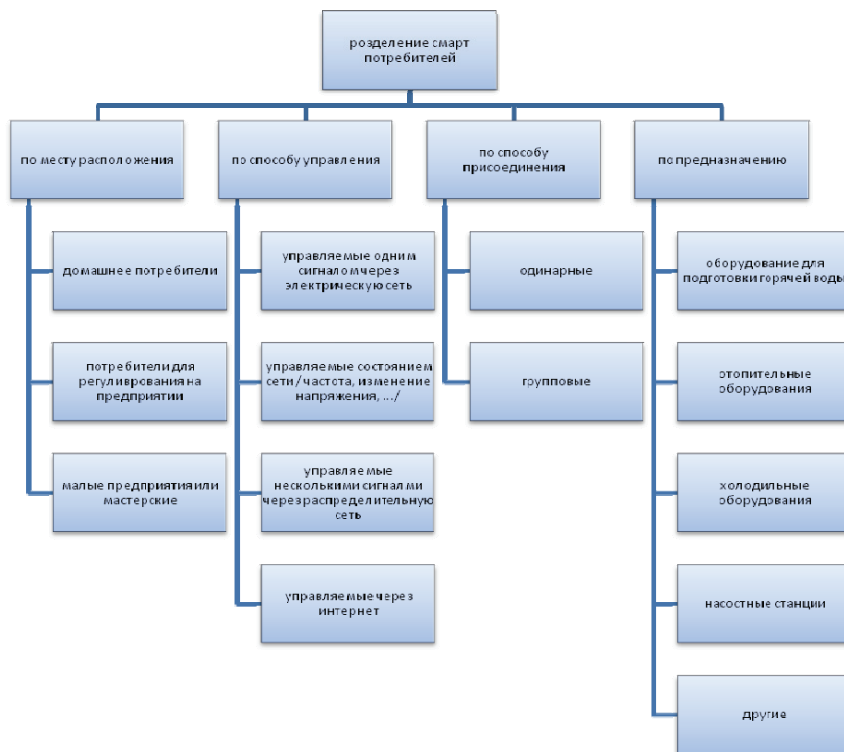


рис. 1 Способ классификации смарт потребителей

Все смарт потребители можно разделить в несколько групп в соответствии с рисунком (рис. 1). Характеристики отдельных приборов и возможное количество энергии для управления зависит именно от типа смарт потребителя и от его номинальной мощности.

Такое разделение нам позволит более точно определить какое количество смарт потребителей мы можем ввести в систему управления.

На рисунке (рис. 2) отображено изменение состояния смарт потребителя в режиме большой загрузки потребителя /stav1/ или малой загрузки потребителя /stav2/. При большой загруженности потребителя переход от состояния минимум в максимум идет очень медленно, но очень быстро идет процесс перехода максимум-минимум.

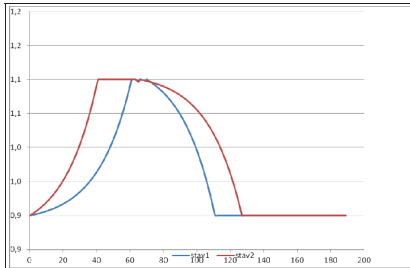


рис. 2 Изменение состояния потребителя во время малой или большой загрузки

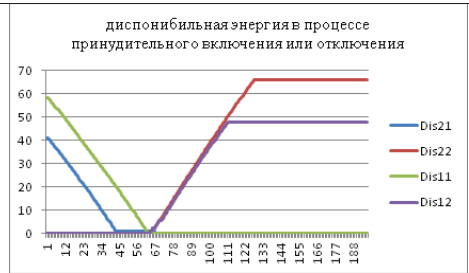


рис. 3 Энергия необходимая для управления системой

При малой нагрузке происходит быстрый процесс перехода из минимального допустимого состояния к максимальному и медленный процесс от максима на минимум. Примером такого smart потребителя, может быть, оборудование для подготовки теплой воды или работа утюга, холодильные установки, электрические плиты или другие. Для управления сетью мы можем использовать энергию, которую мы сэкономим, не включая данный прибор / при нагрузке/ (рис. 3). Если вследствие усиления скорости ветра имеем избыток энергии то данный прибор можно включить раньше чем достиг нижней границы своего состояния.

Процесс возможного включения или выключения может проходить неоднократно. На рисунке (рис. 4) показан пример прибора, который сначала включился из технологических причин. Постепенно изменял свое состояние – но так как в сети был недостаток энергии, прибор выключился, и его состояние стало падать. Позже в следствие улучшения состояния сети прибор снова включился. Так как режим сети часто менялся, прибор снова выключился. Обратное включение случилось на основе требования выдержать технологические параметры. Данный процесс еще несколько раз повторился и наконец, прибор перешел в свое максимальное технологическое состояние. Тогда он самостоятельно отключился.

