

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано для плавного регулирования а широком диапазоне величины напряжения переменного тока водно-фазных электрических цепях.

Известно устройство [1], содержащее четырехстержневой шихтованный магнитопровод с первичной и вторичной обмотками, а также обмоткой подмагничивания, причем каждая из обмоток расположена на своем стержне.

Основными недостатками этого устройства является большая мощность управления при широком регулировании выходного напряжения, низкие коэффициент мощности и КПД.

Наиболее близким к заявляемому является трансформаторный регулятор однофазного напряжения [2], содержащий витой магнитопровод с четырьмя стержнями, расположенными в пространстве в двух параллельных плоскостях, с двумя ярусами, соединяющими все стержни в общий замкнутый магнитопровод с двумя катушками W_{1c} первичной обмотки на двух стержнях и соединенными с ними последовательно двумя катушками W_{1n} на двух других стержнях. Вторичная обмотка из двух катушек W_{2c} и двух катушек W_{2n} , соединенных последовательно, расположена на четырех стержнях так же, как первичная обмотка, однако катушки W_{2c} соединены с катушками W_{2n} так, что ЭДС катушек W_{2c} вычитаются из ЭДС катушек W_{2n} . Обмотка подмагничивания состоит из двух катушек W_d , расположенных на тех двух стержнях, на которых расположены катушки W_{1c} .

Основными недостатками прототипа является:

- заниженные величины КПД и коэффициента мощности ($\cos \varphi_1$);
- завышенный расход обмоточной меди на единицу номинальной мощности.

Первый недостаток обусловлен тем, что по обоим ярусам магнитопровода проходят по два потока, а именно: главный переменный поток Φ_r и постоянный магнитный поток подмагничивания Φ_d , причем $\Phi_{dmax} > \Phi_{rmax}$. При максимальном токе в обмотке подмагничивания W_d постоянным магнитным потоком насыщаются не только стержни шунта, но и в некоторой мере и другие два стержня, на которых расположены катушки W_{1n} , а также ярусы, по которым замыкается главный переменный поток Φ_r . Вследствие насыщения ярусов и частичного насыщения стержней, где расположены катушки W_{1n} , увеличивается магнитное сопротивление цепи для Φ_r , поэтому увеличивается реактивный и полный ток, потребляемый первичной обмоткой, что вызывает уменьшение КПД и коэффициента мощности ($\cos \varphi_1$) регулируемого трансформатора.

Второй недостаток прототипа обусловлен тем, что, с целью расширения диапазона регулирования вторичного напряжения, катушки вторичной обмотки W_{2c} и W_{2n} соединены так, что ЭДС, индуцируемые в катушках W_{2c} , вычитаются из ЭДС катушек W_{2n} . Вследствие этого завышается расход обмоточной меди и дополнительно уменьшаются КПД и $\cos \varphi_1$.

В основу изобретения положена задача создать трансформаторный регулятор однофазного напряжения, в котором за счет совершенствования конструкции магнитопровода и схемы соединений обмоток уменьшены в два раза необходимые числа витков первичной и вторичной обмоток, сцепленных с вдвое большим магнитным потоком, при одинаковой массе магнитопровода, в результате чего расширяется диапазон регулирования выходного напряжения и повышается коэффициент мощности и КПД устройства.

Поставленная задача расширяется тем, что трансформаторный регулятор однофазного напряжения, содержащий витой составной магнитопровод с первичной и вторичной обмотками, а также обмотками подмагничивания, охватывающими его ярусы, согласно изобретению, имеет управляемый и неуправляемый выпрямители, магнитопровод выполнен из трех частей, средняя часть имеет на обоих торцах по два полюсных выступа, на которых расположены катушки первичной обмотки, а катушки вторичной обмотки расположены только на двух полюсных выступах одного торца, на крайних ярусах расположены катушки обмоток подмагничивания, причем четыре катушки первичной обмотки, а также две катушки вторичной обмотки соединены согласно последовательно, отпайки первичной обмотки через неуправляемый выпрямитель соединены с обмоткой подмагничивания противоположного яруса, другие отпайки этой же обмотки через управляемый выпрямитель соединены с другой обмоткой подмагничивания.

