

# Електронни уреди за измерване и управление

- Въведение

- Преподаватели, контакти (email), страница на ЕУИУ

[ntt@tu-sofia.bg](mailto:ntt@tu-sofia.bg)

<https://lark.tu-sofia.bg> и <https://npl-ps.tu-sofia.bg>

- Лекции, упражнения, практикум, присъствие, email на студентите;
  - Оценяване – изпит 50% и работа през семестъра 50%;
  - Входно ниво - тест;
  - Курсов проект, съдържание, срокове. *Дипломна работа;*
  - Спазване на мерките - 3 пъти “Д” (дисциплина, дистанция, дезинфекция)

# Електронни уреди за измерване и управление

- Съдържание на курса
  - Преговор;
  - Електромагнитна съвместимост;
  - Проектиране (дизайн) на уреди с решаване на задачи – хардуер;
  - Програмно осигуряване на уредите – софтуер;
    - Особености при програмиране на микроконтролери
  - Измерване и управление на величини.

- **Обща култура на инженер по електроника**

- Терминология;
- Базови знания по физика, електротехника, ЕПП, аналогова и цифрова схемотехника, АПЕ (SPICE), ТЗУ и др.
- Измерване в електрониката;
- Прилагане на знанията, решаване на задачи;
- Програмиране (алгоритъм, програмно осигуряване, софтуер);
- Съвременни, модерни направления в електрониката, IoT.

## Електронни уреди за измерване и управление

- IoT – интернет на нещата, устройства в интернет, всичко с интернет;
  - Стандарт (дефиниция), няма точен отговор;
  - Връзка с интернет. Особености при прости устройства (сензори), цена.
    - Частта която осигурява връзката с интернет е по-скъпа (и по-сложна като устройство) от тази за основното предназначение;
    - Консумация. Проблеми при батерийно хранване;
    - Цена на интернета, доставчици;
    - Възможности на 5G мрежите;
  - Физическа връзка към интернет. Жична и безжична;
    - Създаване на нови или използване на съществуващи локални мрежи.

## **Електронни уреди за измерване и управление**

### **IoT устройство, като част от система която е свързана с интернет**

- Системата има две части – централен модул и модули за измерване, наблюдение, управление (актуатори) и т.н. в зависимост от предназначението. Централният модул е свързан с интернет през самостоятелен рутер или през рутера на офиса, дома и т.н. Свързан е и с подчинените модули, получава информация от тях и ги управлява.

Централният модул може да има и функциите на подчинен - за наблюдение, за измерване, на изпълнителен механизъм, и др.

- Обикновено няма ограничения за консумацията на централния модул.

## Електронни уреди за измерване и управление

- При подчинените модули има голямо разнообразие, при това, в една и съща система. Общото е връзката с централния модул. Не е задължително тя да е еднотипна. Когато се използват универсални модули, които да се конфигурират „на място“, са предвидени повече възможности за връзка;
- Някои от подчинените модули се захранват с батерии дори и да има мрежово захранване – примери.

## Електронни уреди за измерване и управление

- Основни съображения при проектиране на подчинено устройство
  - Връзка с централния модул, жична или безжична;
  - При измерване на величини – температура, налягане, влажност, осветеност, когато се ползват интелигентни сензори, интерфейсьт е еднотипен (SPI, I2C, 1-Wire). Изходният сигнал на класическите сензори (обикновено) е напрежение или ток. Това означава, че може да се разработи универсален модул, свързан с интернет, с няколко цифрови интерфейса и няколко аналогови входа за напрежение (ток), а чрез софтуера ще се определя приложението;
  - Захранване. Ако е батерийно се изисква по-внимателно проектиране;

# Електронни уреди за измерване и управление

- Батерийно захранване
  - На какъв интервал от време ще се сменят батериите;
  - Какво да е напрежението на батериите;
  - Стабилизатор на напрежението, КПД?
  - Тип на батериите, акумулаторни?
  - Изисквания към програмното осигуряване.



# Електронни уреди за измерване и управление

- Връзка с централния модул
  - При жична връзка по нея може да се получава и захранване;
  - Безжична връзка. Най-често радио-връзка. Може и оптична (IR);
  - Радио-връзка:
    - Честотен обхват, стандарти, ограничения, еднопосочна или двупосочна;
    - Протоколи – WiFi, Zigbee, Bluetooth, LoRa... или собствен.
    - Покритие (разстояние), антена, мощност и стандарти;
    - Консумация, зависи от горните.
  - Алгоритъм на работа, часовник;
  - Съображения за избор на връзката, защо не и нестандартна?

