

МРНТИ 45.01

А. Заурбек¹, Д.З. Джурунтаев¹

¹Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

ГЕНЕРАТОР АКУСТИЧЕСКОГО ШУМА НА ОСНОВЕ РЕГИСТРА СДВИГА С ЛИНЕЙНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ И АКТИВНОГО ФИЛЬТРА

Аннотация. В работе на основе цифрового генератора псевдослучайной последовательности импульсов, построенного на восьмиразрядном регистре сдвига с линейной обратной связью, и активного фильтра низких частот второго порядка Саллена – Ки на операционном усилителе, нагрузкой которого является пьезокерамический преобразователь ZQ, разработана электрическая схема генератора акустического шума. Предложенная схема генератора акустического шума путем создания маскирующего вибрационного шума обеспечивает защиту от прослушивания с помощью закладных устройств, телефонных разговоров, системы лазерного подслушивания и несанкционированной записи на диктафон конфиденциальной речевой информации.

Проанализирован принцип действия схемы цифрового генератора псевдослучайной последовательности импульсов. Генерируемая последовательность импульсов будет псевдослучайной до подачи 28-1 – го импульса включительно. Для преобразования цифрового шума (псевдослучайной последовательности импульсов) в аналоговый, т. е. создания акустического шума к выходу цифрового генератора псевдослучайной последовательности импульсов подключаются активный фильтр низких частот второго порядка Саллена – Ки и пьезокерамический преобразователь.

Ключевые слова: цифровой генератор псевдослучайной последовательности импульсов, регистр сдвига с линейной обратной связью.

Аңдатпа. Бұл жұмыста псевдо-кездейсоқ импульстер тізбегінің сандық генераторы және екінші ретті төменгі жиілікті Саллена – Ки белсенді сүзгіш негізінде акустикалық шу генераторының электрлік сұлбасы жасалынған. Ол конфиденциалды дауыстық ақпаратты

маскирлейтін діріл шуын құрастыру арқылы тың тыңдайтын құрылғы, телефондық арна, лазерлік құрылғы арқылы алуынан және рұқсатсыз диктафонға жазып алуынан қорғайды.

Кілт сөздер: Псевдо-кездейсоқ импульстер тізбегінің сандық генераторы, сызықты кері байланыстары бар ығыстырушы тіркегіш, акустикалық шу генераторы, екінші ретті төменгі жиілікті белсенді сүзгіш, тың тыңдайтын құрылғы, лазерлік құрылғы арқылы тыңдау, диктофон.

Abstract. On the basis of digital pseudorandom sequence of pulses and the active low-pass filter of the second order of Callena– Ki, designed the electrical circuit of the generator of acoustic noise that by creating a masking vibration noise provides protection from eavesdropping with the help of eavesdropping devices, telephone conversations, system of a laser eavesdropping and unauthorized recording dictaphone confidential voice information.

Key words: Digital generator of pseudo-random sequence of pulses, linear feedback shift register, acoustic noise generator, active filter second-order low-pass, radiozakladnye device, system laser eavesdropping, Voice Recorders.

Введение

В современных условиях информация играет решающую роль как в процессе экономического развития, так и в ходе конкурентной борьбы на внутреннем и внешнем рынках. Успешное функционирование и развитие предприятий все больше зависит от дальнейшего совершенствования их деятельности в области обеспечения информационной безопасности в сфере производства, бизнеса и предпринимательства. Таким образом, каждый собственник информации стремиться сохранить ее в тайне, создавая для этого систему защиты от несанкционированного доступа со стороны злоумышленников. Злоумышленником, в свою очередь, может быть лицо или организация, заинтересованные в получении возможности несанкционированного доступа к конфиденциальной информации, предпринимающие попытку такого доступа или совершившие его.

Одним из источников важной информации организации являются совещания, на которых представляются материалы по имеющимся результатам и планам работ. Присутствие большого количества людей и большие размеры помещений ставят перед этими организациями проблему сохранения коммерческой тайны.

Таким образом, защита информации при проведении совещаний с участием представителей сторонних организаций имеет актуальное значение и основными задачами по обеспечению информационной

безопасности является выявление и своевременная локализация возможных технических каналов утечки акустической информации.

Основная часть информации на совещании передается посредством человеческой речи, источниками которой являются сотрудники рассматриваемой и сторонней организации, то есть люди. Под речевой информацией понимается то, что произносится участниками совещаний.

В качестве основных угроз безопасности информации во время проведения совещания выступают подслушивание и несанкционированная запись речевой информации с помощью технических средств: радиозакладных устройств, систем лазерного подслушивания, стетоскопов, диктофонов, телефонных каналов связи.

