

В.Б. Бабенко

РЕАЛИЗАЦИЯ НЕЧЕТКОГО УПРАВЛЕНИЯ БОРТОВОЙ СЕТЬЮ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Введение. Использование математических средств для представления нечеткой исходной информации позволяет строить модели алгоритмов управления, которые наиболее адекватно отражают различные аспекты неопределенности, постоянно присутствующие в окружающей реальности. В целом весь процесс нечеткого управления разделяют на несколько шагов: 1) фаззификация или переход к нечеткости, использование нечетких продукционных правил; 2) дефаззификация или устранение нечеткости. [1].

Рассмотрим пример управления бортовой сетью электропитания от двух источников – генератор и аккумулятор, штатное напряжение сети 12В. Электрическая принципиальная схема управляемой системы изображена на рис.1. Условия управления подразумевают управления замыканием и размыканием ключей К1 и К2 в зависимости от показаний датчиков напряжения на обоих источниках таким образом, чтобы на нагрузку (R_H) все время подавалось напряжение в допустимых пределах, а также производился контроль за состоянием аккумулятора. Контроль за уровнем напряжения осуществляется датчиками V1 и V2, по показанию датчика тока А определяется состояние аккумуляторной батареи.

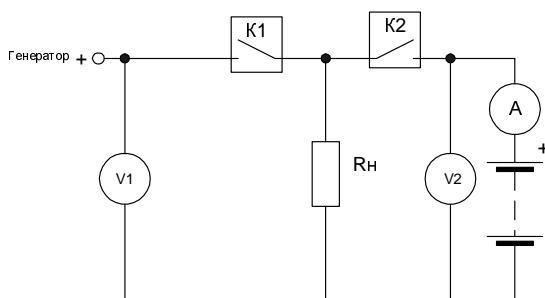


Рис.1. Схема электрическая принципиальная управляемой системы

Фаззификация. Сформируем четыре лингвистических переменных (ЛП) описывающие входные данные – *Напряжение на генераторе* (обозначим ее как Γ), *Заряд аккумулятора* (обозначим ее как Бат), *Ток заряда батареи* (обозначим как А) и *Разность потенциалов генератора и батареи* (обозначим как Δ). Лингвистическая переменная Γ включает в себя три терма: *Напряжение высокое*, *Напряжение нормальное* и *Напряжение низкое*, соответственно они будут обозначаться как $\Gamma[B]$, $\Gamma[H]$ и $\Gamma[O]$. Лингвистическая переменная Бат определяется двумя термами – *Аккумулятор заряжен* и *Аккумулятор разряжен* и будем обозначать их как Бат[З] и Бат[Р]. Лингвистическая переменная А определяется термами *Ток зарядки* и *Ток разрядки*, соответственно их обозначение – А[О] и А[З] и лингвистическая переменная Δ определяется как – *Положительная разность*, *Нулевая разность* и *Отрицательная разность*, соответственно обозначим как – $\Delta[+]$, $\Delta[0]$ и $\Delta[-]$. Примерные функции принадлежности (ФП) описанных термов показаны на рис.2. За основу функций принадлежности взята функция Гаусса, хотя применение треугольных функций не приведет к значительному изменению чувствительности алгоритма.

Формирование продукционных правил. Итак, рассмотрим ситуации при которых возникает необходимость коммутировать ключи К1 и К2 и на их основе сформулируем правила коммутации:

- ◆ напряжение на генераторе нормальное (в пределах нормы) и аккумуляторная батарея заряжена, в этом случае нагрузка запитывается от генератора - К1[замкнут], а аккумулятор отключен – К2[разомкнут], в случае неполной зарядки батареи ее необходимо дозарядить К1[замкнут], К2[замкнут];
- ◆ напряжение на генераторе нормальное, аккумуляторная батарея разряжена, в этой ситуации нагрузка запитывается от генератора и необходимо зарядить аккумулятор, но зарядку аккумулятора можно проводить в случае если напряжение на генераторе выше ЭДС аккумулятора – оба ключа замкнуты или если напряжение на генераторе ниже ЭДС батареи К1[замкнут], К2[разомкнут];
- ◆ напряжение на генераторе отсутствует или ниже допустимого уровня, аккумуляторная батарея заряжена – нагрузка переключается на питание от аккумулятора - К2[замкнут] К1[разомкнут];
- ◆ напряжение на генераторе отсутствует или ниже допустимого уровня, аккумуляторная батарея разряжена – нагрузка отключается от генератора К1[разомкнут] и чтобы не вывести аккумулятор из строя он тоже отключается К2[разомкнут], в этом случае нагрузка полностью обесточивается;
- ◆ напряжение в сети выше допустимого уровня, аккумуляторная батарея заряжена, в этом случае нагрузка запитывается от аккумулятора – К1[разомкнут], К2[замкнут];
- ◆ напряжение в сети выше допустимого уровня, аккумуляторная батарея разряжена, в этом случае, как и в четвертом случае, нагрузка отключается от обоих источников энергии – К1[разомкнут] и К2[разомкнут].

