

онных бесконтактных генераторов с вращающимися выпрямителями типа ГТ с системой гармонического компаундирования с использованием корректора напряжения при изменении нагрузки с номинальным коэффициентом мощности от нуля до номинала не превышает $\pm 2\%$.

КОРРЕКТОР НАПРЯЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В ДИНАМИКЕ

Используя математическую модель для исследования динамических режимов работы БГ с системой гармонического компаундирования [3], в среде математической системы Matlab 6.5 проведено исследование процессов регулирования напряжения при внезапном подключении нагрузки на зажимы основной обмотки бесконтактного генератора с системой гармонического компаундирования.

Для построения нечеткого регулятора использованы следующие правила:

ПРАВ._1: ЕСЛИ " α_1 есть *PB*" И " α_2 есть *P*" ТО " α_3 есть *NB*"

ПРАВ._2: ЕСЛИ " α_1 есть *PB*" И " α_2 есть *N*" ТО " α_3 есть *NM*"

ПРАВ._3: ЕСЛИ " α_1 есть *PB*" И " α_2 есть *Z*" ТО " α_3 есть *NM*"

ПРАВ._4: ЕСЛИ " α_1 есть *PM*" И " α_2 есть *P*" ТО " α_3 есть *NM*"

ПРАВ._5: ЕСЛИ " α_1 есть *PM*" И " α_2 есть *N*" ТО " α_3 есть *Z*"

ПРАВ._6: ЕСЛИ " α_1 есть *PM*" И " α_2 есть *Z*" ТО " α_3 есть *NM*"

ПРАВ._7: ЕСЛИ " α_1 есть *Z*" И " α_2 есть *P*" ТО " α_3 есть *NM*"

ПРАВ._8: ЕСЛИ " α_1 есть *Z*" И " α_2 есть *N*" ТО " α_3 есть *PM*"

ПРАВ._9: ЕСЛИ " α_1 есть *Z*" И " α_2 есть *Z*" ТО " α_3 есть *Z*"

ПРАВ._10: ЕСЛИ " α_1 есть *NB*" И " α_2 есть *N*" ТО " α_3 есть *PB*"

ПРАВ._11: ЕСЛИ " α_1 есть *NB*" И " α_2 есть *P*" ТО " α_3 есть *PM*"

ПРАВ._12: ЕСЛИ " α_1 есть *NB*" И " α_2 есть *Z*" ТО " α_3 есть *PM*"

ПРАВ._13: ЕСЛИ " α_1 есть *NM*" И " α_2 есть *N*" ТО " α_3 есть *PM*"

ПРАВ._14: ЕСЛИ " α_1 есть *NM*" И " α_2 есть *P*" ТО " α_3 есть *Z*"

ПРАВ._15: ЕСЛИ " α_1 есть *NM*" И " α_2 есть *Z*" ТО " α_3 есть *PM*"

где α_1 – первая лингвистическая переменная «выходное напряжение генератора», α_2 – вторая лингвистическая переменная «скорость изменения напряжения», α_3 – выходная лингвистическая переменная «корректирующее напряжение». Функции принадлежности их терм-множеств $T_1=\{NB, NM, Z, PM, PB\}$ $T_2=\{N, Z, P\}$ $T_3\{NB, NM, Z, PM, PB\}$ показаны на рис. 6 – 8.

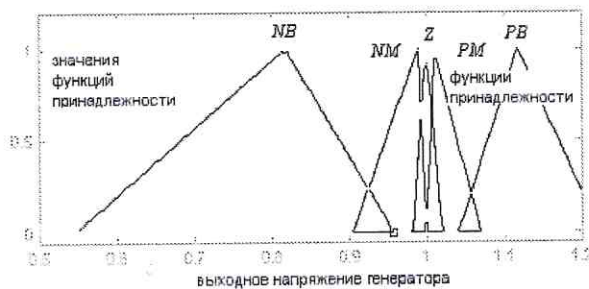


Рис.6. Графики функций принадлежности для термов входной лингвистической переменной «Выходное напряжение генератора»

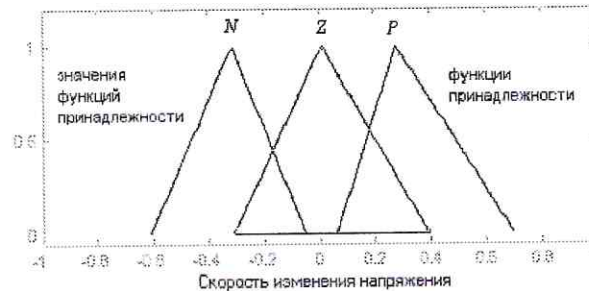


Рис.7. Графики функций принадлежности для термов входной лингвистической переменной «Скорость изменения напряжения»

В качестве нечеткой операции «И» выбрана операция взятия минимума функций принадлежности, в качестве нечеткой импликации – импликация Мамдани (операция взятия минимума функций принадлежности).

