**СРАВНЕНИЕ ПИ-РЕГУЛЯТОРА И РЕЛЕЙНОГО РЕГУЛЯТОРА В
СОВРЕМЕННОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ****COMPARISON OF PI-REGULATOR AND RELAY REGULATOR IN MODERN
ELECTRIC DRIVE**

**ЮШКОВ И. С.
ВИЛЬГЕЛЬМ Д. В.
ШИЛОВА Я. В.**

**YUSHKOV I.S.
VILGELM D.V.
SHILOVA Y.V.**

*Мордовский государственный
университет им. Н. П. Огарёва*

Mordovia State University. N. P. Ogareva

is-1985@yandex.ru

is-1985@yandex.ru

doi: 10.18411/pivsn-34

idsp: pivsn-34

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена сравнению ПИ – регулятора и релейного регулятора в современном электроприводе.

Ключевые слова: электропривод, ПИ – регулятор, релейный регулятор.

ANNOTATION

The article is devoted to the comparison of the PI – regulator and the relay regulator in a modern electric drive.

Keywords: electric drive, PI – regulator, relay regulator.

ВВЕДЕНИЕ

Электропривод — управляемая электромеханическая система, предназначенная для преобразования электрической энергии в механическую и обратно и управления этим процессом [1]. На современном этапе развития автоматизированного электропривода широкое распространение получили приводы с управлением на базе регуляторов. Сегодня существуют множество видов регуляторов, например, регуляторы на базе нечеткой логики, нейросетях, но основными остаются ПИ – регуляторы и релейные регуляторы.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью написания данной статьи является сравнение характеристик ПИ – регулятора и релейного регулятора. Для сравнения данных регуляторов была разработана модель в среде MATLAB схемы преобразователя частоты, с явно выраженным звеном постоянного тока, с введением обратной связи по току управляемым данными регуляторами.

Релейный регулятор относится к области автоматического регулирования и может быть использован в системах управления различными инерционными объектами, например поворотными платформами, промышленными роботами, летательными аппаратами в системах с дискретными датчиками позиционного отклонения, расположенными неортогонально.

ПИ – регуляторы применяются во многих промышленных устройствах, где надо точно удерживать параметр, который не меняет свое значение мгновенно даже с мгновенным изменением внешней среды.

В отличие от ПИ – регулятора, релейный имеет несколько устойчивых состояний, также он позволяет простыми средствами коммутировать большие мощности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Рисунок 1. Модель преобразователей частоты, собранный в среде MATLAB.

На рисунке 1 приведена модель двух одинаковых преобразователей частоты работающих на одинаковой нагрузке. Разница между ними только в регуляторах обратной связи по току. В первом случае (сверху) ПИ – регулятор, во втором случае — релейный. В качестве нагрузки используем асинхронный двигатель с фазным ротором (3,3 кВт), к ротору которого подключены резисторы.

Необходимо прежде всего сравнить быстродействие данных регуляторов, а также сравнить качество токов.

Рассмотрим основные преимущества и недостатки данных регуляторов.

Пропорционально-интегральный регулятор, является одним из наиболее универсальных регуляторов. Фактически ПИ – регулятор – включает в себя П – регулятор, с дополнительной интегральной составляющей, и И – составляющая, дополняющая алгоритм. И – составляющая нужна, в первую очередь, для устранения статической ошибки, которая характерна для пропорционального регулятора.

Можно утверждать, что интегральная часть является накопительной, и благодаря этому ПИ – регулятор учитывает в данный момент времени предыдущую историю изменения входной величины. Одним из серьезнейших недостатков ПИ – регулятора является накопление ошибки интегральной составляющей. Хотя на сегодняшний день есть много статей посвященных исправлению данной ошибки (Бобров). Однако, это сильно усложняет систему, требует дополнительных вычислительных мощностей и не решает проблему на сто процентов.

Модель обратной связи с ПИ – регулятором приведена на рисунке 2.

Рисунок 2. Модель ПИ – регулятора, собранная в среде MATLAB.

Существует специальная аппаратура для экспериментального определения амплитуднофазовой характеристики объекта управления. Эту характеристику можно использовать для расчета настроек ПИ – регулятора, где главным критерием является обеспечение заданных запасов устойчивости в системе.

Запасы устойчивости удобно характеризовать показателем колебательности системы M , величина которого в системе с ПИ – регулятором совпадает с максимумом амплитудно-частотной характеристики замкнутой системы [3].

В связи с этим расчет оптимальных настроек состоит из двух этапов:

1. Нахождение в плоскости параметров K_p и T_i , границы области, в которой система обладает заданным показателем колебательности M_1 .
2. Определением на границе области точки, удовлетворяющей требованию K_p/T_i .

Релейный регулятор — регулятор изменяющий скачком управляющее воздействие на систему при прохождении регулируемой величины через пороговые (фиксированные) значения [2].

К плюсам данного регулятора можно отнести то, что он несложен в реализации и в настройке. Также следует отметить что он способен обеспечить нулевую статическую ошибку регулирования и малочувствителен к шумам в канале измерения.

Благодаря релейному регулятору происходит скачкообразное изменение управляющего воздействия которое осуществляется релейным элементом, который может иметь несколько устойчивых состояний. Например, включено и выключено.

Модель релейного регулятора изображена на рисунке 3.

Рисунок 3. Модель релейного регулятора, собранная в среде MATLAB.

Недостаток этого устройства состоит в том, что он имеет низкую помехозащищенность и ограниченный рабочий диапазон, определяемый линейной (информационной) зоной датчика позиционного отклонения.

Настройка релейных регуляторов заключается в задании величин $X_{\text{зад}}$ — среднее значение регулируемой величины или X_{max} — наибольшее значение регулируемой величины и величины ΔX — зона нечувствительности.

Величина ΔX выбирается равной 0,5...0,7 допустимого диапазона отклонения регулируемой величины. Уменьшение ΔX ведет к повышению частоты срабатываний регулятора, а расширение зоны ΔX может привести к нежелательному отклонению регулируемой величины.

На рисунке 4 приведены токи в нагрузке, полученные в результате математического моделирования.

Рисунок 4. Сравнение токов работы релейного и ПИ – регулятора в среде MATLAB.

ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Анализируя быстродействие можно сделать вывод что, небольшое преимущество имеется у релейного регулятора в момент изменения задания. Что говорит о более лучшем быстродействии. Однако из рисунка видно что, гармонический состав токов у ПИ – регулятора лучше.

В заключении можно сделать выводы:

1. Релейный регулятор более прост в исполнении и настройке.
2. ПИ – регулятор накапливает ошибку, с которой необходимо бороться.
3. Гармонический состав токов лучше у ПИ – регулятора.
4. Релейный регулятор обладает большим быстродействием.

1. Дядик В.Ф., Байдали С.А., Криницын Н.С. «ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ», Издательство томского политехнического университета, 2011
2. <http://dic.academic.ru>
3. Анучин А.С. Методики расчета параметров цифрового ПИ-регулятора в электроприводе, Электротехника, Знак, Москва, 2014, №5, С. 32-39
4. F. Becker, H. Ennadifi, and M. Braun, Straightforward current control-one step controller based on current slope detection, EPE ECCE-EUROPE 2011 Birmingham, 2011