

Изобретение относится к преобразовательной технике и может быть использовано в качестве источника высокого напряжения.

Известен генератор постоянного напряжения, так называемый каскадный генератор, [1], содержащий трансформатор, выходы которого соединены со входами диодно-конденсаторной схемы умножения, а выходы ее образуют выводы для подключения нагрузки.

Недостатком такого генератора является то, что для повышения мощности и КПД устройства следует повышать частоту питающего тока. При этом необходимый объем магнитопровода трансформатора сокращается, однако объем и масса изоляции, оставаясь прежними, не позволяют уменьшить размеры магнитопровода. В то же время потери в меди и стали с повышением частоты возрастают. Применение многофазной (трех, четырех и т.д.) системы для такого устройства не решает поставленной задачи, т.к. с ростом мощности устройства значительно увеличиваются массогабаритные характеристики всего устройства. Увеличение числа каскадов приводит к сдвигу фаз между активными и реактивными составляющими переменного тока и уменьшению КПД устройства.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к заявляемому преобразователю является блок питания [2], генерирующий синусоидальную форму тока, который может быть использован для питания каскадного генератора. Блок питания содержит задающий генератор и батарею источников постоянного напряжения, к положительному и отрицательному входам которой через коммутационный узел, включающий ключевые элементы, подключены, соответственно, входы зарядных колонн каскадного генератора.

К недостаткам такого устройства относится то, что при расстройстве контура, изменении нагрузки или увеличении открытых состояний ключевых элементов на время сверх половины периода колебаний возникают моменты, когда через ключевые элементы протекает сквозной большой ток, приводящим к искажению формы напряжения на контуре и резкому увеличению потери мощности и уменьшению КПД.

В основу изобретения поставлена задача создать такой преобразователь постоянного напряжения в постоянное, в котором новое выполнение блока питания и новое выполнение связей между блоком питания, ключевыми элементами и каскадным генератором позволили бы обеспечить сокращение числа ключевых элементов, создание на входе каскадного генератора переменного высокого напряжения типа меандр, и за счет этого повысить мощность генератора и его КПД.

Поставленная задача решается тем, что в преобразователе постоянного напряжения в постоянное, содержащем блок питания, к положительному и отрицательному выходам которого через коммутационный узел, включающий ключевые элементы, подключены, соответственно, входы зарядных колонн каскадного генератора, выполненного по диодно-конденсаторной схеме умножения напряжения, и задающий генератор, выход которого соединен с управляющими входами ключевых элементов, причем выходы каскадного генератора образуют выходные выводы, одним из которых является общий и заземлен, для подключения нагрузки, согласно изобретению, блок питания выполнен в виде двух последовательно соединенных источников постоянного напряжения, общая точка соединения которых соединена с общим выводом, причем свободный положительный вывод одного из источников подключен к общей точке соединения входов нечетных ключевых элементов, свободный отрицательный вывод другого - к общей точке соединения входов четных ключевых элементов, а выход каждого нечетного ключевого элемента соединен с выходом последующего четного ключевого элемента и их общая точка соединения подключена ко входу соответствующей зарядной колонны каскадного генератора, при этом, задающий генератор выполнен обеспечивающим поочередную работу соответствующих пар ключевых элементов, подключенных ко входу одной и той же зарядной колонны каскадного генератора.

Блок питания, выполненный в виде двух последовательно соединенных источников постоянного напряжения, общая точка соединения которых соединена с общим выводом, свободный положительный вывод одного из источников подключен к общей точке соединения входов нечетных ключевых элементов, а свободный отрицательный вывод другого - к общей точке соединения входов четных ключевых элементов способствует сокращению числа ключевых элементов, что приводит к снижению рассеяния на них тепловой энергии, т.е. к повышению КПД преобразователя.

Соединение выхода каждого нечетного ключевого элемента с выходом последующего четного ключевого элемента и подключение их общей точки соединения ко входу соответствующей зарядной колонны каскадного генератора способствует обеспечению питания каскадного генератора током формы меандр, что приводит к повышению мощности генератора и КПД.

Выполнение задающего генератора обеспечивающим поочередную работу соответствующих пар ключевых элементов, подключенных ко входу одной и той же зарядной колонны каскадного генератора, способствует устранению сквозных токов, а также созданию формы питающего тока практически близкой к меандру, что обеспечивает высокий КПД и более высокую мощность по сравнению с устройством прототипа.

Сущность изобретения поясняется графическими материалами.

На фиг.1 изображена схема преобразователя на основе многофазного каскадного генератора; на фиг.2 - его упрощенная схема.

