



ОРЛОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
имени И.С. Тургенева

УСТРОЙСТВО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ В УСЛОВИЯХ ПОМЕХ

Выполнил: студент группы 41КЭ-м

Остапов Владислав Русланович

Научный руководитель:

Донцов Венедикт Михайлович



Введение

Актуальность. Периодические электрические сигналы являются основой работы многих электронных устройств. При проведении испытаний и исследований требуется измерение их параметров в условиях воздействия шумов и помех, при этом существующие решения часто оказываются либо избыточно сложными, либо недостаточно гибкими.

Цель работы. Разработка устройства измерения амплитуды и частоты периодических сигналов, обеспечивающего заданную точность измерений и возможность изменения алгоритмов обработки без доработки аппаратной части.

Задачи работы. Провести анализ существующих методов измерения параметров сигналов, разработать аппаратную и программную часть устройства, реализовать алгоритмы обработки данных и выполнить экспериментальную проверку полученных результатов.



Введение

Цель работы: разработка устройства измерения амплитуды и частоты периодических сигналов с погрешностью не более 2% в условиях воздействия шумов и помех.

Объект исследования: периодические электрические сигналы в условиях помех.

Предмет исследования: программно-аппаратные методы измерения параметров периодических сигналов.

Научная новизна: комплексный подход к измерению параметров периодических сигналов, сочетающий аппаратную фильтрацию, цифровую обработку и статистический анализ оцифрованных данных.

Практическая ценность: разработано устройство, позволяющее измерять амплитуду и частоту сигналов в диапазоне 30–500 кГц с возможностью изменения алгоритмов обработки без модификации аппаратной части.



Анализ существующих методов

В первой главе был проведён анализ существующих методов измерения параметров периодических сигналов. Рассматривались как специализированные измерительные устройства, защищённые патентами, так и универсальные приборы, такие как цифровые осциллографы.

Анализ показал, что патентные решения, как правило, ориентированы на измерение отдельных параметров сигнала и обладают ограниченной гибкостью. Цифровые осциллографы позволяют решать поставленную задачу, однако отличаются высокой стоимостью и значительно более широкими возможностями, чем требуется в рамках данного проекта. В результате был сделан вывод о целесообразности разработки специализированного устройства, сочетающего достаточную точность измерений, невысокую стоимость и возможность изменения алгоритмов обработки без переработки аппаратной части.



Анализ вариантов построения измерительного устройства

Рассмотренные варианты реализации:

- Аналоговая схема на компараторах
- Аналоговая схема с программно задаваемыми порогами (DAC + компараторы)
- Полная оцифровка сигнала с последующей цифровой обработкой

Критерии выбора:

- Точность измерений
- Устойчивость к помехам
- Сложность аппаратной части
- Гибкость алгоритмов обработки
- Возможность изменения требований без переработки схемы

Результат анализа

- Аналоговые методы требуют настройки и сложнее модернизируются
- Изменение алгоритмов приводит к изменению схемотехники
- Наиболее гибким решением признана полная оцифровка сигнала



Выбранная архитектура устройства

- Использование внешнего быстродействующего АЦП AD9057BRSZ-40
- Определение параметров сигнала программными методами



8-Bit
40 MSPS/50 MSPS/80 MSPS Converter

AD9057

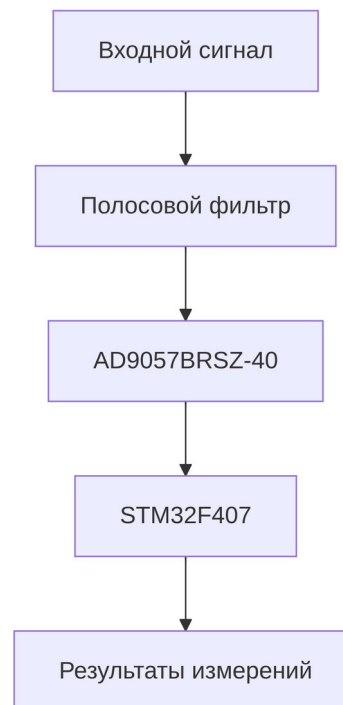
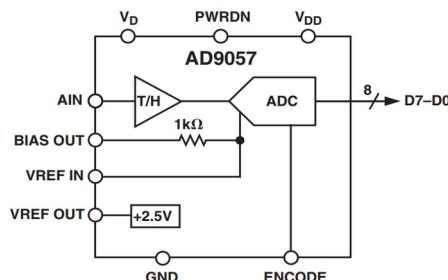
FEATURES

