

(основное) состояние, атомы испускают фотоны. Излученный свет собирается – в спектральном диапазоне сцинтиллятора – на фотоприёмник. В качестве последнего часто служит фотоэлектронный умножитель (ФЭУ).

Фотоэлектронный умножитель представляет собой стеклянный цилиндр, откаченный до остаточного давления не выше 10⁻⁶ мм рт. ст., в торце которого расположено прозрачное плоское окно, на поверхность которого со стороны эвакуируемого объема нанесён тонкий слой вещества с малой работой выхода электронов (фотокатод), обычно на основе сурьмы и цезия. Далее в эвакуированном пространстве располагается серия электродов – динодов, на которые с помощью делителя напряжения от источника электропитания подаётся последовательно возрастающая разность потенциалов. Диноды ФЭУ изготавливаются из вещества также с малой работой выхода электронов. Они способны при бомбардировке их электронами испускать вторичные электроны в количествах, превышающих число первичных в несколько раз. Последний динод является анодом ФЭУ. Основным параметром ФЭУ является коэффициент усиления при определённом режиме питания. Обычно ФЭУ содержит девять и более динодов и усиление первичного тока достигает для различных умножителей величин 105 – 1010 раз, что позволяет получать электрические сигналы амплитудой от вольт до десятков вольт.

Фотоны, попадая на фотокатод ФЭУ, в результате фотоэффекта выбивают электроны, в результате чего на аноде ФЭУ возникает электрический импульс, который далее усиливается динодной системы за счёт механизма вторичной электронной эмиссии. Анодный токовый сигнал ФЭУ – через усилитель или непосредственно - подается на вход измерительного прибора – счетчика импульсов, осциллографа, аналогоцифрового преобразователя и т.п. Амплитуда и длительность импульса на выходе определяются свойствами как сцинтиллятора, так и ФЭУ.

В ряде случаев на выходе усилителя наблюдается большое число импульсов (обычно малых по амплитуде), не связанных с регистрацией ядерных частиц, а именно, импульсов собственных шумов ФЭУ и ускорителя. Для устранения шумов между усилителем и счётчиком импульсов включается интегральный амплитудный дискриминатор, пропускающий лишь те импульсы, амплитуды которых больше некоторого значения порогового напряжения.

Детектирование нейтральных частиц (нейтронов, γ -квантов) происходит по вторичным заряженным частицам, образующимся при взаимодействии нейтронов и γ -квантов с атомами сцинтиллятора.

Список использованных источников:

1. Современные методы разделения и определения радиоактивных элементов. – М.: Наука, 1989. - 312 с.
2. Harvey D. Modern analytical chemistry. McGraw-Hill, 2000. - 816 p.
3. Moens L., Jakubowski N. Double-Focusing Mass Spectrometers in ICP-MS // Analytical News & Features. - 1998.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СИНТЕЗАТОР ЧАСТОТЫ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Бунцевич Р. Л.

Колбун В. С. – доцент

Частотный синтезатор является ключевым элементом практически любой системы связи, измерения и контроля [1]. Современные частотные синтезаторы СВЧ диапазона требуют постоянного улучшения технических характеристик, расширения функциональных возможностей, снижения габаритов, энергопотребления и конечной стоимости.

Цифровые синтезаторы (DDS – Direct Digital Synthesizer) используют цифровую обработку для конструирования требуемой формы выходного сигнала из базового (тактового) сигнала [2]. На рис. 1 показана функциональная схема синтезатора DDS: его основными узлами являются накопитель значения фазы (аккумулятор фазы), средство преобразования значения фазы в амплитуду (обычно это ПЗУ с табличными значениями функции синуса) и ЦАП. Схема DDS генерирует синусоидальный сигнал с заданной частотой. Частота выходного сигнала определяется двумя параметрами: частотой тактового сигнала и двоичным числом, записанным в регистр частоты. Это двоичное число, записанное в регистр частоты, подается на вход аккумулятора фазы. При использовании ПЗУ с табличными значениями синуса аккумулятор фазы вычисляет адрес (соответствующий мгновенному значению фазы) и подает его на вход ПЗУ, при этом на выходе ПЗУ мы получаем текущее значение амплитуды в цифровом виде. Далее ЦАП преобразует это цифровое значение в соответствующее значение напряжения или тока. Для генерации синусоиды с фиксированной частотой постоянная величина (приращение фазы, определяемое двоичным числом, записанным в регистр частоты) прибавляется к значению, хранящемуся в аккумуляторе фазы, с каждым импульсом тактового сигнала. Скорость генерации цифрового сигнала, главным образом, ограничена цифровым интерфейсом и является весьма высокой, сопоставимой с аналоговыми схемами. Цифровые синтезаторы также обеспечивают довольно малый уровень фазовых шумов, даже демонстрируя уменьшение шумов используемого тактового сигнала.

