

3. Шавёлкин А.А. Каскадные многоуровневые преобразователи частоты с улучшенными энергетическими характеристиками / А.А.Шавёлкин // Технічна електродинаміка: наук.- прикладний журнал. – Київ. – 2010. – Ч. 1. – С.65-70.
4. Кулик М. В. Система управління перетворювачем енергії з використанням модуля ркі / Кулик М.В., С'янов О.М., Манукян О.С. // Сб. науч. трудов ДГТУ (технические науки). – Днепродзержинск: ДГТУ. – 2009. – Выпуск 1(11). – С.163-165.

Поступила в редколлегию 03.05.2012.

УДК 621.391

РЯЗАНЦЕВ О.В., к.ф.-м.н., доцент
КУЛИК М. В., ассистент
СЪЯНОВ А.М., д.т.н., профессор

Днепродзержинский государственный технический университет

ЦИФРОВЫЕ СИГНАЛЫ С ФАЗОВЫМИ ВРЕЗКАМИ И ИХ ОСОБЕННОСТИ

Введение. Цифровые сигналы при всех их достоинствах имеют один существенный недостаток – низкую спектральную эффективность. Так, например, этот недостаток затормозил возникновение цифрового телевидения более чем на пол века, до тех пор, пока не были разработаны алгоритмы информационного сжатия. По нашему мнению, такая ситуация сложилась вследствие традиционного подхода, перенесенного из аналоговых систем передачи информации и интерпретации фурье-спектров.

Постановка задачи. Рассмотрим сигнал, представляющий собой сумму двух гармонических колебаний с частотами ω_1 и ω_2 . Результатом, как известно, является так называемое биение, то есть сигнал с гармонической огибающей частотой, равной разности ω_1 и ω_2 , и гармоническим заполнением с частотой, равной полусумме ω_1 и ω_2 . Причём, если амплитуды слагаемых одинаковы, то амплитуда огибающей переходит через ноль. В любом случае, либо в точке перехода через ноль, либо в минимуме размаха огибающей происходит скачок фазы на π . Если попытаться выделить данный сигнал с помощью частотно-селективного устройства (ЧСУ), настроенного на частоту, равную $(\omega_1 + \omega_2)/2$, то результат будет отрицательный, хотя в линии связи, например воздушной, присутствует колебание именно этой частоты. Как ни странно, на первый взгляд, для того, чтобы выделить этот сигнал, необходимо иметь два ЧСУ, настроенные на ω_1 и ω_2 соответственно, и просуммировать полученные сигналы или использовать одно широкополосное ЧСУ, в полосу пропускания которого будут входить ω_1 и ω_2 . Если же подать сигнал биений на устройство, лишенное частотной селективности, например осциллограф, то этот сигнал полностью отобразится на экране.

Таким образом, фурье-спектр сигнала является скорее свойством, которое определяет характер отклика на этот сигнал ЧСУ и проявляется именно в процессе взаимодействия сигнала с ним. То есть, перспективные исследования могут заключаться в разработке сигналов, определённым образом сопряженных с соответствующими ЧСУ. Кроме того, следует учесть, что в цифровых системах передачи информации вовсе не обязательно сохранять форму сигнала – важна максимально достоверная идентификация поступления «1» или «0». Если указанное сопряжение игнорировать, то, как показано, например в [1], максимальная символьная скорость цифрового потока связана с шириной полосы, занимаемой каналом, простым соотношением $F_{\max} \approx 1,5 * \Delta f$. Во-

обще же, приближенно можно считать, что в этом случае символьный поток приблизительно равен ширине спектральной полосы, занимаемой сигналом.

Как следует из изложенного выше, задача заключается в синтезе сигнала, переносящего цифровую информацию и взаимодействующего с ЧСУ таким образом, что спектральная полоса канала может оказаться существенно меньше, чем величина символьной скорости потока, то есть совпадение ширины полосы, занимаемой каналом, и ширины спектра сигнала не обязательно.