На рисунке (рис. 5) отображены процессы изменения режима потребления энергии. Сумма энергии всех smart потребителей позволяет управлять режимом энергетической системы. Чем больше smart потребителей и больше их мощность и интервал между максимальной и минимальной величиной состояния, тем больше имеем энергии для регулирования.

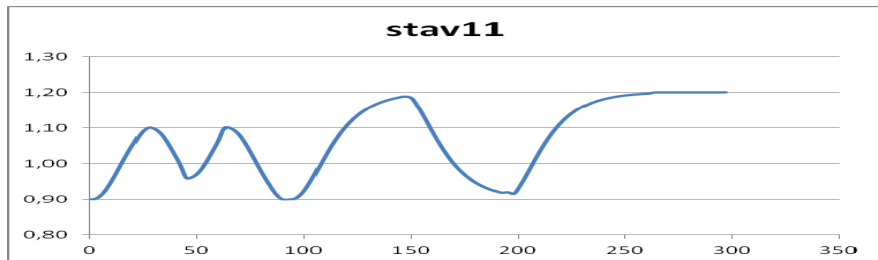


рис. 4 Изменение режима состояния потребителя

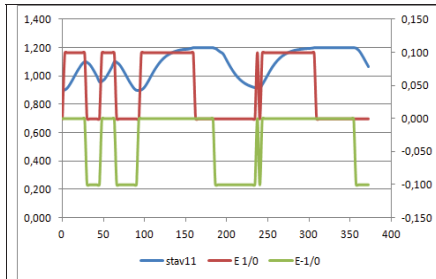


рис. 5 Режим повышения или понижения потребления энергии

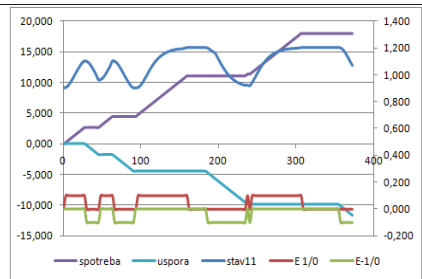


рис. 6 Общее количество энергии

Процесс управления

Для регулирования используемая энергия представляет собой сумму энергии каждого смарт потребителя в течении интервала, когда может быть она использована (рис. 6). Естественно, регулирование должно проходить не нарушая основной технологический процесс, для которого потребитель предназначен.

$$E = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} P_i \cdot dT_{i,j} \quad (1)$$

где P_i - мощность данного потребителя
 $dT_{i,j}$ - часть отрезка времени, во время которого может быть потребитель включен и выключен.

Размер интервала T определяет не только тип потребителя а также и момент коммутации. Данный момент определяется значением величины состояния.

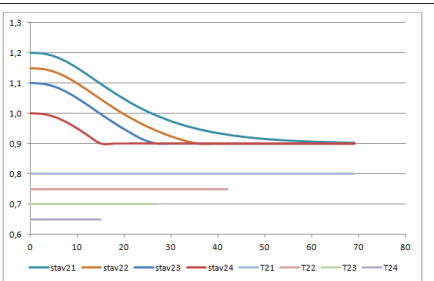
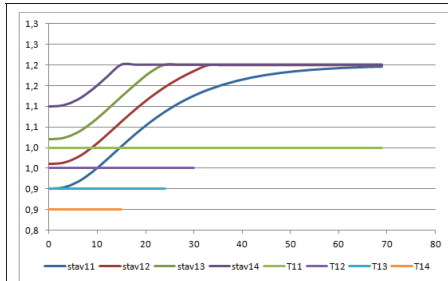


рис. 7 Определение допустимого интервала

На рисунке (рис. 7) обозначены интервалы для включения или выключения T_{1i} а T_{2i} . При расчете количества регулирующей энергии необходимо взять во внимание значение состояния потребителя. При практическом применении сложно определить точное значение данных интервалов и поэтому применяем вероятностные характеристики состояния потребителя.

$$dT_i = p_{ij} \cdot T_i \quad \text{где} \quad (2)$$

dT_i - значение интервала для коммутации i -ого потребителя $teho$ $spotrebiča$;
 p_{ij} - значение вероятности достижения потребителем определенного состояния (рис. 8);



рис. 8 Вероятность возникновения состояния данного значения

Для управления большой распределительной сетью с возобновляемыми источниками необходимо подобрать большое количество потребителей, которые способны в любое время воздействовать против изменению режима сети.