Универсальный синтезатор частоты использует принцип прямого частотного синтеза (DDS). Его особенности:

- микроконтроллер ATMEGA32-16AI управляет работой микросхемы-синтезатора AD9859-1 и работой цветного дисплея LS020;
- настройка режимов работы синтезатора осуществляется с помощью клавиатуры;
- синтезатор может управляться с помощью компьютера через интерфейс USB.

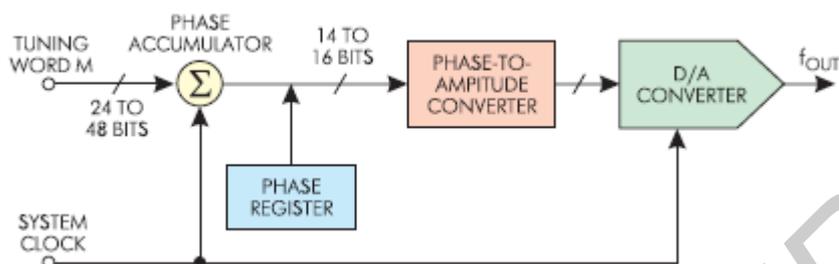


Рисунок 1 – структурная схема цифрового синтезатора частоты

Главные недостатки - ограниченный частотный диапазон и большие искажения сигнала, а также высокое содержание нежелательных спектральных продуктов (spurs) из-за ошибок квантизации и преобразования ЦАП. С этой точки зрения универсальный синтезатор ведёт себя как частотный смеситель, генерирующий дискретные продукты на комбинационных частотах [3].

Таким образом, был спроектирован универсальный синтезатор частоты, удовлетворяющий современным требованиям к устройствам своего класса.

Список использованных источников:

1. Browne, J. Frequency Synthesizers Tune Communications Systems / J. Browne // *Microwaves&RF*. – 2006, March.
2. Kroupa, V. Direct Digital Frequency Synthesizers / V. Kroupa. – New York: Wiley-IEEE Press, 1999. – 396 p.
3. Chenakin, A. Frequency Synthesis: Current Solutions and New Trends / A. Chenakin // *Microwave Journal*. – 2007, May.

ЦИФРОВОЙ ТАХОМЕТР С КВАЗИАНАЛОГОВОЙ ШКАЛОЙ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Лисовский А. А.

Серенков В.Ю. – ст.преподаватель

Тахометр предназначен для установки в автомобиле с четырехцилиндровым бензиновым двигателем и бесконтактной системой зажигания с датчиком Холла. Можно использовать прибор и для совместной работы с контактной системой зажигания, если изменить его входную цепь.

В журналах «Радио» описано немало приборов для измерения частоты вращения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания – аналоговых и цифровых.

Тахометр отображает показания в двух видах — цифровом с разрешающей способностью 30 мин⁻¹ (точнее 29,8 мин⁻¹) и в виде линейки вертикальных штрихов, причем ее длина изменяется пропорционально измеряемому значению. Число элементов в линейке — 32, что вполне достаточно для оценки значения параметра.

Следует заметить, что разрешающая способность прибора не остается постоянной, изменяясь в небольших пределах, в зависимости от времени определения момента прерывания относительно реального момента импульса зажигания. Для того чтобы исключить постоянное мелькание последней цифры на табло, программно установлено ее равенство нулю, что соответствует незначительной дополнительной погрешности измерения.

В тахометр введена дополнительная функция — отображение положения воздушной заслонки карбюратора. Часто забывают утопить кнопку этой заслонки после того, как двигатель уже прогрет и дальнейшая работа двигателя с не полностью открытой заслонкой приводит к переобогащению горючей смеси и повышенному расходу бензина.

Для выполнения этой функции на карбюратор необходимо установить микропереключатель, размыкающий свои контакты при полном открывании воздушной заслонки. Один из контактов должен быть соединен с корпусом автомобиля, а второй — подключен к входу "Заслонка". Поскольку карбюраторы могут быть разными, конструкция этого узла опущена.

Пока контакты микропереключателя замкнуты, в первой строке дисплея с секундным интервалом попеременно меняются надписи «ТАХОМЕТР» и «ЗАСЛОНКА», показания же тахометра присутствуют постоянно. И только когда воздушная заслонка открыта полностью, надпись «ЗАСЛОНКА» не появляется.

Структурная схема цифрового тахометра приведена на рис. 1.