

М.А. БОБРОВ, Ю.П. ГОНЧАРОВ, докт. техн. наук, профессор

Полупроводниковые преобразователи с мягкой коммутацией для перспективных систем электроснабжения

Приблизительно 70 % энергии, потребляемой человечеством в промышленности и быту, является электрической. В связи с неизбежным истощением природных запасов таких привычных энергоносителей как нефть и газ, возникла необходимость в поиске альтернативных источников электроэнергии. В областях гелио энергетики и ветроэнергетики были совершены существенные качественные изменения. Так, например, за счёт изменения технологии производства фото-генераторов, был достигнут коэффициент преобразования солнечной энергии до 44% [1].

Однако использование солнечных панелей в качестве источников электроэнергии связано с рядом характерных особенностей. Фото генератор целесообразно использовать как источник постоянного тока [1]. Эффективно использовать фото- и ветро- генераторы, включая их в однофазную распределительную сеть с накопителями энергии. Это позволяет устранить суточные, и даже сезонные колебания количества генерируемой энергии. Для этого нужно использовать обратимый переходной преобразователь, который сможет работать как инвертор со стороны накопителя или панели и как выпрямитель со стороны сети [3].

Важным аспектом в развитии современных преобразователей является получение максимального значения удельной мощности. Эффективным способом достижения этой цели является повышение рабочей частоты преобразователей, это позволяет существенно уменьшить габариты пассивных элементов прибора (дросселей, конденсаторов). Однако с повышением частоты включения и выключения полупроводниковых ключей возрастают их потери при коммутации, что зачастую делает использование преобразователей с ШИМ менее эффективным на высоких частотах. Выходом из положения является использование резонансных преобразователей [2]. Действие резонансного контура создаёт условия, при которых в определённый момент времени ключ может быть переключен практически без потерь. На основе приведенных выше рекомендаций была предложена структура однофазного резонансного обратимого преобразователя [3], приведенная на рисунке 1,а.

На схеме присутствуют: 1) Источник однофазного синусоидального переменного напряжения (сеть); 2) Трансформатор T ; 3) Последовательный резонансный LC – контур; 4) Выходной фильтр C_d ; 5) Накопитель $BESS$; 6) Резистор R_d , который учитывает активное сопротивление линий электропередачи на стороне постоянного и переменного тока.

На рисунке 1,б изображена векторная диаграмма, которая поясняет принцип фазового управления.

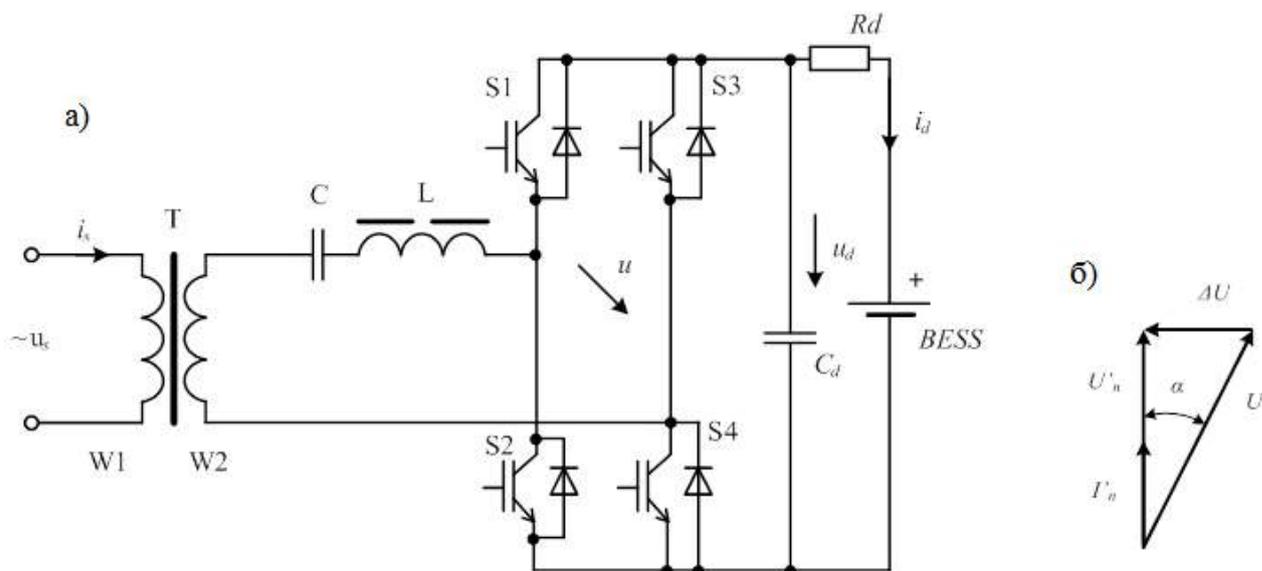


Рис. 1 – Базовая схема резонансного преобразователя: *а* – силовая схема; *б* – векторная диаграмма, поясняющая принцип фазового управления

Ключи управляются таким образом, чтобы сформировать на входе коммутатора переменное напряжение прямоугольной формы с частотой сети. Системой управления коммутатора можно повернуть вектор U относительно вектора U_n' на заданный угол управления α . Ясно, что при изменении знака угла управления направление потока мощности изменяется на обратное. Таким образом, фазовое управление по рассматриваемому принципу обеспечивает двусторонний регулируемый обмен энергией между сетью и накопителем. А за счёт использования расстройки резонанса путем превышения индуктивного сопротивления над емкостным, можно достигнуть отставания вектора тока I_n' от вектора напряжения ΔU на угол $\pi/2$, что позволит преобразователю при малых углах управления работать без генерации реактивной мощности в сети. В граничном режиме, при $\alpha=0$, обмена энергии между сетью и накопителем нет [3]. В ходе работы была составлена компьютерная модель рассматриваемого преобразователя, которая позволила подтвердить соответствие схемы предполагаемым параметрам и изучить особенности её работы.

Список литературы:

1. Mukund R. Patel Wind and Solar Power Systems. Design, Analysis, and Operation Second Edition. Taylor & Francis. 2006, 433p.
2. Браун М. Источники питания. Расчёт и конструирование. «МК-Пресс» 2007, 288с.
3. Sokol, E.I.; Goncharov, Yu.P.; Eresko, A.V.; Ivakhno, V.V.; Krivosheev, S.Yu.; Zamaruev, V.V.; Lobko, A.V.; Voytovich, Yu.S., "Rectifiers with a combined filtration of primary current for high-frequency power systems," Compatibility and Power Electronics (CPE), 2013 8th International Conference on , vol., no., pp.316,319, 5-7 June 2013 doi: 10.1109/CPE.2013.6601176.