

УСТОЙЧИВЫЙ К ШУМАМ

СПОСОБ СКРЫТОЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Использование хаотической синхронизации для скрытой передачи информации является актуальной задачей нелинейной динамики. Ниже описан новый способ скрытой передачи информации при помощи обобщенной хаотической синхронизации. По сравнению с известными способами этот обладает колоссальной устойчивостью к шумам и флуктуациям в канале связи.

В настоящее время известно множество способов скрытой передачи данных на основе хаотической синхронизации [1–5]. В основном они базируются на явлении полной синхронизации генераторов хаоса, расположенных на передающей и принимающей сторонах канала связи. Принципиальными недостатками таких схем являются требование высокой идентичности генераторов хаоса на различных сторонах канала связи, а также низкая устойчивость к шумам и флуктуациям в канале связи. Избавиться от этих недостатков может позволить использование вместо полной хаотической синхронизации других типов синхронного поведения. Уже существуют попытки применения для этих целей обобщенной [3] и фазовой синхронизации [4] или нескольких типов синхронного поведения одновременно [2, 3]. Одни из этих схем позволяют несколько повысить устойчивость к шумам [3], а другие наоборот резко ее снижают [2]. Более того, ни одна из вышеупомянутых схем не решает проблему идентичности генераторов на обеих сторонах канала связи. В некоторых случаях использование других типов хаотической синхронизации создает дополнительные проблемы (например, в схемах, предложенных в [3], появляется дополнительный канал связи, а иногда и дополнительные генераторы).

Рассматриваемый новый способ скрытой передачи информации [6, 7] также основан на явлении обобщенной ха-

отической синхронизации, однако позволяет избавиться от всех вышеупомянутых недостатков. Более того, он обладает колоссальной устойчивостью к шумам и флуктуациям в канале связи.

Режим обобщенной синхронизации, наблюдаемый в системе двух однонаправленно связанных хаотических генераторов (ведущего и ведомого), означает, что после завершения переходного процесса между состояниями генераторов устанавливается некоторое функциональное соотношение, вид которого может быть достаточно сложным [8]. Известны эффективные методы диагностики режима обобщенной синхронизации, одним из которых является метод вспомогательной системы. Суть метода заключается в том, что рассматривается вспомогательная система, идентичная ведомой системе, но стартующая с других, но достаточно близких начальных условий. При наступлении режима обобщенной синхронизации состояния ведомой и вспомогательной систем должны стать идентичными после завершения переходного процесса.

Схема скрытой передачи информации на основе обобщенной хаотической синхронизации приведена на рисунке. Способ скрытой передачи информации заключается в следующем. Полезный сигнал $m(t)$ кодируется в виде бинарного кода. Один или несколько управляющих параметров пе-

ОБ АВТОРАХ

Короновский Алексей Александрович – д.ф.-м.н., доцент Саратовского государственного университета, автор более 160 научных трудов и публикаций.

Москаленко Ольга Игоревна – аспирант Саратовского государственного университета, автор 17 научных трудов и публикаций.

Попов Павел Вячеславович – аспирант Саратовского государственного университета, автор 16 научных трудов и публикаций.

Храмов Александр Евгеньевич – д.ф.-м.н., профессор Саратовского государственного университета, автор более 170 научных трудов и публикаций.

редающего генератора модулируются полезным цифровым сигналом. Полученный в результате сигнал передается по каналу связи, где он подвергается влиянию шумов и флуктуаций, искажающих передаваемый сигнал. Принимающее устройство находится на другой стороне канала связи. Оно представляет собой два идентичных генератора, способных находиться в режиме обобщенной синхронизации с передающим генератором. Наличие идентичных генераторов на одной стороне канала связи позволяет легко осуществить их юстировку. Принцип работы принимающего устройства основан на диагностике режима обобщенной синхронизации при помощи метода вспомогательной системы [8]. Сигнал с канала связи поступает на генераторы принимающего устройства. Получаемые на выходе сигналы проходят через вычитающее устройство. Восстановленный полезный сигнал $\tilde{m}(t)$ детектируется.

