



## شبیه‌سازی و مدل‌سازی Modeling and Simulation

مقطع درس: کارشناسی

شماره درس: ؟

تعداد واحد: 3 (نظری)

پیش‌نیاز: -

**هدف:** در این درس دانشجویان با روش‌های مدل‌سازی فیزیکی (مبتنی بر قوانین فیزیک) و مدل‌سازی جعبه سیاه مبتنی بر داده در حوزه زمان آشنا می‌شوند. دانشجویان با روش‌های مدل‌سازی سیستم‌های چند حوزه‌ای همانند برق، مکانیک آشنا می‌شوند و چند نرم‌افزار شبیه‌سازی متناسب را آموزش می‌بینند.

### سرفصل مطالب درس:

- ❖ مقدمه‌ای بر مدل‌سازی و شبیه‌سازی، تعاریف و انواع آن، کاربرد آن در مهندسی کنترل و سایر مهندسی‌ها
- ❖ مقدمات مدل‌سازی و تعاریف مفاهیم اولیه: مدل، سیستم و شبیه‌سازی، خطای مدل‌سازی و شبیه‌سازی، معیار ارزیابی، نامعینی و کنترل در مدل‌سازی و شبیه‌سازی.
- ❖ مدل‌سازی و شبیه‌سازی تحلیلی: معادلات دیفرانسیل (ریاضیات)، شبیه‌سازی گسسته و پیوسته
- ❖ اصول پایه مدل‌سازی فیزیکی، سیستم‌های الکتریکی / مکانیکی / هیدرولیکی، یک روش ابتدایی مدل‌سازی سیستم‌های چندحوزه‌ای، مکترونیک، اعتبارسنجی مدل‌سازی، ساده‌سازی مدل
- ❖ مدل‌سازی شی گرا، مدل‌سازی بلوک دیاگرامی، مدل‌سازی و شبیه‌سازی باند گراف، تعاریف اجزای بکاررفته، منابع، انواع باندها، اتصالات سری و موازی، علیت، تقابل علیت، استخراج معادلات فضای حالت.
- ❖ روش اویلر، تیلور و ...
- ❖ معادلات دیفرانسیل معمولی، جبری و پاره‌ای، ارتباط با مدل‌سازی. شبیه‌سازی بر اساس مدل‌سازی فیزیکی: روش‌های حل عددی معادلات دیفرانسیل معمولی، جبری و پاره‌ای، سیستم‌های گسسته، شبیه‌سازی در MATLAB و جعبه‌ابزارهای شبیه‌سازی آن در حوزه‌های الکترونیک / مکانیک / هیدرولیک. آشنایی با نرم‌افزارهای شبیه‌سازمتداول.
- ❖ مدل‌سازی تجربی: شناسایی
  - مشخصات، کاربردها (پیش‌بینی، کنترل، تشخیص خطا و ...)، خطی یا غیرخطی؟، شناسایی پارامتر یا مدل؟، بهنگام – نابهنگام، ملاکهای ارزیابی.
  - سیستم‌های دینامیکی و استاتیکی، انواع مدل‌سازی‌ها: Gray Box, Black Box, White Box
  - شناسایی سیستم‌های خطی ایستا: تخمین خطی پارامترها و روش‌های بهینه‌سازی آن، روش کمترین مربعات (LS)، Regularization، روش کمترین مربعات بازگشتی (RLS)، فاکتور فراموشی (FRLS).
  - شناسایی سیستم‌های دینامیک خطی: مدل‌های شناسایی سیستم‌های دینامیکی خطی با فیدبک و بدون فیدبک و مدل‌های سریهای زمانی
    - FIR, ARX, ARMAX, OE, BJ, PEM
    - AR, MA, ARMA
  - آشنایی با جعبه‌ابزارهای گوناگون همانند: IDENT
- ❖ آشنایی با شبیه‌سازهای MATLAB همانند Sim Power، Sim Mechanic و ...، آشنایی با شبیه‌سازهای: 20sim، AMESIM، SolidWorks، COMSOL و ADAMS.

منابع:

- [1] D.C. Karnopp, D.L. Margolis & R.C. Rosenberg, System Dynamics. Modeling and Simulation of Mechatronic Systems 4th Edition, 2012.
- [2] O. Nelles, Nonlinear System Identification: From Classical Approaches to Neural Networks and Fuzzy Models, 2001.
- [3] Frank L. Severance, System Modeling and Simulation, 2001.
- [4] L. Ljung and T. Glad, Modeling of Dynamic Systems, 1994. New Edition 2004.