



УКРАЇНА

(19) UA (11) 41994 (13) C2

(51) 7 B23K11/24, B23K11/25,
H02J3/26МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ СИМЕТРУВАННЯ ОДНОФАЗНОГО НЕСТАЦІОНАРНОГО НАВАНТАЖЕННЯ, СТВО-
РЮВАНОВОГО КОНТАКТНОЮ СТИКОВОЮ МАШИНОЮ**

(21) 96114318

(22) 06 11 1996

(24) 15 10 2001

(46) 15 10 2001, Бюл. № 9, 2001 р

(72) Лебедев Володимир Костянтинович, Кучук-
Яценко Сергій Іванович, Кривонос Вадим Петро-
вич(73) ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ІМЕНІ
Є.О. ПАТОНА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК
УКРАЇНИ(56) 1 DD, патент № 213796, М кл. H02J 3/26,
1983

2 DE, патент № 3927437, М кл. H02J 3/26, 1989

(57) Устрій для симметрирования однофазной нестационарной нагрузки, создаваемой контактной стыковой машиной, содержащее трансформатор тока, включенный в первичную цепь сварочного трансформатора, а также модуль реактивных элементов, состоящий из компенсатора реактивной мощности, включенного параллельно первичной обмотке сварочного трансформатора, и симметрирующего устройства, содержащего последовательно соединенные конденсатор и дроссель, общая точка которых подключена к свободной фазе, а две другие точки - к фазам нагрузки, отличающееся тем, что симметрирующее устройство, состоит из n модулей, реактивные эле-

менты которых подключены к упомянутым фазам через тиристорные контакторы, при этом в устройство дополнительно введены датчик уровня сварочного тока, имеющий n выходов и соединенный с трансформатором тока, формирователь импульсов, синхронизированных с фазами сети, питающими индуктивные элементы модулей, выход которого соединен со входом блока фазовой задержки импульсов, формирователи импульсов, синхронизированных с фазами сети, питающими емкостные элементы модулей, подключенные параллельно соответствующим тиристорным контакторам, блок управления упомянутыми модулями, состоящий из n одинаковых каналов, каждый из которых содержит три синхронных триггера, выходы которых подключены к блокам управления тиристорными контакторами соответствующего модуля, а объединенные информационные входы триггеров каждого канала подключены к соответствующему выходу датчика уровня сварочного тока, при этом объединенные тактовые входы триггеров каждого канала подключены к выходу блока фазовой задержки импульсов, а тактовые входы двух других триггеров каждого канала подключены к выходам соответствующих формирователей импульсов, синхронизированных с фазами сети, питающими емкостные элементы соответствующего модуля

Изобретение относится к области сварки, а более точно - к устройству для симметрирования однофазной нестационарной нагрузки, создаваемой контактной стыковой машиной

Известно устройство для симметрирования однофазной нестационарной нагрузки, состоящее из двух 3-х фазных тиристорных выпрямителей, включенных встречно-параллельно и работающих на общую нагрузку - первичную обмотку сварочного трансформатора (Низкочастотная контактная машина ЦСТП-25-42 для стыковой сварки непрерывным оплавлением котельных труб, "Сварочное производство", 1990, № 2, с. 22-24, Н.В. Подола, В.П. Кривонос, А.А. Данько и др.) Один из выпрямителей формирует положительные, а второй -

отрицательные пополюсности выходного напряжения низкой частоты. Однако при использовании низкой частоты значительно увеличиваются габариты и масса сварочного трансформатора. Поэтому контактные стыковые машины с тиристорными преобразователями частоты и числа фаз в качестве симметрирующих устройств не нашли широкого промышленного применения

Известны машины для контактной стыковой сварки, работающие на постоянном токе. В этих машинах функции симметрирующего устройства выполняют три однофазных сварочных трансформатора или один трехфазный трансформатор, ко вторичным обмоткам которых подключен выпрямитель (см., например "Canadian Welder and

Fabricator" – 1989, 80 № 9 с 15, 17–19, Butt welding with three-phase DC power)

Недостатки известного устройства заключаются в значительном падении напряжения на диодах (до 30% от номинального напряжения холостого хода сварочной цепи), а также в высших гармониках, обусловленных схемой выпрямления. Они проникают в 3-х фазную систему и искажают форму кривой напряжения. Кроме того, усложняется конструкция вторичного контура сварочной машины.

