

УДК 621.314

DOI: 10.30987/conferencearticle_5c19e5f7ea0a43.21214398

М.Л. Юрман, А.А. Малаханов
(г. Брянск, Брянский государственный технический университет)

КОРРЕКТОР КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ НА ОСНОВЕ ПОВЫШАЮЩЕГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ С ПРИНЦИПОМ УПРАВЛЕНИЯ «МЕТОД КОНТРОЛЯ ЗА ОДИН ЦИКЛ»

Представлена модель импульсного высокочастотного корректора коэффициента мощности с принципом управления «Метод контроля за один цикл» («ОСС»), построенного на интегральной схеме IR1150.

A model of a pulsed high-frequency power factor corrector with the “One Cycle Control” (“ОСС”) control principle, built on an IR1150 integrated circuit, is presented.

Ключевые слова: корректор коэффициента мощности, метод контроля за один цикл, моделирование, САПР, OrCAD, коэффициент мощности.

Keywords: power factor corrector, one cycle control, modeling, CAD, OrCAD, power factor.

Импульсные повышающие преобразователи – преобразователи постоянного напряжения, позволяющие повысить напряжение на выходе относительно входа в несколько раз, однако их применяют и не только по основному предназначению, на данных преобразователях довольно успешно строятся корректоры коэффициента мощности (ККМ). Принцип работы ККМ – формирование потребляемого тока, то есть выравнивание его по фазе с напряжением и коррекция формы. Управление корректорами осуществляется замкнутой системой автоматического управления (САУ)[1].

Для реализации современного метода управления ККМ ОСС используется патентованный интегратор с цепью сброса (рис.1). Сигнал с усилителя ошибки поступает на интегратор со сбросом по каждому тактовому циклу, для того чтобы генерировать пилообразные импульсы с переменным углом наклона. Этот изменяемый пилообразный сигнал, сравненный с сигналом ошибки за вычетом сигнала с датчика тока, позволяет реализовать широтно-импульсное управление затвором силового транзистора. Метод контроля ОСС предполагает, что он может быть применен как к системам, у которых номинальная мощность составляет от 75 Вт, так и к тем системам, у которых она превышает 4 кВт. Тем самым предоставляется пользователям доступ к единому и эффективному решению применения ККМ в широком диапазоне изменения значения нагрузки.

Патентованный метод контроля за один цикл, вследствие его простоты реализации, был помещен на одном кристалле IR1150. ИС радикально

изменяет традиционные решения ККМ и позволяет получить преимущества как схем, работающих в режиме непрерывных токов (ССМ) для получения высоких характеристик, так и схем, работающих в режиме разрывных токов (DCM) для получения простых и дешевых ККМ [2].

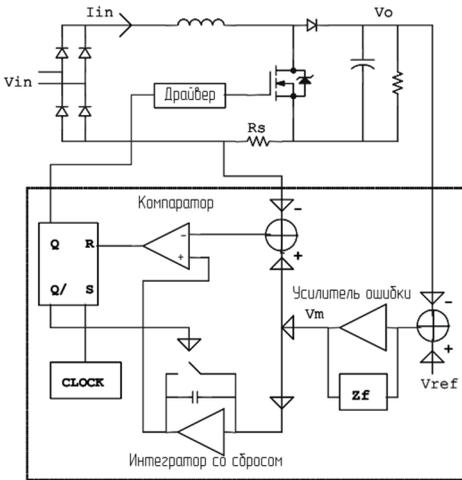


Рис.1. Схема замещения ККМ с OCC

до 300 Вт, при маломощной системе, как правило, применяется режим разрывных токов DCM (Discontinuous Current Mode). Общий подход к работе в этом режиме ККМ заключается в использовании управления импульсным источником питания, при котором ток индуктивности падает до нуля в течение каждого импульса.

Преимущество использования решений на основе DCM в том, что они просты и рентабельны на небольших значениях мощности. Тем не менее, по мере увеличения мощности необходимо использование все больших фильтров электромагнитных помех, при этом КПД падает, вдобавок требуется все большее число полевых транзисторов и теплоотводов. По этим причинам для более высоких мощностей применяют режим непрерывного тока ССМ (Continuous Current Mode). Применение такого режима дает увеличение плотности рассеиваемой мощности, но обычно ведет к увеличению числа элементов, что усложняет саму топологию схемы, увеличивает размеры и цену системы в целом. Схема моделирования представлена на рис.2.

В системе управления происходят следующие процессы: генератор тактовых импульсов сбрасывает триггер, тем самым сбрасывая и интегратор, скорость нарастания которого зависит от напряжения рассогласования. Выходное напряжение интегратора сравнивается на компараторе с разницей

В связи с тем, что производитель International Rectifier не выпускал pspice-модели микросхемы IR1150 и её составление является достаточно трудоёмким процессом, выполним моделирование силовой рассчитанной схемы, отобразив лишь принцип работы системы управления по методу One Cycle Control[3].

Ранее разработчики, проектирующие схемы ККМ, стояли перед выбором использования необходимого режима работы устройства. Если мощность нагрузки была

напряжения рассогласования и напряжением датчика тока, тем самым устанавливая RS-триггер, который открывает транзистор повышающего преобразователя, и цикл продолжается по кругу [3].

