

Скважинный прибор для измерения диэлектрических характеристик пластового флюида.

Схема и печатная плата.

Д.А. Коновалов, н.с. лаб. ФПС КФТИ ФИЦ КазНЦ РАН

На этапе НИОКР была разработана принципиальная схема и изготовлен прототип прибора. На Рис. 1 представлена его блок-схема.

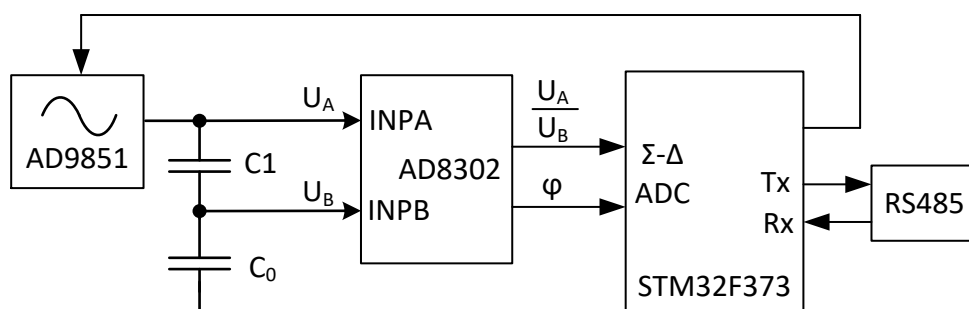


Рис. 1. Блок-схема прототипа прибора

Измерительная часть представляет собой емкостный делитель $C1C_0$, на вход которого подается синусоидальный сигнал с выхода цифрового синтезатора AD9851. Детектор усиления и фазы AD8302 сравнивает два входных синусоидальных сигнала, поступающих на входы INPA и INPB. На выходе детектора формируются аналоговые уровни, соответствующие отношению амплитуд и разности фаз синусоидальных сигналов. Эти аналоговые уровни поступают на входы 24-х разрядных сигма-дельта АЦП микроконтроллера STM32F373, который осуществляет вычисление действительной части диэлектрической проницаемости и удельной проводимости флюида, заполняющего измерительную ячейку C_0 . Микроконтроллер также управляет работой цифрового синтезатора AD9851 (задает частоту от 0 до 60 МГц с шагом 1 кГц) и взаимодействует с головным устройством посредством интерфейса RS485 по протоколу MODBUS-RTU.

Таким образом, несмотря на требование технического задания осуществлять измерения на фиксированной частоте, в прибор заложена возможность работать в диапазоне частот 1 кГц – 60 МГц.

На Рис. 2 представлена полная принципиальная электрическая схема прототипа прибора. Все подключения и номиналы компонентов обвязки микросхем взяты без изменений или вычислены по рекомендациям производителей, приведенным в соответствующих технических документах.

Питание напряжением +5 В может подаваться с трех разъемов J1, J4.2 и J5. Поэтому для развязки использованы диоды Шоттки D3-D5.

