

Електронни уреди за измерване и управление

- Въведение

- Преподаватели, контакти (email), страница на ЕУИУ

ntt@tu-sofia.bg и egb@tu-sofia.bg

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

- Лекции, упражнения, практикум, присъствие, **email на студентите**;
 - Оценяване – изпит 50% и работа през семестъра 50%, пример;
 - 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**

- Това се получава като резултат от образованието в университета;
- Терминология;
- Базови знания по физика, електротехника, ППЕ, аналогова и цифрова схемотехника, АПЕ (xxSPICE), ТЗУ и др.
- Измерване в електрониката;
- **Прилагане на знанията**, решаване на задачи;
- Програмиране (**алгоритъм**, програмно осигуряване, софтуер);
- Съвременни, модерни направления в електрониката, IoT.

• **Обща култура на инженер по електроника**

- Количествени оценки. Те се отнасят за специалността, а понякога и само за специализацията:

- Голямо/малко усилване, високо/ниско входно или изходно съпротивление, високи/средни/ниски честоти и т.н. Конкретните стойности може да са различни за други специалности...

- Типични, минимални, максимални стойности на коефициенти на усилване по ток на транзистори, параметри на операционни усилватели, максимално усилване което може да се получи с един операционен усилвател с обратна връзка и много други;

За всичко това може да се провери в каталозите и учебниците. Общата култура предполага да се знаят порядъците.

Електронни уреди за измерване и управление

- **IoT – интернет на нещата**, устройствата, уредите 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 съществуващите 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 някои от 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, че имат връзка с централния модул. Не е задължително връзката да е еднотипна. Когато се използват универсални модули, които да се конфигурират „на място“, са предвидени и повече възможности за връзка;
- Някои от подчинените модули се захранват с батерии дори и да има мрежово захранване. Примери – водомери, топломери, разходомери, регулатори и т.н.

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, интерфейсът е еднотипен (SPI, I2C, 1-Wire). Изходният сигнал на класическите сензори (обикновено) е напрежение или ток. Това означава, че може да се използва универсален модул, свързан с интернет, с няколко цифрови интерфейса и няколко аналогови входа за напрежение (ток), а чрез софтуера да се определя приложението;
 - Захранване. Ако е батерийно се изисква по-внимателно проектиране;

Електронни уреди за измерване и управление

- Батерийно захранване. Дали и как да се ползва се **определя от:**
 - На какъв интервал от време ще се сменят батериите;
 - Какво да е напрежението на батериите;
 - Стабилизатор на напрежението, КПД?
 - Тип на батериите, акумулаторни?
 - Зареждане на батериите със слънчеви (светлинни) модули;
 - 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 **transmitter/receiver = transceiver**
 - 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 приемниците и предавателите
 - 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.

- **Електронните устройства в интернет**

Internet of Things - обобщение

- свързани в мрежа сензори и устройства;
- обикновено връзката е безжична;
- в зависимост от приложението (консумация) се подбира типът на връзката – Wi-Fi, Zigbee, Bluetooth и т.н.
- интернет, цени, надеждност, адреси, нужда от доставчик (посредник);
- еднопосочна (?) двупосочна комуникация, периодичност на работа, алгоритми, консумация, проверка за изправност, наличност;
- перспективи с навлизане на 5G мрежите.

- **Преговор.** Какво означава измерване?

По „Тълковен 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 методите, средствата с които се мери – аналогови или цифрови, аналогови с цифрова индикация или обратно;

- Параметри (качество) на измерването (на уреда):
 - Обхват, разрешаваща способност, разрядност;
 - При сензорите – чувствителност, коефициент на преобразуване (например TKR за съпротивителни сензори $dR/^\circ C$);
 - Характеристика на преобразуване – линейна, логаритмична, начупена...
 - Бързодействие, време за измерване и интервали.
 - Точност, грешка, (не)линейност. Прямо 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 околна среда, стареене, хранващо напрежение, хистерезис, температура и други води до допълнителни грешки, например от температурата - $\%/^\circ C$.

- 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;
 - Голямо входно съпротивление, 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;

- **Честота**. Периодични сигнали. Времеви измервания. Еталон;
 - Класическо измерване – брой периоди за единица време. Измерване на период;
 - 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 (AC, DC) и се мери тока или обратно;
 - Като се сравнява с еталонен импеданс (R, L или C);
 - Мостова схема която се уравнива или се мери разбалансирането;
- **Други величини** – фаза, нелинейни изкривявания и др.

- 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;