

Коррекция загружаемого кода в генераторе синусоидального напряжения на микросхеме DDS-синтезатора

Валентин Сокол (Московская обл.)

Описан метод вычисления шестнадцатеричного кода загрузки микросхемы DDS с помощью накапливающего сумматора и преобразователя код–частота, реализованный в ПЛИС небольшой ёмкости.

В ранее описанном устройстве [1] код загрузки синтезатора вычислялся как произведение двоично-десятичного кода задаваемого значения частоты на целочисленный единичный фрагмент кода килогерц или герц. При расчёте кода герц использовалась периодическая коррекция суммы, позволившая при минимальных «затратах»

значительно снизить ошибку вычисленного кода.

Если для периодической коррекции суммы применить не простейший счётчик, а многоразрядный (12 – 16 разрядов) преобразователь код–частота (ПКЧ), устройство позволит умножать целое число на дробную константу, и приведённые ранее ограничения

на частоту опорного генератора снимаются. Укрупнённая схема добавленного узла изображена на рисунке 1.

Узел устанавливается вместо счётчика-корректора DD1.6 и содержит 12-разрядный ПКЧ (DD2 – DD7) и мультиплексор (DD1) констант C_KHZ[11..0], C_HZ[11..0]. Двоично-десятичные константы – дробная часть соответствующих фрагментов – переключаются по сигналу управляющего устройства. Выходные сигналы ПКЧ стробируются задержанной на 5 нс тактовой частотой (элемент DD8) и после объединения на элементе DD12 и «привязки» фазы триггером DD13 поступают на последовательный вход сумматора.

Принципиальная схема четырёхразрядного ПКЧ, прекрасно работающего, как оказалось, в составе ПЛИС, была опубликована [2]. Узлы DD5 – DD7 соответствуют рис. 2, и воспроизводят эту схему. На каждый четырёхразрядный преобразователь должен быть подан код с весами «5211». Перекодирование выполняется кодерами DD2-DD4, функционирующими в соответствии с таблицей.

Выходы кодеров подаются на входы ПКЧ. Обратите внимание, что старшие разряды констант управляют выводом импульсов с младших, наиболее быстрых разрядов счётчиков. Для проверки подайте в симуляторе на тактовый вход ПКЧ 1000 импульсов, на выходе D12 должно появиться число импульсов, равное коду константы. Введённое устройство не потребовало увеличения ёмкости ПЛИС.

Оценку погрешности метода и сравнение с предыдущим результатом проведём для тактовой частоты синтезатора 33,000 МГц. Для этой частоты фрагмент кода 1 кГц равен 1FC66 hex, значение корректирующей константы 524. Для фрагмента 1 Гц эти значения составят 82 hex и 150 соответственно. Моделирование показало погрешность установки частоты менее 0,02 ppm, т.е. 0,02 Гц на каждый мегагерц. Для сравнения ПЛИС была перекомпилирована с константами опорной частоты 32,768 МГц. Отклонение загружаемого кода от введённо-

