

ОПТИМИЗАЦИЯ ЧАСТОТЫ СИНХРОНИЗАЦИИ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ СХЕМ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

В. С. Зайцев

1. ВВЕДЕНИЕ

Сверхвысокочастотные (UHF) метки для радиочастотной идентификации (RFID-метки), работающие в соответствии с международным стандартом ISO 18000-6C [1], в настоящее время широко применяются в системах складского учета, при маркировке и транспортировке товаров большого объема. Одним из основных параметров таких систем является дальность считывания и записи меток. При идеальном согласовании антенны дальность считывания метки будет определяться потреблением мощности микросхемой метки. Для реализации протокола обмена между считывателем и меткой в соответствии со стандартом ISO 18000-6C требуется сложная цифровая схема, потребляемая мощность которой будет от выбранной архитектуры и частоты встроенного генератора синхросигнала. Минимальная частота синхросигнала будет определяться необходимостью декодирования входных команд и заданием частоты выдачи данных (BLF) с заданной в стандарте точностью. Следовательно, оптимальный выбор частоты является одним из ключевых вопросов при проектировании микросхем данного класса.

2. ОБМЕН ДАННЫМИ И ЧАСТОТА ДЕКОДИРОВАНИЯ

Обмен данными между считывателем и RFID-меткой осуществляется в режиме запрос-ответ. Запрос считывателя представляет собой последовательность «символов», определяющая дальнейший алгоритм работы меток. Запрос всегда начинается с преамбулы либо с фрейма синхронизации. Преамбула содержит стартовый импульс фиксированной длительности (delimiter), символы data-0, RTcal и TRcal. Фрейм синхронизации, в отличие от преамбулы, не включает символа TRcal. После преамбулы следуют символы данных, длительность которых определяет их значение. Метка замеряет длительность RTcal и вычисляет значение параметра $\text{pivot} = \text{RTcal} / 2$. Символы данных короче вычисленного значения pivot воспринимаются как нули, а длиннее – как единицы. В работе [2] проведен расчет частоты и определено, что частота генератора, при

которой возможно однозначно декодировать данные, должна быть более 1,14 МГц.

3. ВЫБОР ЧАСТОТЫ КОДИРОВАНИЯ

С помощью символа TR_{cal} и значения коэффициента деления (DR) считыватель задает частоту обратного рассеивания (BLF) ответов. Выражение $BLF = DR / TR_{cal}$ задает связь между частотой ответа BLF и значениями длительности TR_{cal} и параметра DR. В стандарте [1] приведены значения погрешностей допустимой при формировании частоты BLF для различных диапазонов частот BLF, задаваемых считывателем. Необходимо определить минимальную частоту синхронизации блока кодирования, при которой можно обеспечить требуемую точность формирования выходной частоты BLF.

Чтобы сформировать частоту BLF, метка должна измерить длительность символа TR_{cal} в периодах синхросигнала $N_{TR_{cal}}$ и вычислить значение BLF, поделив полученное число тактов на DR:

$$N_{BLF} = \frac{N_{TR_{cal}}}{DR}. \quad (1)$$

Ошибка определения значения BLF возникает на этапе подсчета тактов, входящих в TR_{cal} , и при делении на DR. При формировании частоты BLF нужно учитывать требования к скважности ($0,5 \pm 0,05$) [1]. Для этого необходимо формировать BLF по каждому $N_{BLF} / 2$ отсчету синхросигнала. При этом для синхронной схемы для нечетных значений N_{BLF} будет возникать дополнительная погрешность, если не использовать схему, формирующую переключения по обоим фронтам синхросигнала.

В работах [3] предложена частота 1,28 МГц внутреннего генератора для формирования выходной частоты, но эта частота выбрана без учета разброса значений частоты генератора, обусловленного уходом технологических параметров во время производства микросхем.

В работе [4] обосновывается выбор частоты 1,92 МГц и отмечается, что при использовании меньших частот синхронизации есть значения BLF, для которых нарушаются требования по допустимой погрешности. В данных работах отсутствует описание диапазона допустимой частоты генератора, при котором будет обеспечиваться необходимая точность. Поэтому далее найдем диапазон допустимых частот, для этого рассмотрим два случая определения N_{BLF} : вычисление выражения (1) с округлением до ближайшего четного и с округлением до ближайшего целого. Определим погрешность задания частоты BLF как

$$\sigma = 100 \% \times \frac{(BLFi - BLF)}{BLF}, \quad (2)$$

где BLF задается считывателем с помощью TRcal; BLFi – формируемое в схеме значение выходной частоты. При вычислении (1) с округлением до ближайшего четного числа значение BLFi будет равно

$$BLFi^1 = 1 / \left[\left(2 \times \left\lfloor \frac{TRcal / (1/F_{CLK})}{2 \times DR} \right\rfloor + 0,5 \right) (1/F_{CLK}) \right]. \quad (3)$$

При вычислении (1) с округлением до ближайшего целого числа значение формируемой выходной частоты будет равно

$$BLFi^2 = 1 / \left[\left\lfloor \frac{TRcal / (1/F_{CLK})}{DR} \right\rfloor + 0,5 \right] \times (1/F_{CLK}). \quad (4)$$

Следует проверить зависимость погрешности получаемой частоты от выбора частоты синхронизации. Удобно отобразить такую зависимость (2) в виде графика, где по оси X будет откладываться BLF, по оси Y – частота F_{CLK} синхросигнала. Координаты точек на графике будут соответствовать значениям BLF и F_{CLK} , для которых происходит превышение допустимой погрешности σ . На рис. 1, а–г показаны области нарушения допустимой погрешности при вычислении с округлением до ближайшего четного при F_{CLK} 1–6 МГц для двух значений DR, а на рис. 1, д–з – при вычислении с округлением до ближайшего целого при F_{CLK} 1–3 МГц для двух значений DR. Графики на рис. 1, а–е соответствуют нарушениям верхней границы допустимой погрешности, а на рис. 1, в–з – нарушениям нижней границы.

