

ПРИБОРЫ, ИЗГОТОВЛЕННЫЕ В ЛАБОРАТОРИЯХ

УДК 621.317.3:004.42:534.6:534-6

МНОГОФАЗНЫЙ ГЕНЕРАТОР ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ЗВУКОВЫХ И ИНФРАЗВУКОВЫХ ЧАСТОТ

© 2009 г. О. Я. Шмелёв

Поступила в редакцию 18.08.2008 г.
После доработки 08.09.2008 г.

Генератор состоит из цифроаналоговых преобразователей (ЦАП) и оригинальной программы прямого цифрового синтеза сигналов. В качестве преобразователей используются 16-, 24- или 32-битные ЦАП 8-канальной компьютерной звуковой карты с допустимой частотой дискретизации F_s до 400 кГц.

Генератор работает на любом IBM-PC или совместимом компьютере в 32- или 64-разрядной операционной системе Windows 95/98/Me/NT/2000/2003/XP/Vista. Синтез всех сигналов осуществляется в реальном времени. Минимальные требования к центральному процессору – Pentium II, 400 МГц.

Управляющая программа имеет размер около 400 Кбайт вместе с кратким руководством на русском и английском языках и доступна для ознакомления на интернет-сайте автора [1].

Программный генератор сигналов звуковых частот содержит восемь независимых друг от друга линеек (каналов) синтеза сигналов, выходной маршрутизатор (селектор перенаправления сигналов синтезирующих линеек между каналами аналого-цифровых преобразователей) и автономные регуляторы уровня выходных каналов (рисунок). На рисунке приведена структурная схема (выделена штриховой линией) одной из восьми идентичных синтезаторных линеек.

Управление режимами синтеза каждого из восьми каналов осуществляется независимо от других и сосредоточено в двух основных переключателях.

Главный переключатель режимов работы обеспечивает выбор одного из следующих видов синтеза основного сигнала:

- синусоидальная форма выходного сигнала;
- синусоидальный сигнал качающейся частоты с прямой и обратной зависимостью частоты от времени в линейном или логарифмическом масштабе времени;
- восемь независимых синусоидальных компонент выходного сигнала плюс шумовая составляющая;

- радиоимпульс, фронт и спад которого синхронизированы с синусоидальной несущей;

- амплитудная модуляция синусоидального сигнала;

- прямоугольная форма выходного сигнала (меандр);

- прямоугольный импульс с отдельно регулируемой длительностью и периодом.

Переключатель режимов работы генератора шума обеспечивает следующие функции:

- добавление к выходному сигналу белого шума (dithering) с треугольным или равномерным распределением по амплитуде и амплитудой, равной соответственно 1 или 1/2 младшего значащего разряда ЦАП;

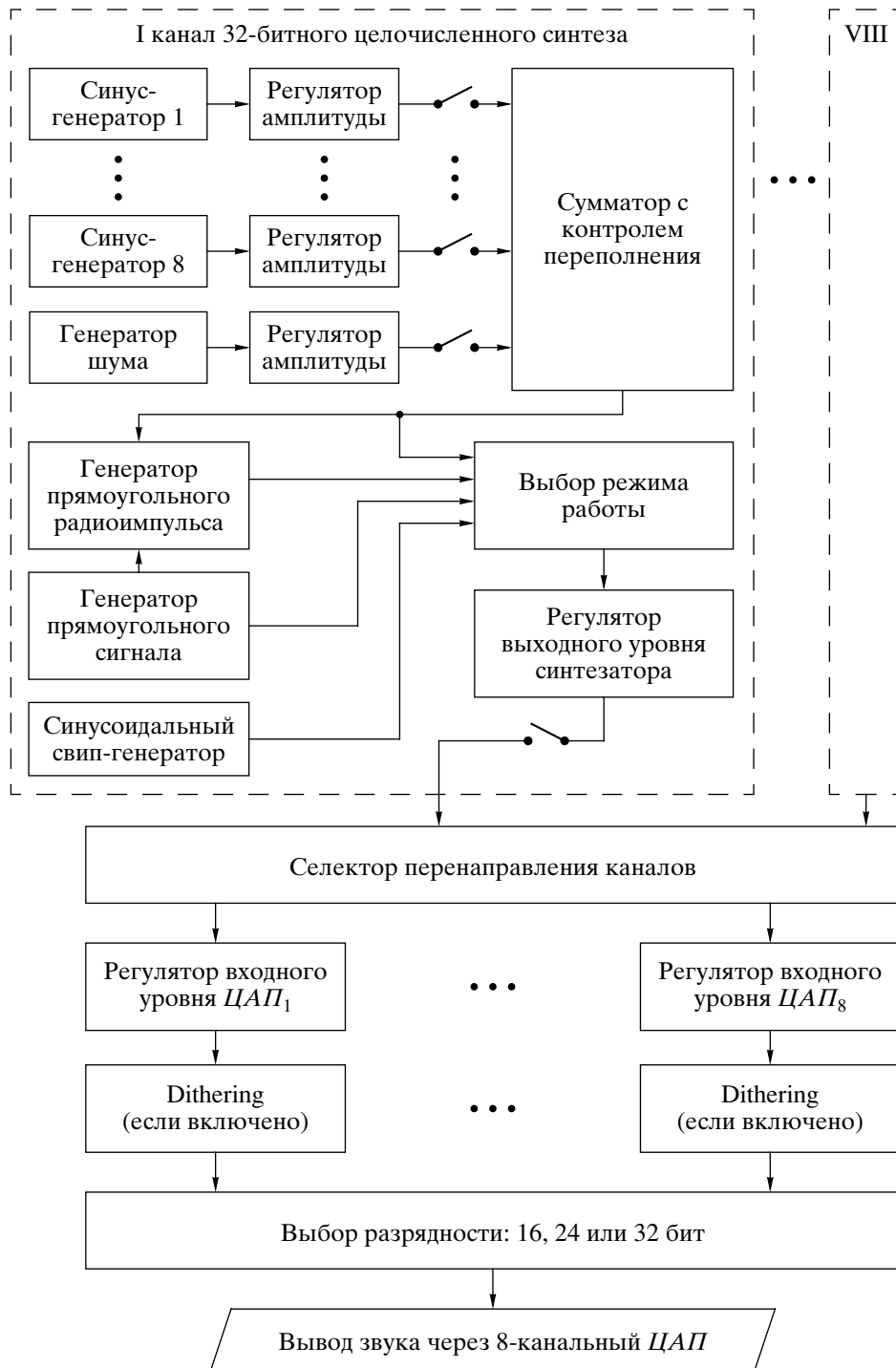
- белый шум с равномерным, треугольным или нормальным распределением по амплитуде и регулируемым уровнем;

