



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

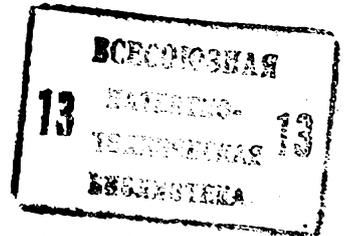
(19) SU (11) 1145446 A

4(51) Н 02 М 5/27

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3352320/24-07

(22) 04.11.81

(46) 15.03.85. Бюл. № 10

(72) В.С.Высочанский

(71) Всесоюзный научно-исследовательский институт электромеханики

(53) 621.314.27(088.8)

(56) 1. Авторское свидетельство СССР № 515248, кл. Н 02 Р 13/30, 1969.

2. Мыльк Г.С. и др. Анализ и оценка форм выходного напряжения преобразователей с амплитудно-импульсной модуляцией. - "Электричество", 1979, № 11.

3. Жемеров Г.Г. Тиристорные преобразователи частоты с непосредственной связью. М., 1977, с. 24.

(54)(57) СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ 3-ФАЗНЫМ НЕПОСРЕДСТВЕННЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

ЧАСТОТЫ путем отпирания вентиля

его фазных комплектов по закону пяти-ступенчатой за полупериод выходной

частоты функции, характеризуемой содержанием n -х гармоник, где $n=5,7,17,19$, более, чем в два раза меньшим $1/n$, в которой протяженность третьей ступени больше протяженности других ступеней, а протяженность и уровни четных и остальных нечетных ступеней попарно одинаковы, отличающийся тем, что, с целью приближения формы кривой напряжения к синусоидальной за счет подавлений 11-й и 13-й гармоник, повышения эффективности использования трансформатора и вентиля, отношение уровней упомянутых четных ступеней и уровней нечетных ступеней устанавливают из области значений 1-2, протяженность первых ступеней устанавливают равной $\pi/12 \pm \pi/36$, а отношение протяженности четных ступеней к протяженности первой ступени устанавливают из области значений 0,5-2,5.

(19) SU (11) 1145446 A

Изобретение относится в электротехнике, в частности к способам управления напряжением статических преобразователей частоты с непосредственной связью (НПЧ). Эти преобразователи предназначены для преобразования напряжения частоты питающей сети f_1 в напряжение нестандартной частоты f_2 , например для регулирования скорости двигателя переменного тока.

Известен способ управления трехфазным НПЧ, содержащим противофазные мостовые выпрямители (фазные комплекты вентиляей), состоящий в том, что каждую полувольту их напряжения частоты f_2 формируют в виде трехступенчатой функции, построенной по средним значениям напряжения ступеней. При этом первая и последняя ступени имеют нулевой уровень напряжения. Кривая напряжения НПЧ при этом способе управления содержит все канонические гармоники (за исключением третьей и ей кратных), из которых 5-я, 7-я, 17-я, 19-я имеют уровень, пониженный примерно в четыре раза по сравнению с каноническим [1].

Однако уровень 11-й и 13-й гармоник остается высоким - каноническим уровнем (уровнем обратно пропорциональным номеру гармоники).

Известен способ оптимизации формы кривой напряжения преобразователей с амплитудно-импульсной модуляцией с равными интервалами квантования ее уровней на минимум коэффициента гармоник (K_r), с учетом всех гармоник, включая гармоники со сколь угодно большими номерами [2].

Однако этот способ не дает рекомендации по избирательному подавлению несущих нас гармоник.

Наиболее близким к предлагаемому является способ регулирования напряжения НПЧ, содержащего фазные комплекты вентиляей, собранных по мостовым или нулевым схемам, состоящий в том, что кривую выходного напряжения каждого упомянутого комплекта вентиляей, также построенную по средним значениям напряжений ступеней, формируют в виде пятиступенчатой функции (за полупериод частоты f_2). Все ступени, кроме третьей (центральной), имеют равную протяженность - двенадцатую часть периода частоты f_2 с точностью до такта несущей час-

тоты. Способ обеспечивает (снижение до нуля 5-й, 7-й, 17-й, 19-й гармоник, однако 11-я и 13-я остаются на высоком уровне.