Результаты работы. Очевидно, максимальной спектральной эффективностью обладает гармонический сигнал, но такой сигнал не переносит информацию. Амплитудная манипуляция такого сигнала, как сказано выше, спектрально неэффективна, то же самое относится к фазовой манипуляции и её разновидностям. Можно предположить, что оптимальным вариантом является сочетание гармонической несущей и периодического кратковременного фазового возмущения в виде своеобразной фазовой врезки – вставки (ФВ), то есть предполагаемый сигнал может состоять из сравнительно длинной опорной части (ОЧ) и кратковременной ФВ. После окончания интервала ФВ текущей позиции сигнала необходимо восстановление (возврат) фазы ОЧ последующей позиции сигнала. Такой возврат необходим для поддержания состояния колебаний в резонансе для ЧСУ любого типа – с рассредоточенными параметрами (колебательный контур) или рассредоточенными параметрами (резонатор). ФВ при этом играет роль носителя информации – информационная часть сигнала. Эта часть выбирается кратковременной по отношению к ОЧ с тем, чтобы фазовый скачок существенно не повлиял на состояние колебаний в ЧСУ. Остаётся сделать выбор величины фазового скачка. Вообще говоря, эта величина может быть любой, однако для максимального фазового различия между ФВ и ОЧ, очевидно, следует остановиться на величинах π или $\pm\pi/2$ радиан.

Для варианта с π скачком фазовое различие максимально, однако возникают затруднения с кодированием «1» или «0». Так, например, если передача нуля кодируется как пропуск ФВ, то сигнал оказывается критичным к «длинным последовательностям» и восстановлению тактовой частоты сигнала в приёмнике. Предпочтительнее в этом смысле оказывается фазовый скачок $\pm\pi/2$. В этом случае передача кодовых позиций «1» или «0» не вызывает затруднений, то же самое относится и к восстановлению тактовой частоты, т.к. ФВ обязательно передаётся в каждой позиции сигнала, то есть такая система является по определению асинхронной. Отсюда же естественным образом вытекает не критичность такого сигнала к «длинным последовательностям».

Для проверки высказанных положений было предпринято моделирование в среде MatLab. В разработанной модели частота несущей выбрана равной 1 МГц.

На рис.1 изображена структура формирователя сигнала «шахматной строки» ФВ, состоящая из генератора несущей (блок Freq), фазовращателя, формирующего сигнал $\pm\pi/2$ (блок Sdvi3), собственно генератора-формирователя позиции сигнала (ОЧ + ФВ) и формирователя «шахматной строки» (блок Counter). Оставшаяся логическая часть структуры необходима для окончательного формирования сигнала «шахматной строки» ФВ.

На рис.2 представлена структура генератора ФВ, позволяющая получать на выходах 1, 2, 3 соответственно сигнал несущей (ОЧ), сигнал $+\pi/2$ и $-\pi/2$. На рис.3 изображен генератор, позволяющий сформировать сигнал сообщения в виде «шахматной строки», как наиболее удобной для тестирования.

На рис.4 изображен вначале сигнал «шахматной последовательности», а ниже – соответствующий радиосигнал с $\pm\pi/2$ ФВ.

Теперь необходимо решить задачу сопряжения данного сигнала с ЧСУ, причём таким образом, чтобы релаксационный параметр ЧСУ на взаимодействии его с сигнала-

