

Отечественный 16-разрядный преобразователь угол-код для индуктивных датчиков типа сельсин, СКВТ, ЛРДТ

Всеволод ЭННС,
Дмитрий ФРОЛОВ,
Юрий ФИЛАТОВ,
mail@dcsoyuz.ru

Компания АО «Дизайн Центр «Союз» получила опытные образцы микросхемы 5400TP065A-022 – двухканальный преобразователь сигналов индуктивных датчиков трансформаторного типа: сельсин, синусно-косинусный вращающийся трансформатор (СКВТ), линейный регулируемый дифференциальный трансформатор (ЛРДТ). Микросхема разработана на базе радиационно стойкого АЦ БМК и предназначена для преобразования сигналов датчика в код угла или линейной координаты, в том числе в аппаратуре специального назначения.

В настоящее время индуктивные датчики трансформаторного типа (сельсин, СКВТ, ЛРДТ), преобразующие механическое перемещение в электрический сигнал, сохраняют широкое применение в разных областях деятельности благодаря надежности и способности работать в сложных условиях эксплуатации. Эти устройства используются для измерения угловых и линейных перемещений, что востребовано в промышленности, авиации, робототехнике и других сферах. Датчики в своем составе содержат как механическую часть, так и электронную – для обработки сигналов, генерации возбуждающего напряжения, преобразования данных. С развитием датчиков электронная часть все чаще реализуется с помощью специализированных микросхем, позволяющих генерировать синусоидальное напряжение для возбуждения датчиков, преобразовывать аналоговые сигналы с обмоток в цифровой код угла, компенсировать погрешности, реализовывать следящие контуры с обратной связью для повы-

шения точности и устойчивости к помехам и выдавать результаты в удобном цифровом формате.

В микросхеме 5400TP065A-022 (рис. 1) реализованы два независимых канала. В основу архитектуры положен следящий контур с астатизмом 2-го порядка, что является традиционным решением для электронных блоков датчиков этого типа (рис. 2). Для работы контура не требуется выпрямление сигналов СКВТ; при расчете углового положения используется весь набор выборок АЦП переменного сигнала на частоте возбуждения датчика. Отсутствие выпрямителей позволяет формировать полосу расчета выходного угла выше полосы возбуждения, что важно при использовании низкочастотных датчиков (до 1 кГц) в электроприводах. Соотношение между быстродействием контура и уровнем выходного шума задается параметром LBW (4 бит), позволяющим выбирать между числом эффективных разрядов и динамикой регулирования.

Работа контура основана на минимизации разности между сигналами модели датчика и реальными входными сигналами (рис. 3). Параметры модели определяют уровень первичного шума в контуре и, как следствие, точность выходного угла. В 5400TP065A-022 предусмотрена буферизация не только отсчетов АЦП, но и промежуточных данных конвейера обработки, включая сигналы модели датчика. Это упрощает подбор коэффициентов и настройку преобразователя для датчика конкретного типа.

В микросхеме реализован программный сдвиг фазы опорного сигнала (EXI1, EXI2) независимо от источника возбуждения (внутренний

