

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.354.3

Раевич
Артем Юрьевич

Схемотехника управления проекционным емкостным сенсорным экраном

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-41 80 01 Микро- и наноэлектроника

Научный руководитель
Степанов Андрей Анатольевич
кандидат технических наук, доцент

Минск 2021

ВВЕДЕНИЕ

Первые сенсорные экраны появились в середине 70-х годов. В последующие годы ведущие европейские и американские фирмы развернули исследования и разработки сенсорных экранов, основанных на различных технологиях и принципах действия. К середине восьмидесятых годов наблюдается устойчивый рост производства сенсорных экранов и расширение сфер их применения. Сенсорные экраны в это время рассматриваются как новое, весьма эффективное средство ввода информации в компьютерные системы, способные во многих применениях заменить традиционные средства ввода, такие как клавиатура, мышь, трекбол, джойстик, световое перо.

Из-за возросшего спроса на интуитивно понятные интерфейсы, сенсорные экраны и сенсорные панели становятся важными компонентами для большинства портативных электронных устройств, таких как смартфоны, планшеты, ноутбуки и устройства чтения электронных книг [1] - [3]. Существует множество различных по принципу работы конструкций сенсорных экранов: резистивные, емкостные (поверхностно-емкостные, проекционно-емкостные), сенсорные экраны на поверхностно-акустических волнах [4], инфракрасные [5] и оптические, однако наибольшее распространение получили проекционно-емкостные сенсорные экраны. Сегодня проекционно-емкостные сенсорные экраны доминируют на рынке благодаря своей долговечности, оптической четкости и возможностям мультитач [6].

Особенностью сенсорных экранов емкостного типа является наличие схемы считывания сенсорного датчика, которая обнаруживает касание, путем измерения емкости сенсорной панели (обычно в диапазоне от 10 пФ до 50 пФ). Однако для того, чтобы сенсорные панели подходили для портативных устройств с батарейным питанием, необходимы компактные и маломощные схемы считывания датчиков с высокой точностью обнаружения.

В данной диссертации предлагается схема считывания сенсорного экрана на основе емкостно-цифрового преобразователя, использующим пассивный сигма-дельта-модулятор. Предлагаемый преобразователь использует емкость сенсорной панели как суммирующий элемент пассивного сигма-дельта модулятора. Используя данную схему, исключается необходимость в большом опорном конденсаторе, а также не требуется АЦП, так как цифровой выход может быть получен путем подсчета числа импульсов в пределах периода обнаружения.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. За последнее десятилетие рынок сенсорных экранов претерпел значительный переход от недорогих сенсорных экранов резистивного типа к сенсорным панелям емкостного типа, которые могут легко поддерживать функции мультитач с повышенной точностью, долговечностью и меньшим временем обнаружения.

Проекционные емкостные сенсорные экраны являются одним из динамически развивающихся направлений сенсорных устройств ввода информации. Их параметры позволяют успешно использовать емкостные сенсорные экраны в составе различных информационных систем – в информационно-справочных системах, автоматизированном обучении, в системах управления производственными процессами, в военной электронике и т.д. Бурное развитие микропроцессорных технологий сделало емкостные сенсорные экраны более доступными и простыми в производстве.

На данный момент наблюдается постоянный рост требований, предъявляемых к сенсорным устройствам ввода. Для современных емкостных сенсорных экранов актуальными задачами являются повышение точности определения координаты касания, увеличение чувствительности к прикосновению, уменьшение времени отклика, упрощение процесса калибровки.

В связи с этим, возникает необходимость исследования и разработки различных конструкций электродов сенсорного экрана, а также схем считывания их емкости, обеспечивающих более лучшие характеристики по сравнению с существующими решениями.

Цель и задачи исследования. Целью магистерской диссертации является разработка схемы считывания сенсорного экранана основе пассивного сигма-дельта модулятора, с цифровым выходом, которая может работать с наиболее распространеннымиконструкциями сенсорных экранов проекционно-емкостного типа. В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

1 Изучить и провести анализ современных схем считывания проекционных емкостных сенсорных экранов.

2 Разработать схему считывания проекционных емкостных сенсорных экранов, обладающую высокой чувствительностью, высоким быстродействием, низкой потребляемой мощностью.

3 Провести моделирование разработанной схемы считывания емкостных сенсорных экранов, определить основные параметры работы, достоинства и

недостатки.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования являются электрические схемы считывания проекционных емкостных сенсорных экранов. Предметом исследования является чувствительность и другие параметры схем считывания сенсорных экранов.

Научная новизна полученных результатов. В результате исследования, разработана электрическая схема считывания проекционных емкостных сенсорных экранов, обладающая достаточной чувствительностью для определения местоположения касания с высокой точностью, измеренные значения которой передаются в контроллер в виде цифрового сигнала.