Известно устройство для симметрирования однофазной нагрузки [1], содержащее регулировочный трансформатор, подключенный к двум фазам питающей сети, а между его отводом и третьей фазой включен симметрирующий конденсатор. Недостаток известного устройства состоит в том, что в нем не предусмотрена компенсация реактивной мощности сварочной машины. Кроме того, емкость конденсатора и положение отвода трансформатора должны соответствовать определенному значению тока нагрузки. Поэтому при переменной нагрузке, имеющей место, например, в процессе контактной стыковой сварки оплавлением, получить равномерную загрузку 3-х фаз при использовании этого устройства невозможно.

Известно устройство для симметрирования однофазной нагрузки, взятое за прототип [2], которое содержит один модуль реактивных элементов, состоящий из компенсатора реактивной мощности, включенного параллельно первичной обмотке сварочного трансформатора, и симметрирующего устройства, состоящего из последовательно соединенных конденсатора и дросселя, общая точка которых подключена к свободной фазе, а две другие – к фазам нагрузки. Устройство содержит также измерители сварочного тока и напряжения, включенные в первичную цепь сварочного трансформатора, выходы которых соединены с блоком управления, в котором производится измерение активной и реактивной мощностей и определение параметров, необходимых для компенсации и симметрирования однофазной нагрузки.

Данное устройство обеспечивает равномерное распределение тока по трем фазам питающей сети при неизменных параметрах нагрузки. Однако, в процессе контактной стыковой сварки оплавлением сопротивление сварочного контакта изменяется в широких пределах – от некоторой минимальной величины до бесконечности. Соответственно должна изменяться мощность компенсирующих и симметрирующих реактивных элементов. Практически осуществить плавное регулирование индуктивности в широких пределах очень сложно, а емкости – невозможно. Поэтому использование этого устройства при контактной стыковой сварке не дает желаемого эффекта.

Другим недостатком этого устройства является то, что в нем не решены проблемы коммутации реактивных элементов большой мощности, из-за чего может возникнуть аварийная ситуация, когда ток в питающей сети во много раз превышает ток нагрузки.

В основу изобретения поставлена задача создать устройство для симметрирования однофазной нестационарной нагрузки, создаваемой контактной стыковой машиной, обеспечивающее

равномерное распределение токов в 3-х фазной питающей сети за счет автоматического подключения реактивных элементов необходимой мощности.

Поставленная задача решается тем, что устройство для симметрирования однофазной нагрузки, содержащее трансформатор тока, включенный в первичную цепь сварочного трансформатора, а также один модуль реактивных элементов, состоящий из компенсатора реактивной мощности, включенного параллельно первичной обмотке сварочного трансформатора, и симметрирующего устройства, состоящего из последовательно соединенных конденсатора и дросселя, общая точка которых подключена к свободной фазе, а две другие – к фазам нагрузки, согласно изобретению, симметрирующее устройство состоит из n модулей, реактивные элементы которых подключены к упомянутым фазам через тиристорные контакторы, при этом в устройство дополнительно введены датчик уровня сварочного тока, имеющий n выходов и соединенный с трансформатором тока, формирователь импульсов, синхронизированных с фазами сети, питающими индуктивные элементы модулей, выход которого соединен со входом блока фазовой задержки импульсов, формирователи импульсов, синхронизированных с фазами сети, питающими емкостные элементы модулей и подключенные параллельно соответствующим тиристорным контакторам, блок управления упомянутыми модулями, состоящий из n одинаковых каналов, каждый из которых содержит три синхронных триггера, выходы которых подключены к блокам управления тиристорными контакторами соответствующего модуля, а объединенные информационные входы триггеров каждого канала подключены к соответствующему выходу датчика уровня сварочного тока, при этом объединенные тактовые входы одного из триггеров каждого канала подключены к выходу блока фазовой задержки импульсов, а тактовые входы двух других триггеров каждого канала подключены к выходам соответствующих формирователей импульсов, синхронизированных с фазами сети, питающими емкостные элементы соответствующего модуля.

Такое модульное выполнение силовой части устройства для симметрирования, а также блока управления упомянутыми модулями позволяет автоматически изменять параметры устройства при изменении нагрузки, за счет чего достигается равномерное распределение токов по трем фазам питающей сети и исключаются аварийные ситуации при коммутации реактивных элементов большой мощности.

