

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **20008**

(13) **С1**

(46) **2016.04.30**

(51) МПК

**H 03K 7/08** (2006.01)

(54) **СПОСОБ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИИ  
НАПРЯЖЕНИЯ**

(21) Номер заявки: а 20131394  
(22) 2013.11.26  
(43) 2015.06.30  
(71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (ВУ)  
(72) Авторы: Беяев Валерий Павлович; Удалов Дмитрий Сергеевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (ВУ)  
(56) SU 764096, 1980.  
BY 11021 С1, 2008.  
SU 1751846 А1, 1992.  
SU 881996, 1981.  
SU 1691950 А1, 1991.  
US 4189669, 1980.  
JP 2003-338737 А.  
US 3766497, 1973.

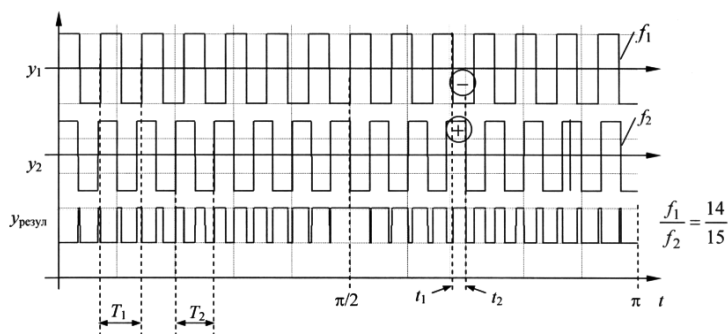
(57)

Способ широтно-импульсной модуляции напряжения, в котором на интервале повторяемости  $\pi$  формируют широтно-модулированные импульсы, ширина которых пропорциональна  $\sin\alpha$ , где  $\alpha = 0 \dots \pi$ , посредством синхронизированных друг с другом по точке перехода напряжения через нуль единичных периодических колебаний вида:

$$y_1 = \frac{\sin \omega_1 t}{|\sin \omega_1 t|} \text{ с периодом } T_1;$$

$$y_2 = \frac{\sin \omega_2 t}{|\sin \omega_2 t|} \text{ с периодом } T_2,$$

где  $\omega_1 = 2\pi f_1$ , где  $f_1$  - частота  $y_1$ ;  
 $\omega_2 = 2\pi f_2$ , где  $f_2$  - частота  $y_2$ ,



Фиг. 1

**ВУ 20008 С1 2016.04.30**

причем обеспечивают соотношение  $\omega_1$  к  $\omega_2$  в соответствии с условием:

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{m+1}{m+2},$$

где  $m = 1, 2, 3, 4, \dots$ ,

и формируют на упомянутом интервале соответственно 3, 5, 7, 9, ... импульсов с периодом повторяемости  $T$ , удовлетворяющим условию:

$$T = (m+1)T_1 = (m+2)T_2,$$

причем формирование переднего и заднего фронтов каждого широтно-модулированного импульса определено соответствующими разнополярными значениями колебаний  $u_1$  и  $u_2$ , а отсутствие их формирования - соответствующими однополярными значениями колебаний  $u_1$  и  $u_2$ .

Изобретение относится к области импульсной техники, к электротехнике, в частности к преобразовательной технике, и может быть использовано в источниках регулируемого напряжения переменного и постоянного тока, в том числе и в источниках питания для регулируемых электроприводов переменного и постоянного тока производственных механизмов, где по технологическим причинам необходимо формировать регулировочные, пусковые и тормозные свойства электроприводов производственных механизмов. Например, для электроприводов полиграфического оборудования, в частности в печатных машинах, крышкоделательных машинах, листоподборочных машинах и в т.п. механизмах.

Известны различные способы получения широтно-импульсного сигнала путем сравнения аналоговых сигналов различной формы, например треугольного напряжения с синусоидальным напряжением [1].

Известен способ формирования широтно-импульсного сигнала, заключающийся в том, что задают последовательность периодов модуляции, разворачивают на каждом периоде модуляции опорный сигнал, определяют среднее значение сигнала управления на периоде модуляции, которое сравнивают с опорным сигналом, и формируют выходной импульс на каждом периоде модуляции в течение интервала знакопостоянства разности опорного сигнала и среднего значения сигнала управления, отличающийся тем, что для сигнала управления задают полосу пропускания  $S_y = (U_{\max} - U_{\min})$  от максимально допустимого значения  $U_{\max}$  до минимально допустимого значения  $U_{\min}$ , контролируют мгновенные значения сигнала управления, а процедуру сравнения опорного сигнала осуществляют либо с мгновенными значениями сигнала управления, если последние находятся в пределах заданной полосы пропускания  $S_y$ , либо со средним значением сигнала управления, если мгновенные значения последнего выходят за пределы заданной полосы пропускания  $S_y$ ,  $S_y$  - ширина полосы пропускания сигнала управления;  $U_{\max}$  - максимально допустимое значение сигнала управления;  $U_{\min}$  - минимально допустимое значение сигнала управления [2].

Недостатком приведенных известных способов является процедура получения широтно-импульсного сигнала, которая сопряжена с действиями над аналоговыми опорными (например, треугольной формы), модулирующими (например, синусоидальной формы) и прочими сигналами, что, в конечном счете, приводит к выявлению низкой помехоустойчивости, малого быстродействия, созданию дополнительных приемов контроля формирования широтно-импульсного сигнала (например, создание полосы пропускания сигнала, [2]).