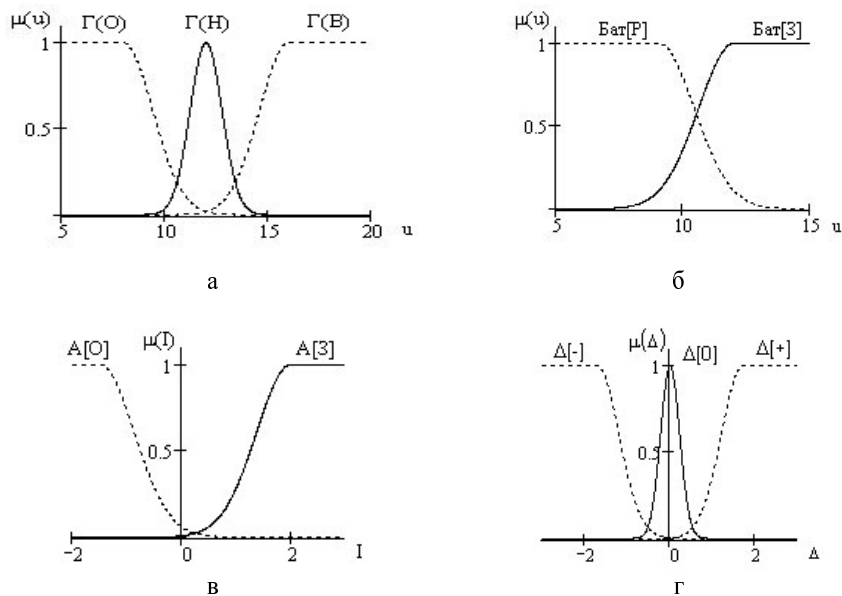


Рис.2. Функции принадлежности термов лингвистических переменных Γ , Бат, А и Δ - а) ФП ЛП Напряжение на генераторе; б) ФП ЛП Заряд батареи; в) ФП ЛП Ток заряда батареи; г) ФП ЛП Разность потенциалов

На основе выше изложенных ситуаций сформируем ветвящиеся эвристические правила, которые полностью будут охватывать все возможные ситуации для управления рассматриваемой схемой. Для более наглядного представления этих правил введем сокращения: $\Gamma[O]$ – нет напряжения на генераторе или оно ниже допустимого уровня, $\Gamma[H]$ – нормальный уровень напряжения на генераторе, $\Gamma[B]$ – напряжение на генераторе выше допустимого уровня, Бат[P] – аккумулятор разряжен и Бат[З] – аккумулятор заряжен, А[З] – присутствует ток заряда аккумуляторной батареи, А[О] – ток заряда батареи отсутствует, $\Delta[+]$ – напряжение на генераторе выше ЭДС батареи, $\Delta[0]$ – напряжение на генераторе и ЭДС батареи равны, $\Delta[-]$ – напряжение на генераторе ниже ЭДС батареи. Ниже приведен список сформулированных правил:

1. **если** $\Gamma[H]$ и Бат[З] **то**
 - 1.1 **если** А[О] **то** К1[замкнут] и К2[разомкнут]
 - 1.2 **если** А[З] **то** К1[замкнут] и К2[замкнут]
2. **если** $\Gamma[H]$ и Бат[P] **то**
 - 2.1 **если** $\Delta[+]$ **то** К1[замкнут] и К2[замкнут]
 - 2.2 **если** $\Delta[-]$ **то** К1[замкнут] и К2[разомкнут]
 - 2.3 **если** $\Delta[0]$ **то**
 - 2.3.1 **если** А[О] **то** К1[замкнут] и К2[разомкнут]
 - 2.3.2 **если** А[З] **то** К1[замкнут] и К2[замкнут]
3. **если** $\Gamma[O]$ и Бат[З] **то** К1[разомкнут] и К2[замкнут]
4. **если** $\Gamma[O]$ и Бат[P] **то** К1[разомкнут] и К2[разомкнут]
5. **если** $\Gamma[B]$ и Бат[З] **то** К1[разомкнут] и К2[замкнут]
6. **если** $\Gamma[B]$ и Бат[P] **то** К1[разомкнут] и К2[разомкнут]

В рассматриваемом случае выводом правил является одно из четырех состояний ключей:

1. К1[замкнут], К2[разомкнут]
2. К1[замкнут], К2[замкнут]
3. К1[разомкнут], К2[замкнут]
4. К1[разомкнут], К2[разомкнут]

На рис.3 изображено ветвление правил и их выводы.