Изобретение поясняется примером выполнения со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых

Фиг. 1 изображает блок-схему устройства для симметрирования однофазной нестационарной нагрузки, создаваемой контактной стыковой машиной, согласно изобретению.

Фиг. 2 – графики, иллюстрирующие эффективность симметрирования однофазной нестационарной нагрузки, когда устройство содержит один (а), два (б) и три (в) модуля реактивных элементов.

Устройство для симметрирования однофазной нестационарной нагрузки, создаваемой кон-

тактной стыковой машиной, согласно изобретению, содержит трансформатор тока 1 (фиг. 1), включенный в первичную цепь сварочного трансформатора 2. Выход трансформатора тока 1 соединен со входом датчика уровня сварочного тока 3, имеющего n выходов. Параллельно первичной обмотке сварочного трансформатора 2 включен компенсатор реактивной мощности 4, состоящий из одинаковых блоков 5 ($5n$), соединенных параллельно. Каждый блок содержит конденсаторную батарею 6, подключенную к фазам нагрузки А, В через тиристорный контактор 7. Параллельно тиристорам контактора 7 подключен формирователь импульсов 8, синхронизированных с фазами сети А, В.

Симметрирующее устройство 9 состоит из n одинаковых емкостных блоков 10 ($10n$), соединенных параллельно, и n одинаковых индуктивных блоков 11 ($11n$), соединенных также параллельно между собой. Каждый емкостной блок 10 ($10n$) содержит батарею конденсаторов 12, подключенную к фазе нагрузки В и к свободной фазе С через тиристорный контактор 13. Параллельно последнему соединен формирователь импульсов 14, синхронизированных с фазами сети В, С. Каждый индуктивный блок 11 ($11n$) содержит дроссель 15, подключенный к фазе нагрузки А и к свободной фазе С через тиристорный контактор 16. К этим же фазам (А, С), питающим индуктивные блоки 11 ($11n$), подключен формирователь синхронизированных импульсов 17, выход которого соединен со входом блока фазовой задержки 18 упомянутых импульсов. Емкостные блоки 5, 10 и индуктивный блок 11 образуют один модуль реактивных элементов устройства согласно изобретению.

Блок управления 19 модулями устройства состоит из n одинаковых каналов, каждый из которых содержит три субблока 20, 21, 22 ($20n$, $21n$, $22n$) для управления соответственно компенсатором реактивной мощности 5 ($5n$), емкостным блоком 10 ($10n$) и индуктивным блоком 11 ($11n$) одного модуля. В свою очередь каждый субблок 20 (21, 22) состоит из синхронного триггера 23 (24, 25), к выходу которого подключен блок управления 26 (27, 28) соответствующим тиристорным контактором названного модуля. При этом объединенные информационные входы синхронных триггеров 23, 24, 25 первого канала подключены к первому выходу датчика уровня сварочного тока 3. Объединенные информационные входы синхронных триггеров других каналов подключены аналогично. Объединенные тактовые входы триггеров субблоков 22, $22n$ соединены с выходом блока фазовой задержки импульсов 18. Тактовые входы триггеров субблоков 20, 21 соединены с выходом формирователей синхронизированных импульсов 8, 14 соответственно. Аналогично подключены тактовые входы триггеров субблоков $20n$ и $21n$ к формирователям синхронизированных импульсов в блоках $5n$ и $10n$ соответственно.

Тиристорные контакторы 7, 13, 16 представляют собой два силовых тиристора, включенных встречно-параллельно. Их назначение – коммутация силовых реактивных элементов модулей устройства. Поскольку контакторы 7, 13, 16 работают в режиме "включено-выключено", то к блокам уп-

равления тиристорными контакторами 26, 27, 28 особых требований не предъявляется.

Формирователи синхронизированных импульсов 8, 14, 17 представляют собой преобразователи синусоидального напряжения соответствующих фаз в последовательность коротких импульсов, формирующихся в точках перехода синусоиды через нуль. В блоке задержки 18 входные импульсы сдвигаются по фазе на 90 электрических градусов относительно фаз АС, питающих индуктивную нагрузку. Датчик 3 уровня сварочного тока содержит измерительный узел и n компараторов, имеющих разное задание величины уровня сварочного тока. На соответствующих выходах датчика 3 появляются сигналы логической "1", если сварочный ток достигает заданного значения.

Устройство для симметрирования однофазной нестационарной нагрузки работает следующим образом.