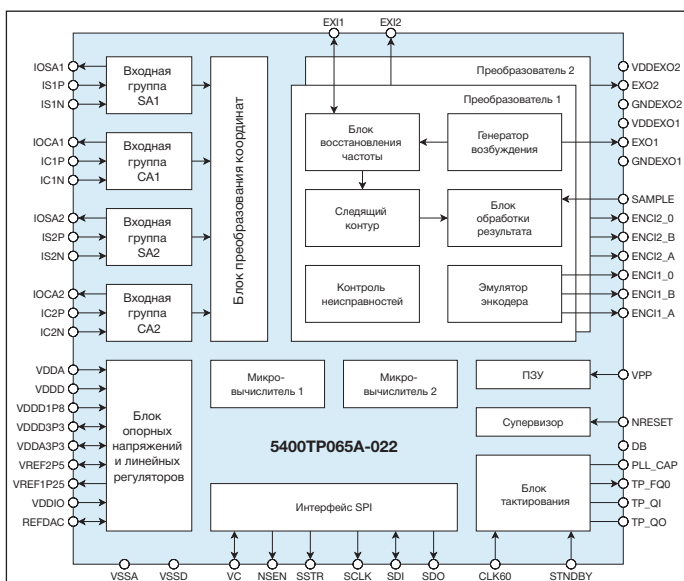


Рис. 1. Структурная схема ИС 5400TP065A-022

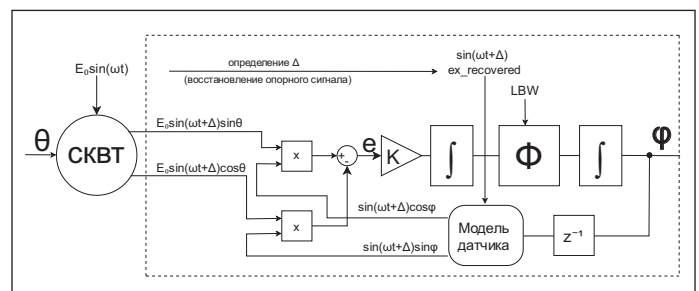


Рис. 2. Следящий контур с интегралами

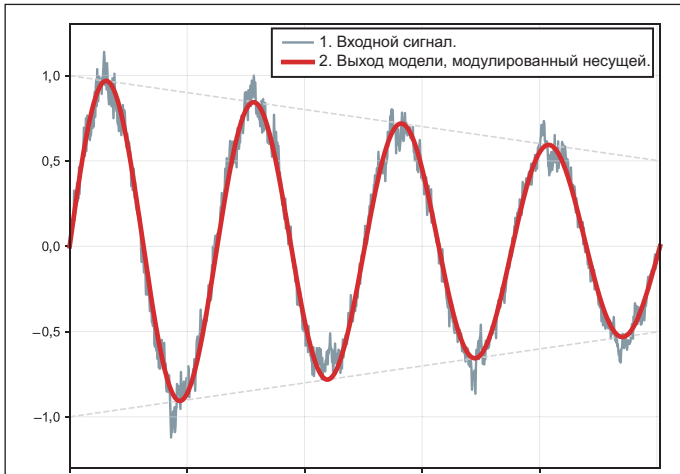


Рис. 3. Сигнал модели и фактический сигнал

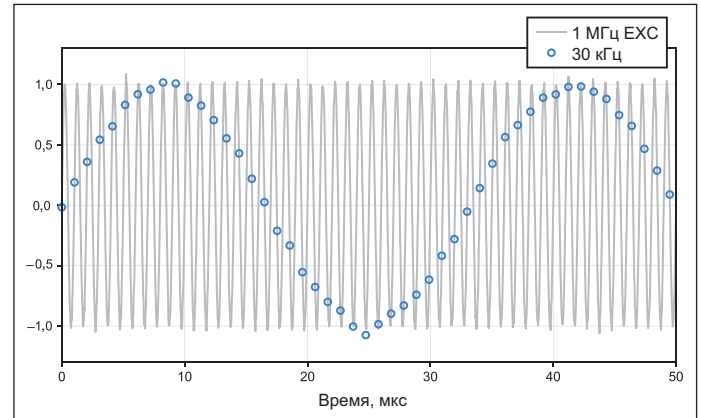


Рис. 4. Стробоскопический метод переноса: несущая 1 МГц, выборка 970 кГц → результат 30 кГц

или внешний генератор). Постоянная задержка задается 16-бит параметром в тактах работы контура. Контроль фазового соответствия осуществляется путем передачи в инструментальное ПО оцифрованных значений входных сигналов АЦП, а также первичной и сдвинутой опоры. Входной тракт рассчитан на работу с сигналами до 50 кГц, а также предусмотрен режим прямой оцифровки сигналов до 5 МГц, предназначенный для датчиков на печатных обмотках. В этом режиме используется стробоскопический перенос высокочастотного сигнала в область до ~30 кГц с последующей обработкой следящим контуром (рис. 4).