В качестве примера конкретного выполнения заявляемого преобразователя выбран преобразователь, содержащий пятифазный каскадный генератор на 100 кВ (фиг.1). Преобразователь содержит блок питания 1, выполненный в виде двух последовательно соединенных источников питания постоянного напряжения (трансформаторы типа НОМ-10-66 с выпрямительными мостами не показаны). К положительному 2 и отрицательному 3 выходам блока питания 1 подключены через коммутационный узел 4 входы 5 зарядных колонн каскадного генератора 6, выполненного по диодно-конденсаторной схеме умножения напряжения. В состав коммутационного узла 4 входят нечетные 7 и четные 8 ключевые элементы, в каждый из которых входит генераторная лампа 9 типа ГИ-39Б, в цепь ее управляющей сетки 1Q включена РС-цепочка 11, а в ее катодную цепь включена РС-цепочка 12. РС-цепочки 11 и 12 подключены к вторичным 13 обмоткам управляющего трансформатора 14, первичные 15 обмотки которого подключены к задающему генератору 16. Таким образом,

выход задающего генератора 16 соединен с управляющими входами ключевых элементов 7 и 8. Выходы каскадного генератора 6, один из которых 17 является общим и заземлен, подключены к нагрузке 18.

Общая точка соединения 19 источников питания блока 1 соединена с выходом 17 каскадного генератора 6. Положительный выход 2 блока 1 подключен к общей точке соединения 20 входов 21 нечетных 7 ключевых элементов, а отрицательный выход 3 блока 1 подключен к общей точке соединения 22 входов 23 четных 8 ключевых элементов. Выход 24 каждого нечетного 7 ключевого элемента соединен с выходом 25 следующего четного 8 ключевого элемента, а их общая точка соединения 26 подключена ко входу 5 соответствующей зарядной колонны каскадного генератора 8.

Преобразователь работает следующим образом. Задающий генератора 16 (фиг.1) генерирует сигналы типа меандр, которые поступают в управляющие трансформаторы 14. Со вторичных 13 обмоток трансформатора 14 сигналы через РС-цепочки 11 подаются на управляющие сетки 10 генераторных ламп ключевых элементов 7 и 8. При этом, в течение одного полупериода ток протекает через нечетные 7 ключевые элементы, а в течение другого полупериода - через четные 8 ключевые элементы (фиг.2). Так как сеточная нагрузка в положительной части сигнала типа меандр отличается от отрицательной, что приводит к замагничиванию сердечника, то с целью исключения этого трансформатор 14 питает ключевые элементы 7 и 8 поочередно.

Для повышения КПД преобразователя целесообразно применять многофазные каскадные генераторы. При этом наиболее эффективно каскадный генератор работает в том случае, когда угол сдвига фаз между сигналами типа меандр, от задающего генератора и вышедшими из ключевых элементов 7 и 8 определяется соотношением

$$\alpha = \frac{2\pi}{n}, \text{ где } n - \text{число зарядных колонн каскадного генератора.}$$

Благодаря резисторам в РС-цепочках 11 ограничивается амплитуда положительной части сигнала типа меандр, а благодаря емкости в цепочках 11 обостряется передний фронт сигнала. Наличие сопротивлений в РС-цепочках 12 обеспечивает оптимальный режим работы ламп 9, а наличие емкостей шунтирует для открытых состояний ламп 9 сопротивление по переменной составляющей. Таким образом, управляющие сигналы со вторичных обмоток 13 трансформаторов 14, благодаря оптимальному подбору параметров РС-цепочек 11 и 12, усиленные и в неискаженной форме подаются на входы 5 каскадного генератора 6.