Реактивная мощность, которую необходимо компенсировать, а также активная мощность, необходимая для симметрирования нагрузки, пропорциональны току нагрузки. Поэтому параметры устройства, согласно изобретению, изменяются в зависимости от величины сварочного тока.

В исходном состоянии, когда нет сварочного тока, на всех выходах датчика 3 уровня сварочного тока сигнал логического "0". Такой же сигнал на выходе всех синхронных триггеров запрещает включение тиристорных контакторов. Поэтому все реактивные элементы модулей обесточены. В таком состоянии схема находится до тех пор, пока ток в сварочной цепи не превысит величину тока холостого хода сварочного трансформатора. При достижении уровня срабатывания первого компаратора датчика 3 на его первом выходе появляется сигнал логической "1", который поступает на информационные входы синхронных триггеров 23, 24, 25 первого канала блока управления 19, подготавливая включение реактивных элементов первого модуля. В момент прихода очередного импульса синхронизации с формирователя 8 на тактовый вход триггера 23 последний переключается и на его выходе появляется сигнал логической "1" – разрешение блоку управления 26 на отпирание тиристорного контактора 7. При этом подключается к сети конденсаторная батарея 6 первого блока 5 компенсатора реактивной мощности 4.

В момент прихода очередного импульса синхронизации с формирователя 14 на тактовый вход триггера 24 последний переключается и на его выходе появляется сигнал логической "1" – разрешение блоку управления 27 на отпирание тиристорного контактора 13. При этом подключается к сети конденсаторная батарея 12 первого блока 10 симметрирующего устройства 9. С приходом очередного импульса синхронизации с блока задержки 18 на тактовый вход триггера 25 последний переключается и на его выходе появляется сигнал логической "1" – разрешение блоку управления 28 на отпирание тиристорного контактора 16. При этом подключается к сети дроссель 15 первого модуля симметрирующего устройства 9. Таким образом, при достижении уровня сварочного тока, при котором срабатывает первый компаратор датчика 3, все реактивные элементы перво-

го модуля устройства для симметрирования подключены к 3-х фазной сети

С увеличением нагрузки сварочный ток достигает уровня срабатывания второго компаратора датчика 3. На втором выходе последнего появляется сигнал логической "1" и происходит подключение к 3-х фазной сети второго модуля устройства для симметрирования аналогично подключению первого модуля, как описано выше.

В зависимости от диапазона изменения сварочного тока и дискретности задания в датчике 3 уровней сварочного тока работает одновременно то или иное количество модулей реактивных элементов, т.е. симметрирование однофазной нестационарной нагрузки происходит автоматически. При этом исключается возникновение аварийных ситуаций в сети, когда коммутируются реактивные элементы большой мощности, поскольку емкостные блоки компенсатора реактивной мощности и симметрирующего устройства подключаются к фазам сети в момент перехода синусоиды напряжения через ноль на соответствующей конденсаторной батарее, а блоки дросселей – со сдвигом по фазе на 90 электрических градусов. При перерывах в протекании сварочного тока (например, на этапе возбуждения процесса оплавления) и после осадки деталей на всех выходах датчика 3 уровня сварочного тока сигнал логического "0" возвращает устройство для симметрирования в исходное выключенное состояние.

Дискретный характер регулирования параметров устройства для симметрирования при переменной нагрузке обеспечивает полное симметрирование при n определенных значениях величины сварочного тока. При других значениях тока происходит неполное симметрирование однофазной нагрузки. Тем не менее использование заявленного устройства по сравнению с прототипом дает значительный эффект.

Действительно, однофазную нагрузку можно представить в виде суммы прямой и обратной сим-

метричных составляющих тока. Если нагрузка подключена к фазам А и В (фиг. 1), то ток в фазе А $I_A = 1$, а ток в фазе В $I_B = -1$, где I – ток нагрузки. Задача симметрирования нагрузки в 3-х фазной трехпроводной системе при симметричных питающих напряжениях сводится к компенсации обратной составляющей тока I_{A2} , наибольшее значение

которой соответствует величине $\frac{I_{\max}}{\sqrt{3}}$. Если рас-

пределение нагрузки в диапазоне $0 < I < I_{\max}$ равновероятно, то сопротивления реактивных элементов X_L и X_C каждого модуля могут быть выбраны из условия равенства тока нагрузки на один мо-

дуль симметрирующего устройства $\Delta I = \frac{I_{\max}}{n+1}$.