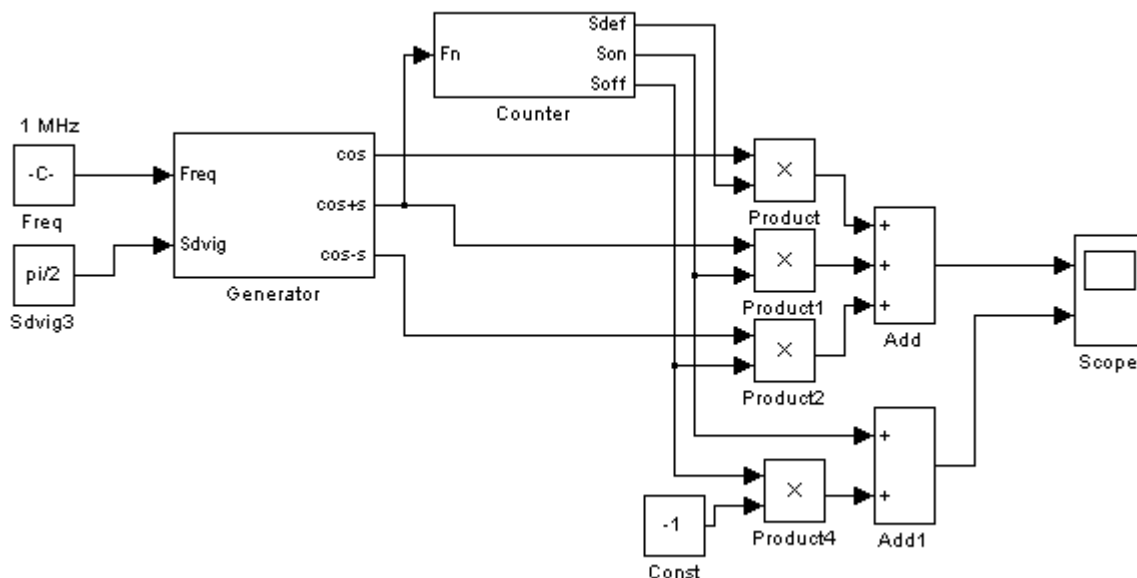


Рисунок 1 – Формирователь сигнала «шахматной строки» с ФВ

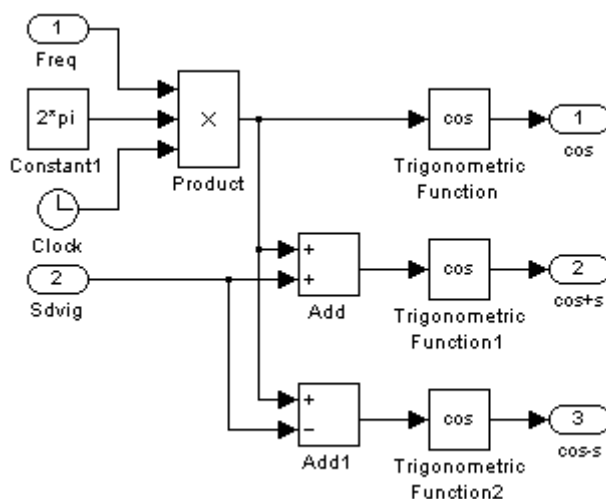


Рисунок 2 – Генератор сигналов ФВ (Generator)

лом не сказывался. Проще всего это сопряжение можно проиллюстрировать, если в качестве ЧСУ использовать обычный колебательный контур, работающий, например, в режиме резонанса токов (параллельный). В этом случае квадратурное соотношение между ФВ и ОЧ удачно сопрягается с квадратурным соотношением токов в ветвях контура и напряжением сигнала, подаваемого на контур – $+\pi/2$ ФВ проецируется на ток ёмкостной оси векторной диаграммы, а $-\pi/2$ проецируется на индуктивную ветвь контура, нарушая таким образом баланс токов в ветвях в состоянии резонанса. Этот разностный ток, вызываемый ФВ, можно зарегистрировать с помощью простейшего токового датчика – резистора, включенного последовательно с контуром. При этом, как отмечалось выше, состояние колебаний в контуре практически не изменяется, а сигнал фазовой врезки может быть выделен, то есть влияние релаксационных свойств контура в этом случае исключается.

Проверка этих положений выполнялась так же, как и ранее, путём моделирования в среде MatLab. Структура детектора, основанного на таком взаимодействии сигнала с ЧСУ, состоит из двух функциональных частей – амплитудной (АД) и фазовой