Достаточно простой и надежный способ - подслушивание при помощи бытового или специального диктофона. В этом случае, злоумышленник, являющийся участником совещания, приносит с собой диктофон и включает его во время совещания. Самым простым решением проблемы в данной ситуации является личный досмотр вещей и обыск каждого участника совещания. Однако это не возможно по эстетическим и дипломатическим причинам. Поэтому целесообразно использование технических средств, способных дистанционно обнаруживать работающие средства акустозаписи (диктофон также является источником опасных сигналов).

Злоумышленник может получить конфиденциальную акустическую информацию через окна с помощью лазерного устройства. Лазерное подслушивание является сравнительно дорогим способом подслушивания и заключается в съеме акустической информации с вибрирующих под действием акустических волн поверхностей. В комнате для совещаний такими поверхностями являются стекла окон. Лазерный луч направляется на окно помещения, при отражении от вибрирующего под действием акустического сигнала окна происходит модуляция его направления и фазы. Отраженный луч принимается оптическим приемником.

Разработка схемы генератора акустического шума

Для защиты речевой информации в комнате для совещаний применяют различные технические меры. Различают пассивные и активные методы защиты. К пассивным методам относятся звукоизоляция и экранирование. Для защиты речевой информации на практике наиболее широкое применение нашли активные методы, например генераторы шумовых колебаний [1, 2]. Генераторы шума предназначены для защиты служебных помещений от подслушивания при помощи радиотехнических, лазерных, акустических и других средств. Позволяет защищать от утечки информации через стены, окна, трубы отопления и водоснабжения и т.п. Их принцип действия основан на создании маскирующего вибрационного шума в ограждающих

конструкциях и акустического шума в объеме помещения. В целом, применение генераторов шума не нарушает комфортности при работе в защищенном с их помощью помещении. Однако, с точки зрения полной комфортности работы человека в помещении, по мнению специалистов, в комплексе виброакустической защиты должны быть реализованы возможности по оптимальной настройке помехового сигнала [3, 4].

Временной случайный процесс, близкий по своим свойствам к шумовым колебаниям, может быть получен и с помощью цифровых генераторов шума, формирующих последовательности двоичных символов, называемые псевдослучайными числами (импульсами) [5, 6]. Шумовые колебания создаются для защиты от нелегального съема конфиденциальной акустической (речевой) информации. Для подслушивания и несанкционированной записи речевой информации, как отмечено выше, злоумышленники могут использовать различные технические средства: закладные устройства, систему лазерного подслушивания, стетоскопы, диктофоны и др.

Для маскирования речевых сигналов в работе предлагается электрическая схема генератора шума, которая создает акустическое и виброакустическое зашумление. В состав генератора акустического шума входят цифровой генератор псевдослучайной последовательности импульсов, построенный на основе восьмиразрядного регистра сдвига с линейной обратной связью (англ. linear feedback shift register, LFSR) на триггерах D-типа, мультивибратор, который генерирует тактовые импульсы, логические элементы (ЛЭ) «Исключающее ИЛИ» (XOR) и «НЕ», с помощью которых осуществляются обратные связи, активный фильтр низких частот второго порядка на операционном усилителе (ОУ) и пьезокерамический преобразователь ZQ (рисунок 1).

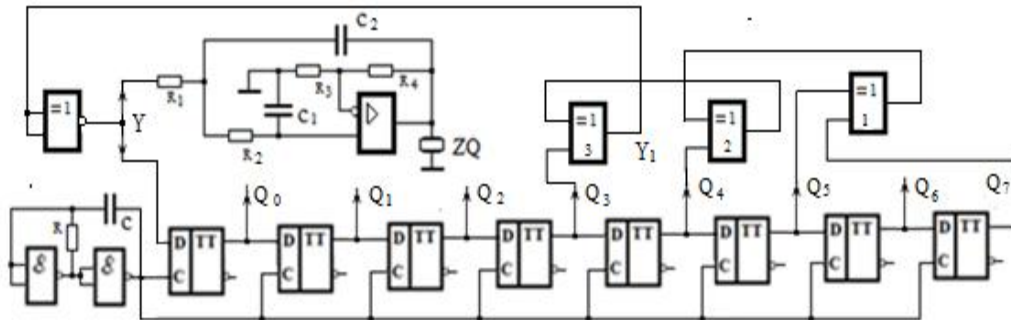


Рис.1. Электрическая схема генератора акустического шума

Анализируем принцип действия схемы генератора псевдослучайной последовательности импульсов на основе восьмиразрядного регистра сдвига с обратными связями. 0-ое состояние

регистра сдвига с обратными связями, когда триггеры всех разрядов находятся в состоянии логического 0 (выходные сигналы триггеров $Q_0 = Q_1 = \dots = Q_7 = 0$) является не рабочим. Другими словами выходной код 000...0 представляет собой запрещенное состояние, так как он блокирует работу цифрового генератора псевдослучайной последовательности. В сдвиговый регистр нужно ввести что-то отличное от нуля, иначе регистр сдвига так и останется в нуле и они, эти нули так и будут бегать по кругу в сдвиговом регистре.