На фиг. 1 изображен предлагаемый трансформаторный регулятор однофазного напряжения; на фиг. 2 - то же, вид сбоку; на фиг. 3 - схема соединения обмоток регулятора.

Устройство содержит магнитопровод, состоящий из трех частей: ярусы 1 средней части магнитопровода и крайние части 2, 3 ярусы магнитопровода: полюсные выступы 4, 5 на средней части магнитопровода; катушки 6, 7 первичной обмотки переменного тока, расположенные соответственно на полюсных выступах 4 и 5 на торцах средней части магнитопровода, катушки 8 вторичной обмотки переменного тока, обмотки 9, 10 подмагничивания крайних ярусов магнитопровода, неуправляемый выпрямитель 11, управляемый выпрямитель 12.

Пути прохождения средних линий магнитных потоков Φ_1 и Φ_2 , создаваемые переменным током катушки 6 первичной обмотки, и переменными токами катушки 7 первичной обмотки и катушки 8 вторичной обмотки, а также потоков Φ_{n1} и Φ_{n2} , создаваемых выпрямленными токами обмоток подмагничивания 9 и 10 (на фиг. 1 обозначены прерывистыми линиями и стрелками).

В предлагаемом регуляторе однофазного напряжения, предназначенном для изменения выходного напряжения U_2 в широком диапазоне при постоянной или изменяющейся величине напряжения источника питания U_1 , площади поперечного сечения ярусов 1, 2 и 3 одинаковы, а число витков в обеих катушках 6 и 7 первичной обмотки также одинаково, причем число витков в катушках 6 и 7, расположенных на полюсных выступах 4 и 5, рассчитано на максимальную ЭДС, равную $(0,8-0,9) U_{1max}$. Число витков в катушках 8 вторичной обмотки рассчитывается на максимальное значение напряжения U_{2max} .

Максимальная НС обмотки подмагничивания 10

$$F_{10} \approx 2F_{1\sim} = 1,8 I_{1max} W_6,$$

а максимальная НС обмотки подмагничивания 9

$$F_9 \approx 2 |\dot{F}_{1\sim} - \dot{F}_{2\sim}| = 1,8 |\dot{I}_{1\max} W_6 - \dot{I}_{2\max} W_8| = 0,2 F_{10}.$$

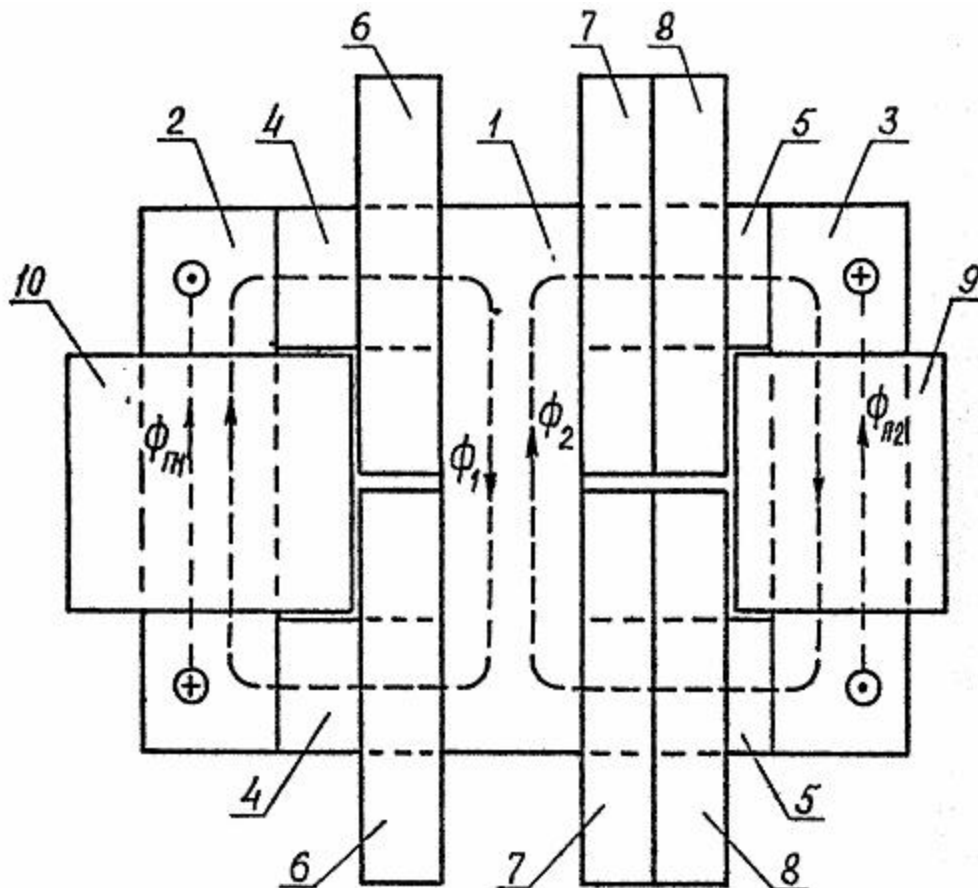
Питание обмотки подмагничивания 10 осуществляется от части витков катушки 7 через управляемый выпрямитель 12 или иной регулятор выпрямленного тока (в простейшем случае это может быть неуправляемый выпрямитель с регулируемым резистором в цепи обмотки подмагничивания 10), а питание обмотки подмагничивания 9 - от части витков катушки 6 через неуправляемый выпрямитель 11 (фиг. 2).

