

Course description

Title: Chemical instrumentation (2 hours lecture, 4 credits)

Responsible lecturer: Dr. Soma Vesztergom

Academic degree: PhD

HAC accreditation status:

Topics:

1. The basics of electronics. Passive parts: resistors, capacitors, inductors, their basic physics. The concept and measurement of voltage and current. Simple RC and RLC circuits and their governing equations.
2. AC circuits: the concept and measurement of impedance. Kirchhoff's circuit laws. Bridges and their use in instrumentation. The basics of instrumentation. Sensors of basic physico-chemical quantities (temperature, pressure, intensity of radiation, signals proportional to concentration).
3. Measurement scenarios: the basics of signal processing. Filtering and rectification. The basic principles of semiconductors: diodes and transistors.
4. Operating amplifiers used as comparators, adders, inverters, differentiators, voltage and current followers. Basic principles of analog control; the fundamentals of potentiostats.
5. The principles of digital control. PID controllers, application of PID control in thermostats. Digital signal acquisition. AD converters, modes of operation, main characteristics: sampling rate, resolution, linearity. Measuring AC voltages and impedances. Concepts of noise filtering. DA converters, modes of operation.
6. Analog and digital data transfer. Parallel and serial modes of data transfer, protocols: RS-232, USB.
7. Software background. Getting to know the National Instruments LabVIEW development environment. Elements of the graphical interface, coding in the LabVIEW graphical language. Object classes: numeric, string and boolean variables and their functionalities.
8. Programming structures: for and while loops, case structures. Handling of arrays and clusters.
9. Simple LabVIEW programming: express data acquisition using the DAQmx API and NI hardware. The hardware abstraction layer of LabVIEW: handling of protocols and ports (RS232, USB).
10. The basics of object-oriented programming, object properties and methods. Abstract data flow, modularity, polymorphism and class inheritances in LabVIEW XControls.
11. Event handling. Concepts of parallel programming. The pipelining technique and iteration parallelisms; their use in high-end measurement data acquisition.

Evaluation: The final grade can be obtained at an oral exam. Students may get exempt from the exam by solving a major measurement automation related task, the exact aim of which has to be identified by consulting the lecturer, at the beginning of the course.

Literature:

T. L. Floyd, Electronic Devices, Pearson, 2018.

Richard P. Wayne: Chemical Instrumentation, Oxford University Press, 1994.

R. Jennings, F. de la Cueva: LabVIEW Graphical Programming, McGraw-Hill, 2019.

Tárgyleírás

Tárgy neve: Számítógépes mérés technika vegyészeknek (2 óra előadás, 4 kredit)

Tárgyfelelős neve: Dr. Vesztergom Soma

Tárgyfelelős tudományos fokozata: PhD

Tárgyfelelős MAB szerinti akkreditációs státusza:

Tematika:

1. Elektronikai alapismeretek. Passzív áramköri elemek: ellenállás, kondenzátor, tekercs, az ezek viselkedését leíró összefüggések. A feszültség és az áramerősség fogalma, ezek mérése. Egyszerűbb áramköri kapcsolások: RC és LRC körök, ezek differenciálegyenletének megoldása egyszerűbb esetekben.
2. Váltakozóáramú körök ellenállása: az impedancia fogalma és mérése. Egyszerűbb, passzív elemeket tartalmazó áramkörök impedanciájának kiszámítása. A Kirchhoff-törvények. Hídkapcsolások és mérés technikai felhasználásuk.
3. Mérés technikai alapismeretek. Szenzorok; az egyszerűbb fizikai és kémiai mennyiségek (hőmérséklet, nyomás, fényerősség, koncentrációval arányos jelek) elektronikus mérésének alapelvei.
4. A mérések szokásos menete: a jel formálás kérdései. Szűrés, szűrőkörök, diódák, ezek típusai. A tranzisztorok működési elve.
5. Jelerősítés, műveleti erősítők, működésük, felhasználásuk. A műveleti erősítővel végezhető analóg áramköri műveletek: komparáció, összeadás, kivonás, inverzió, differenciálás, integrálás, feszültség- és áramkövető kapcsolások. Analóg szabályozási feladatok megoldása műveleti erősítővel; a potenciosztatók működése.
6. A digitális szabályozás alapelvei. PID-szabályozók működése a termosztát példáján. Elektromos jelek digitalizálása. Az A/D konverterek működése, a működést meghatározó főbb jellemzők: a mintavételezés sebessége, felbontás, linearitás. Az A/D konverterek főbb típusai. A váltakozó feszültség és az ellenállás mérése. A feszültségmérés hibaforrásai: zaj, zajsűrés. A D/A konverzió, a D/A konverterek felhasználhatóságát meghatározó paraméterek, a konverterek főbb típusai.
7. Az analóg- és a digitális jelátvitel kérdései. Párhuzamos és soros jelátvitel, protokollok: RS-232, USB.
8. Szoftveres alapismeretek. Ismerkedés a National Instruments LabVIEW fejlesztői környezetével. A grafikus interfész elemei és a kódolás a grafikus LabVIEW nyelvben. Objektumok osztályai: numerikus, szöveges és Boole-típusú változók; az ezekkel végezhető műveletek.
9. Programozási struktúrák: kötött lépésszámú és feltételes ciklusok, feltételes szerkezetek. Tömbök és struktúrák létrehozása és kezelése.
10. Egyszerűbb feladatok megoldása LabVIEW-ban. Mérések gyors kivitelezése a DAQmx API használatával és az NI saját hardvereivel. A LabVIEW hardverabsztrakciós rétege: protokollok és portok (RS232, USB) kezelése.
11. Az objektum-orientált programozás alapjai. Az objektumok adattartalmának, tulajdonságainak és metódusainak összekapcsolhatósága LabVIEW-ban – az absztrakt adatkezelés, a modularitás, a polimorfizmus és a tulajdonságok öröklődésének megjelenése az XControlokban.
12. Eseménykezelések. A párhuzamos programozás koncepciója. A pipelining technika és az iterációs parallelizmusok alkalmazása; ezek használata a modern mérési adatgyűjtésben.

A számonkérés és értékelés rendszere: A tárgy szóbeli vizsgával záruló előadás. A vizsgajegy részben vagy egészében kiváltható egy nagyobb volumenű mérés technikai jellegű feladat a félév során történő önálló megoldásával. A feladat a félév elején az oktatóval egyeztetendő.

Irodalom:

T. L. Floyd, Electronic Devices, Pearson, 2018.

Richard P. Wayne: Chemical Instrumentation, Oxford University Press, 1994.

R. Jennings, F. de la Cueva: LabVIEW Graphical Programming, McGraw-Hill, 2019.