Обратные связи осуществляются с выходов триггеров 7-, 5-, 4- и 3-го разрядов регистра через двухвходовые логические элементы «Исключающее ИЛИ» (XOR – сложения по модулю 2). Для исключения 0-го запрещенного состояния регистра сдвига на выходе последнего ЛЭ-3 XOR используется инвертор (логический элемент НЕ). Из-за применения инвертора запрещенным состоянием цифрового генератора будет код 1111...1 (а не код 000...0), который в данном случае исключается начальным сбросом регистра сдвига в ноль при включении питания по сигналу Ra (сигнал сброса регистра сдвига в ноль не указан на схеме). Генератор выдает псевдослучайную последовательность импульсов, т. е. восьмиразрядных кодов со всех триггеров регистра, а также псевдослучайную последовательность нулей и единиц с выхода любого из триггеров регистра.

При 0-ом состоянии регистра на выходе логического элемента ЛЭ-3 «Исключающее ИЛИ» будет сигнал логического 0 ($Y_1 = 0$), а на выходе ЛЭ «НЕ» - логическая 1 ($Y = 1$) и этот единичный сигнал поступает на вход триггера 0-го разряда регистра сдвига.

После поступления первого тактового импульса мультивибратора сигнал обратной связи $Y = 1$ с выхода цифрового генератора записывается в триггер 0-го разряда регистра и одновременно с этим содержимое регистра сдвигается на один разряд вправо. При этом содержимое регистра имеет следующий вид: $Q_0 = 1, Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = Q_5 = Q_6 = Q_7 = 0$, что соответствует числу 1. Сигнал обратной связи $Y = 1$. Поэтому после подачи второго тактового импульса в триггер 0-го разряда записывается сигнал логической 1, а содержимое регистра вновь сдвигается вправо на один разряд и в регистре будет число 3 ($Q_0 = Q_1 = 1, Q_2 = Q_3 = Q_4 = Q_5 = Q_6 = Q_7 = 0$). Сигнал обратной связи Y по прежнему будет равен 1 ($Y = 1$). Этот 1-чный сигнал записывается в триггер 0-го разряда после подачи 3-го тактового импульса и после сдвига содержимого регистра в нем будет число 7. Далее после подачи последующих тактовых импульсов мультивибратора состояние разрядных триггеров и содержимое регистра (число в регистре) будут меняться псевдослучайно, то есть генерируемая последовательность чисел(импульсов) будет псевдослучайной до подачи 28-1-го импульса включительно.

В общем случае при n -разрядном сдвигающем регистре можно генерировать m - кодовые последовательности псевдослучайных импульсов, где $m = 2^n - 1$. Псевдослучайная последовательность кодов чисел(импульсов) отличается от истинно случайной периодичностью, хотя внутри периода ничем не отличается от истинно случайной. Псевдослучайную последовательность кодов чисел, соответствующую $m = 2^n - 1$ можно снять с выхода триггера любого разряда сдвигающего регистра, так как та же самая последовательность поступает с временным сдвигом с выхода триггера каждого разряда. При относительно большом значении n псевдослучайная последовательность практически не отличается от случайной последовательности [6].

Следует отметить также, что акустический шум, создаваемый цифровым генератором псевдослучайной последовательности импульсов обеспечивает также защиту от прослушивания с помощью закладных устройств и записи на диктафон переговоров в кабинете руководителя организации или переговоров, проводимых в специально выделенных для этой цели помещениях.

Цифровой выход регистра сдвига, вырабатывающего последовательность максимальной длины, можно преобразовать в белый шум с ограниченной полосой, используя фильтр низких частот, частота среза которого существенно ниже тактовой частоты регистра. Полезный спектр шума, создаваемого цифровым генератором псевдослучайной последовательности, простирается от низкочастотной границы, обратной периоду повторения, до высокочастотной границы, равной примерно 20% от тактовой частоты(на этой частоте мощность шума на герц падает на 0,6 дБ) [2, 3]. Для того чтобы использовать часть спектра более близкую к тактовой частоте, целесообразно применить фильтры с более крутым срезом, например фильтры Баттерворта, Чебышева или Саллена - Ки.