Известен способ формирования широтно-импульсных сигналов управления автономного инвертора за счет использования треугольного сигнала, обеспечивающего формирование выходного напряжения с заданным числом тактов модуляции при частоте треугольного несущего сигнала вдвое меньшего пилообразного сигнала. Однако при регу-

лировании частоты выше основной форма выходных напряжений искажается как по амплитуде, так и по фазе, что приводит к появлению дополнительных гармоник. Данный недостаток обусловлен тем, что уменьшается полоса пропускания модулятора из-за снижения соотношения между несущей и моделирующей частотами [3].

Задача изобретения: создать способ широтно-импульсной модуляции напряжения, устраняющий недостатки реализации указанного типа модуляции на основе аналоговых сигналов.

Поставленная задача решена путем сравнения синхронизированных друг с другом по точке перехода через нуль единичных синусоидальных гармонических колебаний, причем частоты гармонических колебаний соотносятся указанным способом, при этом формирование начала и конца широтно-модулированного импульса определяется разнополярными значениями единичных синусоидальных гармонических колебаний, а отсутствие его формирования - однополярными значениями этих колебаний.

Предлагаемый способ широтно-импульсной модуляции напряжения основан на действиях с цифровыми сигналами.

Способ широтно-импульсной модуляции напряжения, в котором на интервале повторяемости  $\pi$  формируют широтно-модулированные импульсы, ширина которых пропорциональна  $\sin\alpha$ , где  $\alpha = 0 \dots \pi$ , посредством синхронизированных друг с другом по точке перехода напряжения через нуль единичных периодических колебаний вида:

$$y_1 = \frac{\sin \omega_1 t}{|\sin \omega_1 t|} \text{ с периодом } T_1;$$

$$y_2 = \frac{\sin \omega_2 t}{|\sin \omega_2 t|} \text{ с периодом } T_2,$$

где  $\omega_1 = 2\pi f_1$ , где  $f_1$  - частота  $y_1$ ;

$\omega_2 = 2\pi f_2$ , где  $f_2$  - частота  $y_2$ ,

причем обеспечивают соотношение  $\omega_1$  к  $\omega_2$  в соответствии с условием:

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{m+1}{m+2},$$

где  $m = 1, 2, 3, 4, \dots$ ,

и формируют на упомянутом интервале соответственно 3, 5, 7, 9, ... импульсов с периодом повторяемости  $T$ , удовлетворяющим условию:

$$T = (m+1)T_1 = (m+2)T_2,$$

причем формирование переднего и заднего фронтов каждого широтно-модулированного импульса определено соответствующими разнополярными значениями колебаний  $y_1$  и  $y_2$ , а отсутствие их формирования - соответствующими однополярными значениями колебаний  $y_1$  и  $y_2$ .

Изобретение поясняется фиг. 1 и 2.

Фиг. 1 - формирование широтно-импульсного напряжения при  $\frac{f_1}{f_2} = \frac{14}{15}$ .

Фиг. 2 - формирование широтно-импульсного напряжения при  $\frac{f_1}{f_2} = \frac{4}{5}$ .

На фиг. 1 приведены эпюры широтно-импульсного напряжения, сформированные при соотношении частот единичных синусоидальных гармонических колебаний  $\frac{f_1}{f_2} = \frac{14}{15}$ .

Здесь  $f_1$  - частота единичного синусоидального гармонического колебания периодом  $T_1$ ;  $f_2$  - частота единичного синусоидального гармонического колебания с периодом  $T_2$ ;  $t_1$  - передний фронт формируемого импульса широтно-импульсного напряжения;  $t_2$  - задний фронт формируемого импульса широтно-импульсного напряжения.

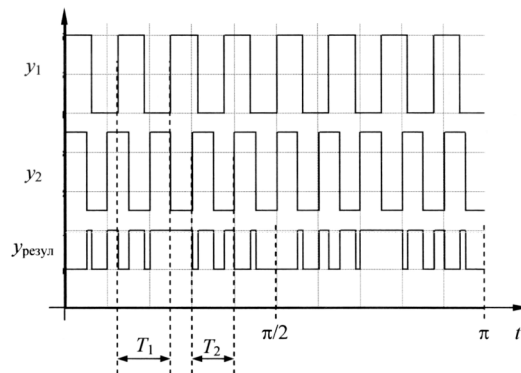
# ВУ 2008 С1 2016.04.30

На фиг. 2 приведены эюры широтно-импульсного напряжения, сформированные при соотношении частот единичных синусоидальных гармонических колебаний  $\frac{f_1}{f_2} = \frac{4}{5}$ .

Предлагаемый способ формирования широтно-импульсного напряжения повышает точность определения моментов включения переднего и отключения заднего фронтов импульса, создает высокую помехоустойчивость и быстродействие, поскольку реализуется элементной базой цифровой техники.

Источники информации:

1. Ильин О.П. и др. Структуры систем управления автоматизированным электроприводом. - Минск: Наука и техника, 1978. - С. 198-199.
2. Патент RU 2341016 С1, МПК<sup>7</sup> Н 03К 7/08, 2004.
3. Патент RU 2389128 С1, МПК Н 02Р 27/08, 2004.



Фиг. 2