

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

Дубровин В. С.

ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск

E-mail: dvs8937@saransk.ru

Аннотация. Рассматриваются структурные схемы построения управляемых функциональных генераторов, принципы линейризации синтезированного сигнала квазипрямоугольной формы. Найдены оптимальные значения коэффициентов, позволяющие значительно повысить метрологические характеристики формируемых сигналов.

Ключевые слова: структурная схема, базовый блок, квадратурные сигналы, линейризация, оптимальные коэффициенты.

Постановка задачи

Управляемые функциональные генераторы (УФГ) находят широкое применение в радиоэлектронике, автоматике, системах связи. Выходные сигналы УФГ должны иметь, как правило, высокие метрологические характеристики: минимальный коэффициент искажений для гармонического сигнала и высокую линейность для формируемого сигнала треугольной формы.

Известные способы построения УФГ можно свести к двум основным (рис.1), в которых изменение частоты генерируемых сигналов производится с помощью управляющего напряжения E_y .

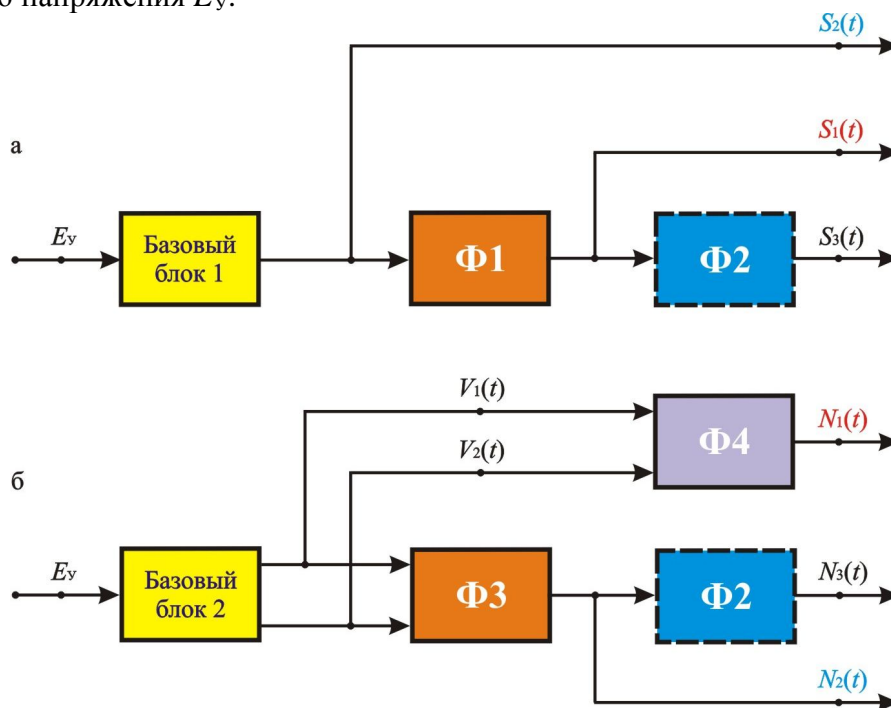


Рис.1 Структурные схемы УФГ

$\Phi 1$ – формирователь квазисинусоиды; $\Phi 2$ – формирователь биполярного прямоугольного сигнала; $\Phi 3$ – формирователь квазипрямоугольного сигнала; $\Phi 4$ – формирователь синусоидального сигнала.

Базовый блок 1 (рис.1,а) формирует сигнал треугольной формы $S_2(t)$ из которого в дальнейшем формируются квазигармонический сигнал синусоидальной формы $S_1(t)$ с

помощью специального и достаточно сложного нелинейного преобразователя $\Phi 1$. Базовый блок 2 (рис.1,б) формирует квадратурные гармонические сигналы $V_1(t)$ и $V_2(t)$, из которых в дальнейшем с помощью преобразователя $\Phi 3$ формируется сигнал квазигругольной формы $N_2(t)$.

Формирование биполярных прямоугольных импульсов $S_3(t)$ и $N_3(t)$ из сигналов треугольной формы в обоих случаях производится с помощью блоков $\Phi 3$. Во второй схеме (рис.1,б) частота выходных сигналов $S_2(t)$ и $S_3(t)$ равна удвоенной частоте исходных квадратурных сигналов $V_1(t)$ и $V_2(t)$, поэтому формирователь $\Phi 4$ предназначен для получения гармонического синусоидального сигнала $S_1(t)$ удвоенной частоты.

Выбор структурной схемы УФГ зависит, прежде всего, от требований, предъявляемых к форме выходных формируемых сигналов, а также от сложности построения отдельных устройств, входящих в состав УФГ и возможности обеспечения дополнительных сервисных возможностей создаваемого генератора.

Для многих приложений требуются сигналы синусоидальной формы с минимальными нелинейными искажениями, что наиболее просто обеспечивается во второй схеме (рис.1,б). Кроме того, в этой схеме формируются также квадратурные гармонические сигналы, что обеспечивает дополнительные сервисные возможности УФГ; схемотехнические решения проектирования управляемых квадратурных генераторов с высокими метрологическими характеристиками достаточно хорошо отработаны [1].