8-Bit, Low Power ADC: 200 mW Typical
120 MHz Analog Bandwidth
On-Chip 2.5 V Reference and T/H
1 V p-p Analog Input Range
Single 5 V Supply Operation
5 V or 3 V Logic Interface
Power-Down Mode: < 10 mW
Three Performance Grades (40 MSPS, 60 MSPS, 80 MSPS)

APPLICATIONS

Digital Communications (QAM Demodulators)
RGB and YC/Composite Video Processing
Digital Data Storage Read Channels
Medical Imaging
Digital Instrumentation

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM





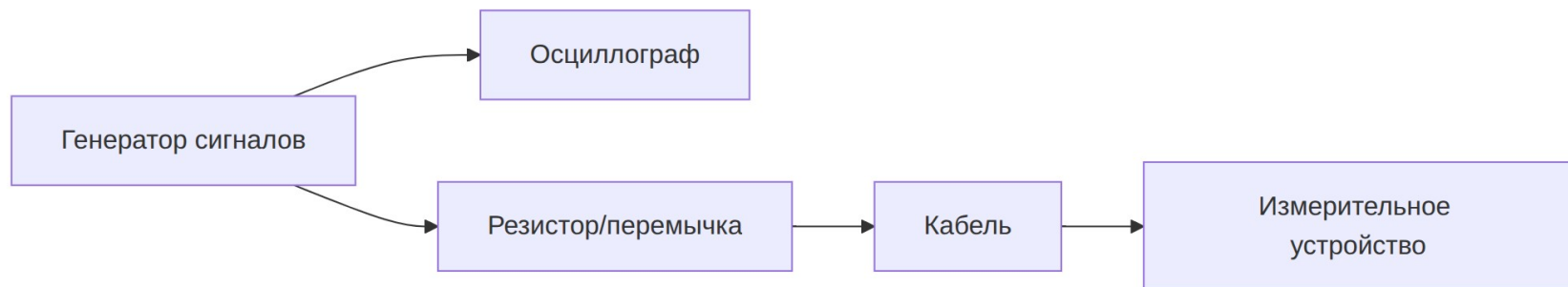
Методика экспериментальной проверки

Цель испытаний:

- Проверка точности измерения амплитуды и частоты сигнала
- Сравнение результатов алгоритма с показаниями поверенного осциллографа
- Оценка влияния выходного сопротивления источника сигнала

Порядок проведения испытаний:

- На вход устройства подавался сигнал от генератора
- Параллельно сигнал контролировался осциллографом
- Выполнялась запись массива отсчетов АЦП
- Результаты алгоритма сравнивались с показаниями осциллографа
- Часть испытаний проводилась с дополнительным резистором в сигнальной цепи





Результаты экспериментальной проверки

Имитация внутреннего сопротивления	f_{ref} , КГц	A_{ref} , мВ	f_{meas} , КГц	A_{meas} , мВ	Δf , КГц	Δf_e , %	ΔA , мВ	ΔA_e , %
да	10	809	13,75	816,41	3,75	37,5	7,41	0,92
да	300	201	298,83	183,59	1,17	0,39	17,41	8,66
да	300	802	299,43	746,09	0,57	0,19	55,91	6,97
да	400	201	398,83	175,78	1,17	0,29	25,22	12,55
да	400	802	398,84	703,12	1,16	0,29	98,88	12,33
да	500	201	498,84	164,06	1,16	0,23	36,94	18,38
да	500	802	498,84	652,34	1,16	0,23	149,66	18,66
нет	10	809	11,76	832,03	1,76	17,63	23,03	2,85
нет	300	201	298,84	207,03	1,16	0,39	6,03	3
нет	300	802	299,42	816,41	0,58	0,19	14,41	1,8
нет	400	201	399,97	207,03	0,03	0,01	6,03	3
нет	400	802	399,46	816,41	0,54	0,13	14,41	1,8
нет	500	201	498,82	203,12	1,18	0,24	2,12	1,06
нет	500	802	498,84	800,78	1,16	0,23	1,22	0,15



Заключение

Основные результаты:

- Частотная погрешность в во всех испытаниях не превышает 0,57 %
- Погрешность измерения амплитуды соответствует заданным требованиям
- Подтверждена работоспособность выбранного подхода
- Обеспечена возможность изменения алгоритмов без изменения аппаратной части

Итог: цель работы достигнута. Разработанное устройство обеспечивает измерение параметров периодических сигналов с требуемой точностью в условиях воздействия помех.

Устройство внедрено в контрольно-проверочную аппаратуру, разрабатываемую в рамках проекта «кристалл» (заказчик - Курск Авиаавтоматика). Получена государственная регистрация программного обеспечения.



ОРЛОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
имени И.С. Тургенева

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