

ЦИФРОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ УРОВНЯ ТОПЛИВА С ТЕРМОКОМПЕНСАЦИЕЙ И АДАПТИВНОЙ ФИЛЬТРАЦИЕЙ СИГНАЛА

Бортовой измеритель уровня топлива: измерение ёмкостного зонда, двойной мультивибратор для термостабильности, комплексная термокомпенсация, адаптивный фильтр по акселерометру.

Введение

Точный учёт топлива важен для коммерческого транспорта и спецтехники. При вибрациях, сильных ЭМ-помехах и температуре $-40 \dots +85^{\circ}\text{C}$ погрешность измерения растёт. Рассматривается бортовой прибор с гальванически изолированным измерителем, питанием 9–36 В и аварийным сохранением логов. Акцент – на устойчивом и стабильном измерении ёмкости зонда, сочетании нескольких методов термокомпенсации и адаптивной фильтрации измеряемых значений.

I. Аппаратный тракт измерения ёмкости и безопасность бортового питания

Реализована резонансно-частотная оценка ёмкости коаксиального зонда на двух мультивибраторах построенных на операционных усилителях в одном корпусе MAX4477: один с подключенным зондом, второй – дублирует первый но без подключенного зонда. Сравнение частот подавляет общий температурный дрейф активных элементов и часть разброса пассивных компонентов, повышая термостабильность и устойчивость к сильным ЭМ-помехам при ратометрической природе измерения. Такая реализация помогает сэкономить на специализированном FDC-контроллер, не теряя в качестве измерения.

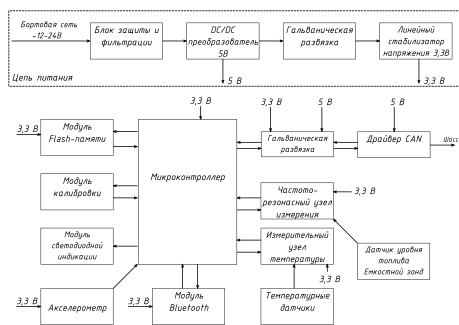


Рис. 1 – Структурная схема устройства

Питание состоит из неизолрированных 5 В для питания CAN и гальванически изолированные 3,3 В. Реа-

лизована защита от переполнорки и выбросов напряжения. Понижающий DC/DC преобразователь формирует первичные 5 В. Гальванически развязанный DC/DC преобразователь формирует гальванически развязанное питание для измерительной части и обеспечения безопасности. Электролитический конденсатор по питанию 3,3 В даёт STM32F103 50–100 мс на запись в Flash-память при внезапной потери напряжения питания. Гальванически развязанный CAN состоит из драйвера и цифровых изоляторов ADuM1201/1200. Измерение температуры для компенсации изменения свойств топлива – 24-битный АЦП с внутренним измерением температуры на плате и внешними PT1000 в топливе.

II. Программное реализация прибора

Архитектура ПО: опрос датчиков по прерыванию таймера, математическое ядро, кольцевой лог. Термокомпенсация – комбинация методов: температура топлива, температура платы/кристалла и программные поправки к измеренной ёмкости по модели бака.

С помощью акселерометра вычисляются крен и тангаж, уровень пространственно корректируется. При вибрациях расширяется окно скользящего среднего, в покое окно сужается. После коррекций выполняется перевод в литры по тарифовочной таблице. Выпонляется самодиагностика основных условий системы на наличие сбоев.

III. Выводы

Предложена архитектура частотно-резонансного измерителя с опорным мультивибратором, многослойной термокомпенсацией и адаптивным сглаживанием по данным с акселерометра. Это позволяет снизить основные погрешности в статике и динамике при жёстких условиях эксплуатации.

1. Хоровиц, П. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл ; пер. с англ. – 3-е изд. – М. : Бином, 2024. – 706 с
2. Фрайден, Дж. Современные датчики. Справочник / Дж. Фрайден ; пер. с англ. – М. : Техносфера, 2005. – 592 с.

Сохин Андрей Андреевич, студент кафедры теоретических основ электротехники БГУИР, soxapro228@gmail.com.

Научный руководитель: Хмыль Александр Александрович, заведующий центром компетенций, ассистент кафедры теоретических основ электротехники БГУИР, a.khmyl@bsuir.by.