Однако несмотря на существенное увеличение числа ступеней в кривой напряжения снижение K_r относительно невелико, поскольку 11-я и 13-я гармоники остаются на высоком уровне. При расчете величины K_r кривой напряжения трехфазного НПЧ по тринадцати гармоникам в случае способа-аналога $K_{r,13} = 13,7\%$, а в случае способа-прототипа $K_{r,13} = 11,9\%$.

Цель изобретения - приближение кривой напряжения к синусоидальной (уменьшение величины K_r) за счет подавления 11-й и 13-й гармоник при малой величине n -х гармоник, где $n=5, 7, 17, 19$ с сохранением числа ступеней напряжения фазных комплектов вентиляей, с сохранением числа операций по изменению уровней напряжения, а также повышение эффективности использования трансформатора и вентиляей.

Поставленная цель достигается тем, что согласно способу управления 3-фазным НПЧ путем отпираия вентиляей его фазных комплектов по закону пятиступенчатой за полупериод выходной частоты функции, характеризуемой содержанием упомянутых n -х гармоник, где $n=5, 7, 17, 19$, более, чем в два раза меньшим $1/n$ в которой протяженность третьей ступени больше протяженности других ступеней, а протяженность и уровни четных и остальных нечетных ступеней попарно одинаковы, отношение уровней четных ступеней и попарно одинаковых уровней остальных нечетных ступеней устанавливаются из области значений 1-2, протяженность первой ступени устанавливается равной $\frac{1}{12} + \frac{1}{36}$, а отношение протяженности четных ступеней к протяженности первой ступени устанавливается из области значений 0,5-2,5.

Вследствие этого число ступеней в кривой напряжения НПЧ оказывается больше, чем в кривой напряжения его фазных комплектов вентиляей.

На фиг. 1 приведены кривые напряжения трехфазного НПЧ, управляемого по предлагаемому способу, для случая, соответствующего позиции 8 таблицы; на фиг. 2 - кривые напряжения НПЧ, но управляемого по способу-прототипу (кривые 1-3) и по предлагаемому спо-

собу (кривая 4, соответствующая позиции 5 таблицы); на фиг. 3 - кривые напряжения трехфазного НПЧ, управляемого по предлагаемому способу, но для случаев, соответствующих позициям 1, 3 и 13 таблицы; на фиг. 4 - пример реализации системы управления на базе микропроцессора.

На фигурах обозначены: 1,2-кривые суммарного напряжения противофазных выпрямителей фаз А и В, построенные из условия $f_1 \gg f_2$, 3-7 - кривые линейного напряжения, 8-задатчик частоты и напряжения, последовательно соединенные с ним, 9 - микропроцессоры, 10 - цифровая логика и формирователь импульсов, 11 - синхронизирующий трансформатор, 12 - НПЧ. Микропроцессор используется для формирования кривой напряжения частоты f_2 по команде устройства 8.

Формирование уровней и протяженности ступеней кривой напряжения фазных комплектов вентилях НПЧ 12 производится с помощью устройств 8-11 известным способом воздействием на угол управления вентилях $\alpha(\beta)$ относительно напряжения питающей сети частоты f_1 . Формирование протяженности каждой ступени производится путем изменения в требуемый момент времени угла $\alpha_1(\beta_1)$, задающего уровень напряжения одной ступени, на угол $\alpha_2(\beta_2)$, задающий уровень напряжения другой ступени. Указанные моменты

времени выбираются такими, что протяженность ступеней соответствует требуемому спектральному составу кривой напряжения, который определяется выражением

$$\frac{U_n}{U_1} = \frac{1 + \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \cos n\sigma_1 + \frac{\alpha_3}{\alpha_1} \cos n\sigma_3}{n \left(1 + \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \cos \sigma_1 + \frac{\alpha_3}{\alpha_1} \cos \sigma_3 \right)}$$

где n - номер гармоники;
 a_1, a_2, a_3 - соответственно уровни напряжения первой (пятой), второй (четвертой) и третьей ступени;

σ_1 - угловая мера протяженности первой и последней ступени;

σ_3 - угловая мера суммарной протяженности первой и второй (четвертой и пятой) ступеней;

U_n, U_1 - соответственно n -я и первая гармоники кривой напряжения НПЧ.

