

Синтезатор частоты на микросхеме AD9835

Алексей ТЕМЕРЕВ (UR5VUL), г. Светловодск, Украина

Предлагаемый синтезатор предназначен для совместной работы с приемными и передающими трактами диапазонов 160, 80 и 40 метров с промежуточной частотой 500 кГц.

Синтезатор частоты собран на базе микросхемы прямого цифрового синтеза (DDS) AD9835 [1]. В ней имеются аккумулятор фазы, ПЗУ, хранящее функцию косинус и цифроаналоговый преобразователь (ЦАП). Аккумулятор фазы представляет собой накопительный регистр, содержимое которого с каждым поступающим от внешнего тактового генератора импульсом увеличивается на определенное число, называемое кодом частоты. Длина аккумулятора в микросхеме AD9835 — 32 двоичных разряда. Его переполнения игнорируются, счет после них продолжается. Число, накопленное в аккумуляторе, служит аргументом функции косинус, отсчеты которой хранятся в специальном ПЗУ. На выходе ЦАП, подключенного к выходу ПЗУ, получаем синусоидальное напряжение заданной частоты $f_{\text{вых}}$. Ее можно определить по формуле

$$f_{\text{вых}} = f_{\text{такт}} \frac{M}{2^N},$$

где $f_{\text{такт}}$ — тактовая частота; N — число разрядов аккумулятора фазы; M — код частоты, занесенный в микросхему по последовательному интерфейсу.

Технические характеристики

Шаг перестройки, Гц 10, 50, 1000
 Напряжение сигнала на нагрузке 50 Ом, В, не менее 0,5
 Напряжение питания, В 12
 Ток потребления, мА, не более 200

Схема синтезатора приведена на рис. 1. Микроконтроллер DD1 обрабатывает нажатия кнопок управления SB1—SB4, импульсы валкодера, поступающие на разъем XP2, и выдает код частоты на входы SCLK и SDATA микросхемы DDS (DA3). Загрузка каждого кода сопровождается импульсом, подаваемым на вход FSYNC. В микроконтроллере включен внутренний тактовый генератор. Источником тактовых импульсов частотой 50 МГц для DDS служит интегральный кварцевый генератор G1. Сигнал с выхода DDS проходит через двухзвенный ФНЧ с частотой среза

около 8 МГц (C16L3C17L4C18) и буферный усилитель на транзисторе VT1.

Для отображения информации применен подключаемый к разъему XP3 двухстрочный ЖКИ по 20 символов в строке с встроенным контроллером HD44780. В скобках у выводов разъема указаны номера выводов использованного ЖКИ MDLS-20265. При его замене аналогичным другого типа следует учитывать, что нумерация выводов может быть иной. При загрузке в микроконтроллер DD1 соответствующей версии программы можно применить и ЖКИ с двумя строками по 16 символов.

Схема узла оптического валкодера, подключаемого к разъему XP2, изображена на рис. 2. Позиционные обозначения элементов здесь в основном соответствуют имеющимся в [2], где этот узел описан подробно. Между излучающим диодом VD7 и сдвоенным фотодиодом VD8 находится непрозрачный для ИК лучей диск с прорезями. При вращении диска фотодиоды поочередно затеняются и освещаются, в результате чего закрываются и открываются транзисторы VT5 и VT6. По знаку фазового сдвига

