

АНАЛОГОВЫЙ ИНТЕРФЕЙС КРЕМНИЕВЫХ ФОТОЭЛЕКТРОННЫХ УМНОЖИТЕЛЕЙ С БОЛЬШИМ ДИНАМИЧЕСКИМ ДИАПАЗОНОМ

Галкин Я.Д., Кунц А.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Стемпицкий В.Р. – канд. техн. наук, доцент

Рассмотрены результаты схемотехнического проектирования на базовом матричном кристалле МН2ХА030 аналогового интерфейса кремниевых фотоэлектронных умножителей.

Целью настоящей статьи является рассмотрение параметров разработанного для считывания сигналов SiФЭУ с большим динамическим диапазоном аналогового интерфейса IBUF, реализованного на базовом матричном кристалле (БМК) МН2ХА030 и работоспособного при однополярном напряжении питания, равном 3,3 В.

Основными блоками аналогового интерфейса IBUF являются: токовый буфер, состоящий из каскада с общей базой на малошумящем транзисторе; интегратор тока, представляющий собой операционный усилитель (ОУ) с высоким выходным сопротивлением; схема восстановления базового уровня (ВБУ), основанная на дифференциальном усилителе, которая, при необходимости, может подключаться параллельно цепи отрицательной обратной связи интегратора. [1]

При моделировании аналогового интерфейса IBUF применялась упрощенная эквивалентная схема SiPM Photonique. [2]

Таблица 1 – Основные параметры аналогового интерфейса IBUF при напряжении питания, равном 3,3 В

Наименование параметра	Величина
Ток потребления в режиме холостого хода, мА	1,28
Входное сопротивление, Ом	<29
Коэффициент преобразования K_{QV} при $C_D \approx 18$ пФ, В/пКл	0,03
Диапазон регулировки базового уровня, при отключенной схеме ВБУ, В	от 0,4 до 2,5
Диапазон регулировки базового уровня, при подключенной схеме ВБУ, В	от 1,28 до 3,10
Время пика по выходу Out при $C_D \approx 18$ пФ, нс	96,5
Полоса пропускания по уровню -3 дБ для выхода Out при $C_D \approx 18$ пФ, МГц	от 0,034 до 1,84
Среднеквадратическое значение шумового заряда для выхода Out, приведенное к входу аналогового интерфейса I_{pr} , при $C_D \approx 18$ пФ и подключенной (отключенной) схеме ВБУ, фКл	58,23 (35,94)

На БМК МН2ХА030 разработан аналоговый интерфейс IBUF для SiФЭУ с большим динамическим диапазоном, содержащий токовый буфер, интегратор тока и схему ВБУ.

При однополярном напряжении питания, равном 3,3 В, аналоговый интерфейс характеризуется следующими основными параметрами: входное сопротивление – 29 Ом, ток потребления – 1,28 мА, время пика выходного импульса – около 100 нс.

Применение схемы ВБУ обеспечивает пренебрежимо малое изменение базового уровня при ± 20 % разбросе сопротивлений интегральных резисторов, компенсирует влияние на базовый уровень вытекающего входного тока с величиной до 200 мкА, но в то же время увеличивает уровень шумов в 1,6 раза.

Разработанная схема сохраняет свою работоспособность при поглощенной дозе гамма-излучения до 1 Мрад, воздействию интегрального потока нейтронов до 10^{14} н/см² и может найти применение в многоканальных микросхемах обработки сигналов SiФЭУ.

Список использованных источников:

1. O. V. Dvornikov, N. N. Prokopenko, V. A. Tchekhovski, Y. D. Galkin, A. E. Titov and A. V. Bugakova, "Silicon Photomultipliers' Analog Interface with Wide Dynamic Range," 2019 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS), Batumi, Georgia, 2019, pp. 1-4.
2. O. V. Dvornikov, N. N. Prokopenko, V. A. Tchekhovski, Y. D. Galkin, A. V. Kunz and A. V. Bugakova, "Circuit Features of Multichannel Chips of Reading Electronics of Silicone Photomultiplier Tubes," 2019 23rd International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC), Sinaia, Romania, 2019, pp. 149-155.