

**Аннотация:** Даны раритетные по информационной ёмкости, новизне и объёму результаты достижений автора в области конверсики, в т.ч. кратко отражённые в его докторской диссертации (автореферате) 1986 г.

**Ключевые слова,** преимущественно **новые:** конверсика /conversics, базовые схемы вентильных преобразователей (конвертеров) электроэнергии (БВП/БВК ЭЭ), классы схемных моделей БВК, рекуррентные алгоритмы (РАСы) нового относительно известного в электротехнике синтеза десятков, сотен новых БВК, агрегатированные, секторные, кольцевые, лучевые, мостовые, с системами ЭДС с фазовым сдвигом на 90 град. эл. (ортогонально) или А-, С-, О-, В'-, другие БВК, образующие новые направления во всех диапазонах напряжения (инфранизких, низких, средних, высоких).

### 2.1.1. А-схемы, общие принципы построения, новизна и эффекты. Общая

структура построения А-схем показана на рис.4, а некоторые принципиальные электрические схемы в топологическом и монтажном виде, выполненные в соответствии с предложенными автором общеметодологическими и изобретательскими принципами, – на рис.5–12, 14–16. [28-30, 62].

В обобщенном виде А-схема состоит из  $i_x$  ступеней, каждая  $i$ -я из которых содержит  $M'_D$  источников переменных фазосдвинутых (ФС) ЭДС и  $L'$  вентильных плеч из  $V'$  преобразовательных элементов (ПЭ) или вентилях, соединенных с источниками ЭДС посредством  $L'$  линий. Обозначения со штрихом относятся к одной ступени, без штриха – к ВВ ВП в целом. При этом в качестве ПЭ допустимы любые нелинейные элементы с односторонней проводимостью – механические, электронные, полупроводниковые, куитероновые, в частности, лампы, диоды, тиристоры, транзисторы, дефензеры, герсикконы или магнитные усилители с диодами и пр.

В общем случае ток нагрузки создают ЭДС, именуемые диагональными (ДЭДС). Их частные виды – фазные и линейные ЭДС. В общем случае в  $i$ -й ступени число  $M'_D \leq M'_L = L'!/2(L'-2)!$ . На рис.10 даны упрощенные изображения  $M'_D$ -систем в фазовой плоскости (фазакадры) для случаев гальванически связанных (отмечается знаком  $\infty$  в круге и  $\bullet$  над цифрой), полусвязанных (знаки  $\circ$  и  $\rightarrow$ ) и несвязанных (без знаков) ДЭДС, а также систем с ФС подсистемами (знак  $-$  над цифрой). На рис.11 приведены конкретные реализации для двух несвязанных между собой  $M'_D$ -систем (бисистем), на рис.12 – для одной из трех систем, обозначенных в соответствии с вышепринятыми положениями как  $\mathcal{E}'_{C\infty}$ ,  $\mathcal{E}'_O$  и  $\mathcal{E}'_{C\circ}$ .

Тем самым многообразие различных систем ФС ЭДС сведено к простой и компактной системе обозначений и графических изображений (что наглядно следует из сопоставления с обычными изображениями схем в монтажном виде – рис.15–17), а на способ получения конкретных преобразуемых ЭДС не накладывается каких-либо ограничений. ЭДС могут быть сформированы, например, на вентильных обмотках любых электромагнитных аппаратов (ЭМА) – трансформаторов, автотрансформаторов, электрических машин, автономных сфазированных генераторов и пр.

Принципиальное отличие А-схем заключается в соединении катодной группы ПЭ  $i$ -й ступени и анодной группы ПЭ  $i^+ = (i + 1)$ -й ступени не в последовательно однонаправленно включенные группы (как в традиционных многомостовых ВП), а в  $V'$ -вентильное кольцо. Оно представляет собой замкнутое соединение из последовательно попарно включенных одноименными электродами  $V'$  ПЭ, где  $V' = 2L' = V/i_x = 2n$ ,  $n = \overline{2, n_x}$ ,  $n_x = 2, 3, \dots$ ;  $V$  – общее число вентильных плеч или ПЭ. В терминах электротехники  $V'$ -вентильное кольцо представляет собой симметричный нелинейный  $V'$ -полюсник с односторонней проводимостью тока и числом  $L' = V'/2$  входов (стоков), рав-

<sup>1</sup>Продолжение. Начало (стр. 1-23) см. в Общей и 1 частях Ч.01, 2, 11 – URL: <http://www.econf.rae.ru/article/5317>

ным числу  $V'/2$  выходов (истоков).

Подключение  $V'$ -колец между ЭДС и нагрузкой по принципу  $L'$ -мостов не имеет физического смысла, но подключение их предложенными автором способами (например, по рис.5-8,14-16) делает устройство не только работоспособным, но и агрегатированно обеспечивает ценные свойства, ранее лишь локально присущие принципиально разным схемам - мостовым и лучевым.

В результате относительно лучевых схем габаритная мощность и МГСП А-схем существенно лучше, а число  $V_{\Pi}$  вентиляльных плеч, одновременно последовательно обтекаемых током нагрузки в каждом, циклически сменяющемся во времени за период ЭДС  $\mu$ -м ( $\mu = \overline{I, \Pi}$ ) контуре токопрохождения составляет в А-схемах  $i_x^+$ , что, относительно мостовых схем, обеспечивает экономию на  $\Delta V_{\Pi A} = V_{\Pi M} - V_{\Pi A} = i_x^- = i_x - 1 \approx i_x$  ПЭ или в  $\Delta V_{\Pi} = V_{\Pi M} : V_{\Pi A} = 2i_x : i_x^+ \approx 2$  раза. Высокое использование габаритной мощности при этом сохраняется. В результате улучшены надежность и КПД высоковольтных ступенчатых ВП.[29].