Управляющее воздействие определялось согласно методу центра площади. Центр площади (Centre of Area, Bisector of Area – один из методов дефаззификации) равен $y = u$, где значение u определяется из уравнения:

$$\int_{Min}^u \mu(x)dx = \frac{Max}{u} \int \mu(x)dx$$

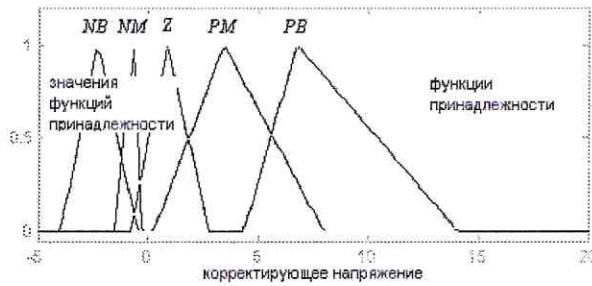


Рис.8. Графики функций принадлежности для термов входной лингвистической переменной «Корректирующее напряжение»

Для общего анализа разработанной нечеткой модели может оказаться полезной визуализация соответствующей поверхности нечеткого вывода (рис. 9).

Данная поверхность нечеткого вывода позволяет установить зависимость значений выходной переменной (корректирующее напряжение) от значений входных переменных (выходное напряжение генератора, скорость изменения напряжения) нечеткой модели системы управления синхронным генератором. В самом простом случае реализация нечеткой логики может быть программной эмуляцией на базе существующих процессоров классической архитектуры. Но для получения реальных преимуществ в быстродействии лучше подходят специализированные аппаратные решения такие как 68HC12 (Motorola), VY86C570 (Togai InfraLogic) [4].

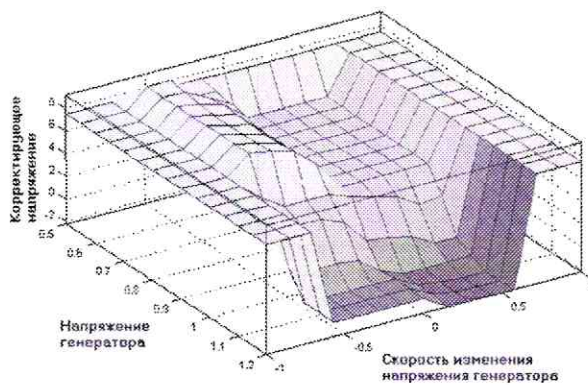


Рис.9. Визуализация поверхности нечеткого вывода

Данная зависимость может послужить основой для программирования контроллера. Установление этой зависимости является решением задачи, известной в классической теории управления как задача синтеза управляющих воздействий. При этом для решения данной задачи были использованы средства нечеткой логики и теории нечетких множеств.

На рис. 10 приведены расчетные зависимости процессов регулирования напряжения при внезапном подключении в три четверти от номинальной нагрузки с коэффициентом мощности $\cos \varphi = 0,8$ на зажимы БГ с системой гармонического компаундирования без и с использованием корректора напряжения на основе нечеткой логики.

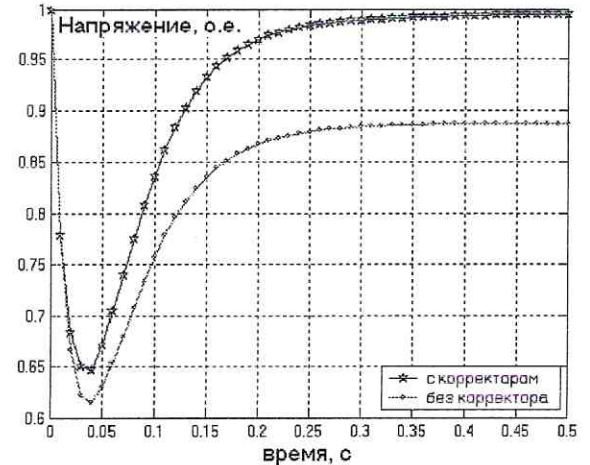


Рис.10. Расчетные зависимости изменения напряжения БГ с СГК без и с использованием корректора напряжения при подключении три четверти номинальной нагрузки с $\cos \varphi = 0,8$

Анализ полученных зависимостей показывает, что система гармонического компаундирования с использованием корректора напряжения на основе нечеткой логики будет осуществлять регулировку выходного напряжения генератора при изменении величины и коэффициента мощности нагрузки.

Таким образом, результаты исследований показывают, что системы гармонического компаундирования с корректором напряжения являются адаптивными системами автоматического управления, осуществляющими регулирование при изменении величины и вида возмущающего воздействия.

ВЫВОДЫ

1. Для построения системы автоматического регулирования, включающей в себя систему гармонического компаундирования с корректором напряжения на нечеткой логике, определены правила нечетких продукций, графики функций принадлежности для статических и динамических режимов работы.

2. Результаты моделирования показали, что применение нечеткой логики обеспечивает меньший провал напряжения и более быстрый рост выходного напряжения генератора до его номинального значения при подключении нагрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев, В. И. Модели систем автоматического управления и их элементов / В. И. Васильев, С. Т. Кусимов, Б. Г. Ильясов, Р. А. Бадамшин, Ю. В. Старцев / М.: Машиностроение, 2003.
2. Леоненков, А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А. В. Леоненков. СПб.: БХВ-Петербург, 2003. 736 с.
3. Утляков, Г. Н. Системы регулирования и защиты автономных источников электропитания с использованием высших гармоник магнитного поля / Г. Н. Утляков // Вестник УГАТУ. №2. 2000. С.183–188.
4. <http://www.fuzzytech.com>.