Казахский национальный университет имени аль-Фараби

Лекция 3

Различие симуляторов. M2M-взаимодействие МК

Микроконтроллеры в смарт-системах IoT

Лекция 3

План лекции

- УСО – устройства связи с объектом
- Датчики
- Пример: терморезистор
- Характеристики датчиков
- Промежуточные измерительные преобразователи
- АЦП: аналого-цифровые преобразователи
- Погрешность квантования
- ЦАП и коммутаторы
- Исполнительные устройства и M2M
- Задачи
- Итоги лекции

Лекция 3

УСО – устройства связи с объектом

- Комплекс устройств, обеспечивающих взаимодействие объектов внешнего мира и ЭВМ
- Аппаратура делится на две группы: средства МК-техники и специализированные устройства связи
- Цепочка: датчик → преобразователь → АЦП → МК → ЦАП → исполнитель



Лекция 3

Датчики

- Преобразуют физическую величину в электрический сигнал
- Информация закодирована в напряжении, токе или частоте
- Цифровые датчики дают значения 0 или 1
- «Интеллектуальный датчик» содержит ещё и микроконтроллер и цифровой интерфейс



Терморезистор Pt100: график

- Работает на зависимости сопротивления металла (Cu, Pt) от температуры
- Конструкция: проволока на диэлектрическом сердечнике в теплопроводящем корпусе
- Функция преобразования нелинейна, но на участке 0…200 °C для меди близка к линейной



Лекция 3

Характеристики датчиков

Функция преобразования

Зависимость выхода от входной величины (градуировка).

Диапазон и погрешность

Рабочий диапазон и предельная погрешность, например 0,1 %.

Чувствительность

Первая производная функции преобразования.

Динамика

Постоянная времени и АЧХ.

Лекция 3

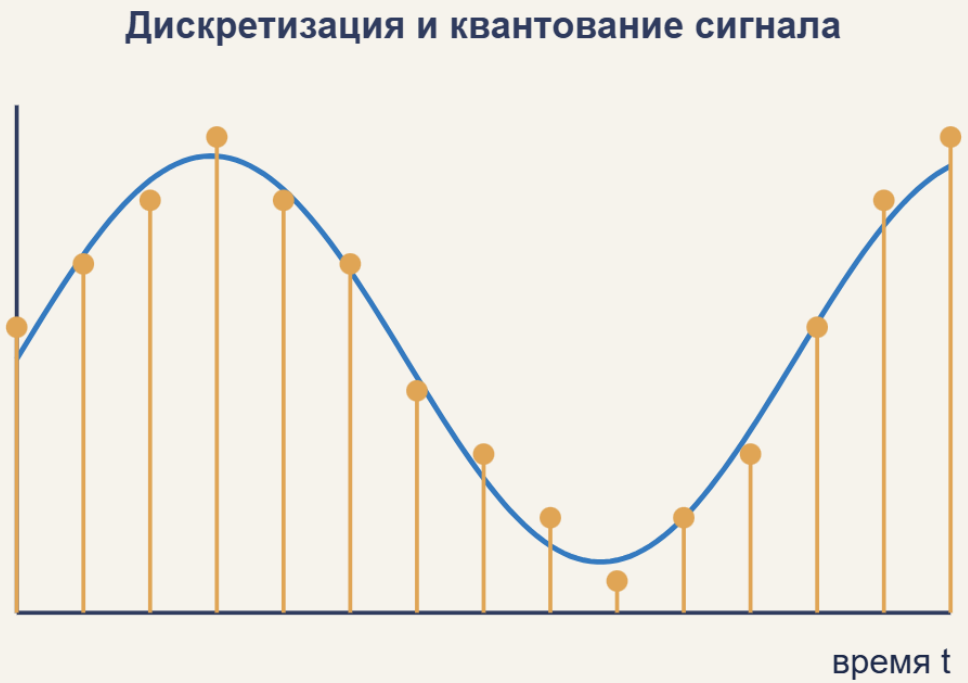
Промежуточные измерительные преобразователи

- Сохраняют вид сигнала, но меняют его величину
- Нужны, если сигнал слишком слабый, слишком сильный или зашумлён
- Усилители, нормализаторы, фильтры
- Простые схемы – на резисторах и операционных усилителях; сложные – с программируемым коэффициентом усиления

Лекция 3

АЦП: ступенька и дискретизация





Лекция 3

АЦП: аналого-цифровые преобразователи

- Преобразуют значение электрического сигнала в число
- Две операции: квантование по уровню и дискретизация по времени
- Время преобразования: от 10^{-7} до 10^{-3} с
- Разрядность: от 8 до 24 бит
- Пример: при N = 2 всего 4 результата – 00, 01, 10, 11

Погрешность квантования

$$\leq h / 2$$

h – величина входного сигнала, соответствующая одному младшему разряду.
Для АЦП ±5 В и 8 бит шаг h = 10 В / 256 ≈ 0,039 В.

Лекция 3

ЦАП и коммутаторы

- ЦАП преобразует число в напряжение или ток; характеристики аналогичны АЦП
- Мультиплексор: несколько входов на один выход
- Демультиплексор: один вход на несколько выходов
- Для цифровых сигналов – коммутаторы («свитчи»)

Исполнительные устройства и M2M

- Исполнительные устройства воздействуют на объект: шаговый двигатель, нагреватель, реле, клапан
- M2M – обмен данными между машинами без участия человека
- Дополнение: в IoT для M2M используют протоколы MQTT, Modbus, HTTP и OPC UA

Лекция 3

Задачи

- Канал из двух звеньев Y=A·X+B и Y=C·X+D: найдите полную функцию преобразования
- Сигнал датчика ±1 В, вход АЦП ±7,5 В: предложите схему усилителя
- АЦП ±5 В, 8 бит: найдите погрешность дискретизации в вольтах и процентах
- Время преобразования 22,7 мкс: какова максимальная частота дискретизации?

Лекция 3

Итоги лекции

- УСО связывают реальный объект с вычислительным устройством
- Ключевая характеристика датчика – функция преобразования
- АЦП даёт погрешность квантования не более h/2
- Далее: интерфейсы и подключение входных пинов

Лекция 3

Источники и дополнительные материалы

- IEC 61131-3 – международный стандарт языков программирования ПЛК
- Siemens: документация TIA Portal и LOGO! (support.industry.siemens.com)
- Espressif: ESP32 Technical Reference Manual (docs.espressif.com)
- Arduino Language Reference (arduino.cc/reference)
- Документация MQTT (mqtt.org)