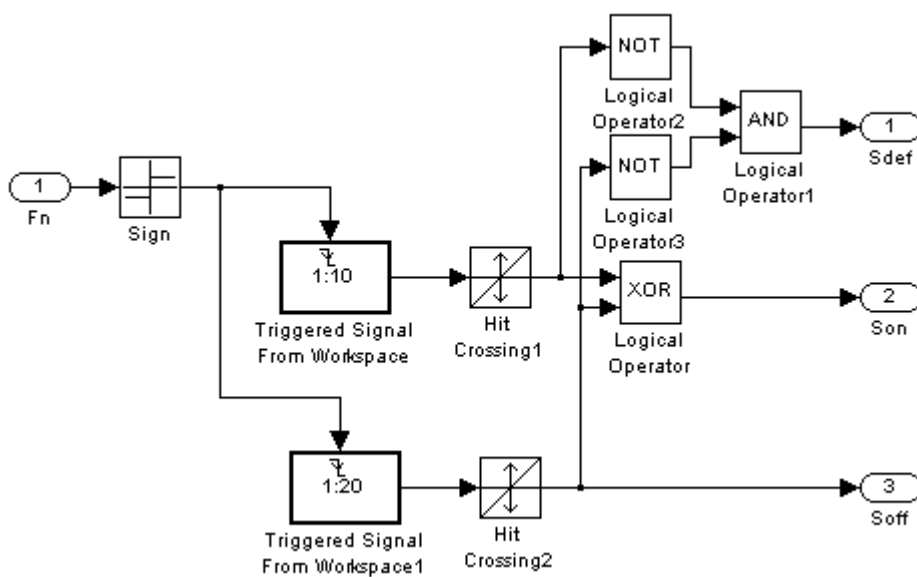
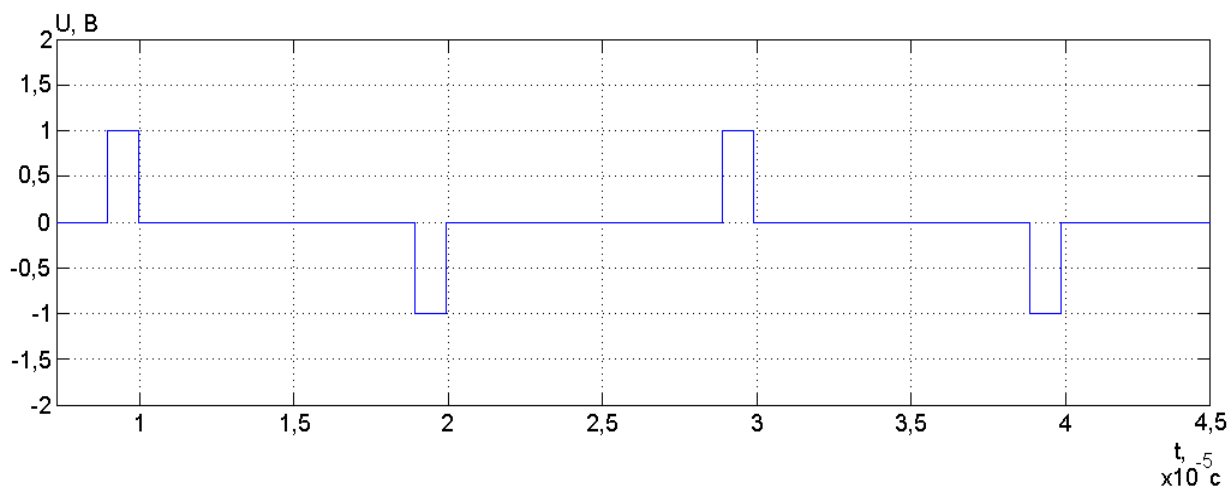
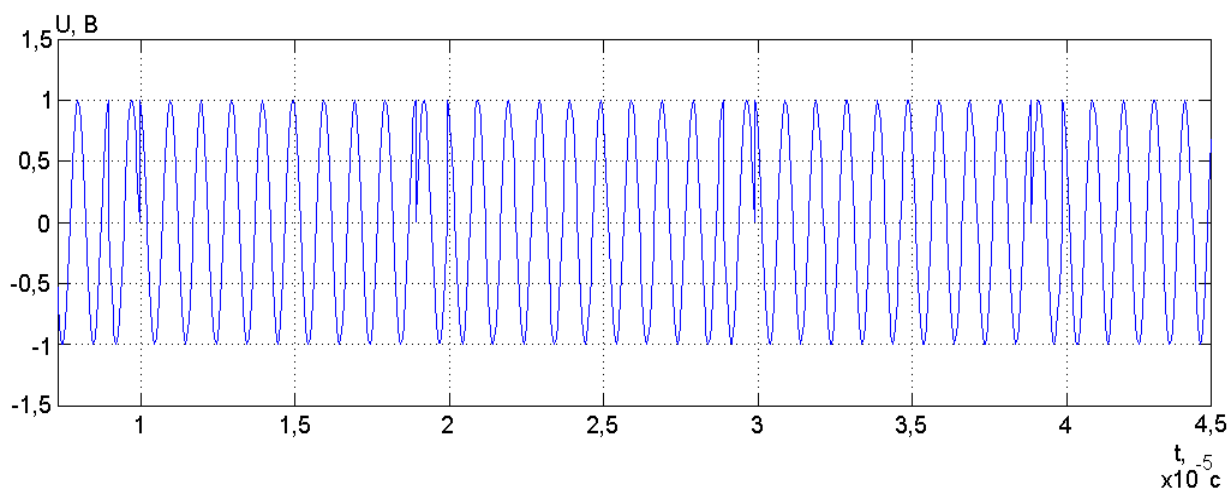