Генератор возбуждения построен с использованием опорного напряжения АЦП для формирования сигнала ЦАП возбуждения с возможностью корректировки амплитуды, что обеспечивает масштабный температурный дрейф и его взаимную компенсацию. Предусмотрен режим генерации меандра до 5 МГц для управления внешней комплементарной парой MOSFET, применяемой для возбуждения датчика на печатных обмотках (рис. 5).

На основе микросхемы 5400TP065A-022, пары 2-канальных усилителей и двух транзисторов (P- и N-канального) может быть реализован полностью отечественный спецстойкий датчик угла на печатных обмотках с заданными требованиями по точности, разрешению и конструкции (рис. 6).

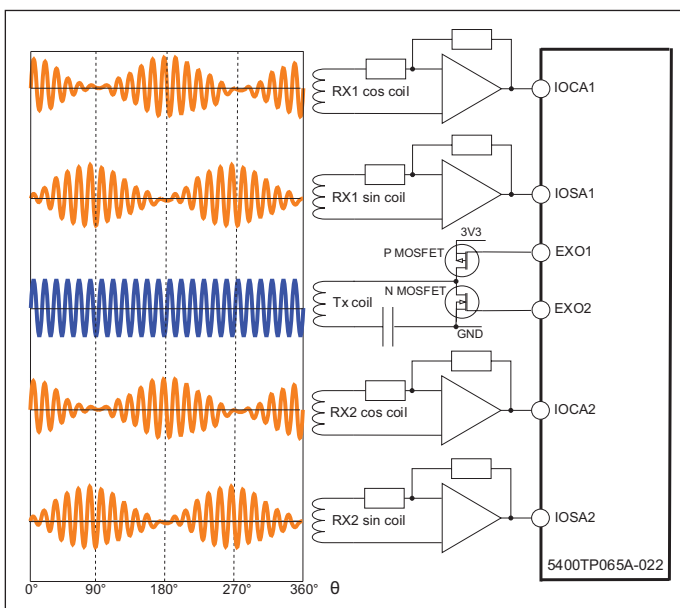


Рис. 5. Структура возбуждения и приема сигналов датчика на печатных обмотках

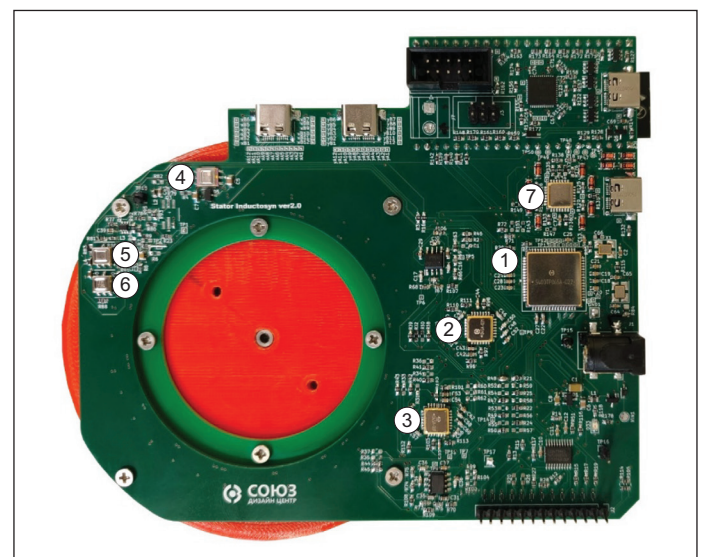


Рис. 6. Инженерный образец индуктивного датчика: 1 – микросхема 5400TP065A-022; 2, 3 – 2-канальный ОУ 5400TP045A-031; 4 – линейный регулятор 5400TP125-001-3.3; 5 – P-канальный транзистор 2ПЕ116А9; 6 – N-канальный транзистор 2П52А49; 7 – приемопередатчик M-LVDS 5529TP015-695