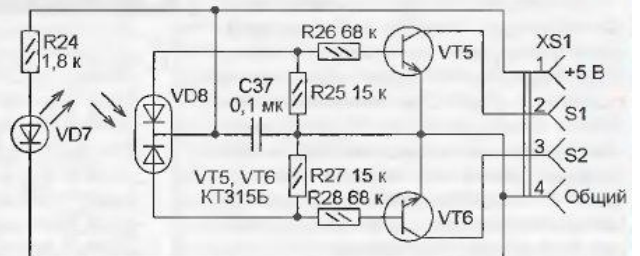
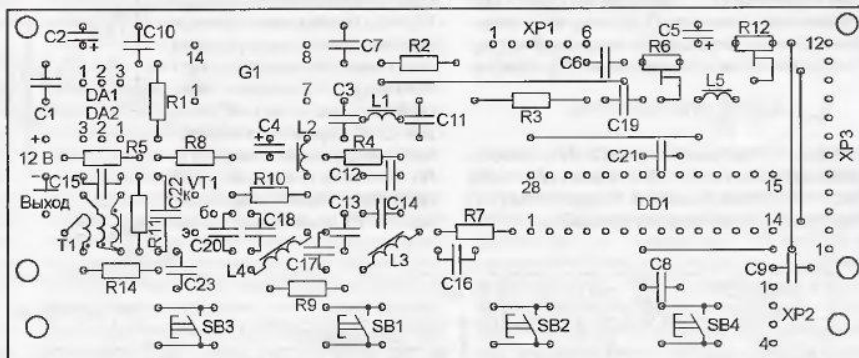
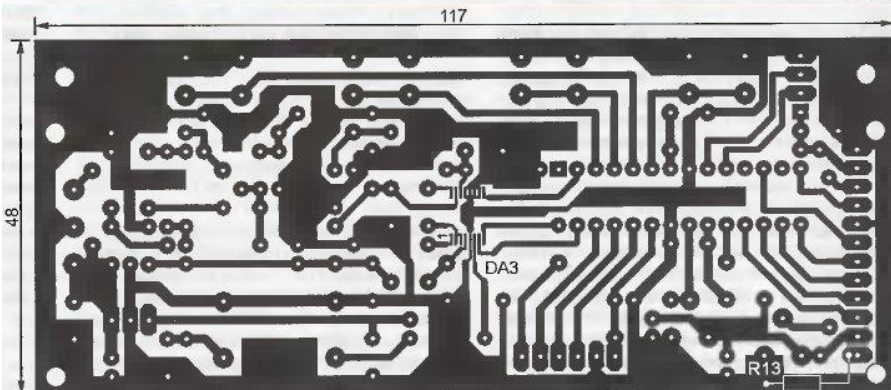


Рис. 2



Имя файла (*.hex)	Частота, кГц	Индикатор (симв.хстрок)
ad9835synt	f_0+500	20x2
ad9835low	f_0-500	20x2
ad9835_1602h	f_0+500	16x2
ad9835_1602 low	f_0-500	16x2



Рис. 3



Рис. 4

между импульсами на их коллекторах микроконтроллер определяет направление вращения диска, а по числу импульсов — угол его поворота.

При подаче питания синтезатор начинает работать в диапазоне 160 метров на частоте, записанной ранее в память микроконтроллера в качестве стартовой. Нажатиями на кнопку SB4 диапазоны переключаются по кругу. О включенном диапазоне сигнализирует высокий уровень на соответствующем контакте разъема XP1. Эти сигналы можно использовать для управления внешними устройствами.

По умолчанию шаг перестройки синтезатора — 50 Гц. Но если вращать валкодер при нажатой кнопке SB2, перестройка будет происходить с шагом 1 кГц, а при нажатой кнопке SB3 — с шагом 10 Гц. Одновременным нажатием на кнопки SB2 и SB4 текущее значение частоты записывают в энергонезависимую память микроконтроллера для использования в качестве стартового.

При нажатии на кнопку SB1 установленная частота запоминается в памяти микроконтроллера. На эту частоту синтезатор будет автоматически переходить в режиме передачи (при низком уровне напряжения, поданного на контакт 1 разъема XP1). Причем в режиме приема сохраняется возможность настроиться на любую частоту диапазона. После повторного нажатия на кнопку SB1 синтезатор возвращается к обычному режиму работы без разноса частот передачи и приема.

О режиме работы — приеме или передаче — сигнализируют надписи, выводимые в левой части верхней строки ЖКИ (рис. 3). В этой же строке выводится значение установленной рабочей частоты, а нижняя строка отведена для отображения уровня напряжения, поступающего на контакт 6 разъема XP1. Подразумевается, что это напряжение с выхода 5-метра приемника. Шкала отображения — линейная. Масштаб регулируют подстроечным резистором R6. Оптимальной контрастности изображения на табло ЖКИ добиваются подстроечным резистором R12.

Синтезатор собран на печатной плате размерами 117×48 мм из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита, причем верхний слой фольги служит экраном (рис. 4). Чертеж платы и размещение деталей на ней показаны на рис. 5. ЖКИ закреплен над платой на стойках со стороны печатных проводников. С этой же стороны установлены кнопки SB1—SB4 и припаян непосредственно к печатным проводникам резистор R13.