Рисунок 3 – Счётчик для формирователя «шахматной строки»



а)



б)

Рисунок 4 – Сигнал сообщения «шахматной последовательности» и соответствующий радиосигнал с $\pm\pi/2$ ФВ

(ФД), поскольку токовый сигнал ЧСУ промодулирован по амплитуде и по фазе. Эта структура изображена на рис.5.

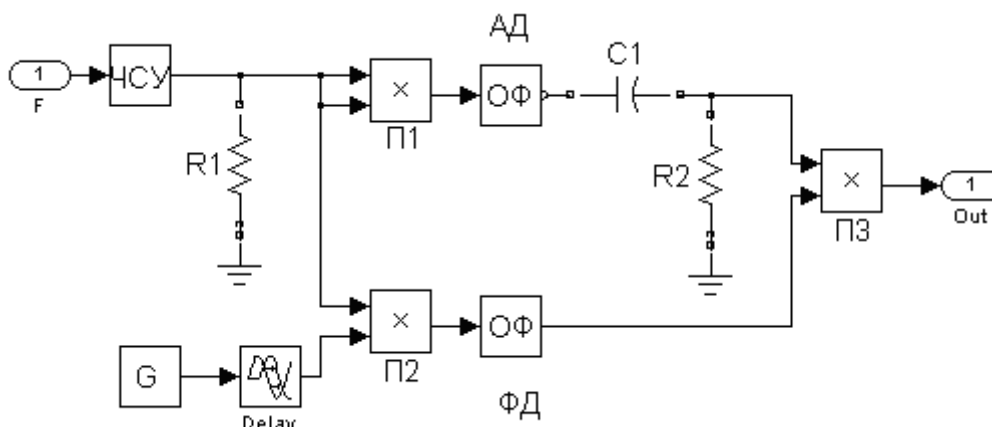


Рисунок 5 – Детектор сигнала с $\pm\pi/2$ ФВ

Как видно из рис.5, верхняя ветвь представляет собой амплитудную часть, а нижняя – фазовую. Перемножитель П1 является по существу квадратором, с помощью ОФ выделяется огибающая токового сигнала, а переходная RC цепочка удаляет бесполезную постоянную составляющую опорной части. Смысл введения перемножителя П3 заключается в том, что выделенный П2 сигнал ФВ умножается на тактовый однополярный сигнал амплитудной части, так что для опорного фрагмента имеет место практически «умножение на нуль», чем достигается существенное уменьшение влияния на выходной сигнал выбранного канала комбинационных частот соседних каналов.

На рис.6 изображена шахматная последовательность «1» и «0», полученная на выходе детектора для случая резонансной частоты ЧСУ. Как видно, она полностью соответствует сигналу сообщения. Тактовый сигнал может быть легко выделен, например, с помощью простейшего двухполупериодного выпрямителя.

