



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

2

(21) 4715180/21
(22) 04.07.89
(46) 30.10.91. Бюл. № 40
(71) Белорусский политехнический институт
(72) Ф.А.Романюк, А.А.Тишечкин
и В.Ю.Румянцев
(53) 621.317(088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 1471145, кл. G 01 R 23/06, 1986.
(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТЫ
СИНУСОИДАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

(57) Изобретение относится к электрическим измерениям и предназначено для определения частоты синусоидального сигнала за время, меньшее длительности одного периода. Цель изобретения – повышение точности – достигается за счет формирования двух ортогональных гармонических напряжений сложением и вычитанием входного и задержанного относительно входного синусоидальных напряжений. 2 ил.

Изобретение относится к электрическим измерениям и предназначено для определения частоты синусоидального сигнала за время, меньшее длительности одного периода.

Цель изобретения – повышение точности определения частоты.

На фиг. 1, 2 поясняется сущность способа.

Исходный синусоидальный сигнал $U_{вх}$ сдвигают в сторону опережения на произвольный, в общем случае зависящий от частоты ω , угол α (фиг. 1)

$$\dot{U}_c = \dot{U}_{вх} e^{j\alpha(\omega)} \quad (1)$$

Операцию сдвига выполняют таким образом, чтобы амплитуды исходного $U_{вх, макс.}$ и сдвинутого $U_{с1 макс}$ сигналов на всех частотах были равны $U_{вх, макс} = U_{с1 макс}$.

Значение угла α выбирают по двум критериям: допустимой погрешности и быстро-

действию измерения. Минимальная погрешность измерения обеспечивается при угле α , близком к $\pi/2$ для заданной частоты, являющейся средним значением диапазона измерения, за счет выравнивания амплитуд дополнительных сигналов. Максимальное быстродействие измерения достигается при угле α , близком к 0. Поэтому оптимальный угол α находится в диапазоне от 0 до $\pi/2$, а его установленное значение выбирают в зависимости от того, какой из критериев является определяющим.

Напряжения \dot{U}_1 и \dot{U}_2 формируют из исходного сигнала $\dot{U}_{вх}$ и сдвинутого по отношению к нему без изменения амплитуды на произвольный угол α сигнала \dot{U}_c по соотношениям:

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = \dot{U}_c + \dot{U}_{вх} \\ \dot{U}_2 = \dot{U}_c - \dot{U}_{вх} \end{cases} \quad (2)$$

Поскольку амплитуды сигналов $U_{вх}$ и U_c равны на всех частотах, дополнительные сигналы U_1 и U_2 всегда являются диагоналями ромба, образованного векторами $U_{вх}$ и U_c , в связи с чем угол между векторами U_1 и U_2 составляет $\pi/2$ и не зависит от фазового сдвига α между $U_{вх}$ и U_c , а следовательно, и от частоты исходного сигнала.

Для произвольного момента времени t , соответствующего началу эталонного интервала Δt , мгновенные значения первого U_1 и второго U_2 сигналов равны (фиг. 2):

$$\begin{cases} U_{11} = U_{m1} \sin \omega t \\ U_{21} = U_{m2} \cos \omega t \end{cases} \quad (3)$$

где U_{m1} , U_{m2} — амплитуды соответственно первого и второго сформированных сигналов;

ω — угловая частота.

Мгновенные значения напряжений для момента времени $t + \Delta t$, соответствующего концу эталонного интервала, определяются как

$$\begin{cases} U_{12} = U_{m1} \sin(\omega t + \omega \Delta t) \\ U_{22} = U_{m2} \cos(\omega t + \omega \Delta t) \end{cases} \quad (4)$$

Выражения (3), (4) образуют систему из четырех уравнений, в которых неизвестными являются ω , U_{m1} , U_{m2} , $\omega \Delta t$. Решение этой системы относительно ω выполняют в следующей последовательности.

В выражениях (4) заменяют $U_{m1} \sin \omega t$ и $U_{m2} \cos \omega t$ их значениями из уравнений (3)

$$\begin{cases} U_{12} = U_{11} \cos \omega \Delta t + \frac{U_{21} U_{m1}}{U_{m2}} \sin \omega \Delta t \\ U_{22} = U_{21} \cos \omega \Delta t - \frac{U_{11} U_{m2}}{U_{m1}} \sin \omega \Delta t \end{cases} \quad (5)$$

Из первого уравнения (5) определяют $\sin \omega \Delta t$ и подставляют во второе уравнение. После несложных преобразований получают

$$U_{22} = U_{21} \cos \omega \Delta t -$$

$$\frac{U_{11} U_{m2}^2}{U_{21} U_{m1}^2} (U_{12} - U_{11} \cos \omega \Delta t). \quad (6)$$

Уравнения (3), (4) разрешают относительно U_{m1}^2 и U_{m2}^2

$$\begin{cases} U_{m1}^2 = \frac{U_{11}^2 U_{22}^2 - U_{21}^2 U_{12}^2}{U_{22}^2 - U_{21}^2} \\ U_{m2}^2 = \frac{U_{21}^2 U_{12}^2 - U_{11}^2 U_{22}^2}{U_{12}^2 - U_{11}^2} \end{cases} \quad (7)$$

В уравнении (6) U_{m1}^2 и U_{m2}^2 заменяют их значениями из выражений (7). После несложных преобразований, с учетом, что $\omega = 2\pi f$, получают выражение для определения частоты синусоидального сигнала:

$$f = \frac{1}{2\pi \Delta t} \times$$

$$\times \arccos \frac{U_{22} U_{21} (U_{12}^2 - U_{11}^2) - U_{12} U_{11} (U_{22}^2 - U_{21}^2)}{U_{21}^2 (U_{12}^2 - U_{11}^2) - U_{11}^2 (U_{22}^2 - U_{21}^2)}$$

где Δt — эталонный интервал времени;

U_{11} , U_{12} — мгновенные значения первого сформированного напряжения, измеренные через эталонный интервал времени;

U_{21} , U_{22} — мгновенные значения второго сформированного напряжения, измеренные через эталонный интервал времени.

Предлагаемый способ определения частоты синусоидального сигнала по сравнению с известным имеет повышенную точность, поскольку фазовый сдвиг $\pi/2$ между непосредственно изменяемыми для вычисления частоты сигналами не зависит от частоты исходного сигнала.

Формула изобретения

Способ определения частоты синусоидального напряжения по результатам одно-временных измерений значений в начале и в конце эталонного интервала времени двух ортогональных гармонических напряжений, сформированных из входного напряжения, отличающийся тем, что, с целью повышения точности, ортогональные гармонические напряжения формируют сложением и вычитанием входного и задержанного относительно входного синусоидальных напряжений, а частоту определяют по выражению

$$f = \frac{1}{2\pi\Delta t} \times$$

$$\times \arccos \frac{U_{22} U_{21} (U_{12}^2 - U_{11}^2) - U_{12} U_{11} (U_{22}^2 - U_{21}^2)}{U_{21}^2 (U_{12}^2 - U_{11}^2) - U_{11}^2 (U_{22}^2 - U_{21}^2)}$$

где Δt – эталонный интервал времени;
 $U_{11}, U_{12}, U_{21}, U_{22}$ – мгновенные значения сформированных ортогональных напряжений.