Устройство работает следующим образом. При максимальном токе в обмотке подмагничивания 10 ярмо 2 сильно насыщено постоянным потоком $\Phi_{п1}$, поэтому переменный магнитный поток Φ_1 , создаваемый НС катушки в. и индуцируемая им ЭДС в катушке 6 очень малы. Вследствие этого падение напряжения в катушке 6 незначительно и около 90% первичного напряжения U_1 приложено к катушке 7. Так как ярмо 3 в этом случае не насыщено постоянным магнитным потоком вследствие ничтожно малого тока в обмотке подмагничивания 9, то величина магнитного потока Φ_2 , сцепленного с катушками 7 и 8, индуцируемые им ЭДС в этих катушках и выходное напряжение U_2 максимальны.

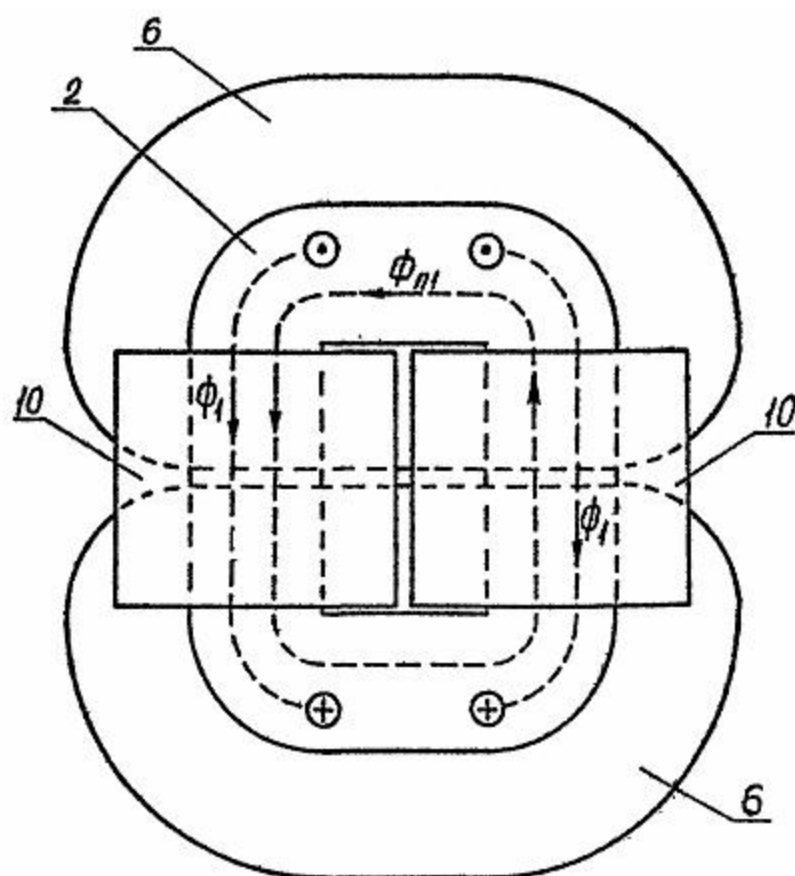
При очень малом токе в обмотке подмагничивания 10 ярмо 2 не насыщено постоянным магнитным потоком $\Phi_{п1}$, величина переменного магнитного потока Φ_1 , сцепленного с катушкой 6 с первичной обмотки, и индуцируемая им ЭДС в катушке 6 максимальны. Так как к обмотке подмагничивания 9 в этом случае приложено максимальное выпрямленное напряжение, то величина тока в обмотке подмагничивания 9 и создаваемый им постоянный магнитный поток $\Phi_{п2}$ в ярме 3 максимальны. Вследствие насыщения ярма 3 постоянным магнитным потоком величина переменного магнитного потока Φ_2 , сцепленного с катушками 7 и 8, индуцируемые им ЭДС в катушках 7 и 8 и выходное напряжение U_2 очень малы. Из этого следует, что, изменяя ток в обмотке подмагничивания 10 от максимальной расчетной величины до очень малой величины, можно плавно регулировать выходное напряжение U_2 от максимальной расчетной величины почти до нуля.

