

емая величина сигнала V_0 при этом соответствует КРП проводящей подложки, а регистрируемое распределение V_0 отражает распределение дефектов внутренней границы раздела композитной структуры.

4. Взаимное вычитание пространственных распределений сигнала электрометрического зонда, полученных на шагах 1 и 3. Получаемое в результате разностное распределение отражает распределение объемного заряда диэлектрического слоя, соответствующее распределению дефектов диэлектрического слоя.

УДК 621.396

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ САПР В ЭЛЕКТРОННОМ ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Савёлов И.Н., Довнар А.С., Плытник Е.А., Савёлов П.И.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Применение систем автоматизированного проектирования (САПР) при конструировании электронных приборов позволяет сократить время проектирования оптимальной конструкции благодаря возможности проверки большого количества конструктивных вариантов.

В настоящее время организация процесса проектирования новых изделий реализуется два механизма: сборка “снизу вверх” и сборка “снизу вверх”.

Проектирование электронных узлов, начинается с разработки электрических схем, оптимизации топологии печатных плат и разработки конструкции печатного узла (конструирование снизу вверх). Проектирование электронных приборов в целом осуществляется с конструирования механической части приборов: несущей конструкции, защитного корпуса (конструирование сверху вниз) и только затем разработки конструкции печатного узла.

Увеличение жизненного цикла проектируемого изделия путём интенсификации процесса проектирования и оптимизации технических решений невозможно без коллаборации и интеграции САПР.

Наиболее распространённой схмотехнической САПР является Altium Designer, а для разработки механической части электронных приборов широко применяется система твердотельного моделирования SolidWorks.

В этих САПР реализована возможность обмена конструкторскими решениями разрабатывая при этом единую модель

Кроме того, Altium Designer разработала интегрированный в SolidWorks PCB модуль позволяющий в одной системе реализовывать все этапы жизненного цикла включая применение CALS-технологий при проектировании. Это существенно снижает себестоимость продукции и

Литература

1. Мухуров, Н.И. Особенности формирования прецизионных чувствительных элементов датчиков космической плазмы / Н.И. Мухуров, И.В. Гасенкова, И.М. Андрухович // Нано- и микросистемная техника. – 2015. – № 1. – С. 48–56.
2. Zharin A.L. Contact Potential Difference Techniques as Probing Tools in Tribology and Surface Mapping. In book: Applied Scanning Probe Methods, Vol. 14, Edited by B. Bhushan, Springer-Verlag, Heidelberg, 2010. – P. 159–198.

обеспечивает электронную интеграцию всей разработанной документации от создания проекта изделия до его утилизации

Целью данной работы является применение при разработке электронных приборов коллаборационных и интеграционных возможностей САПР Soliworks и Altium Designer.

При разработке конструкции цифрового дозиметра был реализован механизм проектирования “снизу вверх”. На основании разработанной электрической схемы была оптимизированна топология печатной платы (рис. 1) и создана 3D модель печатного узла.

Коллаборация применяемых САПР позволяет без дополнительных действий производить обмен разработанными конструкциями. На основе созданной в Altium Designer модели печатного узла при помощи САПР SolidWorks была разработана его твердотельная модель (рис. 2).

В данном случае выявились недостатки проектирования “снизу вверх”, т. к. геометрические параметры печатного узла являются неизменяемым фактором, ограничивающим выриативность конструктивных исполнений дозиметра.