Современные средства полупроводниковой техники обеспечивают установку углов $\alpha(\beta)$ с погрешностью не более одного радиуса частоты f_1 , а протяженность ступеней - с погрешностью в пределах такта несущей частоты.

Примеры реализации способа с установкой различных уровней и протяженностей ступеней приведены в таблице.

Позиция №	a_2/a_1	δ_1 эл. град.	δ_2 эл. град.	$\frac{U_n}{U_1}$, % при $n=5-19$						$K_{ГД}$, %
				5	7	11	13	17	19	
1	1,0	15	18	2,58	0,07	1,52	0,3	0,59	2,1	3,0
2	1,5	15	18	2,14	0,58	3,14	1,0	0,4	2,25	4,0
3	2,0	15	18	1,84	0,94	4,25	1,7	0,32	2,3	5,0
4	1,15	15	22,5	1,85	3,04	1,53	1,93	1,7	4,05	4,3
5	1,5	15	22,5	2,42	2,16	0,45	2,5	1,3	4,1	4,1
6	3,0	15	22,5	2,83	1,39	0,78	3,2	1,8	3,7	4,5
7	1,2	15	30	4,2	7,0	1,06	2,64	2,9	1,9	8,6
8	1,5	15	30	4,3	6,0	3,3	2,8	2,45	1,6	8,4

Продолжение таблицы

Позиция №	a_2/a_1	δ_1 эл. град.	δ_2 эл. град.	$\frac{U_n}{U_1}$, % при n=5 - 19						K_{r13} , %
				5	7	11	13	17	19	
9	2,0	15	30	4,5	4,7	4,0	3,1	3,0	1,2	8,2
10	1,5	15	15	2,89	0,66	1,14	0,97	0,27	0,24	3,3
11	1,0	12	12	3,46	0,59	0,72	1,25	1,53	1,73	4,0
12	1,5	12	12	4,5	0,72	0,27	0,17	0,55	1,26	4,5
13	1,5	15	7,5	5,9	0,8	2,24	0,16	2,76	2,86	5,9
14	1,0	10	25	4,5	4,5	4,95	2,95	1,42	1,64	8,5
15	1,0	20	10	0,24	2,5	3,4	4,4	2,12	1,9	6,0

Примечание. Во всех случаях принято $a_1=a_3=a_5$; $a_2=a_4$.

25

Как следует из таблицы, во всех рассмотренных случаях величина K_{r13} (K_{r13} при учете 13-ти гармоник) несмотря на изменение протяженности ступеней и их уровней в широких пределах оказывается существенно ниже, чем при способе-прототипе, и в ряде случаев составляет величину менее 5% (поз. 1-6, 10-12 таблицы). В позиции 13 таблицы приведен пример $\delta_2/\delta_1 = 0,5$, а в позиции 14 $\delta_2/\delta_1 = 2,5$.

Технико-экономическая эффективность способа проявляется в том, что величина K_{r13} кривой напряжения НПЧ оказывается примерно в 1,5-3 раза меньше, чем при способе-прототипе (3,0% вместо 11,9). Одновременно при одинаковой величине суммарного напряжения трех ступеней на 15-20% увеличивается основная гармоника кривой выходного напряжения НПЧ (кривые 3,4 фиг. 2), поскольку протяженность средней ступени кривой напряжения выпрямителей, при которой угол δ минимален, увеличивается более, чем в 1,5 раза, а протяженность первой и последней ступеней, при которых угол δ максимален, сокращается в 2-3 раза.