Из графиков видно, что минимальная частота синхронизации равна 3,2 МГц для (3) и 1,6 МГц для (4). Но при использовании (3) следует исключить частоту внутреннего генератора, близкую к 4,5 МГц (4,4–4,6 МГц), а при использовании (4) следует исключить частоту внутреннего генератора, близкую к 2,25 МГц (2,2–2,3 МГц).

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрены два варианта расчета частоты выдачи данных BLF в зависимости от способа округления при вычислении. Найден диапазон частот, с нижней границей 1,6 МГц, для которого выполняется требуемая в [1] точность, при округлении NBLF до ближайшего целого (4). При округлении до ближайшего четного (3) нижняя граница диапазона равна 3.2 МГц. Но при округлении до целого потребуется больше аппаратных затрат для реализации схемы формирования меандра выходной частоты BLF при нечетных значениях N_{BLF} .

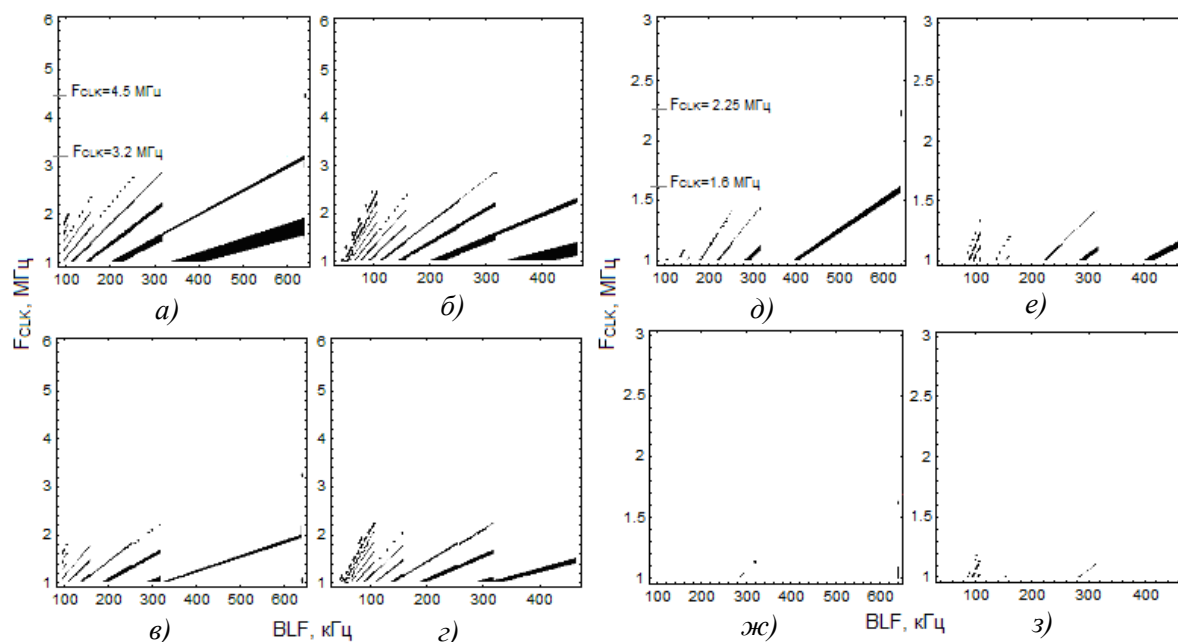


Рис. 1. Области нарушения допустимой погрешности:

а, в) метод (3), DR = 64/3; *б, г*) метод (3), DR = 8; *д, е*) метод (4), DR = 64/3, *ж, з*) метод (4), DR = 8

Полученный результат позволяет выбрать оптимальную частоту 1.6 МГц внутреннего генератора, для обеспечения минимального потребления и выполнения всех требований стандарта [1] при кодировании и декодировании данных.

Описанные в работе исследования проведены в ходе разработки микросхемы для UHF RFID-метки на 860–960 МГц, работающей в соответствии с протоколом обмена, описанным в ISO 18000-6C.

Литература

1. ISO/IEC CD 18000-6 // [Electronic resource], 2010. Mode of access : http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=46149. Date of access : 16.04.2012.
2. Barnett R., Jin L. A 0.8V 1.52 MHz MSVC Relaxation Oscillator with Inverted Mirror Feedback Reference for UHF RFID // IEEE Custom Integrated Circuits Conference, 2006. P. 769–772.
3. Song F., Yin J., Liao H. L., Huang R. Ultra-low-power clock generation circuit for EPC standard UHF RFID transponders // Electronics Letters, 2008. Vol. 44. P. 199–201.
4. Gen 2 Tag Clock Rate – What You Need to Know // Impinj Inc. [Electronic resource], 2005. Mode of access : <http://www.impinj.com/Work Area/downloadasset.aspx?id=2541>. Date of access : 01.02.2012.