Предполагая, что общая мощность сети P_s и общая мощность возобновительных источников энергии в данной сети P_{oze} . Для данной сети справедливо выражение же $P_s > P_{oze}$ и для основного количества потребителей справедливо

$$k_1 P_s > P_{oze}, \quad \text{где } k_1 \in (0, 0.2)$$

В реальной системе необходимо элиминировать влияние не всех возобновляемых источников, а лишь тех, в которых произошло внезапное изменение режима работы. На основе с реализованными измерениями можно сказать, что общая мощность, необходимая для изменения может быть определена следующим образом

$$dP = k_2 * P_{oze}, \quad \text{где значение } k_2 \text{ из интервала } (0 - 0.3).$$

Следующими параметром, кроме мощности, это необходимая энергия, которая зависит от мощности потребителей и времени случайного изменения, или времени за которое самая система приведет себя в уравновешенное состояние или в это состояние ее введет система регулирования. Значение интервала изменения скорости ветра или солнечного излучения проходит в течении временного интервала $dt = (1-5)$ мин. На основе указанного необходимую энергию можно определить

$$dE_0 = dP * dt$$

что представляет

$$dE_0 = k_2 * k_1 * P_s * dt$$

Данное уравнение представляет значение для одного изменения. В течении часа может произойти несколько таких изменений в одно или другом направлении. Учитывая что среднее значение вероятности использования потребителя p_i и его мощность P_i и интервал использования T_i , то минимальное количество смарт потребителей может быть рассчитанное следующим способом

$$dE_1 = n * dE_0$$

$$dE_1 = n_2 * \sum (p_i * P_i * T_i)$$

Если предполагаем, что в районе населенного пункта с мощностью 60 МВт и средняя мощность потребителя 1-3 кВт и вероятность его использования 0,2 то для регулирования возобновительного источника мощностью 500 кВт предполагаем использование 10-15 потребителей для одного изменения мощности источника. Если в течении часа будет 10 – 50 изменений, в зависимости от интенсивности скорости ветра или других параметров, потом необходимое количество смарт

потребителей 100-750. Точное значение количества можно определить поэтапно в процессе использования smart системы.

Если будем иметь больше smart потребителей то можем управлять не только применением возобновляемых источников но и рабочим режимом сети.

Заключение

Статья преднозначена для расширения информации о применении smart потребителей для управления энерго сетью, для понижения количества необходимой управляющей энергией, для улучшения статической и динамической устойчивости системы. Основой smart технологии для решения данной задачи могут быть простые бытовые потребители или промышленные потребители небольшой мощности. Основным свойством данных потребителей должна быть способность изменять свой режим работы в зависимости от состояния сети.

Понятие smart в данной статье отличается от обще принятого понимания, которое направленное в основном на регистрацию потребления и управления на основе решения регулирующего органа или хозяева системы.

Литература

Kultán, J., Vybrané aspekty využívania obnoviteľných zdrojov energie (Selected Aspects Of Renewable Energy Sources Exploitation), 8 celoštátna konferencia s medzinárodnou účasťou Energetika Ekológia Ekonomika 2009, Vysoké Tatry, 27.-29. mája 2009, ISBN 978-80-89402-08-3.

Kultán, J., Model trhu s elektrinou. Ekonomické aspekty výroby, prenosu a distribúcie elektriny v Slovenskej Republike, STU v Bratislave, 2009, Číslo ISBN 978-80-89402-10-6; BAV.

Janiček F., a kol. Dopady vplyvu nárastu výroby elektriny z Obnoviteľných zdrojov energie (OZE) vyvedených do distribučných sústav na prevádzkovateľa PS a účastníkov trhu s elektrinou , Slovenská technická univerzita v Bratislave , Fakulta elektrotechniky a informatiky, Katedra elektroenergetiky, Zmluva o dielo: 41/130/2008.

Janiček F., Kultán J., Korec M., Šedivý J., Šulc J., Obnoviteľné zdroje energie v podmienkach SR, Elektrotechnika, Informatika a telekomunikácie, Časopis pre elektrotechniku a energetiku ročník 14, október 2008, mimoriadne číslo, str. 148-155.

Janiček, F., Kultán J., Korec M., Šedivý J., Krondiak E.: Obnoviteľné zdroje energie v podmienkach SR, Časopis EE, vol 14, N°5/S, 2008, 148-155, ISSN1335-2547.

Harsanyi L., Oravec L., Kultán J.: Mikropočítač v energodispečingu závodu. Zborník 5. celoštátnej konferencie MIKROSYSTEM 87, Brno, 28-30.09.1987.

Bízík J., Harsanyi L., Kultán J.: Vlijanie upravljenija potreblenijem električeskoj energij na jejo kačestvo. Zborník medzinárodnej vedeckej konferencie Jakost' energij elektricznej. , Spala, Łoź, Poľsko, 25-27.09.1991, Tom II, pp.153-157.

Для контактов:

Dr. Ing. Kultán Jaroslav, PhD - преподаватель Экономического университета в Братиславе, экстерный сотрудник Словацкого технического университета в Братиславе и Национального центра по возобновляемым источникам. Энергетический специалист Евросоюза. Работает и читает лекции в Украине, России, Казахстане, Чехии. kultan.euba.sk/jkultan e-mail: jkultan@gmail.com, тел. +421 904 364 892

Докладът е рецензиран.