## Електронни уреди за измерване и управление

- Модули за връзка – приемо-предаватели (Transmitters)
  - Това са специфични радио-устройства. Може да са вградени в модулите заедно с микроконтролерите, но всъщност са отделни устройства;
  - Потребителят няма достъп до параметрите, особено за тези за които има ограничения от стандарта;
  - Същото се отнася за протоколите на работа;
  - В много случаи се ползват готови модули в които са вградени и протоколите. Например за WiFi - ESP8266;
    - Проблеми с независимост, консумация и цена;
    - Готовите протоколи определят и минималния обем информация.

# Електронни уреди за измерване и управление

- Съображения за избор на връзката. Нестандартна?
  - Сравнение между видовете
    - Консумация
    - Разстояние, възможност за препредаване на съобщенията
    - Скорост на обмен
    - Шумоустойчивост
    - Задължителна двупосочна работа
    - цена
  - Проблеми с независимостта на потребителя – хардуер и софтуер
  - Често се използват собствени решения – протоколи, модулация и т.н. при спазване на стандартите за честоти и мощност на предаване

# Електронни уреди за измерване и управление

- Собствена (нестандартна) връзка, правила
  - Променливотоков сигнал,  $DC=0!$ 
    - Модулация, Манчестър кодиране или подобна
  - Изчисляване на обема информация
  - Определяне на типа на приемници и предаватели
  - Определяне през какви интервали време ще се осъществява връзка
  - Изчисляване на консумацията и капацитета на батерията
  - Апаратно или програмно предаване и приемане, обяснения

# Електронни уреди за измерване и управление

- Схемотехника на модула, съображения
  - Безжична връзка, еднопосочна, вградена?;
  - Микроконтролер, характеристики, цена;
    - Основни параметри, тактова честота, RAM, ROM (Flash);
    - Интерфейси, вградени в микроконтролера или отделни;
    - Аналогова част, опорно напрежение. Вътрешен или външен АЦП;
    - Захранване, консумация, Sleep;
  - Алгоритъм на работа;
  - Избор на развойна среда за софтуера.

- **Преговор.** Какво означава измерване?

По Тълковния речник на българския език: „Определяне на съотношението между измерваната величина и друга, приета за еталон“;

- Размисли за еталона, еталон при електронни измервания;
- Еталон в уреда и еталониране (сертифициране, калибриране) на уреда;

- **Класификация.** Може да се направи по различни признаци.

- Според измерваната величина. **Величините рядко се мерят директно;**
- Постояннотокови и променливотокови;
- Според методи или средства с които се мери – аналогови или цифрови, аналогови с цифрова индикация или обратно;

## Електронни устройства за измерване и управление

- Параметри (качество) на измерването (на уреда):
  - Обхват, разрешаваща способност, разрядност;
    - При сензорите – чувствителност, коефициент на преобразуване (например ТКР за съпротивителни сензори  $dR/^\circ\text{C}$ );
  - Характеристика на преобразуване – линейна, логаритмична, начупена...
  - Бързодействие, време за измерване и интервали.
  - Точност, грешка, (не)линейност. Спрямо обхвата или измерваната величина. При цифровите (обикновено) се задава като сума от двете;
    - При АЦП – разрядност, монотонност, диференциална грешка, интегрална грешка, грешка от дискретизация;
    - Влияние на околната среда, захранващото напрежение, хистерезис, температура и други води до допълнителни грешки, например от температурата -  $\%/^\circ\text{C}$ .

## Електронни устройства за измерване и управление

- Измерване на основни (електрически) величини
  - **Напрежение**. Аналогово и цифрово измерване. Еталон;
    - Измерване с АЦП;
    - Измерване с преобразуване - в честота, коефициент на запълване (PWM) и др.
    - Постояннотоково и променливотоково измерване;
    - Обхвати, смяна на обхватите;
  - **Ток**. Аналогово и цифрово измерване. Еталон. Стрелковите уреди мерят ток;
    - Входно съпротивление клонящо към 0;
    - Преобразува се в напрежение;
    - Токови АЦП;



## Електронни устройства за измерване и управление

- **Честота**. Периодични сигнали. Времеви измервания. Еталон;
  - Класическо измерване – брой периоди за единица време;
  - Измерване с преобразуване, най-често в напрежение;
  - Време за измерване. Измерване и след това изчисление;
  - Точност, разрядност;
- **Съпротивление**, капацитет, индуктивност. За L и C променливотоково;
  - По закона на Ом – подава се еталонно напрежение и се мери тока или обратно;
  - Като се сравнява с еталонно съпротивление, L или C;
  - Мостова схема която се уравнива или се мери разбалансирането;
- **Други величини** – фаза, нелинейни изкривявания и др.

## Електронни устройства за измерване и управление

- Измерване на неелектрически величини – обикновено се свежда до измерване на електрически величини;
- Със специализирани първични (междинни) преобразуватели;
  - Температура, налягане, тегло, размери, разстояние, скорост, ускорение и т.н.
  - Химически измервания, газосъдържание и т.н.
- Оптически методи;