Дроссели L1, L2, L5 — малогабаритные импортные. Катушки L3 и L4 содер-

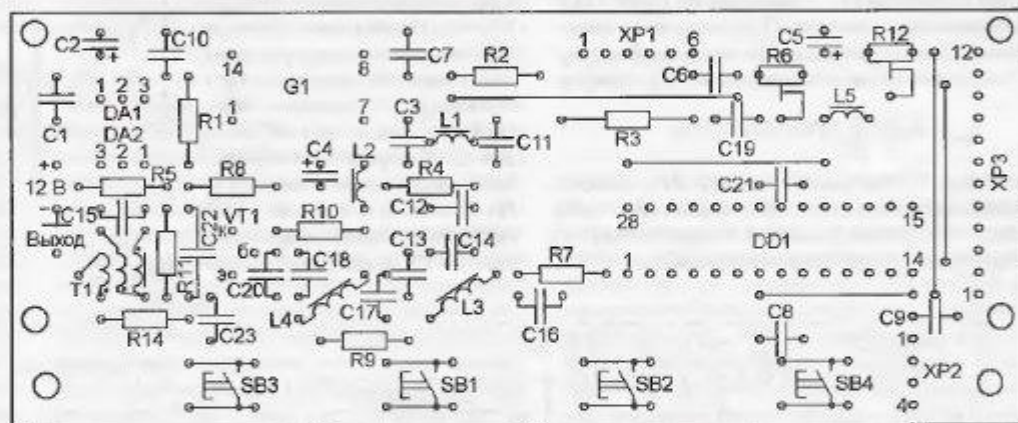
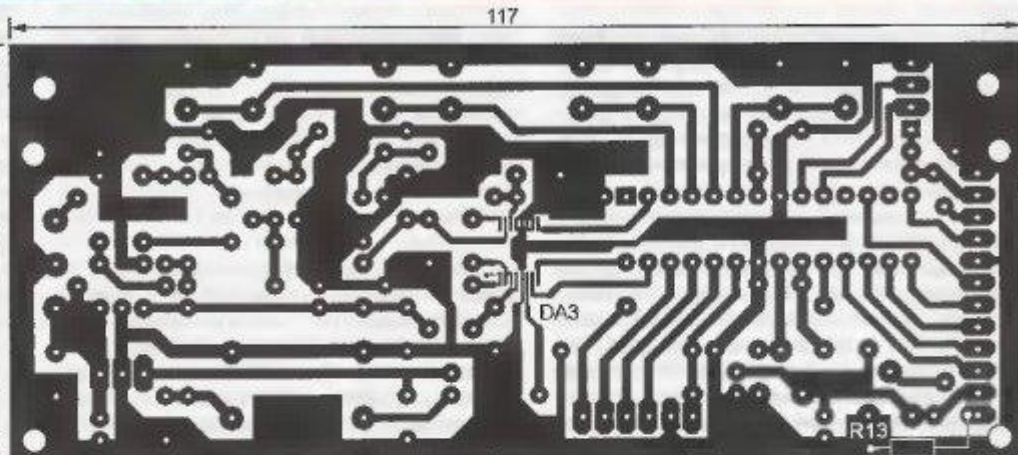


Рис. 5

жат по 20 витков провода диаметром 0,25 мм на кольцах K7×4×2 из феррита 20В4. Можно применить и готовые катушки указанной на схеме индуктивности. Трансформатор T1 имеет три обмотки по 15 витков провода диаметром 0,25 мм на кольце K7×4×2 из феррита 600НН или 1000НН. Генератор G1 — КХО-200 на 50 МГц.

К статье прилагаются четыре варианта программы для микроконтроллера в таблице. Они различаются тем, что частота f_{max} , генерируемая синтезатором, может быть на 500 кГц (значение ПЧ, заложенное в программу) больше или меньше частоты приема—передачи f_0 , выводимой на ЖКИ. Сам ЖКИ в зависимости от версии программы должен отображать 20 или 16 символов в каждой из двух строк.

В микроконтроллере должны быть запрограммированы (отмечены "галочками" в окне Configuration and Security Bits программы Ponyprog) следующие разряды: BODLEVEL, BODEN, SUT0, SKSEL0, SKSEL1, SKSEL3. Автор пользовался для программирования микроконтроллера описанным в [3] простым адаптером, подключаемым к COM-порту компьютера.

Имя файла (*.hex)	Частота, кГц	Индикатор (симв.×строк)
ad9835synt	f_0+500	20×2
ad9835low	f_0-500	20×2
ad9835_1602h	f_0+500	16×2
ad9835_1602_low	f_0-500	16×2

Перед первым включением синтезатора необходимо тщательно проверить печатную плату на отсутствие замыканий между проводниками, особенно в районе выводов микросхемы DA3. При правильно собранной цифровой части после подачи питания на индикаторе синтезатора будет отображена частота 1900 кГц.