- розовый шум со спектральной плотностью вида $1/f$;

- броуновский шум со спектральной плотностью вида $1/f^2$.

Дополнительные программные возможности: компенсация частотной погрешности тактового генератора ЦАП; запись синтезированного сигнала на диск для последующего воспроизведения; циклическое воспроизведение волнового файла вместо непосредственного синтеза; полутоновый шаг установки частоты в соответствии с равномерно темперированным музыкальным строем; округление частоты до когерентной быстрой преобразованию Фурье в анализаторе спектра [2]; синхронизация запуска и остановки генерации, а также согласование формата данных при совместной работе с компьютерным анализатором спектра [2]; внешнее (со стороны других программ) управление основными функциями генератора и параметрами синтезируемого сигнала; сохранение всех без исключения настроек текущего сеанса работы, включая редактируемый список предустановленных сигналов, в файле на жестком диске для их последующего использования.

Регулировка всех параметров сигнала производится подекадно при помощи мыши.



Структурная схема компьютерного генератора сигналов звуковых частот.

Основные параметры программного генератора в режиме синтеза синусоидальных сигналов следующие: максимальное число выходных каналов 8; диапазон генерируемых частот от 10^{-3} Гц до $F_s/2$; относительный шаг установки частоты

10^{-7} – 10^{-6} ; диапазон регулировки уровня (в 24-битном режиме) – 0...–145 дБ; шаг установки уровня (в диапазоне 0...–100 дБ) – 0.001 дБ; диапазон регулировки начальной фазы $\pm 360^\circ$; шаг установки начальной фазы 0.001° ; период качания частоты

0.001–9999 с; уровень гармонических и интермодуляционных искажений (в 24-битном режиме и без учета нелинейности ЦАП) – не более –145 дБ.

Коэффициент нелинейных и интермодуляционных искажений, точность, стабильность и диапазон частот выходного сигнала ограничены только типом используемого ЦАП.

При использовании ЦАП WM8768, установленного на звуковой карте Audigy SE, доработанной в соответствии с [3], рабочий диапазон частот по электрическому напряжению составляет 0.001 Гц–45 кГц при неравномерности по краям диапазона не более –3 дБ. Коэффициент нелинейных искажений выходного сигнала на частоте 1 кГц при выходном уровне –6 дБ составляет ~0.001% (при разрядности 24 бит). Среднеквадратичное выходное

напряжение, соответствующее максимальному уровню (0 дБ), составляет 2 В на нагрузке 10 кОм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шмелёв О.Я. Автоматизация научных исследований. <http://www.corbina.com/~shmelyoff>, <http://shmelyoff.narod.ru>, <http://shmelyoff.nm.ru>
2. Шмелёв О.Я. // ПТЭ. 2005. № 4. С. 151.
3. Шмелёв О.Я. // ПТЭ. 2006. № 3. С. 69.

Адрес для справок: Россия, 107076, Москва, ул. Стромынка, 20, Московский государственный университет приборостроения и информатики, Проблемная лаборатория молекулярной акустики. Тел. 8-499-144-27-49.

E-mail: shmelyoff@post.ru.

Web: <http://shmelyoff.narod.ru>