С целью формализованного синтеза А-схем автором предложены простые и эффективные способы, обеспечивающие генерацию новых ВВ ВП. При этом не все теоретически предполагаемые схемы реально работоспособны. Найти нужный порядок в последовательности  $M_{\Pi}^i$ -систем, необходимые фазовые сдвиги ДЭС и их систем, выявить работоспособные схемы и их число, а среди них - оптимальные по соответствующим критериям - задачи в общем виде очень сложные, что обусловлено наличием большого числа предельно нелинейных элементов (вентилей), физические состояния которых (открыт, закрыт) в многовентильной структуре априори неизвестны. Причем возникающие трудности и возможности получить существенное многообразие новых схем проявляются даже в простейших случаях.

Так, например, при условии, что каждая  $i$ -я ступень содержит всего лишь по одной ДЭС ( $M_{\Pi}^i = 1, \forall i \in \overline{1, i_x}$ ), а все  $M_{\Pi}^i$ -системы симметрично последовательно сдвинуты по фазе относительно друг друга, общее число возможных исполнений схем с 4-вентильными кольцами составляет  $N_{i_x} = i_x! 2^{i_x}$ , что уже для 12-ступенчатых схем ( $i_x = 12$ ) дает  $N_{12} = 1\ 961\ 990\ 553\ 600 \approx 2$  тлн. Сколько среди них работоспособных и как найти хотя бы одну реальную - задачи важные для практики. Однако они непросто поддаются формализации. Попытки алгоритмизировать процедуру поиска новых схем и, с целью сокращения непроизводительного труда, передать решение машине затруднены ввиду доминирования творческого начала - опыта, интуиции, изобретательности.

Одна из таких изобретенных автором схем при  $M_{\Pi}^i = 1, i_x = 12$  дана на рис.5,а. В ней ЭДС распределены в порядке и сдвинуты по фазе так, как показано на рис.5,б. Схема обеспечивает 24-кратную частоту пульсации.

Работоспособность схемы подтверждена детализированной векторной диаграммой на рис.9. Диаграмма представляет собой упорядоченное поле векторов в виде отдельных их "кустов". Использован разработанный автором способ первоначального построения укрупненного "куста" - из главных  $S_\mu$  ( $\mu = \overline{1,2}$ ) и образующих их больших векторов - с последующей детализацией внутренних ветвей (реконфигурацией).

Способ "куста" прост, эффективен и ясен из рис.9. В результате обеспечивается наглядность и удобство при выяснении принципа действия любых ступенчатых схем, а также при оценке корректности синтеза новых ВВ схем, их работоспособности и оптимальности алгоритмов управления.

Обладая определенной общностью, рис.5 и 9 позволяют получить немало других новых реализаций (например, рис.6-8, 14), отличающихся значениями  $i_x$ ,  $M'_D$ ,  $M_D$ ,  $\Pi'$ ,  $\Pi$  и фазовыми сдвигами  $\Theta$ ,  $\Theta'$ .

Помимо указанного "кустового" принципа при синтезе А-схем полезны другие обобщенно постулированные автором формализованные принципы - принцип разделенности (Р-принцип), обобщенные рекуррентные алгоритмы схем (рекалмс или РАС) и др. [30].

Р-принцип. Если ВП содержит две или более ступени, последовательные соединенные между собой через однонаправленно включенные ПЭ с односторонней проводимостью, то системы ДЭДС разных ступеней должны быть выполнены в виде гальванически несвязанных между собой систем. Такие системы именуются автономными.

РАС 1. Если все  $i_x$   $M'_D$ -систем автономны и сдвинуты последовательно по фазе относительно друг друга на угол  $\varphi = \Theta'_1 / i_x$ , а каждая  $i$ -я из них содержит  $M'_D$  равных по амплитуде и симметрично сдвинутых по фазе на угол  $\Theta'_1$  ДЭДС с собственными для них полюсами (выводами) и если одинаковые номера выводов смежных  $M'_D$ -систем расположены на их фазокадрах со смещением на угол  $\varphi$ , где  $\Theta'_1 = \pi / M'_D$ ,  $M'_D = 1 \wedge 2 \wedge \dots \wedge N$ ,  $\forall N \in N = 1, 2, 3, \dots; \forall i \in \overline{1, l}$ , то для синтеза А-схемы необходимо и достаточно каждый  $k$ -й вывод  $i$ -й  $M'_D$ -системы при  $i = [1, i_x^-]$  соединить посредством двух, подключенных одноименными электродами преобразовательных элементов с  $\rho$ -м и  $\rho^+$ -м выводами  $i^+$ -й  $M'_D$ -системы, а к выводам первой и последней  $M'_D$ -систем подключить разноименными электродами  $\tilde{\nu}'_a$  и  $\tilde{\nu}'_k$  ПЭ, свободные электроды которых соединить между собой в каждой из этих групп, образуя ими выходные выводы и имея в виду, что

$$P = \begin{cases} k + M'_D \leq L', \forall k \in [1, M'_D]^+ \\ k - M'_D \leq M'_D, \forall k \in [M'_D + 2, L'] \end{cases}; \quad \rho^+ = \begin{cases} \rho + 1, \forall \rho < L' \\ 1, \rho = L' \end{cases}$$

Таким образом, пользователь РАС-1 вручную или помощью ЭВМ синтезирует любые новые базовые А-схемы с равным единиче или с четным числом  $M'_D$  источников ДЭДС с собственными (с) полюсами в каждой  $i$ -й  $M'_D$ -системе, то есть синтезируют т.н. Лс-схемы [8, 24, 28-30] - рис.5-8, 10, 11а, б, г и др.