

25 Трёхфазные выпрямители

В промышленности мощные потребители питаются трёхфазным током. Если требуется постоянный ток (например, для сварки, гальваники, двигателей) применяют трёхфазные выпрямители. Простейший трёхфазный выпрямитель собирают по схеме Миткевича; это схема с нулевым (нейтральным) выводом, содержащая три диода (рисунок 62).

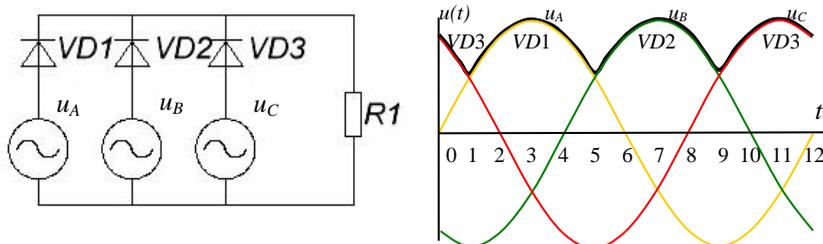


Рисунок 62 – Простейший трёхфазный выпрямитель – схема Миткевича

На осциллограмме трёхфазных напряжений период разделён на 12 частей. В нулевой момент времени наибольший положительный потенциал имеет фаза C , поэтому ток в потребитель R поступает от источника u_C через диод $VD3$. В момент времени 1 более положительным становится потенциал фазы A и ток переходит в источник u_A и диод $VD1$. $VD1$ проводит ток до момента времени 5, в который более положительным становится потенциал фазы B и ток переходит в источник u_B и диод $VD2$. Так продолжается до момента времени 9, в который более положительным становится потенциал фазы C и ток переходит в источник u_C и диод $VD3$.

Таким образом, каждый из диодов проводит ток в течение трети периода; ток потребителя делится на 3. В промежутках между состояниями проводимости диоды находятся под обратным напряжением, максимум которого можно оценить как расстояние по осциллограмме от графика выпрямленного напряжения (вверху) до нижних (отрицательных) частей графиков напряжений фаз. По величине оно приближается к удвоенной амплитуде фазного напряжения.

Выпрямленным напряжением является расстояние от вершущек синусоид до горизонтальной нулевой оси; постоянная составляющая U_d по величине приближается к амплитуде фазных напряжений. Анализируя график выпрямленного напряжения, можно видеть что, в отличие от однофазных выпрямителей, провалы не достигают нуля. Качество выпрямленного напряжения гораздо лучше, коэффициент пульсаций уменьшается до 0,23 (23 %) даже без применения фильтра (конденсатора). К тому же частота пульсаций в три раза превышает частоту источников; это облегчает их сглаживание.

Однако эта схема выпрямления использует только положительные полуволны напряжения источников переменного тока, поэтому имеет недостатки, сходные с недостатками однополупериодного однофазного выпрямителя:

- 1) большой коэффициент пульсации;
- 2) малое значение постоянной составляющей выпрямленного напряжения U_d по сравнению с напряжениями на входе выпрямителя;
- 3) наличие постоянного подмагничивания стержней сердечника трансформатора, являющегося источником переменных токов.

От этих недостатков избавлен трёхфазный мостовой выпрямитель, собираемый по схеме Ларионова (рисунок 63).

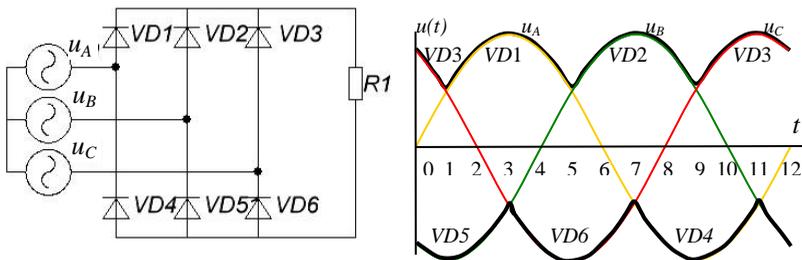


Рисунок 63 – Трёхфазный мостовой выпрямитель – схема Ларионова

Он содержит 6 диодов: три диода $VD1$, $VD2$ и $VD3$ в катодной группе и три диода $VD4$, $VD5$ и $VD6$ в анодной группе. Здесь используются и положительные, и отрицательные полуволны переменного напряжения.

В нулевой момент времени самым положительным является потенциал фазы C , а самым отрицательным – фазы B . Ток идёт по пути: $u_C - VD3 - R - VD5 - u_B$. В момент времени 1 более

положительным становится потенциал фазы A и происходит переключение диодов катодной группы – ток переходит с $VD3$ в $VD1$. В момент времени 3 самым отрицательным становится потенциал фазы C и происходит переключение диодов в анодной группе – ток переходит с $VD5$ в $VD6$. В момент времени 5 следует переключение тока в катодной группе с $VD1$ в $VD2$; затем в момент времени 7 – опять в анодной, с $VD6$ в $VD4$ и так далее; происходит поочерёдное переключение диодов то в катодной, то в анодной группах.

Каждый из диодов проводит ток в течение третьей части периода; ток потребителя делится на 3. В промежутках между состояниями проводимости диоды находятся под обратным напряжением. Однако это напряжение делится между парой диодов, соединённых последовательно, поэтому оно в два раза меньше, чем в схеме Миткевича.

А вот постоянная составляющая выпрямленного напряжения, наоборот, в два раза больше, т. к. выпрямленным напряжением являются расстояния от верхних частей синусоид переменных напряжений до нижних; U_d приближается к их удвоенной амплитуде. Пульсации выпрямленного напряжения гораздо меньше; коэффициент пульсаций менее 6 %; они происходят с шестикратной частотой, поэтому при необходимости их легко сгладить.

Мостовая схема Ларионова является самой распространённой схемой трёхфазного выпрямления. Схему Миткевича обычно применяют, когда требуется уменьшить вдвое выпрямленное напряжение, например, при наладке электротехнологического оборудования; мощность при этом уменьшается в 4 раза. Перейти к схеме Миткевича легко, достаточно отключить нижний вывод потребителя от анодов нижних диодов, и подключить его к нулю (нейтралю) – общей точке источников. Однако применяются и другие схемы.

Если потребителю требуются очень большие токи при небольших напряжениях (например, выпрямители для многопостовой сварки; для гальваники), применяют кольцевую схему выпрямления (рисунок 64). В ней ток потребителя делится на 6 частей, что облегчает токовую нагрузку на диод. Кроме того, в отличие от схемы Ларионова, в которой диоды работают попарно, здесь в каждый момент времени ток идёт только через один диод, что уменьшает потери энергии в

диодах (они не идеальны). Однако схема имеет недостатки: 1) она требует увеличения числа источников, которыми являются обмотки питающих трансформаторов; на каждую фазу требуются две полуобмотки; нижние источники (со штрихом) в противофазе верхним; 2) обратное напряжение на диоде в этой схеме в 2 раза больше, чем в схеме Ларионова. Порядок переключения диодов – по кольцу: $VD6 - VD1 - VD2 - VD3 - VD4 - VD5 - VD6 - VD1 \dots$

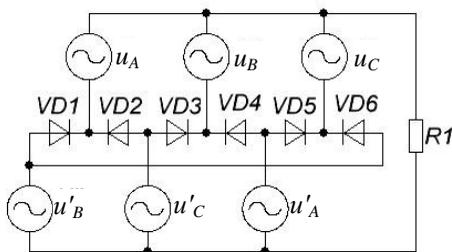


Рисунок 64 – Кольцевой выпрямитель