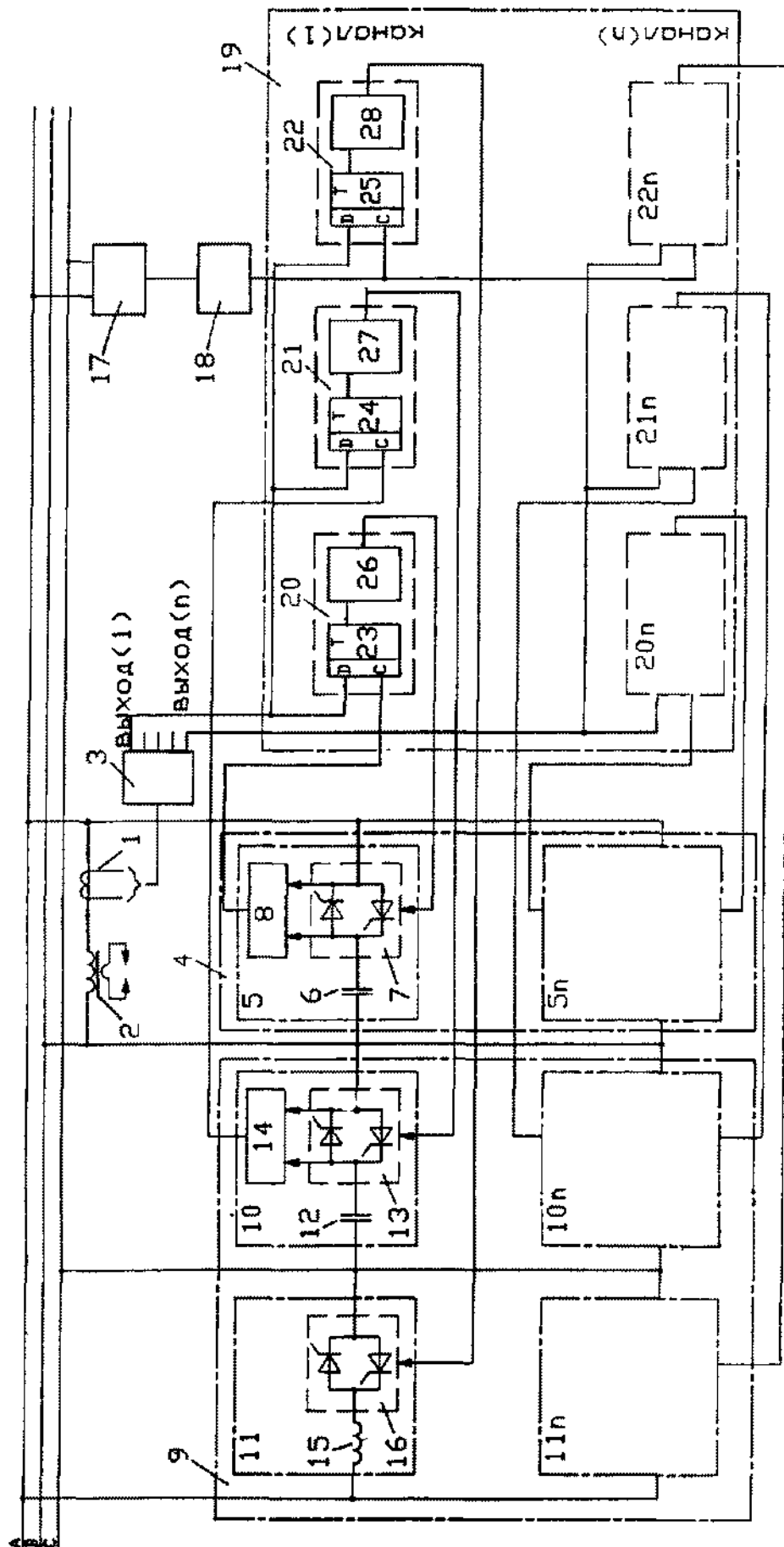
Из графиков, приведенных на фиг. 2, видно, что при $n = 1$ (прототип) максимальная несбалансированная часть обратной составляющей тока

$\Delta I_{A2} = \frac{I_{\max}}{2\sqrt{3}}$, тогда как при $n = 2$ $\Delta I_{A2} = \frac{I_{\max}}{3\sqrt{3}}$, а при