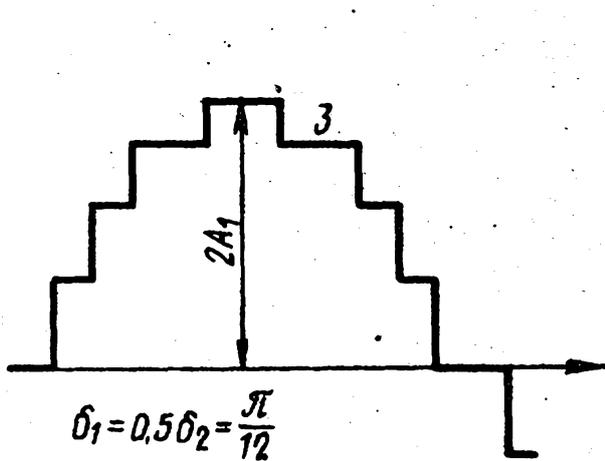
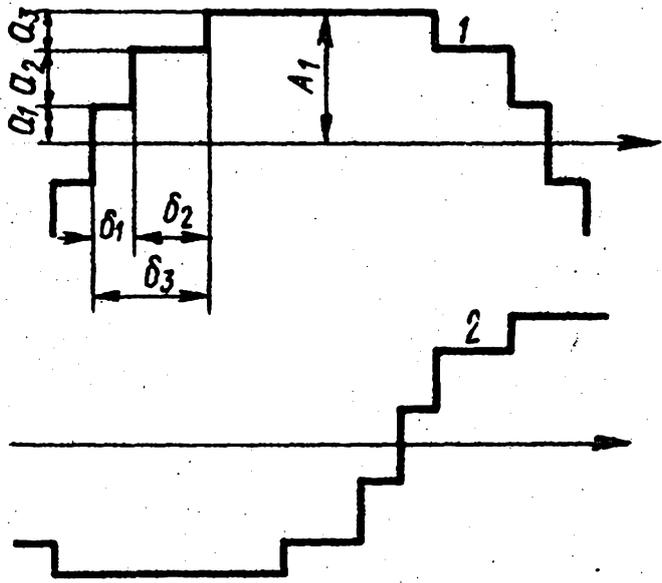
30

При этом примерно на 15% снижается загрузка вентиля по напряжению и более, чем на 15% снижается мощность входного трансформатора. Указанное изменение протяженности ступеней повышает коэффициент мощности НПЧ и уменьшает искажение напряжения питающей сети.

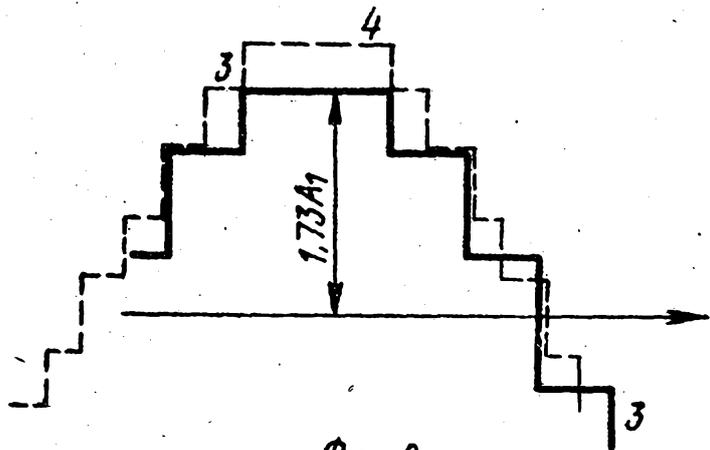
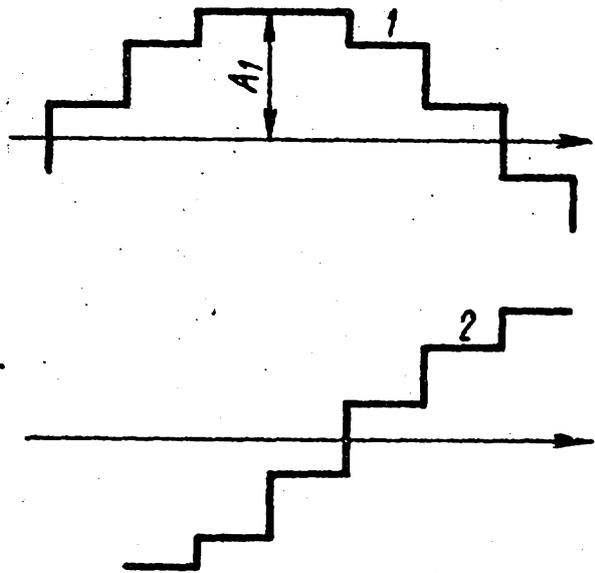
35