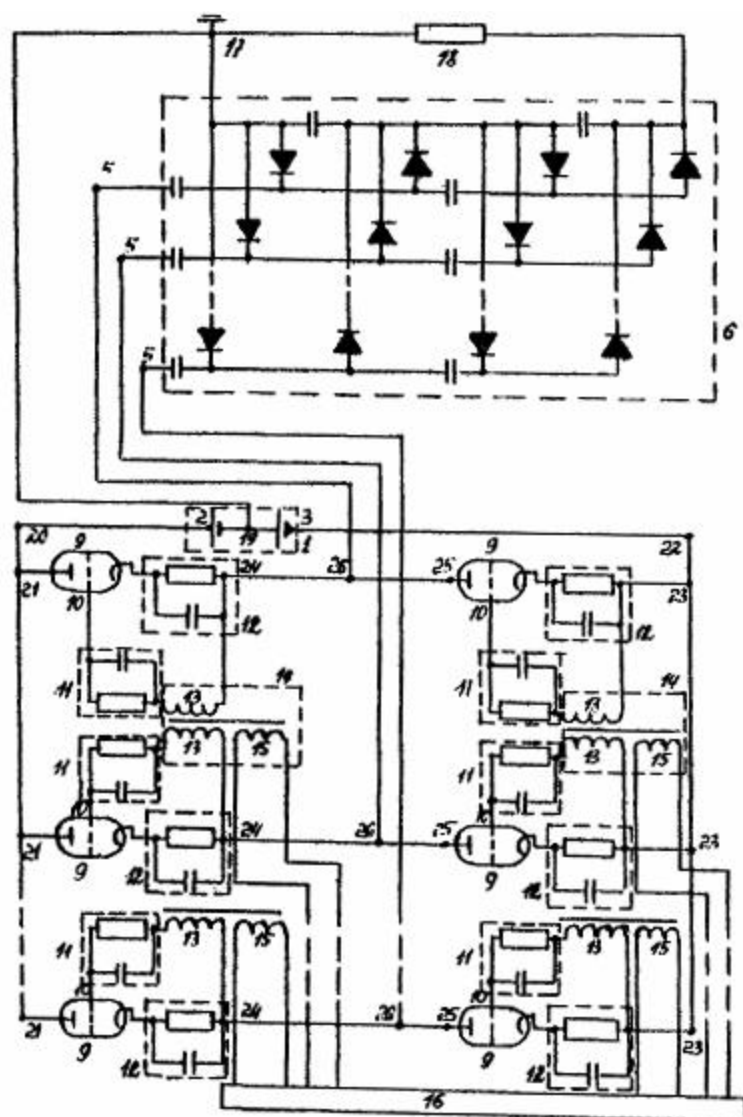
На входы каскадного генератора 6, в зависимости от частоты работы задающего генератора 16, через ключевые элементы 7 и 8 подается сигнал поочередно положительной и отрицательной полярности блока питания 1.

Для выявления преимуществ предлагаемого преобразователя был проведен сравнительный эксперимент. На вход каскадного генератора 6 с постоянной нагрузкой 18 подавалось в первом случае синусоидальное напряжение, а во втором случае напряжение типа меандр, полученное с помощью предлагаемого преобразователя. Амплитуда сигнала в обоих случаях была одинаковой.

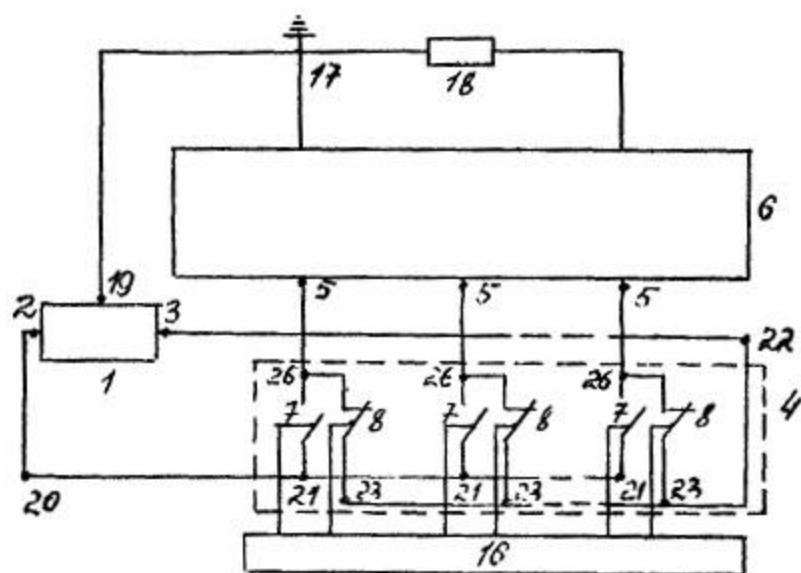
На выходе каскадного генератора 6 измерялись пульсация и выходное напряжение. Измерения проводились на частотах 15 и 30 кГц. В результате проведенных измерений выяснилось, что мощность на нагрузке при питании генератора сигналом типа меандр больше ~ 1,5 раза (см.табл.), а пульсация меньше ~ 1,5 раза, при этом отношение КПД при разных формах питающего напряжения при частотах 15 и 30 кГц соответственно равны 1,3 и 1,43.

Таким образом, использование формы напряжения типа меандр дает возможность решить поставленную задачу.

Форма сигнала	F, кГц		P _{вт}
меандр	15	4,4	58
синус	14,3	6	44,6
меандр	30	2,5	64
синус	31	3,8	44,6



Фиг. 1



Фиг. 2