Характер модуляции управляющих параметров передающего генератора должен быть выбран определенным образом. Они устанавливают наличие или отсутствие режима обобщенной синхронизации между передающим и принимающим генераторами в зависимости от передаваемого бинарного бита 0/1. Например, допустим, что режим обобщенной синхронизации наблюдается в том случае, если передается бинарный бит 0. Тогда оба принимающих генератора в этом случае будут демонстрировать идентичные колебания, а после прохождения через вычитающее устройство будет наблюдаться отсутствие хаотических колебаний, т.е. бинарный бит 0. Наоборот, при передаче бинарного бита 1 обобщенная синхронизация не наблюдается, а колебания принимающих генераторов являются неидентичными. Тогда после прохождения через вычитающее устройство будут наблюдаться хаотические колебания ненулевой амплитуды, т.е. бинарный бит 1.

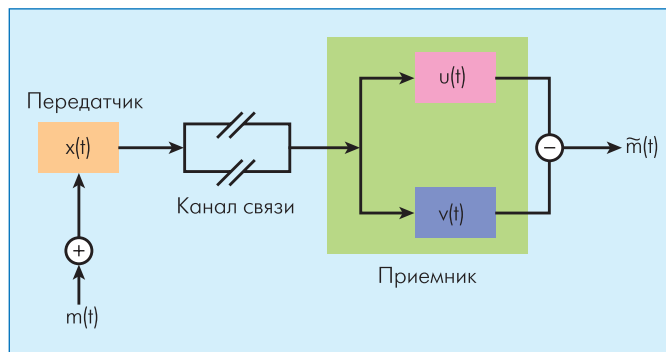


Схема для скрытой передачи информации при помощи обобщенной хаотической синхронизации

Численное исследование предложенной схемы и других схем, также базирующихся на использовании различных типов хаотической синхронизации [1–5], показало преимущества нового способа скрытой передачи информации по сравнению с известными способами. Эффективность работы схем оценивалась устойчивостью к шумам и флуктуациям в канале связи (SNR) и допустимой величиной расстройки управляющих параметров изначально идентичных генераторов хаоса. Сначала была протестирована система с малым числом степеней свободы – два однонаправленно связанных хаотических генератора Ресслера. Выбор такой системы не



Отношения сигнал/шум (SNR), при которых различные способы скрытой передачи информации становятся неработоспособными

Номер схемы	Название схемы	SNR, дБ
1	Новая схема	-34,23
2	Хаотическая маскировка	31,52
3	Переключение хаотических режимов	5,78
4	Нелинейное подмешивание	40,02
5	Модуляция параметров	5,78
6	Схема на основе обобщенной синхронизации [3]	14,55
7	Схема на основе режимов обобщенной и полной синхронизации [3]	14,27
8	Схема со "сложным сигналом" [2]	42,10

случаен – она хорошо изучена с точки зрения обобщенной синхронизации [8–10], а также существует возможность построить радиотехнический генератор, динамика которого описывается уравнениями модели Ресслера [11].

Анализ влияния шумов и флуктуаций на качество передаваемой информации показал, что новый способ обладает значительной устойчивостью по отношению к шумам и флуктуациям в канале связи. Схема становится неработоспособной при отношении сигнал/шум, равном -34,6 дБ, в то время как все остальные рассмотренные схемы становятся неработоспособными при положительных значениях отношения сигнал/шум (см. таблицу). Кроме того, в новой схеме на эффективность передачи информации расхождение управляющих параметров изначально идентичных генераторов не влияет, если оно не превышает 2%. Для остальных вышеупомянутых схем соответствующая величина расхождения управляющих параметров изначально идентичных генераторов хаоса находится в пределах 0,3–2%.