ЛИТЕРАТУРА

1. 50 MHz CMOS Complete DDS AD9835. — <http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD9835.pdf>.
2. Темедев А. Однодиапазонный синтезатор частоты. — Радио, 2004, № 12, с. 57—60.
3. Темедев А. Синтезатор частоты КВ трансивера. — Радио, 2009, № 9, с. 55—57.

От редакции. Программы микроконтроллера синтезатора имеются на нашем FTP-сервере по адресу <<ftp://ftp.radio.ru/pub/2010/09/synt9835.zip>>.

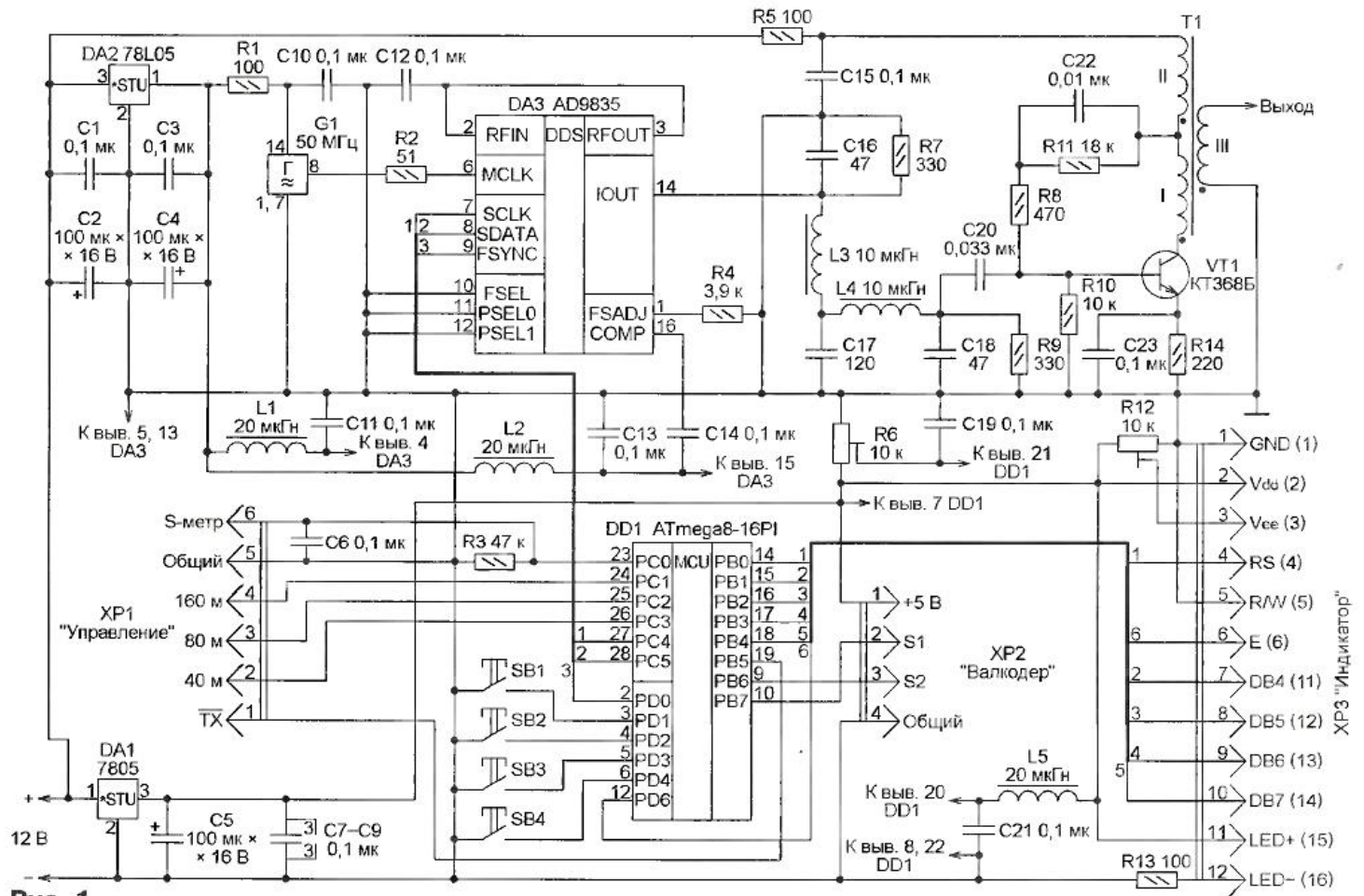


Рис. 1