Личный вклад соискателя. Все основные результаты и выводы получены соискателем самостоятельно. Во время работы над диссертацией, автором была разработана схема считывания проекционных емкостных сенсорных экранов, а также проведено ее моделирование. Анализ параметров исследуемой схемы от изменения различных её компонентов, а также измерение и анализ полученных результатов моделирования схемы проводился соискателем лично.

Основные положения, выносимые на защиту:

1 Установлено, что разработанная схема оценки разности емкостей проекционно-емкостного сенсорного экрана на основе пассивного сигма-дельта модулятора позволяет считывать емкость сенсорной панели в диапазоне от 0 до 542 пФ с достаточной точностью.

2 Установлено, что чувствительность схемы зависит от величины емкости конденсаторов выборки C_s , а именно, при использовании $C_s=0,25$ пФ, чувствительность исследуемой схемы составляет 0,5 пФ, при $C_s=0,5$ пФ, чувствительность составляет 1 пФ, при $C_s=0,75$ пФ, чувствительность составляет 2 пФ, при $C_s=1$ пФ, чувствительность составляет 3 пФ, при $C_s=1,5$ пФ, чувствительность составляет 4 пФ. Емкость используемых конденсаторов C_s позволяет реализовать их в интегральном исполнении.

3 Установлено, что увеличение числа рабочих циклов M приводит к увеличению диапазона измеряемых значений емкости, а именно при $M=33$, максимальное измеряемое значение емкости составляет 67 пФ, при $M=65$, максимальная измеряемая емкость 134 пФ, при $M=129$, максимальная измеряемая емкость 270 пФ, при $M=257$, максимальная измеряемая емкость 542 пФ, что позволяет эффективно управлять соотношением сигнал/шум.

Апробация и внедрение результатов исследования. Результаты исследований, представленные в диссертации, докладывались и обсуждались на

научно-технических конференциях: 56-научной конференции аспирантов магистрантов и студентов БГУИР.

Публикации. По материалам диссертации опубликована работа в виде тезиса доклада научно-технической конференции.

Структура и объем работы. Структура диссертационной работы обусловлена целью, задачами и логикой исследования. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав, заключения, списка использованной литературы из 14 наименований. Общий объем диссертации 48 страниц, в том числе 37 рисунков и 5 таблиц.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** рассмотрено современное состояние проблемы по исследованию и разработке устройств ввода, а именно сенсорных экранов, определены области их применения, установлены современные требования к их работе.

В **первой главе** проведен анализ проекционно-емкостной технологии сенсорных экранов, а именно рассмотрен принцип работы проекционно-емкостного сенсорного экрана, рассмотрены и проанализированы существующие схемы считывания сенсорного экрана, определены их достоинства и недостатки.

Во **второй главе** представлен подход к разработке схемы считывания сенсорного экрана на основе пассивного сигма-дельта модулятора, его структурная схема. Приведено описание работы схемы, а также теоретические расчёты работы схемы.

В **третьей главе** проведено моделирование работы разработанной схемы считывания проекционного емкостного сенсорного экрана, описаны результаты моделирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной диссертации предлагается схема считывания сенсорного экрана на основе пассивного сигма-дельта модулятора с преобразованием емкости в цифровой выходной сигнал. Эффективно используя емкость сенсорной панели в качестве суммирующего элемента пассивного сигма-дельта модулятора, можно реализовать компактный и маломощный блок считывания сенсорного экрана. Благодаря архитектуре пассивного сигма-дельта-модулятора, предлагаемый

преобразователь не требует активных усилителей или АЦП, поскольку изменение емкости панели может быть напрямую преобразовано в цифровой формат путем подсчета количества выходных импульсов в течение периода обнаружения. Кроме того, использование напряжения питания V_{DD} в качестве входа сигма-дельта-модулятора также упрощает реализацию.

В целом, предложенная схема может быть хорошим решением для портативных контроллеров мобильных сенсорных панелей благодаря компактной архитектуре и низкому энергопотреблению по сравнению с другими схемами считывания сенсорных датчиков.

Дальнейшая работа может включать увеличение скорости сканирования схемы считывания сенсорного датчика, что будет полезно при применении на больших сенсорных панелях с большим количеством электродов. Еще одна будущая работа может заключаться в увеличении чувствительности считывания емкости панели при сохранении широкого диапазона обнаружения, что необходимо для чувствительных сенсорных экранов с большой емкостью панели.

СПИСОК ПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1-А] А. Ю. Радевич. Схемотехника управления проекционным емкостным сенсорным экраном / Радевич А. Ю. // Сборник материалов 56-ой научной конференции аспирантов магистрантов и студентов. – Минск, БГУИР, 2020. 83-84с.