Однако сигнал, формируемый с помощью только квадратурных составляющих $V_1(t)$ и $V_2(t)$ имеет сравнительно невысокую линейность как на участке нарастающего, так и на участке спадающего напряжений. В работе предлагаются различные способы линейризации формируемого сигнала треугольной формы для УФГ, построенных на принципе формирования линейно-изменяющегося сигнала из двух гармонических сигналов, сдвинутых друг относительно друга на 90 эл.град. [2,3].

Метод решения

Способ получения квазилинейного сигнала из двух гармонических сигналов, сдвинутых друг относительно друга на угол 90 эл.град., был использован автором [4] в безинерционных вычислителях модуля для быстродействующих датчиков систем автоматики, где не требуется высокой линейности формируемого сигнала. Идея формирования квазилинейного сигнала треугольной формы чрезвычайно проста. С помощью двух вычислителей модулей и суммирующего блока формируется синтезированный сигнал S-образной формы, как на участке прямого хода (нарастающее напряжение), так и на участке обратного хода (спадающее напряжение).

На рис. 2 приведена обобщенная блок-схема формирователей для повышения линейности синтезированного сигнала. В состав формирователя входят: два вычислителя модулей (ВМ-1 и ВМ-2), блок коррекции (БК) и сумматор.

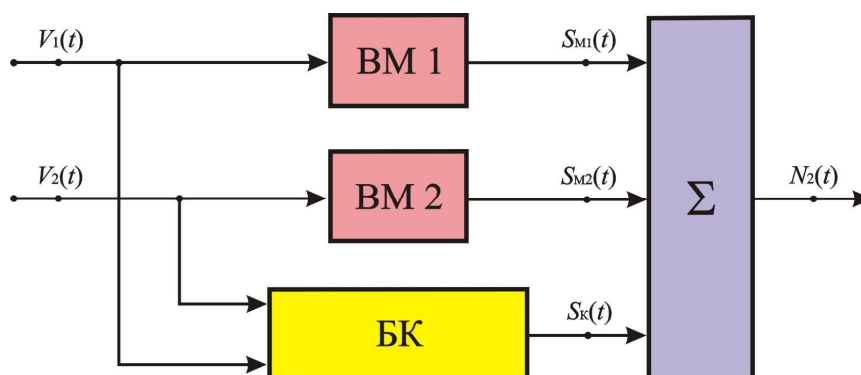


Рис.2 Формирователь треугольного сигнала

На вход формирователя треугольного сигнала поступают квадратурные гармонические сигналы: $V_1(t) = A_1 \sin(\omega_0 t)$ и $V_2(t) = A_2 \cos(\omega_0 t)$ с амплитудными значениями A_1 и A_2 и частотой $\omega_0 = 2\pi f_0$. На выходе вычислителей модулей ВМ-1 и ВМ-2 вырабатываются соответствующие сигналы $S_{M1}(t)$ и $S_{M2}(t)$, в результате суммирования которых и получается синтезированный сигнал $S_{\text{СИНТ}}(t) = \text{mod } V_1(t) - \text{mod } V_2(t)$.

Рассмотрим первый способ [2] повышения линейности синтезированного сигнала $N_2(t)$, суть которого заключается в следующем (рис.3).

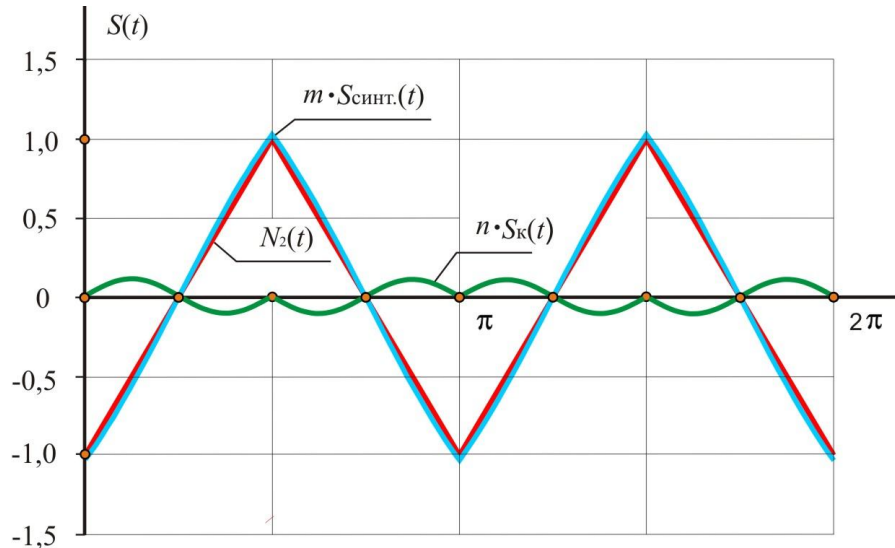


Рис. 3 Компенсация нелинейности синтезированного сигнала (Вариант 1)

С помощью блока коррекции БК-1 вырабатывается сигнал коррекции $S_{\text{К}}(t)$ частота которого в два раза выше частоты синтезированного сигнала $S_{\text{СИНТ}}(t)$, причем на участке прямого хода сигнал коррекции имеет нулевой фазовый сдвиг, а на участке обратного хода – фаза корректирующего сигнала изменяется на 180 эл.град., то есть осуществляется фазовая манипуляция сигнала.