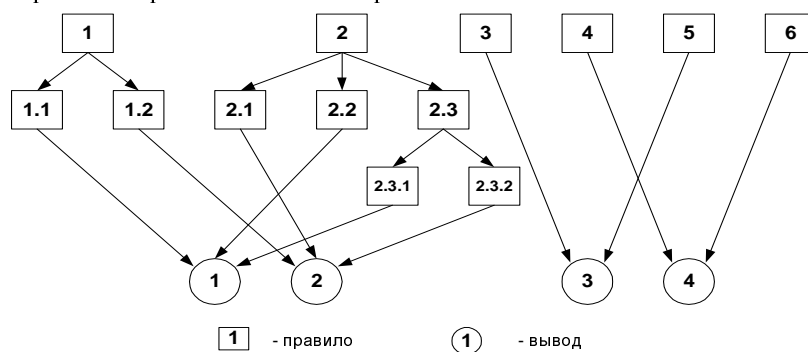


Рис.3. Ветвление сформулированных правил

Дефаззификация. Каждое правило содержит условие - наличие или отсутствие факта (фактов). По функциям принадлежности определяется степень наличия каждого факта. Выбор правила, которое необходимо применить в сложившейся ситуации, осуществляется по максимальному значению функции принадлежности факта условия. Процесс дефаззификации в рассматриваемом алгоритме сводится к

выбору максимума [2]. Если выводом правила является набор правил, то выбор осуществляется по тому же принципу. В результате такого нечеткого выбора правил определяется один из четырех выводов.

Моделирование процесса управления. Для проверки работоспособности данного алгоритма было проведено моделирование управления коммутацией ключей. Входными данными модели служит динамика изменений напряжений (U_G – динамика изменения напряжения на генераторе, U_A – динамика изменения напряжения на аккумуляторной батарее) и тока (I_A – динамика изменения тока заряда батареи), получаемых с датчиков V1, V2 и A, выходными состоянием ключей K1 и K2. Модель также учитывает влияние режимов заряда, разряда аккумулятора на динамику напряжения на аккумуляторе. На рис.4 приведены частичные результаты моделирования.

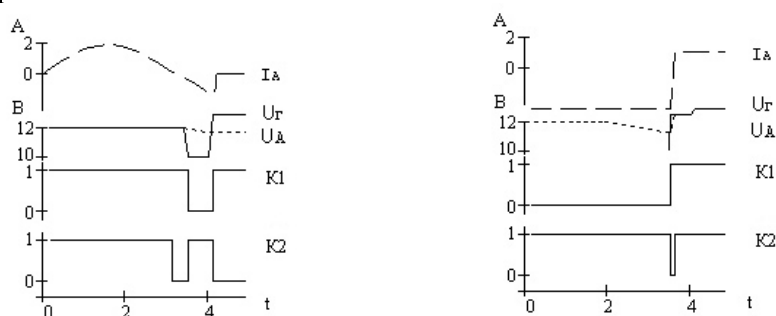


Рис.4. Результаты моделирования процесса коммутирования ключей K1 и K2

Заключение. Одним из основных методов представления знаний в интеллектуальных системах являются продукционные правила, позволяющие приблизиться к стилю мышления человека. Главным же недостатком продукционных систем остается то, что для их функционирования требуется наличие полной информации о системе. Нечеткие системы тоже основаны на правилах продукционного типа, однако в качестве предпосылки в правиле используются лингвистические переменные (нечеткое представление данных), что позволяет создавать более гибкие алгоритмы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смирнов В.А., Хасанов А.А. Особенности реализации системы управления на нечеткой логике // Проблемы машиностроения. Известия Челябинского научного центра, вып. 4(21), 2003.
2. Гриняев С. Нечеткая логика в системах управления. // Компьютерра №38, 2001.

С.Л. Беляков, М.Л. Белякова, Л.В. Гордиенко

ПРЕЦЕДЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ПРИ РЕШЕНИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Задачей транспортной логистики является доставка груза получателю в указанный срок с минимальными затратами [1]. Данная задача эффективно решается с использованием методов математического программирования [2]. Постановка в виде нахождения кратчайшего пути в графе, описывающем обобщенную транспортную сеть, является универсальной. Это позволяет получать оптимальные решения, рассматривая веса дуг как геометрическое расстояние, либо переходя к