Отмеченное свойство предлагаемого способа существенно, поскольку улучшение формы кривой напряжения обычно сопряжено не только с увеличением числа ступеней (с увеличением числа операций по переключению уровней), но и снижением уровня основной гармоники, что видно при сравнении способа-аналога со способом-прототипом. В данном же случае улучшают форму кривой напряжения, увеличивая одновременно уровень основной гармоники. При изменении соотношения отдельных ступеней по их уровню и по протяженности в широких пределах величина K_{r13} остается ниже 5%. Предлагаемый способ дает наилучшие результаты применительно к трехфазному НПЧ, но может быть применен и при другом числе фаз.

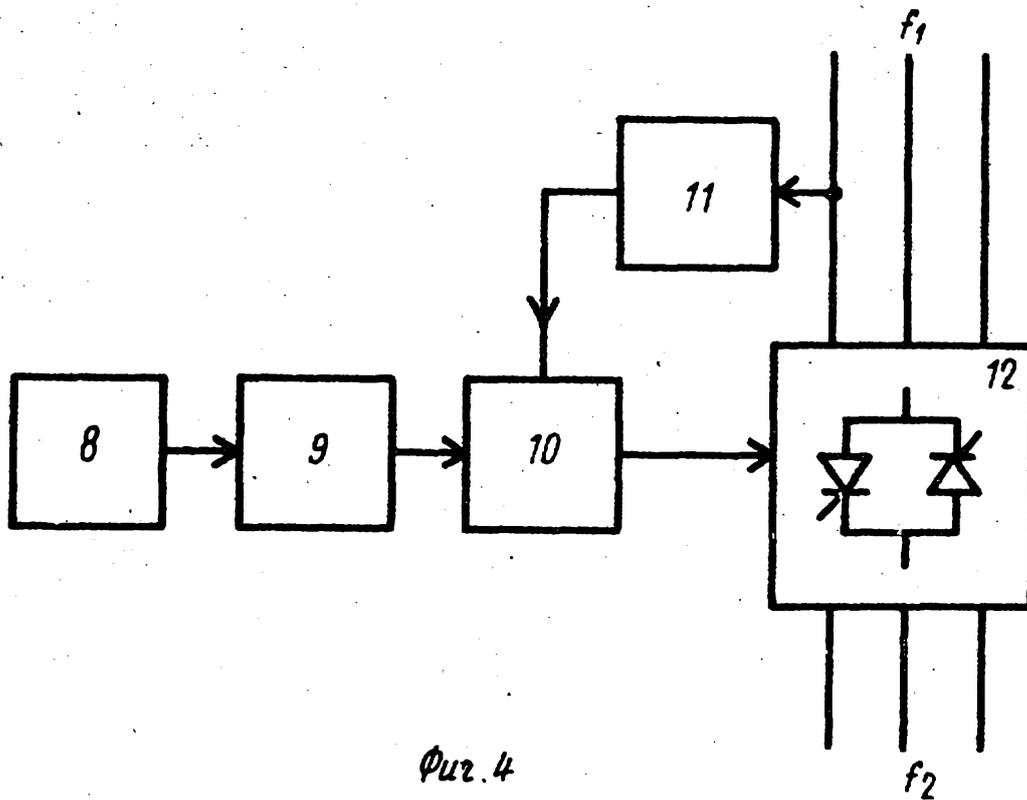
50



$\Phi_{uz.1}$



$\Phi_{uz.2}$



Фиг. 4

Редактор Н. Киштулинец Составитель Г. Мыцык Техред Ж. Кастелевич Корректор А. Обручар

Заказ 1185/41 Тираж 646 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ИПИ "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4