Несмотря на наличие аналогов в этом отношении, принципиальным достоинством новой схемы является тот факт, что идентичные генераторы располагаются только на принимающей стороне канала связи. Это позволяет легко осуществлять юстировку генераторов. В других же схемах юстировка невозможна, так как идентичные генераторы располагаются на передающей и принимающей стороне канала связи.

Следует также отметить, что новая схема остается работоспособной и в случае использования в передающем и принимающем устройствах генераторов СВЧ-диапазона. Например, в схемах с клистронными генераторами хаоса [12] или генераторами на диодах Пирса [13] также обнаружено явление обобщенной синхронизации.

Итак, можно заключить, что новый способ скрытой передачи информации обладает колоссальной устойчивостью к шумам и флуктуациям в канале связи и позволяет избавиться от требования идентичности генераторов на передающей и

принимающей сторонах. Расположение идентичных генераторов только на принимающей стороне канала связи является принципиальным отличием нового способа скрытой передачи информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cuomo K.M., Oppenheim A.V. – Phys. Rev. Lett., 1993, 71.
2. Murali K., Lakshmanan M. – Phys. Lett. A, 1998, 908, 241.
3. Terry J.R., VanWiggeren G.D. – Chaos, Solitons and Fractals, 2001, 12.
4. Chen J.Y., Wong K.W., Cheng L.M., Shuai J.W. – Chaos, 2003, 13.
5. Yang T. I – nt. J. of Comp. Cogn., 2004, 2.
6. Короновский А.А., Москаленко О.И., Попов П.В., Храмов А.Е. Патент РФ на изобретение No 2295835, 2007.
7. Короновский А.А., Москаленко О.И., Попов П.В., Храмов А.Е. – Известия РАН. Серия физическая, 2008, 72 (1), 143–147.
8. Abarbanel H.D.I., Rulkov N.F., Sushchik M.M. – Phys. Rev. E, 1996, 53.
9. Hramov A. E., Koronovskii A. A. – Phys. Rev. E, 2005, 71, 067201.
10. Hramov A.E., Koronovskii A.A., Moskalenko O.I. – Europhysics Letters, 2005, 72.
11. Rico-Martinez R., Krischer K., Flaetgen G., Anderson J.S., Kevrekidis I.G. – Physica D, 2003, 176.
12. Стародубов А.В., Короновский А.А., Храмов А.Е., Жарков Ю.Д., Дмитриев Б.С. – Письма в ЖТФ, 2007, 33.
13. Filatov R.A., Hramov A.E., Koronovskii A.A. – Phys. Lett. A, 2006, 358.



Широкополосные коаксиальные коммутаторы на PIN-диодах компании Agilent Technologies

Компания Agilent Technologies (www.agilent.com) представляет новое семейство коаксиальных коммутаторов на PIN-диодах с чрезвычайно высокой степенью изоляции. Оно включает однополюсный на два направления (SPDT), однополюсный на четыре направления (SP4T) и перекрывающий коммутаторы. Новые коммутаторы функционируют в диапазоне частот от 0,1 до 18 ГГц и обеспечивают быструю и точную работу в составе автоматических систем тестирования (ATE). Другая особенность коммутаторов на PIN-диодах компании Agilent – высокая степень развязки между портами, превышающая 80 дБ. Это снижает взаимное влияние сигналов – следовательно, уменьшает погрешность измерения и гарантирует точность тестирования. Кроме того, время переключения составляет всего 380 нс, что позволяет коммутировать высокоскоростные сигналы и добиваться максимальной производительности в условиях производства.

Новое семейство коммутаторов компании Agilent включает шесть моделей, каждая из которых работает в диапазоне от 100 МГц до 8 или 18 ГГц. Эти модели включают перекрывающий коммутатор P9400A/C, а также коммутаторы P9402A/C SPDT и P9404A/C SP4T.

Информация Agilent Technologies