В данной работе для создания акустического шума к выходу цифрового генератора псевдослучайной последовательности импульсов подключается активный фильтр низких частот (ФНЧ) второго порядка Саллена - Ки на основе операционного усилителя, нагрузкой которого является пьезокерамический преобразователь ZQ (рисунок 1). В схеме Саллена-Ки конденсаторы $C1$ и $C2$ выбираются одинаковой емкости. Резисторы $R1$ и $R2$ выбираются одинакового сопротивления. Обычно емкости выбирают минимальными. Именно такие конденсаторы обладают максимально стабильными характеристиками. Затем определяют значение сопротивления резисторов $R1$ и $R2$:

$$R1 = R2 = 1/2\pi f_p C,$$

где $C = C1 = C2$, f_p – частота полюса. Частота резонанса полюса определяется согласно следующей формулы:

$$f_p = 1/\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}.$$

Резисторы R3 и R4 в схеме Саллена-Ки определяют коэффициент усиления по напряжению точно так же как и в обычной схеме инвертирующего усилителя.

В схеме активного RC фильтра усилитель охвачен как отрицательной, так и положительной обратной связью. Глубина положительной обратной связи определяется соотношением резисторов R1 и R2 или конденсаторов C1 и C2. Операционный усилитель включен по схеме неинвертирующего усилителя. Активный фильтр низких частот, частота среза которого мала по сравнению с частотой тактовых импульсов мультивибратора, осуществляет преобразование цифрового шума (псевдослучайной последовательности импульсов) в аналоговый. Цифровой шум представляет собой временной случайный процесс, близкий по своим свойствам к процессу физических шумов и поэтому называется «псевдослучайным процессом».

Следует отметить, что акустическое зашумление помещения обеспечивает эффективную защиту информации в нем, если цифровой генератор акустического шума расположен к акустическому приемнику злоумышленника ближе, чем источник информации. Например, когда подслушивание возможно через дверь или, когда перехват речевой информации осуществляется через оконное стекло с помощью лазерного устройства, то цифровой генератор акустического шума целесообразно прикрепить к двери или разместить на подоконнике, вблизи от зашумляемого оконного стекла.

Выводы

На основе схемы цифрового генератора псевдослучайных импульсов, построенной на восьмиразрядном регистре сдвига с линейной обратной связью, и активного фильтра низких частот второго порядка Саллена - Ки, нагрузкой которого является пьезокерамический преобразователь ZQ, построена электрическая схема генератора акустического шума, который путем создания маскирующего вибрационного шума обеспечивает защиту от прослушивания с помощью закладных устройств, телефонных разговоров, системы лазерного подслушивания и несанкционированной записи на диктафон конфиденциальной речевой информации.

В дальнейшем предполагается улучшить криптостойкость генерируемых последовательностей с относительно большими периодами, линейными сложностями и хорошими статистическими свойствами путем усовершенствования схемы цифрового генератора псевдослучайной последовательности импульсов на основе использования регистров сдвига с линейной обратной связью с различным тактированием (с усложненной схемой тактирования).

Данная работа относится к области обеспечения информационной безопасности и предложенная в ней схема генератора акустического

шума может быть использовано в системе защиты конфиденциальной речевой информации (например, для защиты переговоров в кабинете руководителя организации или служебном помещении, выделенном для этой цели) с помощью акустического зашумления на частотах звуковых сигналов.

Список литературы:

1 Герасименко В.Г., Лаврухин Ю.Н., Тупота В.И. Методы защиты акустической речевой информации от утечки по техническим каналам.– М.: РЦИБ «Факел», 2008. – 258 с.

2 Горбатов В.С. Контроль защищенности речевой информации в помещениях.– М.: НИЯУ МИФИ, 2014. – 248 с.

3 Кузнецов В.М. Генераторы случайных и псевдослучайных последовательностей на цифровых элементах задержки. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. – Казань: КАИ, 2011. – 35 с.

4 Сизоненко А. Б. Многоканальный цифровой источник шума на основе рекуррентного регистра сдвига // Журнал «Спецтехника и связь». – №3. – 2012. – С. 47-59.

5 Харрис Д., Харрис С. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера. Второе издание. – Изд-во Morgan Kaufman, English Edition, 2013. – 1619 с.

6 Амосов В.В. Схемотехника и средства проектирования цифровых устройств. – Спб.:БХВ-Петербург, 2007. – 542 с.

МРНТИ 47.09

М.У. Алиманова¹, К.К. Амарова¹

¹Университет имени Сулеймана Демиреля, г.Алматы, Казахстан

РАЗРАБОТКА ПИЩЕВОГО 3Д ПРИНТЕРА ДЛЯ ПЕЧАТИ ШОКОЛАДОМ

Аннотация. С развитием 3Д индустрии в нашей жизни очень многое поменялось и меняется каждый день. 3Д принтер - это устройство, использующее метод послойного создания физического объекта по цифровой 3Д модели. Печать может осуществляться разными способами и с использованием различных материалов, в основе каждой лежит принцип послойного построения твердого объекта. Сейчас 3Д принтер используется во многих сферах, в медицине, архитектуре и даже в кулинарии. Иногда без нее бывает не обойтись.