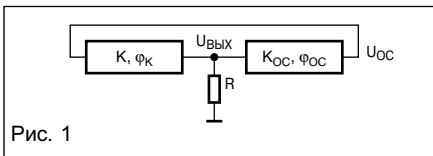


Генератор гармонических колебаний на логических элементах с цифровым управлением

Предлагаемый вниманию читателей генератор гармонических колебаний предназначен для применения в различных радиотехнических устройствах с цифровым управлением. Генератор построен на доступной элементной базе и обеспечивает формирование гармонических колебаний со стабильными параметрами. В статье приводится методика расчета генератора.

Функциональная схема генератора представлена на рис. 1.



Для генерации гармонических колебаний требуется выполнение двух условий [1]:

- баланс амплитуд $K_{ос} \cdot K = 1$;
- баланс фаз $\varphi_k + \varphi_{ос} = 0, 2\pi$.

В качестве усилителя обратной связи $K_{ос}$ применяют, как правило, инвертор с $\varphi_{ос} = \pi$. В качестве усилителя K целесообразно использовать полосовой фильтр [2], обеспечивающий на резонансной частоте необходимый в данном случае фазовый сдвиг $\varphi_k = \pi$. Высокая крутизна фазовой характеристики фильтра в полосе пропускания обеспечивает формирование колебаний со стабильной частотой, а его избирательные свойства — подавление гармоник.

В качестве полосового фильтра в предлагаемом генераторе использован полосовой фильтр [2]. Генератор возбуждается на резонансной частоте полосового фильтра, которая определяется из выражения:

$$f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot C} \cdot G, \quad (1)$$

где R (G) и C — сопротивление (проводимость) и емкость времязадающей цепи.

Из выражения (1) видно, что частота генерации пропорциональна проводимости времязадающей цепи, что обеспечивает линейный закон управления частотой.

Схема генератора гармонических колебаний приведена на рис. 2. На элементах DD1.2-DD1.4 выполнен полосовой фильтр, на элементе DD1.1 — усилитель обратной связи и на элементах DD2.1-DD2.4 и R_m — матрица сопротивлений с цифровым управлением. Структура фильтра позволяет получать на выходах противофазные напряжения, для чего необходимо использовать дополнительно $U_{вых2}$. Входы IN0 и IN1 являются цифровыми входами управления частотой генерации.

Ниже приведена методика расчета генератора.

1. Зададимся значениями f_{min} — нижняя частота генерации, Δf — шаг перестройки, n — число разрядов двоичного числа сигнала цифрового управления.

2. Применим $C1=C2=C$ и $R7=R5=R$.

3. Зададим значение C и из формулы (1) найдем значение R .

4. Определим значение R_m по формуле

$$R_m = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \Delta f \cdot C}. \quad (2)$$

5. Определим значение f_{max} по формуле

$$f_{max} = f_{min} + (2^n - 1) \Delta f. \quad (3)$$

6. Определим $R3$ по формуле

$$R3 = \frac{10 \div 20}{2 \cdot \pi \cdot f_{max} \cdot C}. \quad (4)$$

7. Определим $R2$ из соотношения $R2 = R3/0,7$.

На рис. 2 приведены номиналы элементов, полученные в результате расчета по приведенной методике для $f_{min} = 1,5$ кГц, $\Delta f = 1,5$ кГц и $n = 2$.

В общем случае, выходная частота равна

$$f_{вых} = f_{min} + \Delta f \cdot \sum_{i=0}^{n-1} a_i \cdot 2^i, \quad (5)$$

где i — номер входа (разряд управляющего слова); a_i — значение сигнала на входе управления (лог. 1 или лог. 0); n — разрядность управляющего слова.

Сопротивления в матрице проводимостей определяются по формуле

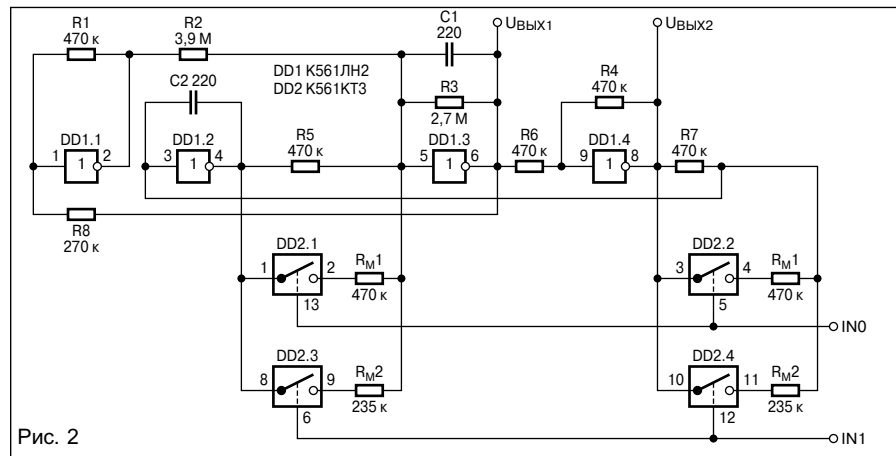
$$R_{m(i+1)} = \frac{R_m}{2^i}. \quad (6)$$

При необходимости получения непрерывного закона изменения частоты резисторы R_m заменяют сдвоенным потенциометром с сопротивлением R_p и включенным последовательно ему резистором $R_{доп}$. Значения этих сопротивлений находим из формул:

$$f_{min} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot (R_p + R_{доп}) \cdot C};$$

$$f_{max} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_{доп} \cdot C}.$$

В генераторе можно использовать микросхемы К561ЛА7, К561ЛЕ5 при



включении по схеме инверторов. При напряжении питания 3 В генератор потребляет ток 1-3 мА.

Применение аналогичных зарубежных микросхем серий 74АС, 74НС позволит существенно увеличить диапазон рабочих частот, примерно в 10-15 раз.

В случае большой разрядности управляющего слова, в качестве матрицы проводимостей может быть применен двухканальный цифровой потенциометр, например, производства фирмы Microchip (серия MCP42XXX). К его несомненным достоинствам можно отнести небольшие размеры, малое потребление и относительно небольшую стоимость.

Дмитрий Онышко,
oda78@pisem.net

Литература

1. Быстров Ю. А., Мироненко И. Г. Электронные цепи и устройства — М.: Высшая школа, 1989.
2. Онышко Д. Полосовой фильтр на КМОП инверторах. — М.: Схемотехника, 2001, №7.