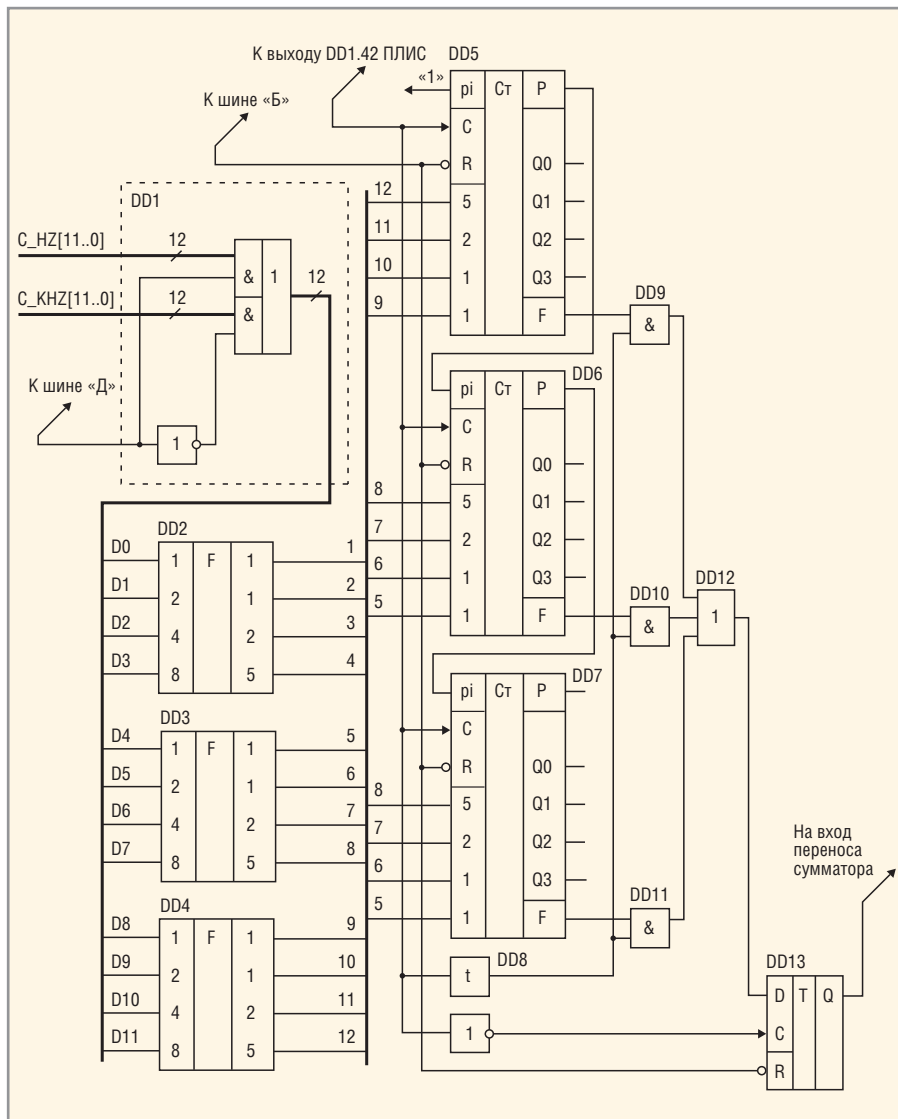


Рис. 1. Принципиальная схема корректора с использованием ПКЧ

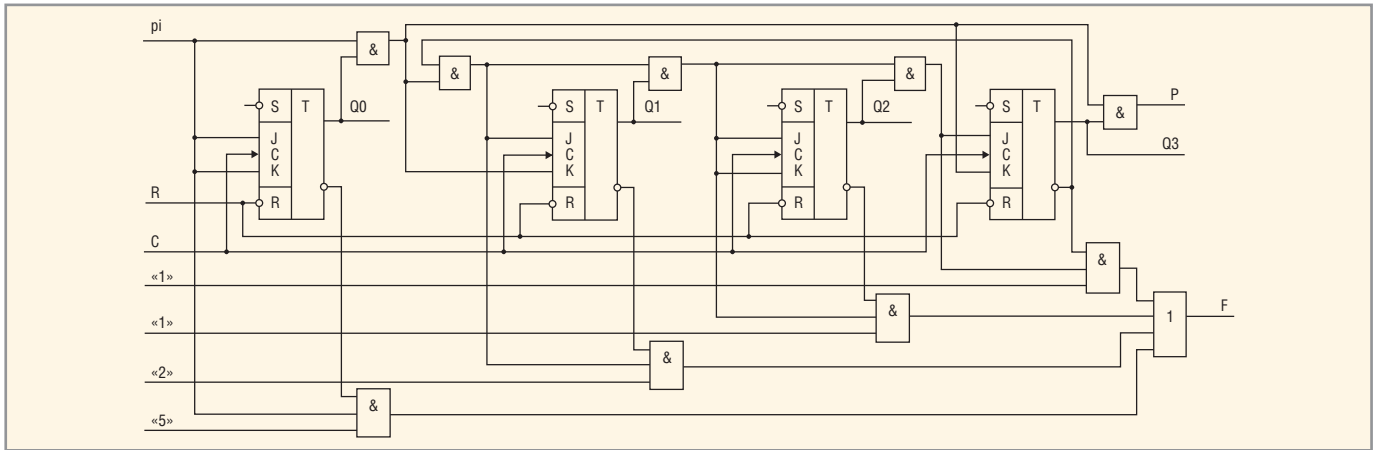


Рис. 2. Базовая схема преобразователя код–частота

го составило 0,0005 Пц, что явно лучше результата, полученного с корректирующим счётчиком.

Таблица перекодирования

Код 8421	Код 5211
0	0
1	1
2	3
3	5
4	7
5	8
6	9
7	C
8	D
9	F

Несколько слов о применении много-разрядных (16 – 24) ПКЧ в ПЛИС. В силу того, что схема ПКЧ содержит выходную сборку сигналов с длинными связями, увеличение разрядности ПКЧ может потребовать установки дополнительных промежуточных триггеров на выходе элементов 3& (pipeline). Полярность тактового сигнала дополнительных триггеров должна быть обратной.

Возможность использовать произвольную частоту кварцевого генератора и ПЛИС небольшой ёмкости для расчёта и загрузки кода, удобство управления

и ввода кода частоты могут оказаться решающими факторами в выборе элементной базы для DDS-синтезатора.

Описанный метод можно применить при решении и других аналогичных задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сокол В.Ф. Генератор синусоидального напряжения на микросхеме DDS. Современная электроника. 2010. № 3.
2. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. Энергия, 1980.