На выходе сумматора формируется сигнал $N_2(t) = m_1 S_{\text{СИНТ}}(t) + n_1 S_{\text{К}}(t)$, где m_1 и n_1 – коэффициенты передачи суммирующего блока для соответствующих сигналов. Найдены оптимальные значения коэффициентов $m_1 = 1$ и $n_1 = 0,0425$, при которых ошибка, то есть разность между квазилинейным и «идеальным» сигналами треугольной формы будет минимальной.

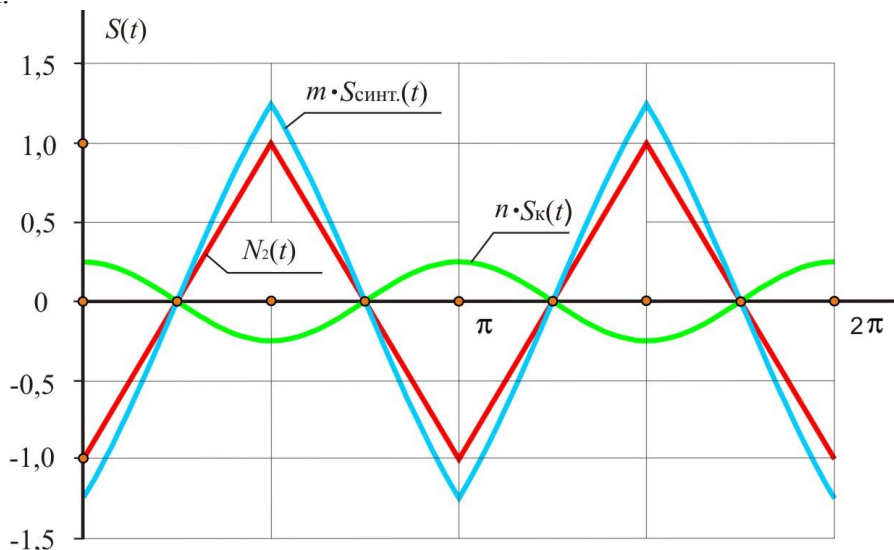


Рис. 4 Компенсация нелинейности синтезированного сигнала (Вариант 2)

При втором способе [3] повышения линейности синтезированного сигнала $N_2(t)$, в блоке коррекции БК-2 вырабатывается сигнал коррекции $S_K(t)$ частота которого в два раза выше частоты квадратурных сигналов (рис.4), причем начальная фаза корректирующего сигнала составляет 90 эл.град., то есть сигнал коррекции в этом случае имеет форму косинусоиды. При оптимальном выборе коэффициентов передачи $m_2 = 1,26$ и $n_2 = 0,26$ на выходе блока суммирования-вычитания формируется сигнал $N_2(t)$ с частотой, равной удвоенному значению частоты входных сигналов и имеющий высокую линейность, как на участке прямого хода (линейно-нарастающее напряжение), так и на участке обратного хода (линейно-спадающее напряжение).

Полученные результаты

1. Рассмотрены структурные схемы построения управляемых функциональных генераторов, предложены способы линеаризации синтезированного сигнала квазитреугольной формы.

2. Найдены оптимальные значения коэффициентов, позволяющие значительно повысить метрологические характеристики формируемых сигналов.

3. Предлагаемый функциональный генератор позволяет получить на выходах сигналы синусоидальной, треугольной и прямоугольной формы с высокими метрологическими характеристиками (с минимальными искажениями и стабильными амплитудами).

4. Функциональный генератор может найти применение в прецизионных устройствах радиоэлектроники, автоматики, системах связи.

Литература

1. Дубровин В.С. Генератор ортогональных сигналов. Сборник статей V Всероссийской научно-технической конференции «Современные методы и средства обработки пространственно-временных сигналов», Пенза, 2007, с.154-156.

2. Патент РФ на ПМ № 83669 «Аддитивный формирователь сигнала треугольной формы» (авт. Дубровин В.С., Зюзин А.М.) с приоритетом от 02.02.2009г.

3. Патент РФ на ПМ № 83670 «Аддитивный формирователь сигнала треугольной формы» (авт. Дубровин В.С., Зюзин А.М.) с приоритетом от 02.02.2009г.

4. А.с. 1684886 СССР Н02 М 7/02 «Преобразователь ортогональных напряжений в постоянное. / В.С. Дубровин (СССР) – Оpubл. 1991, Бюл. №38.