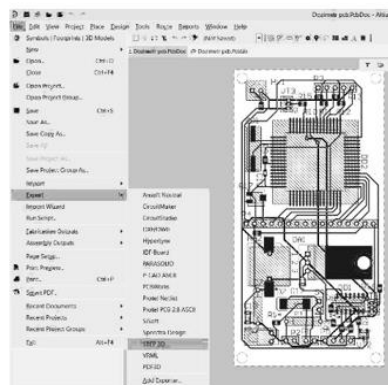


Рисунок 1 – Топология печатной платы

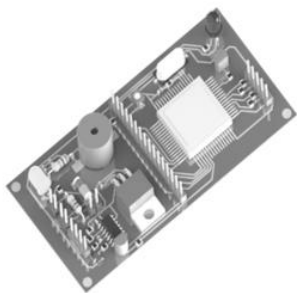


Рисунок 2 – Твёрдотельная модель печатного узла цифрового дозиметра

Разработка механических и электрических составляющих электронного прибора необходимо обеспечить его работоспособность в заданных условиях эксплуатации, а также обеспечить эргономичность и эстетичность конструкции в целом равнозначны в процессе проектирования современных электронных изделий. Но в современных рыночных условиях при реализации основных функциональных возможностей электронного прибора, необходимо обеспечить эргономичность и эстетичность конструкции в целом. В приборостроении при разработке механических и электронных узлов изделия применяются разные системы автоматизированного проектирования (САПР). Поэтому часто возникает проблема организации обмена текущей информацией по внесению изменений в уже принятые технические решения. Это как правило замедляет процесс проектирования изделия.

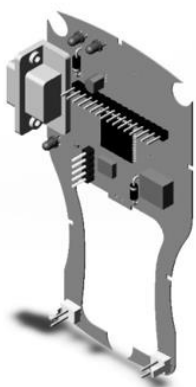


Рисунок 3 – Электронный макет печатного узла

При разработке блока управления роботизированного устройства двухкоординатного позиционирования был реализован механизм проектирования электронных устройств “сверху вниз” при помощи интеграционных возможностей САПР.

На основании эксплуатационных и эргономических требований была разработана концепция конструкции блока управления: определена требуемая конфигурация гибко-жесткого печатного узла и размещение коммутирующих, информационных и сигнальных элементов. В соответствии с разработанной компоновкой блока управления

был разработан электронный макет печатного узла (рис. 3). В соответствии с требуемыми геометрическими координатами размещения электронных компонентов при помощи модуля SolidWorks PCB была разработана топология блока управления (рис. 4).

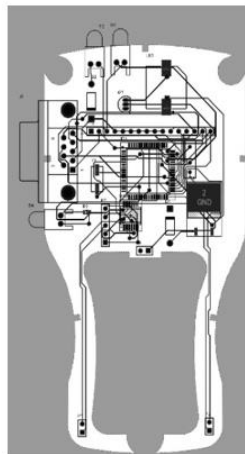


Рисунок 4 – Топология печатного узла блока управления

Кроме того, разработка электронного узла упрощается, т. к. библиотечные модели электронных компонентов помимо объёмного изображения содержат их математическую модель, позволяющие осуществлять эмуляцию функционирования электрической схемы. В результате создаётся единая твёрдотельная модель, которая отражает суть выработанных технических решений и реализованных во всех направлениях проектирования приборов.



Рисунок 5 – Твёрдотельная модель блока управления устройства позиционирования

Интегрированный модуль PCB обеспечивает взаимодействие в режиме реального времени конструкторов осуществляющих схмотехническое и механическое проектирование электронного прибора.

Также появляется возможность получать однозначную информацию о расположении электронных компоненты на плате и как планируется осуществлять установку платы в корпус

(рис. 5). Наличие в САПР SilidWoks встроенного САМ модуля обеспечивает возможность разработки g-кода для изготовления разработанных узлов при помощи станков с числовым программным

обеспечением. Таким образом, разработка современных электронных приборов при помощи САПР позволяет сократить сроки не только проектирования изделий, но и подготовки производства.

УДК 621.383.92

ПОТЕРИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ЕЕ ИЗМЕРЕНИИ В АСИНХРОННОМ КВАНТОВО-КРИПТОГРАФИЧЕСКОМ КАНАЛЕ СВЯЗИ

Тимофеев А.М., Колядич А.С., Корбут М.В.