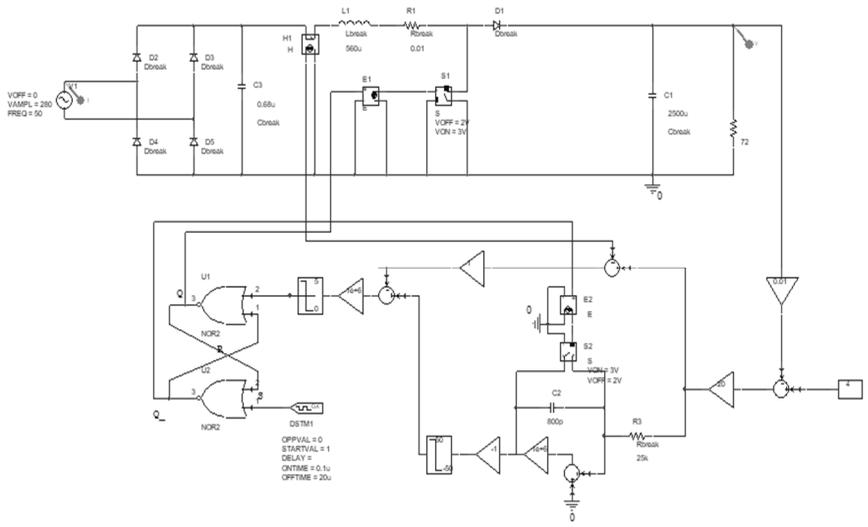


Рис.2. Схема моделирования ККМ с ОСС

Диаграммы входного напряжения и тока и выходного напряжения представлены на рис.3.

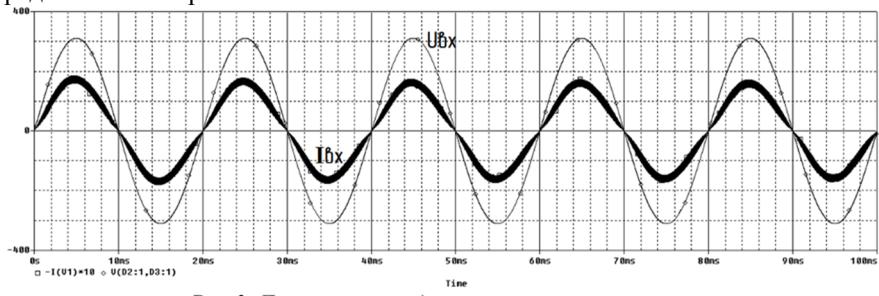


Рис.3. Диаграммы входного напряжения и тока

Как видно из диаграмм, напряжение и ток по фазе совпадают. Несмотря на то, что нагрузкой ККМ является и емкостной фильтр, ток на входе имеет синусоидальный характер, однако обладает некоторыми пульсациями (рис. 4). При этом ККМ не требует сложного фильтра входного тока, так как ток является непрерывным [3]. Для оценки энергоэффективности ККМ построим графики входной и выходной мощности (рис. 5).

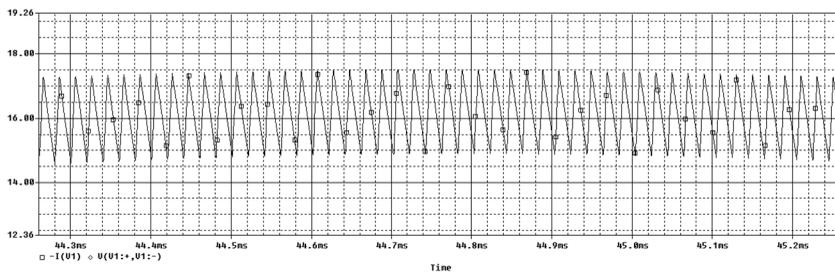


Рис.4. Масштабированный график тока

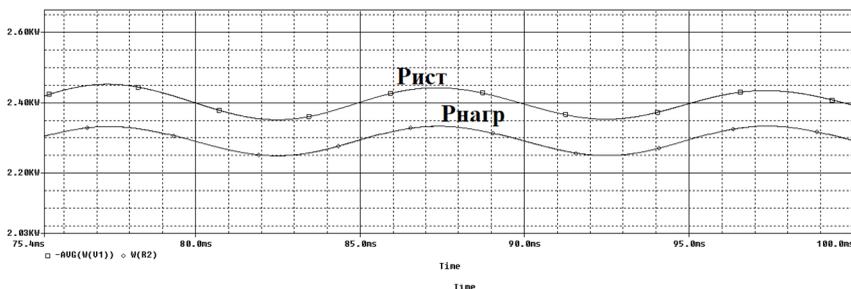


Рис.5. Результаты моделирования входной и выходной мощности

КПД корректора для мощности 2,4 кВт исходя из результатов моделирования:

$$\eta = \frac{P_{\text{ИСТ}}}{P_{\text{НАГР}}} = \frac{2,44 \text{ кВт}}{2,33 \text{ кВт}} = 0,95.$$

На российском рынке появляются новые контроллеры ККМ, позволяющие создавать надежные и дешевые источники питания с высоким коэффициентом мощности. Существуют микросхемы, объединяющие в одном корпусе корректор и ШИМ-контроллер для получения законченного источника питания, а также микросхемы, управляющие силовыми транзисторами корректора и обеспечивающие их "мягкое" переключение, что позволяет увеличить частоту преобразования до сотен килогерц.

Список литературы

1. Чаплыгин, Е.Е. Однофазные корректоры коэффициента мощности и их модели: учебное пособие / Е.Е. Чаплыгин – М.: Изд-во МЭИ, 2006. – 35 с.
2. Infineon: URL: <https://www.infineon.com/dgdl/ir1150.pdf?fileId=5546d462533600a4015355c41aa21642> (дата обращения 16.10.2018)
3. Brown, R & Soldano, Marco. (2005). One cycle control IC simplifies PFC designs. 2. 825 - 829 Vol. 2. 10.1109 / APEC.2005.1453075.

Материал поступил в редколлегию 17.10.18.