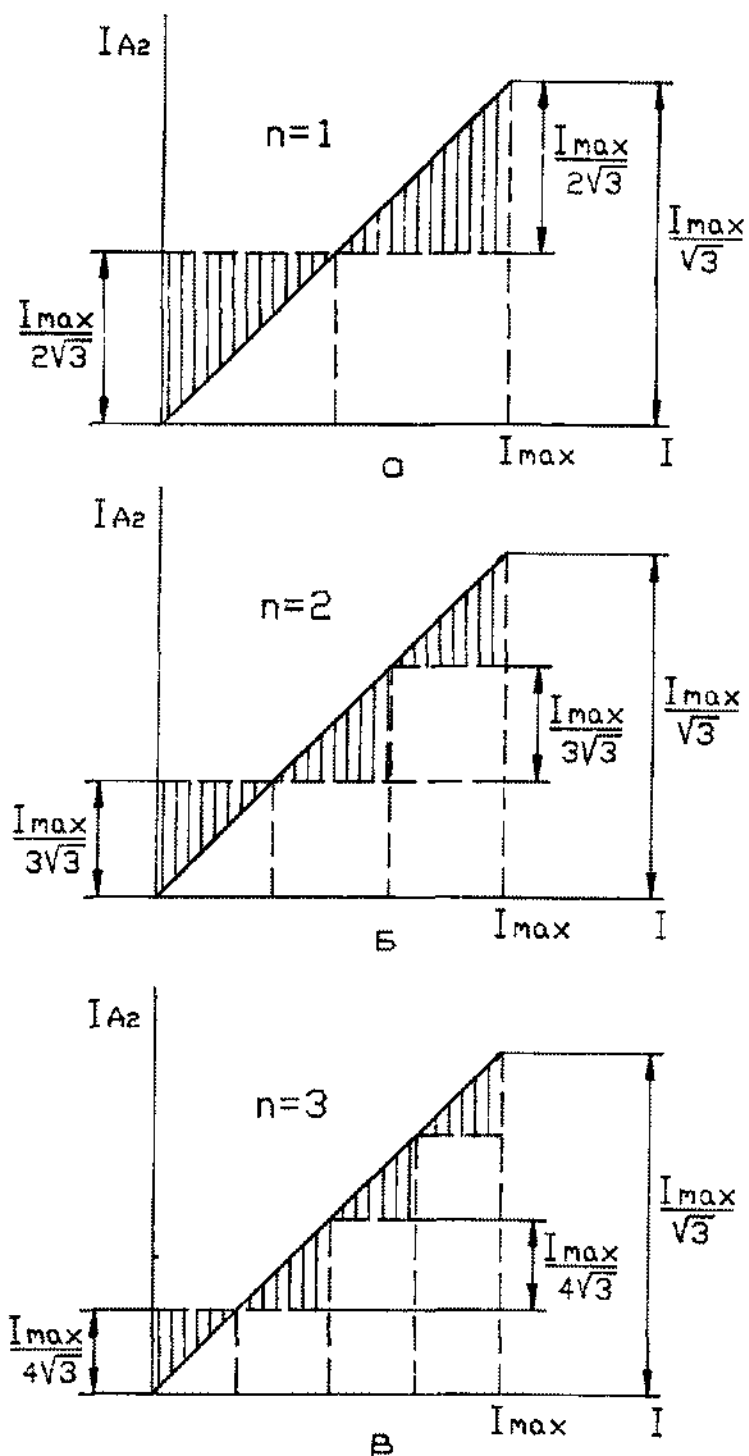
$n = 3$ $\Delta I_{A2} = \frac{I_{\max}}{4\sqrt{3}}$. Из сравнения приведенных

данных следует, что симметрирующее устройство, имеющее три модуля реактивных элементов, снижает вдвое максимальную несбалансированную часть обратной составляющей тока нагрузки по сравнению с прототипом и в 4 раза по сравнению с однофазной нагрузкой. С увеличением количества модулей реактивных элементов достигается более полное симметрирование однофазной переменной нагрузки.

Заявленное устройство может быть использовано на контактных стыковых машинах при сварке непрерывным и пульсирующим оплавлением, а также с предварительным подогревом сопротивлением.



Фиг. 1



Фиг. 2

Тираж 50 экз

Відкрите акціонерне товариство «Патент»

Україна, 88000, м Ужгород, вул Гагаріна, 101

(03122) 3-72-89 (03122) 2-57-03

