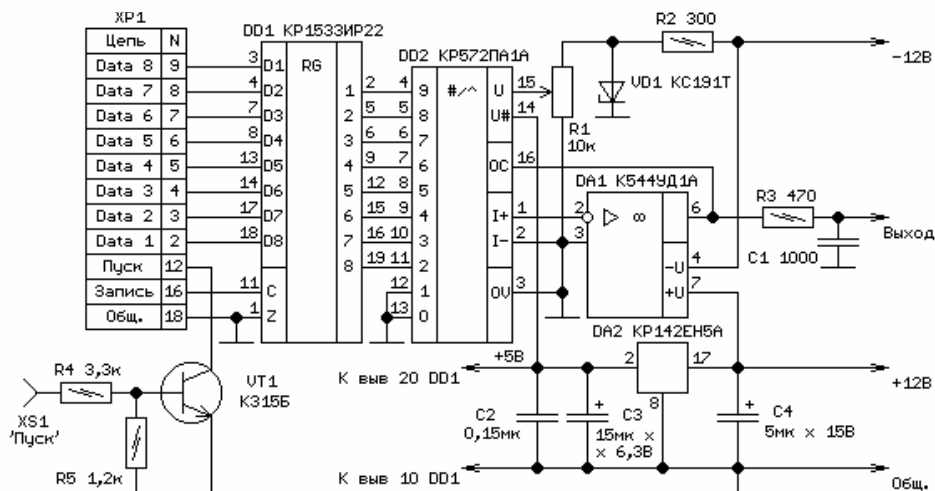


## Компьютер - генератор аналоговых сигналов.

Нередко в радиолюбительской деятельности требуется использовать сигналы необычной формы, например, сигналы, характерные для реальных процессов и устройств. Часто подобные задачи решают косвенным путем, используя различные имитаторы, записывают сигнал на магнитофон для дальнейшего использования или применяют генераторы на основе постоянных запоминающих устройств (ПЗУ) [1]. Все эти устройства имеют один существенный недостаток: они формируют только один или ограниченный набор таких сигналов. Очень удобным в этом случае оказывается использование для генерации подобных сигналов компьютера, например IBM PC совместимого. При использовании компьютера становится возможным использовать неограниченный набор разнообразных сигналов, используя при этом все сервисные возможности современного компьютера.



Способ получения аналогового сигнала произвольной формы с помощью компьютера аналогичен описанному в [2]. На рисунке приведена принципиальная схема предлагаемого варианта устройства. Цифровой сигнал берется с параллельного порта компьютера через разъем XP1 и преобразуется в аналоговый с помощью цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) на микросхемах DD2 с

операционным усилителем (ОУ) DA1. Цифровой код, полученный с компьютера, запоминается регистром DD1. На микросхеме DA2 выполнен источник питания +5 В для микросхем DD1 и DD2. На стабилитроне VD1 и резисторе R2 собран источник образцового напряжения, используемого для формирования выходного аналогового сигнала. С помощью переменного резистора R1 можно изменять напряжение на выводе 15 DD2, чем достигается изменение амплитуды выходного сигнала. Цепь R3C1 необходима для фильтрации высокочастотных коммутационных процессов в ЦАП и сглаживает дискретные перепады выходного сигнала. Максимальная частота выходного сигнала ограничивается в основном быстродействием ЦАП DD2, быстродействием параллельного порта компьютера и количеством шагов формирования одного периода генерируемого сигнала [2]. При использовании ЦАП КР572ПА1 с временем установления около 5 мкс и формирования прямоугольного сигнала (2 шага при формировании) можно получить сигнал частотой до 100 кГц. При формировании сигналов, имеющих более сложную форму, верхняя граница частоты уменьшается. Нижняя граница частоты сигнала ничем не ограничена.

Приведенный в таблице 1 фрагмент программы демонстрирует вывод очередного значения на ЦАП. Вывод информации через порт происходит следующим образом. Вначале на порт 378h выдается очередное значение сигнала. После этого читается состояние порта 37Ah и в полученном значении устанавливается бит 2, соответствующий выводу 16 параллельного порта. Затем этот бит очищается и также выводится через порт. Вследствие этого на вход С микросхемы DD1 (вывод 11) действует короткий импульс, благодаря которому регистр на этой микросхеме записывает состояние выводов 2..9 параллельного порта и передает его на АЦП. Через некоторое время, которое определяет период сигнала, цикл повторяется. Задержка между выводом двух последовательных значений равна  $T_z = T / N$ , где  $T_z$  - время задержки (в сек),  $T$  - период сигнала (в сек),  $N$  - число шагов необходимых для формирования одного периода сигнала [2].