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

Введение. При разработке современных систем связи одной из наиболее важных задач является обеспечение конфиденциальности передаваемой информации [1]. Решение этой задачи возможно посредством систем квантово-криптографической связи, перспективность использования которых обусловлена возможностью достижения абсолютной конфиденциальности передаваемых данных [1]. При реализации таких систем связи особенно важно, чтобы приемо-передающее оборудование легитимных пользователей имело наименьшее количество ошибок (потерь информации) [2]. В противном случае решить задачи защиты передаваемой информации зачастую не представляется возможным. Отметим, что в системах квантово-криптографической связи информация передается предельно слабыми оптическими импульсами со средним числом фотонов не более десяти, что требует использования высокочувствительных приемных модулей – счетчиков фотонов [1, 2]. Известные методики [2, 3] позволяют оценить потери информации. Однако методики, описанные в [3], не применимы для систем квантово-криптографической связи, т.к. не учитывают такой важный параметр приемного модуля, как мертвое время [1, 2]. В течение этого времени счетчик фотонов не чувствителен к падающему на него оптическому излучению, что приводит к ошибкам при измерении оптического излучения на выходе канала связи. Методика [2] учитывает наличие мертвого времени счетчика фотонов только в случае регистрации одноименных двоичных символов. Однако данные, передаваемые по каналам связи, как правило, представляют собой последовательности, содержащие как символы «0», так и символы «1». В этой связи **целью данной работы** являлось определить влияние мертвого времени счетчика фотонов на потери передаваемой информации в квантово-криптографическом канале связи, в котором данные представляют собой последовательности двоичных символов «0» и «1». **Объект исследования** – асинхронный квантово-криптографический канал связи [2], который не требует наличия линий связи для передачи и приема синхронимпульсов. **Предмет**

исследования – установление влияния продлевающегося мертвого времени типа на энтропию потерь. Данным типом мертвого времени характеризуются счетчики фотонов на базе лавинных фотоприемников, включенные по схеме пассивного гашения лавины [1].

Выражение для оценки потерь информации. Потери информации определяются энтропией, рассчитать которую для рассматриваемого канала связи можно, воспользовавшись математической моделью [2]:

$$H(B/A) = -P_s(0)[P(0/0) \log_2 P(0/0) + P(1/0) \log_2 P(1/0) + P(-/0) \times \log_2 P(-/0)] - P_s(1)[P(0/1) \log_2 P(0/1) + (1/1) \log_2 P(1/1) + P(-/1) \log_2 P(-/1)], \quad (1)$$

где $P_s(0)$ и $P_s(1)$ – вероятности появления символов «0» и «1» соответственно на входе канала связи; $P(0/0)$ и $P(0/1)$ – вероятности регистрации на выходе канала связи символа «0» при наличии на его входе символов «0» и «1» соответственно; $P(1/0)$ и $P(1/1)$ – вероятности регистрации на выходе канала связи символа «1» при наличии на его входе символов «0» и «1» соответственно; $P(-/0)$ и $P(-/1)$ – вероятности отсутствия символов на выходе канала связи, в то время как на его входе был сформирован символ «0» и символ «1» соответственно.

Предположим, что в канале связи организована высокоскоростная передача данных, тогда $P_s(0) = P_s(1) = 0,5$ [2]. Переходные вероятности, входящие в (1), равны [4]:

$$P(0/0) = \sum_{N=N_1}^{N_2} \left\{ \frac{[(n_t + n_{s0})(\Delta t - \tau_d)]^N}{N!} \times \exp[-(n_t + n_{s0})(\Delta t - \tau_d)] \right\}, \quad (2)$$

$$P(0/1) = \sum_{N=N_1}^{N_2} \left\{ \frac{[(n_t + n_{s1})(\Delta t - \tau_d)]^N}{N!} \times \exp[-(n_t + n_{s1})(\Delta t - \tau_d)] \right\}, \quad (3)$$

$$P(1/0) = 1 - P(0/0) - P(-/0), \quad (4)$$