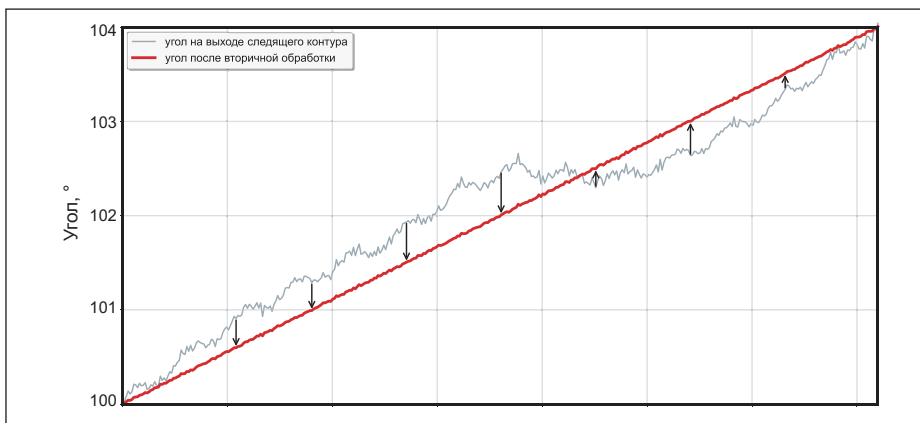


Рис. 7. Коррекция нелинейностей и шума с помощью постобработки на 5400TP065A-022

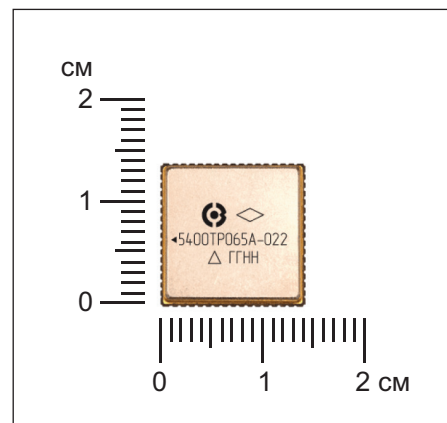


Рис. 8. Внешний вид микросхемы 5400TP065A-022

систематической погрешности полного угла с использованием обратного дискретного преобразования Фурье по 32 гармоническим коэффициентам (рис. 7).

Применение 5400TP065A-022 позволяет перенести низкоуровневую обработку сигналов с управляющего контроллера на специализированную микросхему.

Наличие встроенной энергонезависимой памяти сокращает время ввода аппаратуры в работу после подачи питания или сигнала сброса. Предусмотрена адресация до 255 устройств на одной линии SPI, а также специальный вывод для управления приемом и передачей внешними микросхемами дифференциальных интерфейсов RS-485 и M-LVDS.

Микросхема выполнена в 64-выводном металлокерамическом корпусе МК 5153.64-3 с размерами 13,8×13,8 мм (рис. 8) и предназначена

для работы в широком температурном диапазоне $-60...125^{\circ}\text{C}$. В настоящее время получены опытные образцы, ведется серийное освоение с приемкой «ВП» с плановым сроком завершения в III кв. 2026 г.

Для оценки характеристик разработан отладочный комплект КФЦС.441461.448, который предназначен для демонстрации функциональных возможностей микросхемы.

Микросхема 5400TP065A-022 обладает высокой надежностью (наработка до отказа – свыше 100 тыс. ч) и стойкостью к СВВФ, включая факторы космического пространства (стойкость к ТЗЧ – не менее $60 \text{ МэВ}\cdot\text{см}^2/\text{мг}$).

Сочетание аналоговой точности и функциональных возможностей делает эту микросхему надежной основой для разработки отечественных измерительных комплексов в сфере специального приборостроения и промышленной электроники.



МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ



ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ДАТЧИКИ



АЦП и ЦАП



ЦИФРОВЫЕ СХЕМЫ



ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ
ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН



УСИЛИТЕЛИ и КОМПАРАТОРЫ



КЛЮЧИ и МУЛЬТИПЛЕКСОРЫ



СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПИТАНИЕМ



РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО
ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ



124482, г. Москва, г. Зеленоград,
ул. Конструктора Лукина, д. 14, стр. 1



8 (499) 995-25-18



mail@dcsouyz.ru



www.dcsouyz.ru