Описываемый генератор может работать и в ждущем режиме. Этот режим реализован программно. Чтобы запустить генератор, необходимо

подать импульс на вход XS1 "пуск". При этом на контакт 12 разъема XP1 подается импульс, сформированный инвертором на транзисторе VT1, нагрузкой которого является резистор, находящийся в контроллере параллельного порта компьютера. При этом устанавливается бит 5 порта 379h. Обслуживающая программа отслеживает это и запускает генератор. Если работа в ждущем режиме не требуется, то элементы VT1, R4 и R5 можно исключить.

Обычно погрешность формирования выходного сигнала не превышает 1%. При необходимости увеличить точность выходного сигнала можно увеличив число разрядов ЦАП, используемых в преобразовании. Это можно сделать, введя еще один регистр, и подключить его аналогично DD1. В качестве вновь вводимых битов можно использовать два младших бита D0 и D1 порта 37Ah, выведенные на контакты 1 и 14 разъема параллельного порта соответственно. Также потребуется объединить входы синхронизации (выводы 11) новой микросхемы с уже имеющейся. В этом случае при программировании необходимо сначала вывести информацию в порт 378h, затем в порт 37Ah, используя два его младших бита. После этого формируют импульс записи. Целесообразно порт 37Ah использовать для формирования двух старших разрядов ЦАП. В этом случае изменять их состояние придется относительно редко, изменяя информацию только в младших разрядах.

Если параллельный интерфейс LPT1 занят, например принтером, а на компьютере имеется свободный интерфейс LPT2, то его можно использовать для связи с данным устройством. В этом случае в программе адреса 378h, 379h и 37Ah нужно заменить на 278h, 279h и 27Ah соответственно.

Устройство собрано на плате из стеклотекстолита размерами около 50x50 мм. Все соединения выполнены тонким монтажным проводом. Размещено устройство в корпусе подходящих размеров выполненного, например, из фольгированного стеклотекстолита, собранного при помощи пайки. Микросхему DD1 можно заменить на KP1533IP33 (с другим расположением выводов) или аналогичную серии 555. В качестве DA1 можно использовать K544УД2. Стабилитрон VD1 любой, с напряжением стабилизации около 9 В. При необходимости микросхему

DA2 можно установить на небольшой радиатор (в авторском варианте не потребовалось). Соединительный кабель с разъемом XP1 может быть длиной около 1 м. В качестве XP1 использован стандартный компьютерный разъем DB-25 на 25 контактов. Буферный регистр DD1 используется для промежуточного хранения сигнала и предотвращает попадание на ЦАП переходных помех и помех, вводимых длинным кабелем соединения. Если кабель не очень длинный, то можно обойтись и без DD1, так как параллельный порт компьютера сохраняет свое состояние, пока оно не будет изменено программно. В этом случае необходимо исключить из программы формирование импульса записи.

В налаживании устройство не нуждается, может только потребоваться подобрать номиналы цепи R2C1 в случае необходимости.

Для удобства пользования описанным устройством было разработано программное обеспечение, которое позволяет генерировать сигналы, записанные в файлах. Также это программное обеспечение позволяет оперативно изменять некоторые параметры, такие как период сигнала, разрядность АЦП, наличие импульса записи и другие. Это программное обеспечение совместимо с любым компьютером семейства IBM PC, XT, AT.

#### Литература.

1. Межлумян А. Цифровой генератор аналоговых сигналов. - Радио, 1994, №10, с.34.
2. Псурцев В., Федоров М. Цифровой синтез аналогового сигнала. - Радио, 1994, №2, с.37.

#### Таблица 1.

; Пример процедуры вывода значения на  
; порт и формирования импульса записи.

```
MOV DX, 378h ; адрес порта
MOV AL, очередное_значение
OUT DX, AL   ; вывод в порт
              ; очередного значения
MOV DX, 37Ah ; адрес порта для
```

```
IN AL, DX      ; формирования импульса записи  
OR AL, 4h     ; прочитав состояние порта  
OUT DX, AL    ; установить бит 3  
AND AL, 0FBh  ; вывести в порт  
OUT DX, AL    ; сбросить бит 3  
OUT DX, AL    ; вывести в порт
```