Повышение КПД и коэффициента мощности, а также уменьшение расхода обмоточной меди на единицу отдаваемой мощности, по сравнению с прототипом, достигнуты в результате расположения всех катушек переменного тока на тех частях витого магнитопровода, где площадь поперечного сечения в два раза больше поперечного сечения стержней, на которых расположены обмотки подмагничивания. Это позволяет увеличить сцепленный с этими обмотками магнитный поток в два раза и за счет этого при том же напряжении уменьшает число витков в каждой катушке в два раза, а средняя длина витка при этом увеличивается значительно меньше, чем в два раза.

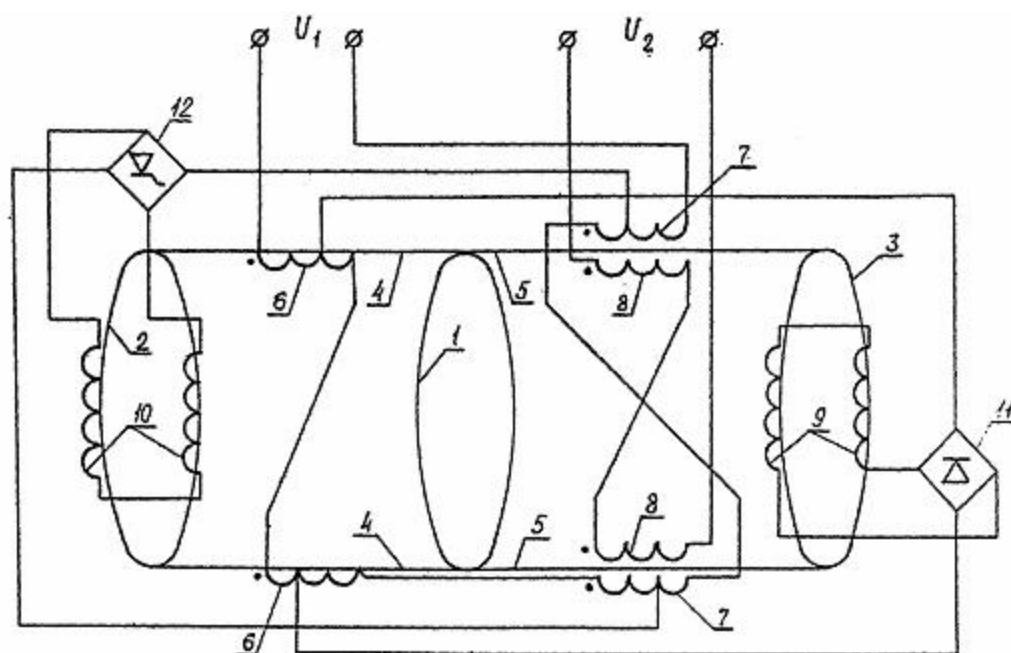
Расширение диапазона регулирования вторичного напряжения достигается в результате применения двух обмоток подмагничивания крайних ярм, питаемых от катушек первичной обмотки через управляемый и неуправляемый выпрямители.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3