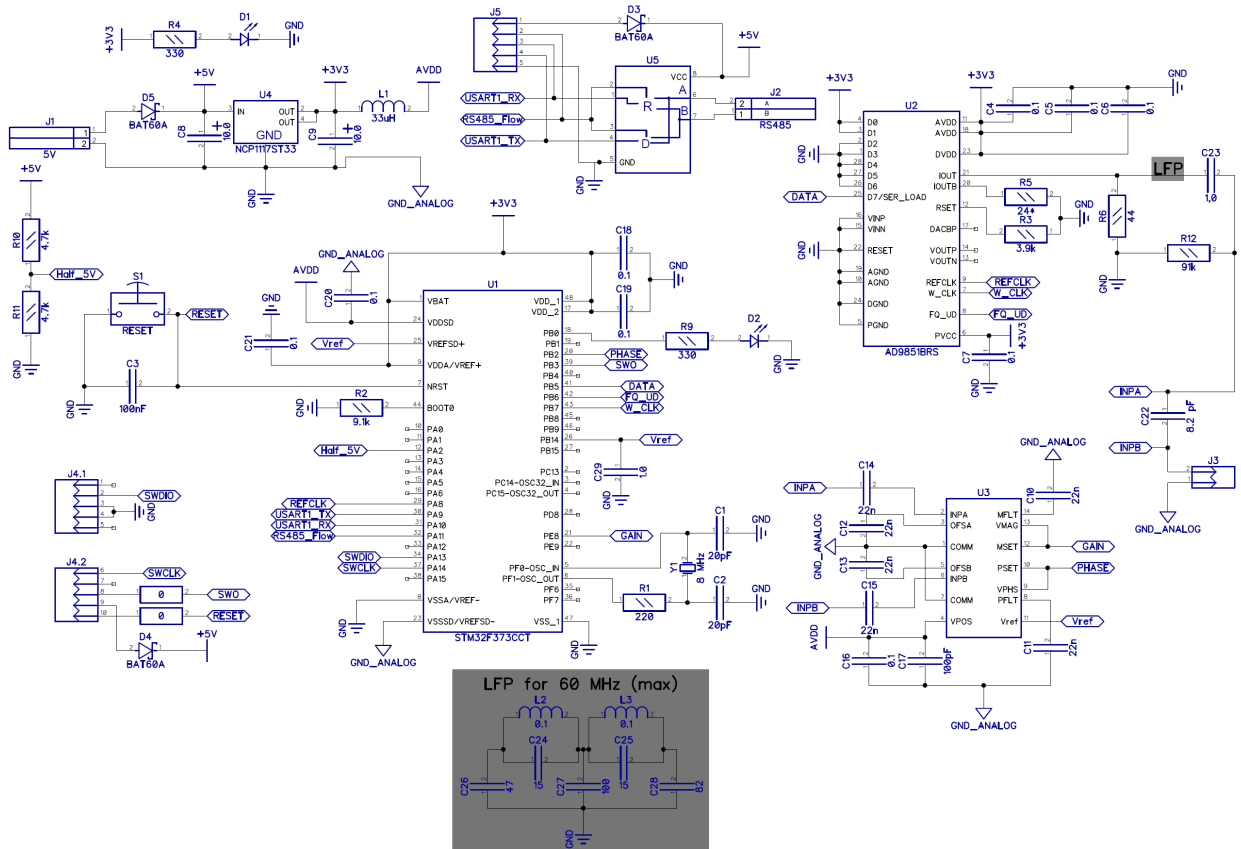


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема прототипа прибора.

C22 – конденсатор постоянной емкости с нулевым температурным коэффициентом емкости. Измерительная ячейка подключается к разъему J3.

Сигма-дельта АЦП микроконтроллера STM32F373 имеет отдельный вход для опорного напряжения. Опорное напряжение на этот вход подается с выхода Vref микросхемы U3 детектора AD8302. Относительно этого напряжения формируются аналоговые уровни на выходах детектора.

К разъему J4 подключается программатор ST-Link. Через него осуществляется загрузка прошивки в микроконтроллер, а также доступ к внутренним регистрам и ячейкам памяти микроконтроллера на этапе отладки программного обеспечения.

Печатная плата прототипа прибора разработана в САПР DipTrace, а изготовлена по технологии ЛУТ (Рис. 3).

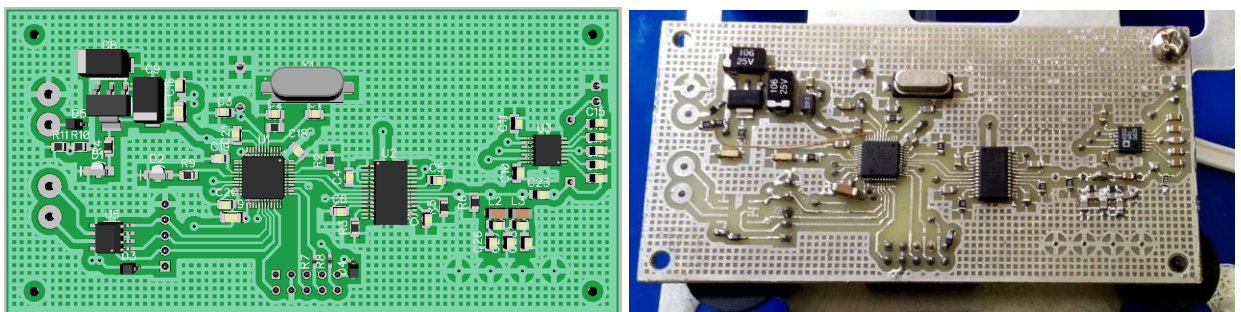


Рис. 3. 3d модель и фотография печатной платы прибора