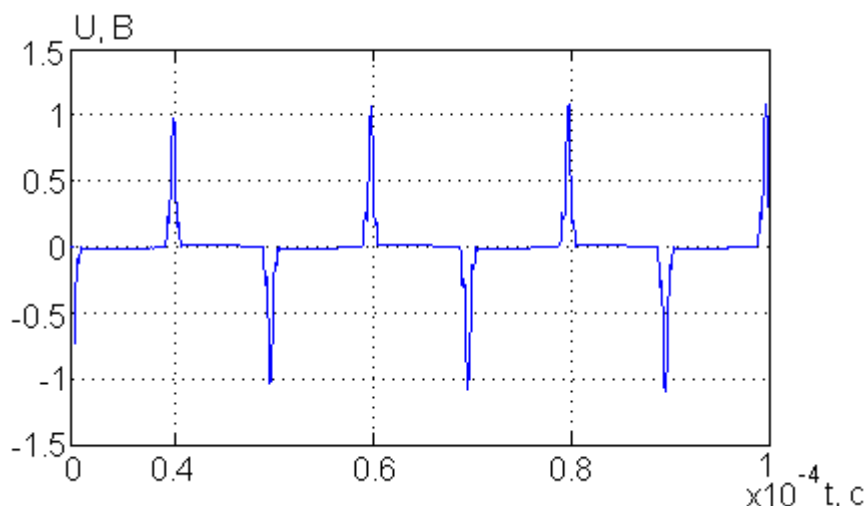


Рисунок 6 – Сигнал «шахматной последовательности» на выходе детектора

Выводы.

1. Рассмотрены некоторые особенности взаимодействия сигналов с ЧСУ.
2. Предложен цифровой сигнал с $\pm\pi/2$ ФВ, не затрагивающий релаксационные свойства ЧСУ.

3. Предложена структура формирователя такого сигнала в среде MatLab.
4. Предложена структура детектора сигнала.
5. Результаты моделирования показали полную идентичность исходного сигнала сообщения и сигнала на выходе детектора на примере «шахматной последовательности» «1» и «0».

ЛИТЕРАТУРА

1. Рязанцев О.В. О детектировании радиосигналов с модифицированной фазовой манипуляцией / Рязанцев О.В., Кулик М.В. // Сб. науч. трудов ДГТУ (технические науки). – Днепродзержинск: ДГТУ. – 2010. – Выпуск 2(15). – С.72-77.

Поступила в редколлегию 29.05.2012.

УДК 539.216.2

ТАРАН В.Г., к.ф.-м.н., доцент
ПРИМАКОВА К.А., студент

Днепродзержинский государственный технический университет

ОСОБЕННОСТИ ДОМЕННОЙ СТРУКТУРЫ И ПЕРЕПОЛЯРИЗАЦИИ МОНОКРИСТАЛЛОВ BaTiO_3 , ВЫРАЩЕННЫХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СКОРОСТЯХ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

Введение. Одним из основных направлений практического применения сегнетоэлектриков является разработка устройств, принцип действия которых основан на эффекте полного или частичного переключения (реориентации вектора спонтанной поляризации) [1]. Эти устройства работают в режиме приложения относительно невысоких полей, амплитуда которых обычно колеблется в интервале 0,1-10 значений коэрцитивного поля. К основной группе таких устройств относятся приборы с принципом поляризации на основе собственного переключения (запоминающие устройства с матричной адресацией, сдвиговые резистры, трансполяризаторы и устройства, использующие эффект самопроизвольного обратного переключения). Корреляция величины поляризации с пьезоэлектрическими коэффициентами сегнетоэлектриков служит основой для создания запоминающих устройств, обладающих достаточно быстрым считыванием, частотой до 1 МГц.

Постановка задачи. Скорость снижения температуры $\alpha = \frac{dT}{dt}$ маточного рас-

творя в процессе кристаллизации является фактором влияния на габитус кристаллов [2], реальную структуру получаемых кристаллов (слоистость ростовых двойников, концентрация локальных и линейных дефектов упаковки, а также концентрация примесей растворителя KF). Поэтому исследование влияния скорости кристаллизации α на доменную структуру, процессы переполаризации и диэлектрические свойства монокристаллов BaTiO_3 с целью получения монокристаллов с оптимальными характеристиками переключения спонтанной поляризации образцов является задачей актуальной в плане их применения при создании элементов ячеек памяти.

Результаты работы. Для исследований использовались кристаллические двойники титана бария, полученные из пересыщенного раствора в расплаве KF, при снижении температуры маточного раствора от 1429 К до 1113 К с автоматическим регулированием скорости снижения температуры α в пределах от 3,6 К/час до 43 К/час. Время растворения состава варьировалось от 2 до 10 часов. Установлено, что с увеличением скорости кристаллизации α размеры продуктивных двойников уменьшаются, и возрас-