

# Программирование микроконтроллеров: Лекция 5. ШИМ модуляция сигнала, управление мощностью

Колесников Никита Сергеевич

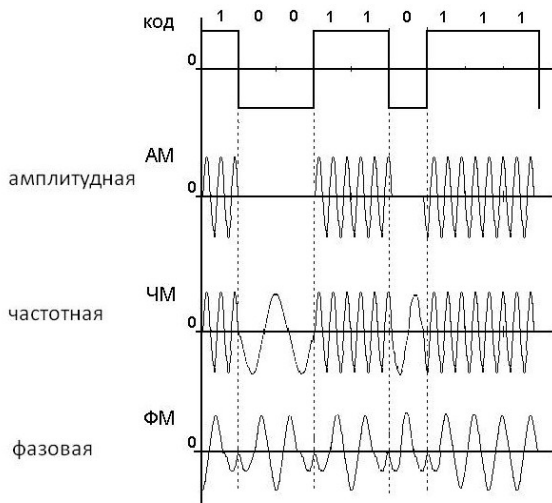
БФУ им. И. Канта

14 марта 2022

# Модуляция аналогового сигнала

**Модуляция** - это изменение одного из параметров (амплитуды, частоты или фазы) несущего электрического сигнала (*как правило, высокочастотного*) в соответствии с колебаниями модулирующего сигнала (*обычно низкочастотного*), в котором содержится полезная информация.

## Модуляция аналогового сигнала (синусоида)



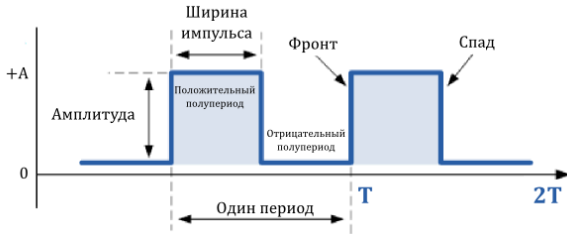
## Модуляция аналогового сигнала (импульсы)

- ▶ Амплитудно-импульсная (англ. PAM — pulse-amplitude modulation)
- ▶ Частотно-импульсная (англ. PFM — pulse-frequency modulation)
- ▶ **Широтно-импульсная** (англ. PWM — pulse-width modulation) скважность
- ▶ Фазоимпульсная (англ. PPM — pulse-phase modulation) задержка импульса
- ▶ Счётно-импульсная (англ. PNM — pulse-number modulation) количество импульсов
- ▶ Кодоимпульсная (англ. PCM — pulse-code modulation) комбинация пауз и импульсов

# Зачем нужна модуляция?

- ▶ Привести в соответствие параметры передаваемого сигнала с параметрами линии, по которой происходит передача сигнала
- ▶ Повысить дальность передачи сигнала
- ▶ Улучшить помехоустойчивость каналов связи
- ▶ Создавать многоканальные системы передачи данных
- ▶ **Проектировать и производить импульсные источники питания**

# Скважность импульсов



Введем

обозначения:  $T$  – период импульса,  $\tau$  – ширина импульса;  
Тогда:

$S = \frac{T}{\tau} \in [1; +\infty]$  — **скважность** импульсов;

$D = \frac{\tau}{T} \in [0; 1]$  — **коэффициент заполнения** (duty cycle);

# ШИМ-модуляция ((с) Википедия)

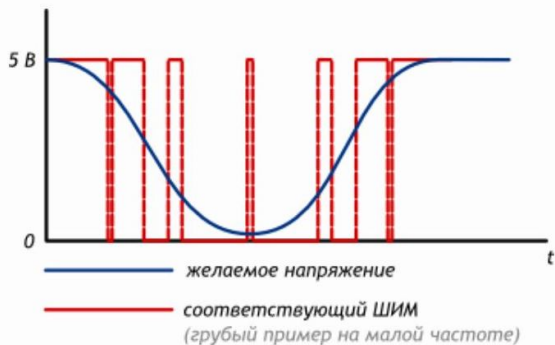
**Широтно-импульсная модуляция** (ШИМ, англ. pulse-width modulation (PWM)) — процесс управления мощностью методом пульсирующего включения и выключения потребителя энергии.

## Принцип работы

- ▶ Несущая – сигнал прямоугольной формы;
- ▶ Модулирующий сигнал – желаемое значение мощности на управляемой нагрузке (условно);
- ▶ Частота ( $f$ ), фаза, амплитуда ( $U_{in}$ ) - постоянны;
- ▶ Модулированное напряжение управляет транзисторным или тиристорным ключом;
- ▶ Усреднённое выходное напряжение с ключа поступает на **интегрирующую** нагрузку.



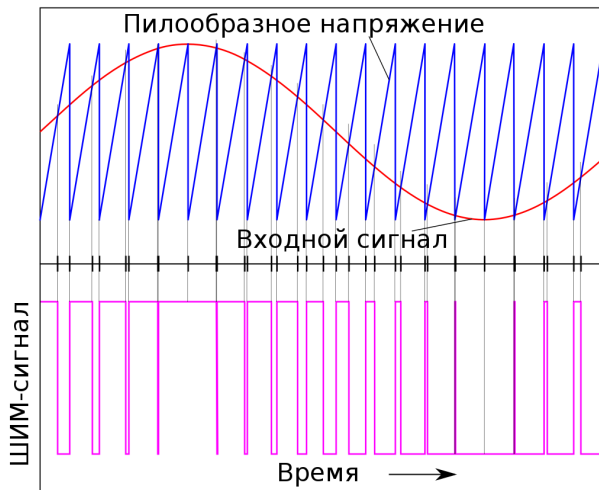
# Принцип работы



# Выбор частоты ШИМ

- ▶ Точность регулирования прямо пропорциональна величине частоты.
- ▶ Частота сигнала должна такой, чтобы регулируемое устройство «не успевало» реагировать на отсутствие сигнала в течение временной паузы  $T$ . В противном случае появляются нежелательные пульсации.

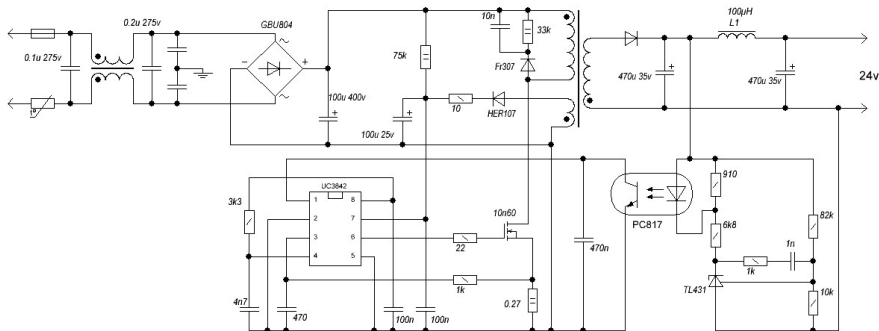
# Аналоговый ШИМ



# Применение ШИМ

- ▶ Режим работы сварочных аппаратов;
- ▶ Автономные инверторы;
- ▶ Зарядные устройства для аккумуляторов;
- ▶ Регуляторы оборотов электродвигателей;
- ▶ Регуляторы мощности электронагревателей;
- ▶ Регулировка яркости подсветки ЖК экрана;
- ▶ LDO-стабилизаторы напряжения;
- ▶ Блоки питания;
- ▶ Управление цветовыми оттенками RGB-светодиода.

# Применение ШИМ. Контроллер UC3842



# Применение ШИМ. Генератор на NE555

